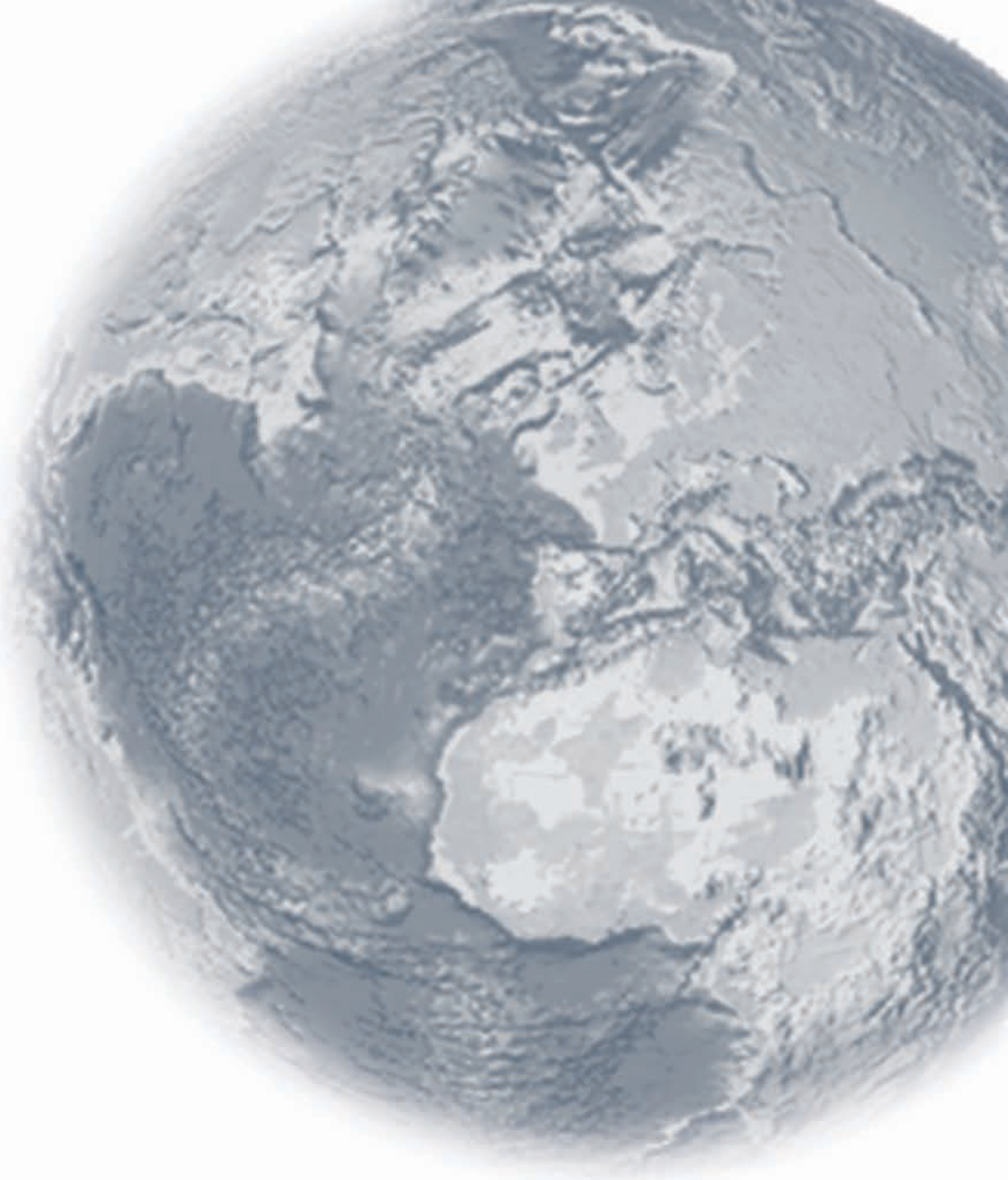
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Monografie istituzionali INGV
Volume XXIII, 2012



Rapporto sull'Attività Scientifica 2011 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Via di Vigna Murata 605 - 00143 Roma
tel 06518601 • fax 065041181
www.ingv.it

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Rapporto sull'Attività Scientifica 2011 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Coordinamento Editoriale:
Gianluca Valensise e Ufficio Relazioni Scientifiche Istituzionali

Redazione Testi:
Antonella Cianchi, Massimo Crescimbene, Giuseppe Di Capua

Aggiornamento Dati:
Gabriella Canofari, Antonella Cianchi, Simona Mennella, Viviana Vacchi

Redazione Bibliografia:
Anna Grazia Chiodetti, Gabriele Ferrara

Progetto Grafico:
Laboratorio Grafica e Immagini - INGV Roma

Progetto Editoriale ed Impaginazione:
Francesca Di Stefano e Rossella Celi - Centro Editoriale Nazionale - INGV Roma

© 2012 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Via di Vigna Murata, 605 - 00143 Roma
Tel. 06/518601 Fax 06/5041181
http://www.ingv.it

Guida alla lettura del documento VII

Premessa IX

Relazione introduttiva XI

I. L'attuale assetto dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia XIII
1. Generalità XIII
2. Processo costitutivo dell'INGV e principali eventi organizzativi XIV
3. Gli organi dell'INGV XVII
4. La realtà operativa dell'INGV XVIII
II. Gli obiettivi dell'INGV per il triennio 2011 – 2013 XXIII
III. Principali infrastrutture di Ricerca XXXII
1. Reti strumentali di monitoraggio e di ricerca XXXII
2. Laboratori analitici e sperimentali XXXII
3. Risorse di calcolo XXXII
4. Banche dati XXXIII
5. Partecipazione a grandi infrastrutture di ricerca a scala europea XXXIII
IV. Collaborazioni internazionali di rilievo e interazioni con le altre componenti della rete di ricerca XXXIV
1. Attività in ambito comunitario XXXIV
2. Le grandi infrastrutture di ricerca a scala europea XXXVII
3. Rapporti con istituzioni extra-nazionali XXXVII
4. Accordi di ricerca bilaterali XXXIX
5. Rapporti con istituzioni nazionali XXXIX
6. Rapporti con il mondo produttivo e rilevanza economico-sociale delle attività svolte XLI
V. Risorse umane XLIII
1. Dotazione organica al 31 dicembre 2011 XLIII
2. Situazione del personale di ruolo in servizio al 31 dicembre 2011 XLIII
VI. Tabella riepilogativa dei Progetti e Convenzioni attivi nel 2011 XLVI
VII. Sintesi delle risorse finanziarie rese disponibili da Progetti e Convenzioni attivi nel 2011 LXIII
VIII. Sintesi dei risultati finanziari LXV
1. Sintesi delle entrate LXV
2. Sintesi delle uscite LXV
3. Sintesi della spesa per il personale LXVII
4. Risultati contabili LXVIII
IX. Rapporti con il mondo produttivo e rilevanza economico-sociale delle attività svolte LXIX

Schede per Sezione 1

Introduzione 3

Sezione di Roma 1 5
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione 7
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione 10
3. Elenco Associati di Ricerca alla sezione 11

Sezione Roma 2 13
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione 15
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione 22
3. Elenco Associati di Ricerca alla sezione 22

Sezione di Napoli Osservatorio Vesuviano 23
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione 25
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione 27
3. Elenco Associati di Ricerca alla sezione 28

Sezione di Milano 29
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione 31
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione 34
3. Elenco Associati di Ricerca alla sezione 34

Sezione di Palermo 35
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione 37
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione 42
3. Elenco Associati di Ricerca alla sezione 42

Sezione di Catania 43
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione 45
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione 52
3. Elenco Associati di Ricerca alla sezione 52

Sezione Centro Nazionale Terremoti (CNT) 53
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione 55
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione 58
3. Elenco Associati di Ricerca alla sezione 59

Sezione di Bologna 61
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione 63
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione 66
3. Elenco Associati di Ricerca alla sezione 67

Sezione di Pisa 69
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione 71
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione 79
3. Elenco Associati di Ricerca alla sezione 79

Amministrazione Centrale 81
1. Relazione di sintesi del Direttore amministrativo 83
2. Elenco strutture della sezione 90
3. Elenco Associati di Ricerca alla sezione 90

Schede per Obiettivo Specifico 91

Introduzione 93

Obiettivo Generale 1: Sviluppo dei sistemi di osservazione 95
1.1. Monitoraggio sismico del territorio nazionale 95
1.2. Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche attive 100
1.3. Sorveglianza geodetica delle aree vulcaniche attive 103
1.4. Sorveglianza sismologica delle aree vulcaniche attive 107
1.5. Sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani 111
1.6. Osservazioni di Geomagnetismo 115
1.7. Osservazioni di Aeronomia 119
1.8. Osservazioni di Geofisica Ambientale 122
1.9. Rete GPS nazionale 126
1.10. Telerilevamento 128
1.11. Osservazioni e monitoraggio macrosismico del territorio nazionale 132

Obiettivo Generale 2: Attività sperimentali e Laboratori 135
2.1. Laboratorio per le reti informatiche, GRID e calcolo avanzato 135
2.2. Laboratorio di Paleomagnetismo 138
2.3. Laboratori di chimica e fisica delle rocce 142
2.4. Laboratori di Geochimica dei Fluidi 148
2.5. Laboratorio per lo sviluppo di sistemi di rilevamento sottomarini 152
2.6. Laboratorio di gravimetria, magnetismo ed elettromagnetismo in aree attive 155

Obiettivo Generale 3: Studiare e capire il sistema Terra 159
3.1. Fisica dei terremoti 159
3.2. Tettonica attiva 165
3.3. Geodinamica e struttura dell'interno della Terra 170

3.4. Geomagnetismo 174
3.5. Geologia e storia dei vulcani ed evoluzione dei magmi 177
3.6. Fisica del vulcanismo 183
3.7. Dinamica del clima e dell'oceano 189
3.8. Geofisica per l'ambiente 193
3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale 197
3.10. Storia e archeologia applicate alle Scienze della Terra 201

Obiettivo Generale 4: Comprendere e affrontare i rischi naturali 204
4.1. Metologie sismologiche per l'ingegneria sismica 204
4.2. Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale 209
4.3. Scenari di pericolosità vulcanica 213
4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale 218
4.5. Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi 223
4.6. Oceanografia operativa per la valutazione dei rischi in aree marine 227

Obiettivo Generale 5: L'impegno verso le istituzioni e verso la Società 231
5.1. Banche dati e metodi macrosismici 231
5.2. Banche dati di sismologia strumentale 235
5.3. Banche dati vulcanologiche 239
5.4. Banche dati di geomagnetismo, aeronomia, clima e ambiente 241
5.5. Sistema Informativo territoriale 244
5.6. Attività di Sala Operativa 247
5.7. Consulenze in favore di istituzioni nazionali e attività nell'ambito di trattati internazionali 250
5.8. Biblioteche ed editoria 253
5.9. Formazione e informazione 255
5.10. Sistema web 258

Pubblicazioni 2011 261

Introduzione 263

1. Articoli pubblicati nel 2010 su riviste JCR 264
2. Articoli pubblicati nel 2010 su riviste non-JCR e altre pubblicazioni 283

Parere del Comitato di Consulenza Scientifica 363

Guida alla lettura del documento

Il Rapporto sull'Attività Scientifica 2011 segue lo schema introdotto con il Piano Triennale 2004-2006 dell'INGV e che ha ormai ampiamente dimostrato la propria efficacia. Il Rapporto documenta un progressivo raffinamento delle strategie di programmazione e rendicontazione delle attività dell'INGV. Esso segue nelle linee generali lo schema utilizzato per i Rapporti sull'Attività Scientifica elaborati a partire dal 2004, tutti disponibili in rete all'indirizzo http://istituto.ingv.it/l-ingv/programmazione-e-attivita-1/, ma se ne discosta per diversi elementi di razionalizzazione riguardanti, ad esempio, la descrizione dei progetti e delle convenzioni che supportano le attività dell'INGV, il censimento degli aspetti che ne documentano l'eccellenza scientifica e l'elencazione delle pubblicazioni.

Il Rapporto beneficia di due importanti novità organizzative introdotte tra il 2006 e il 2007:

- una nuova struttura di presentazione dei Progetti e delle Convenzioni, che si appoggia su nuova banca dati informatizzata introdotta nel 2007 nel quadro di una generale informatizzazione dell'Amministrazione Centrale e che rende possibile quantificare le risorse finanziarie non ordinarie, ovvero acquisite attraverso Progetti e Convenzioni, e verificarne l'impatto sulle diverse attività dell'INGV;
- un più accurato sistema di catalogazione della bibliografia, che si avvale di un procedimento di raccolta tramite la banca dati informatizzata Earth-Prints (http://www.earth-prints.org/).

Il Rapporto si compone di quattro blocchi.

Il primo blocco contiene la relazione introduttiva a cura della direzione dell'ente, corredata di tutte le informazioni, finanziarie e organizzative, che hanno riguardato la vita dell'INGV durante il 2011.

Il secondo blocco è dedicato all'illustrazione di dettaglio della struttura dell'ente e in particolare delle sezioni, secondo un modello simile a quello usato negli anni precedenti.

Il terzo blocco illustra le attività svolte e i principali risultati conseguiti all'interno degli Obiettivi Specifici previsti dal Piano Triennale 2011-2013.
Per consentire una più completa valutazione dei risultati presentati per ogni Obiettivo Specifico vengono elencate le pubblicazioni più significative, suddivise tra JCR, ovvero le pubblicazioni su riviste citate nel Journal of Citation Reports, e non-JCR, includendo in quest'ultima categoria volumi, articoli su libri, rapporti tecnici. A parte vengono poi elencati i prodotti di natura tecnologica, le banche dati eventualmente prodotte o gestite, gli eventuali risultati in termini di formazione e divulgazione.
Infine, per ogni Obiettivo Specifico vengono elencati i progetti che hanno motivato e supportato le attività descritte. Per quanto riguarda tali progetti - e i relativi finanziamenti - si deve ricordare che molti di essi contribuiscono a più di un Obiettivo Specifico (convenzionalmente fino ad un massimo di 4).

Il quarto blocco contiene la bibliografia completa delle pubblicazioni completate e stampate nel corso del 2011, suddivise tra JCR e non-JCR. Dal 2006 la bibliografia generale dell'INGV utilizza come banca dati di riferimento il già citato archivio Earth- Prints. Ogni pubblicazione è identificata in modo univoco e congruente con la numerazione presente all'interno delle schede relative agli Obiettivi Specifici.
Il documento si conclude con il verbale della seduta del Comitato di Consulenza Scientifca durante la quale è stato valutato il Rapporto 2011.
Il Rapporto è stato completato a cura dell'Ufficio Relazioni Scientifiche Istituzionali, che fornisce supporto decisionale e operativo alla Presidenza dell'INGV. È disponibile in rete all'indirizzo http://istituto.ingv.it/l-ingv/programmazione-e-attivita-1/ e può essere ottenuto in forma cartacea dalla Segreteria della Presidenza dell'INGV (segreteriapresidenza@ingv.it), alla quale ci si può rivolgere per qualunque altra informazione.

Premessa

Il Rapporto sull'Attività Scientifica 2011 si presenta nuovamente organizzato per grandi temi ordinati gerarchicamente (Obiettivi Generali e Specifici) e segue nelle linee generali lo schema utilizzato per i Rapporti sull'Attività Scientifica elaborati a partire dal 2004, tutti disponibili in rete all'indirizzo http://istituto.ingv.it/l-ingv/programmazione-e-attivita-1/. Come già in passato, il Rapporto contiene diversi elementi di razionalizzazione riguardanti, ad esempio, la descrizione dei progetti e delle convenzioni che supportano le attività dell'INGV, l'analisi delle risorse messe a disposizione di ogni Obiettivo Specifico, l'elencazione delle pubblicazioni e la loro ripartizione per i diversi Obiettivi Specifici e le diverse strutture dell'ente. Questi elementi rappresentano anche validi elementi di valutazione dell'INGV nel suo complesso e delle diverse linee di attività che esso svolge.

Nel 2011 si è potuto registrare un ulteriore rafforzamento ed una estensione del campo d'azione dell'INGV nei temi in cui i risultati scientifici possono concorrere concretamente allo sviluppo e alla sicurezza del Paese. Vanno visti in questo senso sia il coinvolgimento dell'INGV nel settore del rischio sismico, sia il suo impegno per lo sviluppo e l'omogeneizzazione di sistemi di sorveglianza sempre più evoluti e capillari. L'INGV ha partecipato con diverse delle sue componenti alle numerose attività susseguenti al terremoto che ha colpito L'Aquila e l'Abruzzo il 6 aprile 2009 e nel 2011 ha ricevuto dal MIUR il prestigioso incarico di dare un concreto contributo alla ricostruzione e al rilancio delle aree terremotate attraverso il finanziamento di un importante Accordo di Programma. Nel 2001 è inoltre proseguita l'attività di elaborazione di scenari di eventi catastrofici estremi, quali grandi eruzioni, forti terremoti e tsunami. A seguito dell'eruzione del vulcano Eyjafjallajökul in Islanda l'INGV ha avuto un ruolo centrale nella *task force* insediata per prevedere la modalità di postamento delle ceneri vulcaniche nell'atmosfera e per valutare la utilizzabilità degli aeroporti italiani ed europei.

Per tutte queste ragioni anche nel 2011 lo sviluppo dei sistemi di sorveglianza è rimasto un asse portante dell'attività dell'INGV. Uno degli obiettivi perseguiti durante il 2011 è stato il raggiungimento di una omogeneizzazione dei sistemi di osservazione (in termini di strumentazione) e delle tecnologie informatiche per l'acquisizione dei dati su scala nazionale, allargando il ventaglio degli osservabili a sempre nuovi parametri (ad esempio gravimetrici, elettromagnetici, geochimici). Questo sforzo consente oggi la fruizione del dato in *real-time,* con lo stesso formato ed in tutte le sedi dell'ente per molte delle osservazioni rilevate dalle reti dell'INGV. Tale sviluppo migliora l'applicazione delle ricerche svolte dall'INGV per finalità di Protezione Civile e allo stesso tempo genera nuova ricerca e nuovi metodi per l'interpretazione dei fenomeni sismici e vulcanici, ampliando la visione dei ricercatori e favorendo la cooperazione internazionale.

Infine, nel 2011 è proseguita l'attività in alcuni temi disciplinari non tradizionalmente presenti nell'ambito degli istituti che hanno concorso alla nascita dell'INGV, tra il 1999 e il 2000. Tra questi temi va ricordato il rafforzamento dell'attività di previsione del clima e delle condizioni del mare, sia in Italia che in Europa. Questa estensione delle tradizionali attività dell'INGV riveste oggi un particolare significato strategico, alla luce della progressiva diffusione della consapevolezza del fatto che il nostro pianeta sta attraversando una fase di rapida mutazione del clima e che la conoscenza scientifica interdisciplinare dell'ambiente gioca un ruolo fondamentale per la pianificazione della vita e per lo sviluppo sostenibile dei prossimi decenni.

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



Relazione Introduttiva

I. L'attuale assetto dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

1. Generalità

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) è stato istituito con d.l. n. 381 del 29 settembre 1999 ed è diventato operativo circa un anno dopo con la nomina degli organi direttivi e l'approvazione dei regolamenti. La prima metà del successivo decennio è stata consapevolmente dedicata all'assimilazione delle eterogeneità derivanti dalla diversa vocazione scientifica, natura amministrativa e collocazione geografica delle istituzioni confluite. Pur essendo nato ereditando una ricca storia di contesti preesistenti anche molto diversi tra loro, l'INGV appare oggi come una istituzione compiutamente nazionale e ben omogenea attraverso tutte le sue sedi sparse sul territorio italiano, grazie anche ad una favorevole dinamica delle carriere e alla presenza di numerosi giovani ricercatori. L'INGV è così diventato "*…un ente coeso e maturo con una spiccata capacità operativa…*", come ha osservato la Corte dei Conti in una lusinghiera relazione al Parlamento sugli ultimi anni di attività dell'INGV ("Relazione sul risultato del controllo eseguito sulla gestione finanziaria dell'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia (INGV), per gli esercizi dal 1999 al 2007", Delibera Corte dei Conti n. 31/2009).

La storia dell'INGV è abbastanza singolare nella sua ricchezza e complessità. Intorno alla metà degli anni '30 del secolo scorso Guglielmo Marconi, allora presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), propose la creazione di un istituto che promuovesse ed eseguisse, coordinandoli, studi e ricerche sui fenomeni fisici della Terra e sulle loro applicazioni pratiche. La comunità scientifica dell'epoca e lo stesso governo ritenevano infatti che l'approfondimento di una giovane disciplina come la geofisica avrebbe potuto avere importanti ricadute in numerosi settori determinanti per lo sviluppo nazionale. La disposizione presidenziale firmata dallo stesso Marconi il 13 novembre 1936 dava vita all'Istituto Nazionale di Geofisica (ING) dotandolo di quattro geofisici e quattro tecnici e di un ambizioso programma scientifico. Tra le attività scientifiche previste primeggiava la sismologia, ma si intendeva approfondire anche altri settori della fisica terrestre come la fisica ionosferica, l'elettricità atmosferica e terrestre, le radiazioni naturali e l'ottica atmosferica, il geomagnetismo.

Incaricato con disposizione di legge di assolvere il servizio geofisico nazionale, l'Istituto allestì la prima rete geofisica italiana. Per oltre mezzo secolo, dalla sua fondazione al 1999, l'Istituto Nazionale di Geofisica si è impegnato con ogni mezzo, talvolta con difficoltà, per ottemperare agli incarichi istituzionali stabiliti per statuto a seguito dell'acquisizione dell'autonomia giuridica (d.l.l. 1 marzo 1945 n. 82), dotandosi delle risorse umane e tecnologiche necessarie a farne un riferimento nella comunità scientifica e in quella civile per lo studio delle calamità naturali e la prevenzione dei loro effetti. Non vanno dimenticati, tra gli altri, gli originali contributi dati alla sismologia teorica, che ricevettero riconoscimenti internazionali, e l'impegno nella sorveglianza magnetica e ionosferica nazionale svolti nei primi decenni di attività. Un percorso virtuoso, anche se realizzato con risorse umane e finanziarie sempre esigue, culminato con la costituzione della Rete Sismica Nazionale Centralizzata, nata dopo il terremoto dell'Irpinia del 1980 per garantire un servizio di sorveglianza sismica continuativo per 24 ore, tutti i giorni dell'anno, su tutto il territorio italiano.

Il citato d.l. 29.9.1999 n. 381 ha aperto una nuova pagina nella storia della Geofisica e delle Scienze della Terra in Italia. Con questo decreto è stato costituito l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) nel quale sono confluiti l'ex-ING, l'Osservatorio Vesuviano (OV) e alcuni istituti affini per vocazione scientifica, già parte del Consiglio Nazionale delle Ricerche, quali l'Istituto Internazionale di Vulcanologia di Catania (IIV), l'Istituto di Geochimica dei Fluidi di Palermo (IGF) e l'Istituto di Ricerca sul Rischio Sismico di Milano (IRRS).

L'Osservatorio Vesuviano, il più antico osservatorio vulcanologico del mondo - la sua fondazione risale addirittura al 1841 ad opera del re delle Due Sicilie Ferdinando II di Borbone - aveva operato nella sorveglianza dei vulcani campani, non senza intuibili difficoltà. Non va dimenticato a questo proposito lo sforzo fatto dall'Osservatorio Vesuviano in occasione del bradisisma flegreo del 1983-84, che vide questa istituzione in prima linea nel fornire la propria competenza alle istituzioni pubbliche impegnate nella tutela della popolazione e del territorio. L'Istituto Internazionale di Vulcanologia del CNR ha dato un importante contributo al monitoraggio dell'Etna, favorendo lo scambio con ricercatori stranieri ed attivando un primo nucleo di sorveglianza geofisica e vulcanologica. L'Istituto di Geochimica dei Fluidi di Palermo va ricordato tra l'altro per aver iniziato la raccolta dati in tempo reale sui vulcani italiani, e particolarmente su quelli delle Isole Eolie, creando il primo nucleo della moderna sorveglianza geochimica. Infine l'IRRS di Milano, attivo nel settore del rischio sismico, aveva dato positivi esempi di collaborazione tra mondo della ricerca e istituzioni pubbliche per la fruizione e per l'applicazione a scopo normativo delle proprie competenze.

Il nuovo INGV ha così notevolmente accresciuto le competenze scientifiche che caratterizzavano gli enti confluiti, competenze che oggi spaziano dalla sismologia alla vulcanologia, dalla geochimica al geomagnetismo e aeronomia, dalle scienze ambientali alla climatologia e all'oceanografia. L'ampiezza degli interessi e la presenza di 331 ricercatori e 158 tecnologi, di ruolo e assunti con contratto a termine, fanno oggi dell'INGV il maggiore raggruppamento di ricerca geofisica a livello europeo. Le potenzialità di ricerca sono notevolmente accresciute dalla presenza di 107 giovani dottorandi, assegnisti e borsisti, nonché dalla collaborazione di 60 docenti e ricercatori universitari configurati come incaricati di ricerca dalle sezioni dell'INGV (si veda il Capitolo V "Risorse umane" di questa sezione di Presentazione e Inquadramento).

2. Processo costitutivo dell'INGV e principali eventi organizzativi

L'INGV è stato costituito attraverso diverse fasi, con tempi diversi di attuazione legati anche a contingenze di carattere politico e amministrativo. La prima fase di creazione e consolidamento della nuova struttura si è conclusa nella prima metà del 2002. Gli atti normativi che hanno accompagnato questo processo sono elencati nello schema seguente:

- Il decreto legislativo **29 settembre 1999** n. 381 ha fatto nascere l'INGV, con una struttura articolata su sei sezioni (Roma 1, Roma 2, Napoli-Osservatorio Vesuviano, Palermo, Catania, Milano), un Centro Nazionale (Centro Nazionale Terremoti) e l'Amministrazione Centrale.
- Con DPCM **17 marzo 2000** il Prof. Enzo Boschi è stato nominato Presidente dell'INGV.
- Il **20 dicembre 2000** il comitato per la redazione dei regolamenti di organizzazione e funzionamento, di amministrazione, contabilità e finanza dell'INGV, nominato con decreto del ministro dell'Università e Ricerca Scientifica e Tecnologica il 24 luglio dello stesso anno, ha approvato definitivamente i regolamenti citati.
- Il **10 gennaio 2001**, alla presenza del Ministro dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, il comitato si è insediato in qualità di Consiglio Direttivo dell'ente e l'INGV è stato ufficialmente costituito.
- Il **18 gennaio 2001** il Dott. Cesidio Lippa è stato nominato Direttore Generale (Decr. Pres. n. 3/01) e sono state costituite le strutture nelle quali si articola l'ente (Delibera C. D. n. 1/01).
- Il **16 febbraio 2001** sono stati nominati i Direttori delle strutture in cui si articola l'INGV (Delibera C. D. n. 3/01).
- Il **23 maggio 2001** è stato nominato il Comitato di Consulenza Scientifica (Delibera C. D. n. 19/01).
- Il **23 maggio 2001** è stato nominato il Collegio di Valutazione e Controllo Strategico (Delibera C. D. n. 33/01).
- Il **7 novembre 2001** è stato approvato il Regolamento del personale, poi riformulato il 22/05/2002 sulla base delle osservazioni del MIUR (Delibera C.D. n. 4.1.2.02).
- Il **6 marzo 2002** sono stati costituiti i Collegi di Struttura nell'ambito dei Gruppi Nazionali (GNV e GNDT) in precedenza afferenti al CNR (Delibera C.D. n. 4.2.1.02).
- Il **28 marzo 2002** è stata riorganizzata la sezione di Catania e nominato il nuovo direttore (Decr. Pres. n. 40/02).

Nel quadriennio successivo la nuova struttura si è consolidata e i suoi principali meccanismi di funzionamento hanno cominciato ad andare a regime. In questa fase sono state necessarie modifiche anche importanti nella struttura dell'INGV. Ad esempio nel 2005, per favorire una migliore organizzazione delle attività di ricerca, sono state costituite le due nuove sezioni di Bologna e Pisa (Delibera C.D. n. 4.1.2.05 del **12 luglio 2005**), precedentemente sedi distaccate.

Nel corso del **2004** sono scaduti i mandati del Presidente, del Direttore Generale e del Consiglio Direttivo:

- il Presidente è stato confermato con DPCM 7/5/2004;
- il Direttore Generale è stato confermato con Decr. Pres. n. 353 del12 luglio 2005;
- il Consiglio Direttivo è stato rinnovato il 26 maggio 2005 con Decr. MIUR Prot. 1135/Ric.

Nel **maggio 2007** è stato aggiornato l'organigramma del Collegio di Istituto, essendo ormai decaduti gli incarichi di direzione delle sezioni dell'INGV esistenti alla data di avvio del nuovo ente (Delibera n. 4.1.2.07 del 09/05/2007).

Il 18 novembre 2007, dopo lunga malattia è deceduto il Dott. Cesidio Lippa. Il **29 novembre 2007** (Decr. Pres. 514) è stato nominato Direttore Generale il Dott. Tullio Pepe, già Direttore Amministrativo dell'INGV. Essendo rimasto vacante l'incarico di Direttore Amministrativo, nel provvisorio si è convenuto che l'Amministrazione Centrale rispondesse direttamente al Direttore Generale.

Il **2 aprile 2008** (con successive modificazione del **22 maggio 2008**) è stata emanato l'Ordine di Servizio 1.2008, che ha riorganizzato in modo abbastanza significativo le strutture dell'Amministrazione Centrale.

Il **16 gennaio 2009** (DPCM n. 304 del 26 gennaio 2009) il Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca Mariastella Gelmini ha prorogato le funzioni di Presidente al Prof. Enzo Boschi fino a 60 giorni dopo l'entrata in vigore del decreto legislativo di riordino dell'ente.

Il **28 gennaio 2010** è stato nominato un nuovo Consiglio Direttivo (Decreto n. 7 del 28/01/2010).

Con l'Ordine di Servizio n. 3-2010 in data **7 maggio 2010** è stata riorganizzata l'Amministrazione Centrale per la parte degli Uffici di Presidenza (URSI, ufficio stampa e segreteria).

A seguito della pubblicazione della legge-delega 4 marzo 2009, n.15, e del decreto legislativo 27 ottobre 2009, n. 150, l'INGV ha costituito il proprio Organismo Indipendente di Valutazione (OIV) in forma monocratica. L'Ing. Mauro Massulli, dirigente di II fascia del MIUR, è stato nominato unico componente del nuovo organismo con Delibera del Consiglio Direttivo n. 4.3.5.10 del **20 luglio 2010**.

Il **5 agosto 2010** è stato consegnato al MIUR il Documento di Vision decennale richiesto a tutti gli enti del comparto. Il documento è riportato integralmente come Appendice I a questo Piano Triennale.

Come previsto dal Decreto Legislativo 31 dicembre 2009, n. 213 "Riordino degli enti di ricerca in attuazione dell'articolo 1 della legge 27 settembre 2007, n. 165", nel corso del **2010** è stato insediato un organismo composito formato dai componenti ordinari del Consiglio di Amministrazione e da alcuni esperti di nomina ministeriale, con l'incarico di

elaborare il nuovo Statuto. Il nuovo Statuto dell'INGV è stato approvato dal MIUR e quindi pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 90 del **19 aprile 2011.**

Il Prof. Boschi ha mantenuto la carica di Presidente fino al **9/8/2011**. Con Decreto MIUR prot. N. 483 del **10 agosto 2011** è stato nominato Presidente dell'INGV il Prof. Domenico Giardini, docente presso l'ETH (Eidgenössische Technische Hochschule) di Zurigo (Svizzera).

Sempre in data **10 agosto 2011** con Decreto MIUR prot. n. 493 è stato nominato il Consiglio di Amministrazione.

Con Delibera del Presidente n. 5/11 del **24 novembre 2011** è stato nominato il Consiglio Scientifico.

In data **25 novembre 2011** con nota MIUR prot. n. 2265 è stato deliberato che il Collegio dei Revisori dei Conti attualmente in carica dovrà proseguire nelle proprie attività fino alla costituzione formale del nuovo collegio.

In data **22 dicembre 2011** il Prof. Giardini ha rassegnato le proprie dimissioni, che sono state accettate con efficacia 1 marzo 2012 con lettera del Ministro dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca datata **31 gennaio 2012**.

In data **1 marzo 2012** è subentrerato come facente funzione del Presidente il Prof. Stefano Gresta, docente presso l'Università di Catania, in qualità di componente più anziano del Consiglio di Amministrazione in carica.

Tutti i documenti citati sono reperibili nelle pagine istituzionali del sito web dell'INGV (http://istituto.ingv.it/l-ingv/organi-e-strutture/).

Rete scientifica e Temi Trasversali Coordinati

Tra la fine del 2004 e l'inizio del 2005, per rispondere alla necessità di rafforzare i legami tra strutture diverse dell'INGV, è stata avviata una fase di riorganizzazione della rete scientifica. Tale fase è stata attuata attraverso i seguenti passaggi (si veda anche la sezione "Temi Trasversali Coordinati" più avanti in questo Capitolo):

- Il **30 settembre 2004** è stata avviata una prima fase di riorganizzazione, con istituzione di 7 Temi Trasversali Coordinati (TTC) e avvio di una verifica di fattibilità per ulteriori 15 (Decr. Pres. n. 326).
- Il **31 gennaio 200**5 sono stati avviati 8 TTC tra quelli già sottoposti a verifica (Decr. Pres. n. 34).
- Il **27 ottobre 2005** è stato fissato in 19 il numero dei TTC operativi durante il 2006. Per alcuni sono stati modificati i temi di attività e la struttura di coordinamento (Decr. Pres. n. 627).
- Il **30 ottobre 2006** la rete scientifica INGV è stata aggiornata, con modifiche nella struttura e nel numero degli Obiettivi Specifici e dei TTC, fissati rispettivamente a 40 e 18 (Decr. Pres. n. 354).
- Il **5 novembre 2007** la rete scientifica INGV è stata ancora aggiornata, con piccole modifiche nella struttura e nel numero degli Obiettivi Specifici e dei TTC, fissati rispettivamente in 40 e 19 (Decr. Pres. n. 486).
- Il **23 dicembre 2008** la rete scientifica è stata aggiornata per il 2009, con l'aggiunta di un nuovo Obiettivo Specifico e piccole modifiche nel coordinamento di alcuni TTC (Decr. Pres. n. 664).
- Il **21 dicembre 2009** la rete scientifica è stata aggiornata per il 2010, con l'aggiunta di due nuovi Obiettivi Specifici e modifiche nel coordinamento di alcuni TTC (Decr. Pres. n. 637).
- Il **31 dicembre 2010** la rete scientifica è stata aggiornata per il 2011, senza alcuna variazione rispetto a quanto stabilito per il 2010 (Decr. Pres. n. 757).

Istituzione dell'Ufficio Relazioni Scientifiche Istituzionali (URSI)

Per favorire uno scambio più immediato e proficuo tra la direzione dell'ente e le sue strutture, il **17 ottobre 2005** con Decr. Pres. n. 557 è stato istituito l'Ufficio di diretta collaborazione del Presidente "Relazioni Scientifiche Interne", che svolge diverse funzioni, tra cui:

- raccordo tra la Presidenza e le Sezioni ai fini della elaborazione e presentazione dei documenti di programmazione e di rendicontazione delle attività scientifiche istituzionali dell'ente;
- riferimento organizzativo stabile per le attività dei TTC;
- raccordo operativo tra la Presidenza e gli organi di valutazione.

Il decreto 223 del **28 giugno 2007** ha rinominato l'ufficio, ribattezzandolo Ufficio Relazioni Scientifiche Istituzionali, e ne ha modificato la struttura. L'URSI era costituito da:

- Dott. Edoardo Del Pezzo, Geofisico ordinario della Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano,
- Dott. Fabio Florindo, Dirigente di Ricerca della Sezione di Roma 2,
- Dott. Massimo Pompilio, Primo Ricercatore della Sezione di Pisa,
- Dott. Gianluca Valensise, Dirigente di ricerca della Sezione di Roma 1, con funzioni di portavoce.

Il decreto n. 381 del **30 settembre 2009** ha ulteriormente modificato la composizione dell'Ufficio, con la sostituzione del Dott. Edoardo Del Pezzo, passato ad altro incarico, da parte del Dott. Alessandro Bonaccorso, Dirigente di Ricerca della Sezione di Catania. Il Dott. Valensise continua a svolgere la funzione di Responsabile dell'Ufficio e di Portavoce di Presidenza. La Sig.ra Antonella Cianchi assicura all'Ufficio il necessario supporto operativo. La Dott.ssa Viviana Vacchi svolge attività di collaboratore amministrativo.

Nel **maggio 2010** l'URSI si è dotato di un "Servizio Relazioni Internazionali" con unica sede a Roma, nato per assicurare un punto di riferimento e di contatto tra i ricercatori dell'INGV e tutti gli *stakeholders* internazionali. Il responsabile del Servizio è la Dott.ssa Rosalba Di Maro, Primo Tecnologo della Sezione di Roma 1.

Le mansioni e i ruoli del personale assegnato all'URSI sono stati ulteriormente precisati dall'Ordine di Servizio 3.2010 dell'Amministrazione Centrale.

Istituzione del Centro Servizi Scientifici, Tecnici e Culturali

Il **25 settembre 2006** è stato istituito a titolo sperimentale il Centro Servizi Scientifici, Tecnici e Culturali, una struttura dell'Amministrazione Centrale che ha come scopo l'ottimizzazione di tali servizi e la valorizzazione delle competenze esistenti presso tutte le Sezioni dell'ente (Decr. Pres. n. 286). Negli anni successivi le competenze del Centro sono state progressivamente ampliate. Con Delibera n. 4.1.3.09/A del 17 giugno 2009, a decorrere dalla data del **1 luglio 2009** alla direzione del Centro è stato chiamato il Dott. Fabio Florindo, Dirigente di Ricerca della Sezione di Roma 2.

3. Gli organi dell'INGV

Alla data del 31 dicembre 2011 l'organigramma dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia si componeva come da schema seguente:

Organi di Indirizzo

Presidente
Prof. Domenico Giardini

Consiglio di Amministrazione
Prof. Stefano Gresta, Ordinario di Geofisica della Terra solida dell'Università di Catania, designato dal MIUR;
Prof. Bernardino Chiaia, Vice Rettore del Politecnico di Torino, designato dal MIUR;
Dott. Antonio Meloni, Dirigente di ricerca, componente elettivo;
Dott. Nicola Alessandro Pino, Primo ricercatore, componente elettivo.

Organi Consultivi

Consiglio Scientifico
Prof. Claudio Faccenna, Professore ordinario, Dipartimento di Scienze geologiche, Università Roma Tre;
Prof. Francesco Mulargia, Professore ordinario, Dipartimento Geofisica della Terra Solida, Università di Bologna;
Prof. Mauro Rosi, Professore ordinario, Dipartimento Scienze della Terra, Università di Pisa;
Dott. Giovanni Romeo, Dirigente tecnologo, INGV;
Dott. Fabio Speranza, Primo ricercatore, INGV.

Organi della Gestione

Direttore Generale
Dott. Tullio Pepe.

Collegio di Istituto
Prof. Domenico Giardini, presidente;
Dott. Tullio Pepe, direttore generale;
Dott. Massimiliano Stucchi, dirigente di ricerca, commissario straordinario della Sezione di Milano-Pavia;
Dott. Sergio Gurrieri, dirigente di ricerca, direttore della Sezione di Palermo;
Dott. Marcello Martini, dirigente tecnologo, direttore della Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano;
Dott. Bruno Zolesi, dirigente di ricerca, direttore dalla Sezione Roma 2;
Dott. Andrea Morelli, dirigente di ricerca, direttore della Sezione di Bologna;
Dott. Augusto Neri, dirigente di ricerca, direttore della Sezione di Pisa;
Dott. Domenico Patanè, dirigente di ricerca, direttore della Sezione di Catania;
Dott. Antonio Piersanti, dirigente di ricerca, direttore della Sezione Roma 1;
Dott. Giulio Selvaggi, dirigente di ricerca, direttore del Centro Nazionale Terremoti - Roma.

Organi di Controllo

Collegio dei Revisori di Conti
Dott. Dante Piazza, dirigente del ministero Economia e Finanze, designato da questo ministero (presidente);
Dott. Luciano Criscuoli, ora direttore generale dell'ASI, designato dall'INGV, membro effettivo;
Dott.ssa Ida Mercuri, dirigente del MIUR, designata dal MIUR, membro effettivo;
Dott. Sergio Pasquantonio, consulente aziendale, designato dall'INGV, membro effettivo;
Dott. Antonio Valeo, dirigente del MIUR, designato del MIUR, membro effettivo;
Dott.ssa Giulietta Iorio, funzionario del MIUR, membro supplente del Dott. Criscuoli e del Dott. Pasquantonio;
Rag. Alberto Paesano, direttore amministrativo contabile del ministero dell'Economia e delle Finanze, designato dallo stesso ministero, membro supplente del Dott. Piazza;
Sig.ra Maria Testa, funzionario del Dip. per l'Università e la ricerca scientifica e tecnologica (A.F.A.M.), membro supplente del Dott. A. Valeo e della Dott.ssa I. Mercuri.

Organismo Indipendente di Valutazione (OIV)

Ing. Mauro Massulli, dirigente di II fascia del MIUR.

Si ricorda che in data **1 agosto 2010**, in concomitanza con l'avvio delle attività dell'Organismo Indipendente di Valutazione, è decaduto il precedente Collegio Unico di Valutazione Scientifica e Controllo Strategico.

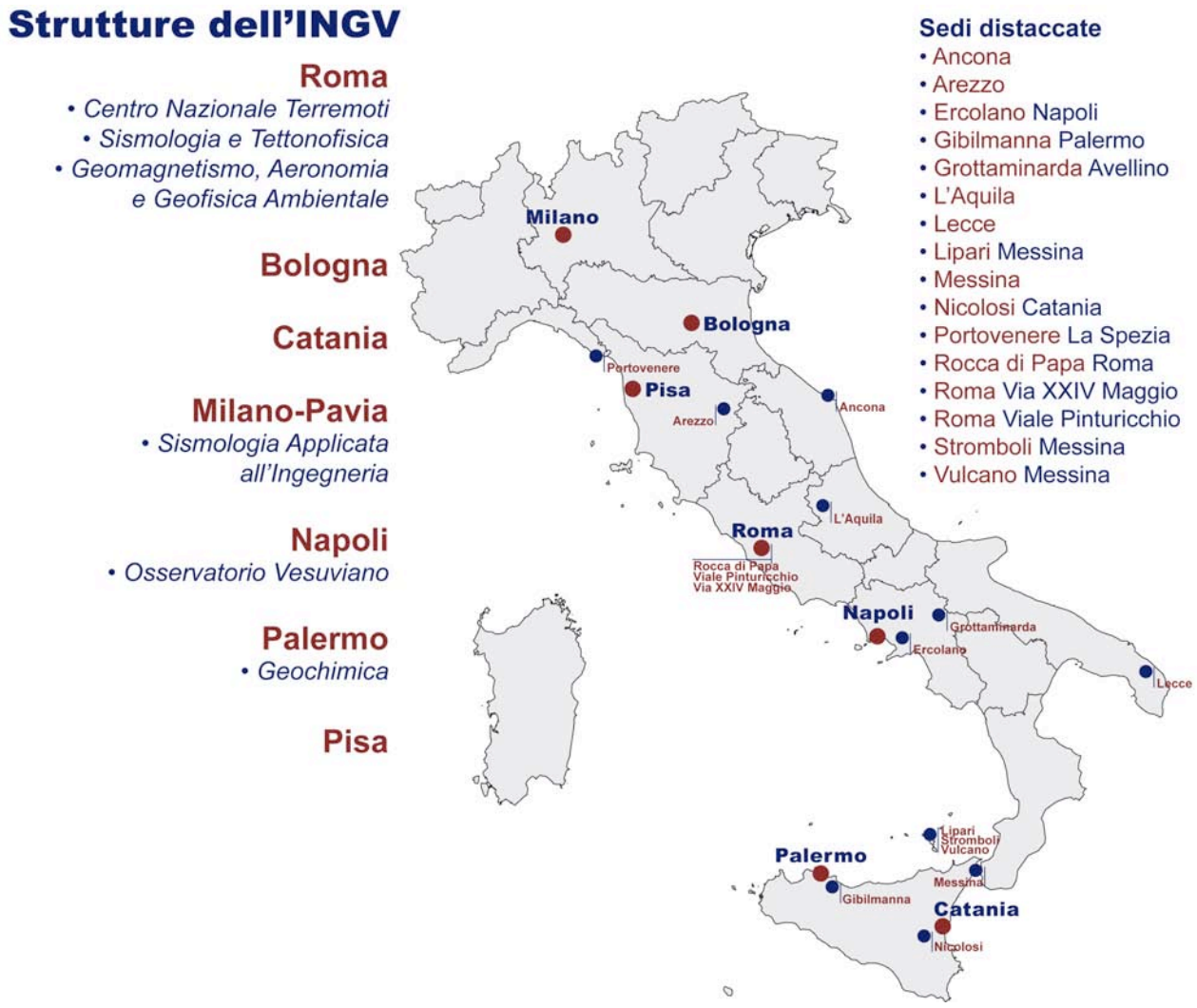
4. La realtà operativa dell'INGV

L'INGV ha una struttura abbastanza articolata che riflette la molteplicità dei suoi compiti e la forte connotazione territoriale di alcune delle sue attività. Le strutture organizzative principali, le Sezioni, coincidono nella maggior parte dei casi con le sedi geografiche, che sono distribuite in modo abbastanza omogeneo sul territorio nazionale. Al contrario, i Temi Trasversali Coordinati (TTC) si pongono come strutture organizzative di raccordo tra Sezioni – e quindi sedi geografiche – diverse e in molti casi distanti. Si ricorda che il nuovo Statuto dell'INGV propone modifiche sostanziali all'attuale schema organizzativo.

Strutture e sedi geografiche

Al 31 dicembre 2011 l'INGV risultava stabilmente articolato nelle seguenti Strutture:

- Amministrazione Centrale
- Sezione di Roma 1
- Sezione di Roma 2
- Centro Nazionale Terremoti
- Sezione di Bologna
- Sezione di Catania
- Sezione di Milano-Pavia
- Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano
- Sezione di Palermo
- Sezione di Pisa



Oltre che presso le sedi delle Strutture, le attività si svolgono anche presso le sedi distaccate di:

- Ancona
- Arezzo
- Ercolano (NA)
- Genova (GE)
- Gibilmanna (PA)
- Grottaminarda (AV)
- L'Aquila
- Lecce (sede legale di società partecipata)
- Lipari (ME)
- Messina
- Nicolosi (CT)
- Portovenere (SP)
- Rocca di Papa (RM, sede di un museo)
- Roma - Via XXIV Maggio
- Roma - Viale Pinturicchio
- Stromboli (ME, sede di un centro divulgativo)
- Vulcano (ME, sede di un centro divulgativo)

A queste sedi vanno aggiunti piccoli presìdi presenti in numerose altre località e finalizzati ad ospitare o gestire strumentazione geofisica. Infine, alcune unità di personale prestano servizio in regime di comando o sono ospitati presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri, la Regione Marche, l'INOGS (Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale) di Trieste e l'Università di Napoli Federico II.

Composizione delle strutture

Di seguito si riassume la composizione interna delle strutture e la consistenza del personale per ognuna di esse. Si noti che per "Personale dipendente" si intende il personale di ruolo o assunto con contratto a termine, mentre con la voce "Altro personale" si fa riferimento a personale non strutturato, quali assegnisti, borsisti e co.co.co. (contratto di collaborazione coordinata e continuativa), o dipendente da altre amministrazioni, come gli incaricati di ricerca. Ulteriori dettagli sulla consistenza e natura del personale possono essere reperiti nel successivo Capitolo 7.

AMMINISTRAZIONE CENTRALE (AC)
Direttore ad interim: Il Direttore Generale, Dott. Tullio Pepe
Uffici:
Ufficio I - Affari generali e ordinamento
Ufficio II – Risorse umane
Ufficio III - Trattamento giuridico ed economico del personale
Ufficio IV - Risorse finanziarie e contabilità
Ufficio V - Approvvigionamenti e patrimonio
Servizio VI - Servizi tecnici
Servizio VII – Servizi informatici
Servizio VIII – Uffici di presidenza
Servizio IX – Uffici della direzione generale
Personale dipendente (al 31/12/2011): 84 unità (più due dipendenti comandati presso altre amministrazioni e due dipendenti in congedo temporaneo)
Altro personale (al 31/12/2011): 4 unità

CENTRO SERVIZI SCIENTIFICI, TECNICI E CULTURALI
Responsabile: Dott. Fabio Florindo, dirigente di ricerca della Sezione Roma 2
Laboratori e Servizi:
Laboratorio di Didattica e Divulgazione Scientifica (Resp. Dott.ssa Giuliana D'Addezio)
Laboratorio Grafica e Immagini (Resp. sig.ra Daniela Riposati)
Servizio Biblioteca e Documentazione Scientifica (Resp. Dott.ssa Anna Grazia Chiodetti)
Servizio Redazione Centro Editoria Nazionale (Resp. Sig.ra Francesca Di Stefano)
Servizio Redazione Annals of Geophysics (Resp. Dott. Fabio Florindo)
Ufficio di Segreteria e Organizzazione Congressuale (Resp. Dott.ssa Silvia Nardi)
Personale dipendente (al 31/12/2011): 24 unità (di cui 22 già incluse tra il personale dipendente dell'Amministrazione Centrale e 2 appartenenti alle sezioni scientifiche)

SEZIONE DI NAPOLI - "OSSERVATORIO VESUVIANO" (NA-OV)
Direttore: Dott. Marcello Martini, dirigente tecnologo
Unità funzionali:
UF Centro di monitoraggio (Resp. Dott.ssa Flora Giudicepietro)
UF Geochimica dei fluidi (Resp. Dott. Giovanni Chiodini)
UF Geodesia - (Resp. Dott. Marcello Martini)
UF Sismologia e sismotettonica (Resp. Dott.ssa Francesca Bianco)
UF Vulcanologia e petrologia (Resp. Prof. Giovanni Orsi)
Servizio Amministrativo (Resp. Dott. Giuseppe Patrizi, con funzioni di Direttore Amministrativo)
Servizi Tecnici e Scientifici Comuni (Resp. Dott. Marcello Martini)
Unità di progetto:

UP Centro di Ingegneria Sismica e Sismologia Applicata (CISSA) (Resp. Dott. Giovanni Iannaccone)
UP Dinamica dei Sistemi Vulcanici (DSV) (Resp. Dott. Giuseppe De Natale)
UP Modellistica dei Processi Vulcanici ed Ambientali (MPVA) (Resp. Dott. Giovanni Macedonio)
Personale dipendente (al 31/12/2011): 108 unità (più un dipendente in congedo temporaneo)
Altro personale (al 31/12/2011): 19 unità

SEZIONE DI MILANO - PAVIA "SISMOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA" (MI)*
Direttore: Dott. Massimiliano Stucchi, dirigente di ricerca (commissario pro-tempore)
Unità di Progetto:
UP STOGIT (Resp. Dott. Paolo Augliera)
UP GEM (Resp. Dott. Paola Albini)
UP RELUIS (Resp. Dott. Francesca Pacor)
Personale dipendente (al 31/12/2011): 24 unità (più due dipendenti in congedo temporaneo)
Altro personale (al 31/12/2011): 3 unità

SEZIONE DI PALERMO (PA)
Direttore: Dott. Sergio Gurrieri, Dirigente di Ricerca
Unità funzionali:
UF Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche (Resp. Dott. Giorgio Capasso)
UF Laboratori Geochimici e Tecnologici (Resp. Dott. Salvatore Inguaggiato)
Unità di Progetto:
UP Potenziamento delle reti di monitoraggio geochimico nelle aree vulcaniche e sismiche della Sicilia (Resp. Dott. Rocco Favara)
Servizi Amministrativi (Resp. Dott.ssa Maria Corvo)
Personale dipendente (al 31/12/2011): 56 unità
Altro personale (al 31/12/2011): 18 unità

SEZIONE DI CATANIA (CT)
Direttore: Dott. Domenico Patanè, dirigente di ricerca
Unità funzionali:
UF Deformazioni, geodesia e geofisica (Resp. Dott. Giuseppe Puglisi)
UF Gravimetria e Magnetismo (Resp. Dott. Ciro Del Negro)
UF Sala operativa (Resp. Ing. Danilo Reitano)
UF Sismologia (Resp. Dott. Raffaele Azzaro)
UF Vulcanologia e geochimica (Resp. Dott. Mauro Coltelli)
Unità di Progetto:
UP Nubi vulcaniche (Resp. Dott. Mauro Coltelli)
Personale dipendente (al 31/12/2011): 100 unità
Altro personale (al 31/12/2011): 22 unità

SEZIONE DI ROMA 1 - "SISMOLOGIA E TETTONOFISICA" (RM1)
Direttore: Dott. Antonio Piersanti, dirigente di ricerca
Unità funzionali:
UF Geodinamica (Resp. ad interim Dott. Antonio Piersanti)
UF Tettonica attiva (Resp. Dott.ssa Daniela Pantosti)
UF Geochimica dei fluidi, stoccaggio geologico e geotermia (Resp. Dott.ssa Fedora Quattrocchi)
UF Sismologia (Resp. Dott.ssa Claudia Piromallo)
UF Effetti dei terremoti e pericolosità sismica (Resp. Dott. Antonio Rovelli)
UF Laboratori (Resp. Dott. Piergiorgio Scarlato)
Personale dipendente (al 31/12/2011): 119 unità (più un dipendente in comando presso altra amministrazione e due in congedo temporaneo)
Altro personale (al 31/12/2011): 35 unità

SEZIONE DI ROMA 2 - "GEOMAGNETISMO, AERONOMIA E GEOFISICA AMBIENTALE" (RM2)
Direttore: Dott. Bruno Zolesi, dirigente di ricerca
Unità funzionali:
UF Geomagnetismo (Resp. Dott.ssa Paola De Michelis)
UF Fisica dell'Alta Atmosfera (Resp. Dott. Bruno Zolesi)
UF Laboratorio di Paleomagnetismo (Resp. Dott. Leonardo Sagnotti)
UF Laboratorio di Geofisica Ambientale (Resp. Dott. Cesidio Bianchi)
UF Ricerche Interdisciplinari Geomarine – RIDGE (Resp. Dott. Paolo Favali)
UF Osservatorio Geofisico di L'Aquila (Resp. Dott. Paolo Palangio)

Unità di progetto:
UP Misure e Metodi per la Geofisica dell'Ambiente (Resp. Dott. Massimo Chiappini)
UP Geofisica e Tecnologie Marine (Resp. Dott. Cosmo Carmisciano)
Personale dipendente (al 31/12/2011): 93 unità
Altro personale (al 31/12/2011): 32 unità

CENTRO NAZIONALE TERREMOTI (CNT)
Direttore: Dott. Giulio Selvaggi, dirigente di ricerca
Unità funzionali:
UF Laboratorio di Sismologia (Resp. Dott. Alberto Delladio)
UF Analisi Dati per la Sismologia (Resp. Dott. Salvatore Mazza)
UF Analisi Dati per la Geodesia (Resp. Dott. Roberto Devoti)
UF Sismologia, Sismotettonica e Geodinamica (Resp. Dott.ssa Lucia Margheriti)
UF SISMOS (Resp. Dott. Graziano Ferrari, sezione di Bologna)
UF Osservatorio di Grottaminarda (Resp. Dott. Gianpaolo Cecere)
UF Osservatorio di Gibilmanna (Resp. Dott. Giuseppe D'Anna)
UF Laboratorio di Telerilevamento (Resp. Dott.ssa Maria Fabrizia Buongiorno)
UF Servizi Informatici e Reti (Resp. Dott. Lucio Badiali)
Unità di Progetto:
UP Informazione in Ambiente geopaziale (Resp. Dott. Fawzi Doumaz)
Personale dipendente (al 31/12/2011): 149 unità (più tre comandati presso altra amministrazione)
Altro personale (al 1/1/2012): 19 unità

SEZIONE DI BOLOGNA (BO)
Direttore: Dott. Andrea Morelli, dirigente di ricerca
Unità funzionali:
UF Pericolosità dei fenomeni sismici e vulcanici (Resp. Dott. Romano Camassi)
UF Sismologia e Geodinamica (Resp. Dott.ssa Silvia Pondrelli)
UF Terremoti e Vulcani: Storia e Archeologica (Resp. ad interim il direttore)
Unità di progetto:
UP Oceanografia Operativa (Resp. Prof.ssa Nadia Pinardi)
Personale dipendente (al 31/12/2011): 50 unità (più 7 dipendenti comandati presso Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici)
Altro personale (al 31/12/2011): 12 unità

SEZIONE DI PISA (PI)
Direttore: Dott. Augusto Neri, Dirigente di ricerca
Unità funzionali:
UF Vulcanologia e Magmatologia (Resp. Dott. Massimo Pompilio)
UF Modellistica Fisico-Matematica dei Processi Vulcanici (Resp. Dott. Paolo Papale)
UF Geomorfologia e Tettonica (Resp. Dott. Francesco Mazzarini)
Personale dipendente (al 31/12/2011): 27 unità (più 1 dipendente comandato presso altra amministrazione)
Altro personale (al 31/12/2011): 17 unità

Temi Trasversali Coordinati

Da diversi anni l'INGV ha strutturato molte delle proprie attività secondo lo schema dei cosiddetti Temi Trasversali Coordinati (TTC). I passaggi salienti che hanno portato alla ideazione e sviluppo dei TTC sono riassunti nella sezione di Presentazione e Inquadramento dei Piani Triennali 2005-2007 e 2006-2008.

Segue la lista dei TTC operativi durante il 2011 ha subito una sola modifica rispetto alla lista del precedente Piano Triennale (trasformazione in OS del TTC 5.10 sistema web) e che viene riportata di seguito:

OS/TTC	***Tema dell'OS/TTC***	***Sezione/i di riferimento***	***Coordinatore/i (sezione di appartenza)***
1.1	Monitoraggio sismico del territorio nazionale	CNT	Marco Cattaneo (CNT)
1.2	Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche attive	PA	Rocco Favara (PA)
1.3	Sorveglianza geodetica delle aree vulcaniche attive	CT	Giuseppe Puglisi (CT)
1.4	Sorveglianza sismologica delle aree vulcaniche attive	NA-OV	Francesca Bianco (NA-OV)

1.5	Sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani	CT	Sonia Calvari (CT)
1.10	Telerilevamento	CNT	Fabrizia Buongiorno (CNT)
1.11	Osservazioni e monitoraggio macrosismico del territorio nazionale	CT, RM1	Raffaele Azzaro (CT) Andrea Tertulliani (RM1)
2.1	Laboratorio per le reti informatiche, GRID e calcolo avanzato	CNT, MI, RM1	Lucio Badiali (CNT) Fabrizio Meroni (MI) Daniele Melini (RM1)
2.3	Laboratori di chimica e fisica delle rocce	PI	Massimo Pompilio (PI)
2.4	Laboratori di geochimica dei fluidi	PA	Salvatore Inguaggiato (PA)
2.6	Laboratorio di gravimetria, magnetismo ed elettromagnetismo in aree attive	CT	Ciro Del Negro (CT)
4.2	Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale	MI, RM1	Roberto Basili (RM1) Carlo Meletti (MI)
4.3	Scenari di pericolosità vulcanica	NA-OV	Giovanni Macedonio (NA-OV)
5.1	Banche dati e metodi macrosismici	BO, MI	Romano Camassi (CT) Andrea Rovida (MI)
5.2	Banche dati di sismologia strumentale	CNT, MI	Lucia Luzi (MI) Francesco Mele (CNT)
5.3	Banche dati vulcanologiche	CT, OV, PI	Stefano Branca (CT) Sandro De Vita (OV) Paolo Papale (PI)
5.5	Sistema informativo territoriale	CNT, NA-OV, PI	Fawzi Doumaz (CNT) Maria Teresa Pareschi (PI) Giuseppe Vilardo (NA)
5.6	Attività di Sala Operativa	CNT	Alberto Basili (CNT)
5.8	Biblioteche ed editoria	AC, RM1	Anna Grazia Chiodetti (AC) Luigi Cucci (RM1)
5.10	Sistema web*	AC, RM1	Paola Montone (RM1) Giuliana Rubbia (MI)

* A partire dal 9 maggio 2011, con la istituzione del Webteam INGV (Decr. Pres. n. 166), sono subentrati in questo incarico Fabrizio Meroni (MI) e Massimiliano Stucchi (MI).

II. Gli obiettivi dell'INGV per il triennio 2011 - 2013

Questo capitolo riassume gli Obiettivi Generali e gli Obiettivi Specifici esposti nel Piano Triennale 2011-2013 dell'INGV, e quindi utilizzati come riferimento durante tutto il 2011. Lo schema ricalca quello già utilizzato a partire dal 2004, con modifiche e aggiunte non sostanziali scaturite nel corso degli incontri periodici del Collegio d'Istituto e dell'URSI. Lo schema completo dei nuovi Obiettivi Specifici è contenuto nel Decreto 30/12/10 - Decreto n. 757 "Aggiornamento della rete scientifica per l'anno 2011".

La presenza della indicazione "TTC" a destra del nome di uno degli Obiettivi Specifici indica che quest'ultimo è stato identificato come Tema Trasversale Coordinato. All'introduzione dei TTC come nuove strutture organizzative dell'ente è dedicata un paragrafo del Capitolo I di questa sezione di Presentazione e Inquadramento.

Si noti infine che a partire dal Piano Triennale 2007-2009 ad ogni Obiettivo Generale sono stati preposti due "referenti globali", che hanno il compito di omogeneizzare i testi prodotti dai responsabili di OS, eventualmente integrandoli o proponendo modifiche.

Obiettivo Generale 1 - *Sviluppo dei sistemi di osservazione*

Referenti globali: Alessandro Amato e Angelo De Santis

L'INGV esplica le sue attività istituzionali di ricerca principalmente nei settori della geofisica, vulcanologia e geochimica. L'INGV svolge un ruolo di consulenza a vantaggio della Protezione Civile nella sorveglianza sismica e vulcanica del territorio nazionale e si avvale di numerose reti di osservazione e misura, alcune delle quali multidisciplinari. Lo sviluppo delle metodologie di sorveglianza, sia della sismicità del territorio nazionale che dell'attività delle aree vulcaniche, è quindi parte fondamentale del Piano Triennale. La modernizzazione e lo sviluppo di tutte le reti - sismiche, geodetiche, geochimiche, geomagnetiche, ionosferiche e atmosferiche - è condizione necessaria per un intervento strutturale ed efficace nei temi del monitoraggio geofisico e ambientale. Lo studio e il monitoraggio dell'attività sismica, vulcanica e ambientale del territorio nazionale hanno raggiunto oggi risultati di notevole interesse scientifico, in ultima analisi migliorando il servizio funzionale alla mitigazione dei rischi naturali. Data l'enorme velocità del progresso tecnologico attuale, le reti esistenti possono e devono essere modernizzate sempre più rapidamente con l'utilizzo di strumenti più sensibili e con una diffusione delle informazioni in tempo reale per una completa condivisione da parte di tutti i ricercatori. Queste premesse portano alla formulazione di una proposta di installazione, sull'intero territorio nazionale, di una nuova rete integrata che faccia uso della tecnologia più moderna per quanto riguarda sensori, elettronica di controllo, trasmissione, memorizzazione e gestione dati.

OS	Tema dell'OS	Referente/i (o coordinatore/i se TTC)	Breve descrizione dell'Obiettivo Specifico
1.1. TTC	Monitoraggio sismico del territorio nazionale	Marco Cattaneo (CNT)	La sorveglianza sismologica è uno dei temi primari dell'attività dell'INGV. Con questo TTC si realizza il coordinamento di tutti gli sviluppi che queste attività avranno nel prossimo triennio, tra cui la rete sismica nazionale, la rete sismica mediterranea e tutte le relative sale di sorveglianza.
1.2. TTC	Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche attive	Rocco Favara (PA)	Il TTC coordina lo sviluppo di reti permanenti per la misura dei parametri geochimici legati alle fenomenologie pre-, sin- e post-eruttive. Cura l'installazione delle reti di sorveglianza e l'integrazione dei dati nelle sale di monitoraggio per i vulcani attivi italiani. Armonizza inoltre il monitoraggio per tutti i vulcani italiani.
1.3. TTC	Sorveglianza geodetica delle aree vulcaniche attive	Giuseppe Puglisi (CT)	Il TTC cura l'omogeneizzazione e lo sviluppo organico delle reti GPS, tiltmetriche, EDM e di livellazione esistenti sui vulcani italiani, armonizzando la qualità del monitoraggio. Promuove inoltre lo sviluppo e la razionalizzazione del controllo dei vulcani tramite interferometria satellitare.
1.4. TTC	Sorveglianza sismologica delle aree vulcaniche attive	Francesca Bianco (NA-OV)	Questo TTC garantisce che le reti di monitoraggio esistenti sui vulcani italiani siano armonizzate e portate allo standard della RSN (predominanza di stazioni digitali a tre componenti a larga banda). Inoltre coordina gli interventi (mediante stazioni mobili) e le analisi da effettuare da parte delle diverse sezioni dell'INGV in caso di riattivazione delle dinamiche eruttive.
1.5. TTC	Sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani	Sonia Calvari (CT)	Questo TTC coordina le attività di monitoraggio e ricerca applicata alla definizione dello stato dei sistemi vulcanici attivi, basandosi su dati raccolti da reti e tecniche multiparametriche di monitoraggio vulcanologico e da campagne periodiche di misure dirette eseguite sui vulcani attivi, nonché su dati analitici prodotti dai laboratori chimici e fisici. Il TTC coordina l'analisi dei dati raccolti in occasione di eventi eruttivi.
1.6.	Osservazioni di geomagnetismo	Antonio Meloni (RM2) Paolo Palangio (RM2)	All'interno di questo OS vengono curate la gestione della strumentazione di registrazione delle variazioni del campo magnetico, l'effettuazione delle misure assolute e la preparazione e validazione dei risultati, per gli osservatori

			geomagnetici di L'Aquila, Castello Tesino (TN), Gibilmanna (PA) e Stazione Mario Zucchelli (SMZ) in Antartide. Ricadono in questo OS anche le osservazioni per la ripetizione presso i caposaldi della rete magnetica italiana.
1.7.	Osservazioni di alta e media atmosfera	Bruno Zolesi (RM2) Cesidio Bianchi (RM2)	All'interno di questo OS viene curata la gestione degli osservatori ionosferici di Roma, Gibilmanna (PA) e Stazione Mario Zucchelli (SMZ) in Antartide, che utilizzano sistemi radar in alta frequenza (HF) realizzati dall'INGV o ionosonde commerciali. Viene curata inoltre la sperimentazione del monitoraggio delle scintillazioni ionosferiche in regioni polari presso Ny-Alesund (Svalbard) e SMZ (Antartide).
1.8.	Osservazioni di geofisica ambientale	Laura Beranzoli (RM2)	Questo OS cura l'esecuzione di indagini sistematiche per cartografia magnetica ad alta risoluzione spaziale con rilevamento sia da terra sia da elicottero, anche in campo archeologico. Cura inoltre il rilevamento di parametri elettromagnetici di interesse ambientale e gli osservatori multiparametrici derivati da progetti EC e successivi per acquisizione di dati geofisici e oceanografici integrati.
1.9. TTC	Rete GPS nazionale	Roberto Devoti (CNT)	Questo OS cura lo sviluppo di una rete permanente di stazioni GPS finalizzata ad aumentare le conoscenze relative alla cinematica, alla tettonica attiva e alla sismicità della penisola. Nell'ambito di questo OS vengono ideate le innovazioni di carattere tecnologico delle rete stessa, vengono messe a punto nuove tecniche di analisi e viene costituita una banca dati unificata.
1.10. TTC	Telerilevamento	Fabrizia Buongiorno (CNT)	Le tecnologie di Telerilevamento aereo, satellitare e prossimale rappresentano da alcuni decenni insostituibili strumenti per lo studio e la sorveglianza di aree sismogenetiche e zone vulcaniche. Questo TTC promuove l'interazione tra ricercatori e tecnologi che utilizzano tecniche simili in aree geografiche e per scopi scientifici anche molto diversi.
1.11 TTC	Osservazioni e monitoraggio macrosismico del territorio nazionale	Raffaele Azzaro (CT) Andrea Tertulliani (RM1)	Questo TTC armonizza le attività INGV nel settore dello studio degli effetti macrosismici dei terremoti sul costruito e sulle persone e la relativa raccolta di dati, integrando le diverse procedure attualmente in uso: l'osservazione diretta, i questionari on-line, il Bollettino Macrosismico. Nel caso di terremoti al di sopra della soglia del danno questo TTC collabora con il Dipartimento della Protezione Civile per eventuali interventi di stima dell'intensità nell'area colpita.

Obiettivo Generale 2 - *Attività sperimentali e Laboratori*

Referenti globali: Salvatore Inguaggiato e Leonardo Sagnotti

L'osservazione e la comprensione dei fenomeni legati alla dinamica della Terra necessitano di dati registrati in continuo da reti di sensori distribuiti sul territorio ma anche di misure ed esperimenti condotti in laboratorio. Negli ultimi anni l'INGV ha investito in maniera significativa nell'innovazione tecnologica, nell'acquisto e messa in funzione di apparecchiature all'avanguardia, nella sperimentazione e nella messa a punto di metodi analitici e sperimentali innovativi ed in tutte quelle attività che migliorano la qualità e la quantità delle misure, riducono i tempi di acquisizione e di calcolo, facilitano la fruibilità dei dati per tutta la comunità scientifica. Tutte queste attività sono state organizzate nell'ente sotto forma di laboratori. Il laboratorio quindi non è solo un luogo fisico dove sono localizzati gli apparati e dove si svolgono le attività analitiche e sperimentali, ma è anche un struttura dinamica dove le necessità della ricerche vengono recepite e armonizzate e dove si producono sviluppi tecnologici e metodologici. Lo sviluppo e la gestione di questi laboratori e delle attività sperimentali associate costituiscono il secondo Obiettivo Generale dell'INGV per il triennio. Apre la lista d'insieme il Laboratorio per le reti informatiche e il calcolo avanzato, una tipica infrastruttura nazionale che affianca aspetti di ricerca avanzata a una costante attenzione ai miglioramenti tecnologici per le attività di routine di tutto l'INGV. Si prosegue con i tre laboratori nei quali vengono condotte misure sulle proprietà delle rocce e dei fluidi e vengono riprodotte le condizioni di pressione e temperatura tipiche dell'interno delle terra: il laboratorio di paleomagnetismo, arricchito da una pluriennale esperienza, la rete dei laboratori di chimica e fisica delle rocce, e i laboratori di geochimica dei fluidi, che rappresentano il supporto analitico e sperimentale alle attività di monitoraggio ed alle ricerche geofisiche e vulcanologiche. Contribuiscono all'Obiettivo Generale 2 anche il laboratorio che sviluppa sistemi osservativi multidisciplinari in ambienti estremi come quello marino, ed il laboratorio che sviluppa e coordina le attività di osservazione dei segnali gravimetrici, magnetici ed elettromagnetici in aree attive da un punto di vista geodinamico.

OS	Tema dell'OS	Referente/i (o coordinatore/i se TTC)	Breve descrizione dell'Obiettivo Specifico
2.1 TTC	Laboratorio per le reti informatiche, GRID e calcolo avanzato	Lucio Badiali (CNT) Fabrizio Meroni (MI) Daniele Melini (RM1)	Il monitoraggio dell'attività sismica e vulcanica e i relativi modelli interpretativi richiedono lo sviluppo di sistemi di calcolo veloce e/o in tempo reale. Questo TTC ha come obiettivo il completamento della rete di linee di connessione numerica e trasmissione satellitare per l'acquisizione dei dati sismologici in aree sismogenetiche e vulcaniche, il miglioramento dell'interconnessione tra le sezioni INGV e lo sviluppo di sistemi di supercalcolo.
2.2.	Laboratorio di paleomagnetismo	Leonardo Sagnotti (RM2)	Il laboratorio sviluppa strumentazione e tecnologie per il campionamento di rocce e altri materiali sia naturali che sintetici e per la misura e l'analisi delle loro proprietà magnetiche. Le misure svolte hanno applicazioni in numerosi campi delle Scienze della Terra, dalla geodinamica alla climatologia all'inquinamento ambientale.
2.3. TTC	Laboratori di chimica e fisica delle rocce	Massimo Pompilio (PI)	I laboratori di chimica e fisica delle rocce svolgono ricerche metodologiche, producono sviluppi tecnologici e forniscono il supporto analitico e sperimentale alle attività di monitoraggio ed alle ricerche geofisiche e vulcanologiche. Le misure e gli esperimenti sono utilizzati per la formulazione di modelli fisico-matematici e per la descrizione quantitativa dei processi sismogenetici e dei processi magmatici. I dati raccolti contribuiscono alla definizione dello stato di attività dei vulcani, degli scenari eruttivi ed alla valutazione della pericolosità.
2.4. TTC	Laboratori di geochimica dei fluidi	Salvatore Inguaggiato (PA)	Il compito primario di questo TTC è l'armonizzazione dell'attività dei quattro poli tecnologici attivi nel settore della geochimica dei fluidi all'interno dell'INGV, con lo specifico obiettivo di razionalizzare l'acquisizione di nuova strumentazione e il funzionamento dei laboratori stessi.
2.5	Laboratorio per lo sviluppo di sistemi di rilevamento sottomarini	Giuseppe D'Anna (CNT)	I sistemi osservativi multidisciplinari sottomarini completano la rete geofisica di monitoraggio del territorio. In questo OS viene sviluppata la tecnologia per l'adattamento all'ambiente marino di sensori realizzati per osservazioni in terra e vengono sviluppati prototipi, diversi dei quali già in funzione. Al Laboratorio, che ha sede presso l'Osservatorio INGV di Gibilmanna, è affidata la gestione della rete sismica sottomarina di pronto intervento nonché gli studi per l'estensione a mare della rete sismica terrestre.
2.6. TTC	Laboratorio di gravimetria, magnetismo ed elettromagnetismo in aree attive	Ciro Del Negro (CT)	Questo TTC nasce per coordinare le attività di osservazione dei segnali gravimetrici, magnetici ed elettromagnetici in aree attive. Le relative tecniche di osservazione e analisi, di grande rilevanza e largamente applicate anche in altri ambiti internazionali, vengono messe in atto in maniera coordinata alla scala nazionale dell'INGV grazie a questo TTC.

Obiettivo Generale 3 - *Studiare e capire il sistema Terra*

Referenti globali: Andrea Morelli e Paolo Papale

Uno degli scopi fondamentali della ricerca in geofisica e vulcanologia è rappresentato dalla comprensione dei processi in atto all'interno della Terra i cui effetti si ripercuotono sull'uomo e sull'ambiente. Solo attraverso lo studio della struttura e della complessa dinamica profonda del pianeta possiamo infatti migliorare la nostra conoscenza sui processi che generano i vulcani, i terremoti, le variazioni del campo magnetico, le oscillazioni del livello marino e tutti gli altri fenomeni naturali su grande scala. La ricerca teorica permette inoltre di migliorare l'accuratezza di tutti i codici di calcolo e dei modelli di riferimento. L'INGV è inserito a pieno titolo nell'avanguardia delle ricerche geofisiche e vulcanologiche fondamentali, al pari delle altre principali istituzioni europee, ed ha fornito importanti contributi all'avanzamento dello stato delle conoscenze in diversi campi. Oltre a fornire gli elementi per perfezionare le nostre conoscenze dell'interno della Terra, la geofisica e la vulcanologia hanno tra i propri obiettivi ultimi anche quello della mitigazione del rischio associato ai terremoti e alle eruzioni vulcaniche. Per un'efficace opera di mitigazione del rischio sono indispensabili conoscenze che vanno dalla ricostruzione di processi geodinamici recenti, alla conoscenza della struttura della crosta terrestre, alla ricostruzione della storia dei vulcani attivi e dei loro sistemi di alimentazione, allo studio delle caratteristiche dello scuotimento durante forti terremoti, alla risposta dell'ambiente antropico, alla storia sismica dei secoli passati. Una valutazione accurata del rischio sismico e vulcanico deve essere infatti il frutto di un processo di raccolta ed elaborazione di informazioni provenienti da ambiti disciplinari molto diversi. Tale valutazione rappresenta uno strumento indispensabile per gli organi della Protezione Civile ai fini della predisposizione dei piani per la gestione delle emergenze e per la definizione delle priorità per gli interventi di prevenzione sul territorio. L'esistenza all'interno dell'INGV di competenze estese e multidisciplinari offre la grande opportunità di poter considerare in un quadro unitario lo studio dei fluidi geofisici, dalla dinamica delle interazioni tra atmosfera e oceani, al complesso sistema di fenomeni che hanno sede nella media ed alta atmosfera le cui variazioni, causate dalla interazione Sole-Terra, mostrano anche una componente antropica. Nonostante gli enormi passi in avanti fatti negli ultimi anni, rimangono ancora molte incertezze e problemi da risolvere nel comportamento fondamentale di questi fluidi. La comprensione di tale comportamento assume una grande importanza nell'aumentare l'attendibilità delle stime dei cambiamenti climatici che ci attendono, le cui conseguenze rappresentano oggi una grande questione non solo nazionale ma planetaria. I processi fondamentali che regolano la dinamica dei fluidi geofisici sono alla base di una serie di indagini in campi che hanno acquisito una grande rilevanza politica e sociale. Basti pensare che il vasto ambito degli studi sui cambiamenti climatici, sugli effetti dei componenti inquinanti nell'atmosfera e sulla previsione di fenomeni di natura elettromagnetica nel cosiddetto spazio circumterrestre, e le loro possibili conseguenze sull'uomo e sul suo ambiente, sono basati sulle simulazioni numeriche dei gusci fluidi del pianeta (atmosfera e oceano) e sulla osservazione dei parametri chimico-fisici del sistema Sole-Terra.

OS	Tema dell'OS	Referente/i (o coordinatore/i se TTC)	Breve descrizione dell'Obiettivo Specifico
3.1.	Fisica dei terremoti	Edoardo Del Pezzo (NA-OV) Rita Di Giovambattista (CNT) Stephan Nielsen (RM1)	L'OS ha come tema centrale il processo sismogenetico. Le applicazioni riguardano la meccanica della sorgente sismica in tutti i suoi aspetti spaziali, geometrici e dinamici includendo la caratterizzazione del tensore momento dei sismi vulcanici (Vulcano-tettonici, tremore e terremoti a bassa frequenza). L'OS si occupa inoltre dell'analisi statistica della sismicità, della quantificazione dell'energia, dello studio delle interazioni tra faglie, dello studio del campo d'onda (arrays). La ricerca include la propagazione in strutture eterogenee (scattering elastico), con attenzione alle variazioni temporali dei parametri di propagazione associate a variazioni del campo di sforzo (velocità, attenuazione "splitting" delle onde di taglio).
3.2.	Tettonica attiva	Nicola D'Agostino (RM1) Daniela Pantosti (RM1) Franco Italiano (PA)	Questo OS fortemente pluridisciplinare promuove tutte le ricerche finalizzate a comprendere e quantificare la tettonica attiva. Include ricerche sulla deformazione crostale da dati di geodesia spaziale, dati di stress-in-situ, osservazioni sulle caratteristiche dei fluidi crostali e osservazioni dirette di terreno. Attraverso queste ricerche, le osservazioni paleosismologiche e la quantificazione della deformazione crostale fornisce dati di ingresso essenziali per le analisi di pericolosità sismica.
3.3.	Geodinamica e struttura dell'interno della Terra	Claudio Chiarabba (CNT) Carlo Giunchi (RM1) Stefania Danesi (BO)	Questo OS affronta lo studio delle proprietà e della dinamica dell'interno terrestre attraverso la modellazione numerica e l'analisi della propagazione di onde sismiche e delle caratteristiche reologiche. Le ricerche, che coinvolgono numerosi settori disciplinari, vengono svolte a scala globale, continentale, regionale e locale, potendo così esplorare aspetti diversi e progressivamente più dettagliati della struttura terrestre.
3.4.	Geomagnetismo	Paola De Michelis (RM2)	Le ricerche svolte in questo OS affrontano i problemi connessi con l'origine ed evoluzione del campo magnetico su diverse scale spazio-temporali. I temi portanti sono indirizzati a risolvere i fondamentali quesiti sulla dinamica che nel nucleo fluido genera il campo e sullo studio delle anomalie magnetiche, che consentono di indagare le strutture crostali e la loro evoluzione.

OS	Tema dell'OS	**Referente/i** (o coordinatore/i se TTC)	Breve descrizione dell'Obiettivo Specifico
3.5.	Geologia e storia dei vulcani ed evoluzione dei magmi	Mauro Coltelli (CT) Giovanni Orsi (NA-OV) Patrizia Landi (PI)	Gli studi geologici, le indagini sull'origine, evoluzione e dinamica dei magmi e la raccolta dei dati sull'attività storica dei vulcani sono elementi fondamentali per la ricostruzione dei comportamenti eruttivi, per la formulazione degli scenari eruttivi e per la definizione della pericolosità associata. Questo OS cura lo sviluppo di queste tematiche sui sistemi vulcanici, con particolare attenzione a quelli italiani.
3.6.	Fisica del vulcanismo	Paolo Papale (PI)	La comprensione della fisica dei processi eruttivi presuppone lo sviluppo di modelli dinamici basati su equazioni fondamentali e la loro verifica sperimentale. Questo OS affronta la fisica del vulcanismo studiando gli equilibri liquido-solido-gas nei magmi, i sistemi idrotermali, la termodinamica dei magmi, le proprietà dei condotti di risalita nonché la dinamica della dispersione e ricaduta della cenere vulcanica, delle colate laviche, dei flussi piroclastici e dei collassi delle colonne vulcaniche.
3.7.	Dinamica del clima e dell'oceano	Simona Masina (BO)	Questo OS affronta lo studio delle interazioni fra atmosfera ed oceano, consentendo di affrontare i temi della variabilità dinamica del clima a scale annuali ed interannuali. Si tratta di un tema oggi dominante nelle applicazioni della climatologia alla conoscenza dell'evoluzione del clima, così come tale evoluzione viene percepita sia nell'ambito scientifico che a livello di opinione pubblica.
3.8.	Geofisica per l'ambiente	Cesidio Bianchi (RM2) Leonardo Sagnotti (RM2)	Lo studio del cambiamento climatico globale non può prescindere da una accurata conoscenza del clima in epoche passate, un tema affrontato dall'INGV con indagini glaciologiche e magnetiche in particolare in Antartide. Lo studio dell'inquinamento, la detezione di fusti tossici e la riqualificazione delle aree inquinate vengono affrontate in questo OS con tecniche di indagine geofisiche integrate.
3.9.	Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale	Giorgiana De Franceschi (RM2) Paola De Michelis (RM2)	Questo OS affronta tutti quei temi che rientrano nella migliore comprensione delle relazioni Sole-Terra. Le ricerche sono finalizzate sia ad una migliore conoscenza dell'ambiente elettromagnetico terrestre, sia a valutare le conseguenze economico-sociali che possono derivare da forti perturbazioni magneto-ionosferiche nell'ambito del cosiddetto "space weather".
3.10.	Storia e archeologia applicate alle Scienze della Terra	Emanuela Guidoboni (BO) Giovanni Ricciardi (OV)	Le ricerche svolte in questo OS mirano a creare un alveo comune alle ricerche che usano il metodo storico e archeologico per migliorare le conoscenze nel lungo periodo su terremoti, eruzioni, cambiamenti climatici ed eventi idrogeologici, valutandone anche l'impatto antropico e ambientale. Dato il carattere innovativo dei metodi e delle procedure utilizzate, questo OS punta anche ad aprire un confronto allargato con altre sedi della ricerca storica e archeologica esterne all'INGV, favorendo scambi di opinioni ed esperienze su metodi, obiettivi e risultati e stimolando nuove ricerche multidisciplinari.

Obiettivo Generale 4 - *Comprendere e affrontare i rischi naturali*

Referenti globali: Gianni Macedonio e Antonio Rovelli

Questa sezione delle attività dell'INGV si configura proprio come una vera e propria "cinghia di trasmissione" tra la ricerca a carattere fondamentale da un lato e la società civile dall'altro. Pur rappresentando manifestazioni normali della vita del pianeta, numerosi fenomeni naturali possono avere un impatto fortemente negativo sulle attività umane. Le ricerche in campo geofisico e vulcanologico hanno da sempre nella mitigazione dei rischi naturali la loro motivazione più ovvia; si può affermare con certezza che almeno due terzi dei ricercatori dell'INGV svolgono studi che in modo più o meno indiretto puntano alla comprensione dei fenomeni naturali e alla mitigazione dei loro effetti. Tuttavia, l'esperienza degli ultimi decenni mostra chiaramente che a questi ricercatori non si chiede più solo una elencazione delle aree a rischio o degli scenari di danno attesi, anche perché i fenomeni naturali dannosi spesso operano su scale temporali infinitamente più lunghe di quelle che sono caratteristiche della vita umana; tanto lunghe che anche le situazioni di maggior rischio possono quindi risultare irrilevanti per le generazioni dell'epoca in cui viviamo e per i loro figli e nipoti. A questi ricercatori si chiedono piuttosto valutazioni che aiutino amministratori e decision-makers a valutare con serenità, ma sulla scorta di solide valutazioni scientifiche, il rischio corso dalla popolazione, dalle loro abitazioni e dal complesso delle infrastrutture. Si tratta spesso di valutazioni a carattere probabilistico, che esprimono cioè la probabilità che si verifichi un dato fenomeno entro un determinato lasso di tempo coinvolgendo una determinata superficie geografica. Se una sottovalutazione del rischio può portare a conseguenza tragiche, una sua sopravvalutazione comporta sicuramente dei costi e dei disagi per la società nel suo insieme. Ne sono un esempio evidente le valutazioni di pericolosità sismica o vulcanica che, soprattutto in un paese come l'Italia, devono aiutare a far convivere la popolazione con terremoti e vulcani - seppure con le necessarie precauzioni - piuttosto che limitarsi a terrorizzarla. L'accuratezza delle stime di pericolosità e delle stime di rischio che ne conseguono, tuttavia, si basa in larga misura sulla sempre migliore comprensione dei fenomeni potenzialmente dannosi, sulle loro cause, sulla loro dinamica, sulle caratteristiche del loro impatto.

OS	Tema dell'OS	**Referente/i** (o coordinatore/i se TTC)	Breve descrizione dell'Obiettivo Specifico
4.1.	Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica	Giovanni Iannaccone (NA-OV) Giuliano Milana (RM1) Gaetano Zonno (MI)	Questo OS sviluppa gli aspetti metodologici globalmente riferibili al settore internazionalmente conosciuto come "engineering seismology". In particolare, cura gli aspetti di interesse specifico per l'ingegneria sismica, quali ad esempio le relazioni di attenuazione di parametri strumentali del moto del suolo e le metodologie di valutazione della risposta locale.
4.2. TTC	Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale	Roberto Basili (RM1) Carlo Meletti (MI)	Questo TTC cura l'aggiornamento dei modelli di sismicità, di sismogenesi, di attenuazione ecc. necessari per le stime di pericolosità a scala nazionale, includendo tra gli altri dati geologici di varia natura e a varie scale, dati sismotettonici, dati sui maremoti. Aggiorna inoltre i modelli di calcolo della pericolosità a scala nazionale e il database di pericolosità sismica di supporto alla normativa sismica.
4.3. TTC	Scenari di pericolosità vulcanica	Giovanni Macedonio (NA-OV)	La stima della pericolosità vulcanica si basa sull'integrazione di conoscenze osservative e sperimentali con modelli fisico-matematici che descrivono la dinamica dei processi pre-, sin-, e post-eruttivi pericolosi. Obiettivo del presente TTC è la definizione di scenari di pericolosità vulcanica per fornire stime quantitative dell'evoluzione spazio-temporale dei principali fenomeni pericolosi nei vulcani attivi italiani. Ricadono in questo OS attività di consulenza relativa ai vulcani attivi italiani a favore di diversi soggetti istituzionali.
4.4.	Scenari e mitigazione del rischio ambientale	Marco Marchetti (RM2) Fedora Quattrocchi (RM1)	Lo sviluppo delle attività in campo ambientale ha portato l'INGV a impegnarsi anche nel complesso campo dei rischi provenienti da fattori ambientali. Ricadono in questo OS temi di grande rilevanza sociale come la detezione di inquinanti di varia natura nel sottosuolo e nelle acque e gli studi-pilota sul tema del sequestro e dello stoccaggio geologico della CO_2.
4.5.	Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi	Giovanni Chiodini (OV) Giuseppe Etiope (RM2)	L'OS include le ricerche sull'origine, migrazione ed emissione in atmosfera di gas endogeni e petroliferi e sui loro effetti sull'ambiente e sul clima (CO_2, CH_4 come gas serra e idrocarburi come inquinanti fotochimici). Le manifestazioni gassose sulla superficie terrestre possono costituire un rischio per la popolazione e le infrastrutture. L'interpretazione dell'origine degli idrocarburi e della CO_2 riveste particolare importanza nelle ricerche petrolifere e tettoniche. L'OS cura i rapporti con gli organismi attivi in campo ambientale per gli inventari delle sorgenti di gas serra, e si avvale di collaborazioni internazionali con i massimi esperti del settore.

OS	Tema dell'OS	**Referente/i** (o coordinatore/i se TTC)	**Breve descrizione dell'Obiettivo Specifico**
4.6.	Oceanografia operativa per la valutazione di rischi in aree marine	Giovanni Coppini (BO)	Questo OS ha come tema centrale lo sviluppo e il mantenimento di un sistema di monitoraggio e previsioni marine basato su modelli numerici le cui simulazioni vengono corrette con osservazioni sia in situ che da satellite. Il sistema opera in tempo reale e rilascia regolarmente tramite protocolli prestabiliti dati di supporto alle attività di gestione delle emergenze in mare e al monitoraggio dell'ambiente marino in generale. L'OS si realizza all'interno del Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa, che coordina le attività tra INGV e OGS, ENEA, CNR, CoNiSMA, Istituto Idrografico della Marina, Ufficio Spazio Aereo e Meteorologia, ARPA Emilia-Romagna e ISPRA.

Obiettivo Generale 5 - *L'impegno verso le istituzioni e verso la Società*

Referenti globali: Massimiliano Stucchi e Bruno Zolesi

L'INGV è profondamente impegnato nel cercare di rendere sempre più intenso e fruttuoso il rapporto tra i suoi programmi di ricerca e le necessità della società e del sistema economico. Al centro di questo sistema di rapporti si pone il pilastro della collaborazione con la Protezione Civile, alla quale viene fornito un supporto scientifico essenziale per le sue attività, ma analoga attenzione viene rivolta alla diffusione al grande pubblico, alla formazione ad alto livello, universitaria ed post-universitaria, alla protezione e mantenimento del patrimonio storico e bibliografico dell'INGV e alla consulenza scientifica per le altre pubbliche amministrazioni. Questo Obiettivo Generale prevede lo sviluppo delle banche dati, intese non più come semplici depositi di dati, ma come organizzazioni di sapere e conoscenza che permettono agli attori all'esterno dell'INGV di accedere ai prodotti e al know-how dell'INGV e quindi di sfruttarne pienamente le capacità. I prossimi anni vedranno le banche dati transitare verso una forma sempre più multimediale, dotarsi di potenti strumenti di navigazione e renderne più facile l'accesso e la comprensione. Oltre alle banche dati ricadono in questo Obiettivo Generale le attività per il continuo miglioramento del sistema web, che include informazioni sugli eventi sismici e vulcanici e sulla loro evoluzione, l'accesso alla letteratura scientifica, e l'accesso a vari livelli di complessità a informazioni sui fenomeni geofisici. In questo Obiettivo Generale ricadono anche le attività di divulgazione, le attività a carattere espositivo e museale e quelle delle diverse biblioteche dell'INGV, nonché la sua produzione editoriale.

OS	Tema dell'OS	Referente/i (o coordinatore/i se TTC)	Breve descrizione dell'Obiettivo Specifico
5.1. TTC	Banche dati e metodi macrosismici	Romano Camassi (BO) Massimiliano Stucchi (MI)	Questo TTC garantisce la miglior armonizzazione nel settore della archiviazione e disseminazione dei dati storico/macrosismici e dei cataloghi parametrici dei terremoti. Opera inoltre per promuovere e migliorare l'integrazione con le altre attività che l'INGV svolge nel settore delle banche dati.
5.2. TTC	Banche dati di sismologia strumentale	Lucia Luzi (MI) Francesco Mele (CNT)	Questo TTC ha il compito di armonizzare e potenziare le iniziative di archiviazione e disseminazione dei dati sismologici strumentali acquisiti dall'INGV e di assicurare la piena integrazione con le altre attività che l'INGV svolge nel settore delle banche dati, sia a scala nazionale che a scala europea e globale.
5.3. TTC	Banche dati vulcanologiche	Stefano Branca (CT) Sandro De Vita (OV) Paolo Papale (PI)	Questo TTC ha il compito di organizzare, armonizzare a scala pienamente nazionale e potenziare le attività di archiviazione e disseminazione dei dati acquisiti dall'INGV sui vulcani e sull'attività vulcanica.
5.4.	Banche dati di geomagnetismo, aeronomia, clima e ambiente	Giorgiana De Franceschi (RM2) Silvio Gualdi (BO)	Questo OS armonizza la raccolta sistematica di parametri dell'alta atmosfera e di misure effettuate presso gli osservatori geomagnetici, anche per l'approntamento di informazioni sullo "space weather", di dati della rete magnetica, di dati riguardanti la glaciologia, la climatologia, l'oceanografia operativa e altre attività ambientali. L'OS cura la gestione di banche dati che permettano un'efficace diffusione dei dati verso il mondo della ricerca, le istituzioni e la società.
5.5. TTC	Sistema informativo territoriale	Fawzi Doumaz (CNT) Maria Teresa Pareschi (PI) Giuseppe Vilardo (NA-OV)	Questo TTC risponde alla necessità di censire e armonizzare il notevole patrimonio di dati e iniziative in corso presso l'INGV nel settore delle banche dati territoriali. Attraverso la realizzazione di sistemi di immagazzinamento, diffusione e rappresentazione dei dati e attraverso il loro continuo aggiornamento, questo TTC garantisce un contributo irrinunciabile a supporto delle decisioni in materia di mitigazione dei rischi ambientali nei diversi campi d'azione dell'INGV.
5.6. TTC	Attività di Sala Operativa	Alberto Basili (CNT)	Questo TTC rende ragione e quantifica l'attività del personale INGV che presta regolarmente attività di sorveglianza nelle diverse Sale Operative dell'ente. Esso si propone inoltre di rappresentare una sede permanente per il confronto e l'armonizzazione delle procedure utilizzate nella prassi quotidiana delle Sale Operative, promuovendo un maggior scambio di informazioni tra le sale stesse.

OS	Tema dell'OS	**Referente/i** (o coordinatore/i se TTC)	**Breve descrizione dell'Obiettivo Specifico**
5.7.	Consulenze in favore di istituzioni nazionali e attività nell'ambito di trattati internazionali	Massimo Chiappini (RM2) Bruno Zolesi (RM2)	Questo OS raggruppa attività di consulenza scientifica e tecnologica a favore di ministeri ed altre istituzioni, tra cui spicca il Ministero della Difesa, che beneficia di servizi nel settore geomagnetico e della radiopropagazione. Rilievi geomagnetici sono alla base di consulenze sull'inquinamento ambientale. Nel quadro degli studi sui gas serra, l'INGV svolge consulenze a favore di ENI. Inoltre da diversi anni l'INGV fornisce consulenze scientifico-tecnologiche a favore del Ministero Affari Esteri (MAE), sia nell'ambito di trattati come il Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty (CTBT), sia nel quadro di rapporti bilaterali con paesi evoluti e in via di sviluppo. L'INGV svolge inoltre attività di supporto scientifico nel quadro di iniziative dell'ONU e dell'UNESCO.
5.8. TTC	Biblioteche ed editoria	Anna Grazia Chiodetti (AC) Luigi Cucci (RM1)	Questo TTC cura tutti gli aspetti organizzativi e pratici per lo scambio di informazioni e documentazione scientifica che una moderna biblioteca distribuita può fornire, rendendo di fatto il sistema bibliotecario INGV un servizio nazionale e internazionale d'eccellenza nei settori di competenza. Inoltre cura tutta l'editoria dell'INGV, con la sola eccezione degli Annals of Geophysics.
5.9.	Formazione e informazione	Giuliana D'Addezio (RM1) Susanna Falsaperla (CT) Rosella Nave (OV)	Questo TTC cura le strutture museali esistenti e sviluppa i nuovi progetti in corso di avvio in questo ambito. Inoltre coordina i meccanismi di divulgazione delle attività dell'INGV, comprese quelle on-line. Gestisce le attività svolte a favore delle scuole e, in sinergia con il TTC "Biblioteche ed editoria", la partecipazione a mostre e congressi in cui l'INGV è presente con un proprio spazio espositivo.
5.10. TTC	Sistema web*	Paola Montone (RM1) Giuliana Rubbia (MI)	Il sistema di comunicazione costituito dai siti Internet rappresenta oggi un elemento fondamentale della vita di una struttura di ricerca aperta ed efficiente. Questo TTC punta a garantire la migliore organizzazione e sviluppo del sito INGV anche in considerazione del suo importantissimo ruolo in occasione delle emergenze sismiche e vulcaniche.

* A partire dal 9 maggio 2011, con la istituzione del Webteam INGV (Decr. Pres. n. 166), sono subentrati in questo incarico Fabrizio Meroni (MI) e Massimiliano Stucchi (MI).

III. Principali infrastrutture di Ricerca

Le ricerche e le attività di monitoraggio condotte all'interno dell'INGV comportano i) la necessità di disporre di dati di alta qualità; ii) la possibilità di utilizzare apparecchiature all'avanguardia per eseguire analisi e verifiche sperimentali; iii) la possibilità di avvalersi di strumenti tecnologicamente avanzati per la trasmissione, elaborazione, calcolo e modellazione dei dati raccolti. È pertanto importante, per essere e rimanere competitivi, sviluppare e gestire delle infrastrutture di ricerca in grado di assicurare fino in fondo lo svolgimento delle attività tradizionalmente condotte dall'INGV e di produrre avanzamenti nell'innovazione tecnologica e metodologica. Le moderne infrastrutture di ricerca hanno bisogno, per le attività di routine e per lo sviluppo, di investimenti significativi in termini di risorse umane e finanziarie. In molti casi gli investimenti richiesti sono al di sopra delle dotazioni delle singole sezioni ed si è quindi reso necessario centralizzare le principali infrastrutture di ricerca al fine, di ottimizzare l'utilizzo delle apparecchiature, a parità di risorse impegnate, senza pregiudicare la qualità dei servizi, la fruibilità e la diffusione dei dati. Sin dalla sua nascita l'INGV, utilizzando anche lo strumento dei TTC, ha promosso l'integrazione e l'ottimizzazione delle infrastrutture già presenti nei singoli istituti che sono confluiti nell'ente, ed ha cercato di organizzare uno sviluppo armonico tenendo conto delle attività di ricerca e di monitoraggio da svolgere, delle necessità e delle professionalità acquisite dai ricercatori e dai tecnologi, delle richieste degli enti finanziatori e più in generale della comunità scientifica nazionale ed internazionale.

Per la gestione e lo sviluppo delle infrastrutture di ricerca l'INGV ha potuto contare sulla dotazione ordinaria, sui fondi dei progetti FIRB e dei programmi comunitari e soprattutto sui finanziamenti provenienti dalle convenzioni stipulate con la Protezione Civile. Le ricerche e le attività di monitoraggio che l'INGV svolge sono molteplici, ma le infrastrutture di ricerca attualmente presenti possono essere suddivise in quattro grandi categorie:

- reti strumentali di monitoraggio e di ricerca
- laboratori analitici e sperimentali
- risorse di calcolo
- banche dati

A margine vengono poi brevemente discusse le implicazioni della partecipazione dell'INGV alle grandi infrastrutture europee identificate dall'ESFRI (*European Strategy Forum for Research Infrastructures).*

1. Reti strumentali di monitoraggio e di ricerca

L'INGV ha sull'intero territorio italiano e sui vulcani attivi numerose reti di monitoraggio e di ricerca (permanenti e mobili). Le reti sono infatti in grado di misurare i parametri geofisici d'interesse della Protezione Civile Nazionale e degli enti locali, ma sono anche fondamentali per svolgere le diverse attività di ricerca che l'INGV svolge. I sistemi d'osservazione sul territorio sono la più grande infrastruttura gestita dall'INGV ed è quella sulla quale l'Ente ha investito di più in termini di personale e risorse finanziarie. Nel corso degli anni l'Istituto ne ha promosso lo sviluppo ed ha assicurato l'aggiornamento tecnologico costante, migliorando la qualità e la quantità della strumentazione e dei sensori e incrementando la capacita di trasmissione e la diffusione dei dati. Nella gestione delle diverse reti è coinvolta gran parte delle sezioni. I dettagli sulle attività svolte, sulle filosofie di sviluppo e sui risultati ottenuti sono riportate per gran parte all'interno della descrizione dell'Obiettivo Generale 1 – Sviluppo dei sistemi d'osservazione ed in maniera minore negli OS 2.5 e 5.5 e nel TTC 2.6.

2. Laboratori analitici e sperimentali

Nei laboratori sono concentrate tutte le attività analitiche e sperimentali dell'ente a supporto delle ricerche e del monitoraggio. I laboratori analitici e sperimentali sono anche il luogo dove si mettono a punto sviluppi tecnologici e nuove metodologie analitiche. Negli ultimi anni i laboratori analitici e sperimentali hanno avuto uno sviluppo significativo in termini di acquisizioni di nuova strumentazione, di rinnovo ed ammodernamento degli apparati esistenti e di personale dedicato. Sono nate nuove infrastrutture ed in esse si sono concentrate alcune attività di rilievo dell'Ente. Le più recenti riguardano lo sviluppo di un laboratorio di alta pressioni ed alte temperature presso la sezione di Roma 1, dove conducono esperimenti e misure legate alla fisica delle rocce ed alle proprietà chimico-fisiche dei magmi. Ugualmente importante è stata la crescita ed il rinnovo delle apparecchiature avvenuta nel Laboratorio di Paleomagnetismo di Roma 2 e quelle in atto nelle sezioni di Palermo, Catania e Napoli. Nel complesso i laboratori analitici e sperimentali sono stati anche un formidabile polo di attrazione per i ricercatori italiani e stranieri esterni all'ente e molteplici sono stati gli scambi di personale ed esperienze con centri analoghi presenti in altre nazioni. Le attività ed i risultati dei laboratori sono sintetizzate principalmente sotto l'Obiettivo Generale 2 – Attività sperimentali e Laboratori, di questo documento.

3. Risorse di calcolo

Le numerose ricerche a carattere teorico e le attività di modellistica dei processi naturali non possono prescindere da potenza e velocità di calcolo elevate. Sin dalla nascita dell'INGV nelle diverse sezioni che lo compongono sono state sviluppate e gestite importanti risorse di calcolo quali supercalcolatori e clusters. Queste infrastrutture hanno posto l'INGV ad un livello avanzato all'interno del panorama di ricerca italiano ed europeo. Numerose sono state le iniziative

che hanno visto l'INGV impegnato in questo campo anche attraverso la partecipazione a consorzi. Le attività dell'INGV nel campo delle risorse di calcolo sono riportate in questo documento principalmente all'interno dell'Obiettivo Specifico/TTC 2.1.

4. Banche dati

La continua raccolta di numerosi parametri geofisici e geochimici attraverso le reti di monitoraggio, le indagini geofisiche, geologiche, storiche e sperimentali, comporta la necessità di risolvere i problemi di archiviazione, distribuzione e fruibilità dei dati (sia per i ricercatori dell'ente che per quelli della comunità scientifica nazionale ed internazionale): Lo sviluppo delle banche dati, viste come infrastrutture mirate all'organizzazione del sapere e della conoscenza, sono sempre state una priorità importante dell'INGV. Gran parte delle attivita di organizzazione e gestione delle banche dati di diverso tipo sono riportate all'interno della sezione relativa all'Obiettivo Generale 5 – L'impegno verso le istituzioni e verso la Società.

5. Partecipazione a grandi infrastrutture di ricerca a scala europea

Nel capitolo IV "Collaborazioni internazionali di rilievo e interazioni con le altre componenti della rete di ricerca" si è delineata la partecipazione dell'INGV a grandi infrastrutture di ricerca europee fortemente finalizzate al monitoraggio dei fenomeni geofisici, come EPOS e EMSO. In questa sede si vuole sottolineare il fatto che attraverso la leadership di queste due grandi iniziative da parte dell'INGV sarà possibile promuovere lo sviluppo anche a scala nazionale italiana di un sistema di osservazione terrestre e marino, integrato e multidisciplinare, che contribuirà in modo innovativo al conseguimento degli obiettivi primari della ricerca scientifica italiana attraverso lo studio e la comprensione dei fenomeni geofisici con un approccio innovativo, secondo i recenti indirizzi scientifici della ricerca mondiale. La leadership INGV di queste due infrastrutture potrà inoltre rafforzare il ruolo dell'INGV nell'ambito delle attività del settore spaziale ed in particolare per quanto concerne il GMES (Global Monitoring Environment and Security). Le sfide tecnologiche poste dalla realizzazione di queste infrastrutture e l'accesso ad un'ampia utenza a dati di alta qualità secondo politiche condivise contribuiranno inoltre alla formazione dei giovani ricercatori e alla creazione di figure professionali in grado di competere a livello internazionale.

IV. Collaborazioni internazionali di rilievo e interazioni con le altre componenti della rete di ricerca

In passato le attività internazionali della ricerca italiana, sia europee che extraeuropee, venivano solitamente viste come elemento integrativo rispetto a quelle nazionali. Oggi la progressiva contrazione del finanziamento ordinario da un lato e la necessità di continuare ad impegnarsi per una ricerca all'avanguardia dall'altro hanno cambiato la visione prospettica della strategia riguardo alle attività internazionali. Infatti, il nuovo Programma Nazionale di Ricerca (PNR) 2010/2013 vede la componente internazionale come elemento fondante di quella nazionale. In particolare l'Azione 16 si pone come obiettivo proprio il miglioramento del grado di internazionalizzazione del Sistema Ricerca, massimizzando lo sfruttamento degli strumenti di collaborazione in ambito UE e perseguendo altri tipi d'impegno a livello internazionale basati su accordi bilaterali e multilaterali. Il PNR destina specifiche risorse all'impulso delle attività di ricerca, anche tramite la creazione di nuove infrastrutture e il potenziamento di quelle esistenti, nella logica dell'individuazione delle eccellenze nazionali, per promuovere a livello pan-europeo ed internazionale la ricerca italiana. A questo si aggiunge il rilancio della Strategia di Lisbona, il cosiddetto "Processo di Lubiana" avvenuto nel maggio 2008 che, partendo dalla definizione di un quadro di obiettivi condivisi sintetizzati dalla European Research Area o ERA ("ERA Vision 2020") e degli strumenti necessari al loro perseguimento ("ERA Governance"), prevede la realizzazione di iniziative finalizzate ad intensificare l'impegno per la costruzione dello Spazio Europeo della Ricerca. L'ERA si propone di favorire l'integrazione ed il coordinamento delle attività e delle politiche nazionali nel settore della ricerca, superando le frammentazioni esistenti. In base all'ERA Vision 2020, tutti dovranno poter beneficiare pienamente, entro il 2020, della libera circolazione dei ricercatori, delle conoscenze e delle tecnologie.

Sulla base di questa nuova visione si comprende come anche all'INGV l'organizzazione, i programmi e le attività di ricerca debbano convergere verso obiettivi comuni ed essere sinergici con quelli intergovernativi e comunitari. A tal fine l'Istituto da Maggio 2010 si è dotato di un ufficio "Relazioni Internazionali" con unica sede a Roma, per assicurare un punto di riferimento e di contatto tra i ricercatori dell'Ente e tutti gli *stakeholders* internazionali. Allo stato attuale, a causa dell'esiguità dei mezzi e del personale che l'INGV può mettere a disposizione, quest'ufficio non è in grado di assistere appieno i ricercatori, ma deve limitarsi ad un'attività informativa e a seguire a livello istituzionale i rapporti con la Comunità Europea e le Direzioni Generali dei Ministeri competenti.

1. Attività in ambito comunitario

I dati attualmente disponibili relativi alla partecipazione alle attività dell'INGV finanziate dalla Comunità Europea (si veda il Capitolo III "Risorse finanziarie disponibili"), evidenziando una consistente partecipazione ai programmi europei di ricerca ed in particolare al Settimo Programma Quadro e testimoniano la competitività a livello europeo dell'Ente.

Segue una breve descrizione dei principali progetti che sono stati attivi durante il 2011.

CIRCE. Si tratta del più grande progetto sull'evoluzione del clima del Mediterraneo. Il progetto, coordinato dall'INGV, coinvolge 65 partner europei e nordafricani, di cui 62 sono centri di ricerca, con l'obiettivo di valutare gli impatti climatici nel Mediterraneo e le migliori strategie di adattamento e mitigazione. I risultati, frutto della collaborazione tra matematici, fisici, climatologi, agronomi, economisti e informatici, saranno messi a disposizione sia della comunità scientifica che dei decisori politici. Con questo progetto la ricerca diventa strumento per supportare le azioni di risposta ai mutamenti indotti dai cambiamenti climatici.

USEMS. Si tratta di una iniziativa finanziata dalla Unione Europea nell'ambito del Settimo Programma Quadro e all'interno del Programma Specifico IDEAS dell'ERC (European Research Council). Il progetto, della durata di cinque anni (2008-2013), vede l'INGV come "Host Institution" in quanto il ruolo di Principal Investigator è svolto da un brillante ricercatore (ora professore associato) dell'Università di Padova. Il progetto si propone di comprendere i processi fisico-chimici che controllano la genesi del terremoto che sono essenziali nella valutazione della pericolosità sismica. Il monitoraggio delle faglie attive in superficie e l'interpretazione dei dati derivanti dalle onde sismiche offrono una informazione limitata sulla meccanica del terremoto. Il progetto ha come obiettivo quello di indagare i processi sismogenetici:

- installando un apparato per effettuare esperimenti in condizioni di deformazione tipiche dei terremoti,
- studiando sorgenti sismiche fossili sulla superficie della Terra;
- analizzando materiali rocciosi naturali e sperimentali con un nuovo approccio multidisciplinare che coinvolga quanto conosciuto delle tecniche di analisi microstrutturali, mineralogia e petrologia,
- producendo di nuovi modelli teorici di terremoto calibrati (e strettamente vincolati) da osservazioni sul campo.

Lo studio proposto ha ulteriori implicazioni per la comprensione di altri processi di attrito controllato importanti nel campo delle scienze della Terra e mitigazione del pericolo (ad esempio di frane). Questo progetto che è alla metà del suo ciclo di vita, ha ricevuto un encomio particolare da Bruxelles in quanto considerato "*outstanding*" e segnalato dall'ERC per "*follow-up actions".*

GLASS. Anche questo progetto è stato finanziato nell'ambito dell'FP7 ERC Starting Grant, ed anche per questo progetto l'INGV è "Host Institution". Questo dimostra le effettive capacità dell'Ente di attirare le eccellenze nel campo scientifico e fare della ricerca italiana in campo geofisico una punta di diamante per l'intera Europa. Il progetto,

iniziato ad Ottobre 2010 terminerà a Settembre 2015. GLASS si propone di sviluppare una ricerca innovativa e multidisciplinare per svelare i processi fisico-chimico responsabili di fenomeni di fogliazione che partono da scorrimenti asismici a slittamento sismico e ha individuato nel centro Italia un sito di prova unico che può servire come un laboratorio naturale per l'integrazione dei dati ad alta risoluzione raccolti da diverse discipline. La ricerca proposta consentirà di creare una visione senza precedenti della meccanica dei terremoti e dei processi di deformazione della crosta terrestre. Gli obiettivi principali del progetto sono i seguenti:

- individuare e analizzare i diversi tipi di segnali sismici generati dalla crosta in continua deformazione;
- studiare i processi di deformazione in affioramenti di vecchie faglie;
- caratterizzare il flusso dei fluidi e le proprietà di attrito delle faglie in esperimenti di deformazione di rocce;
- indagare sulla genesi del terremoto e sulla sua ricorrenza, sviluppando modelli numerici che saranno vincolati da dati sperimentali e calibrati da registrazioni sismologiche.

MYOCEAN. Finanziato dalla Commissione Europea a partire dal 2009, questo progetto si propone di creare infrastrutture, servizi e risorse per preparare un prodotto pan-europeo: il "*Marine Core Service*" (MCS). MyOcean risponde al tema SPA.2007.1.1.01 - sviluppo delle capacità di aggiornamento per gli attuali servizi GMES di *fast-track* e relativi servizi pre-operativi. Tramite un sistema di monitoraggio oceanografico solido e ottimizzato e un'infrastruttura di previsione, il consorzio MyOcean si compone da 61 partner di 28 paesi diversi. Il servizio verso gli utenti del MCS verrà realizzato durante una fase pre-operativa attraverso un processo di validazione pianificata con 3 anni di sperimentazione e con l'intento di seguire il piano d'azione a lungo termine del MCS. L'Oceano globale e i mari europei saranno monitorati con un sistema *eddy-resolving*, basato sull'assimilazione di dati in situ e da satellite in modelli tridimensionali che rappresentano lo stato fisico, il ghiaccio e gli ecosistemi dell'oceano; nel passato (25 anni), in tempo reale e nel futuro (1-2 settimane). L'alta qualità dei prodotti si baserà sull'aggregazione di modelli europei e la metodologia scientifica sarà prodotta attraverso un intenso scambio tra comunità operativa e di ricerca.

NERA. Questo progetto, di cui l'INGV è partner maggioritario, è stato finanziato da FP7 Infrastructure, ha una durata di 48 mesi ed è iniziato a Novembre 2010. L'obiettivo generale di NERA è di raggiungere un miglioramento quantificabile e un impatto a lungo termine nella valutazione e nella riduzione della vulnerabilità delle costruzioni e dei cittadini rispetto ai terremoti. Il progetto integrerà le infrastrutture che hanno un ruolo chiave nella ricerca geofisica in Europa e combinerà le varie competenze nella sismologia e ingegneria sismica. NERA garantirà la fornitura di servizi di alta qualità, compreso l'accesso ai dati e ai parametri del terremoto agli strumenti per la valutazione del rischio sismico. NERA si coordinerà con altri progetti finanziati dalla CE (SHARE, SYNER-G) e contribuirà al programma GEM dell'OCSE e alle infrastrutture ESFRI (*European Strategy Forum for Research Infrastructures)* di EPOS.

La tabella che segue fornise l'elenco completo dei progetti a finanziamento comunitario attivi durante il 2011.

Acronimo	**Nazionalità del coordinatore**	**Titolo completo**	**Durata**
CIGALA	Spagna	Concept for Ionospheric-Scintillation Mitigation for Professional GNSS in Latin America	15/02/2010 - 15/02/2012
CIRCE	Italia (INGV)	Climate change and impact research: Mediterranean environment	01/04/2007 - 30/06/2011
DS3F	16 nazioni europee a rotazione	The Deep Sea & Sub-Seafloor Frontier	01/01/2010 - 30/06/2012
EDISCIENCE 2011	Italia	Italy plays science	01/05/2011 - 30/11/2011
EMSO	Italia (INGV)	European Multidisciplinary Seafloor Observation	01/04/2008 - 31/03/2012
ENVRI	Olanda	Implementation of common solutions for a cluster of ESFRI infrastructures in the field of "Environmental Sciences"	01/11/2011 – 31/10/2014
EPOS	Italia (INGV)	European Plate Observing System	01/11/2010 - 31/10/2014
ESONET	Francia	European Seafloor Observatory NETwork	03/01/2003 - 28/02/2011
ESPAS	Regno Unito	Near-Earth Data Infrastructure for e-Science	01/10/2011 – 30/04/2015
EUDAT	Finlandia	European Data	01/10/2011 – 30/09/2014

GEISER	Germania	Geothermal Engineering Integrating Mitigation of Induced Seismicity in Reservoirs	01/01/2010 - 30/06/2013
Genesi DEC	Francia	Ground European Network for Earth Science Interoperations - Digital Earth Community	01/05/2010 - 30/04/2012
GLASS	Germania	InteGrated Laboratories to investigate the mechanics of ASeismic vs. Seismic faulting	01/10/2010 - 30/09/2015
HYPOX	Germania	In situ monitoring of oxygen depletion in hypoxic ecosystems of coastal and open seas, and land-locked water bodies	01/04/2009 - 31/03/2012
JERICO	Francia	Towards a Joint European Research Infrastructure Network for Costal Observatories	01/05/2011 – 30/04/2015
MAMMA	Francia	Magma Ascent Mathematical Modelling and Analysis	01/09/2010 - 31/12/2012
MIAVITA	Francia	Mitigate and assess risk from volcanic impact on terrain and human activities.	11/02/2008 - 11/02/2011
MYOCEAN	Francia	Development and pre-operational validation of GMES Marine Core Services	01/01/2009 - 31/03/2012
NERA	Svizzera	Network of European Research Infrastructures for Earthquake Risk Assessment and Mitigation	01/11/2010 - 31/10/2014
OTRIONS	Italia	Multi Parametric Network for the Study and Monitoring of Natural Hazards in the Otranto Channel and the Ionian Sea	15/12/2011 – 14/12/2013
QUEST	Germania	Quantitative Estimation of Earth's Seismic Sources and Structures	01/12/2009 - 30/11/2013
RACCE	Grecia	Raising earthquake Awareness and Coping with Children's Emotions	01/01/2011 – 31/12/2012
REAKT	Italia	Strategies and tools for Real Time EArthquake Risk Reduction	01/09/2011 – 31/08/2013
SAFER	Francia	Services and applications for emergency response	01/01/2009 - 31/12/2011
SCIDIP-ES	Francia	Science Data Infrastructure for Preservation – Earth Science	01/09/2011 – 31/08/2014
SEADATANET	Francia	A pan-European infrastructure for ocean and marine data management	01/04/2006 - 31/03/2011
SESAME BO	Grecia	Southern european seas: assessing and modelling ecosystem changes	01/11/2006 - 30/04/2011
SHARE	Svizzera	Seismic hazard HARmonization in Europe	01/06/2009 - 31/05/2012
TRANSMIT	Regno Unito	Training Research and Applications Network to Support the Mitigation of Ionospheric Threats	01/02/201131/01/2015
USEMS	Italia (INGV)	Uncovering the secrets of an earthquake: multydisciplinary study of physico-chemical processes during the seismic cycle	01/06/2008 - 31/05/2013
VERCE	Francia	Virtual Earthquake and seismology Research Community in Europe e-science environment	01/10/2011 – 30/09/2015
VUELCO	Regno Unito	Volcanic unrest in Europe and Latin America: Phenomenology, eruption precursors, hazard forecast, and risk mitigation	01/10/2011 – 30/09/2015

2. Le grandi infrastrutture di ricerca a scala europea

Da alcuni anni lo sviluppo delle grandi infrastrutture di ricerca è uno dei temi principali dell'azione dei governi e delle istituzioni di ricerca di tutta Europa. A riguardo il PNR 2010-2012 recita:

> "*La realizzazione di grandi Infrastrutture di Ricerca di eccellenza mondiale è uno dei cinque assi strategici per la strutturazione e lo sviluppo dello Spazio Europeo della Ricerca. Le infrastrutture di Ricerca rappresentano un mezzo per promuovere la cooperazione su scala pan-Europea e per offrire alle comunità scientifiche un efficiente accesso a metodi e tecnologie avanzati*."

Grazie alla pluriennale partecipazione a progetti di ricerca europei nei settori disciplinari di sua competenza, sia con il ruolo di coordinatore, sia con il ruolo di partner, l'INGV si è affermato recentemente come referente di alcune Infrastrutture di Ricerca a scala europea. Lo stesso PNR ricorda anche due importanti infrastrutture INGV entrate a far parte del settore "Ambiente" della *roadmap* ESFRI (*European Strategy Forum for Research Infrastructures)*, che definisce il fabbisogno di infrastrutture internazionali di ricerca per i prossimi due decenni.

European Plate Observing System (EPOS)
Questo progetto, finanziato da *FP7 Infrastructure*, ha una durata di 48 mesi, è iniziato a Novembre 2010 e vede l'INGV come coordinatore.

EPOS è un'infrastruttura di ricerca che propone un piano di integrazione nel lungo termine a livello pan-Europeo di infrastrutture esistenti per lo studio della Terra solida. EPOS propone l'integrazione, l'armonizzazione e lo sviluppo di infrastrutture di ricerca per il monitoraggio di terremoti, vulcani e maremoti (reti sismiche, accelerometriche, GPS, osservazioni spaziali) e per lo studio della tettonica e della geologia dell'area Euro-Mediterranea. EPOS include infrastrutture sia per lo studio di fenomeni naturali sia per la loro simulazione in laboratorio attraverso esperimenti e simulazioni numeriche. EPOS ha come scopo quello di fornire un servizio all'utenza per l'archiviazione e la distribuzione di dati multidisciplinari per promuovere la ricerca sulle scienze della Terra solida in Europa.
EPOS intende dunque creare i presupposti affinché l'Europa abbia un ruolo di primo piano nella ricerca delle scienze della Terra solida. Il progetto darà libero accesso a dati geofisici e geologici e a strumenti di modellazione, consentendo un passo in avanti nella ricerca scientifica multidisciplinare in campi diversi, tra cui il rischio sismico e vulcanico, i cambiamenti ambientali, la sostenibilità a lungo termine e l'energia, con un impatto sociale certamente benefico.

European Multidisciplinary Seafloor Observation (EMSO)
Lo "*European Multidisciplinary Seafloor Observation - Preparatory Phase (EMSO-PP")* è un progetto coordinato dall'INGV della durata di 4 anni, iniziato ad Aprile 2008 e finanziato anch'esso da FP7 *Infrastructure*. Il suo obiettivo principale è quello di stabilire il quadro giuridico e di governance per EMSO, una delle infrastrutture al servizio degli scienziati e degli altri soggetti interessati, in Europa e fuori dell'Europa, alle osservazioni e agli studi a lungo termine in acque profonde.

EMSO è una infrastruttura di ricerca che si basa sulla realizzazione di una rete di osservatori marini multidisciplinari estesa lungo i margini continentali della placca Eurasiatica dal Mar Baltico al Mar Nero attraverso l'Oceano Atlantico nord-orientale e il Mar Mediterraneo. EMSO è rivolto all'osservazione in mare profondo di processi geofisici, geochimici, biologici, oceanografici su una scala temporale che si estende dai millesimi di secondi ai decenni, ed ha come obiettivo scientifico fondamentale il monitoraggio dei processi ambientali che avvengono nella biosfera geosfera, idrosfera dei mari europei. EMSO accrescerà quindi le conoscenze sull'insorgere e l'evolvere dei rischi naturali (es. eventi sismici, maremoti) e sui cambiamenti climatici attraverso i loro effetti sugli ecosistemi profondi.

L'infrastruttura EMSO è attualmente in fase preparatoria avendo la Commissione Europea finanziato un Progetto EMSO-Preparatory Phase della durata di 4 anni (2008-2012) con lo scopo di stabilire e strutturare l'entità legale che gestirà l'infrastruttura stessa. Il progetto EMSO-PP è coordinato dall'INGV e raccoglie 12 partners da 12 stati membri delegati dai rispettivi ministeri della ricerca scientifica. La fase preparatoria svolgerà tutte le azioni che porteranno all'effettiva realizzazione dell'infrastruttura e la sua gestione a lungo termine. Inoltre coordinerà e armonizzerà, a livello europeo e nazionale, tutte le risorse messe a disposizione, in collegamento con la rete di eccellenza ESONET.

3. Rapporti con altre istituzioni extra-nazionali

Oltre a essere ben posizionato nell'area internazionale per la qualità della ricerca svolta e la *leadership* oggettiva riconosciutagli in alcune sfere disciplinari, l'INGV trae da questo ambito importanti fonti di finanziamento. La Comunità Europea concede finanziamenti a diversi settori trainanti dell'ente (sismologia, vulcanologia, clima e ambiente) nell'ambito di grandi programmi pluriennali come il VII *Framework Programme*, COST, E-CONTENT. Alcuni programmi di grande respiro internazionale vengono supportati da prestigiose istituzioni come la National Science Foundation (NSF), l'ONU e l'UNESCO. Per il 2011 diverse strutture dell'INGV hanno sottomesso o stanno sottomettendo progetti nell'ambito delle chiamate del VII *Framework Programme* della Comunità Europea, avviato nel corso del 2007.

La tabella che segue dettaglia il coinvolgimento dell'INGV in progetti attivi per il 2011 finanziati da soggetti europei ed extraeuropei diversi dalla Comunità Europea (per questo ultimi si veda la tabella precedente). Ulteriori dettagli su ciascun progetto possono essere evinti dalla consultazione della banca-dati dei progetti dell'INGV

(http://portale.ingv.it/portale_ingv/l-ingv/progetti). Brevi note sui principali progetti sono fornite nel successivo Capitolo IV "Collaborazioni internazionali di rilievo e interazioni con le altre componenti della rete di ricerca".

Acronimo	Ente sovventore/ nazionalità	Titolo completo	Durata
AUTOSCALA	Polish Academy of Sciences - Space Research Centre/Polonia	Software per l'interpretazione automatica della traccia di uno ionogramma tramite un modello adattivo	30/09/2010 - 31/12/2012
BALTORO	Ev-K2/Italia	Radar Experiments on Baltoro Glacier	10/09/2010 – 09/02/2012
CASAVA	IPGP/Francia	Provisions of services contract tra IPGP e INGV- Sezione di Pisa nell'ambito del progetto CASAVA	02/04/2011 – 01/01/2014
ANR-SISCOR	CNRS ENS/Francia	Contribution to the activity task K2.3 ANR-SISCOR Project - Corinth Rift Laboratory	23/05/2011 – 23/11/2013
Convenzione monitoraggio isola Réunion	IPGP/Francia	Contratto di collaborazione scientifica tra INGV e IPGP finalizzato alla realizzazione di una rete di monitoraggio geochimico dell'isola di Réunion	19/07/2011 – 19/07/2014
Convenzione monitoraggio isola Tenerife	Gobierno de España - Ministero de Fomiento/Spagna	Convenzione di collaborazione tra Instituto Geogràfico Nacional e Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia per studi geochimici del vulcanismo di Tenerife	13/01/2011 - 13/01/2013
Università dell'Eufrate	Turchia	Studio sulla geochimica dei gas termali della East Anatolian Fault Zona (Turchia	01/05/2011 – 01/12/2012
EDI/ICM	Università Autonoma di Barcellona/Spagna	Evolucion de los dinosaurios en el este iberico y su entorno, durante el cretacico: registro estratigrafico y paleoambiental del maadtrichtiense pirenaico	18/10/2010 - 31/12/2011
ETC/ICM	European Environment Agency	European Topic Centre on Inland, Coastal and Marine waters 2011-2013	01/01/2011 - 31/12/2011
FIEL-VOLCAN	Fondo de cooperacion internacional en ciencia y tecnologia Union Europea-Mexico/UE-Messico	Osservazioni di campo, strumentali e studi sperimentali applicati a prevenire i disastri vulcanici: sviluppo di strumenti e metodi innovativi per lo studio dell'attività vulcanica.	06/11/2009 - 30/06/2011
Gaz de France-Stoccaggio geologico CO_2	GDF SUEZ Energia Italia S.p.A./Italia	Studio per l'identificazione di aree potenzialmente idonee allo stoccaggio geologico di CO_2	07/07/2011 – 31/12/2014
GEM	GEM Foundation/Italia	Global Earthquake Model - Global component "Global earthquake history"	01/11/2010 - 31/12/2012
INGV – L'AquilAltra	Save the children Italia Onlus /Italia	Co-progettazione e realizzazione di attività educative nell'ambito del progetto "L'AquilAltra"	30/11/2010 – 29/11/2011

MeMoVolc	European Science Foundation/Francia	Measuring and modelling of volcano eruption dynamics	06/06/2011 – 05/06/2016
NWRA-P-11-009	NorthWest Research Associates /USA	Convenzione per l'identificazione, elaborazione e fornitura di dati di analisi da satellite	07/06/2011 – 10/09/2012
Programma Galileo 2011-2012	Università Italo Francese-Univ. degli Studi di Torino/Italia	Etude expérimentale de la propagation de séismes	13/12/2011 – 31/12/2012
SAGA-4-EPR	Ministero Affari Esteri (Accordo Italia-Cina)	SAtellite/seafloor/Ground data Analyses for Earthquake Pattern Recognition Analisi congiunta di dati satellite, su fondo mare e a terra per il riconoscimento di segnali geofisici anomali nella generazione dei terremoti	01/01/2010 - 31/12/2012
SAVAA	European Space Agency	Support to aviation for volcanic ash avoidance	01/11/2008 - 30/10/2011
STeGE	Universidad Autonoma de México/Messico	The application of soil gas technique to geothermal exploration: study of "hidden" potential geothermal systems.	12/01/2009 – 31/12/2012
Valutazione Rischio Sismico Territoriale	EUCENTRE/Italia	Valutazione del rischio sismico territoriale	01/09/2009 – 31/01/2012
TERRAFIRMA	European Space Agency	Geohazard risk management services (land motion)	26/06/2007 – 30/04/2013

4. Accordi di ricerca bilaterali

L'INGV è impegnato in un congruo numero di attività di ricerca bilaterali con numerosi paesi europei ed extraeuropei. Visto il ruolo che ha ormai assunto la Comunità Europea e l'efficacia della sua azione nel coordinamento della ricerca, gli accordi di collaborazione tra l'INGV e le istituzioni di ricerca di paesi extraeuropei sono particolarmente significative, anche perché attraverso di esse l'INGV può giocare un ruolo-ponte tra la Comunità stessa e il resto del mondo.

Tra gli accordi in atto ricordiamo:

- Il *Memorandum of Understanding* tra l'INGV e il *Battelle Memorial Institute*, gestore del *Pacific Northwest National Laboratory*, è stato firmato il 23 ottobre 2009. L'accordo è sul "*Low Carbon Technologies*", in particolare CO_2 Capture & Storage (CCS) e sulla ricerca a livello geologico dello smaltimento dei rifiuti nucleari ad alta radioattività HLW (High Level Waste). Il memorandum sarà valido per un periodo di tre anni.
- "Tavolo Canada". Lo scorso Gennaio a Victoria B.C. e a Vancouver si è tenuto l'*Italian Ocean Technologies Innovation Mission to British Columbia*, organizzata dall'ambasciata del Canada in Italia e dal *Canadian Trade Commissioner Service* sotto l'egida del MIUR. Scopo della missione, cui hanno partecipato anche i ricercatori dell'INGV era di promuovere una collaborazione bilaterale nel settore delle tecnologie marine applicate a sistemi di osservazione dei fondali oceanici e di mare aperto. Nel dicembre del 2010, i due Stati hanno firmato una Lettera d'Intenti formalizzando quattro anni di accordi e progetti congiunti. Il *Tavolo Canada* è divenuto, così, la struttura di riferimento ed il marchio unificatore che guida le iniziative di partnership fra Italia e Canada nel campo dell'innovazione tecnologica. L'INGV, coordinatore dell'infrastruttura EMSO, ha parte attiva nelle iniziative nel settore della ricerca e della osservazione marina.

5. Rapporti con istituzioni nazionali

Rapporti con il MIUR
La collaborazione con il MIUR avviene nel quadro dei compiti di indirizzo, sostegno, valorizzazione e valutazione della ricerca che il ministero esplica a livello nazionale e internazionale. L'INGV partecipa attivamente alle diverse iniziative in

corso con una forte presenza in programmi nazionali ed internazionali di ricerca. La ricerca dell'INGV è finanziata attraverso tutti gli strumenti di finanziamento predisposti nel corso degli anni, come il FIRB (Fondo per gli Investimenti della Ricerca di Base), il PON (Programma Operativo Nazionale per la ricerca scientifica, sviluppo tecnologico, alta formazione, che si inserisce nella strategia del Piano di Sviluppo del Mezzogiorno), e la Legge 488/92, con cui è stato finanziato l'importante "Progetto Irpinia" (PRO.S.IS. Programma Sperimentale per la Sismologia e l'ingegneria sismica), concluso nel 2008.

Tra i programmi di maggior respiro finanziati dal MIUR si devono certamente ricordare i progetti FIRB "Sviluppo Nuove Tecnologie per la Protezione e Difesa del Territorio dai Rischi Naturali" (2005-2009), in effetti conclusosi nel 2010, e "Airplane - Piattaforma di ricerca multidisciplinare su terremoti e vulcani" (2007-2009), conclusosi all'inizio del 2011. Entrambe queste iniziative si caratterizzano per un ampio respiro internazionale e per un cospicuo sforzo sperimentale, e coinvolgono numerose strutture dell'ente e importanti partner del mondo accademico.

Un finanziamento di particolare prestigio è quello concesso al PNRA (Programma Nazionale di Ricerche in Antartide), che nel corso del 2001 passerà sotto la gestione dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR). Nell'ambito di tale finanziamento l'INGV ha un ruolo centrale e partecipa anche al Consorzio per l'attuazione del Programma scientifico.

L'INGV ha partecipato con diverse delle sue componenti alle numerose attività susseguenti al terremoto che ha colpito L'Aquila e l'Abruzzo il 6 aprile 2009 e nel 2011. Anche in riconoscimento di questa azione nel corso del 2011 l'INGV ha ricevuto dal MIUR il prestigioso incarico di dare un concreto contributo alla ricostruzione e al rilancio delle aree terremotate attraverso il finanziamento di un importante Accordo di Programma. Il progetto è stato concretamente avviato nella primavera del 2012.

I progetti e le attività di ricerca che hanno goduto del contributo finanziario del MIUR sono elencati in dettaglio nelle tabelle riassuntive a corredo del successivo Capitolo VI.

Rapporti con il Dipartimento della Protezione Civile

Con il Dipartimento della Protezione Civile (DPC) vengono affrontati, in un sistema sinergico, gli aspetti tecnico-scientifici relativi ai rischi sismico, vulcanico e da maremoto. Il territorio italiano si estende infatti su un'area che come noto è caratterizzata dalla presenza di aree fortemente sismiche e da aree vulcaniche attive, uniche nella realtà europea. I rapporti con il Dipartimento della Protezione Civile sono attualmente regolati dalla Convenzione DPC INGV 2010 - 2012 stipulata il 17 novembre 2010, ma i relativi allegati tecnici che corredano la Convenzione sono stati ultimati solo nell'estate del 2011. I finanziamenti concessi dal Dipartimento all'INGV per il 2010-2012 sono dettagliati nella Convenzione, e sono raggruppati in due categorie:

- Attività di monitoraggio e sorveglianza, che include sia lo sviluppo e l'innovazione tecnologica delle reti di rilevazione, sia il loro mantenimento in efficienza, sia la loro operatività. Si tratta di un importante finanziamento che alimenta l'oggetto principale della Convenzione, ovvero la sorveglianza sismica e vulcanica del territorio lungo tutto l'arco delle 24 ore.

- Studi e ricerche su tematiche finalizzate alle attività di monitoraggio sismico e vulcanico e su zone di particolare interesse sismologico e vulcanologico, specificatamente individuate. Per il sommarsi di diverse circostanze, tuttavia, tali progetti non hanno potuto essere avviati nel 2011. L'INGV ha concrodato con il Dipartimento di organizzare la relativa progettualità con l'obiettivo di far partire le le varie linee di ricerca nel primo semestre 2012.

Ampia documentazione su questa importante iniziativa congiunta dell'INGV e del Dipartimento della Protezione Civile può essere reperita a partire dalla pagina Internet http://istituto.ingv.it/l-ingv/progetti/progetti-finanziati-dal-dipartimento-di-protezione-civile-1/.

L'INGV intrattiene importanti rapporti di collaborazione anche con gli organi di Protezione Civile regionali. In questo ambito spicca il Programma-Quadro Sorveglianza Sicilia, un programma triennale di ampio respiro che affronta le diverse criticità del territorio siciliano includendo sia i temi della pericolosità sismica che quelli legati al rischio vulcanico.

Rapporti con altre istituzioni nazionali

L'INGV offre da molti anni servizi tecnico-scientifici di fondamentale importanza per la sicurezza delle popolazioni e del patrimonio esposti ai rischi naturali, in piena intesa con la Protezione Civile nazionale, regionale e locale e con diversi altri enti e aziende che operano sul territorio, come ad esempio l'ENI, l'APAT, le ARPA regionali. Tra i temi di grande rilevanza sociale affrontati dall'INGV va ricordato quello dell'inquinamento, con la sua specifica variante del seppellimento abusivo di materiali pericolosi. In questo ambito l'INGV è attivo da anni in valida sinergia con la Magistratura e con gli organi di Polizia, Carabinieri, Corpo Forestale dello Stato e Guardia di Finanza.

Sempre nel quadro dei rischi naturali, recentemente l'INGV ha aggiunto alle attività più strettamente classificabili come sorveglianza una funzione di riferimento scientifico di alto livello, offrendo la propria collaborazione al Governo per l'elaborazione della nuova normativa sismica nazionale.

Le collaborazioni sono molto attive anche con il Ministero dell'Ambiente, con il quale l'INGV negli anni ha siglato diversi accordi di programma in settori scientifici anche molto diversi tra loro. In particolare, l'INGV svolge da anni, sotto l'egida di questo Ministero, attività nell'ambito della convenzione internazionale sui cambiamenti climatici, mentre è di più recente avvio un accordo per studi sul processo di sequestrazione di anidride carbonica nel sottosuolo. Si segnalano anche importanti accordi con il Ministero della Difesa per la fornitura di mappe aggiornate dei parametri ionosferici utili alla gestione immediata delle radio frequenze in onda corta.

Un importante ruolo istituzionale di primo attore viene svolto dall'INGV nel servizio di consulenza tecnico-scientifica per il Ministero degli Affari Esteri (MAE), in particolare nell'ambito della realizzazione del Centro Dati Nazionale che il Ministero ha creato per assolvere ai suoi impegni nel trattato per la proibizione totale degli esperimenti nucleari (CTBT).

Vanno infine ricordate le numerose collaborazioni in essere con l'ASI, l'ENI, l'INAF, il CNR, le Università e gli altri Enti di ricerca, nonché con diverse altre strutture, anche di governo regionale e locale, che vengono avviate sia per iniziativa di singoli gruppi di ricercatori, sia nell'ambito di convenzioni di ricerca e programmi-quadro.

6. Rapporti con il mondo produttivo e rilevanza economico-sociale delle attività svolte

L'INGV svolge attività di ricerca, sorveglianza e consulenza in Geofisica, Geochimica e Vulcanologia. L'obiettivo principale che si propone di raggiungere è la conoscenza dei fenomeni naturali che costituiscono, nel loro insieme, la dinamica del nostro pianeta. Ma, ovviamente, proprio in funzione di questo obiettivo, l'Istituto è anche fortemente e naturalmente coinvolto in tutte le attività che presuppongono un utilizzo immediato e pratico delle conoscenze acquisite. Per questo motivo convivono quindi all'interno dell'INGV, completandosi a vicenda, sia progetti scientifici volti allo sviluppo della conoscenza in ambito geofisico e , che potremmo definire di ricerca di base, sia progetti più applicativi volti all'utilizzo immediato delle conoscenze acquisite e dei dati prodotti, per risolvere specifici problemi pratici di rilevanza economico-sociale, ambientale e industriale, che possiamo definire di ricerca applicata.

Le risorse materiali ed umane coinvolte nello sviluppare in modo armonico questi due diversi modi di affrontare la ricerca,non sonoripartite equamente, perché spesso per rendere fruibili al mercato i risultati di una ricerca è necessario uno sforzo organizzativo e tecnologico molto elevato.

Il mondo produttivo

La tendenza ad avviare attività che abbiano un rilevante impatto anche al di fuori dell'ambito della ricerca in senso stretto è cresciuta nel corso degli ultimi anni, anche in relazione a una più marcata finalizzazione delle attività di ricerca voluta dal ministero vigilante (MIUR) e al varo di nuove strategie di finanziamento della ricerca da parte di enti sovventori italiani ed internazionali (ad esempio i fondi concessi dal MIUR tramite la legge 482/92, iniziative comunitarie per lo sviluppo di tecnologia per il monitoraggio dei fondali marini, etc.). A seguito di questa nuova tendenza anche per l'INGV i rapporti con il mondo produttivo e con l'industria sono considerevolmente cresciuti, fino a diventare in alcuni casi anche intensi e fecondi pur se necessariamente limitati nel numero, data la natura delle ricerche svolte. Tali rapporti includono essenzialmente lo sviluppo di sensori per vari tipi di osservazioni geofisiche, da quelle già citate sui fondali marini, alla sismometria e magnetometria ed alla misura di parametri glaciologici in aree polari. Ricercatori INGV partecipano anche allo sviluppo di dispositivi per il telerilevamento, attività questa che ha diverse applicazioni anche al di fuori dell'ambito strettamente geofisico. Inoltre, vengono spesso messe in atto consulenze per la fornitura di elaborazioni o pareri di elevato valore scientifico e tecnologico a grandi committenti istituzionali, spesso caratterizzate da una particolare riservatezza o delicatezza per i temi trattati (ad esempio, previsioni di radiopropagazione, indagini a favore delle autorità giudiziarie nella geofisica di esplorazione o indagini sull'osservanza di trattati internazionali).

Come esempio di alcuni dei risultati tangibili del coinvolgimento con il mondo dell'industria citiamo l'approvazione del brevetto internazionale PCTn.1565PTIT relativo ad un sensore magnetico di nuova concezione, o la sottomissione di un altro brevetto relativo a un sistema integrato di orientamento magnetico basato sulla correzione della rotta con l'ausilio dell'IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*). È stata avviata la produzione in serie di due magnetometri per le alte frequenze rispettivamente da 0.001 Hz – 25 Hz e 1 Hz – 100 kHz, interamente progettati e industrializzati all'Osservatorio di L'Aquila. Altre attività sperimentali e di misurazione si sono svolte presso la nuova sede dell'INGV a Portovenere. Queste ultime rientrano nell'ambito delle attività di collaudo, taratura e verifica di apparati magneto-gradiometrici dell'Istituto Idrografico della Marina, nonché per la manutenzione e aggiornamento di strumentazione magnetica e gravimetrica e allo sviluppo di software per la loro gestione. Nell'ambito di un progetto di ricerca effettuato nel PNRA citiamo la realizzazione di un Glacio-radar, uno strumento sviluppato e costruito dall'INGV (potenza 4 kW, frequenza 60 MHz, penetrazione 5 km, risoluzione 10 m) idoneo ad essere aerotrasportato e misurare lo spessore della copertura glaciale antartica.

Citiamo inoltre il sistema chiamato Archimede, nato da una convenzione tra l'INGV ed un consorzio industriale (ref. Eliservizi srl) per lo sviluppo di un sistema aviotrasportato su elicottero dedicato al rilevamento di immagini "georeferenziate" nel visibile e nell'infrarosso, con un primo test effettuato ai Campi Flegrei. Ulteriori esempi sono rappresentati dalle consulenze per lo studio dei requisiti dei sistemi satellitari: tra queste un incarico ESA per l'analisi dei requisiti dello strumento IR previsto a bordo del futuro sistema di satelliti europei GMES.

Rilevanza economica-sociale

Il quadro delle attività che hanno ampia rilevanza sociale, e in alcuni casi dirette implicazioni economiche, è decisamente ricco sia per quanto riguarda rapporti con istituzioni italiane sia in riferimento allo scenario internazionale. Partendo da quest'ultimo, si deve sottolineare che nel 2005 l'INGV ha puntualmente onorato gli impegni assunti dall'Accordo di Programma stipulato con il Ministero Affari Esteri (MAE), proseguendo nella realizzazione del sistema di verifica del Trattato internazionale per la Proibizione Totale degli Esperimenti Nucleari (*Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty* – CTBT). La Legge n. 197 del 24 luglio 2003 ha infatti stabilito che l'INGV svolga il ruolo istituzionale di primo attore nel servizio di consulenza tecnico-scientifica per il Ministero degli Affari Esteri. Il sistema di verifica si basa sulla realizzazione di un centro dati nazionale che cura gli aspetti tecnici di comunicazione e di interfaccia tecnico-scientifica qualificata con l'Organizzazione internazionale (CTBTO) che ha sede a Vienna e che cura il monitoraggio geofisico e radionuclidico sull'intero pianeta. Tra i compiti del centro dati vi sono quelli legati al miglioramento e all'applicazione di numerose tecniche geofisiche previste dal Trattato, durante le cosiddette ispezioni in sito, per l'individuazione di eventuali violazioni del Trattato stesso. La consulenza per la Farnesina è consistita anche nella partecipazione ai tavoli negoziali presso la sede delle Nazioni Unite a Vienna per la preparazione dei manuali operativi necessari al funzionamento dell'intero regime di verifica del Trattato. La consulenza verso la CTBTO ha costituito un valido esempio di penetrazione del mercato intellettuale italiano delle organizzazioni internazionali, in linea con la politica estera del Governo. In particolare, gli esperti del Laboratorio di Aerogeofisica dell'INGV hanno fornito, durante le ispezioni, le opportune raccomandazioni sull'utilizzo delle tecniche geofisiche di esplorazione (magnetiche, gravimetriche ed elettromagnetiche) sia a terra che in volo.

Numerose sono le iniziative avviate sul piano nazionale. Tali iniziative comprendono consulenze e convenzioni con diversi ministeri e amministrazioni pubbliche, sia a scala nazionale che regionale e locale, finalizzate allo studio di particolari elementi di rischio per l'ambiente e per la popolazione. Tra queste iniziative ricadono indagini sul clima a varie scale spaziali e temporali, indagini sull'inquinamento in aree urbane, indagini di sottosuolo per la ricerca di eventuali discariche abusive di rifiuti tossici. Due esempi particolarmente significativi di questa categoria di rapporti tra INGV e il mondo sociale e produttivo sono rappresentati dalla sorveglianza geofisica del territorio edalle consulenze sulla pericolosità sismica, vulcanica ed ambientale del territorio.

Per quanto riguarda la sorveglianza basterà ricordare i turni svolti durante tutto l'arco della giornata dal personale tecnico/scientifico, che in numerose sezioni dell'INGV forniscono alla Protezione Civile preziose informazioni in tempo reale sui processi geodinamici in atto nella nostra penisola e in tutta l'area mediterranea. Le informazioni sono basate sulla strumentazione più avanzata e su analisi svolte con le migliori metodologie attualmente disponibili, con un notevole impegno finanziario ed umano quantificabile in oltre la metà di tutte le risorse materiali dell'INGV e in quasi il 40% di quelle umane.

Le consulenze agli organi governativi e alle pubbliche amministrazioni nel campo della pericolosità sismica, vulcanica ed ambientale si esplicano attraverso pareri di natura strettamente tecnico-scientifica in merito alle azioni sociali da intraprendere nelle emergenze – si pensi, ad esempio, al possibile impatto delle eruzioni dell'Etna sul traffico aereo - nonché attraverso la produzione di elaborati da utilizzare come base per le formulazioni legislative – tra i quali spicca la Mappa di Pericolosità sismica completata nel 2004, nel quadro dell'Ordinanza 3274 PCM del 20 marzo 2003, relativa alla "Riclassificazione sismica del territorio italiano". Tale mappa è ormai diventata parte integrante della normativa per le costruzioni in zona sismica attraverso un nuovo atto legislativo congiunto del Dipartimento della Protezione Civile e del Ministero delle Infrastrutture (Norme Tecniche per le Costruzioni Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture - GU n.29 del 04/02/2008). Dati, elaborazioni e riferimenti normativi sono disponibili all'indirizzo: http://esse1.mi.ingv.it/. Complessivamente queste attività impegnano oltre il 30% delle risorse umane dell'INGV.

Sul piano delle ricerche di indiscussa valenza sociale va ricordato che l'INGV è il principale socio del Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC), una Società Consortile a Responsabilità Limitata che ha sede legale a Lecce e unità locali a Bologna, Venezia, Capua, Sassari e Milano. Il CMCC ha per oggetto la promozione e il coordinamento delle ricerche e delle diverse attività scientifiche e applicative nel campo dello studio dei cambiamenti climatici, favorendo anche collaborazioni tra Università, Enti di ricerca nazionali e internazionali, enti territoriali e il settore industriale.

Per concludere questa sezione vogliamo anche citare l'intensa opera svolta dai ricercatori dell'INGV per la formazione dei ricercatori e il trasferimento delle conoscenze scientifiche verso una vasta platea. Questa opera è rivolta non solo al mondo della ricerca nazionale e internazionale, alle istituzioni e alle amministrazioni nazionali e locali, ma anche al grande pubblico e a componenti importanti del mondo dell'industria. Per quanto riguarda l'interazione con il grande pubblico, è doveroso citare la partecipazione attiva e qualificata dell'INGV a numerose manifestazioni a diverse scale, come ad esempio la Settimana della Cultura Scientifica organizzata ogni anno dal MIUR. In alcuni casi le iniziative sono ideate, proposte e gestite direttamente dall'INGV, come nel caso della mostra "Terra: viaggio nel cuore del pianeta", che si svolge ogni anno a Roma. Per quanto riguarda l'interazione con il mondo produttivo e dell'industria, un valido esempio di attività svolta dall'INGV è l'organizzazione di corsi che vengono tenuti presso università, o corsi di master presso enti locali e altri corsi di alta formazione. Attività questa svolta a favore di un pubblico molto diversificato, che include studenti, liberi professionisti, insegnanti scolastici a vario livello, tecnici appartenenti ad istituzioni pubbliche ed enti locali e tecnici del mondo industriale, con particolare riferimento al settore energetico ed ambientale.

L'INGV svolge gran parte delle sue attività in stretta collaborazione con le grandi strutture nazionali ed europee che hanno il compito di indirizzare e coordinare gli interventi sulla ricerca scientifica. Un secondo canale di stretta collaborazione riguarda le strutture che svolgono attività nella valutazione e protezione dai rischi naturali. In primo luogo quindi l'INGV opera in stretta sinergia con il MIUR, il suo ministero vigilante, e con il Dipartimento della Protezione Civile.

V. Risorse umane

1. Dotazione organica al 31 dicembre 2011

La dotazione organica attuale dell'INGV (Tabella 1), come da Delibera CD N. 6.1.3.09/A del 17/06/2009 approvata da UPPA con nota n. 38626 del 15/09/2009 e da IGOP con nota n. 98365 del 22/09/2009 e modificata in automatico a seguito della applicazione degli artt. 52 e 65 del CCNL 2002-2005, è di 582 posti di ruolo (a tempo indeterminato), così ripartiti per profili professionali e livelli retributivi:

Tabella 1 – Dotazione organica al 31 dicembre 2011.

Profilo	Dotazione organica
Dirigente Amministrativo	3
Parziale Dirigenti	***3***
Dirigente di Ricerca	48
Primo Ricercatore	81
Ricercatore	103
Parziale Ricercatori	***232***
Dirigente Tecnologo	13
Primo Tecnologo	29
Tecnologo	57
Parziale Tecnologi	***99***
EP	1
Parziale EP	***1***
CTER	162
Parziale Tecnici specializzati	***162***
Funzionario Amministrativo	6
Collaboratore Amministrativo	24
Operatore Amministrativo	8
Parziale Amministrativi	***38***
Operatori tecnici	47
Parziale altro personale	***47***
Totale posti di ruolo	***582***

2. Situazione del personale di ruolo in servizio al 31 dicembre 2011

Come dettagliato in Tabella 2, alla data del 31 dicembre 2011 risultano in servizio 558 dipendenti con contratto a tempo indeterminato (di ruolo). Restano pertanto disponibili nella pianta organica 24 posti organici, come si evince anche dalla tabella che segue:

Tabella 2 – Consistenza del personale di ruolo al 31 dicembre 2011.

Profilo	Dotazione organica	Personale in servizio	Vacanze organiche
Dirigente	3	3	-
Parziale Dirigenti	**3**	**3**	**-**
Dirigente di Ricerca	48	45	3
Primo Ricercatore	81	81	-
Ricercatore	103	99	4
Parziale Ricercatori	***232***	***225***	***7***
Dirigente Tecnologo	13	13	-
Primo Tecnologo	29	28	1
Tecnologo	57	55	2
Parziale Tecnologi	***99***	***96***	***3***
EP	1	1	-
Parziale EP	***1***	***1***	***-***
CTER	162	155	7
Parziale Tecnici specializzati	***162***	***155***	***7***
Funzionario Amministrativo	6	6	-
Collaboratore Amministrativo	24	22	2

Operatore Amministrativo	8	7	1
Parziale Amministrativi	***38***	***35***	***3***
Operatore Tecnico	47	43	4
Parziale altro personale	***47***	***43***	***4***
Totale personale di ruolo	***582***	***558***	***24***

Per quanto concerne il personale con contratto a tempo determinato (non di ruolo), si deve distinguere tra personale con oneri a carico di fondi istituzionali e personale con oneri a carico di fondi esterni.

Secondo questa classificazione abbiamo:

- 182 dipendenti con contratto a tempo determinato con oneri a carico dei fondi istituzionali;
- 91 dipendenti con contratto a tempo determinato con oneri a carico di fondi "esterni".

Complessivamente, sono in servizio (alla data del 31/12/2011):
- 558 dipendenti con contratto a tempo indeterminato, su una dotazione organica di complessivi 582 posti;
- 273 dipendenti con contratto a tempo determinato (di cui 182 con oneri a carico del Bilancio dell'ente e 91 con oneri a carico di fondi esterni),

per un totale di 831 unità di personale dipendente.

Nell'ambito di tale consistenza organica generale, i dirigenti amministrativi sono 3 (tutti di II fascia) di cui uno in aspettativa senza assegni, i ricercatori sono 331 (dei quali 45 di I livello, 81 di II livello e 205 di III livello - nel computo sono ricompresi i 19 ricercatori del ruolo a esaurimento ex D.Lgs. n. 381/'99 in servizio presso la Sezione di Napoli), i tecnologi sono 158 (dei quali 13 di I livello, 30 di II livello e 115 di III livello), i tecnici specializzati (CTER) sono 223, mentre le restanti 116 unità di personale hanno profili amministrativi o di supporto o (in un caso, presso la Sezione di Napoli) qualifiche proprie del Comparto Università.

Tabella 3 – Situazione globale personale di ruolo ripartito per sezioni (aggiornato al 31 dicembre 2011).

Profilo	**AC**	**CNT**	**RM1**	**RM2**	**NA-OV**	**CT**	**PA**	**MI**	**BO**	**PI**	**Totale**
Dirigente	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3
Parziale Dirigenti	***2***	***-***	***-***	***-***	***1***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***3***
Dirigente di Ricerca	1	6	9	8	5	5	2	1	3	3	43
Geofisico Ordinario	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
Primo Ricercatore	-	13	18	9	8	10	5	6	3	8	80
Geofisico Associato	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Ricercatore	3	11	20	10	3	12	6	3	10	5	83
Ricercatore Geofisico	-	1	1	-	14	-	-	-	-	-	16
Parziale Ricercatori	***4***	***31***	***48***	***27***	***32***	***27***	***13***	***10***	***17***	***16***	***225***
Dirigente Tecnologo	-	6	2	3	2	-	-	-	-	-	13
Primo Tecnologo	-	4	7	5	2	3	-	3	3	1	28
Tecnologo	6	8	5	1	21	5	2	2	3	2	55
Parziale Tecnologi	***6***	***18***	***14***	***9***	***25***	***8***	***2***	***5***	***6***	***3***	***96***
Parziale EP	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Parziale EP	***-***	***-***	***-***	***-***	***1***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***1***
CTER IV	8	18	10	6	9	5	3	1	-	-	60
CTER V	20	22	4	5	11	9	2	-	3	3	79
CTER VI	3	2	1	3	-	4	1	-	2	-	16
Parziale Tecnici	***31***	***42***	***15***	***14***	***20***	***18***	***6***	***1***	***5***	***3***	**155**
Funzionario IV	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	4
Funzionario V	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2
Collaboratore Amministrativo V	2	-	-	-	4	-	-	-	-	-	6
Collaboratore Amministrativo VI	3	-	-	1	-	3	-	1	-	-	8
Collaboratore Amministrativo VII	1	-	1	-	2	2	1	-	1	-	8
Operatore Amministrativo VII	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Operatore Amministrativo VIII	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	5
Parziale Amministrativi	***13***	***-***	***1***	***1***	***9***	***7***	***2***	***1***	***1***	***-***	***35***
Operatore Tecnico VI	6	1	-	2	5	2	1	-	-	-	17
Operatore Tecnico VII	5	5	1	2	-	-	-	-	-	-	13
Operatore Tecnico VIII	4	2	1	1	1	2	1	-	1	-	13
Parziale altro personale	***15***	***8***	***2***	***5***	***6***	***4***	***2***	***-***	***1***	***-***	***43***
Totale	**71**	**99**	**80**	**56**	**94**	**64**	**25**	**17**	**30**	**22**	**558**

Tabella 4 – Situazione globale personale non di ruolo ripartito per sezioni (aggiornato al 31 dicembre 2011).

Profilo	AC	CNT	RM1	RM2	NA-OV	CT	PA	MI	BO	PI	Totale
Ricercatore	-	27	26	17	4	14	3	3	10	2	106
Parziale Ricercatori	***-***	***27***	***26***	***17***	***4***	***14***	***3***	***3***	***10***	***2***	***106***
Primo Tecnologo	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2
Tecnologo	3	6	7	7	4	11	7	1	11	3	60
Parziale Tecnologi	***3***	***6***	***7***	***8***	***4***	***11***	***8***	***1***	***11***	***3***	**62**
CTER IV	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	2
CTER VI	2	16	7	7	5	9	10	3	6	1	66
Parziale Tecnici	***2***	***17***	***7***	***7***	***5***	***10***	***10***	***3***	***6***	***1***	***68***
Funzionario Amministrativo V	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Collaboratore Amministrativo VII	6	-	-	1	1	1	7	1	-	-	17
Operatore Amministrativo VIII	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Parziale Amministrativi	***9***	***-***	***1***	***1***	***1***	***1***	***7***	***1***	***-***	***-***	***21***
Operatore Tecnico VIII	3	3	1	4	1	-	3	1	-	-	16
Parziale altro personale	***3***	***3***	***1***	***4***	***1***	***-***	***3***	***1***	***-***	***-***	***16***
Totale	**17**	**53**	**42**	**37**	**15**	**36**	**31**	**9**	**27**	**6**	**273**

Tabella 5 – Consistenza globale personale in servizio e non (aggiornato al 31 dicembre 2011).

Condizione	AC	CNT	RM1	RM2	NA-OV	CT	PA	MI	BO	PI	Totale
Totale dipendenti	88	152	122	93	109	100	56	26	57	28	831
Comandati presso altre amministrazioni	2	3	1	-	-	-	-	-	7	1	14
Congedo temporaneo	2	-	2	-	1	-	-	2	-	-	7
Dipendenti in servizio effettivo	**84**	**149**	**119**	**93**	**108**	**100**	**56**	**24**	**50**	**27**	**810**

Al personale dipendente si aggiungono, infine, 60 incaricati di ricerca, 7 titolari di borse di studio, 77 titolari di assegni di ricerca, 23 dottorandi, 8 titolari di contratti di collaborazione UE, 4 unità di personale dipendente da altre amministrazioni in regime di comando presso l'INGV, oltre a 2 portieri di stabili, per un totale di 991 unità di personale complessivamente coinvolte nelle attività dell'ente e ripartite tra le sezioni nelle quali l'INGV si articola:

Tabella 6 – Altro personale non appartenente alle categorie precedenti (aggiornato al 31 dicembre 2011).

Tipologia	AC	CNT	RM1	RM2	NA-OV	CT	PA	MI	BO	PI	Totale
Portieri	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
Assegnisti	-	7	14	15	7	15	8	2	5	4	77
Borsisti	-	2	2	1	-	1	-	1	-	-	7
Dottorandi	-	5	4	4	-	3	1	-	1	5	23
Co.Co.Co.	-	-	4	1	-	-	-	-	3	-	8
Incaricati di Ricerca	1	3	11	11	12	3	9	-	2	8	60
Personale comandato c/o INGV	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Totale	**4**	**19**	**35**	**32**	**19**	**22**	**18**	**3**	**12**	**17**	**181**

Tabella 7 – Totale risorse umane (aggiornato al 31 dicembre 2011).

	AC	CNT	RM1	RM2	NA-OV	CT	PA	MI	BO	PI	Totale
Totale	**88**	**168**	**154**	**125**	**127**	**122**	**74**	**27**	**62**	**44**	**991**

VI. Tabella riepilogativa dei Progetti e Convenzioni attivi nel 2011

Viene fornito un elenco dei Progetti e delle Convenzioni attivi durante il 2011. Attraverso i codici identificativi indicati tra parentesi quadre è possibile mettere in relazione ogni progetto o convenzione con l'Obiettivo Specifico che ha beneficiato dei relativi fondi nel 2011 (si veda in proposito il successivo Capitolo VII e la sezione "Schede per Obiettivo Specifico" di questo documento).

Segue una breve descrizione delle voci che compaiono nella tabella.

Progetto o Convenzione: **identificativo numerico e denominazione**. Si tratta di un codice numerico di due o tre cifre posto tra parentesi quadre, di un ulteriore codice numerico e di un acronimo o nome breve che identificano univocamente una delle Unità di Ricerca – o l'unica Unità di Ricerca - di un Progetto o una Convenzione. Si noti che i progetti più grandi vengono presentati suddivisi in Unità di Ricerca (UR), che a seconda dei casi ricalcano quelle già previste nel progetto originario ovvero sono state identificate come "sottoprogetti" dall'INGV stesso. Per ogni Unità di Ricerca è indicato il Ricercatore o Tecnologo INGV che ne è responsabile.

Ente sovventore. Viene indicato per esteso o con un acronimo il soggetto giuridico, pubblico o privato, che fornisce le risorse finanziarie per il dato Progetto o Convenzione. Nel caso di attività a carico del Ministero dell'Università e della Ricerca viene specificato anche il tipo di fondo o strumento di finanziamento utilizzato (ad esempio FIRB, PON, etc.).

Obiettivo/i Specifico/i di riferimento. Identifica uno o più Obiettivi Specifici a cui il Progetto o Convenzione apporta risorse finanziarie e umane. Il legame viene stabilito sulla base di affinità culturali e disciplinari per i progetti a carettere più strettamente scientifico, o sulla base di criteri operativi e organizzativi per quelli di natura eminentemente tecnologica e applicativa.

Finanziamento 2011. Il finanziamento esposto è quello valido per l'intero 2011. Ciò vuol dire che per Progetti o Convenzioni di durata maggiore dei soli 12 mesi del 2011 è stata considerata la frazione del finanziamento rappresentativa della quota di competenza per l'anno in esame. Nel caso di Progetti o Convenzioni che si sono conclusi nel 2010 è stato riportato solo il finanziamento relativo ai mesi residui dell'ultima annualità. Analogamente si è proceduto nel caso di Progetti o Convenzioni iniziati nel 2011.

Finanziamento 2011 per OS. Per i Progetti o Convenzioni che fanno riferimento a più di un Obiettivo Specifico indica la quota parte di finanziamento che assegnata a ciascun OS.

Costo del personale. Indica il costo complessivo per il 2011 del personale a contratto assunto su fondi del dato Progetto o Convenzione. Si noti che in alcuni casi i costi di personale superano l'ammontare del finanziamento. Di norma questo significa che il responsabile del progetto ha ottenuto dall'Amministrazione Centrale una anticipazione sui fondi che il progetto otterrà, presumibilmente nelle annualità successive.

Costo del personale per OS. Voce del tutto analoga a quella relativa al "Finanziamento 2011 per OS".

Per ulteriori dettagli è possibile consultare direttamente la banca dati dei progetti e convenzioni, attivi o già conclusi: https://magma.ingv.it/ProgUff/stp_progettoufficiale.php (si noti però che il sito è accessibile solo dall'interno della rete informatica INGV).

Progetto/Convenzione	Ente sovventore	Obiettivo/i Specifico/i di riferimento	Finanziamento 2011	Finanziamento 2011 per OS	Costo del personale	Costo del personale per OS
[86] STOGIT - Monitoraggio Cortemaggiore - UR10 (Test di iniezione di CO2 in un livello del giacimento di Cortemaggiore: Monitoraggio dei gas del suolo e degli acquiferi superficiali - resp.: F. Quattrocchi)	STOGIT S.p.A.	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	62.068,97	62.068,97	19.000,00	19.000,00
[90] SEADATANET - UR1 (A Pan-European Infrastructure for Ocean and Marine Data Management - resp.: N. Pinardi)	EC	4.6. Oceanografia operativa per la valutazione dei rischi in aree marine	9.937,50	9.937,50	4.750,00	4.750,00
[99] Regione Piemonte-Nizza-Monferrato 2003 - UR10 (Regione Piemonte-Nizza-Monferrato 2003 - resp.: F. Quattrocchi)	Regione Piemonte	2.4. Laboratori di geochimica dei fluidi (TTC)	38.742,51	38.742,51	0,00	0,00

[99] Regione Piemonte-Nizza-Monferrato 2003 – UR20 (Regione Piemonte-Nizza-Monferrato 2003 - resp.: R. Favara)	Regione Piemonte	2.4. Laboratori di geochimica dei fluidi (TTC)	0,00	0,00	39.583,00	39.583,00
[101] ESONET - UR1 (European Seafloor Observatory NETwork - resp.: P. Favali)	EC	1.8. Osservazioni di geofisica ambientale	10.053,34	5.026,67	2.667	1.333,50
		2.5. Laboratorio per lo sviluppo di sistemi di rilevamento sottomarini		5.026,67		1.333,50
[131] ASI-OLIMPO - UR10 (Attivita' per il programma OLIMPO - resp.: G. Romeo)	Università di Roma La Sapienza - Dip. Fisica	1.8. Osservazioni di geofisica ambientale	6.572,81	3.286,40	0,00	0,00
		3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale		3.286,40		0,00
[134] ASI-BOOMERANG - UR10 (Attivita' per la missione B2K5 del programma BOOMERANG - resp.: G. Romeo)	Università di Roma La Sapienza - Dip. Fisica	3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale	3.749,41	3.749,41	0,00	0,00
[147] CONV. MIN. ESTERI - DOTT. MASSIMO CHIAPPINI - UR1 Chiappini Massimo ("Convenzione tra INGV e Ministero degli Affari Esteri per attività previste dal Trattato sulla Messa al Bando Totale degli Esperimenti Nucleari" - resp.: M. Chiappini)	MAE	5.7. Consulenza in favore di istituzioni nazionali e attività nell'ambito di trattati internazionali	160.875,00	160.875,00	142.529,00	142.529,00
[255] RIVARA MODENA - UR1 (Studio sul background di degassamento naturale del sito di stoccaggio gas naturale di Rivera Modena - resp.: F. Quattrocchi)	IGM srl	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	8.717,95	4.358,97	0,00	0,00
		4.5. Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi		4.358,97		0,00
[255] RIVARA MODENA - UR20 (Studio sul background di degassamento naturale del sito di stoccaggio gas naturale di Rivera Modena - resp.: A. Sciarra)	IGM srl	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	3.663,00	1.831,50	35.667,00	17.833,50
		4.5. Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi		1.831,50		17.833,50
[256] LOTHAR - UR10 - LOTHAR - FATT LOTHAR-FATT Studio di fattibilità di un radar HF ad onda ionosferica per la sorveglianza del mediterraneo, con caratteristiche LPI - resp.: B. Zolesi)	CNIT	3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale	9.389,76	9.389,76	39.888,00	39.888,00
[312] PQ SORV. SICILIA - UR10 (Programma Quadro per l'attuazione del programma triennale della sorveglianza sismica e vulcanica in Sicilia - resp.: D. Patané)	DPC - Regione Sicilia	1.1. Monitoraggio sismico del territorio nazionale (TTC)	1.265.571	632.785,95	383.261,00	191.630,50
		1.5. Sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani (TTC)		632.785,95		191.630,50
[312] PQ SORV. SICILIA - UR20 (Programma Quadro per l'attuazione del programma triennale della sorveglianza sismica e vulcanica in Sicilia - resp.: R. Favara)	DPC - Regione Sicilia	1.2. Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche attive (TTC)	887.737,30	887.737,30	15.852,00	15.852,00

[312] PQ SORV. SICILIA - UR30 (Programma Quadro per l'attuazione del programma triennale della sorveglianza sismica e vulcanica in Sicilia - resp.: B. Zolesi)	DPC - Regione Sicilia	2.6. Laboratorio di gravimetria, magnetismo ed elettromagnetismo in aree attive (TTC)	77.513,51	77.513,51	45.916,00	45.916,00
[314] CIRCE - UR10 (Climate Change and Impact Research: Mediterranean Environment - resp.: A. Navarra)	EC	3.7. Dinamica del clima e dell'oceano	35.230,59	35.230,59	25.582,00	25.582,00
[320] Dati oceanografici - ENI - UR10 (Fornitura dati oceanografici previsionali - resp.: N. Pinardi)	ENI	3.7. Dinamica del clima e dell'oceano	102.033,90	51.016,95	27.851,00	13.925,50
		4.6. Oceanografia operativa per la valutazione dei rischi in aree marine		51.016,95		13.925,50
[324] SESAME - UR10 (Southern European Seas: Assessing and Modelling Ecosystem Changes - resp.: M. Vichi)	EC	3.7. Dinamica del clima e dell'oceano	12.740,74	6.370,37	0,00	0,00
		4.6. Oceanografia operativa per la valutazione dei rischi in aree marine		6.370,37		0,00
[326] ANKARA - UR10 (Valutazione e Riduzione del Rischio Sismico di Grandi Opere Infrastrutturali - resp.: M. Cocco)	MIUR/FIRB	4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica	2.317,83	1.158,92	3.167,00	1.583,50
		4.2. Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale (TTC)		1.158,92		1.583,50
[329] ASI SRV - UR10 (Progetto Pilota Sistema Rischio Vulcanico - resp.: M.F. Buongiorno)	ASI	1.5. Sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani (TTC)	185.279,06	92.639,53	0,00	0,00
		1.10. Telerilevamento (TTC)		92.639,53		0,00
[341] SEI - SALINE IONICHE - UR10 (Studio di fattibilità per lo stoccaggio geologico di CO2 nei dintorni del polo energetico di Saline Ioniche (RC) - resp.: F. Quattrocchi)	SEI S.p.A.	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	50.847,46	50.847,46	58.260,00	58.260,00
[347] SIGRIS - UR10 (Sistema di osservazione spaziale per la gestione del rischio sismico - resp.: S. Salvi)	ASI	1.10. Telerilevamento (TTC)	42.530,93	21.265,46	28.000,00	14.000,00
		4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale		21.265,46		14.000,00
[357] MIAVITA - UR10 (Mitigate and assess risk from volcanic impact in terrain and human activities - resp.: M.F. Buongiorno)	EC	1.3. Sorveglianza geodetica delle aree vulcaniche attive (TTC)	97.959,18	48.979,59	4.750,00	2.375,00
		1.10. Telerilevamento (TTC)		48.979,59		2.375,00
[358] TERRAFIRMA - UR10 (Geohazard risk management services - resp.: S. Stramondo).	ESA	1.10. Telerilevamento (TTC)	27.047,08	13.523,54	40.417,00	20.208,50
		4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale		13.523,54		20.208,50
[364] USEMS - UR10 (USEMS-Uncovering the Secrets of an Earthquake: Multydisciplinary Study of Physico-Chemical Processes During the Seismic Cycle - resp.: A. Piersanti)	EC	2.3. Laboratori di chimica e fisica delle rocce (TTC)	398.400,00	199.200,00	191.060,00	95.530,00
		3.1. Fisica dei terremoti		199.200,00		95.530,00
		4.3. Scenari di pericolosità vulcanica (TTC)		8.520,00		non disponibile

[380] SARAS - UR10 (Studio di fattibilita' per lo stoccaggio geologico di CO2 nei dintorni della Raffineria SARAS in Sardegna - resp.: F. Quattrocchi)	SARAS S.p.A.	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	18.126,89	18.126,89	27.851,00	27.851,00
[381] ASSESS - GALADINI - UR10 (ASSESS - CARATTERISTICHE CINEMATICHE DELLE FAGLIE ATTIVE MEDIANTE INDAGINI GEOMORFOLOGICHE E PALEOSISMOLOGICHE - resp.: F. Galadini)	INOGS	3.2. Tettonica attiva	8.912,04	8.912,04	30.083,00	30.083,00
[383] ENEL PORTO TOLLE - UR10 (Individuazione di siti idonei al confinamento geologico della CO2 prodotta dagli impianti di generazione elettrica ENEL nell'area dell'Alto Adriatico - resp.: F. Quattrocchi)	ENEL PRODUZIONE S.p.A. - RICERCA	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	53.248,81	53.248,81	23.750,00	23.750,00
[384] MASTER RISCHIO AMBIENTALE - UR10 (Master in Analisi, Monitoraggio e Mitigazione del Rischio Ambientale - resp.: C. Del Negro).	Universita' degli Studi di Catania	3.8. Geofisica per l'ambiente	3.094,78	1.547,39	15.833,00	7.916,50
		4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale		1.547,39		7.916,50
[387] PROBA - UR10 (PROSPEZIONE ORDIGNI BASSO ADRIATICO - resp.: C. Carmisciano)	Regione Puglia	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	98.802,53	98.802,53	0,00	0,00
[388] MYOCEAN - UR10 (Development and pre-operational validation of GMES Marine Core Services - resp.: N. Pinardi)	EC	4.6. Oceanografia operativa per la valutazione dei rischi in aree marine	335.327,28	335.327,28	455.700,00	455.700,00
[389] SHARE - UR10 (Seismic Hazard Harmonization in Europe - resp.: G. Valensise)	EC	3.2. Tettonica attiva	122.733,33	61.366,67	175.174,00	87.587,00
		4.2. Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale (TTC)		61.366,67		87.587,00
[392] EMSO - UR10 (EMSO - European Multidisciplinary Seafloor Observation - resp.: P. Favali)	EC	2.5. Laboratorio per lo sviluppo di sistemi di rilevamento sottomarini	174.019,88	174.019,88	20.583,00	20.583,00
[396] SORVEGLIANZA GEOCHIMICA REGIONE PIEMONTE - UR10 (Attivita' di monitoraggio geochimico per lo studio dell'attivita' sismica nell'area di Nizza-Monferrato (AT) - resp.: G. Galli)	Regione Piemonte	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	6.993,01	3.496,50	0,00	0,00
		4.5. Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi		3.496,50		0,00
[398] RIDUZIONE RISCHIO EMISSIONE GAS REGIONE LAZIO - UR10 (Verifica efficacia delle operazioni di messa in sicurezza a Cava dei Selci (Marino) e valutazione pericolosita' emissione gas endogeni area Colli Albani, provincia di Viterbo, lago di Posta Fibreno (Frosinone) e Parco della Mola - resp.: M.L. Carapezza)	Regione Lazio	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	62.912,88	31.456,44	23.778,00	11.889,00
		4.5. Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi		31.456,44		11.889,00
[399] STeGE - UR10 (The application of soil gas technique to geothermal exploration: study of “hidden” potential geothermal systems - resp.: N. Voltattorni)	Universidad Autónoma de México	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	12.605,04	6.302,52	11.889,00	5.944,50
		4.5. Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi		6.302,52		5.944,50
[401] ASSESS - UR10 (Studio della sismicità storica per la realizzazione di un archivio storico macrosismico avanzato per il Friuli - resp.: R. Camassi)	Regione Friuli Venezia Giulia	5.1. Banche dati e metodi macrosismici (TTC)	4.638,55	4.638,55	0,00	0,00

[402] Convenzione Agenzia Protezione Civile ER-INGV - UR10 (Conv. quadro quinquennale tra l'Agenzia Regionale di Protezione Civile e INGV per il supporto tecnico, scientifico ed informativo nelle attività di protezione civile di competenza regionale - resp.: R. Camassi)	Agenzia Regionale di Protezione Civile - Regione Emilia Romagna	4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica	13.843,65	6.921,82	19.000,00	9.500,00
		4.2. Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale (TTC)		6.921,82		9.500,00
[402] Convenzione Agenzia Protezione Civile ER-INGV - UR10 (Conv. quadro quinquennale tra l'Agenzia Regionale di Protezione Civile e INGV per il supporto tecnico, scientifico ed informativo nelle attività di protezione civile di competenza regionale - resp.: M. Cattaneo)	Agenzia Regionale di Protezione Civile - Regione Emilia Romagna	4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica	13.029,32	6.514,66	0,00	0,00
		4.2. Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale (TTC)		6.514,66		0,00
[404] Dati Gravimetrici -ENI - UR10 (Acquisizione dati gravimetrici continui - resp.: C. Del Negro)	ENI	3.8. Geofisica per l'ambiente	81.407,04	81.407,04	0,00	0,00
[406] HYPOX - UR10 (In situ monitoring of oxygen depletion in hypoxic ecosystems of coastal and open seas, and land-locked water bodies - resp.: G. Etiope)	EC	4.5. Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi	76.680,00	76.680,00	17.055,00	17.055,00
[409] LOTHAR-FATT - UR10 (Studio di fattibilità di un radar HF ad onda ionosferica per la sorveglianza del mediterraneo, con caratteristiche LPI - resp.: B. Zolesi)	CNIT	3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale	35.211,27	35.211,27	0,00	0,00
[412] SAFER Buongiorno - UR10 (SERVICES AND APPLICATIONS FOR EMERGENCY RESPONSE - resp.: M.F. Buongiorno)	EC	1.10. Telerilevamento (TTC)	152.533,33	76.266,67	128.362,00	64.181,00
		4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale		76.266,67		64.181,00
[416] STOGIT - UR10 (REALIZZAZIONE DI UN MONITORAGGIO DELLA MICROSISMICITA' NATURALE E/O INDOTTA NELL'AREA POOL A DEL GIACIMENTO DI CORTEMAGGIORE NELL'AMBITO DEL PROGETTO PILOTA DI CAMPO - resp.: P. Augliera)	STOGIT S.p.A.	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	100.000,00	100.000,00	12.000,00	12.000,00
[419] Convenzione Comune Colli a Volturno: Osservatorio Ambientale permanente della Biodiversità (dr.Milano) - UR10 (Osservatorio Ambientale permanente della Biodiversità Comune di Colli a Volturno - RESP.: G. Milano)	Comune di Colli a Volturno	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	17.793,59	17.793,59	0,00	0,00
[423] QUEST - UR10 (Quantitative Estimation of Earth's Seismic Sources and Structures -resp.: A. Morelli)	EC	3.3. Geodinamica e struttura dell'interno della Terra	80.510,98	80.510,98	44.579,00	44.579,00
[424] SAVAA - UR10 (Support to aviation for volcanic ash avoidance - resp.: M.F. Buongiorno)	ESA	1.10. Telerilevamento (TTC)	22.222,22	22.222,22	51.163,00	51.163,00
[428] LEICA INGV - UR10 (Convenzione quadro tra Ingv e Leica - resp.: M. Mattia)	LEICA Geosystems S.p.A.	1.9. Rete GPS nazionale	6.587,37	6.587,37	19.000,00	19.000,00

[429] ENI - DATI OPEN - UR10 (Acquisizione ed elaborazione dati gravimetrici/Gradiometrici e Magnetometrici - resp.: C. Carmisciano)	ENI	3.8. Geofisica per l'ambiente	392.857,14	392.857,14	206.557,00	72.763,00
[429] ENI - DATI OPEN - UR20 (Acquisizione ed elaborazione dati gravimetrici/Gradiometrici e Magnetometrici - resp.: G. Iannaccone)	ENI	3.8. Geofisica per l'ambiente	22.857,14	22.857,14	0,00	0,00
[429] ENI - DATI OPEN – UR30 (Acquisizione ed elaborazione dati gravimetrici/Gradiometrici e Magnetometrici - resp.: G. Iannaccone)	ENI	3.8. Geofisica per l'ambiente	39.500,00	39.500,00	0,00	0,00
[430] GEISER - UR10 (Geothermal Engineering Integrating Mitigation of Induced Seismicity in Reservoirs - resp.: De Natale)	EC	3.6. Fisica del vulcanismo	143.042,86	47.680,95	89.163,00	29.721,00
		4.3. Scenari di pericolosità vulcanica (TTC)		47.680,95		29.721,00
		4.5. Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi		47.680,95		29.721,00
[431] TERRA DINAMICA - UR10 (Il pianeta si racconta, un percorso geofisico illustrato da DVD multimediali - resp.: D. Di Mauro)	MIUR	5.9. Formazione e informazione	5.800,00	5.800,00	0,00	0,00
[432] DS3F - UR10 (The Deep Sea & Sub-Seafloor Frontier - resp.: A. De Santis)	EC	2.5. Laboratorio per lo sviluppo di sistemi di rilevamento sottomarini	32.000,00	32.000,00	0,00	0,00
[433] CIGALA - UR10 (Concept for Ionospheric-Scintillation Mitigation for Professional GNSS in Latin America - resp.: G. De Franceschi)	EC	3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale	40.490,50	40.490,50	43.593,00	43.593,00
[435] SAGA-4-EPR - UR10 (SAtellite/seafloor/Ground data Analyses for Earthquake Pattern Recognition - resp.: A. De Santis)	MAE	3.1. Fisica dei terremoti	20.000,00	20.000,00	9.500,00	9.500,00
[436] PRIN 2008 - SIM-MAG - UR10 (Orientamento magnetico negli uccelli: magnetorecezione, regioni cerebrali coinvolte nell'elaborazione degli stimoli magnetici e ruolo dei parametri geomagnetici nella navigazione - resp.: A. De Santis)	MIUR	3.4. Geomagnetismo	11.500,00	11.500,00	9.500,00	9.500,00
[437] Progetto riduzione rischio sismico - UR10 ("Tutte je munne trèma....Je no!" Formazione e Informazione nelle scuole della provincia di Frosinone - resp.: C. Nostro)	Regione Lazio	5.9. Formazione e informazione	4.761,90	4.761,90	0,00	0,00
[438] RISMED-WALL UR10 - sub progetto WALL (Water and land legacy - lotta alla desertificazione: tecniche locali per un uso efficiente della risorsa idrica e del suolo; uso sostenibile delle falde acquifere e coinvolgimento degli attori locali nel miglior utilizzo delle risorse - resp.: C.E. Gagliano)	Osservatorio Interregionale per la Cooperazione allo Sviluppo	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	126.754,78	126.754,78	0,00	0,00

[441] RISKNAT - UR10 (Attività tecnico scientifica nell'ambito Operativo di Cooperazione Transfrontaliera ALCOTRA 2007-2013 - Progetto Strategico Transfrontaliero sui rischi naturali (RISKNAT) - Volet C, Attività 6 - resp.: G. Di Capua)	Regione Piemonte	4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica	2.426,47	2.426,47	0,00	0,00
[442] FIEL-VOLCAN - UR10 (Osservazioni di campo, strumentali e studi sperimentali applicati a prevenire i disastri vulcanici: sviluppo di strumenti e metodi innovativi per lo studio dell'attività vulcanica - resp.: S. Inguaggiato)	Fondo de Cooperacion Internacional en Ciencia y Tecnologia Union Europea-México	1.2. Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche attive (TTC)	3.641,22	1.213,74	0,00	0,00
		2.4. Laboratori di geochimica dei fluidi (TTC)		1.213,74		0,00
		4.3. Scenari di pericolosità vulc		1.213,74		0,00
[442] FIEL-VOLCAN - UR20 (Osservazioni di campo, strumentali e studi sperimentali applicati a prevenire i disastri vulcanici: sviluppo di strumenti e metodi innovativi per lo studio dell'attività vulcanica - resp.: J. Taddeucci)	Fondo de Cooperacion Internacional en Ciencia y Tecnologia Union Europea-México	1.2. Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche attive (TTC)	2.740,49	913,50	0,00	0,00
		2.4. Laboratori di geochimica dei fluidi (TTC)		913,50		0,00
		4.3. Scenari di pericolosità vulc		913,50		0,00
[443] PRIN 2008 - Prot.n. 2008LFPRFC-002-Orsi - UR10 (PRIN 2008: Ricostruzione di eruzioni complesse dei Campi Flegrei e di Ischia. - resp.: G. Orsi)	MIUR/PRIN	4.3. Scenari di pericolosità vulcanica (TTC)	17.500,00	17.500,00	14.250,00	14.250,00
[444] PRIN 2008 - Prot.n. 2008S89Y8R_002-Chiodini - UR10 (Progetto Prin 2008:Osservazione multidisciplinare e modellazione fisica del processo di degassamento terrestre - resp.: G. Chiodini)	MIUR/PRIN	4.5. Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi	14.000,00	14.000,00	0,00	0,00
[446] SIMPAS - POR - De Natale - UR10 (SIMPAS - Sistemi Innovativi di misura per la protezione dell'ambiente e della salute - resp.: G. De Natale)	Regione Toscana	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	84.000,00	84.000,00	8.708,00	8.708,00
[447] Fondi MEF - Decreto 48528 del 9/6/2010 e 5164 del 25/02/2010 - UR10 (Contributi MEF a valere sul Fondo per la tutela dell'ambiente e lo sviluppo del territorio - resp.: B. Cantucci)	MEF	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	65.537,77	65.537,77	0,00	0,00
[447] Fondi MEF - Decreto 48528 del 9/6/2010 e 5164 del 25/02/2010 - UR20 (Contributi MEF a valere sul Fondo per la tutela dell'ambiente e lo sviluppo del territorio - resp.: R. Favara)	MEF	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	118.032,79	118.032,79	54.131,00	54.131,00
[448] MAMMA - UR10 (Magma Ascent Mathematical Modelling and Analysis - resp.: A. Neri)	EC	3.6. Fisica del vulcanismo	81.828,73	40.914,36	73.349,00	36.674,50
		4.3. Scenari di pericolosità vulcanica (TTC)		40.914,36		36.674,50
[449] ZEPT ENEL - UR10 (ZEPT ENEL monitoraggio CO2 storage - resp. : F. Quattrocchi)	ENEL PRODUZIONE S.p.A. - GEM/A.T.RICERCA	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	55.130,17	27.565,08	0,00	0,00
		4.5. Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi		27.565,08		0,00

[451] FIRB Selva - UR10 (QUANTIFICAZIONE DEL MULTI-RISCHIO CON APPROCCIO BAYESIANO: UN CASO STUDIO PER I RISCHI NATURALI DELLA CITTA' DI NAPOLI - resp.: J. Selva)	MIUR	4.2. Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale (TTC)	122.862,33	40.954,11	77.556,00	25.852,00
		4.3. Scenari di pericolosità vulcanica (TTC)		3.412,84		25.852,00
		4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale		3.412,84		25.852,00
[451] FIRB Selva - UR20 (QUANTIFICAZIONE DEL MULTI-RISCHIO CON APPROCCIO BAYESIANO: UN CASO STUDIO PER I RISCHI NATURALI DELLA CITTA' DI NAPOLI - resp.: L. Faenza)	MIUR	4.2. Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale (TTC)	80.671,00	26.890,33	5.945,00	1.981,67
		4.3. Scenari di pericolosità vulcanica (TTC)		26.890,33		1.981,67
		4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale		26.890,33		1.981,67
[453] Convenzione Parco delle Madonie - UR10 (Collaborazione svolta a sviluppare un modello scientifico professionalizzante rivolto allo studio dell'assetto geologico ed idrogeologico dell'area delle Madonie - resp.: F. Nigro)	Ente Parco delle Madonie	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	22.062,09	22.062,09	0,00	0,00
[454] PRIN 2008 - AshErupt - UR10 (Studio sperimentale della cristallizzazione sineruttiva e dell' alterazione di alta temperatura dei prodotti delle eruzioni dominate da emissione di cenere - resp.: M.N. Pompilio)	MIUR/PRIN	3.6. Fisica del vulcanismo	5.250,00	5.250,00	0,00	0,00
[455] Valutazione del rischio sismico territoriale - UR10 (Valutazione del rischio sismico territoriale - resp.: G. Di Capua)	EUCENTRE	4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica	7.862,07	7.862,07	0,00	0,00
[456] PRIN 2008 - Prot. n. 2008MC82JJ_002 - Scarlato - UR10 (PRIN 2008: Studio sperimentale dell'emissione di radon da parte di rocce sottoposte a stress meccanico e termico. Implicazione per la sorveglianza vulcanica e sismica - resp.: P. Scarlato)	MIUR/PRIN	2.3. Laboratori di chimica e fisica delle rocce (TTC)	18.750,00	6.250,00	19.000,00	6.333,00
		4.3. Scenari di pericolosità vulcanica (TTC)		6.250,00		6.333,00
		4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale		6.250,00		6.333,00
[457] GLASS - UR10 (GLASS - InteGrated Laboratories to investigate the mechanics of ASeismic vs. Seismic faulting - resp.: A. Piersanti)	EC	3.1. Fisica dei terremoti	254.880,00	254.880,00	57.662,00	57.662,00
[459] EPOS - UR10 (European Plate Observing System - resp.: M. Cocco)	EC	1.1. Monitoraggio sismico del territorio nazionale (TTC)	197.749,64	98.874,82	46.876,00	23.438,00
		3.3. Geodinamica e struttura dell'interno della Terra		98.874,82		23.438,00
[460] Progetto Irpinia - UR10 (Progetto Irpinia " Nei luoghi del terremoti.....23 novembre 1980/2010" - resp.: M. Pignone)	Gruppo Banca Popolare dell'Emilia Romagna Banca Campana S.p.A.	5.9. Formazione e informazione	8.571,43	8.571,43	0,00	0,00

[461] Convenzione Regione Marche 2010 - UR10 (Convenzione tra Regione Marche ed INGV per il supporto tecnico, scientifico ed informativo nelle attività di Protezione Civile di competenza regionale - Anno 2010 - resp.: G. Selvaggi)	Regione Marche	1.1. Monitoraggio sismico del territorio nazionale (TTC)	58.333,33	29.166,67	60.890,00	30.445,00
		4.2. Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale (TTC)		29.166,67		30.445,00
[462] CONVENZIONE CONSORGAS S.r.l. - INGV - UR10 (Analisi geochimiche e di subsidenza in prossimità del Pozzo Pieve S. Stefano 1 (PSS1) - resp.: T. Braun)	Società Consorgas S.r.l.	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	12.500,00	12.500,00	19.000,00	19.000,00
[464] AUTOSCALA - SRC - UR10 (AUTOSCALA SRC - Software per l'interpretazione automatica della traccia di uno ionogramma tramite un modello adattivo - resp.: M. Pezzopane)	POLISH ACADEMY OF SCIENCES - SPACE RESEARCH CENTRE	1.7. Osservazioni di alta e media atmosfera	8.000,00	4.000,00	0,00	0,00
		3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale		4.000,00		0,00
[465] GEM - UR10 (GEM - GLOBAL COMPONENTS "GLOBAL EARTHQUAKE HISTORY" - resp.: P. Albini)	GEM FOUNDATION	3.10. Storia e archeologia applicate alle Scienze della Terra	50.100,00	25.050,00	0,00	0,00
		4.2. Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale (TTC)		25.050,00		0,00
[466] Non Chiamarmi Terremoto - UR10 (Non chiamarmi terremoto. Percorsi di riflessione sulla prevenzione del rischio - resp.: R. Camassi)	MIUR	5.9. Formazione e informazione	13.125,00	13.125,00	0,00	0,00
[477] NERA - UR10 (Network of European Research Infrastructures for Earthquake Risk Assessment and Mitigation - resp.: A. Michelini)	EC	1.1. Monitoraggio sismico del territorio nazionale (TTC)	96.375,00	48.187,50	42.636,00	21.318,00
		4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica		48.187,50		21.318,00
[477] NERA - UR20 (Network of European Research Infrastructures for Earthquake Risk Assessment and Mitigation - resp.: A. Piatanesi)	EC	1.1. Monitoraggio sismico del territorio nazionale (TTC)	76.500,00	38.250,00	47.945,00	23.972,50
		4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica		38.250,00		23.972,50
[477] NERA - UR30 (Network of European Research Infrastructures for Earthquake Risk Assessment and Mitigation - resp.: L. Luzi)	EC	1.1. Monitoraggio sismico del territorio nazionale (TTC)	13.125,00	6.562,50	0,00	0,00
		4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica		6.562,50		0,00
[478] INGV - L'AquilAltra - UR10 (Co-progettazione e realizzazione di attività educative nell'ambito del progetto "L'AquilAltra" - resp.: F. La Longa)	Save the Children Italia Onlus	5.9. Formazione e informazione	3.746,88	3.746,88	0,00	0,00
[479] ETC_ICM - UR10 (European Topic Centre on Inland, Coastal and Marine waters 2011-2013 - Resp.: N. Pinardi)	European Environment Agency	4.6. Oceanografia operative per la valutazione dei rischi in aree marine	17.350,00	17.350,00	31.977,00	31.977,00
[480] CPI ENI - UR10 (CPI - Curie Point for Deep structural basin Interpretation - resp.: F. Speranza)	ENI	3.4. Geomagnetismo	169.354,84	169.354.84	9.500,00	9.500,00
[481] GENESI - DEC - UR10 (GENESI - DEC - Ground European Network for Earth	EC	1.1. Monitoraggio sismico del territorio nazionale (TTC)	101.625,00	50.812,50	0,00	0,00

Science Interoperations - Digital Earth Community - resp. P. Favali)		3.3. Geodinamica e struttura dell'interno della Terra		50.812,50		0,00
[482] EDI - Jaume Dinares - UR10 (Evolucion de los dinosaurios en el este iberico y su entorno, durante el cretacico: registro estratigrafico y paleoambiental del maadtrichtiense pirenaico - resp.: T.J. Dinares)	Università Autonoma di Barcellona	2.2. Paleomagnetismo	4.027,78	4.027,78	0,00	0,00
[483] CAIMAN - UR10 (Faggioni Osvaldo - Coastal Anti Intruder Magnetic and Acoustic Network)	Università Autonoma di Barcellona	2.2. Paleomagnetismo	33.333,33	33.333,33	0,00	0,00
[484] ENI- Contratto di Ricerca Nr. 3500011331 - UR10 (Attività sulle opzioni nazionali di applicazione della tecnologia CCS - resp.: F. Quattrocchi)	ENI S.p.A.	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	52.277,23	26.138,61	0,00	0,00
		4.5. Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi		26.138,61		0,00
[485] La Terra si racconta in 3D - UR10 (La Terra si racconta in 3D: Cose c'e' sotto? Un percorso didattico composto da filmati tridimensionali realizzati dagli studenti con il supporto tecnico-scientifico dell'INGV - resp.: G. D'Addezio)	MIUR	5.9. Formazione e informazione	9.756,10	9.756,10	0,00	0,00
[486] ReLUIS - UR10 (ReLUIS - Aspetti ingegneristici nell'input sismico - resp.: F.Pacor)	Consorzio RELUIS	4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica	8.333,33	8.333,33	0,00	0,00
[488] PNRA - IDIPOS 2009/C3.01 V. Romano - UR10 (Infrastruttura di base di dati per le scienze di osservazione nelle aree polari - Resp.: V. Romano)	PNRA.	3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale	15.000,00	15.000,00	0,00	0,00
[489] PNRA 2009/B.03 De Franceschi - UR10 (Osservazioni in alta atmosfera e climatologia spaziale - Resp.: G. De Franceschi)	PNRA	3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale	9.479,17	9.479,17	0,00	0,00
[490] HAREIA - UR10 (Convenzione contenente le norme e le condizioni relative allo svolgimento delle attività di ricerca in tema di "studio della sismicità storica del Friuli, Veneto ed Alto Adige" nell'ambito del progetto di ricerca denominato "HAREIA" – Resp. R. Camassi)	INOGS	3.10. Storia e archeologia applicate alle Scienze della Terra	79.920,00	39.960,00	0,00	0,00
		5.1. Banche dati e metodi macrosismici		39.960,00		0,00
[490] HAREIA - UR20 (Convenzione contenente le norme e le condizioni relative allo svolgimento delle attività di ricerca in tema di "studio della sismicità storica del Friuli, Veneto ed Alto Adige" nell'ambito del progetto di ricerca denominato "HAREIA" - Resp.: R. Camassi)	INOGS	3.10. Storia e archeologia applicate alle Scienze della Terra	53.280,00	26.640,00	0,00	0,00
		5.1. Banche dati e metodi macrosismici		26.640,00		0,00
[491] PNRA A2.09 Danesi - UR10 (Osservatori sismici tra Concordia e Vostok per lo studio della struttura litosferica e porfonda della terra - Resp.: S. Danesi)	PNRA	3.3. Geodinamica e struttura dell'interno della Terra	3.150,00	3.150,00	0,00	0,00

[491] PNRA A2.09 Danesi – UR20 (Osservatori sismici tra Concordia e Vostok per lo studio della struttura litosferica e porfonda della terra - Resp.: S. Danesi)	PNRA	3.3. Geodinamica e struttura dell'interno della Terra	750,00	750,00	0,00	0,00
[492] PNRA 2009/B.05 Morelli - UR10 (Osservatori sismologici permanenti in Antartide - Resp.: A. Morelli)	PNRA	3.3. Geodinamica e struttura dell'interno della Terra	11.242,00	11.242,00	0,00	0,00
[492] PNRA 2009/B.05 Morelli – UR20 (Osservatori sismologici permanenti in Antartide - Resp.: A. Delladio)	PNRA	3.3. Geodinamica e struttura dell'interno della Terra	757,89	757,89	0,00	0,00
[493] PNRA 2009/B.01 L. Cafarella - UR10 (Osservazioni di geomagnetismo ed elettromagnetismo in Antartide - Resp.: L. Cafarella)	PNRA	3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale	40.000,00	40.000,00	0,00	0,00
[494] PNRA 2009/A4.05 A. Zirizzotti - UR10 (Tecnologia per la glaciologia in Antartide, SSCC snowRADAR - Resp.: A.E. Zirizzotti)	PNRA	3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale	55.000,00	55.000,00	0,00	0,00
[495] RACCE Progetto UE - UR10 (RACCE "Raising earthquake Awareness and Coping with Chirldren's Emotions" - Resp.: R. Nave)	EC	5.9. Formazione e informazione	20.238,00	20.238,00	0,00	0,00
[496] REGIONE LAZIO - Carapezza - UR10 (Valutazione della pericolosità da emissione di gas endogeno (CO2, H2S, Rn) nel territorio della Regione Lazio e relativa perimetrazione nelle aree nei Comuni di Ciampino, Marino e Roma e nelle aree indiziate nel restante territorio regionale - resp.: M.L. Carapezza)	Regione Lazio	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	26.400,00	13.200,00	0,00	0,00
		4.5. Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi		13.200,00		0,00
[497] ReLUIS-Marzocchi - UR10 (ReLUIS - Strategie di Riduzione del Rischio a Medio Termine su Scala Regionale - resp.: W. Marzocchi)	Consorzio RELUIS	4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica	31.025,50	15.512,50	0,00	0,00
		4.2. Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale (TTC)		15.512,50		0,00
[498] Convenzione per la sorveglianza geochimica di Tenerife - UR10 (Convenzione tra l'Instituto Geogràfico Nacional e INGV per la caratterizzazione e la cartografia geochimica di Tenerife - Resp.: W. D'alessandro)	Gobierno de Espana-Ministero de Fomiento	1.2. Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche attive (TTC)	46.158,33	46.158,33	0,00	0,00
[499] Convenzione IAMC-CNR - UR10 (Convenzione Istituto per l'Ambiente Marino e Costiero del CNR (IAMC-CNR) per la microzonazione sismica a seguito degli eventi occorsi in Abruzzo a partire dal 6 aprile 2009 - Resp.: F. Galadini)	CNR – IAMC	4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica	10.000,00	10.000,00	0,00	0,00

[499] Convenzione IAMC-CNR - UR20 (Convenzione Istituto per l'Ambiente Marino e Costiero del CNR (IAMC-CNR) per la microzonazione sismica a seguito degli eventi occorsi in Abruzzo a partire dal 6 aprile 2009 - Resp.: G. Milana)	CNR - IAMC	4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica	7.500,00	7.500,00	0,00	0,00
[500] TRANSMIT - UR10 (Training Research and Applications Network to Support the Mitigation of Ionospheric Threats - Resp.: G. De Franceschi)	EC	3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale	48.366,22	48.366,22	23.525,00	23.525,00
[501] CASAVA - UR 20 (Provisions of services contract tra IPGP e INGV-Sezione di Pisa nell'ambito del progetto CASAVA - Resp.: S. Barsotti)	IPGP	3.6. Fisica del vulcanismo	2.727,27	1.363,64	0,00	0,00
		4.3. Scenari di pericolosità vulcanica		1.363,64		0,00
[501] CASAVA - UR 20 (Provisions of services contract tra IPGP e INGV-Sezione di Pisa nell'ambito del progetto CASAVA - Resp.: T. Esposti Ongaro)	IPGP	3.6. Fisica del vulcanismo	5.000,00	2.500,00	0,00	0,00
		4.3. Scenari di pericolosità vulcanica		2.500,00		0,00
[502] OSCAR Conv. Prov. AR - UR10 (Conv. tra Prov. AREZZO e INGV per la diffusione e trasf. info dati prodotti dall 'Oss. di AR a supporto dell' agg. del quadro rischio sismico del piano prov. integr. della Prot. Civ.e il contr. nell'attività di divulg.e formaz. rischio sismico - resp.: R.M. Azzara)	Provincia di Arezzo	4.2. Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale (TTC)	5.000,00	2.500,00	0,00	0,00
		5.9. Formazione e informazione		2.500,00		0,00
[503] EDSCIENCE 2011 - UR10 (EDSCIENCE 2011 - ITALY PLAYS SCIENCE - Resp.: M. Todesco)	EC	5.9. Formazione e informazione	3.000,00	3.000,00	0,00	0,00
[503] EDSCIENCE 2011 - UR20 (EDSCIENCE 2011 - ITALY PLAYS SCIENCE - Resp.: P. Landi)	EC	5.9. Formazione e informazione	2.500,00	2.500,00	0,00	0,00
[504] Indagini geofisiche area Aquilana - UR10 (Indagini geofisiche area Aquilana - Resp.: G. Milana)	Università de L'Aquila - Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, Acque e del Terreno	4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica	15.000,00	15.000,00	0,00	0,00
[505] JERICO - UR10 (Towards a Joint European Research Infrastructure Network for Costal Observatories - Resp.: N. Pinardi)	EC	4.6 Oceanografia operativa per la valutazione dei rischi in aree marine	4.420,83	4.420,83	0,00	0,00
[506] EAFZ - UR10 (Studio sulla geochimica dei gas termali della East Anatolian Fault Zona (Turchia) - Resp.: F. Italiano)	Università dell'Eufrate	3.1. Fisica dei terremoti	1.052,63	526,32	0,00	0,00
		3.2. Tettonica attiva		526,32		0,00
[507] TAMPIERI ENERGIE srl - UR10 (Contratto TAMPIERI ENERGIE srl - Resp.: D. Cinti)	Tampieri energie Srl	2.4. Laboratori di geochimica dei fluidi	13.525,84	13.525,84	6.333,00	6.333,00
[508] CNRS ENS - UR10 (CNRS ENS - Contribution to the activity task K2.3 ANR-	CNRS	3.2. Tettonica attiva	4.136,67	2.068,33	0,00	0,00

SISCOR PROJECT CORINTH RIFT LABORATORY - Resp.: P. Albini)		3.10. Storia e archeologia applicate alle Scienze della Terra		2.068,33		0,00
[510] CONV. INRAN - UR10 (Convenzione per la realizzazione di una nuova infrastruttura informatica dell'Ente - resp.: L. Badiali)	INRAN	2.1. Laboratorio per le reti informatiche, GRID e calcolo avanzato (TTC)	12.500,00	12.500,00	0,00	0,00
[511] ITW Geotermia Italia S.p.A - UR10 (ITW Geotermia Italia S.p.A - Resp.: M.L. Carapezza)	ITW Geotermia Italia S.p.A.	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	30.000,00	15.000,00	0,00	0,00
		4.5. Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi		15.000,00		0,00
[512] NWRA-P-11-009 - UR10 (Convenzione per l'identificazione, elaborazione e fornitura di dati di analisi da satellite - Resp.: N. Pinardi)	NWRA	4.6 Oceanografia operativa per la valutazione dei rischi in aree marine	5.403,97	5.403,97	0,00	0,00
[513] MeMoVolc - UR10 (Measuring and modelling of volcano eruption dynamics - Resp.: A. Neri)	European Science Foundation	3.6. Fisica del vulcanismo	5.032,00	5.032,00	0,00	0,00
[514] VAMOS SEGURO - UR10 (Volcanic ash monitoring and forecasting between Sicilia and Malta area and sharing of the results for aviation safety - Resp.: S. Scollo)	Regione Sicilia - EC	3.6. Fisica del vulcanismo	126.468,75	63.234,38	0,00	0,00
		4.3. Scenari di pericolosita vulcanica (TTC)		63.234,38		0,00
[515] Convenzione Regione Marche 2011 - UR10 (Convenzione per il supporto tecnico, scientifico ed informatico nelle attività di Protezione Civile - Anno 2011 - Resp.: G. Selvaggi)	Regione Marche	1.1. Monitoraggio sismico del territorio nazionale (TTC)	62.500,00	31.250,00	0,00	0,00
		4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica		31.250,00		0,00
[516] Convenzione Università di Chieti - UR10 (Convenzione Università di Chieti - Resp.: G. Milana)	Università di Chieti G. D'annunzio	4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica	16.528,92	16.528,92	0,00	0,00
[517] Gaz De France - Stoccaggio CO2 - UR10 (Studio per l'identificazione di aree potenzialmente idonee allo stoccaggio geologico di CO2 - Resp.: F. Quattrocchi)	GDF SUEZ Energia Italia S.p.A.	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	6.937,80	6.937,80	0,00	0,00
[518] Convenzione IPGP - UR10 (Contratto di collaborazione scientifica tra INGV e IPGP finalizzato alla realizzazione di una rete di monitoraggio geochimico dell'isola di Reunion - Resp.: G. giudice)	IPGP	1.2. Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche attive (TTC)	1.750,00	1.750,00	0,00	0,00
[519] PRISMA - UR10 (PRISMA - Analisi sistema iperspettrali per le applicazioni geofisiche integrate - ASI - AGI - Resp.: M.F. Buongiorno)	ASI	1.10. Telerilevamento (TTC)	73.175,26	36.587,63	0,00	0,00
		4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale		36.587,63		0,00

[520] CONV. REGIONE MOLISE - G. Di capua - UR10 (Microzonazione sismica abitati provincia di Isernia-Collaborazione di ricerca - supporto scientifico - Resp.: G. Di Capua)	Regione Molise	4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica	20.833,33	20.833,33	0,00	0,00
[521] Progetto ENEL Stoccaggio gas Romanengo - UR10 (Contratto di appalto per la realizzazione di serivzi di ingegneria - Resp.: F. Quattrocchi)	ENEL Servizi - Approv. Ingegneria e Innovazione - Progetti GAS	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	27.416,27	13.708,14	0,00	0,00
		4.5. Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi		13.708,14		0,00
[523] BALTORO - EVK2CNR - UR10 (BALTORO - EVK2CNR, Radar Experiments on Baltoro Glacier - Resp.: S. Urbini)	EVK2-CNR	1.7. Osservazioni di alta e media atmosfera	24.705,88	12.352,94	0,00	0,00
		3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale		12.352,94		0,00
[524] Convenzione MELI - UR10 (Convenzione per lo svolgimento di uno stage formativo presso l'INGV di Palermo - Resp.: M. Martelli)	Liceo Meli	5.9. Formazione e informazione	2.000,00	2.000,00	0,00	0,00
[525] REAKT - UR10 (REAKT-Strategies and tools for Real Time EArthquake Risk Reduction - Resp.: W. Marzocchi)	EC	4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica	58.101,50	58.101,50	0,00	0,00
[526] EUDAT - UR10 (EUDAT - EUropean DATa - Resp.: A. Michelini)	EC	5.2. Banche dati di sismologia strumentale	26.092,00	26.092,00	0,00	0,00
[527] VERCE - UR10 (VERCE-Virtual Earthquake and seismology Research Community in Europe e-science environment - Resp.: A. Michelini)	EC	3.1. Fisica dei terremoti	10.781,81	5.390,91	1.583,00	791,50
		5.2. Banche dati di sismologia strumentale		5.390,91		791,50
[527] VERCE - UR20 (VERCE-Virtual Earthquake and seismology Research Community in Europe e-science environment - Resp.: A. Piatanesi)	EC	3.1. Fisica dei terremoti	9.222,44	4.611,22	0,00	0,00
		5.2. Banche dati di sismologia strumentale		4.611,22		0,00
[528] PRIN 2009, EGI - Etiope G. - UR10 (EGI - Emissioni geologiche di idrocarburi in atmosfera in Italia - Resp.: G. Etiope)	MIUR	4.5. Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi	11.238,85	11.238,85	0,00	0,00
[529] Regione Calabria - UR10 Cecere Gianpaolo - Regione Calabria - Attività di monitoraggio geodetico del territorio regionale	Regione Campania	1.9. Rete GPS nazionale (TTC)	1.364,90	1.364,90	0,00	0,00
[530] EMSO - MIUR - UR10 Favali Paolo - EMSO - European Multidisciplinary Seafloor Observation	MIUR	1.8. Osservazioni di geofisica ambientale	2.500.000,00	1.250.000,00	0,00	0,00
		3.8. Geofisica per l'ambiente		1.250.000,00		0,00

[531] ESPAS - EU - UR10 (ESPAS - Near-Earth Data Infrastructure for e-Science - Resp.: B. Zolesi)	EC	3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale	55.879,62	55.879,62	0,00	0,00
[532] SEADATANET II - UR10 (Pan-European infrastructure for ocean and marine data management - Resp.: M. Tonani)	EC	3.7.Dinamica del clima e dell'oceano	8.318,78	8.318,78	0,00	0,00
[533] SECESTA - UR10 (Reti di sensori per il monitoraggio delle ceneri vulcaniche nella sicurezza del trasporto aereo - Resp.: M. Coltelli)	Regione Sicilia – EC	1.5. Sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani	53.245,20	26.622,60	5.834,00	2.917,00
		1.10. Telerilevamento (TTC)		26.622,60		2.917,00
[534] VUELCO - UR10 (Volcanic unrest in Europe and Latin America: Phenomenology, eruption precursors, hazard forecast, and risk mitigation - Resp.: P. Papale)	EC	3.5. Geologia e storia dei vulcani ed evoluzione dei magmi	35.338,13	11.779,38	0,00	0,00
		3.6. Fisica del vulcanismo		11.779,38		0,00
		4.3. Scenari di pericolosita vulcanica (TTC)		11.779,38		0,00
[535] ROSS-TEFRA - PEA 2010 - UR10 (Studio multidisciplinare dei sedimenti glaciomariri deposti nel Mare di Ross (Antartide) negli ultimi 50 Ka: informazioni sulle fluttuazioni dell'estensione dei ghiacci - Resp.: M.N. Pompilio)	PNRA	3.7. Dinamica del clima e dell'oceano	5.500,00	5.500,00	0,00	0,00
[536] IO NON RISCHIO - UR10 (Convenzione tra DPC, INGV e Giunti Progetti Educativi s.r.l. per la realizzazione del materiale informativo della campagna nazionale riduzione del rischio sismico "Io non Rischio" - Resp.: R. Camassi)	DPC	5.9. Formazione e informazione	3.900,00	3.900,00	0,00	0,00
[537] ESA - TEC, V. Romano - UR10 (ESA - TEC, data processing - Resp.: V. Romano)	CNR - IFAC	3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale	8.000,00	8.000,00	0,00	0,00
[539] MONICA - PON 01-1525- 2007/13- De Natale - UR10 (Monitoraggio Innovativo per le Coste e l'Ambiente Marino - Resp. De Natale Giuseppe - Resp.: G. De Natale)	MIUR	3.8. Geofisica per l'ambiente	368.569,44	184.284,72	2.375,00	1.187,50
		4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale		184.284,72		1.187,50
[540] SCIDIP-ES, P. Favali - UR10 (SCIDIP-ES, SCIence Data Infrastructure for Preservation – Earth Science - Resp.: P. Favali)	EC	4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale	33.157,78	33.157,78	0,00	0,00
[541] ENVRI, P. Favali - UR10 (ENVRI - Implementation of common solutions for a cluster of ESFRI infrastructures in the field of "Environmental Sciences" - Resp.: P. Favali)	EC	1.8. Osservazioni di geofisica ambientale	8.690,33	4.345,17	0,00	0,00
		3.8. Geofisica per l'ambiente		4.345,17		0,00
[543] PNRA 2010/A2.13 P. Macri' - UR10 (PNRA 2010/A2.13 P. Macri', Acque di fusione glaciale, plumiti e morene recessionali allo sbocco della Fossa di Storfjorden durante la deglaciazione della Calotta Glaciale del Mare di Barents (MELTSTORM) - Resp.: P.	PNRA	3.7. Dinamica del clima e dell'oceano	4.200,00	4.200,00	0,00	0,00

[544] PRIN 2009 - UR10 (Misure delle deformazioni del suolo con tecniche di telerilevamento e valutazione dell'impatto delle attività antropiche su di esse - Resp.: S. Stramondo)	MIUR	1.10. Telerilevamento (TTC)	4.261,67	2.108,33	0,00	0,00
		4.4. Scenari e mitigazione del rischio ambientale		2.108,33		0,00
[547] CONV. REGIONE UMBRIA - UR10 Guidoboni Emanuela - Conv. Quadro tra Regione Umbria, Comune di Spoleto e INGV su attività del Centro Euro-Mediterraneo di Documentazione su eventi estremi e disastri	Regione Umbria	3.10. Storia e archeologia applicate alle Scienze della Terra	4.500,00	4.500,00	0,00	0,00
[550] EPOS - MIUR - UR10 Cocco Massimo - European Plate Observation System	MIUR	1.1. Monitoraggio sismico del territorio nazionale (TTC)	125.954,20	41.984,73	0,00	0,00
		1.9. Rete GPS nazionale (TTC)		41.984,73		0,00
		3.3. Geodinamica e struttura dell'interno della Terra		41.984,73		0,00
[552] MAPPA - UR10 (Convenzione per la realizzazione di una banca dati piano-altimetrica, un DTM ad alta risoluzione e due mappe morfometriche nell'ambito del progetto MAPPA - Resp.: M. Bisson)	Università di Pisa - Dipartimento di Scienze della Terra	5.5. Sistema informativo territoriale	516,53	516,53	0,00	0,00
[553] IDS-INGV - UR10 (Convenzione per la realizzazione di un DTM del territorio italiano - Resp.: S. Tarquini)	IDS Ingegneria dei Sistemi S.p.A.	5.5. Sistema informativo territoriale	826,45	826,45	0,00	0,00
[554] Programma Galileo 2011-2012 n.26019WJ - UR10 (Etude expérimentale de la propagation de séismes - Resp.: S. Nielsen)	Università Italo-Francese - Università degli Studi di Torino - Div. Ricerca e Relazioni Internazionali	3.1. Fisica dei terremoti	132,28	66,14	0,00	0,00
		4.1. Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica		66,14		0,00
[557] Accordo INGV-Prov. di Lucca - UR (Accordo quadro di ricerca per attività di consulenza scientifica di indagini geomorfiche, geologiche strutturali e cartografiche relativamente alle aree della provincia di Lucca - Resp.: M. Bisson)	Provincia di Lucca	5.5. Sistema informativo territoriale	0,00	0,00	0,00	0,00
[558] Prog. ISIS - UR10 (Inter-Satellite & In Situ Plasmaspheric Monitoring - Resp.: P. De Michelis)	CNR - Istituto Sistemi Complessi	3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale	8.375,83	8.375,83	0,00	0,00
[564] Prog. ERiNat - G. Piangiamore - UR10 (ERiNat - Educazione ai Rischi Naturali - Resp.: G.L. Piangiamore)	Provincia di La Spezia	5.9. Formazione e informazione	500,00	500,00	0,00	0,00
[571] OTRIONS - UR10 (OTRIONS - Multi Parametric Network for the Study and Monitoring of Natural Hazards in the Otranto Channel and the Ionian Sea-OTRIONS-I2-3.2 - Resp.: G. Selvaggi)	EC	1.1. Monitoraggio sismico del territorio nazionale (TTC)	4.487,02	1.495,67	0,00	0,00
		1.9. Rete GPS nazionale (TTC)		1.495,67		0,00
		4.2 Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale (TTC)		1.495,67		0,00

[A4] NATO-ITALIA - UR 10 (Thermosphere monitoring based on routine ionospheric observations for operational use based on routine ionospheric observations for operational use - Resp.: B. Zolesi)	NATO/ITALIA	3.9. Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale	0,00	0,00	0,00	0,00

Totale generale	**12.009.892,00**

Acronimi

ASI = Agenzia Spaziale Italiana
CNIT = Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Telecomunicazioni
CNR = Consiglio Nazionale delle Ricerche
CNRS = Centre National de la Recherche Scientifique
DIP.TE.RIS. = Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse
DPC = Dipartimento della Protezione Civile Nazionale
EC = Comunità Europea
EEA = European Environment Agency
ENEL = Ente Nazionale Energia Elettrica S.p.A.
ENI = Ente Nazionale Idrocarburi
ESA = European Space Agency
EUCENTRE = European Centre for Training and Research in Earthquake Engineering
FIRB = Fondo per gli Investimenti della Ricerca di Base
GEM = Global Earthquake Model
IAMC = Istituto per l'Ambiente Marino Costiero
IFAC = Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"
IGM = Independent Gas Management s.r.l. (Italia)
ILP = International Lithosphere Program
INAF = Istituto Nazionale di Astrofisica
INOGS = Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale
INRAN = Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione
IPGP = Institut de Physique du Globe de Paris
ITSAK = Institute of Engineering Seismology and Earthquake Engineering (Salonicco, Grecia)
MAE = Ministero degli affari Esteri
MEF = Ministero dell'Economia e delle Finanze
MIUR = Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
NWRA = NorthWest Research Associates
PON = Programmi Operativi Nazionali
PNRA = Consorzio per l'attuazione del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide, finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca
RELUIS = Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica
SAIPEM = Skills, Assets, Innovation, People, Environment, Market S.p.A. (gruppo ENI)
SARAS = SARAS S.p.A.
SEI = Società Energia Saline S.p.A.
STOGIT = Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

VII. Sintesi delle risorse finanziarie rese disponibili da Progetti e Convenzioni attivi nel 2011

Le tabelle che seguono riepilogano i dati contenuti nel Capitolo VI, ripartendo il finanziamento per ognuno dei 43 Obiettivi Specifici in cui si è articolata l'attività 2011 dell'INGV. Segue una breve descrizione delle voci che compaiono nella tabella.

OS e Titolo. Codice e titolo per esteso dell'Obiettivo Specifico considerato.

Finanziamento 2011. Finanziamento globale del dato Obiettivo Specifico per l'intero 2011 garantito dai Progetti e Convenzioni di cui al Capitolo VI, ottenuto come somma delle voci "Finanziamento per OS" (quinta colonna da sinistra).

Costi personale – Progetti e Convenzioni. Costo stimato lordo del personale con contratto a tempo determinato assunto a valere sui fondi di ciascun Progetto o Convenzione, che concorre a determinare il monte dei mesi/persona per il dato Progetto/Convenzione. Per necessità di semplificazione i costi sono approssimati.

Obiettivo Generale 1 - Sviluppo dei sistemi di osservazione

OS	Titolo	Finanziamento 2011 (Euro)	Costi personale Progetti e Convenzioni
1.1	Monitoraggio sismico del territorio nazionale	979.370	290.804
1.2	Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche attive	937.773	15.852
1.3	Sorveglianza geodetica delle aree vulcaniche attive	48.980	2.375
1.4	Sorveglianza sismologica delle aree vulcaniche attive	---	---
1.5	Sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani	752.048	194.548
1.6	Osservazioni di geomagnetismo	---	---
1.7	Osservazioni di alta e media atmosfera	16.353	---
1.8	Osservazioni di geofisica ambientale	1.262.658	1.334
1.9	Rete GPS nazionale	51.433	19.000
1.10	Telerilevamento	340.216	154.844
1.11	Osservazioni e monitoraggio macrosismico del territorio nazionale	---	---
	Totali	**4.388.830**	**678.757**

Obiettivo Generale 2 - Attività sperimentali e Laboratori

OS	Titolo	Finanziamento 2011 (Euro)	Costi personale Progetti e Convenzioni
2.1	Laboratorio per le reti informatiche, GRID e calcolo avanzato	12.500	---
2.2	Laboratorio di paleomagnetismo	4.028	---
2.3	Laboratori di chimica e fisica delle rocce	205.450	101.863
2.4	Laboratori di geochimica dei fluidi	54.396	45.916
2.5	Laboratorio per lo sviluppo di sistemi di rilevamento sottomarini	211.047	21.917
2.6	Laboratorio di gravimetria, magnetismo ed elettromagnetismo in aree attive	77,514	45.916
	Totali	**564.933**	**215.612**

Obiettivo Generale 3 - Studiare e capire il sistema Terra

OS	Titolo	Finanziamento 2011 (Euro)	Costi personale Progetti e Convenzioni
3.1	Fisica dei terremoti	484.675	163.484
3.2	Tettonica attiva	52.418	117.670
3.3	Geodinamica e struttura dell'interno della Terra	288.083	68.017
3.4	Geomagnetismo	214.188	19.000
3.5	Geologia e storia dei vulcani ed evoluzione dei magmi	11.779	---

3.6	Fisica del vulcanismo	176.618	66.396
3.7	Dinamica del clima e dell'oceano	110.637	39.508
3.8	Geofisica per l'ambiente	1.976.799	215.661
3.9	Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale	348.581	107.006
3.10	Storia e archeologia applicate alle Scienze della Terra	98.218	---
	Totali	**3.761.996**	**796.741**

Obiettivo Generale 4 - Comprendere e affrontare i rischi naturali

OS	Titolo	Finanziamento 2011 (Euro)	Costi personale Progetti e Convenzioni
4.1	Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica	301.010	56.374
4.2	Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale	129.231	156.949
4.3	Scenari di pericolosità vulcanica	260.058	114.813
4.4	Scenari e mitigazione del rischio ambientale	1.422.643	400.028
4.5	Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi	360.502	82.443
4.6	Oceanografia operativa per la valutazione dei rischi in aree marine	429.827	506.353
	Totali	**2.903.271**	**1.316.959**

Obiettivo Generale 5 - L'impegno verso le istituzioni e verso la Società

OS	Titolo	Finanziamento 2011 (Euro)	Costi personale Progetti e Convenzioni
5.1	Banche dati e metodi macrosismici	112.150	---
5.2	Banche dati di sismologia strumentale	36.094	792
5.3	Banche dati vulcanologiche	---	---
5.4	Banche dati di geomagnetismo, aeronomia, clima e ambiente	---	---
5.5	Sistema informativo territoriale	1.343	---
5.6	Attività di Sala Operativa	---	---
5.7	Consulenze in favore di istituzioni nazionali e attività nell'ambito di trattati internazionali	160.875	142.529
5.8	Biblioteche ed editoria	20.238	---
5.9	Formazione e informazione	60.161	---
5.10	Sistema web	---	---
	Totali	**390.861**	**143.321**

Riepilogo per Obiettivo Generale

Obiettivo Generale	Finanziamento 2011 (Euro)	Costi personale Progetti e Convenzioni
1 - Sviluppo dei sistemi di osservazione	4.388.830	678.757
2 - Attività sperimentali e Laboratori	564.933	215.612
3 - Studiare e capire il sistema Terra	3.761.996	796.741
4 - Comprendere e affrontare i rischi naturali	2.903.271	1.316.959
5 - L'impegno verso le istituzioni e verso la Società	390.861	143.321
Totali attività scientifiche e tecnologiche	**12.009.892**	**3.151.388***

* Si noti che questo valore fa riferimento solo al personale di ricerca e al personale tecnico e non incude il costo del personale amministrativo.

VIII. Sintesi dei risultati finanziari

Questo capitolo sintetizza i risultati finanziari conseguiti dall'INGV nel corso del 2011, disaggregando le principali entrate e voci di spesa in modo da consentire un esame dettagliato delle risorse disponibili e della loro utilizzazione. Il capitolo si articola in una sezione di Sintesi delle entrate, una sezione di Sintesi delle uscite, una sezione di Spese di Personale e una sezione di Risultati contabili. Si ricorda che le entrate da Progetti e Convenzioni sono descritte in dettaglio nel Capitolo VI e in forma aggregata nel Capitolo VII. I dati sono tratti in larga misura dal documento "Relazione sul Contesto Generale dell'Ente ai fini della Spending Review", elaborato su richiesta del MIUR nel mese di settembre 2012.

1. Sintesi delle entrate

La tabella che segue sintetizza le entrate realizzate nel 2011 (dati definitivi).

Tipologia delle entrate	Importi (in Euro)
Fondi Ordinari	
MIUR - FOE	43.460.276
MIUR (contributo ex legge n. 61/'98 c.d. "Colfiorito 2")	1.128.301
MIUR (integraz. contributo ex art. 2, comma 16-octies, D.L. n. 255/'10, convertito in L. n. 10/'11)	1.500.000
MEF (contributi per maggiori oneri personale)	1.113.956
Altri enti pubblici (rimborso oneri personale comandato)	67.171
INA (smobilizzo polizze personale cessato)	190.336
Dip. Protezione Civile (Convenzione, quota ordinaria)	11.000.000
Totale parziale	**58.460.040**
Fondi Straordinari (da Progetti e Convenzioni)	
Dipartimento Protezione Civile (Convenzione, Allegati)	4.000.000
Protezione Civile Regione Sicilia (PQSS)	2.292.790
MIUR (PON, FIRB)	1.322.747
PNRA	17.143
MAE - MEF – Min. Difesa	217.357
ASI	227.810
Altri soggetti pubblici (nazionali ed extra-nazionali)	643.466
Comunità Europea	2.549.507
Privati (da attività commerciali)	1.483.362
Totale parziale	**12.754.182***
Totale generale	**71.214.222**

* La differenza tra questo totale e quello esposto nel Capitolo VII "Sintesi delle risorse finanziarie rese disponibili da Progetti e Convenzioni attivi nel 2011" va ricercata nel diverso metodo di calcolo utilizzato: per pura competenza nella sezione VII, per competenza e cassa nella presente sezione.

2. Sintesi delle uscite

Le tabelle che seguono sintetizzano le uscite accertate per l'anno 2011 (dati definitivi).

Spesa per gli organi e per il Direttore Generale

Spesa per gli organi	Costo (in Euro)
Presidente	112.949
Consiglio di Amministrazione	66.932
Presidente Collegio Revisori Conti	18.592

Revisori effettivi	29.747
Revisori supplenti	5.019
Consiglio Scientifico	13.386
OIV	7.128
Gettoni di presenza - Presidente	836
Gettoni di presenza - Consiglio di Amministrazione	3.513
Gettoni di presenza - Consiglio Scientifico	2.007
Totale	**260.109**

Spesa per Direttore Generale	**Costo (in Euro)**
Retribuzione Fondamentale	97.729
Retribuzione di Posizione	58.637
Retribuzione di Risultato (30% Retribuzione di Posizione)	17.591
Totale	**173.958**

Sintesi delle assegnazioni finanziarie alle Strutture

Le tabelle che seguono riepilogano i fondi che vengono trasferiti a ogni singola Struttura rispettivamente per il funzionamento e per l'acquisizione di beni durevoli.

a) Spese di funzionamento

Struttura	**Costo (in Euro)**
Amministrazione Centrale	11.747.991
Napoli-Osservatorio Vesuviano	890.026
Milano-Pavia	149.056
Palermo	396.474
Catania	627.953
Roma 1	444.686
Roma 2	240.720
Centro Nazionale Terremoti	602.677
Bologna	155.361
Pisa	93.742
Totale	**15.348.687**

b) Spese di acquisizione beni durevoli

Struttura	**Costo (in Euro)**
Amministrazione Centrale	160.451
Napoli-Osservatorio Vesuviano	110.000
Milano-Pavia	68.950
Palermo	115.415
Catania	262.468
Roma 1	285.620
Roma 2	279.000
Centro Nazionale Terremoti	381.545
Bologna	114.140

Pisa	77.390
Totale	**1.854.980**

Totale (a+b+c)

Struttura	**Costo (in Euro)**
Amministrazione Centrale	11.908.442
Napoli-Osservatorio Vesuviano	1.000.026
Milano-Pavia	218.006
Palermo	511.889
Catania	890.421
Roma 1	730.306
Roma 2	519.720
Centro Nazionale Terremoti	984.222
Bologna	269.501
Pisa	171.132
Totale	**17.203.665**

3. Sintesi della spesa per il personale

Le tabelle che seguono sintetizzano le spese di personale accertate per l'anno 2011 (dati definitivi). Per ulteriori dettagli sulla numerosità del personale nelle diverse tipologie si veda anche il Cap. V "Risorse umane".

Spesa per il personale a tempo indeterminato su fondi istituzionali		
Tipologia	**Unità in servizio**	**Costo (in Euro)**
Ricercatori e Tecnologi	322	22.485.667
Tecnici	198	9.087.475
Amministrativi	38 (di cui 3 Dirigenti)	1.701.330
Totali	**558**	**33.274.472**

Spesa per il personale a tempo determinato su fondi istituzionali		
Tipologia	**Unità in servizio**	**Costo (in Euro)**
Ricercatori e Tecnologi	126	6.540.392
Tecnici	48	1.954.463
Amministrativi	11	436.884
Totali	**185**	**8.931.738**

Spesa per il personale a tempo determinato su fondi esterni (Progetti e Convenzioni)		
Tipologia	**Unità in servizio**	**Costo (in Euro)**
Ricercatori e Tecnologi	43	2.153.042
Tecnici	36	1.462.514
Amministrativi	10	403.341
Totali	**89**	**4.018.897**

4. Risultati contabili

Il seguente prospetto riassume i risultati contabili relativi all'esercizio finanziario 2011; tutte le cifre fornite sono in milioni di Euro.

Entrate	**121,1** (nel 2010: 127,7)
Uscite	**96,2** (nel 2010: 117,1)
Avanzo di competenza	**24,9** (nel 2010: 10,6)

Residui attivi	**30,4** (nel 2010: 53,0)
Residui passivi	**28,0** (nel 2010: 35,0)
Avanzo di amministrazione	**60,9** (nel 2010: 32,9)

Riscossioni	**143,3** (nel 2010: 122,8)
Pagamenti	**99,6** (nel 2010: 122,7)
Avanzo di cassa da ripianare tramite utilizzo di quota parte dell'avanzo di cassa precedente	**43,7** (nel 2010: 0,1)
Avanzo di cassa precedente	**14,8** (nel 2010: 14,7)
Avanzo di cassa complessivo	**58,5** (nel 2010: 14,8)

Entrate al netto delle partite di giro	**103,8** (nel 2010: 100,4, con un incremento del 3% circa)
Uscite al netto delle partite di giro	**78,9** (nel 2010: 89,9, con un decremento del 12% circa)

Incidenza dei "Fondi Esterni" sulle entrate al netto delle partite di giro	42,7 su 103,8, pari al **41%** circa (nel 2010: 27,6 100,4, pari al 28% circa)
Incidenza delle spese di personale sulle spese correnti	45,3 su 61,4, pari al **69%** circa (nel 2010: 42,4 su 61,4 pari al 69% circa)

La situazione al 31 dicembre 2011 espone un patrimonio netto di 72,4 milioni di Euro (nel 2010: 62,5 milioni). Nei confronti del precedente esercizio il patrimonio netto ha subito un incremento di 9,9 milioni, pari al 16% circa. Il conto economico si chiude con un avanzo economico di 9,9 milioni.

IX. Rapporti con il mondo produttivo e rilevanza economico-sociale delle attività svolte

L'INGV svolge attività di ricerca, sorveglianza e consulenza in Geofisica, Geochimica e Vulcanologia. L'obiettivo principale che si propone di raggiungere è la conoscenza dei fenomeni naturali che costituiscono, nel loro insieme, la dinamica del nostro pianeta. Ma, ovviamente, proprio in funzione di questo obiettivo, l'Istituto è anche fortemente e naturalmente coinvolto in tutte le attività che presuppongono un utilizzo immediato e pratico delle conoscenze via via acquisite. Per questo motivo convivono quindi all'interno dell'INGV, completandosi a vicenda, sia progetti scientifici di ampio raggio volti al miglioramento delle conoscenze ed allo sviluppo della scienza, che potremmo definire di ricerca pura, sia progetti più applicativi volti all'utilizzo immediato dei dati che vengono acquisiti per risolvere specifici problemi di rilevanza economico-sociale, ambientale e industriale, che possiamo definire di ricerca applicata. Le risorse materiali ed umane coinvolte nello sviluppare in modo parallelo ed armonico queste due anime non sono necessariamente equipartite, perché spesso per valorizzare ed applicare i risultati della ricerca è necessario uno sforzo organizzativo e tecnologico molto elevato.

Il mondo produttivo

La tendenza ad avviare attività che abbiano un rilevante impatto anche al di fuori dell'ambito della ricerca in senso stretto è cresciuta nel corso degli ultimi anni, anche in relazione a una più marcata finalizzazione delle attività di ricerca voluta dal ministero vigilante (MIUR) e al varo di nuove strategie di finanziamento della ricerca da parte di enti sovventori italiani ed internazionali (ad esempio i fondi concessi dal MIUR tramite la legge 482/92, iniziative comunitarie per lo sviluppo di tecnologia per il monitoraggio dei fondali marini, etc.). A seguito di questa nuova tendenza anche per l'INGV i rapporti con il mondo produttivo in senso stretto e con l'industria sono considerevolmente cresciuti, fino a diventare in alcuni casi anche intensi e fecondi pur se necessariamente limitati nel numero, data la natura delle ricerche svolte. Tali rapporti includono essenzialmente lo sviluppo di sensoristica per vari tipi di osservazioni geofisiche, da quelle già citate sui fondali marini, alla sismometria e magnetometria, ed alla misura di parametri glaciologici in aree polari. Ricercatori INGV partecipano anche allo sviluppo di sensori per il telerilevamento, attività questa che ha diverse applicazioni anche al di fuori dell'ambito strettamente geofisico. Inoltre, vengono spesso messe in atto consulenze per la fornitura di elaborazioni o pareri di elevato valore scientifico e tecnologico a grandi committenti istituzionali, spesso caratterizzate da una particolare riservatezza o delicatezza dei temi trattati (ad esempio, previsioni di radiopropagazione, indagini a favore delle autorità giudiziarie nella geofisica di esplorazione o indagini sul rispetto di trattati internazionali).

Come esempio di alcuni dei risultati tangibili del coinvolgimento con il mondo dell'industria citiamo l'approvazione del brevetto internazionale PCTn.1565PTIT relativo ad un sensore magnetico di nuova concezione, o la sottomissione di un altro brevetto relativo a un sistema integrato di orientamento magnetico basato sulla correzione della rotta con l'ausilio dell'IGRF. Èstata avviata la produzione in serie di due magnetometri per le alte frequenze rispettivamente da 0.001 Hz – 25 Hz e 1 Hz – 100 kHz, interamente progettati e industrializzati all'Osservatorio di L'Aquila. Altre attività sperimentali e di misurazione si sono svolte presso la nuova sede dell'INGV a Portovenere. Queste ultime rientrano nell'ambito delle attività di collaudo, taratura e verifica di apparati magneto-gradiometrici dell'Istituto Idrografico della Marina, nonché per la manutenzione e aggiornamento di strumentazione magnetica e gravimetrica e allo sviluppo di software per la loro gestione. Nell'ambito di un progetto di ricerca effettuato nel PNRA citiamo la realizzazione di un Glacio-radar, uno strumento sviluppato e costruito dall'INGV (potenza 4 kW, frequenza 60 MHz, penetrazione 5 km, risoluzione 10 m) idoneo ad essere aerotrasportato e misurare lo spessore della copertura glaciale antartica.

Riportiamo inoltre il sistema chiamato Archimede, una convenzione tra l'INGV ed un consorzio industriale (ref. Eliservizi srl) per lo sviluppo di un sistema aviotrasportato su elicottero dedicato al rilevamento di immagini "georeferenziate" nel visibile e nell'infrarosso, con un primo test effettuato ai Campi Flegrei. Ulteriori esempi sono rappresentati dalle consulenze per i requisiti dei sistemi satellitari: tra queste un incarico ESAper l'analisi dei requisiti dello strumento IR previsto a bordo del futuro sistema di satelliti europei GMES.

La rilevanza economica-sociale

Il quadro delle attività che hanno ampia rilevanza sociale, e in alcuni casi dirette implicazioni economiche, è decisamente ricco sia per quanto riguarda rapporti con istituzioni italiane sia in riferimento allo scenario internazionale. Partendo da quest'ultimo, si deve sottolineare che nel 2005 l'INGV ha puntualmente onorato gli impegni assunti dall'Accordo di Programma stipulato con il Ministero Affari Esteri (MAE), proseguendo nella realizzazione del sistema di verifica del Trattato internazionale per la Proibizione Totale degli Esperimenti Nucleari (Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty – CTBT). La Legge n. 197 del 24 luglio 2003 ha infatti stabilito che l'INGV svolga il ruolo istituzionale di primo attore nel servizio di consulenza tecnico-scientifica per il Ministero degli Affari Esteri. Il sistema di verifica si basa sulla realizzazione di un centro dati nazionale che cura gli aspetti tecnici di comunicazione ed di interfaccia tecnico-scientifica qualificata con l'Organizzazione internazionale (CTBTO) che ha sede a Vienna e che cura il monitoraggio geofisico e radionuclidico attivo sull'intero pianeta. Tra i compiti del centro dati vi sono quelli legati al miglioramento e all'applicazione di numerose tecniche geofisiche previste dal Trattato, durante le cosiddette ispezioni in sito, per l'individuazione di eventuali violazioni del Trattato stesso. La consulenza per la Farnesina è consistita anche nella partecipazione ai tavoli negoziali presso la sede delle Nazioni Unite a Vienna per la preparazione dei manuali operativi necessari al funzionamento dell'intero regime di verifica del Trattato. La consulenza verso la CTBTO ha costituito un valido esempio di penetrazione del mercato intellettuale italiano nelle organizzazioni internazionali, in linea con la politica estera del Governo. In particolare, gli esperti del Laboratorio di Aerogeofisica dell'INGV hanno fornito, durante le ispezioni, le opportune raccomandazioni sull'utilizzo delle tecniche geofisiche di esplorazione (magnetiche, gravimetriche

ed elettromagnetiche) sia a terra che in volo.
Numerose sono le iniziative avviate sul piano strettamente nazionale. Tali iniziative comprendono consulenze e convenzioni con diversi ministeri e amministrazioni pubbliche, sia a scala nazionale che regionale e locale, finalizzate allo studio di particolari elementi di rischio per l'ambiente e per la popolazione. Tra queste iniziative ricadono indagini sul clima a varie scale spaziali e temporali, indagini sull'inquinamento in aree urbane, indagini di sottosuolo per la ricerca di eventuali discariche abusive di rifiuti tossici. Due esempi particolarmente significativi di questa categoria di rapporti tra INGV e il mondo sociale e produttivo sono rappresentati dalla sorveglianza geofisica del territorio edalle consulenze sulla pericolosità sismica, vulcanica ed ambientale del territorio.

Per quanto riguarda la sorveglianza basterà ricordare le diverse turnazioni H24 svolte dal personale scientifico, che in numerose sezioni dell'INGV forniscono alla Protezione Civile preziose informazioni in tempo reale sui processi geodinamici in atto in Italia sia nei mari che nei territori circostanti. Le informazioni sono basate sulla strumentazione più avanzata e su analisi svolte con le migliori metodologie attualmente disponibili, con un notevole impegno finanziario ed umano quantificabile in oltre la metà di tutte le risorse materiali dell'INGV e in quasi il 40% di quelle umane.

Le consulenze agli organi governativi e alle pubbliche amministrazioni nel campo della pericolosità sismica, vulcanica ed ambientale si esplicano attraverso pareri in merito alle azioni sociali da intraprendere nelle emergenze – si pensi, ad esempio, al possibile impatto delle eruzioni dell'Etna sul traffico aereo - nonché attraverso la produzione di elaborati da utilizzare come base per le formulazioni legislative – tra i quali spicca la Mappa di Pericolosità sismica completata nel 2004, nel quadro dell'Ordinanza 3274 PCM del 20 marzo 2003, relativa alla "Riclassificazione sismica del territorio italiano". Tale mappa è ormai diventata parte integrante della normativa per le costruzioni in zona sismica attraverso un nuovo atto legislativo congiunto del Dipartimento della Protezione Civile e del Ministero delle Infrastrutture (Norme Tecniche per le Costruzioni Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture - GU n.29 del 04/02/2008). Dati, elaborazioni e riferimenti normativi sono disponibili all'indirizzo: http://esse1.mi.ingv.it/. Complessivamente queste attività impegnano oltre il 30% delle risorse umane dell'INGV.

Sul piano delle ricerche di indiscussa valenza sociale va ricordato che l'INGV è il principale socio del Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC), una Società Consortile a Responsabilità Limitata che ha sede legale in Lecce e unità locali a Bologna, Venezia, Capua, Sassari e Milano. Il CMCC ha per oggetto la promozione e il coordinamento delle ricerche e delle diverse attività scientifiche e applicative nel campo dello studio dei cambiamenti climatici, favorendo anche collaborazioni tra Università, Enti di ricerca nazionali e internazionali, enti territoriali e il settore industriale.

Per concludere questa sezione vogliamo anche citare l'intensa opera svolta dal personale dell'INGV per la formazione di giovani ricercatori e il trasferimento delle conoscenze scientifiche verso una vasta platea. Questa opera è rivolta non solo al mondo della ricerca nazionale e internazionale, alle istituzioni e alle amministrazioni nazionali e locali, ma anche al grande pubblico e a componenti importanti del mondo dell'industria. Per quanto riguarda l'interazione con il grande pubblico, è doveroso citare la partecipazione attiva e qualificata dell'INGV a numerose manifestazioni a diverse scale, come ad esempio la Settimana della Cultura Scientifica organizzata ogni anno dal MIUR. In alcuni casi le iniziative sono ideate, proposte e gestite direttamente dall'INGV, come nel caso della mostra "Terra: viaggio nel cuore del pianeta", che si svolge ogni anno a Roma. Per quanto riguarda l'interazione con il mondo produttivo e dell'industria, un valido esempio di attività svolta dall'INGV è l'organizzazione di corsi che vengono tenuti presso università, o corsi di master presso enti locali e altri corsi di alta formazione. Attività questa svolta a favore di un pubblico molto diversificato, che include studenti, liberi professionisti, insegnanti scolastici a vario livello, tecnici appartenenti ad istituzioni pubbliche ed enti locali e tecnici del mondo industriale, con particolare riferimento al settore energetico ed ambientale.

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



Schede per Struttura

Introduzione

Come previsto dall'art. 14 del Regolamento di Organizzazione e Funzionamento, le unità operative fondamentali dell'INGV sono le Sezioni e i Centri Nazionali, collettivamente identificate come Strutture. Tali Strutture gestiscono attività, personale e risorse finanziarie e concorrono – ognuna in funzione della propria vocazione, dimensione e collocazione geografica – al raggiungimento degli obiettivi dell'ente. I risultati delle diverse attività di monitoraggio e ricerca sono ampiamente documentati nelle schede elaborate "per Obiettivo Specifico", che formano l'oggetto della prossima sezione di questo documento. In questa sezione sono invece raccolte delle schede elaborate dai direttori delle diverse Strutture. L'obiettivo di queste schede è di offrire una panoramica delle risorse, delle prospettive, delle criticità di ogni Struttura; elementi questi che sarebbe imossibile far discendere dalle schede di Obiettivo Specifico, che per loro natura descrivono solo risultati conseguiti e sono trasversali alle Strutture (nel senso che ad ogni Obiettivo Specifico di norma concorrono più Strutture).

Ogni scheda inizia con una relazione di sintesi a cura del Direttore della Struttura. Si tratta di una relazione che propone una analisi relativamente approfondita e che a sua volta è articolata nelle seguenti voci:

- Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale
- Sintesi dei risultati più rilevanti della Sezione (o Centro Nazionale)
- Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)
- Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature
- Principali interazioni con le altre strutture dell'ente
- Contributi per la formazione
- Elementi di criticità nel funzionamento della sezione

La scheda si conclude con un elenco sintetico delle Unità Funzionali (UF) e Unità di Progetto (UP) attive nella Struttura durante il 2011, nonché da un elenco associati di ricerca.

Si ricorda che ulteriori dettagli sulle risorse umane di ogni Struttura sono fornite nel Capitolo V della Relazione Introduttiva.

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



Sezione Roma 1
Sismologia e Tettonofisica

Unità Funzionali/Unità di Progetto

UF Geodinamica

UF Tettonica attiva

UF Geochimica dei fluidi,
stoccaggio geologico e geotermia

UF Sismologia

UF Effetti dei Terremoti e Pericolosità sismica

UF Laboratori

Sezione di Roma 1

1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

La sezione nel corso del 2011 ha impegnato risorse finanziarie (escluse le spese per emolumenti al personale) pari a 1.835.691 euro, di cui 625.036 provenienti da fonti istituzionali e 1.210.655 da enti finanziatori esterni. All'interno degli impegni su fondi istituzionali sono compresi gli investimenti nel campo del calcolo e dello storage centralizzato che la sezione effettua per conto di tutto l'Istituto e delle sezioni romane in particolare. Le variazioni rispetto al 2010 sono pari a -168.000 per i fondi istituzionali legati alle dinamiche di risparmio interne messe in opera per fronteggiare le ristrettezze di bilancio e ai tagli ad alcuni capitoli (soprattutto missioni) operati dal ministero e +320.000 per i fondi esterni. La notevole variazione positiva nella quota dei fondi esterni inverte un trend in atto da diversi anni e testimonia della forte capacità di reazione della sezione alla crisi economica nazionale attraverso una moltiplicazione degli sforzi per l'attrazione di nuovi fondi progettuali nonostante il sostanziale perdurare del blocco dei grandi progetti di ricerca di base nazionali accessibili alla comunità scientifica interna. La dotazione complessiva di personale si attesta, al 31 dicembre 2011, a 152 unità di cui 80 dipendenti di ruolo, 43 dipendenti a tempo determinato, 4 co.co.co 10 assegnisti di ricerca, 2 dottorandi e 2 borsisti. La sezione ha inoltre conferito incarichi di ricerca gratuiti a 11 prestigiosi ricercatori italiani e stranieri. Rispetto al 2010 la dotazione è rimasta sostanzialmente invariata. In un quadro di sostanziale stabilità,va registrata una diminuzione lenta ma costante nell'ultimo triennio di ingressi di giovani aspiranti ricercatori nella sezione. La produzione scientifica, in termini editoriali, è aumentata di quasi il 20% rispetto all'anno precedente, dato ancora più significativo se si considera la fase di transizione spesso tormentata vissuta dall'Ente. Inoltre, va rilevata l'estrema significatività ed il particolare prestigio delle riviste che ospitano molti degli articoli pubblicati.

1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

La ricerca svolta nella sezione nel 2011 risulta ancora fortemente influenzata dal terremoto dell'Aquila del 6 aprile 2009. Tuttavia, nel 2010, e 2011 altri eventi, come l'eruzione del vulcano islandese Eyjafjallajökull che ha avuto un impatto più che sensibile nelle attività di trasporto aereo civile in tutta Europa, ed il grande terremoto e tsunami del Giappone del marzo 2011 sono stati oggetti di studio intensivo e produttivo.

Obiettivo Generale 1: Sviluppo dei sistemi di osservazione
Le attività si sono concentrate nell'istallazione e perfezionamento di reti sismometriche velocimetriche e accelerometriche per lo studio degli effetti delle complessità del suolo nella propagazione delle onde sismiche e nella risposta degli edifici alle sollecitazioni ondulatorie. Le attività di rilievo macrosismico svolte a seguito del terremoto del 6 aprile2009 hanno messo in evidenza la necessità di riconsiderare ruolo e metodi adottati in emergenza. Tra gli obiettivi dell'anno 2011 vi era anche quello di eliminare le divergenze tra i valori di intensità derivanti dai questionari on-line "Hai sentito il terremoto?", e quelli prodotti dai rilievi diretti di QUEST, assunti come metodologia di indagine di riferimento per le aree con danno. Per quanto riguarda le procedure di analisi dei dati raccolti dai rilievi diretti, la sequenza aquilana ha fornito lo spunto per lavorare in modo più esteso sull'uso della scala EMS-98. I lavori e le esperienze più recenti hanno confermato che l'uso della scala EMS risulta più idoneo soprattutto nei contesti urbani dove vecchia e nuova edilizia caratterizzano porzioni differenti dell'edificato, rendendo difficile e a volte fuorviante il solo utilizzo della scala MCS. Sono continuate le attività nel monitoraggio geochimico nel potenziamento della rete GPS nazionale e nell'elaborazione di dati da telerilevamento. L'Osservatorio Sismologico di Arezzo partecipa direttamente al monitoraggio di aree sismogenetiche quali la Valtiberina e la zona del Monte Amiata ed ha contribuito all'installazione e gestione di array per il monitoraggio della sismicità locale e di stazioni sismiche in pozzo. L'Unita Funzionale Geochimica dei Fluidi, Stoccaggio Geologico e Geotermia ha continuato lo studio dei cosiddetti "CO_2 analogues" e loro comportamento anche in occasione di eventi sismici. Diversi sopralluoghi sono stati svolti in relazione alla convenzione attuale con la Regione Lazio. Per quanto riguarda il monitoraggio geochimico delle aree vulcaniche, le attività hanno continuato a concentrarsi nei Colli Albani (monitoraggio PH, radon e CO_2), nelle Eolie (CO_2), nell'area Etnea (3 stazioni multiparametriche) e nei campi Flegrei (monitoraggio temperatura al suolo).

Obiettivo Generale 2: Attività sperimentali e Laboratori
Nel 2011 ha visto il consolidamento delle attività di ricerca dei laboratori. Il solo laboratorio HP/HT ha pubblicato 34 lavori su riviste ISI mantenendo una leadership in questo senso all'interno dell'Istituto. Il progetto ERC starting grant USEMS continua la sua fase di piena operatività, l'apparato sperimentale originale SHIVA sviluppato all'interno di questo progetto È stato ulteriormente perfezionato estendendo le sue potenzialità negli esperimenti con pressione dei fluidi. Il secondo progetto ERC entrato lo scorso anno a far parte del patrimonio della sezione (GLASS, "InteGrated Laboratories to investigate the mechanics of Aseismic vs Seismic faulting) È entrato in fase operativa con l'avvio della realizzazione di un innovativo dispositivo per lo studio della deformazione lenta delle rocce. È stata finalizzata la calibrazione della quick press e fortemente aumentate le potenzialità sperimentali degli apparati per esperimenti "gas slug". Le attività del laboratorio di geochimica sono proseguite sia sul lato monitoraggio sia negli studi delle modalità di stoccaggio dei gas serra grazie all'attivazione di nuovi importanti progetti. Nell'ambito delle attività del Laboratorio Nuove Tecnologie,importanti risultati sono stati raggiunti nella simulazione analogica di eventi franosi e di flussi granulari. Il laboratorio, fornisce inoltre consulenza tecnica per il

progetto e l'allestimento di ogni tipo di misure geofisiche. Per questo collabora attivamente con gruppi INGV come con gruppi esterni all'Istituto. Per quanto riguarda il calcolo avanzato, continua lo sviluppo dell'infrastruttura di punta nel campo delle scienze della Terra che l'istituto ha implementato negli ultimi anni. Nel corso del 2011 il front end disponibile È stato potenziato con l'upgrade del cluster SELENE portato da 32 a 48 nodi, ciascuno con 2 CPU oct-core AMD Opteron 6132 a 2.4GHz e da 32Gbytes a 64Gbytes di RAM per nodo, per un totale di 768 cores e 3Tbytes RAM con interconnessione Infiniband-QDRe. È stata inoltre avviata l'implementazione del server ad alta densità di memoria BBKING composto da un HP Proliant DL980, con 4 CPU Intel Xeon a 2.0GHz e 10 cores (40 cores totali) e 2Tbytes di RAM. Le aree di storage di tutte le macchine sono comuni e basate sul filesystem ad alte prestazioni LUSTRE.

Obiettivo Generale 3: Studiare e capire il sistema Terra

A questo obiettivo fanno capo molte delle ricerche condotte in sezione e naturalmente anche in questo caso l'impatto del terremoto dell'Aquila sulle attività svolte continua ad essere rilevante. Nel 2011 sono stati utilizzati approcci numerici complessi ed innovativi per lo studio di questo evento come la simulazione numerica ad alta definizione in dominio completamente 3D delle deformazioni statiche e quasi statiche associate alla scossa. Sono stati indagati gli effetti della sorgente sul campo macrosismo e gli effetti di sito, sia delle stazioni accelerometriche del transetto della Valle dell'Aterno, sia delle stazioni temporanee installate nella zona epicentrale. Nel centro storico di L'Aquila sono continuate le attività finalizzate alla caratterizzazione dei profili di Vs utilizzando l'analisi congiunta di dati di microtremore e di array sismici mono e bidimensionali. In particolare si è investigato l'effetto delle dimensioni spaziali degli array nella risoluzione in profondità dei modelli di velocità ottenuti tramite tecniche di inversione. Sono continuate le attività di modellazione numerica bidimensionale della risposta sismica per il centro storico di L'Aquila. Per quanto riguarda il grande evento del Giappone del marzo 2011 sono stati studiati gli effetti dello tsunami generato dal terremoto (Mw 9) utilizzando un data set composto da immagini ottiche e termiche e SAR. Tramite il processamento e l'analisi di dati da diverse sorgenti si è ottenuta la mappa di inondazione nell'area costiera di Sendai ed analizzato i fattori a terra che hanno influenzato l'inondazione. La mole di lavoro dedicata al terremoto aquilano ed a quello giapponese non ha pregiudicato gli obiettivi tradizionali della sezione che possono essere sinteticamente riassunti nella creazione di software e procedure numerico-metodologiche innovative per la simulazione numerica e la caratterizzazione fenomenologica di processi geofisici su scale spaziali che vanno da 10^{-6} a 10^{7}m e su scale temporali da 10^{-3} a 10^{15}s. Particolare attenzione È stata dedicata alla teoria dei problemi inversi ed alle nuove frontiere computazionali in materia (ad esempio, *adjoint methods*), a nuove metodologie per la discretizzazione automatica di domini complessi, allo studio della sorgente sismica e tsunamigenica sia dal punto di vista teorico-matematico che dal punto di vista osservazionale-geologico e alla tettonica attiva nell'area mediterranea.

Obiettivo Generale 4: Comprendere e affrontare i rischi naturali

Ovviamente il disastroso evento aquilano torna ad avere una parte importante nell'ambito di questo obiettivo, dove grande attenzione È stata dedicata allo sviluppo di metodologie innovative per la pericolosità sismica anche in tempo reale e allo sviluppo di metodologie applicative di forecast sismico. Un notevole impegno è stato dedicato alla microzonazione di una parte del territorio abruzzese. Nell'ambito del progetto SHARE (http://diss.rm.ingv.it/SHARE/) sono state studiate e caratterizzate nuove sorgenti sismogenetiche dell'area euro-mediterranea dal Portogallo alla Turchia e dal Nord Africa al Belgio, inclusa l'area ionica offshore e il Canale di Sicilia. È proseguito lo studio dei maremoti del passato che hanno colpito la Sicilia orientale attraverso indagini geomorfologiche, studio di affioramenti olocenici, campagne di campionamento a terra. Nell'ambito del progetto Reluis, sono state realizzate le simulazioni per i terremoti di scenario relativi al terremoto dell'Irpinia del 1980 e ne è stata investigata la variabilità. Per il progetto vulcanologico V4 è stato sviluppato il programma PROSCEN che simula mappe di scuotimento in termini di intensità per il versante occidentale dell'Etna. Utilizzando i dati delle stazioni sismiche dell'Appennino meridionale sono state calcolate le equazioni predittive del moto del suolo per eventi di magnitudo medio-piccola (ML<4.0). È stato pubblicato l'aggiornamento del database DISS e realizzato un database multiparametrico di dati sismici, strutturali e gravimetrici relativo alla Piana Campana. È stata completata la mappatura dell'inondato e delle stime di *run-up* relative allo tsunami nel marzo 2011 in Giappone e caratterizzati i diversi tipi di tsunami (locali o regionali) che potrebbero colpire la Sicilia orientale. Sulla base di tettonica attiva, vulcanismo e rischi naturali associati al seamount Marsili sono stati discriminati eventi tettonici da degassamento (CO_2, CH_4 ed He) e verificata la potenziale produttività geotermica. Sono state definite le caratteristiche dei i fluidi circolanti lungo la EAF Dead Sea fault e nel Great Artesian Basin in Australia. È stato effettuato uno studio della pericolosità sismica in ambiente vulcanico producendo le equazioni predittive del moto del suolo sia in termini di parametri di picco che di ordinate spettrali da utilizzare nelle aree del Vesuvio e dei Campi Flegrei. È stata implementata una nuova tecnica per il calcolo della pericolosità sismica nel fase sin-eruttiva. Tale tecnica è stata applicata alle aree vulcaniche del Vesuvio e dei Campi Flegrei per la generazione di mappe di pericolosità dipendenti dal tempo. È stata completata la mappa di amplificazione locale per il Vesuvio, integrando le funzioni empiriche di effetti di sito con altre informazioni vulcanologiche e sismologiche e con dati stratigrafici, analisi di foto aree e di laboratorio. Ancora al Vesuvio, sono state studiate le componenti spettrali a banda stretta nell'intervallo di frequenza 1-10Hz che possono mascherare i picchi di risonanza dovuti ad effetti di sito. Dall'analisi del microtremore si è ulteriormente dettagliata la struttura superficiale della Solfatara e si sono stimati effetti di sito e modello di velocità (fino ad una profondità di 50-60 m) nell'area di S. Fele (Appennino meridionale). Nuove fonti di finanziamento sono state invece utilizzate per approfondire le tematiche CO_2 *Capture & Storage*, nonché quelle legate al rischio da dagassamento naturale e studio degli effetti del radon indoor che è considerato uno dei maggiori fattori di rischio per il cancro ai polmoni.

Obiettivo Generale 5: L'impegno verso le istituzioni e verso la Società
Nell'ambito di questo obiettivo, la Sezione ha svolto un ruolo primario nella gestione del portale web dell'INGV ed ha contribuito a molte delle iniziative didattiche e di divulgazione scientifica realizzate nel 2011 partecipando anche alla gestione di realtà museali/informative come I musei di Roma e Rocca di Papa e i centri informativi di Stromboli e Vulcano. I ricercatori della sezione gestiscono importanti ed innovative banche dati macrosismiche e di sismologia strumentale e contribuiscono alla gestione dell'open archive EarthPrints e del Comitato Editoriale Nazionale (CEN). La sezione inoltre, come sempre, ha contribuito in maniera massiccia alle attività della sala di monitoraggio sismico ed alla gestione sia interna che esterna (centri operativi esterni, commissione operativa DPC, gruppi operativi locali) di tutte le emergenze sismiche e vulcaniche avvenute durante l'anno.

1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

I risultati più rilevanti che la sezione ha raggiunto nel corso del 2011 possono essere sommariamente sintetizzati nei seguenti punti:

- l'aumento superiore al 20% della produzione editoriale, ancora più significativo considerando i problemi legati al precariato e alla transizione verso il nuovo istituto;
- i risultati scientifici sul terremoto dell'Aquila: sono stati prodotti numerosi studi d'avanguardia che spesso utilizzano tecniche numeriche innovative. Questo terremoto a poco più di due anni dalla sua occorrenza È probabilmente l'evento su faglia normale meglio studiato al mondo; nel corso del 2011 sono stati in particolare sviluppati modelli 3D di faglia ad altissima risoluzione, aggiornata la cartografia geologica e geomorfologica dell'area Paganica-S. Demetrio e delle faglie limitrofe, definita l'architettura interna del bacino nell'area Bazzano-Paganica, stabilito un modello di segmentazione della faglia e della sua evoluzione, stimati i ratei di slip e ricostruita la storia paleosismica.
- gli sudi innovativi sui fenomeni naturali catastrofici avvenuti nel corso del 2010 e 2011: l'eruzione del vulcano islandese Eyjafjallajökull ed il grande terremoto e maremoto del Giappone
- il grande progetto infrastrutturale EPOS È entrato nella fase centrale e decisiva della preparatory phase: il soggetto legale EPOS sta per essere creato. Ricordiamo che questo progetto, a coordinamento INGV, È destinato a cambiare profondamente l'interoperabilità delle infrastrutture di ricerca nel campo delle scienze della Terra in tutta Europa;
- più in generale l'alto livello, qualitativo e quantitativo delle attività di progettualità esterna della sezione, sia in ambito nazionale che internazionale;
- il continuo miglioramento del centro di supercalcolo della sede di Roma, a disposizione dell'intero istituto, con un totale di oltre 1.500 cores fra tradizionali e GPUs.

1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)

- Prosecuzione del potenziamento dei laboratori sperimentali che consentirà di avviare ricerche multidisciplinari in nuovi settori (il progetto ERC GLASS ed i nuovi contratti in ambito Carbon Capture and Storage svolgeranno un ruolo importante in tal senso). Nel 2012 dovrà essere completata l'implementazione dei nuovi spazi per il laboratorio di geochimica e per l'officina meccanica.
- Incremento delle potenzialità di calcolo centralizzato per sviluppare la modellazione numerica dei processi fisici che avvengono nell'interno della Terra; Incentivazione allo viluppo di codici numerici originali ed innovativi per lo studio dei processi geofisici fondamentali. In questo senso la sezione Roma 1 si propone fra i riferimenti per il porting di seminal codes quali SPECFEM3D e ADJOINT su nuove piattaforme hardware come le GPU.
- Pianificazione bilanciata delle ricerche dedicate all'analisi e all'interpretazione della grande mole di dati di crescente qualità prodotti dalle nostre reti di monitoraggio e dalle campagne di acquisizione dati e contemporaneo sviluppo di nuove procedure per il processing real time di grandi quantità di dati.
- Promozione di una sempre maggiore integrazione tra le diverse componenti dell'Ente per stimolare ricerche multidisciplinari cercando anche migliori collaborazioni con le Università per sostenere la formazione di futuri giovani ricercatori (dottorato e formazione).
- Bilanciamento della partecipazione a progetti applicativi e a progetti che sostengano la ricerca fondamentale e allo stesso tempo incentivazione delle contaminazioni fra ricerca fondamentale e ricerca applicata allo scopo di favorire il trasferimento del know how di altissimo livello sviluppato negli studi di fisica fondamentale alle applicazioni per la mitigazione del rischio da fenomeni naturali catastrofici.

Tra i fattori positivi che influenzeranno maggiormente le prospettive di sviluppo delle attività di ricerca future a medio e lungo termine, La creazione del soggetto legale EPOS È sicuramente il principale.

1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature

Le principali risorse strumentali sono allocate nel centro di calcolo, nei laboratori di chimica e fisica delle rocce, nei laboratori di geochimica e nel laboratorio nuove tecnologie per i quali, anche nel corso del 2011, sono stati

fatti cospicui investimenti che hanno permesso la completa operabilità dell'ingente parco attrezzature acquistato nel 2010 e anche espanso lo stesso. Fra i più importanti:

- Server ad alta densità di memoria HP Proliant DL980 4x10-core INTEL-Xeon E7-2850 2.0 GHz per un totale di 40 cores di calcolo e 2 terabyte di memoria condivisa.
- Server HP Proliant DL580, con 4 CPU Intel Xeon hex-core a 2.67GHz (24 core totali) e 512GB di RAM.
- Thermal High Speed camera FLIR SC 645.

I gruppi di ricerca di Roma1 dispongono inoltre di un ricco parco strumenti per studi sismologici (sismometri e accelerometri) e geologici (carotatore, analisi log GPS total station)

1.5. Principali interazioni con le altre strutture dell'ente

La sezione di Sismologia e Tettonofisica collabora per lo sviluppo di ricerche innovative sostanzialmente con tutte le altre sezioni dell'INGV. Interazioni di natura organica e strutturale, legate anche alle attività di monitoraggio e gestione delle crisi sismiche avvengono in misura maggiore con il Centro Nazionale Terremoti.

1.6. Contributi per la formazione (a partire dalla lista valida per tutto l'ente)

Diversi ricercatori della sezione dedicano una frazione significativa, a volte maggioritaria, del loro tempo alle attività di formazione e divulgazione scientifica in qualità di membri organici dei gruppi INGV che si occupano di formazione. Quasi tutto il restante personale partecipa comunque alle iniziative coordinate su tali tematiche: Infine, numerosi ricercatori della Sezione hanno partecipato a diversi cicli di seminari e lezioni per corsi Universitari o per il Dottorato di Ricerca, a corsi per scuole di perfezionamento e master, a corsi di formazione e a corsi di aggiornamento professionale.

1.7. Elementi di criticità nel funzionamento della sezione

Indubbiamente il principale elemento di criticità in questo momento per la vita della sezione e dell'intero ente riguarda l'emergenza precariato. Riassunto sommariamente, in una sezione di circa 150 persone, un terzo è rappresentato da ricercatori, spesso molto brillanti, ormai del tutto integrati nel nostro tessuto operativo a cui non si riesce a garantire una prospettiva di lavoro e di carriera. Proprio questa seconda parte del problema rischia di essere particolarmente insidiosa per la qualità della ricerca. Infatti, se la sicurezza del posto di lavoro in sé è un problema dai risvolti drammatici ma più rivolti alla sfera personale, il congelamento assoluto di qualsiasi dinamica evolutiva in termini di carriera in senso esteso (progressioni stipendiali, dialettica di guida dei gruppi scientifici, rinnovo delle classi dirigenti, coordinamento dei grandi progetti, ecc.) ha grosse ripercussioni, per ora principalmente potenziali ma sempre di più in atto, sulla qualità dell'attività di ricerca svolta e sul funzionamento delle strutture dell'Ente. Noi ci troviamo con una massa di ricercatori con un'età media intorno ai 40 anni che dovrebbero rappresentare la spina dorsale e la classe dirigente presente e futura dell'ente che si trovano nella condizione di "eterno postdoc". Le convulse fasi del doppio cambio di presidenza ed il perdurare della fase di transizione verso l'applicazione completa del nuovo statuto e dei nuovi regolamenti insieme agli effetti, provenienti dall'esterno ma assolutamente tangibili, della crisi nazionale ed internazionale hanno creato un clima di tensione ed inquietudine che non giova all'armonia lavorativa. La sezione svolge una poderosa mole di lavoro nel monitoraggio sismico, vulcanico e geochimico e nella gestione delle crisi sismiche e vulcaniche. Durante la crisi sismica Emiliana più del 70% del personale era attivato, virtualmente a tempo pieno, su questa tematica. La stessa cosa, anche se con impatto proporzionalmente minore, era accaduta con la crisi vulcanica islandese. Tuttavia, RM1 non è inclusa nella lista delle sezioni "monitoranti" a pieno titolo, un'ambiguità che causa seri problemi nel reperimento delle risorse finanziarie necessarie al corretto svolgimento di tali attività. RM1 è una delle sezioni più grandi dell'Ente, certamente la più eterogenea dal punto di vista degli ambiti di ricerca e probabilmente la più ricca in termini di numero di progetti esterni. Tutto ciò ne rende la gestione forse troppo difficoltosa e potrebbe essere sensato porre all'ordine del giorno un dimagrimento della struttura.

2. Elenco unità funzionali (UF) e unità di progetto (UP) della sezione

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti	Ob. Spec. di riferimento
UF1	Geodinamica	Antonio Piersanti (interim)	13	2.1, 3.1, 3.2, 3.3, 4.3, 5.5, 5.7
UF2	Tettonica attiva	Daniela Pantosti	26	2.4, 3.2, 3.10, 4.2, 4.4, 5.5, 5.8, 5.9
UF3	Geochimica dei fluidi, stoccaggio geologico e geotermia	Fedora Quattrocchi	19	1.2, 2.4, 4.4, 4.5, 5,5. 5.8

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti	Ob. Spec. di riferimento
UF4	Sismologia	Claudia Piromallo	25	1.1, 3.1, 3.3, 4.2, 5.1, 5.5, 5.6, 5.8
UF5	Effetti dei Terremoti e Pericolosità sismica	Antonio Rovelli	26	1.1, 2.1, 3.1, 4.1, 4.2, 5.1, 5.5, 5.8
UF6	Laboratori	Piergiorgio Scarlato	27	1.5, 2.3, 3.6, 4.3, 5.8

3. Elenco associati di ricerca alla sezione

Nome associato	Ente di Appartenenza	Titolo
Antonella Amoruso	Università di Salerno	Ricercatore
Matteo Ciccott	CNRS Montpellier	Ricercatore associato
Luca Crescentini	Università di Salerno	Professore associato
Luigi Dallai	CNR Pisa	Ricercatore
Mario Gaeta	Università la Sapienza	Ricercatore
Gianluca Iezzi	Università di Chieti	Ricercatore
Giorgio Pennacchioni	Università di Padova	Professore associato
Brent Poe	Università di Chieti	Professore associato
Giorgio Spada	Università di Urbino	Professore associato
Giancarlo Della Ventura	Università di Roma TRE	Professore associato
Valentin Rudolf Troll	Uppsala University	Professore

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Sezione Roma 2
Geomagnetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale

Unità Funzionali/Unità di Progetto

UF Geomagnetismo
UF Fisica dell'Alta Atmosfera
UF Laboratorio di Geofisica Ambientale
UF Laboratorio di Paleomagnetismo
UF Osservatorio di L'Aquila
UF Ricerche InterDisciplinari GEomarine
UP Laboratorio di Aerogeofisica
UP Geofisica e Tecnologie Marine

Sezione di Roma 2

1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

I temi di ricerca trattati nella Sezione di Roma2 riguardano Geomagnetismo, Paleomagnetismo, Radiopropagazione ionosferica e sviluppi tecnologici d'apparati sperimentali, osservazione multidisciplinare dei fondali marini, studi sul degassamento degli idrocarburi e osservazioni ambientali con metodi geofisici, sia a terra sia in mare, anche con tecniche di indagine aerea. La Sezione è inoltre molto attiva nelle conduzione di indagini geofisiche mirate allo studio delle proprietà fisiche (elettriche, elettromagnetiche, di densità, di conducibilità termica, ecc.) per la caratterizzazione di aree significative dal punto di vista strutturale, ambientale e archeologico. Il monitoraggio continuo e sistematico del campo magnetico terrestre attraverso magnetometri installati presso osservatori presenti su territorio nazionale (Castello Tesino e Lampedusa) ed antartico (presso le basi italiane di Mario Zucchelli e Concordia) ha rappresentato, anche per il 2011, una delle attività principali portate avanti dal personale afferente all'UF di Geomagnetismo. La pausa tra le campagne di misura della Rete magnetica (che ha solitamente luogo con cadenza quinquennale ed è volta alla realizzazione della cartografia che descrive il campo magnetico terrestre nello spazio e nel tempo integrando così le misure effettuate presso gli osservatori geomagnetici permanenti) come previsto, è stata utilizzata per revisione e completamento della rete dei capisaldi magnetici. Il monitoraggio continuo e sistematico dell'alta atmosfera ionizzata, mediante i due osservatori di Roma e Gibilmanna (PA) e il servizio di previsioni ionosferiche, come supporto alle esigenze di comunicazione in onda corta dei principali utenti nazionali (Ministeri della Difesa, Interno e Dipartimento della Protezione Civile) hanno costituito anche nel 2011 uno dei principali obiettivi dell'UF Fisica dell'Alta Atmosfera. L'attività di monitoraggio non è limitata soltanto al territorio nazionale ma si estende attraverso numerosi progetti di ricerca europei (DIAS, GIFINT,CIGALA ed ESPAS) e nazionali (PNRA, MIRTO, ecc.) anche all'area Mediterranea ed alle zone polari. Gli obiettivi del Laboratorio di Geofisica Ambientale, prevedevano ulteriori sviluppi strumentali relativi ai radar HF per il rilevamento della densità elettronica in ionosfera, uno spettrometro a microonde per la misura del vapor d'acqua in stratosfera e, per ciò che concerne applicazioni in ambito glaciologico, la prosecuzione dello sviluppo di Radio Echo Sounding (radar VHF) con i vari sistemi d'antenna differenti per le diverse frequenze impiegate. Per queste innovazioni tecnologiche, oltre alle tecniche riguardanti dispositivi logici programmabili, microchip in grado di operare sui segnali elettrici, componenti elettronici per la sintesi diretta delle frequenze, si ricorre anche alla programmazione delle schede "software defined radio". Gli algoritmi di processo sviluppati vengono impiegati nei radar a codice di fase per sopperire alla bassa potenza trasmessa. Nell'ambito delle osservazioni si perfezionano le tecniche di prospezione geoelettrica, magnetica e a induzione, per il supporto agli organi preposti al controllo del territorio, anche in ambito archeologico. Nel corso del 2011 il Laboratorio di Paleomagnetismo ha lavorato a pieno ritmo nello sviluppo di ricerche in tutte le aree di suo tradizionale interesse scientifico e pertinenza. Il laboratorio ha inoltre ospitato vari ospiti stranieri per cicli di misura su progetti in collaborazione, ed è stato attivamente impegnato nella costituzione di una rete integrata Europea di laboratori sperimentali nell'ambito del progetto EPOS. Gli obiettivi delle ricerche comprendono l'uso del paleomagnetismo per la risoluzione di problemi geodinamici, per lo sviluppo di studi di stratigrafia integrata ad alta risoluzione e per la ricostruzione della paleovariazione secolare (PSV) del campo magnetico terrestre, con contributi originali per la datazione ad alta risoluzione di eventi sismici, vulcanici e climatici del recente passato geologico. In particolare, per le applicazioni alla tettonica sono state svolte ricerche sull'evoluzione Plio-Pleistocenica della penisola italiana, in particolare per il blocco Calabro ed il bacino dell'Alto Tevere. Sono proseguite inoltre le ricerca sull'evoluzione tettonica della cordigliera Colombiana. Per la magnetostratigrafia sono state svolte ricerche in numerose successioni sedimentarie dell'area mediterranea che rappresentano intervalli chiave per la stratigrafia del Cenozoico, con particolare riguardo alle sezioni candidate alla definizione di Global Stratotype Section and Point (GSSP) di diversi piani stratigrafici. Per quel che concerne la ricostruzione della variabilità del campo magnetico terrestre, sono state svolte campagne, misura in laboratorio e analisi dei dati sulle sequenze laviche Oloceniche esposte a Pantelleria ed alle isole Azzorre. Queste ricerche portano contributi originali e fondamentali per la ricostruzione temporale delle fasi eruttive di vulcani attivi. Sono altresì proseguite le ricerche sulla ricostruzione della PSV in sequenze sedimentarie marine dall'area polare artica e dall'area mediterranea. Inoltre, sono proseguite le ricerche paleomagnetiche sulle sequenze sedimentarie perforate nell'ambito dei grandi progetti internazionali di ricerca (Cape Roberts, ANDRILL) relativi ai margini peri-Antartici. Infine, per il magnetismo ambientale, sono proseguite e si sono sviluppate le ricerche sulla caratterizzazione magnetica delle polveri sottili atmosferiche. L'UF Ricerche InterDisciplinari Geomarine (RIDGE), studia con approccio multi- e inter-disciplinare vari processi geofisici e ambientali relativi a trasferimenti di massa (es. gas) ed energia (es. eventi sismici)) che avvengono alle interfacce tra geosfera, idrosfera (oceani) e atmosfera, il loro hazard e impatto sui cambiamenti globali. Gli studi si basano su osservazioni specifiche che utilizzano tecnologie innovative (osservatori sottomarini - OS 1.8 - e sensori di ultima generazione). Gli obiettivi principali sono lo studio delle strutture sismogenetiche (in particolare la fisica che governa la preparazione del fenomeno terremoto - OS 3.1), dei vulcani sottomarini, degli tsunami (O.S. 4.3), della struttura del mantello superiore sotto gli oceani (OS 1.7), nonché lo studio di alcune caratteristiche del campo magnetico terrestre (OS 3.4), l'origine e degassamento degli idrocarburi, con implicazioni nel budget atmosferico dei gas serra (OS 4.5). Questa UF coordina le azioni necessarie (progetti e iniziative) alla realizzazione della parte di competenza italiana dell'infrastruttura di ricerca

europea EMSO di ESFRI per la costituzione del consorzio europeo (ERIC) che si occuperà della sua gestione. Nonostante le perduranti limitazioni logistiche e ambientali causate dal terremoto del 2009, le attività svolte nel 2011 dall'UF di L'Aquila hanno condotto comunque alla realizzazione degli obiettivi previsti. Si è avuta una certa continuità nella manutenzione ed esercizio degli interventi sia pure minimali di mantenimento delle funzioni di base dell'osservatorio geomagnetico di Preturo. Una ulteriore proroga da parte dell'Università di L'Aquila ha allungato la vita dell'osservatorio di Preturo fino al 30 aprile 2012. Grazie a questa ulteriore dilazione è stato possibile proseguite le misure assolute del campo magnetico terrestre ed è stata garantita la necessaria continuità nel funzionamento del sistema INTERMAGNET. Gli studi e le ricerche multidisciplinari che l'UP Metodi e Misure per la Geofisica dell'Ambiente conduce sono mirate all'interpretazione dei campi di potenziale, di dati radiometrici ed elettromagnetici, per l'ambiente e per la modellazione crostale. Il gruppo di lavoro realizza campagne sperimentali in aree vulcaniche attive e in aree significative dal punto di vista ambientale con obiettivi mirati alla mitigazione dei rischi e per questioni legate alla sicurezza, al disarmo e alla non proliferazione nucleare. Tali obiettivi trovano collocazione anche nelle relazioni istituzionali con il Ministero degli Affari Esteri, per la fornitura di consulenze riservate per la messa in operazione del sistema di verifica del Trattato per la messa al bando degli esperimenti nucleari, ai sensi della Legge 197/2003. In tale contesto, si forniscono elaborazioni e pareri di elevato valore scientifico e tecnologico. L'UP Geofisica e Tecnologie Marine è attiva su diversi obiettivi prevalentemente nel campo delle ricerche geomarine promuovendo le attività scientifiche e tecnologiche dell'INGV con numerose campagne geofisiche in mare in collaborazione con l'IIM (Istituto Idrografico della Marina), il CNR Ismar e altri enti di ricerca. Si sono inoltre fornite consulenze scientifiche-tecnologiche in Progetti di Ricerca e svolte campagne di misura nell'ambito di uno specifico contratto con ENI SpA. Dal 2009 l'UP è inoltre impegnata nell'ambito del Distretto Ligure delle Tecnologie Marine con la partecipazione a specifici progetti di ricerca e sperimentazione industriale insieme a grandi gruppi (FINMECCANICA) e piccole e medie imprese consorziate (TECNOMAR) del territorio ligure. Sono proseguiti gli studi selle fluttuazioni del livello del mare con l'analisi dei rapporti newtoniani fra le variazioni del peso del distretto atmosferico locale e la circolazione idraulica nei bacini marini semivincolanti (porti, baie e, in generale, coste) e la capacità idraulica di smaltimento piena dei bacini fluviali. Proseguiti anche gli studi su applicazioni geofisiche alla Difesa Marina e Subacquea sistemi EMAG UW (assetto SIMAN – Self Informed MAgnetic Network) per la protezione antiterrorismo.

1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

Anche nel descrivere i risultati più rilevanti conseguiti dalla Sezione di Roma2: Geomagnetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale per il 2011 si fa riferimento all'ampia diversificazione delle discipline studiate sintetizzandole per tema. Nell'UF di Geomagnetismo sono proseguite le regolari attività di misura del campo magnetico presso due osservatori su territorio italiano, Castello Tesino e Lampedusa e due su territorio antartico (presso le stazioni Mario Zucchelli (TNB) e Concordia). Come di consueto le misure effettuate presso questi osservatori, dopo essere state preliminarmente validate, sono state rese disponibili on line sul sito dell'INGV (http://roma2.rm.ingv.it/it/risorse/osservatorigeomagnetici). È iniziata l'elaborazione dei dati raccolti nel corso della campagna di misure del campo magnetico effettuate sulla griglia regolare di punti distribuiti sul territorio italiano che costituisce la nostra rete magnetica nazionale. Le misure raccolte tra giugno 2009 e giugno 2010 sono state elaborate per permettere una descrizione del campo magnetico terrestre nello spazio e nel tempo integrando così le misure effettuate presso gli osservatori geomagnetici permanenti. Questo permetterà la realizzazione una cartografia aggiornata del campo magnetico su scala nazionale. Utilizzando essenzialmente i dati relativi agli indici geomagnetici è stata studiata, attraverso l'approccio basato sulla teoria dell'informazione, la relazione esistente tra due classi di fenomeni magnetosferici: le tempeste e le sottotempeste magnetiche. I risultati ottenuti hanno mostrato che il flusso d'informazione tra tempeste e sottotempeste dipende dal livello di attività magnetica globale. Relativamente invece agli studi connessi con la natura intermittente delle serie temporali degli indici geomagnetici il lavoro si é concentrato sull'analisi della struttura multifrattale delle stesse analizzando le proprietà di scala degli incrementi degli indici in funzione dell'ampiezza degli incrementi stessi. È proseguita l'analisi delle pulsazioni magnetiche di bassa frequenza effettuando un'analisi comparata tra i dati registrati presso l'osservatorio geomagnetico di Baia Terra Nova (TNB) e quello di Concordia. Si è sviluppato un modello ionosferico regionale di forcasting (IFERM), in grado di fornire previsioni del parametro i foF2 fino a 3 ore in avanti in condizioni magneto-ionosferiche non quiete. Inoltre il modello IRI-SIRMUP-P, in grado di generare in tempo reale una matrice tridimensionale della densità elettronica della ionosfera, è stato testato considerando Roma e Gibilmanna come stazioni di input dei dati da assimilare e Atene, Roquetes e San Vito come stazioni di test per la validazione del dato modellato. Il risultato del test ha evidenziato che la matrice tridimensionale della densità elettronica generata dal modello IRI-SIRMUP-P risulta essere più affidabile della corrispondente matrice climatologica generata dal modello IRI-URSI. L'aumento impulsivo notturno di densità elettronica, caratterizzato da una forte compressione della ionosfera, che ha caratterizzato una larga regione del sud America, è stato analizzato in dettaglio. Studi morfologici della caratteristica foF2 hanno evidenziato differenze nelle variazioni del massimo di densità elettronica i NmF2 tra l'estate e l'inverno dovute principalmente alle differenza di temperatura nel massimo del ciclo solare e ad una corrispondente diminuzione nelle specie neutre ([O], [O_2], [N_2]). Altri studi sono stati condotti al fine di testare il modello di riferimento internazionale IRI. Il modello originale di scintillazioni equatoriali è stato confrontato con le misure equatoriali acquisite nell'area dell'America Latina. Ulteriore studio di rilievo è quello sui casi di inibizione di scintillazione alle basse latitudini. Relativamente alle attività del Laboratorio di Geofisica Ambientale quasi sistematicamente vengono effettuate campagne di misura, sia per ciò che

concerne il telerilevamento a microonde, sia per quanto riguarda le osservazioni glaciologiche e geofisiche. A Thule (Groenlandia) sono state condotte campagne di misura invernali con lo spettrometro eterodina per determinare le concentrazioni di ozono stratosferico e degli altri costituenti neutri, del vortice polare. Queste ricerche sono oggetto di studi e collaborazioni con altri organismi internazionali per la dinamica in alta atmosfera. Per ciò che concerne le applicazioni geofisiche del sottosuolo, a sopporto delle istituzioni interessate, si è proceduto all'identificazione di diverse aree di discariche abusive. È stato ulteriormente aggiornato nella sua parte di processing on-line la ionosonda AIS-INGV per la misura della densità elettronica degli strati ionosferici. Per quel che concerne il paleomagnetismo ed il magnetismo delle rocce, sono stati prodotti numerosi dati che hanno apportato contributi originali nei diversi campi di ricerca che costituiscono i tradizionali obiettivi generali perseguiti dal gruppo di ricerca afferente al laboratorio di paleomagnetismo. Tra tali contributi, per le applicazioni alla geodinamica si segnalano quelli che hanno permesso di ricostruire nel dettaglio l'evoluzione tettonica e stratigrafica del bacino di Crotone, con implicazioni generali per il contesto geodinamico attuale e recente del blocco Calabro, nonché la ricostruzione, mediante lo studio dell'anisotropia della suscettività magnetica dei sedimenti lacustri Plio-Pleistocenici del bacino dell'Alto Tevere, del campo di deformazione superficiale associato all'attività della faglia Alto Tiberina. Per le applicazioni stratigrafiche, sono stati apportati importanti contributi in numerose sezioni dell'area mediterranea, candidate alla definizione di vari piani stratigrafici del Cenozoico: Selandiano e Tanetiano (Paleocene), Luteziano (Eocene) e Langhiano (Miocene). Sono state altresì sviluppate ricerche di ciclostratigrafia integrata ad alta risoluzione per la caratterizzazione dei cambiamenti paleoclimatici registrati nei sedimenti del Messiniano (tardo Miocene) nel Mediterraneo e delle principali transizioni climatiche del Cenozoico registrate nei sedimenti marini peri-Antartici. Inoltre, è stato sviluppato un nuovo modello sull'importanza dei batteri magnetottatici nella magnetizzazione dei sedimenti pelagici. Notevoli sono stati i risultati raggiunti nel campo della ricostruzione della paleovariazione secolare (PSV) del campo magnetico terrestre in successioni sedimentarie di età Olocenica, che hanno permesso la datazione ad alta risoluzione di una sequenza che contiene la registrazione di paleotsunami (Sicilia orientale) e la definizione di una prima curva Olocenica di PSV per le alte latitudini settentrionali (mare di Barents), con implicazioni importanti per i modelli del campo magnetico terrestre e per la datazione di sedimenti che registrano le varie fasi di cambiamento climatico durante l'ultima deglaciazione. L'UF RIDGE ha completato nuovi esperimenti di monitoraggio in mare dell'attività sismica, di studio sulla generazione di tsunami e di emissione di gas dai fondali con relativo impatto ambientale (ipossia), attraverso progetti dell'UE (ESONET, Mar di Marmara; HYPOX, Mar Ionio) e sono state avviate le relative attività di analisi dati. Sono stati sottomessi articoli scientifici a completamento dell'integrazione di dati sismici di mare con quelli di terra, integrazione che ha permesso di definire il regime di stress e la struttura del mantello superiore del Golfo di Cadice e la litosfera in un'area dell'Antartide. L'integrazione di dati geofisici e batimetrici ha invece permesso di definire le interazioni tra vulcanismo e tettonica delle Isole Eolie, e la dinamica dell'apparato vulcanico dell'Etna. In collaborazione con il CNT e all'interno di progetti europei cui partecipa, quali GENESI-DEC, ENVRI, SCIDIP-ES, i dati degli osservatori sottomarini vengono sistematizzati in un database (MOIST, https://moist.rm.ingv.it) consultabile via web. Utilizzando tecniche matematiche applicate in geomagnetismo, è stata meglio definita la sequenza sismica aquilana del 2009. Sono proseguite le attività del progetto EMSO-PP a coordinamento INGV, con lo scopo di costituire la governance della infrastruttura di ricerca EMSO. Per l'anno 2011 l'INGV ha ottenuto dal MIUR un finanziamento per la partecipazione dell'Italia a EMSO. Uno dei nodi della rete di osservatori sottomarini EMSO in acque italiane (Sicilia orientale), già operativo dal 2005, dopo una fase di aggiornamento, è stato testato e preparato per la deposizione ad oltre 2000 m di profondità e il suo collegamento in tempo reale via cavo elettro-ottico sottomarino esistente. Negli studi relativi agli idrocarburi, sono stati pubblicati diversi articoli sull'origine abiotica (non organica) a bassa temperatura del metano rilevato in rocce ultramafiche (ofioliti). Grazie a tale scoperta l'INGV ha attivato progetti e collaborazioni con compagnie petrolifere (contratto di ricerca PETROBRAS) e con le agenzie spaziali NASA ed ESA, in quanto il tipo di metano scoperto potrebbe essere lo stesso presente su Marte. È stato aggiornato e integrato il Geo-database degli tsunami dell'area Euro-Mediterranea, in particolare con gli eventi avvenuti nell'Adriatico orientale e con l'esclusione di alcuni eventi che sono risultati non attendibili. È stato inoltre confermato per via teorica che il comportamento del campo geomagnetico è quello proprio di un sistema ergodico facilitando così tutte le analisi che richiedono la ricostruzione dello spazio delle fasi. Il sito di Preturo dovrà essere abbandonato perchè L'Università di L'Aquila, proprietaria del terreno, ne ha richiesto la restituzione. Ciò comporterà la necessità di realizzare altrove un nuovo osservatorio. Ai fini della Ricerca di un sito per l'osservatorio di Preturo (L'Aquila), sono state condotte indagini strumentali nella zona di Castel del Monte (Gran Sasso). Il sito risulta essere adatto per ospitare il nuovo osservatorio geomagnetico in quanto è caratterizzato da un bassissimo rumore magnetico di fondo ed è protetto dall'espansione delle attività industriali e dalla urbanizzazione in quanto l'area è situata nel Parco Naturalistico del Gran Sasso. Il sito è inoltre sufficientemente lontano dalla futura "Trasversale Adriatica" che dovrebbe riguardare tra l'altro l'elettrificazione della linea Antrodoco-L'Aquila e del tratto ferroviario L'Aquila-Sulmona. Molte altre attività, in particolare quelle tecnologiche mirate allo sviluppo di nuovi sistemi di misura, si sono fermate a causa della dispersione del personale dopo il terremoto. Sono proseguite le attività rituali dell'osservatorio di Duronia consistenti nella esecuzione delle misure assolute due volte a settimana e nella registrazione variometrica delle 3 componenti del campo geomagnetico secondo gli standard IAGA, è stato realizzato l'annuario 2011 secondo lo standard IAGA-2002, inoltre è stata presentata alla IAGA la richiesta di ammissione dell'osservatorio geomagnetico di Duronia nella rete internazionale INTERMAGNET. Nel 2011 sono iniziati i lavori di ampliamento finalizzati alla trasformazione dell'osservatorio in una struttura osservazionale ad elevata risoluzione nella misura delle componenti del campo geomagnetico a larga banda. Le indagini radiometriche effettuate con lo spettrometro gamma da elicottero richiesto dalla Regione Basilicata dall'UP "Metodi e Misure per la Geofisica dell'Ambiente"hanno messo in luce un rilevante problema ambientale. È stata

riscontrata infatti la presenza di radiazione ionizzante nell'intorno di un impianto sperimentale. Le valutazioni sono ancora al vaglio degli esperti e delle autorità. Dato il carattere sensibile dei dati e delle analisi, la circostanza necessita valutazioni approfondite in merito alla divulgabilità dei risultati. Le ricerche condotte con la piattaforma aerogeofisica dell'INGV hanno permesso di dedurre il pattern di anomalia dei campi magnetico e gravimetrico nel Tirreno meridionale. Questi dati hanno indicato come la tettonica crostale abbia influenzato fortemente la morfologia delle anomalie dei campi di potenziale nelle varie lunghezze d'onda. Tale risultato pone in una nuova luce la prospettiva regionale per la conoscenza delle proprietà petrologiche, strutturali e termiche del basso Tirreno. In tale ambito, l'UP ha ulteriormente messo a punto tecniche analitiche per l'interpretazione dei campi di potenziale per la modellazione crostale. Il nucleo di consulenza per il Dicastero della Farnesina e delle istituzioni che si occupano di sicurezza ha ulteriormente potenziato le soluzioni tecnologiche innovative per il funzionamento del Centro dati, come il quasi totale consolidamento dei servizi mediante la tecnologia della virtualizzazione ed il cloud computing. Questo ha definitivamente garantito una riduzione significativa dei costi sia dal punto di vista dell'hardware che nella gestione quotidiana. L'UP "Geofisica e Tecnologie Marine" per nel 2011 ha proseguito una collaborazione con NGA, "National Geospatial Intelligence Agency" per il supporto e lo sviluppo del geoide ad alta risoluzione basato su EGM08. Sempre nel quadro degli accordi internazionali, è proseguita l'attività di sperimentazione e ricerca in collaborazione con il NURC (Nato Undersea Research Centre). In ambito nazionale sono stati garantiti numerosi servizi contrattuali con ENI SpA che hanno portato l'UP a lavorare anche in Africa (CONGO). Molto attiva anche la collaborazione con industrie private del Gruppo Finmeccanica e Intermarine-Rodriguez oltre che con amministrazioni pubbliche ed enti locali nell'ambito delle attività progettuali promosse dal Distretto Ligure delle Tecnologie Marine e sottoposte al MIUR per essere finanziate. In ambito regionale ligure, sono stati presentati progetti in ambito FESR e FAS per la ricerca industriale. L'UP ha collaborato con il gruppo gravimetria dell'Osservatorio Vesuviano (OV), con IFSI-INAF e con INRIM per studi di gravimetria applicata. Inoltre, sono stati effettuati alcuni survey geofisici nel Mediterraneo (Marsili, Palinuro, Vavilov ed Eolo) in collaborazione con l'Istituto Idrografico della Marina (nel quadro di CONAGEM) e con il CNR ISMAR di Bologna. L'osservazione delle maree è stata utilizzata come previsto portando alla definizione quantitativa del parametro "J" (inversa idrobarometrica locale) per i porti nazionali e applicazione nel software sperimentale SEA-WAY per la gestione operativa della navigazione d'approccio portuale, della sicurezza di stazionamento in banchina, dei parametri di progettazione delle opere marittime e di fondale, nella governance della qualità delle acque di bacino portuale. Inoltre è stato prodotto e testato positivamente il prototipo operativo del sistema MAG subacqueo nazionale di detezione antiterrorismo (configurazione SIMAN Self Informed Magnetic Network)

1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)

Nell'UF di Geomagnetismo si prevedono i regolari aggiornamenti della strumentazione per gli osservatori geomagnetici in Italia e in Antartide, l'elaborazione dei dati raccolti nel corso delle campagne di misure del campo magnetico presso i capisaldi della Rete Magnetica Nazionale ed infine l'avanzamento scientifico nelle linee di ricerca tradizionali del geomagnetismo con indagini sia per la parte interna che esterna alla Terra. Nell'ambito dello sviluppo di "Autoscala", si vogliono compiere studi per l'introduzione della stima del topside e per l'uso della informazione riguardante il raggio straordinario nell'inversione del profilo di densità elettronico. Si intende anche eseguire la parte conclusiva del lavoro circa il calcolo numerico dell'equazione integrale che a partire da un profilo verticale di densità elettronica permette la ricostruzione della traccia dello ionogramma. Si intende concludere anche lo sviluppo delle routine di Autoscala preposte all'interpretazione degli ionogrammi polari. L'affidabilità del modello tridimensionale IRI-SIRMUP-P della densità elettronica della ionosfera sull'area mediterranea sarà testata prendendo in considerazione più periodi geomagneticamente disturbati, ma soprattutto più stazioni ionosferiche di input dalle quali assimilare i dati registrati in tempo reale dalle ionosonde. Prendendo in considerazioni dati registrati da ionosonda su tre cicli solari, e validati da un operatore, verrà effettuato uno studio della variabilità ionosferica su Roma e Gibilmanna per periodi caratterizzati da bassa e alta attività solare. Sfruttando il database eSWua e i dati registrati dalla ionosonda AIS-INGV installata a Tucumán (Argentina), in prossimità della cresta sud dell'anomalia ionosferica equatoriale, si effettuerà uno studio su un dataset di impulsivi aumenti notturni di densità elettronica, per alti e bassi valori dell'attività magnetica, al fine di chiarirne meglio la fenomenologia. Si prevede di eseguire studi sull'osservazione dell'effetto serra nella ionosfera terrestre. La climatologia delle scintillazioni verrà ulteriormente sviluppata per la catalogazione delle condizioni magneto-ionosferiche che favoriscono gli effetti dannosi sui segnali GNSS in termini di errori di posizionamento nella navigazione satellitare. Nel Laboratorio di Geofisica Ambientale proseguiranno gli sviluppi dello spettrometro che sarà impiegato per eseguire misure in aree polari, per il rilevamento del vapor d'acqua stratosferico. Esso darà un rilevante contributo allo studio della dinamica dell'evoluzione climatica. Per ciò che concerne la propagazione delle onde radio si affineranno ulteriormente le tecniche di ray tracing e lo studio della stabilità spazio-temporale del canale ionosferico per mezzo della funzione di trasferimento per la determinazione del tempo di coerenza, fenomeni di multipath del canale ionosferico tempo variante. Da vari anni il laboratorio di paleomagnetismo dell'INGV ha raggiunto un livello di eccellenza nel panorama Europeo ed internazionale, in termini di strumentazione disponibile e di tematiche di ricerca sviluppate. Questa situazione di eccellenza dovrebbe consolidarsi e svilupparsi nell'ambito della rete di laboratori sperimentali Europei che si intende sviluppare con il progetto EPOS. Nel frattempo il laboratorio si mantiene costantemente attivo al massimo delle potenzialità ed il gruppo di ricerca afferente svolge con successo un ruolo importante in ricerche su diverse tematiche scientifiche di attualità. Nel laboratorio svolgono inoltre la loro attività diversi studenti di dottorato italiani e stranieri, in piena e proficua collaborazione con il personale INGV. Dal punto di vista della ricerca temi promettenti porteranno ad

interessanti sviluppi nei prossimi anni, in particolare in geodinamica, stratigrafia integrata, ricostruzione delle variazioni del campo magnetico terrestre quale strumento di datazione e correlazione ad alta risoluzione di sequenze stratigrafiche. Questi studi aprono interessanti prospettive per la valutazione del rischio vulcanico e sismico in successioni stratigrafiche che contengono la registrazioni di eventi vulcanici, sismici e climatici del recente passato geologico. Infine, le ricerche condotte nel campo del magnetismo ambientale, con produzione di dati originali ed innovativi, hanno notevoli potenzialità negli studi sull'inquinamento atmosferico, con la caratterizzazione della mineralogia magnetica delle polveri sottili e negli studi sulle ricostruzioni delle variazioni paleoclimatiche e paleo ambientali in opportune sequenze stratigrafiche. L'INGV prosegue le iniziative affinché la sede del consorzio EMSO risieda in Italia e il nodo italiano della rete EMSO attivo ne risulti potenziato con la partecipazione di altri enti di ricerca. La sinergia con il MIUR ha portato alla bozza di un Memorandum of Understanding che l'Italia proporrà per la sottoscrizione alle agenzie di finanziamento della ricerca dei paesi che partecipano al progetto di fase preparatoria e che determinerà l'impegno dei paesi a presentare la domanda di costituzione dell'ERIC di EMSO. Le ricerche sugli idrocarburi potranno svilupparsi grazie ad un progetto finanziato dalla compagnia petrolifera PETROBRAS per lo studio dell'origine abiotica del metano, e ad un progetto nazionale PRIN-MIUR, per la valutazione delle emissioni naturali di metano sul territorio nazionale. Proseguiranno gli studi "geosistemici" sul magnetismo terrestre e sulla fisica dei terremoti secondo programmi nazionali ed internazionali, già definiti o in via di definizione. Per lo studio degli tsunami è in fase di test un software per la visualizzazione online del Geo-database,e sono stati eseguiti studi di applicabilità della "decision matrix" adottata dal NEAMTWS agli tsunami italiani. I risultati forniscono indicazioni essenziali sulle caratteristiche da adottare per la calibrazione del sistema di Tsunami Warning per le coste italiane. Le attività dell'UF "Osservatorio Geofisico di L'Aquila" sono ancora condizionate dalle precarietà logistiche causate dal terremoto del 2009. Nel 2011 il personale era ancora alloggiato nel container e non era ancora stato ripristinato un laboratorio per la prosecuzione delle attività tipiche sperimentali. Proseguiranno i contatti con il Comune di Castel del Monte per l'assegnazione di un'area di circa 2 ettari dove edificare del nuovo osservatorio. Dall'analisi dei dati raccolti è emerso che l'area è idonea per ospitare la struttura. Nel quadro del progetto per la realizzazione dell'osservatorio geomagnetico della Sardegna, in alternativa al sito di Ottana, verranno esaminati altri 3 siti resi disponibili dalle autorità locali: l'Isola dei Cavoli (sede all'interno del faro e strumentazione all'esterno del faro), L'isola dell'Asinara (sede all'interno del penitenziario e strumentazione all'esterno) e la zona centrale della Sardegna nel comune di Bitti. Proseguirà lo sviluppo tecnologico del sistema radiometrico tensoriale a 36 componenti per la prospezione magnetica del sottosuolo in collaborazione con la sede di Portovenere, l'Università di Cagliari, l'Università di Milano e con la Geomagnetic system. Il personale continuerà a collaborare con le attività osservative della Rete Magnetica Italiana e nella gestione degli osservatori di Castello Tesino e Lampedusa. Nel 2012 proseguiranno i lavori di ampliamento dell'osservatorio geomagnetico di Duronia. La continua innovazione delle soluzioni tecnologiche e strumentali per l'acquisizione di dati di campagna, e nell'infrastruttura di calcolo, dedicato all'elaborazione di modelli crostali e ambientali, unita alla sua credibilità scientifica, rendono l'Istituto ed in particolare il gruppo di lavoro della UP "Metodi e Misure per la Geofisica dell'Ambiente" particolarmente idoneo ad attrarre risorse. Varie richieste di collaborazione, partecipazione a progetti internazionali, coinvolgimento in progetti specifici di ampio respiro, anche nell'individuazione di risorse naturali al di fuori del territorio nazionale, ne sono un esempio. Alcune di queste proposte su progetti e contratti internazionali aprono prospettive nuove di intervento e di penetrazione in ambito internazionale. È in via di definizione un accordo quadro con la Commissione Nazionale Energia Atomica (CNEA) argentina per l'avvio di una campagna di misure per l'esplorazione di risorse energetiche (prevalentemente Uranio). Nel 2012 è prevista dall'UP 'Geofisica e Tecnologie MarinÈ la prosecuzione delle attività di survey nel mar Mediterraneo, sempre in collaborazione con l'Istituto Idrografico della Marina (in ambito CONAGEM) e con il CNR ISMAR mediante la partecipazione a specifici progetti di ricerca con Nave Urania. Sono previsti anche ulteriori progetti per lo sviluppo tecnologico per la gravimetria e magnetometria a terra ed in mare nel quadro di progetti e iniziative in ambito Distretto Ligure delle Tecnologie Marine e dei Poli di Innovazione Tecnologici. Sono anche previste diverse iniziative di divulgazione scientifica fra le quali: SeaFuture2012 e la Notte dei Ricercatori edizione 2012. Sempre nel 2012 si terrà il I° convegno nazionale sulla Storia dell'Oceanografia organizzato da INGV ed HOS. Proseguiranno le attività relative alle maree newtoniane (progetto MENFOR) con lo studio statistico e modellistico della cinematica riflessa fra i distretti fluidi atmosfera-mare in bacini semivincolanti e studio modellistico della propagazione dei segnali elettromagnetici in "acqua di mare standard" ferma. Nella ricerca applicata: lo sviluppo di sistemi automatici di management del water-side; e lo sviluppo della metrologia uw autoriferita per la lettura di campi magnetici labili in ambiente magnetico ad alto contenuto (progetti CAIMAN e HaPS)

1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature

	Infrastrutture	Grandi apparecchiature	Altra strumentazione
Laboratorio di Geofisica Ambientale	Laboratori/Osservatori con sistemi di antenne, Delta, filari decametriche e sistemi di antenne a Loop riceventi per sondaggi ionosferici. Laboratorio per lo sviluppo strumentale	Radar VHF-INGV e Glacioradar a codice di fase (per Antartide); Ionosonde Barry e sistemi per sondaggi obliqui AIS-INGV, DPS-4 per sondaggi verticali e obliqui; Georadar, magnetometri, strumentazione geo-elettrica. Spettrometro eterodina per rilevamento costituenti chimici in alta atmosfera	Strumentazione per rilevamenti di rumore em, antenne loop e biconiche. Strum. completa per misure a larga banda di campi elettrici e magnetici. Vari altri analizzatori vettoriali e analizzatori di spettro.
Laboratorio di paleomagnetismo	Stanza schermata da campi magnetici esterni (50 m3), Cella frigorifera per la conservazione di carote sedimentarie e di u-channel	Due magnetometri criogenici 2G Enterprises con accessori (Sistema Interlaboratorio Antartico del PNRA), Due magnetometri spinner AGICO, due kappabridge AGICO con accessori per misure termomagnetiche, due forni per la smagnetizzazione termica (Pyrox e Magnetic Measurements); un magnetometro MicroMag PMC, a doppio sensore AGM + VSM	Smagnetizzatore per campo magnetico AC Molspin, magnetometro a vibrazione Molspin, due magnetometri fluxgate Applied Physics, magnete ad impulsi 2G Enterprises, Attrezz. campionamento in campagna e per taglio dei campioni di roccia.
Geomagnetismo	Osservatori Geomagnetici, in Italia: L'Aquila e Castello Tesino, in Antartide: stazioni Mario Zucchelli e Concordia, stazione magnetica di Lampedusa. Capisaldi (114) della Rete Magnetica Nazionale.	-	Diversi strumenti per magnetometria da osservatorio e mobile, anche con magnetometri marini.
Fisica dell'Alta Atmosfera	3 Osservatori a Roma, Gibilmanna, Antartide per sondaggio ionosferico verticale. 2 Stazioni riometriche polari a Terra Nova Bay- Mario Zucchelli Station (Antartide) per il monitoraggio dell'assorbimento ionosferico.	5 Stazioni GISTM polari per scintillazioni ionosferiche e (TEC), 2 installate a NyAlesund, 1 a Longyearbyen (Svalbard, Norvegia), 3 presso le stazioni in Antartide: Mario Zucchelli e Concordia. 1 stazione GISTM e una ionosonda Chirp presso l'Università Tecnica di Chania in Grecia; 1 stazione GISTM a San Miguel de Tucuman, Argentina. Una stazione GISTM a Lampedusa (Italia). 1 stazione ionosferica a Chania, Creta.	5 Server per il controllo remoto della strumentazione, per l'accesso ai dati, per lo sviluppo di database e tool informatici di utillizzo real time.
Osservatorio di L'Aquila	Osservatorio di Preturo (AQ) Osservatorio di Duronia (CB)	Stazione sismica Rete Nazionale. Stazione sismica VBB (MEDNET). Stazione sismica onde rotazionali (Ist. Geof. Varsavia) Sistema INTERMAGNET.	Stazione di misura delle micropulsazioni del campo geomagnetico (Univ. Fukuoka).

	Infrastrutture	Grandi apparecchiature	Altra strumentazione
Ricerche InterDisciplinari Geomarine (RIDGE)	Sistema di cavo e verricello strumentato per deposizione/recupero di osservatori e moduli di fondo mare. - Osservatori multiparametrici sottomarini (6 unità) – ROV – Deep Sea Shuttle	Equipaggiamento osservatori: sensori geomagnetici scalari e vettoriali, sismometri, idrofoni, sensori oceanografici (ADCP, CTD, correntometri) e chimici (campionatore d'acqua)	Spettrometro nucleare (prototipo) in fase di test. Modulo sottomarino MEDUSA (prototipo) per investigazioni visive e strumentali sottomarine
Metodi e Misure per la Geofisica dell'ambiente	Laboratorio di aerogeofisica comprendente un centro d calcolo dedicato a acquisizione, archiviazione ed elaborazione dati Laboratorio di spettrometria gamma	piattaforma aerogeofisica completa: magnetometro, spettrometro gamma NaI, laser altimetro. Elettromagnetometro, resistivimetro. Spettrometro gamma al Germanio iperpuro (HpGe) in configurazione ultra-low-background da laboratorio. Spettrometro gamma portatile HpGe per misure di campagna	sistemi elettromagnetici di misure parametri geofisici
Geofisica e Tecnologie Marine	Sala di Telecontrollo (Laboratorio automat. attrezzato per acquisizione dati in remoto) , Sistema di calcolo parallelo e avanzato HPC, Imbarcazione da lavoro, carrellabile con sistemi di navigazione, posizionamento e misura, per rilievi multiparametrici in aree costiere. Caveau con Biblioteca Storica dell'Oceanografia Operativa. Allestimento stazione multiparametrica di Varese Ligure.	Sistema magneto-gradiometrico marino a tre sensori con GPS incorporato (SeaQuest); Sistema Gravimetrico da fondo mare (di OV, revisionato), gestione di magnetometri G801 e due G880 di IIM.	Magnetometri terrestri (GEM) e marini (SeaSpy), DGPS

1.5. Principali interazioni con le altre strutture dell'ente

La Sezione di Roma2 È coinvolta nel TTC 2.6 con le Sezioni: Osservatorio Vesuviano, e Catania, nel quale ha svolto anche nel 2011 attività concordate. Alcuni dipendenti lavorano sistematicamente con ricercatori di altre Sezioni, in particolare nel monitoraggio sismico del territorio (anche con turni), nelle reti informatiche, nelle biblioteche ed editoria nella formazione e informazione e nel sistema web e nell'esecuzione di rilievi geofisici marini e relativi prodotti scientifici. L'UF RIDGE collabora, nell'ambito delle proprie attività, con altre sezioni dell'INGV (Osservatorio Vesuviano; Sezione di Palermo, Sezione di Catania e CNT).

1.6. Contributi per la formazione (a partire dalla lista valida per tutto l'ente)

Per quanto riguarda la formazione, i ricercatori della Sezione di Geomagnetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale sono impegnati in numerosi corsi didattici relativi alle discipline di Geofisica teorica e Applicata presso l'Università di Roma Tre e di Geofisica Generale e Applicata e Geomagnetismo presso l'Università di Chieti. Non meno importante il ruolo svolto nei corsi di dottorato e master nelle Università di Roma La Sapienza e Roma 3, Siena e Pisa-La Spezia e Polo Universitario della Spezia e Università di Genova. Come di consueto vengono svolti ogni anno in favore del personale civile e militare del Ministero della Difesa e del Ministero dell'Interno, corsi di aggiornamento sulla Fisica Ionosferica e la Radio Propagazione così come diversi workshop finalizzati. In particolare si sono tenuti corsi di addestramento all'uso di strumentazione geofisica per indagini ambientali al corpo forestale dello stato e ai Carabinieri del NOE. Dottorato di Geofisica dell'Università di Bologna, tutoraggio di laureandi e dottorandi nell'ambito delle scienze geofisiche.

1.7. Elementi di criticità nel funzionamento della sezione

Anche in questa occasione non si ritiene di dover riportare significativi elementi di criticità. La dispersione delle numerose attività svolte che spaziano in ambiti molto diversi potrebbe rimanere l'unico elemento critico. Ricercatori che si occupano di attività oceanografiche, terrestri e atmosferiche, fino agli estremi dello spazio

esterno e del nucleo terrestre. Questa diversità però non risulta in una mera disgregazione ma anzi agisce da stimolo positivo e curiosità crescente, un ambito sul quale si può lavorare comunque meglio. Ancora oggi le conseguenze del terremoto che ha colpito la città di L'Aquila non sono state riassorbite. Il castello, ormai non abitabile, ha posto il problema maggiore risolto ancora con l'alloggiamento del personale in un Container.

2. Elenco unità funzionali (UF) e unità di progetto (UP) della sezione

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti	Ob. Spec. di riferimento
1	Geomagnetismo	Paola De Michelis	12	1.6, 2.6, 3.4, 3.9, 5.3, 5.6, 5.7, 5.9
2	UF Fisica dell'Alta Atmosfera	Bruno Zolesi	12	1.7, 1.8, 3.9, 5.3, 5.5, 5.9, 5.10
3	UF Laboratorio di Geofisica Ambientale	Cesidio Bianchi	15	1.7, 1.8, 3.8, 5.5, 3.9
4	UF Laboratorio di paleomagnetismo	Leonardo Sagnotti	10	2.2, 2.3, 3.3, 3.8
5	UF Osservatorio di L'Aquila	Paolo Palangio	11	1.6, 2.6, 3.4, 3.9
6	UF Ricerche InterDisciplinari GEomarine	Paolo Favali	16	1.6, 1.8, 1.11, 4.4, 4.5
7	UP Laboratorio di aerogeofisica	Massimo Chiappini	11	1.8, 3.4, 5.5, 5.6
8	UP Geofisica e Tecnologie Marine	Cosmo Carmisciano	10	1.8, 2.1, 2.6, 3.4, 3.10, 4.4, 4.6, 5.6, 5.7, 5.9

3. Elenco associati di ricerca alla sezione

Nome associato	Ente di Appartenenza	Titolo
Tinti Stefano	Università di Bologna	Professore
Spalla Paolo	IFAC –CNR Firenze	Primo Ricercatore
Iafolla Valerio	INAF-IFSI	Primo Ricercatore
Chiocci Francesco Latino	Univ. La Sapienza	Professore
De Strobel Federico	Univ. Genova e NURC	Professore UNIGE e Scienziato emerito (NURC)
Guerra Maurizio	ISPRA	Ricercatore
Ciccioli Paolo	CNR Montelibretti	Dirigente Ricerca
Tedesco Dario	Università Napoli	Professore
Neri Giancarlo	Università Messina	Professore
Candidi Maurizio	INAF-IFSI	Dirigente Ricerca
Tabacco Ignazio Ezio	Università di Milano	Professore
Budillon Giorgio	Università Napoli Partenope	Professore
Chierici Francesco	INAF	Ricercatore

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



Sezione di Napoli
Osservatorio Vesuviano

Unità Funzionali/Unità di Progetto

UF Centro di Monitoraggio
UF Geochimica dei Fluidi
UF Geodesia
UF Sismologia
UF Vulcanologia e Petrologia
UP Centro di Ingegneria Sismica e Sismologia Applicata (CISSA)
UP Dinamica dei Sistemi Vulcanici (DSV)
UP Modellistica dei Processi Vulcanici ed Ambientali (MPVA)
Servizio Amministrativo

Napoli – Osservatorio Vesuviano (NA-OV)

1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

La Sezione INGV di Napoli - Osservatorio Vesuviano (NA-OV) opera nei settori della geofisica, principalmente sismologia, geodesia e modellistica numerica, della vulcanologia, della geochimica, nel monitoraggio dei vulcani attivi italiani e nelle attività di formazione e informazione, con un ampio coinvolgimento negli obiettivi specifici del Piano Triennale dell'Istituto. In particolare, il monitoraggio è realizzato con la raccolta di dati multiparametrici dei vulcani dell'area napoletana, di dati sismici e dilatometrici dello Stromboli e, per tutti i vulcani attivi italiani, con dati di campagne periodiche di livellazione di precisione, geochimiche e gravimetriche. Per i vulcani extranazionali, prosegue la collaborazione con l'USGS per le ricerca sul tremore sismico profondo delle aree in subduzione, e con l' ERI di Tokyo per le indagini tomografiche applicate alle strutture superficiali dei vulcani tramite l'analisi dei muoni.

Sviluppo dei Sistemi di Osservazione
Lo sviluppo dei sistemi di osservazione è rivolto al potenziamento della rete di sorveglianza dei vulcani campani (Vesuvio Campi Flegrei, Ischia) e dello Stromboli, per il quale è la Sezione rileva i segnali sismici e dilatometrici. Per il monitoraggio sismico sono state realizzate installazioni di stazioni a larga banda, con acquisitori numerici a basso consumo realizzati dall'INGV, ed estesa la centralizzazione numerica dei dati basata su sistemi radio GHz a larga banda. Inoltre è stato potenziando il sistema di analisi in tempo reale dei dati e quello di archiviazione, quest'ultimo sia in capacità che sicurezza. Nel settore della geodesia, per il monitoraggio delle deformazioni nelle aree vulcaniche, è proseguito l'ampliamento e l'ammodernamento del sistema di sorveglianza con nuove stazioni clinometriche in pozzo, GPS e mareografiche automatiche. Per la geochimica dei fluidi, oltre alla gestione delle reti automatiche per il monitoraggio del Vesuvio e dei Campi Flegrei, sono state effettuate numerose indagini di campagna ed analisi di laboratorio ed è in corso la realizzazione di un nuovo sistema per l'acquisizione dei dati dei flussi dal suolo. Inoltre è stato migliorato il sistema di analisi di immagini provenienti dalle telecamere all'infrarosso e di stima del flusso termico in aree vulcaniche.

Attività sperimentali e laboratori
Le attività di laboratorio per lo studio dei fenomeni geologici e naturali hanno riguardato le analisi dei fluidi vulcanici e idrotermali, analisi isotopiche, analisi sedimentologiche, granulometriche e microscopiche dei prodotti vulcanici, misure dei rapporti isotopici dello stronzio e del neodimio per la caratterizzazione dei magmi. Gli esperimenti e le misure sono stati realizzati presso i laboratori della Sezione INGV di Napoli, anche in collaborazione con altre Sezioni INGV (RM1 e PA).

Studiare e capire il sistema Terra
L'attività di ricerca ha seguito le indicazioni del Piano Triennale INGV ed è stata svolta sia nell'ambito dei coordinamenti nazionali, sia attraverso progetti nazionali che internazionali. I principali temi trattati hanno compreso la caratterizzazione delle sorgenti sismiche, l'analisi delle caratteristiche meccaniche del mezzo di propagazione delle onde e lo sviluppo di sistemi avanzati per l'analisi dei segnali delle reti e degli arrays sismici nelle aree vulcaniche monitorate. Inoltre sono realizzati studi relativi alla modellistica delle deformazioni e dei processi eruttivi, l'analisi dei dati geofisici e geochimici dei vulcani napoletani ed esteri, la definizione della pericolosità del Vesuvio e dei Campi Flegrei, studi sul degassamento diffuso e migrazione dei fluidi in aree vulcaniche, lo studio dei processi di cristallizzazione e degassamento dei magmi, la simulazione dei processi di dispersione delle ceneri vulcaniche e la dinamica del magma nei condotti vulcanici. Infine, sono state condotte numerose indagini vulcanologiche e stratigrafiche sui vulcani attivi italiani.

Comprendere e affrontare i rischi naturali
Gli studi sono stati focalizzati sulla stima della pericolosità dei vulcani napoletani, sia per effetto di eruzioni e/o dispersione di gas, sia per effetto di terremoti in aree vulcaniche. Ulteriori studi sono stati effettuati per la stima degli effetti provocati da terremoti mediante metodi probabilistici e deterministici e sono stati sviluppati sistemi di early warning, per lo studio degli effetti di sito e l'analisi del rischio (scenari), anche in tempo reale.

L'impegno verso le istituzioni e verso la Società
Nell'ambito della Commissione Nazionale istituita dal Dipartimento della Protezione Civile, la sezione Osservatorio Vesuviano collabora alla predisposizione del Piano di Emergenza Nazionale per il Vesuvio ed i Campi Flegrei. Sempre nell'ambito degli studi vulcanologici, del monitoraggio vulcanico e delle attività per la riduzione del rischio, la Sezione svolge una notevole attività formativa e di informazione tramite il proprio sito Web, l'attività museale (circa 14.400 visite nel corso del 2011), contributi attraverso i mass-media (giornali, riviste, televisioni), la partecipazione a seminari e la realizzazione di pubblicazione a carattere divulgativo.

1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

La Sezione ha svolto nel 2011 attività di ricerca scientifica, di monitoraggio dei vulcani attivi dell'area napoletana e dello Stromboli ed attività di divulgazione e di formazione. Nel settore del monitoraggio viene evidenziato l'impegno per la gestione e la manutenzione delle reti di sorveglianza che, oltre a fornire un servizio in tempo reale per il Dipartimento della Protezione Civile, garantisce nel tempo dati affidabili e continui per lo svolgimento delle ricerche dell'Ente. Nel settore sismologico i maggiori risultati sono relativi all'analisi dei dati associati a sorgenti sismiche sui vulcani, l'analisi di segnali da arrays, lo studio di tecniche di analisi per applicazioni di early warning, studi di tomografia sismica dei vulcani, lo studio delle strutture sismiche attive, oltre al contributo tecnologico con lo sviluppo delle reti strumentali, delle infrastrutture di trasmissione numerica a larga banda e dei sistemi centralizzati per il controllo, l'acquisizione e l'analisi dei dati. I dati geodetici terrestri hanno permesso di rilevare per l'area dei Campi Flegrei anche nel corso del 2011 i lenti e continui movimenti del suolo (bradisismo), consentendo studi per la caratterizzazione della sorgente delle deformazioni tramite inversione congiunta dei dati geodetici. Nel settore della geochimica dei fluidi sono evidenziati studi sul degassamento vulcanico, con un'applicazione particolare all'area napoletana, studi sul degassamento dei sistemi idrotermali in aree vulcaniche. Nel settore della vulcanologia e petrologia si evidenziano gli studi sulle camere magmatiche e sulla composizione e distribuzione dei prodotti delle eruzioni vulcaniche. Gli studi di Fisica del Vulcanismo hanno prodotto risultati sulla dinamica delle eruzioni, con modelli numerici di dispersione di ceneri vulcaniche, modelli di dispersione di gas pesanti da sorgenti naturali su topografia complessa. Per le tomografia delle strutture vulcaniche più superficiali, nel corso del 2011, in collaborazione con l'INFN e l'ERI (Giappone), è proseguita la sperimentazione di una tecnica tomografica innovativa, basata sull'assorbimento dei muoni generati dalla radiazione cosmica. Per questo, nel corso del 2011, ha operato un rilevatore muonico ad emulsione su un fianco dello Stromboli.

1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)

In accordo con le linee del Piano Triennale, le prospettive di sviluppo riguardano i settori scientifici e tecnologici relativi alla sismologia, geodesia, geochimica, remote-sensing, vulcanologia, petrologia e fisica del vulcanismo.
Ulteriori attività riguarderanno l'analisi in tempo reale di early-warning (EW) per l'attività dello Stromboli, basato su dati dilatometrici, sismici e sull'analisi dei segnali sismici basato su reti neurali, e di EW sismico, tramite lo sviluppo realizzato dall'Unità di Progetto CISSA. Proseguirà lo studio dei parametri sismici delle aree vulcaniche monitorate, sia per i precursori delle eruzioni che per la definizione della pericolosità sismica. Il monitoraggio dell'attività idro-termale sarà ulteriormente potenziata con studi di valutazione del flusso di calore tramite l'integrazione dei dati geochimici e quelli rilevati dalle telecamere IR. Nell'ambito delle ricerche vulcanologiche delle caldere e delle aree geotermiche, l'attività di realizzazione della perforazione test, che raggiungerà la profondità di 500 metri, richiesta dal progetto internazionale "Campi Flegrei Deep Drilling Project", già prevista per il 2010, sarà realizzata nel corso del 2012. Per le tomografia delle strutture vulcaniche più superficiali, il progetto già partito nel 2009 in collaborazione con l'INFN e l'ERI (Giappone) e basato sull'assorbimento dei muoni da radiazione cosmica, oltre all'analisi dei risultati dell'esperimento sullo Stromboli con rilevatori ad emulsione fotografica, sarà sottoposto a test il rilevatore ad alta risoluzione e basso consumo, progettato dall'INFN. Nel campo della geodesia, il monitoraggio delle deformazioni dei vulcani sarà migliorato sia nei tempi di elaborazione dei dati delle reti automatiche (GPS, clinometriche e mareografiche), che nelle analisi basate su modelli fisico-matematici. Verranno potenziati gli studi di geochimica dei fluidi, in particolare sul degassamento naturale e sui sistemi idrotermali, anche con un ampliamento dei laboratori di analisi. Le analisi automatiche della dispersione delle ceneri vulcaniche, integrate dai dati meteo, saranno ulteriormente estese alle aree monitorate. Infine, è previsto il potenziamento delle reti informatiche e dei sistemi di calcolo, dei laboratori di analisi di chimica e fisica delle rocce, e lo sviluppo dei settori della divulgazione, museo, biblioteca, editoria e web. Il potenziamento delle proprie infrastrutture finalizzate alla ricerca vulcanologica l'INGV sarà favorito dalle attività del progetto PON (Avviso n. 254/Ric del 18 maggio 2011) denominato VULCAMED approvato dal MIUR.

1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature

- Rete sismica al Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia, Stromboli, Regione Campania.
- Rete di dilatometri da pozzo ed rete acustica (infrasonica) al Vesuvio, Campi Flegrei e Stromboli, e meda multiparametrica nel Golfo di Pozzuoli.
- Reti geodetiche sui vulcani napoletani (GPS, clinometrica, mareografica, livellazione di precisione, gravimetrica) e siciliani (livellazione di precisione e gravimetrica).
- Stazioni geochimiche, telecamere all'infrarosso, reti idrometriche e meteorologiche al Vesuvio e Campi Flegrei
- Rete sismica mobile.
- Banca dati di monitoraggio sismico e geodetico e Centro di Calcolo.
- Reti di trasmissioni e centralizzazione dei dati (compresi ponti radio).
- Laboratori di cartografia e analisi immagini da satellite (compresa interferometria SAR).
- Laboratori di analisi chimica e fisica delle rocce, con pressa idraulica triassiale, e di analisi di geochimica dei fluidi, con spettrometro di massa per analisi isotopiche dei fluidi fumarolici e delle acque (D e ^{18}O per le acque, ^{18}O e ^{13}C per la CO_2, isotopi stabili dell'N).
- Laboratori di analisi dati sismici e geodetici.

- Laboratori di vulcanologia e petrologia (con spettrometro di massa per i rapporti isotopici dello stronzio e del neodimio nelle rocce e uno FTIR).
- Museo per l'attività divulgativa (presso la sede storica dell'Osservatorio Vesuviano a Ercolano).
- Sala conferenze (presso il salone Palmieri della sede storica dell'Osservatorio Vesuviano) e Sala riunioni e seminari presso la sede di Napoli.

1.5. Principali interazioni con le altre strutture dell'ente

L'Osservatorio Vesuviano collabora intensamente con le altre Sezioni attraverso progetti scientifici, di monitoraggio dei vulcani italiani, di monitoraggio sismico del territorio nazionale. L'attività viene coordinata nell'ambito dei TTC, dei progetti relativi alla convezione DPC-INGV, e quelli POR, PON, FIRB ed europei. In particolare, per il progetto PON denominato VULCAMED, già sottomesso ed approvato al MIUR, si coordineranno nel corso del triennio 2012-2014 le Sezioni INGV delle "Regioni della Convergenza" (Osservatorio Vesuviano-Napoli, Osservatorio Etneo-Catania e Palermo) per il potenziamento delle reti di strumenti scientifici, delle reti telematiche per la trasmissione dati, dei sistemi informatici di supercalcolo dedicati alla ricerca vulcanologica e geotermica, al monitoraggio dei rischi naturali, alla sicurezza del territorio e al controllo ambientale.

1.6. Contributi per la formazione (a partire dalla lista valida per tutto l'ente)

Nel settore della divulgazione e formazione, l'Osservatorio svolge attività presso il proprio Museo di Ercolano e promuove la divulgazione scientifica attraverso incontri con docenti e studenti nelle scuole, con la produzione di materiale divulgativo e documentaristico, partecipando a iniziative aperte al pubblico. La formazione è svolta anche con borse di studio post-laurea e post-doc e stage presso l'Osservatorio, per l'attribuzione dei crediti formativi a studenti universitari. Per questo sono anche ospiti presso l'Osservatorio studenti, assegnisti e dottorandi di varie Università italiane, con cui sono stipulate apposite convenzioni. Vengono svolte lezioni per corsi di Alta Formazione, docenze universitarie, tesi di laurea e master.

1.7. Elementi di criticità nel funzionamento della sezione

La Sezione svolge un'intensa attività nell'ambito del monitoraggio strumentale dei vulcani, della ricerca e sviluppo ed in quella della formazione e divulgazione. Permane la necessità di inserimento di giovani ricercatori in modo stabile nell'organico della sezione, che soffre di un'età media elevata, col tempo numericamente depauperato e con un ulteriore aggravamento per il progressivo pensionamento del personale in organico. La sezione gestisce l'edificio storico presso la sede di Ercolano, una struttura di grande valenza architettonica, storica e culturale, a cui è associata un'importante attività museale e divulgativa a carattere scientifico (circa 14.400 visitatori nel corso del 2011). Per garantire il funzionamento e lo sviluppo di questa importante attività museale e divulgativa, come per i precedenti anni, mancano le risorse adeguate sia per il mantenimento della struttura borbonica e dell'annesso giardino, che da anni necessitano urgenti interventi di manutenzione straordinaria, con un ulteriore aggravio nel 2011 per un cedimento avvenuto all'interno all'edificio storico.

2. Elenco unità funzionali (UF) e unità di progetto (UP) della sezione

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti	Ob. Spec. di riferimento
UF1	Centro di Monitoraggio	Flora Giudicepietro	12	1.1, 1.4, 1.5, 2.1, 2.5, 3.1, 3.5, 3.6, 4.3, 5.2, 5.5, 5.8, 5.9
UF2	Geochimica dei Fluidi	Giovanni Chiodini	4	1.2, 1.5, 2.3, 2.4, 3.6, 4.3, 4.5, 5.5, 5.8, 5.9
UF3	Geodesia	Marcello Martini	19	1.3, 1.4, 1.5, 1.9, 1.10, 2.4, 2.6, 3.2, 3.5, 3.6, 3.10, 4.2, 4.3, 5.5, 5.8, 5.9
UF4	Sismologia	Francesca Bianco	7	1.1, 1.4, 1.5, 3.1, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 4.2, 4.3, 5.2, 5.8
UF5	Vulcanologia e Petrologia	Giovanni Orsi	6	1.4, 1.5, 2.3, 3.5, 4.3, 5.4, 5.7, 5.8, 5.9
UP1	Centro di Ingegneria Sismica e Sismologia Applicata (CISSA)	Giovanni Iannaccone	4	1.1, 1.4, 1.5, 1.10, 2.1, 2.3, 2.5, 3.1, 3.2, 3.3, 3.5, 4.1, 4.3, 5.2, 5.8
UP2	Dinamica dei Sistemi Vulcanici (DSV)	Giuseppe De Natale	7	2.3, 3.6, 4.3, 5.8

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti	Ob. Spec. di riferimento
UP3	UP Modellistica dei Processi Vulcanici ed Ambientali (MPVA)	Giovanni Macedonio	2	2.1, 3.6, 4.3, 5.8, 5.9
	Servizio Amministrativo	Giuseppe Patrizi	27	1.1, 1.4, 2.1, 5.7, 5.8
	Personale in Servizi Comuni, non inserito anche in UF/UP	Direttore	11	1.1, 1.3, 1.4, 1.5, 2.1, 2.3, 2.6, 3.1, 3.2, 3.3, 3.10, 4.1, 4.2, 4.3, 4.5, 5.1, 5.3, 5.4, 5.8

3. Elenco associati di ricerca alla sezione

Nome associato	Ente di Appartenenza	Titolo
Paolo Capuano	Università del Molise	Professore Associato
Lucia Civetta	Università di Napoli "Federico II"	Professore Ordinario
Massimo D'Antonio	Università di Napoli "Federico II"	Professore Associato
Rosalba Maresca	Università del Sannio	Ricercatore
Roberto Scarpa	Università di Salerno	Professore Ordinario
Aldo Zollo	Università di Napoli "Federico II"	Professore Ordinario
Carlo Cadellini	Università di Perugia	Ricercatore
Francesco Frondini	Università di Perugia	Ricercatore
Cataldo Godano	Università di Napoli (II Università)	Professore Associato
Roberto Moretti	Università di Napoli (II Università)	Professore Associato
Umberto Riccardi	Università di Napoli "Federico II"	Ricercatore
Bruno Massa	Università del Sannio	Ricercatore

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Sezione di Milano-Pavia
Sismologia Applicata all'Ingegneria

Unità Funzionali/Unità di Progetto

UF Infrastruttura

UF Pericolosità Sismica e Sismologia Storica

UF Scenari sismici e Acquisizione dati strumentali

UP Distributed Archive of Historical Earthquake Data

Sezione di Milano

1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

Così come negli anni scorsi, anche nel corso del 2011 le attività della Sezione di MI-PV hanno avuto come riferimento prevalente gli Obiettivi Generali 4 (OS 4.1 e TTC 4.2) e 5 (TTC 5.1, 5.2 e OS5.10) con un impegno di circa il 70% del totale dei mesi persona. Alle attività inquadrate nel TTC 1.1 hanno contribuito il 15% dei m/p. Ricercatori della Sezione hanno: i) co-coordinato il progetto GEM “Tools for compiling the Global Earthquake History; ii) coordinato i Task “European earthquake database” e “Homogeneous determination of maximum magnitude” del progetto CE SHARE “Seismic Hazard Harmonization in Europe”; iii) co-coordinato gruppi di lavoro internazionali; co-coordinato 5 Temi Trasversali Coordinati (TTC) e gruppi di lavoro “Webteam” e “Webcom” INGV; v) partecipato a vari progetti nazionali e internazionali; vi) partecipato alla gestione della rete sismica nazionale.

1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

Monitoraggio sismico
La Rete Accelerometrica dell’Italia Settentrionale (RAIS) ha registrato 42 terremoti con ML compresa tra 2.0 e 4.7, per un totale di 1008 forme d’onda accelerometriche. La massima magnitudo si riferisce all’evento del 17 luglio 2011, avvenuto nel ferrarese. Il sistema di acquisizione è stato aggiornato realizzando il collegamento in tempo reale per tutte le 20 stazioni RAIS via TCP/IP. Inoltre dal novembre 2011 tutti i segnali vengono trasmessi alla sala sismica del CNT. È proseguito il monitoraggio della micro-sismicità naturale e/o indotta, previsto dal Progetto Pilota Stogit S.p.A. per l’iniezione e il sequestro di CO2 nel giacimento di stoccaggio di Cortemaggiore (PC); nella configurazione definitiva la rete è costituita da 7 stazioni (3 in superficie e 4 in pozzo, a 100 m di profondità). Nell’ambito del progetto OMBRA - in collaborazione con la sezione di Bologna – è continuata l'attività di monitoraggio con una rete sismica temporanea per lo studio della deformazione sulle faglie sismogenetiche nella zona del Montello (Prealpi venete).

Laboratorio per le reti informatiche, GRID e calcolo avanzato
Nel corso del 2011 per poter ospitare sui server di Milano il sito web INGV (a fine 2010 trasferito su hosting esterno) si è proceduto ad aumentare la capacità di banda delle linee dati della sezione passando a collegamenti in fibra ottica con capacità nell’ordine del Gigabit. In particolare, a fronte di un esiguo impegno monetario, si è ampliata la banda passante con un link GARR con Banda Effettiva di Accesso - BEA - a 1Gbps e Banda Garantita di Accesso – BGA - a 20Mbps. Dal maggio 2011 il trasferimento del sito web nazionale sui server Milano ha permesso la chiusura dell’oneroso contratto di Dynamic Site Delivery fornito da Akamai utilizzato negli anni precedenti. Ciò è stato reso possibile dall’uso di un avanzato sistema di protezione del sito web realizzato tramite l’installazione di un HTTP accelerator (il software Varnish) opportunamente configurato.

Sismologia storica
Sono proseguite le ricerche sulla sismicità del bacino euro-mediterraneo, con attenzione alle aree della Dalmazia (Croazia), Golfo di Corinto (Grecia), regione di Van (Turchia orientale). Sono state analizzate le informazioni primarie raccolte in precedenza sulla sismicità della Dalmazia, e in particolare sulla città di Dubrovnik. All'interno del progetto ANR-SISCOR, coordinato dagli istituti francesi CNRS e ENS e con la collaborazione di colleghi dell'Università di Atene, è stata avviata una revisione degli effetti dei terremoti che hanno interessato il settore occidentale del Golfo di Corinto (Grecia). A seguito del terremoto del 23 ottobre 2011, è stata compiuta una rivalutazione dei terremoti dell'area del Lago Van, nella Turchia orientale, in collaborazione con i colleghi del KOERI, Bogaziçi University di Istanbul (Turchia). Nei cataloghi per l'area sono venute in luce imprecisioni, che hanno portato all’identificazione di eventi duplicati e localizzati in modo errato.

Metodologie sismologiche per l’ingegneria sismica
A conclusione del Progetto INGV-DPC S4 (2007-2009), è stato redatto un volume speciale per *il Bullettin of Earthquake Engineering* dedicato ad illustrare la banca dati accelerometrica ITACA e agli studi effettuati per migliorarne l'uso per un'ampia gamma di obiettivi sismologici e ingegneristici. Le attività di ricerca si sono concentrate sullo studio della variabilità del moto sismico, sia attraverso l’analisi del data set accelerometrico italiano, aggiornato al 2011, sia attraverso le simulazioni di sismogrammi sintetici, applicate al terremoto de L’Aquila 2009. Nell’ambito del progetto Reluis Input sismico (2010-2013), in collaborazione con l’Università Federico II, sono state proposte e calibrate delle relazioni di attenuazione, per parametri di risposta strutturale non lineare, quale il picco di spostamento inelastico. Infine, in collaborazione con IMAA-CNR, sono proseguiti gli studi relativi a schemi di classificazione dei siti alternativi alla V_{s30}, basandosi sull’analisi di forme spettrali simili e correlandole a parametri di sito geologici e geofisici.

Modelli di pericolosità sismica
Nel corso del 2011 è proseguito il progetto CE SHARE che ha visto il rilascio di molti dati di input per la pericolosità sismica, quali il modello aggiornato delle zone sismogenetiche e il modello della distribuzione della massima magnitudo attesa, con il contributo significativo dei ricercatori della sezione. Si è partecipato alla realizzazione di un modello di occorrenza di forti terremoti in Italia fornito a DPC per l'individuazione delle aree in cui concentrare i finanziamenti previsti dalla Legge 77/2009 per iniziative di riduzione del rischio sismico di edifici pubblici e privati attraverso l'abbattimento della vulnerabilità. È infine proseguito lo sviluppo del codice CRISIS per la stima della pericolosità sismica, con lo sviluppo di applicazioni che lo alimentano producendone l'input partendo da dati di base vari. Sono state messe a punto alcune nuove funzionalità, quali strumenti per il declustering dei cataloghi sismici, per la valutazione della completezza di un catalogo seguendo un approccio statistico o per calcolare i tassi di sismicità di una zona sorgente secondo le procedure di fit più comunemente utilizzate in questo ambito.

Banche dati e metodi macrosismici
Sono state rilasciate le versioni 2011 del Database Macrosismico italiano (DBMI) e del Catalogo parametrico dei terremoti italiani (CPTI). È proseguita la compilazione dell'Archive of Historical Earthquake Data (AHEAD), avviato nell'ambito del Progetto CE NERIES e consolidato nell'ambito del progetto CE SHARE, che contiene gli studi di riferimento e i dati macrosismici di circa 4600 terremoti europei nel periodo 1000-1899. È stato rilasciato il catalogo europeo 1000-1899 denominato SHEEC, compilato nell'ambito del progetto SHARE. I parametri del catalogo derivano dall'utilizzo di procedure standardizzate e riproducibili che hanno richiesto la calibrazione dei diversi codici di calcolo impiegati per le diverse aree europee. Allo scopo è stata realizzata un'infrastruttura di calcolo per gestire, elaborare e pubblicare i risultati. È stato anche rilasciato il catalogo EMME-NW (1000-1899) per il territorio della Turchia oltre i 32°E di longitudine. Nell'ambito del progetto GEM (Global Earthquake Model). "Tools for compiling the Global Earthquake History", è stata compilata la versione aggiornata del catalogo mondiale GLHECAT (Global Large Historical Earthquake Catalogue M≥7.0, 1000-1903), a partire dai cataloghi regionali di riferimento. Parallelamente sono iniziati la strutturazione e il popolamento dell'archivio degli studi storico-macrosismici relativi ai 684 terremoti.

Banche dati di sismologia strumentale
Nel 2011 l'operatività del database accelerometrico italiano ITACA è stata garantita senza aggiornamenti. Al contrario, l'acquisizione e l'archiviazione centralizzata dei dati accelerometrici dell'INGV è stata fortemente potenziata. I dati, ora disponibili in continuo, hanno permesso la creazione di un database accelerometrico dei dati INGV, il cui popolamento avviene in modo semi-automatico a partire dalla lista di eventi pubblicata da CNT. Il database (DYNA-archive, http://dyna.mi.ingv.it/DYNA-archive/) contiene circa 1250 forme d'onda, relative a 143 eventi sismici, registrati nel periodo 2008 – 2011 da 106 stazioni. I metadati delle stazioni accelerometriche RAIS, oltre a confluire con le relative forme d'onda nel database DYNA-archive, sono consultabili in http://rais.mi.ingv.it. La sezione partecipa inoltre al progetto europeo NERA per la distribuzione dei dati accelerometrici italiani attraverso il portale europeo EIDA (European Integrated Data) e per la creazione di una banca dati accelerometrica europea.

Sistema web
Nel corso del 2010 è stato confermato a Webteam l'incarico di ripristinare la piena funzionalità del sito web INGV e di assicurare la sua stabilità anche in occasione dei picchi di accessi a seguito di eventi sismici e vulcanici; è stato inoltre istituito un Comitato di Redazione Web ("WebCom"), con l'incarico di definire le linee guida della politica editoriale dell'Ente nel settore. Webcom ha provveduto a ridisegnare l'impianto del sito web INGV e in particolare della home page, che ha ora il solo compito di smistare i visitatori verso altri server gestiti autonomamente. Webteam ha consolidato il funzionamento della home page, adottando soluzioni idonee a rispondere ad un alto numero di visitatori contemporanei, quale quello che si verifica in occasione di terremoti. È poi stato avviato uno studio di fattibilità per utilizzare un software di gestione più aggiornato e più performante.

1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)

Vengono qui riprese gran parte delle considerazioni svolte per il 2010, in quanto ancora attuali. A partire dal periodo finale della direzione 2007-2010 si sono registrati alcuni trasferimenti (verso altre sezioni o altri enti di ricerca) che hanno indebolito la sezione; questa situazione di criticità si è acuita nel 2011 a seguito di ulteriori trasferimenti e pensionamenti, aggravando la già rilevante situazione di marginalità della sezione rispetto alle attività principali nell'ambito dell'Istituto e alle sezioni romane in particolare. Il personale di ricerca e tecnologo afferisce sostanzialmente a due gruppi di ricerca, cui si aggiungono i servizi tecnici e amministrativi e alcune persone indipendenti. Il primo gruppo comprende le tematiche della pericolosità sismica, della sismologia storica e della compilazione e gestione dei relativi database. Questo gruppo, che ha fatto riferimento fin qui alla figura dell'attuale commissario, si compone di: un primo ricercatore, un primo tecnologo, un ricercatore e due tecnologi a tempo indeterminato; inoltre, un ricercatore, un tecnologo e un cter a tempo determinato. Ha composizione interdisciplinare, buoni riconoscimenti in Italia e a livello internazionale e gode di sufficienti finanziamenti esterni. Il secondo gruppo comprende le tematiche dello studio degli effetti di sito, della banca dati e della rete accelerometrica, oltre che del monitoraggio tradizionale. Il gruppo si compone di tre primi ricercatori e un ricercatore a tempo indeterminato; inoltre, due ricercatori a tempo determinato e due assegnisti. Ha composizione

interdisciplinare, buoni riconoscimenti in Italia e a livello internazionale; è alla ricerca di una coesione e di una leadership; al momento non ha fonti di finanziamento rilevanti, all'infuori di un contratto. I servizi tecnici e amministrativi funzionano bene nonostante si basino su pochissime unità di personale in maggioranza a tempo determinato. L'infrastruttura telematica è di primo ordine; ne è prova il fatto che alla sezione è stato affidato il compito di riorganizzare i servizi web dell'Istituto e che gestisce il sistema di backup di posta elettronica per tutte le sezioni. Afferiscono inoltre alla sezione alcune unità di personale che di fatto svolgono attività marginali rispetto alle precedenti e non collaborano praticamente con altri colleghi della sezione. Può essere forse sorprendente - ma certo illuminante - osservare che, del personale della sezione che ha partecipato a concorsi interni ex-art. 8 o art.15, i pochi che sono risultati vincitori appartengono tutti a questo insieme. Si ricorda infine che a partire dall'1 agosto 2010 la sezione è stata commissariata, le unità funzionali sono state soppresse e il collegio di struttura è stato sciolto. Per quanto riguarda le risorse, si deve prima di tutto sottolineare che la sezione occupa uno spazio di proprietà INGV (anche se, a distanza di ben 11 anni dalla nascita dell'ente, gli aspetti formali della proprietà non sono ancora stati risolti), e per tanto non grava sul bilancio se non per le spese di gestione. Nel tentativo di ridurre queste ultime la Sezione ha proposto al condomino CNR la cessione in uso di una parte dei propri locali, ed è in attesa di una risposta. La sezione ha sempre praticato una politica di austerità su voci che gravano sul bilancio centrale e che tradizionalmente incidono non poco sul bilancio: telefonia e connettività, automezzi, etc. Nel 2011 ha sostenuto in proprio alcune spese per il funzionamento del sito web INGV chiedendone solo in parte il rimborso alla Amministrazione Centrale. Per quanto riguarda il budget gestito direttamente dalla sezione, si segnala che, nella attuale situazione essa sarebbe in grado di assorbire, in caso di necessità, una diminuzione leggera ma non drastica. Tale budget infatti copre, oltre alle spese di ricerca correnti, le spese per la gestione ordinaria, per gli abbonamenti delle riviste (che andrebbero centralizzati) e per la gestione della infrastruttura e della sicurezza informatica, in gran parte affidate a una ditta esterna per la mancanza di idoneo personale interno (situazione non ottimale e costosa). I due gruppi di ricerca citati più sopra hanno buona capacità di attirare finanziamenti esterni (più consistenti il primo, che riesce a sostenere il carico di unità di personale a contratto, mentre il secondo attira prevalentemente risorse di ricerca). Il punto delicato è rappresentato dal personale, con particolare riguardo a quello impiegato nei servizi (di cui resta una sola unità di personale a tempo indeterminato), e che può essere difficilmente rimpiazzato da personale assunto su progetti di ricerca. In conclusione, si ritiene necessario che la situazione della sezione venga valutata nel suo insieme, considerando contestualmente gli aspetti di budget e quelli del personale. Considerando anche i futuri pensionamenti e altri possibili abbandoni, il futuro della sezione come entità scientifica specifica, all'interno dell'ente è fortemente a rischio. Il problema principale, tuttavia, è la conservazione e la opportuna valorizzazione dei due gruppi menzionati in precedenza. Tra le varie ipotesi, oltre che al mantenimento della attuale situazione (sezione autonoma, con cambio di denominazione), può essere ipotizzata una fusione gestionale con una sezione vicina geograficamente e in parte anche disciplinarmente, oppure l'afferenza dei singoli gruppi alle sezioni romane. È chiaro comunque che il personale di questi due gruppi guarda alla "struttura" Terremoti del nuovo INGV come l'ambito di riferimento nel quale le proprie competenze possano venire valorizzate.

1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature

Infrastruttura di strumentazione sismica	
Numero	*Tipo*
29	Accelerometri Episensor FBA ES-T
11	Velocimetri Lennartz LE3D-5s
6	Velocimetri Lennartz LE3D-1s
5	Velocimetri Broad Band Trillium 40s
19	Acquisitori Reftek 130 (3 e 6 canali)
13	Acquisitori CNT-GAIA2
1	Sala di acquisizione e controllo sismico

Infrastruttura di rete telematica	
Numero	*Tipo*
4	Server HP Proliant DL380G7
12	Server HP Proliant DL380G5
2	Firewall Cisco ASA 5510 in configurazione active failover
1	Router Cisco 2910

Infrastruttura di rete telematica	
Numero	*Tipo*
1	Soluzione switch di rete dipartimentale HP Procurve: n. 1 switch 4208 VL-96; n. 2 switch VL 10/100 TX 24pt; n. 1 switch VL 10/100/1000-T 16pt.
1	Gruppo di continuità UPS, potenza nom. 15Kva/12Kw, con shutdown per server.
1	Climatizzatore monosplit per sala server, unità int. ed est., potenza 16Kw e comando remoto

1.5. Principali interazioni con le altre strutture dell'ente

La sezione ha interagito: con CNT, nell'ambito delle attività che fanno capo ai TTC 1.1 "Monitoraggio sismico del territorio nazionale" e 5.2 "Banche dati di sismologia strumentale"; con RM1, nell'ambito dell'OS 4.1 "Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica" e del TTC 4.2 "Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale"; con BO, CT e RM1, nell'ambito del TTC 5.1 "Banche dati e metodi macrosismici"; con CNT, CT e NA-OV, nell'ambito del TTC 5.2 "Banche dati di sismologia strumentale". Collaborazioni con le altre sezioni si sono svolte nell'ambito dei TTC 2.1 "Laboratorio per le reti informatiche, GRID e calcolo avanzato", 5.9 "Formazione e informazione", nonché negli OS 3.10 "Sismologia storica e archeosismologia" e 5.10 "Sistema web".

1.6. Contributi per la formazione (a partire dalla lista valida per tutto l'ente)

L'Istituto partecipa, tramite personale delle sezioni di MI e RM1, al consorzio "MEES" (Masters in Earthquake Engineering and Engineering Seismology). Contribuisce ai corsi del Master di 2° livello "Progettazione, esecuzione e controllo di costruzioni in zona sismica" dell'Università di Pisa. Presso la Sezione hanno svolto attività di ricerca 1 borsista e 2 assegnisti.

1.7. Elementi di criticità nel funzionamento della sezione

Si veda al punto 1.3

2. Elenco unità funzionali (UF) e unità di progetto (UP) della sezione

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti	Ob. Spec. di riferimento
-	-	-	-	-

3. Elenco associati di ricerca alla sezione

Presso la sezione non sono attive associature di ricerca. Sono stati ospiti il prof. Ruben Tatevossian dell'Accademia delle Scienze, Mosca e la prof.ssa Vasiliki Kouskouna (Università di Atene), in qualità di *visiting professor*. Diverse collaborazioni sono state avviate con: Politecnico di Milano (R. Paolucci); Università della Basilicata (M. Mucciarelli); Università di Napoli Federico II (I. Iervolino e A. Emolo); Charles University, Prague (F. Gallovic); Middle East Technical University, Ankara (S. Akkar); GFZ, Potsdam (S. Parolai, D. Bindi); KOERI, Bogaziçi University di Istanbul, Turchia (M. Demircioglu e K. Sesetyan); GEM - Global Earthquake Model.

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



Sezione di Palermo
Geochimica

Unità Funzionali/Unità di Progetto

UF Sorveglianza Geochimica delle Aree Vulcaniche

UF Laboratori geochimici e tecnologici

UP Potenziamento delle Reti di Monitoraggio Geochimico nelle Aree Vulcaniche e Sismiche della Sicilia

Segreteria di Direzione

Servizi Amministrativi

Sezione di Palermo

1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

La Sezione di Palermo, in accordo alle sue specificità scientifiche e culturali, ha focalizzato le proprie energie sullo studio dei fenomeni connessi all'attività vulcanica e sismica applicando i metodi propri dell'indagine geochimica. In misura minore, sono stati affrontati anche temi riguardanti l'ambiente e le variazioni climatiche. La maggior parte delle risorse umane sono state impiegate per attività che rientrano negli obiettivi generali 1 (TTC 1.2) e 2 (TTC 2.3 e 2.4). Le rimanenti attività riguardano gli OS 3.2, 3.6, 4.3, 4.5 e 5.5 e progetti esterni.

Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche
Le attività svolte nell'ambito di questo TTC sono state finalizzate al potenziamento del sistema osservativo nel suo complesso: reti automatiche di misura nelle aree vulcaniche attive siciliane, sviluppo di nuovi metodi di campionamento e misura in situ dei fluidi naturali, sviluppo di nuovi modelli interpretativi, sviluppo di nuovo codice per il processamento,lo storage e la visualizzazione dei dati acquisiti. Queste attività sono state supportate finanziariamente anche con fondi esterni (Accordo di Programma Quadro con la Regione Siciliana). Il potenziamento delle reti è consistito nel ricondizionamento di siti e nell'installazione di nuove stazioni per il monitoraggio dei plume vulcanici dello Stromboli e dell'Etna. Sono state sviluppate anche nuove versioni di firmware in modo da ottimizzare il ciclo di acquisizione in base alla tipologia delle stazioni (flussi diffusi, rapporto carbonio/zolfo, parametri chimico fisici delle acque). La rete attualmente consta di 60 stazioni fra permanenti e mobili, dislocate nelle aree vulcaniche di Etna, Vulcano, Stromboli e Pantelleria, attraverso le quali viene monitorato il flusso diffuso di CO_2 dai suoli, parametri meteorologici, la temperatura delle aree fumaroliche, il gradiente di temperatura nei suoli, il chimismo dei plume vulcanici, i parametri chimico-fisici, nelle acque di falda, la pressione parziale di CO_2 e la pressione assoluta dei gas disciolti. Le nuove strumentazioni della sala di monitoraggio sono state installate presso la nuova sede in via Ugo La Malfa, 78 ed è stato realizzato anche il nuovo sistema di visualizzazione dati più performante adeguato all'incremento del numero delle stazioni. La sala consente di gestire anche 20 stazioni dislocate in aree sismiche.

Monitoraggio fluidi fumarolici sottomarini
Il prototipo per il monitoraggio delle emissioni gassose sottomarine sviluppato nel 2010, è stato modificato in modo da risolvere una serie di problemi di utilizzo. Il nuovo prototipo non prevede connessioni con la superficie ma è dotato di memoria e batterie di alimentazione che consentono di acquisire dati sul flusso delle emissioni gassose per circa due mesi. Parallelamente sono proseguiti gli studi e le attività di monitoraggio del sistema di Panarea in collaborazione con università e strutture di ricerca straniere (p.e. TU Freiberg, Max Plank Institute) e lo sviluppo di un sistema di comunicazione tra l'osservatorio di fondo mare installato nel 2008 al largo dell'isola e la boa di superficie che permette la trasmissione real-time dei dati.

Stazione multigas
Questa tipologia di stazione ha subito una profonda revisione per limitare i problemi alla sezione idraulica prodotti dalle ceneri vulcaniche, dalla neve e dagli attacchi dei gas acidi del plume. Gli interventi sono consistiti nell'impiego di elementi termo-riscaldanti per evitare il congelamento del sistema di introduzione (nel periodo invernale sull'Etna) e filtri per bloccare il particolato e la condensa. I dati forniti da queste strumentazioni servono per lo studio dei processi di trasferimento del magma verso la sommità degli edifici vulcanici e per la valutazione delle condizioni di esplosività.

Parallelamente al monitoraggio continuo, la Sezione ha svolto campagne periodiche per la misura ed il campionamento dei fluidi vulcanici, con frequenze variabili fissate in relazione al livello di pericolosità per ciascuna delle seguenti aree monitorate: Etna, Stromboli, Vulcano, Panarea, Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia e Pantelleria. Queste indagini forniscono dati sulla composizione chimica ed isotopica dei fluidi e sono complementari alle informazioni fornite dalle reti di monitoraggio. Esse consentono di esplorare ampi settori dei vulcani, di verificare i segnali acquisiti con strumentazioni automatiche, di misurare parametri che non è possibile acquisire con strumentazioni automatiche e di sviluppare modelli quantitativi riguardanti i processi di:

- interazione gas-acqua-roccia;
- separazione dei componenti gassosi dal fuso magmatico nei condotti vulcanici;
- frazionamento chimico ed isotopico nella crosta superficiale e nei plume vulcanici.

Lo sviluppo e l'affinamento di modelli quantitativi riveste un ruolo di particolare importanza, sia per gli aspetti scientifici e conoscitivi, sia per la valutazione della pericolosità vulcanica per fini di protezione civile.

Laboratori di geochimica dei fluidi
Lo studio dei sistemi vulcanici e sismici attraverso i fluidi naturali richiede metodi specifici di campionamento ed analisi che influiscono fortemente sui risultati che possono essere raggiunti dalla ricerca scientifica. Negli anni la

Sezione si è impegnata nella realizzazione, mantenimento ed implementazione di laboratori per determinazioni chimiche ed isotopiche, nello sviluppo di metodi più efficaci di campionamento e nella formazione del personale tecnico. Il laboratorio di geochimica dei fluidi della Sezione di Palermo supporta analiticamente anche alcuni progetti di ricerca delle altre sezioni dell'Ente. Di seguito vengono riportati gli sviluppi di maggiore rilievo ottenuti durante il 2011.

Determinazione della composizione isotopica in campioni a basse concentrazioni
Grazie ad un nuovo sistema di introduzione, è possibile determinare i rapporti isotopici dell'Azoto ($^{15}N/^{14}N$) nei gas naturali e del Carbonio e dell'Idrogeno degli idrocarburi gassosi in campioni poco concentrati.

Determinazione della composizione isotopica della CO_2 nelle inclusioni fluide
È stata messa a punto una nuova metodologia per la purificazione e la determinazione della composizione isotopica della CO_2 in inclusioni fluide mediante estrazione per frantumazione (crushing) dei cristalli.

Analisi dei gas nobili in singole inclusioni fluide
È stato installato un nuovo spettrometro di massa multi-collettore per l'analisi dei gas nobili in singole inclusioni fluide. L'operazione, che ha richiesto un lungo periodo di *tuning* e si concluderà con il collegamento dello spettrometro al laser di potenza per l'estrazione dei gas dai cristalli.

Crushing
Nell'ambito dello studio delle abbondanze elementari ed isotopiche dei gas nobili in inclusioni fluide di vulcaniti, nel laboratorio dei gas nobili è stato installato e messo in esercizio un nuovo sistema per la frantumazione dei cristalli in ultra-alto vuoto che può trattare fino a 6 campioni contemporaneamente, riducendo in modo notevole i tempi di analisi.

Alogeni
È stata messa a punto una nuova metodologia analitica mediante tecnica LA-ICP-MS per la misura della concentrazione di bromo in inclusioni vetrose. Il metodo è stato testato su lave etnee a composizione nota.

Terre Rare (REE)
In collaborazione con il Dip.ITAF della Facoltà di Agraria (Univ. di Palermo) è stata sviluppata una nuova metodologia per la pre-concentrazione degli elementi appartenenti alle serie dei lantanidi in acque a matrice fortemente salina e la loro successiva determinazione mediante ICP-MS. Il metodo è stato testato prima su soluzioni artificiali opportunamente realizzate e successivamente applicato con buoni risultati su campioni provenienti dall'isola di Vulcano.

Tettonica attiva
La Sezione si è occupata di tematiche riguardanti il degassamento di fluidi mantellici in aree continentali tettonicamente attive e in sistemi vulcanici. L'utilizzo di traccianti geochimici naturali, infatti può consentire di individuare l'esistenza di faglie litosferiche profonde e attraverso il monitoraggio di alcuni parametri geochimici è possibile studiare le relazioni tra geochimica dei fluidi e attività di faglia. Nel 2011, sono state proseguite le indagini sia in Sicilia occidentale, sia nell'Appennino centro-meridionale con l'obiettivo di identificare i siti più idonei per monitorare l'attività sismica attraverso parametri geochimici. In collaborazione con la Sezione Roma1, sono state mantenute in esercizio le reti di monitoraggio continuo installate a fine 2009 in area aquilana (interessata dal terremoto) e nel frusinate. Altri studi sono stati svolti in collaborazione con l'università di Eskisheir (Turchia) e con la NTU (National Taiwan University) sul degassamento naturale nella Dead Sea Fault nel bacino di Hatay (area di Antakya, Turchia sud-orientale).

Fisica del vulcanismo
In collaborazione con il Dipartimento di Geologia dell'Università di Catania sono stati condotti studi di xenoliti del mantello ibleo. Lo studio geochimico e petrologico (osservazioni microscopiche, analisi di elementi maggiori e in traccia, di isotopi di gas nobili ed elementi litofili) è stato effettuato su un elevato numero di campioni. Lo studio ha consentito di fissare una serie di vincoli composizionali sul mantello ibleo, che risulta esser costituito da due end-members geochimicamente distinti ma capaci di formare termini intermedi.

Scenari di pericolosità vulcanica
La Sezione si è impegnata nello sviluppo di scenari per la valutazione del livello di pericolosità delle aree vulcaniche. Attraverso variazioni composizionali chimiche ed isotopiche e dei flussi di massa delle fasi fluide che precedono, accompagnano e seguono le crisi vulcaniche, i modelli sviluppati permettono di valutare l'ingresso di nuovo magma e l'eventuale migrazione di questo nei condotti di alimentazione dei vulcani. L'integrazione di informazioni geofisiche, petrografiche e geochimiche, ha altresì consentito di sviluppare nuovi scenari che legano le anomalie nei fluidi vulcanici rilevabili dal sistema osservativo sviluppato sull'isola di Vulcano, a dinamiche magmatiche. Lo studio è stato svolto in collaborazione con l'Osservatorio Etneo. Il record decennale di dati sulla composizione chimica della falda acquifera nei sistemi vulcanici del Vesuvio e di Vulcano è stato analizzato in relazione alla sismicità ed alle anomalie nel degassamento fumarolico, per evidenziare il ruolo dello stress vulcanico e tettonico nel determinare le anomalie geochimiche nei fluidi superficiali. Lo studio, nell'area vesuviana, è stato svolto in collaborazione con ricercatori dellOsservatorio Vesuviano. Sull'Etna, il monitoraggio

discreto delle emissioni gassose periferiche e sommitali ha consentito di elaborare un modello geochimico di dettaglio che lega le variazioni nei fluidi con le fasi di alimentazione e lo stato di attività del vulcano. Studi sulla composizione isotopica dello zolfo emesso dalle aree sommitali di questo vulcano hanno inoltre chiarito alcuni aspetti riguardanti le condizioni ossido-riduttive del magma che risiede in prossimità delle bocche sommitali. A Vulcano è proseguita l'acquisizione dei valori della temperatura di emissione dei fluidi fumarolici del cratere La Fossa di Vulcano, dati importanti per valutare l'attività solfatarica. Le serie temporali sono state correlate, nel lungo periodo, con i dati provenienti da altre reti di sorveglianza e confrontate con parametri estensivi monitorati in continuo in area sommitale. I valori di flusso di calore calcolati risultano ben correlati a variazioni del livello di attività. Infine, sono stati condotti studi sui laghi di origine vulcanica del Monte Vulture, che evidenziano come questi sistemi, anche se ubicati in corrispondenza di vulcani estinti da parecchie migliaia di anni, presentano condizioni di rischio non trascurabili.

Degassamento naturale
Nel 2011, la Sezione si è impegnata nelle attività di cui ai punti successivi.

Relazioni fra gas fumarolici emessi dai crateri dell'Etna e processi idrotermali tardivi
Il modello per il calcolo delle composizioni all'equilibrio dei gas che si raffreddano isobaricamente partendo dalle temperature magmatiche a varie condizioni di pressione è stato ulteriormente sviluppato. Partendo dalla composizione del plume etneo, termine rappresentativo dei fluidi essolti dal magma, il modello indica che durante il raffreddamento, la coppia SO_2-H_2S controlla le condizioni redox della fase gassosa, fino al completo quenching delle coppie CO/CO_2 e H_2/H_2O. I processi di scrubbing che intervengono dopo la condensazione e le interazioni gas-acqua permettono la totale rimozione dell'HCl e di buona parte delle specie solforate.

Emissioni naturali di idrocarburi
Il metano è un importante gas ad effetto serra. Le emissioni di metano rilasciato dalle manifestazioni naturali o dai sistemi idrotermali, pur essendo significative sono attualmente poco conosciute, sia riguardo l'origine dei gas, sia la quantità di gas emesso. La Sezione si è impegnata nella stima del degassamento di metano a scala nazionale nell'ambito del progetto MIUR-PRIN EGI (Emissioni Geologiche di Idrocarburi in Italia).

Geotermia
In collaborazione con l'Osservatorio Vesuviano-INGV ed il Dipartimento DISTEM dell'Università di Palermo, è stato messo a punto un modello che descrive l'interazione gas-acqua-roccia a differenti temperature, compatibili con le stime termometriche ottenute per i diversi reservoir geotermici dell'isola di Ischia. Il modello è in accordo con i dati disponibili e consente di caratterizzare dal punto di vista termico e chimico il sistema geotermico dell'isola. Studi analoghi sono stati condotti sul reservoir geotermico dell'isola di Sao Miguel (Isole Azzorre, Portogallo), in collaborazione con la Facoltà di Scienze Naturali delll'Università di Lisbona e nell'ambito del progetto internazionale sul Great Artesian Basin (GAB, Australia) finanziato dal Geothermal Research Excellence Centre della Queensland University. Il progetto si propone di valutare attraverso la geochimica dei gas disciolti in acque termali le possibili sorgenti di energia termica presenti lungo il GAB.

Biblioteche ed editoria
Le attività svolte riguardano:

- l'acquisizione di periodici e monografie riguardanti la geochimica dei fluidi naturali, il vulcanesimo e l'attività sismica;
- il reperimento di fonti bibliografiche, organizzazione, catalogazione e gestione del posseduto cartaceo;
- la digitalizzazione e l'archiviazione della documentazione che riporta i risultati dell'attività scientifica della sezione.

1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

Nel corso del 2011, la Sezione di Palermo ha svolto attività di ricerca e monitoraggio nell'ambito di vulcani, terremoti, geotermia ed ambiente. I risultati principali, elencati in forma schematica, riguardano:

- la valutazione del livello di pericolosità vulcanica attraverso misure geochimiche discrete su fumarole crateriche dell'Etna e di Vulcano, interpretate in termini di profondità e livello del degassamento magmatico;
- la valutazione del livello di pericolosità vulcanica attraverso misure del rapporto CO_2/SO_2 nel plume dello Stromboli. Le osservazioni hanno evidenziato la comparsa sistematica di picchi anomali da qualche giorno a qualche ora prima dell'inizio di fasi esplosive del vulcano. Risultati analoghi sono stati ottenuti sull'Etna;
- l'identificazione delle strutture responsabili dell'instabilità del versante Est dell'Etna, attraverso indagini di dettaglio delle anomalie di degassamento accoppiate a dati satellitari;
- la definizione di alcune caratteristiche del mantello attraverso lo studio dei gas nobili delle inclusioni fluide in xenoliti crostali e fenocristalli magmatici di varie località;
- la definizione delle caratteristiche del reservoir geotermico dell'Isola di Ischia;
- la messa a punto di sensori per il monitoraggio continuo della CO_2 disciolta negli acquiferi etnei e di Stromboli;

- le metodologie di misura di parametri intensivi ($\delta^{13}CCO_2$) ed estensivi (flusso di vapore acqueo) nel plume vulcanico;
- la definizione dei livelli di pericolosità di alcuni laghi vulcanici basati sulla valutazione quantitativa delle diverse componenti gassose (magmatica, crostale, atmosferica) e dei regimi di degassamento;
- gli studi sulle relazioni tra composizione chimica delle ceneri vulcaniche dello Stromboli e quella dei gas del plume;
- il miglioramento dell'utilizzo delle tecniche UV per il monitoraggio remoto del flusso di SO_2 nel plume vulcanico;
- lo sviluppo di modelli di interazione tra gas magmatici e fluidi idrotermali nelle principali aree vulcaniche italiane;
- l'analisi long-term dei dati della temperatura del campo fumarolico dell'Isola di Vulcano;
- le possibili relazioni esistenti tra sismicità locale ed eruzioni in vulcanetti di fango in Sicilia Centrale;
- il contributo antropico e naturale alle variazioni della salinità negli acquiferi Etnei;
- il contributo dei vulcani al ciclo globale del mercurio;
- le relazioni tra misure composizionali del plume dello Stromboli ed attività eruttiva.
- la quantificazione delle emissioni di metano dal sistema idrotermale di Sousaki (Grecia)
- l'aggiornamento della cartografia geo-referenziata del campo fumarolico al cratere di Vulcano;
- l'origine dei fluidi e la quantificazione del flusso di CO_2 emessi dal vulcano El Chichòn (Messico);
- l'applicazione di metodi geofisici e geochimici finalizzati alla definizione dell'assetto idrogeologico dell'isola di Stromboli;
- la ricostruzione dell'attività vulcanica recente (< 20.000 anni) a Pantelleria, basata sui rapporti $^{40}Ar/^{39}Ar$;
- la messa a punto del sistema di analisi LA-ICP-MS, laboratorio di riferimento dell'Ente per questa tipologia analitica;
- i cambiamenti climatici ed il ciclo del carbonio nelle grotte e canyons.

1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)

Le prospettive di sviluppo nell'ambito della ricerca dipendono in grande misura dalla capacità dei laboratori analitici e tecnologici di rinnovarsi, sia da un punto di vista strumentale sia attraverso lo sviluppo di nuove metodologie di misura e campionamento. Sotto questo aspetto, la Sezione porta avanti da anni un coerente piano di potenziamento dei laboratori e delle reti di monitoraggio con l'obiettivo di aumentare le capacità di acquisizione di dati geochimici di qualità nel settore vulcanico, sismico, geotermico ed ambientale. La realizzazione del laboratorio per la determinazione degli elementi in traccia in rocce magmatiche tramite ablazione laser (LA-ICP-MS) dei fenocristalli e delle paste vetrose è stato il primo step. Nel corso del 2012, sarà completata l'installazione dello spettrometro di massa multi-collettore per l'analisi dei gas nobili in singole inclusioni fluide e realizzata una cella di ultra-alto-vuoto per i microcristalli su cui effettuare le analisi. La nuova strumentazione consentirà di studiare contemporaneamente le fasi fluide e solide presenti in rocce magmatiche fornendo dati di migliore qualità per la modellizzazione dei processi di cristallizzazione dei magmi e di essoluzione delle fasi fluide. Nell'ambito dello sviluppo tecnologico che la Sezione ha intrapreso, grazie ai fondi del progetto PON3 VULCAMED, nel corso del prossimo anno si procederà alla sostituzione di tre spettrometri di massa (due per gli isotopi stabili ed uno per i gas nobili) con altrettanti strumenti e periferiche automatiche di ultima generazione. Sarà altresì installata una nuova linea di purificazione automatica dei gas da collegare al LA-ICP-MS. Saranno approfonditi gli studi per la messa a punto di un metodo analitico per la misura della concentrazione del bromo in prodotti ignei tramite LA-ICP-MS. Si approfondirà lo studio sui gas nobili in lave e xenoliti di Stromboli, procedendo anche a nuovi campionamenti e nuove analisi, per potere meglio vincolare l'evoluzione spazio-temporale del mantello che alimenta il vulcanismo e quindi comprendere l'origine del magma che attualmente viene eruttato sull'isola. I dati provenienti da alcune lave selezionate dell'Etna saranno messi a confronto con i risultati precedentemente ottenuti sugli xenoliti iblei, per verificare l'ipotesi che il mantello sorgente delle due aree vulcaniche sia lo stesso dal punto di vista geochimico (collaborazione con UniPa e INGV-CT). Attraverso le nuove strumentazioni installate si conta di effettuare le prime analisi isotopiche di CO_2 in inclusioni fluide dei prodotti dello Stromboli e degli Iblei ed in vulcaniti delle Azzorre. I dati prodotti serviranno a fissare vincoli sulle caratteristiche delle sorgenti mantelliche delle aree in esame. I gas nobili verranno altresì utilizzati per studiare la genesi del Monte Vulture e il suo possibile legame con discontinuità litosferiche ad andamento antiappenninico (collaborazione con Università della Basilicata e SUERC-UK). Saranno investigati i gas nobili nelle inclusioni fluide contenute in alcuni prodotti solidi rinvenuti con dragaggi sottomarini nell'area vulcanica del Marsili, ad oggi solo parzialmente investigata. Si procederà ad integrare lo studio sugli isotopi dello zolfo effettuato nel 2011 sull'Etna con nuovi prodotti emessi durante l'attività eruttiva degli ultimi anni con l'obiettivo di integrare le conoscenze sulle condizioni ossido-riduttive dell'Etna. Questo studio sarà esteso a nuove analisi isotopiche del cloro contenuto nei gas del plume e nei campioni sopra citati al fine di realizzare un modello di degassamento unico per i gas emessi in area craterica. Nel corso del 2012, il lungo record di dati geochimici sulla composizione chimica delle falde acquifere dell'Etna, verrà analizzato in relazione alla sismicità ed alle anomalie nel degassamento, per evidenziare il ruolo dello stress vulcanico e tettonico nel determinare le anomalie geochimiche nei fluidi superficiali. La Sezione di Palermo, infine, è impegnata da anni nella realizzazione di reti per il monitoraggio continuo di parametri geochimici in aree sismiche e vulcaniche attive. Queste attività rientrano in un progetto frutto di un Accordo di Programma Quadro finanziato dalla Regione Siciliana (Programma Triennale di Estensione e Potenziamento dei Sistemi di

Monitoraggio Vulcanico e Sismico della Sicilia) che prevede la realizzazione di 100 stazioni permanenti distribuite in aree vulcaniche e sismiche della Sicilia ed una rete mobile di 13 stazioni. Le strumentazioni già realizzate consentono l'acquisizione di parametri geochimici ad alta frequenza, facilmente confrontabili con le serie acquisite attraverso reti geofisiche. Ciò apre nuovi orizzonti nel campo dell'interpretazione dei fenomeni sismici e vulcanici.

1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature

Laboratori analitici

- Spettrometria di massa per la determinazione della composizione isotopica dei gas nobili (He, Ne, Ar).
- Spettrometria di massa per la determinazione della composizione isotopica degli isotopi stabili (C,H,O,N).
- Gascromatografia per analisi chimiche di He, H_2, O_2, N_2, CO, CH_4, CO_2, Ar, idrocarburi leggeri.
- Cromatografia liquida per analisi chimiche dei costituenti maggiori delle acque.
- Elementi in traccia in acque naturali (ICP-MS, ICP-OES).
- Laser Ablation e crusher per analisi chimiche ed isotopiche delle inclusioni fluide e vetrose.

Laboratori tecnologici

- Elettronica: sviluppo e produzione di sensori e parti delle stazioni automatiche di misura.
- Meccanica: macchine utensili per tornitura, fresatura, foratura, taglio e piegatura.
- Informatica: gestione dei servizi informatici della Sezione, assistenza software ed hardware.

Reti

- Sala di Monitoraggio per il processamento dei segnali acquisiti dalle reti di monitoraggio dei parametri geochimici.
- Rete mobile per il monitoraggio del flusso diffuso di CO_2 dai suoli con trasmissione dati.
- Reti permanenti nelle aree Etna, Stromboli, Vulcano, Pantelleria, Sicilia e Abruzzo per il monitoraggio dei parametri: flusso diffuso di CO_2, parametri meteo; parametri chimico fisici delle falde acquifere, chimismo del plume, pressione totale di gas disciolto in acqua, temperature fumaroliche, gradiente di temperatura al suolo, gradiente verticale dei tenori di CO_2 in atmosfera.

1.5. Principali interazioni con le altre strutture dell'ente

Le principali collaborazioni riguardano le altre Sezioni impegnate nelle attività di monitoraggio dell'attività vulcanica. In particolare, con le Sezioni di Napoli e Catania sono stati instaurati stretti rapporti di collaborazione sia da un punto di vista tecnico (gestione delle reti di trasmissione dei dati) sia da quello scientifico con la realizzazione di bollettini periodici sulla valutazione del livello di attività vulcanica, lo scambio di dati ed informazioni, la realizzazione di lavori scientifici e di scenari di pericolosità vulcanica. I laboratori di LA-ICPMS e crusher costituiscono parte integrante del tema trasversale Chimica e Fisica delle Rocce, e dunque sono considerati strutture di riferimento dell'Ente. Il monitoraggio del degassamento diffuso in area Aquilana viene svolto in collaborazione con la Sezione Roma1. Infine le attività di sviluppo tecnologico e di applicazione della geochimica a sistemi marini e sottomarini vengono svolte in collaborazione con le sezioni di Roma1 e Roma2 nell'ambito delle infrastrutture EMSO.

1.6. Contributi per la formazione (a partire dalla lista valida per tutto l'ente)

- Partnerariato del Master di II livello in "Metodologie di Spettrometria di Massa e Applicazioni" Università degli Studi di Palermo (A.A.2011-2012).
- Docenza a contratto per il corso di "Elementi di Informatica e SIT" per il Corso di Laurea Triennale in Scienze Geologiche dell'Università di Palermo.
- Lezioni su "Metodologie analitiche per determinazioni IRMS in fluidi naturali" all'interno del corso di Geochimica Nucleare per Scienze Geologiche dell'Università di Palermo.
- Co-tutoraggio per lo svolgimento di tesi di Dottorato di Ricerca in Geochimica, Università degli Studi di Palermo.
- Co-tutoraggio per lo svolgimento di tesi di Dottorato di Ricerca internazionale (National Taiwan University, Taiwan; Babes Bolyai University, Romania).
- Co-tutoraggio per lo svolgimento di tesi di laurea internazionale (TU University, Freiberg).
- Co-tutoraggio per lo svolgimento di tesi di laurea dei corsi triennale e specialistica in Scienze Geologiche e Scienze Ambientali dell'Università degli Studi di Palermo.
- Tutoraggio per lo svolgimento presso la Sezione di tirocinii obbligatori per studenti delle lauree triennali e specialistiche in Scienze Geologiche dell'Università degli Studi di Palermo.
- Stage teorico-pratico finalizzato all'approfondimento di tematiche legate alla scienza della terra realizzato per gli studenti del Liceo Scientifico G. Meli di Palermo.

1.7. Elementi di criticità nel funzionamento della sezione

Le criticità di maggiore rilievo riguardano il numero di unità di personale precario (oltre il 60%) impegnato in attività vitali della Sezione (funzionamento dei laboratori, attività di monitoraggio e amministrative) che contribuisce in modo non trascurabile alla produzione scientifica della Sezione. Il personale precario viene periodicamente formato e reimpiegato parzialmente in nuovi settori a discapito di attività importanti, ma non dotate di adeguato supporto finanziario. A questo riguardo si segnala la riduzione del personale per il mantenimento delle reti di monitoraggio (una unità) e dei servizi informatici (due unità) in quanto il suddetto personale è stato assunto in altre istituzioni. Un ulteriore elemento di criticità riguarda gli spazi disponibili presso la sede attuale. Questi ultimi problemi verranno risolti con la ristrutturazione ed il trasferimento presso i locali della sede di via Ugo La Malfa 78.

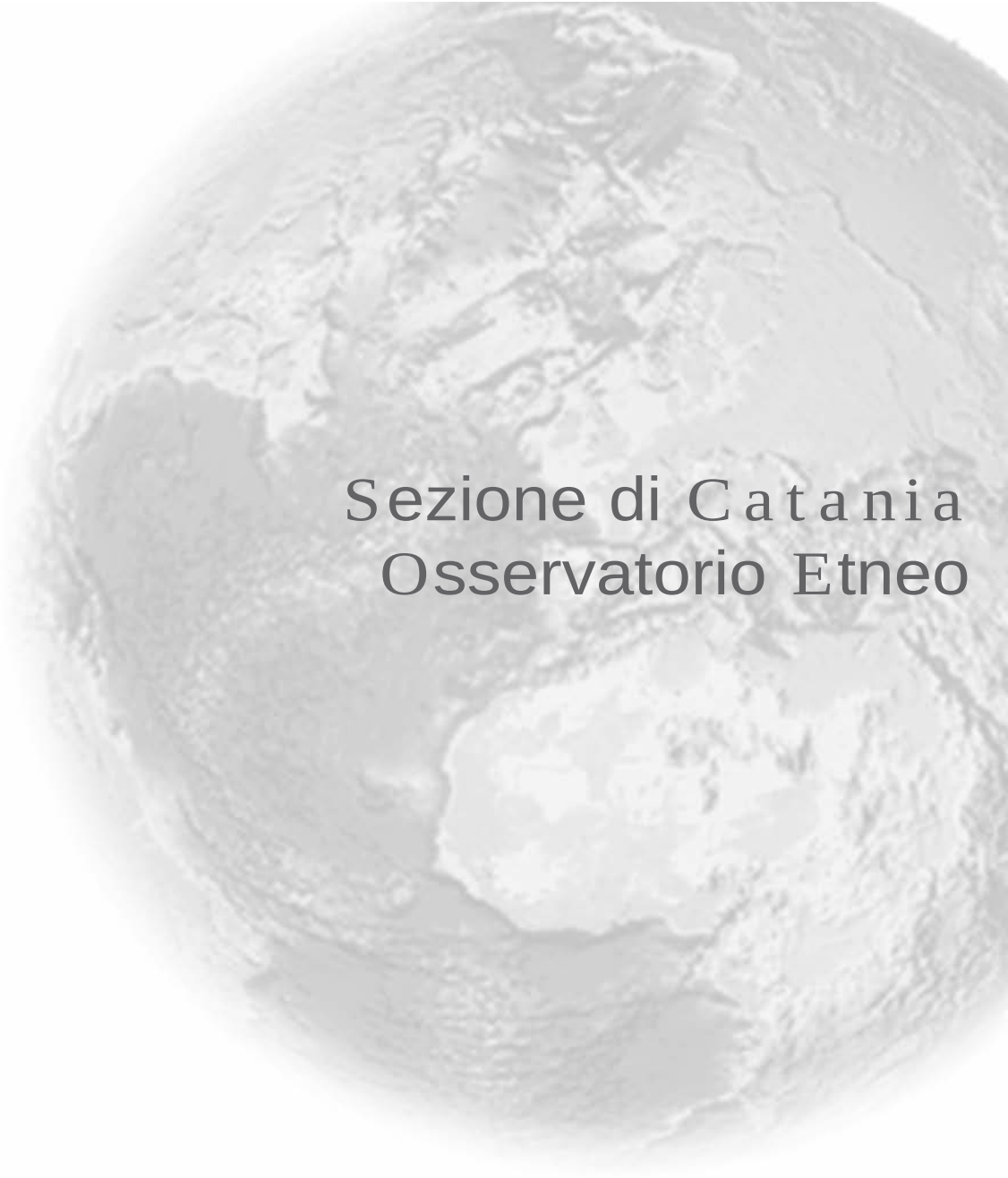
2. Elenco unità funzionali (UF) e unità di progetto (UP) della sezione

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti	Ob. Spec. di riferimento
UF1	Sorveglianza Geochimica delle Aree Vulcaniche	Giorgio Capasso	18	1.2, 4.3, 5.8
UF2	Laboratori Geochimici e Tecnologici	Salvatore Inguaggiato	19	2.4, 2.3, 2.1, 5.9
UP	Potenziamento delle Reti di Monitoraggio Geochimico nelle Aree Vulcaniche e Sismiche della Sicilia	Rocco Favara	14	1.2, 3.2, 4.3
-	Segreteria di Direzione	Sergio Gurrieri	4	-
-	Servizi Amministrativi	Maria Corvo	6	A1, 5.7

3. Elenco associati di ricerca alla sezione

Nome associato	Ente di Appartenenza	Titolo
Gioacchino Cusimano	Università di Palermo	Professore Associato
Sergio Hauser	Università di Palermo	Professore Ordinario
Dario Luzio	Università di Palermo	Professore Ordinario
Mario Nuccio	Università di Palermo	Professore Ordinario
Pietro Renda	Università di Palermo	Professore Ordinario
Mariano Valenza	Università di Palermo	Professore Ordinario
Alessandro Aiuppa	Università di Palermo	Professore Associato
Andrew MCGonigle	University of Sheffield	Professore Associato
Michele Paternoster	Università della Basilicata	Ricercatore Confermato
Silvio G. Rotolo	Università di Palermo	Professore Associato

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



Sezione di Catania
Osservatorio Etneo

Unità Funzionali/Unità di Progetto

UF Vulcanologia e Geochimica
UF Sismologia
UF Deformazioni e Geofisica
UF Sala Operativa
UF Gravimetria e Magnetismo
UP Nubi Vulcaniche

Sezione di Catania – Osservatorio Etneo

1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

In continuità con gli anni precedenti, la Sezione è stata coinvolta in diversi Obiettivi del Piano Triennale. Nell'ambito dell'**Obiettivo Generale 1*, Sviluppo dei Sistemi di Osservazione***, e in particolare dell'**obiettivo 1.1 *"monitoraggio sismico del territorio nazionale",*** oltre al mantenimento della rete sismica della Sicilia orientale si è proceduto al suo potenziamento nell'ambito dell'APQ Sicilia, con l'installazione di 4 stazioni satellitari a larga banda (40s), di cui 2 nell'area peloritana, 1 in area iblea ed 1 in Sicilia centrale, e alla programmazione della sua estensione in Sicilia centro-occidentale con l'individuazione di 14 nuovi siti, la cui idoneità è stata verificata attraverso misure di noise. Si è proceduto inoltre ad una ottimizzazione della rete accelerometrica mediante lo spostamento di 1 stazione nell'area peloritana. Per quanto riguarda la rete mobile, essa è stata impiegata per il monitoraggio di due importanti sequenze sismiche che hanno interessato le aree dei Nebrodi ed Iblei, nonchè per la verifica di idoneità dei nuovi siti della rete permanente (APQ Sicilia).
Riguardo l'**obiettivo 1.11 *"Monitoraggio macrosismico del territorio nazionale"***, è proseguita l'attività di rilievo degli effetti dei terremoti nel territorio siciliano secondo il protocollo operativo del gruppo QUEST. In particolare, è stato investigato in dettaglio un terremoto oltre la soglia del danno che ha colpito la zona dei Nebrodi (23/6/2011, Ml 4.6), oltre ad alcuni eventi minori che hanno interessato la zona vulcanica dell'Etna.
All'interno dell'**obiettivo *1.2* "*monitoraggio geochimico delle aree vulcaniche attive*"** sono state condotte misure discrete con strumenti FTIR e Mini-DOAS per la stima dei contenuti gassosi del plume emesso dai crateri sommitali dell'Etna e dello Stromboli. Sono state mantenute funzionanti le reti permanenti di UV-Scanner per la misura in continuo del flusso di SO_2 all'Etna, a Stromboli e Vulcano. Alla rete dell'Etna, per migliorare la copertura, è stata aggiunta una nuova stazione, mentre a Vulcano è stata ripristinata la stazione esistente in un nuovo sito più idoneo. È stata mantenuta una stazione FTIR in continuo a Stromboli per la misura di alcune specie gassosse emesse dalla terrazza craterica. Infine, una rete di sensori "barasol" per la misura in continuo del radon nei suoli è ubicata in prossimità di alcune faglie all'Etna. Sono state, inoltre, eseguite misure periodiche dei tenori di gas nei suoli all'Etna, in particolare CO_2, radon e thoron.
Riguardo l'**obiettivo *1.3 "sorveglianza geodetica delle aree vulcaniche*"** la sezione è stata impegnata nella manutenzione di tutti i sistemi osservativi e delle numerose stazioni permanenti GPS e clinometriche. Sono state potenziate le reti GPS permanente, con lo spostamento della stazione di Vulcano, Grotta Palizzi, in un sito più stabile, e clinometrica con l'istallazione a Timpone del Fuoco (Stromboli) di un nuovo sensore ad elevata sensibilità, a 30 m di profondità. Grazie al contributo del progetto FIRB "Sviluppo Nuove Tecnologie per la Protezione e Difesa del Territorio dai Rischi Naturali" sono state ultimate le perforazioni per l'istallazione di due dilatometri sul fianco occidentale dell'Etna a profondità di 200 m c.a. i quali sono in fase di test e calibrazione. Sono state condotte le campagne di misura periodiche GPS sulle reti geodetiche dell'Etna, di Lipari-Vulcano, Vulcano Nord e sulla faglia della Pernicana. Nel corso delle misure della rete Vulcano Nord è stato eseguito il rilievo della Forgia con Laser Scanner, in collaborazione con la Sezione di BO, e telecamere termica. Inoltre, si è proceduto ad eseguire anche alcune campagne di misura GPS e di livellazione (con la collaborazione della Sezione OV di Napoli) Sono state anche condotte analisi di interferometria differenziale SAR, grazie al contributo dell'APQ Sicilia e dei progetti ASI-SRV e SAFER, i cui risultati sono stati integrati con quelli delle altre misure geodetiche per il monitoraggio e studio dei fenomeni sismo-vulcanici dell'Etna (fontane di lava e dinamica di fianco). Infine, è stata ripristinata la piena funzionalità del sistema THEODOROS (Stromboli). Infine, la Sezione ha messo a punto metodi per la valutazione degli effetti delle perturbazioni ad alta frequenza (tipiche in aree vulcaniche) sui gravimetri a molla.
Nell'**obiettivo *1.4 "sorveglianza sismologica delle aree vulcaniche attive*",** oltre all'ordinaria manutenzione delle reti, sono state installate 3 stazioni Nanometrics satellitari a Stromboli, dotate di sensori a larga banda da 120s, di cui una (Pizzo sopra la Fossa) dotata anche di sensore infrasonico a larga banda. A Vulcano è stato mantenuto il mini-array sismico a larga-banda (20s) di 5 stazioni, che integra le 4 stazioni permanenti Nanometrics a larga-banda (40s), sempre in trasmissione satellitare. Per quanto riguarda l'area etnea, è stata installata a Catania, presso la sede INGV di piazza Roma, una stazione in pozzo alla profondità di 78 m (all'interno delle Argille azzurre del Pleistocene sup.), equipaggiata con un sensore specifico 3-C di periodo 1s. Circa la rete accelerometrica, è stata acquista la strumentazione ed effettuati test di trasmissione per l'installazione di 2 nuove stazioni all'Etna (faglia Pernicana). La rete mobile è stata utilizzata con installazioni temporanee nell'ambito di esperimenti scientifici (array sismici) all'Etna ed in Costa Rica (vulcano Turrialba), per studiare i meccanismi sorgente degli eventi sismo-vulcanici (tremore, LP, VLP, EXQ).
Nell'ambito dell'**obiettivo *1.5 "Sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani*"**, è stata documentata la nuova fase di attività eruttiva sommitale dell'Etna, che è consistita in una serie di episodi parossistici prodotti dal cratere a pozzo ubicato sul basso versante orientale del cono del Cratere di Sud-Est. Fra gennaio e novembre 2011 sono avvenuti 18 episodi caratterizzati da una fase iniziale di attività stromboliana talvolta accompagnata da una lenta emissione lavica, seguita da una fase culminante con fontane di lava, la formazione di colonne di gas e materiale piroclastico alte fino a 10 km s.l.m., e all'emissione di colate di lava che hanno a volte superato 4 km di lunghezza, espandendosi nell'alta Valle del Bove. Le reti di videosorveglianza dell'attività vulcanica mediante telecamere nel campo dell'infrarosso termico e in banda visibile (Etna, Stromboli e Vulcano) hanno garantito il

controllo continuo delle aree interessate. Il sistema di previsione e monitoraggio delle nubi di cenere dell'Etna ha fornito giornalmente le mappe delle aree potenzialmente interessate dalla dispersione della cenere vulcanica con un livello di contaminazione pericoloso per il traffico aereo. Queste informazioni sono state tempestivamente comunicate alle autorità aeronautiche con un apposita messaggistica permettendo una efficiente gestione delle crisi. Tutte le molteplici informazioni sull'attività eruttiva rilevata sono state inoltre distribuite a mezzo di comunicati e rapporti periodici e di dettaglio, regolarmente pubblicati anche sulla pagina web dell'istituto.
Riguardo l'**obiettivo *1.9 "rete GPS nazionale"*** la Sezione ha collaborato alla Rete Integrata Nazionale GPS (RING), sia istallando altre 2 stazioni a San Fratello e Ucria (Monti Nebrodi), grazie al contributo dell'APQ Sicilia, sia partecipando alla definizione del campo deformativo del mediterraneo centrale. In particolare, nell'ambito di collaborazioni con le università di Catania e Napoli, sono stati analizzati i dati delle reti GPS permanenti dell'area mediterranea, per lo studio delle dinamiche del bordo settentrionale dell'altopiano ibleo e dell'Appennino Meridionale.
Si è proceduto inoltre, in collaborazione con l'obiettivo ***1.10 "Telerilevamento"*** e con il CNT, all'analisi di dati satellitari SAR all'Etna ed a Vulcano, nell'ambito di progetti EC, ESA ed ASI. In particolare in quest'ultimo progetto sono state condotte analisi di dettaglio del fianco orientale con dat in banda X del sistem Cosmo SkyMed. . Infine, nell'ambito dell'APQ Sicilia, è stato ulteriormente sviluppato un sistema innovativo di integrazione di dati SAR e geodetici per la ricostruzione 3D del campo deformativo ed applicato allo studio delle deformazioni all'intero vulcano Etna e cosismiche lungo la Faglia della Pernicana (Etna).
Nell'ambito dell'**Obiettivo Generale 2 "Attività Sperimentali e Laboratori**" la Sezione ha dato un forte impulso nell'**obiettivo 2.1 "*Grid e calcolo avanzato*",** poiché procede regolarmente l'attività del Consorzio Cometa di cui l'INGV è membro.
La sezione è stata impegnata nell'**obiettivo 2.3 "*laboratori di chimica e fisica delle rocce*"** con una continua attività di analisi e caratterizzazione dei prodotti vulcanici dell'Etna e dello Stromboli attraverso analisi geochimiche e fisiche delle vulcaniti. L'attività analitica è stata inoltre ampliata attraverso la calibrazione del nuovo spettrometro XRF, che misura il contenuto degli elementi maggiori e di alcuni elementi in tracce nelle rocce totali.
Nell'ambito delle attività dell'**obiettivo 2.6 "Laboratorio di gravimetria, magnetismo ed elettro-magnetismo in aree sismiche e vulcaniche"** è stato garantito il regolare funzionamento delle reti permanenti e discrete di monitoraggio gravimetrico, magnetico e elettrico dell'Etna e dello Stromboli. Grazie alla disponibilità del gravimetro assoluto FG5#238 fornito dall'ENI, è proseguita la sperimentazione delle misure gravimetriche ibride (combinazione di misure relative ed assolute) all'Etna. Parallelamente alle attività strettamente di monitoraggio, in collaborazione con la sezione di Roma 2, è stato avviato uno studio GDS (Geomagnetic Deep Sounding) nell'area etnea mirato alla caratterizzazione elettromagnetica dell'edificio vulcanico. Lo studio è stato eseguito tramite l'installazione di due magnetometri vettoriali in area sommitale. I dati gravimetrici ibridi ottenuti combinando gravimetri assoluti e relativi hanno permesso di raggiungere un buon compromesso tra efficienza e incertezza nelle misure gravimetriche. I dati acquisiti all'Etna dal 2007 sono stati analizzati congiuntamente con dati di deformazione del suolo ed è stato possibile studiare alcuni processi vulcanici che hanno caratterizzato l'attività del vulcano degli ultimi anni. I dati magnetici acquisiti all'Etna sono stati analizzati congiuntamente con dati provenienti da altre discipline (deformazioni volumetriche delle rocce, immagini satellitari e termiche); ciò ha permesso di studiare la dinamica di alcune fontane di lava che hanno caratterizzato l'attività del vulcano durante il 2011. È stata aggiornata la banca dati (http://ufgm.ct.ingv.it:8080) che raccoglie i dati gravimetrici e magnetici acquisiti all'Etna e allo Stromboli.
Diversi risultati, alcuni principali richiamati di seguito nel capitolo 1.2, hanno caratterizzato gli **obiettivi 3.5 "*Geologia e storia dei sistemi vulcanici*" e 3.6 "*Fisica del Vulcanismo*" e 4.3 "*Scenari di pericolosità vulcanica e modellazione fisico-matematica*"**. Per quanto riguarda gli studi di geologia del vulcanico (obiettivo 3.5), è stata pubblicata la nuova carta geologica dell'Etna alla scala 1:50.000 insieme a tre note scientifiche che rappresentano le sue note illustrative ed inoltre è stata completata la redazione della carta vulcano-tettonica alla scala 1:100.000 ed è stata sottomessa per la pubblicazione. Inoltre, è stata pubblicata una mappa geologica del settore NE dello Stromboli con annesse datazioni radiometriche delle principali unità litostratigrafiche riconosciute. È stato anche effettuato uno studio di dettaglio del diatrema di Costa Giardini, che ha permesso di proporre un nuovo meccanismo eruttivo per queste strutture vulcaniche.
Nell'ambito delle attività dell'**obiettivo 3.6 "Fisica del Vulcanismo"** sono stati condotti alcuni studi multidisciplinari finalizzati alla comprensione dei processi vulcanici all'Etna (per esempio alcune delle fontane di lava verificatesi nel corso del 2011) e dell'assetto strutturale dei vulcani. L'analisi congiunta di dati sismici e GPS ha permesso di vincolare alcuni modelli di campi di stress e l'interazione tra le principali strutture e le sorgenti vulcaniche attive nel periodo 1997-98. L'applicazione della tecnica dei Permanent Scatterers (PS) nell'analisi delle serie storiche SAR dell'Etna ha permesso di definire con estremo dettaglio la geometria e cinematica delle strutture attive del vulcano. L'analisi di dati della rete GPS permanente ha permesso di confermare la presenza di più sorgenti deformative lungo il percorso di risalita dei magmi all'Etna tra il 2005 ed il 2010. Una modellazione agli elementi finiti dei dati geodetici è stata utilizzata per indagare i rapporti tra la risalita del magma, le faglie e la dinamica di fianco, inclusi gli effetti della gravità. L'integrazione dei dati geodetici con i dati di gravimetria ha permesso una modellazione della risalita del magma all'Etna negli anni '90 e i rapporti con la dinamica di fianco. L'integrazione dei dati delle campagne GPS all'Etna con i dati della sismicità tra il 2003 ed il 2004, ha permesso l'individuazione di un cambiamento del campo di strain in profondità, fornendo una evidenza di una discontinuità meccanica al di sotto del fianco orientale. Inoltre è stato condotto un studio sulla dinamica recente del vulcano St. Helens, utilizzando dati della rete GPS permanente dell'USGS. Sono inoltre proseguite le ricerche:

- sulle sorgenti vulcaniche a bassa frequenza attraverso l'inversione del tensore momento grazie alla realizzazione di densi *array* sismici temporanei;

- sulla modellizzazione dei sistemi di alimentazione superficiale all'Etna;
- sugli studi di tomografia 4D passiva in velocità e in attenuazione per la definizione della struttura crostale all'Etna e allo Stromboli.

In quest'ambito rientrano infine i numerosi studi multi-parametrici basati sui dati vulcanologici, sismici, geochimici, di deformazione e sulle anomalie dei campi gravimetrico e magnetico per la comprensione della dinamica dell'Etna durante gli ultimi eventi eruttivi. La modellazione dei dati geofisici ha permesso di vincolare sorgente e meccanismi eruttivi, mentre le simulazioni dei flussi lavici e della dispersione della cenere hanno fornito utili informazioni per la valutazione del rischio. In riferimento all'attività parossistica dello Stromboli durante le eruzioni effusive è stato proposto un modello concettuale che vincola l'avvio della fase esplosiva al raggiungimento di una soglia di volume effusivo emesso che è connessa alla graduale decompressione del plumbing system durante la fase effusiva. Infine, è proseguita la collaborazione con colleghi francesi alla realizzazione di sistemi avanzati di indagini geofisiche utilizzando i raggi cosmici (muoni) e di misure all'Etna.

Riguardo l'**obiettivo 4.1 *"Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica"*,** è stata completata l'analisi sistematica dei segnali *strong-motion* delle rete accelerometrici della Sicilia orientale, ed ottenute le relazioni di attenuazione del moto del suolo dei seguenti parametri: valori di picco dell'accelerazione massima (PGA) e della velocità del suolo (PGV); picco di spostamento (PGD). Le relazioni ottenute possono essere utilizzate per studi a scala locale di pericolosità sismica, oltre che per la stima in tempo reale di mappe di scuotimento in Sicilia orientale nell'ambito delle attività di monitoraggio.

Riguardo l'**obiettivo 4.2 *"Scenari e mappe di pericolosità sismica"***, sono stati conclusi gli studi di pericolosità sismica nell'area etnea, con la realizzazione di mappe probabilistiche di hazard espresse in termini di intensità macrosismica, ed avviate analisi di integrazione con i dati strumentali per l'applicazione di metodi *time-dependent* alle principali strutture sismogenetiche etnee.

Nell'ambito delle attività dell'**obiettivo 4.3 "Scenari di pericolosità vulcanica e modellazione fisico-matematica"**, è stata sviluppata la mappa di pericolosità da colate di lava al Cratere di Sud-Est analizzando tutti gli eventi parossistici che si sono verificati al SEC dal 1998 al 2010 e i risultati delle simulazioni eseguite con il modello MAGLOW. È stata realizzata una versione di MAGFLOW su CUDA per sistemi multi-GPU in grado di partizionare il dominio fisico di una simulazione e distribuire il carico di lavoro su GPU differenti, mantenendo la sincronizzazione temporale e il bilanciamento del carico di lavoro. Inoltre è stata effettuata un'analisi di sensitività approfondita sui parametri fisici e reologici che controllano la funzione di evoluzione del simulatore MAGFLOW, allo scopo di verificare l'affidabilità del modello e migliorarne l'applicabilità nella previsione di scenari eruttivi. Parallelamente è stato aggiornato il sistema multipiattaforma HOTSAT per l'elaborazione automatica di immagini satellitari nell'infrarosso acquisite dai sensori MODIS e SEVIRI. Durante il corso del 2011, HOTSAT ha rilevato 17 dei 18 eventi parossistici avvenuti all'Etna, permettendo di localizzare rapidamente le zone interessate dall'attività termica e di stimare il tasso di eruzione (Time average discharge rate,TADR). È stata sviluppata una versione multi-GPU anche del nuovo modello basato sul metodo Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH), allo scopo di permettere simulazioni più dettagliate, di fenomeni più vasti, in tempi ancora più brevi. Un'altra importante tematica sistematicamente sviluppata riguarda la simulazioni del processo di dispersione della nube vulcanica con differenti modelli (euleriani, lagrangiani e a puff) allo scopo di produrre mappe di dispersione sempre più affidabili; inoltre, è stato svolto uno studio parametrico e comparativo sui risultati dei diversi modelli utilizzati.

Nell'ambito dell'**obiettivo Generale 5 "*Impegno verso le Istituzioni e Società*"** la sezione è stata impegnata nell'**obiettivo 5.1 "*Banche dati e metodi macrosismici*"**, con l'aggiornamento del catalogo storico-macrosismico dei terremoti etnei CMTE agli anni 2009-2011, ed alla riparametrizzazione degli eventi attraverso il calcolo delle magnitudo equivalenti ML e MW ricavate dalle nuove relazioni Intensità-Magnitudo, degli epicentri macrosismici attraverso il codice BOXER ed alla introduzione di parametri strumentali.

Relativamente all'**obiettivo *5.2* "*Banche dati di sismologia strumentale*"**, è proseguita l'attività di analisi dei dati acquisiti dalla rete sismica multi-parametrica, con l'aggiornamento della banca dati unificata che integra diverse tipologie di segnali relativi sia ad eventi di fratturazione quali i terremoti (parametri ipocentrali, meccanismi focali, parametri di moto del suolo), che ai segnali a bassa frequenza legati al tremore vulcanico o ad eventi infrasonici. È stato anche avviato lo sviluppo di un nuovo software di localizzazione dei terremoti che consente una maggior automazione nella gestione e rappresentazione delle elaborazioni di base finalizzate al monitoraggio.

Riguardo la **Sala Operativa H24 (obiettivo 5.5)** della Sezione di Catania, sono state mantenute attive le turnazioni e le reperibilità scientifiche e tecniche di settore, per il controllo dei sistemi di monitoraggio e l'attivazione delle apposite procedure di allerta. Un progetto di realizzazione di una infrastruttura "Wallmanager" ha caratterizzato l'attività del 2011. I lavori di upgrade della SO sono comunque continuati anche nell'anno di riferimento.

Riguardo l'**obiettivo *5.9 "Formazione e Informazione"***, è proseguita l'attività divulgativa che da anni contraddistingue la Sezione di Catania con numerosi corsi di aggiornamento del Progetto Edurisk, dedicati agli insegnanti delle scuole secondarie in tema di rischio sismico e vulcanico. È stata regolarmente svolta quest'anno la manifestazione della Settimana della Cultura promossa dal Ministero della Ricerca I frequenti contatti con organi di stampa e televisioni sia pubbliche che private costituiscono per la Sezione di Catania un importante strumento di veicolazione di informazioni scientifiche e di aggiornamento sul monitoraggio sismico e vulcanico della Sicilia orientale rivolto al grande pubblico.

Nell'ambito dell'**obiettivo *5.10 "Sistema Web"*** è proseguita l'attività di upgrade del sito web, con particolare riferimento alla progettazione della struttura che sovraintende il sistema ed al rinnovo del sito secondo le

specifiche imposte dalla legge vigente. È allo studio una piattaforma interamente ridondante capace di gestire anche i picchi di traffico in ingresso che avvengono quando si è in presenza di eventi sismici rilevanti.

1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

Le molteplici attività svolte nel corso del 2011 hanno permesso di mantenere in perfetta efficienza tutti i sistemi multi-disciplinari di monitoraggio (vedi tab. par. 1.4) ed è stato possibile anche realizzare un loro ulteriore miglioramento e potenziamento. Relativamente alle attività di ricerca, i numerosi studi condotti hanno portato a risultati scientifici rilevanti anche quest'anno, come attestato dalle numerose pubblicazioni scientifiche in ulteriore crescita rispetto agli anni scorsi. Le reti di osservazione sono cresciute in numero e in qualità e il risultato tecnologico più rilevante è che oggi la Sezione di Catania dispone, in Sicilia Orientale e nei prossimi anni anche in quella centro-occidentale, di una rete integrata di sensori che unitamente a quanto fatto nell'intero territorio nazionale pone l'INGV e la Sezione di Catania stessa all'avanguardia nei sistemi di monitoraggio multiparametrici. In particolar modo nelle aree vulcaniche attive delle Isole Eolie e dell'Etna e soprattutto in quest'ultimo vulcano la sua rete permanente multidisciplinare di oltre 160 stazioni (sismiche, infrasoniche, accelerometriche, meteo, GPS, gravimetriche, magnetometriche, geochimiche e di telecamere operanti sia nel visibile che nell'infrarosso e nel termico) fa si che l'Etna rappresenta uno dei vulcani meglio monitorati al mondo. Di seguito sono richiamati solo alcuni risultati, ritenuti più rilevanti e selezionati tra i numerosi conseguiti nel corso dell'anno. Nei settori della Sismologia, della Geodesia e della geodinamica importanti risultati sono stati conseguiti:

- nella realizzazione di un nuovo sistema di localizzazione automatica dei terremoti (KataLoc), applicato in tempo reale ai segnali della rete sismica acquisiti in Sala Operativa, e di quello finalizzato alla verifica dello stato di funzionamento delle stazioni;
- nello sviluppo del sistema automatico di localizzazione e classificazione del tremore vulcanico all'Etna, nonchè dei segnali a bassa frequenza LP/VLP e di quelli infrasonici, utilizzato in Sala Operativa per rappresentare i fenomeni esplosivi e rilevare l'insorgenza di quelli effusivi;
- nell'applicazione di metodologie di localizzazione di precisione, anche di tipo probabilistico, per la definizione dei pattern sismici che accompagnano le dinamiche eruttive all'Etna (eruzione 2001), con applicazioni anche a singole strutture simogenetiche (faglia Pernicana);
- nella definizione dei parametri e meccanismi della sorgente sismica attraverso studi sul decadimento spettrale delle onde P, e del calcolo del Tensore Momento Completo;
- nell'approfondimento delle conoscenze relative al campo di stress e alla struttura crostale all'Etna e nell'Avampaese Ibleo, attraverso metodi tomografici, meccanismi focali e dati telesismici (*Receiver Functions*);
- nella caratterizzazione e modellazione della sorgente sismica all'Etna sia attraverso tecniche di array sismico che mediante la radiazione acustica rilevata dalla rete infrasonica permanente;
- nell'individuazione di variazioni temporali dei segnali sismici (tremore vulcanico) e gravimetrici allo Stromboli, indotte da aumenti della vescicolarità del magma nella parte più superficiale dei condotti di alimentazione;
- nella definizione di differenti relazioni di attenuazione del moto del suolo valide per la Sicilia orientale, finalizzate alla stima di mappe di scuotimento;
- nella realizzazione di mappe probabilistiche di pericolosità sismica a scala locale dell'Etna, unitamente a stime *time-dependent* dei terremoti attesi dalle principali strutture sismogenetiche di tipo vulcano-tettonico;
- nelle analisi storico-macrosismiche e simotettoniche relative alla sismicità etnea;
- nell'installazione primi due deep bore-hole strainmeters all'Etna;
- nel miglioramento quantitativo dell'informazione geodetica sia in termini di varietà dei paramenti rilevati (p.e. esperimenti con il Laser Scanner, istallazione dei dilatometri) che in termini di densità spaziale e temporale di misure;
- nella messa a punto di un sistema di integrazione (SISTEM) di tutti i tipi di misure di deformazione del suolo, sia satellitari (SAR) sia terrestri (p.e. GPS, livellazione) per la ricostruzione completa 3D del campo di deformazione, del tensore di strain e di quello di rotazione;
- nel miglioramento qualitativo del rilevamento del dato geodetico in aree sismiche e vulcaniche, sia in termini di precisione (abbattimento dei livelli di rumorosità con installazioni e/o analisi dei dati più adeguate) che di accuratezza (perfezionamento nella definizione dei sistemi di riferimento);
- nello studio del campo deformativo associato ai principali eventi eruttivi dell'Etna e dello Stromboli degli ultimi anni, fornendo anche spunti di interpretazione innovativi della recente attività di questi vulcani che prendono in esame in modo più completo il relativo assetto strutturale;
- nella prosecuzione e miglioramento degli studi multidisciplinari in grado di mettere assieme in modo organico le varie informazioni fornite del complesso sistema di monitoraggio esistente sui vulcani siciliani; questo è il caso dello studio dei processi pre-eruttivi verificatisi all'Etna e rilevati dai dati sismologici, geochimici e di deformazione nel periodo 2009-2010 che ha portato all'attività eruttiva del 2011.

Nei settori della Vulcanologia e della Geochimica importanti risultati sono stati ottenuti nei diversi studi condotti:

- sulle eruzioni esplosive recenti all'Etna e allo Stromboli finalizzati alla caratterizzazione dei processi pre-eruttivi (vescicolazione del magma) ed eruttivi (stile ed esplosività), dei meccanismi di trasporto (dispersione delle nubi vulcaniche) e di ricaduta delle particelle;
- sui processi di messa in posto dei dicchi con particolare riferimento alle eruzioni recenti dell'Etna e dello Stromboli;
- sul fenomeno di scivolamento del fianco orientale dell'Etna interpretando i dati geofisici alla luce dell'evoluzione geologica;
- sulla ricostruzione dell'evoluzione geologica dell'Etna e dello Stromboli attraverso studi stratigrafici, geocronologici e dell'attività eruttiva più recente;
- sulla messa in posto delle colate laviche, anche attraverso analisi termiche, e sulle tecniche di contenimento dei flussi lavici;
- sulle modalità del degassamento del vulcano Etna, Stromboli e Kilauea , tramite tomografia del pennacchio di SO_2, attraverso l'analisi statistica del rilascio di CO_2 dai suoli e mediante misure termiche registrate ad alta frequenza ed associate a misure del flusso di SO_2;
- sul degassamento lungo faglie attive in aree vulcaniche (Pernicana).

Nei settori della Gravimetria, Magnetometria e della Fisica del vulcanismo importanti risultati sono stati ottenuti:

- nell'aggiornamento dinamico della Banca Dati di Gravimetria e Magnetismo della Sezione di Catania che raccoglie tutti i dati gravimetrici, magnetici e di PS acquisiti all'Etna dal 1997 e allo Stromboli dal 2003;
- negli studi multi-disciplinari sui processi che caratterizzano le fontane di lava all'Etna;
- nella valutazione multi-disciplinare dell'hazard associato all'ultima eruzione di fianco all'Etna (eruzione 2008);
- nella realizzazione della mappa della pericolosità da invasione di colate laviche per il Cratere di Sud-Est;
- Nell'analisi di sensitività dei parametri fisici e reologici del modello MAGFLOW e nell'implementazione del modello MAGFLOW agli Automi Cellulari nella versione CUDA su schede grafiche multiple per il calcolo in tempo reale dei percorsi delle colate di lava;
- nell'aggiornamento del sistema HOTSAT basato sull'analisi di immagini satellitari multi-sensore per riconoscere le anomalie termiche e stimare i tassi effusivi durante gli eventi eruttivi;
- nello sviluppo di un nuovo modello per la simulazione dei fenomeni transienti e i passaggi di stato nei flussi lavici, basato sul formalismo degli SPH (Smoothed Particles Hydrodynamics) ed implementato in CUDA, con supporto per più schede grafiche;
- nello sviluppo di modelli agli elementi finiti per il calcolo degli effetti della reologia e del carico topografico sulle condizioni di stabilità di camere magmatiche;
- nella messa a punto di una procedura FEM per l'interpretazione congiunta di segnali geodetici, gravimetrici e magnetici indotti da sorgenti magmatiche;
- nell'applicazione di una tecnica di inversione agli elementi finiti di dati geodetici InSAR per stimare i volumi di intrusioni magmatiche;
- nell'applicazione di metodi numerici per il calcolo delle variazioni di stress statico sulle principali strutture all'Etna indotte da attività vulcanica e tettonica;
- nella analisi di sensibilità tra modelli di dispersione e ricaduta di ceneri, analisi parametrica e comparativa tra diversi modelli di ricaduta delle ceneri vulcaniche.

1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)

Le caratteristiche della Sezione di Catania, maggiormente impegnata nel monitoraggio sismico e geodetico delle aree tettoniche e dei vulcani attivi Siciliani e nello studio multi-disciplinare dei fenomeni vulcanici, unitamente alle numerose emergenze vulcaniche affrontate e studiate in questi ultimi anni, hanno portato a determinare un processo virtuoso che lega fortemente il monitoraggio alla ricerca. In buona continuità con gli ultimi anni, una crescente dinamica ha caratterizzato le varie attività di monitoraggio e di ricerca, aumentando potenzialmente le prospettive di sviluppo. Il buon andamento è legato sia a specifici progetti con finalità di implementazione del monitoraggio (convenzione DPC per innovazione tecnologica, progetto "Regione Sicilia"-DPCN-INGV per il potenziamento ed estensione del sistema di monitoraggio in Sicilia, PON "Cometa" per utilizzo di supercalcolo per applicazioni nel campo della modellazione e della ricerca in ambito geofisico), progetti PO Italia-Malta Vamos Seguro e PO-FESR Secesta dedicati allo sviluppo dei sistemi di monitoraggio delle nubi vulcaniche e della ricaduta al suolo delle ceneri vulcaniche), sia a progetti finalizzati alla ricerca e all'applicazione dei dati del monitoraggio. La partecipazione a progetti infrastrutturali, come EPOS o VULCA-MED, consente di meglio definire una prospettiva nazionale ed europea allo sviluppo delle attività di monitoraggio e ricerca della Sezione di Catania. Di seguito si riportano sinteticamente le prospettive in termini di sviluppo, relative ai sistemi osservativi che presentano una grande ricaduta su quelle di studio e ricerca, ben supportate da progetti esterni ed i cui risultati attesi sicuramente forniranno valore aggiunto all'Ente:

- ottimizzazione e potenziamento della rete sismica e GPS permanente in Sicilia e del laboratorio di telerilevamento InSAR (progetto Regione Sicilia);
- ottimizzazione e potenziamento delle reti geofisiche multiparametriche (sismica, GPS, infrasonica, meteo) nelle parti sommitali dell'Etna, dello Stromboli e di Vulcano per lo studio dei processi sorgente degli eventi sismo-vulcanici (fondi istituzionali, DPC, Regione Sicilia);

- ottimizzazione e potenziamento delle reti GPS e sismica nel fianco orientale dell'Etna per lo studio dei meccanismi deformativi e di fagliazione (fondi istituzionali, DPC, Regione Sicilia);
- ottimizzazione della rete permanente di misura in continuo delle specie vulcaniche dai plume di Etna, Stromboli e Vulcano (fondi istituzionali, DPC, Regione Sicilia);
- potenziamento dei laboratori di analisi fisico-chimica delle rocce (fondi istituzionali, Regione Sicilia);
- ottimizzazione del sistema multi-parametrico permanente per la rilevazione delle nubi vulcaniche (PO-FESR Vamos Seguro e Segesta);
- realizzazione di una banca dati di tutte le eruzioni avvenute nell'Olocene all'Etna che hanno prodotto colate di lava riconoscibili, con particolare riferimento a quelle degli ultimi 4.000 anni (fondi istituzionali, DPCR);
- misure di gravità assoluta e del gradiente verticale della gravità nei punti strategici della rete etnea (comprese le stazioni in continuo) (fondi istituzionali);
- integrazione delle misure del vettore campo magnetico con le misure dell'intensità totale del campo magnetico all'Etna (fondi istituzionali);
- prove di laboratorio con una tavola oscillante per valutare la risposta dei gravimetri per sollecitazioni a varie frequenze (fondi istituzionali);
- sperimentazione di misure magnetotelluriche e di geoelettrica multipolare in continuo per la definizione di strutture geologiche superficiali (fondi istituzionali);
- accoppiamento in una stazione gravimetrica dell'Etna di un accelerometro per lo studio delle oscillazioni ad alta frequenza indotte dall'attività del vulcano (fondi istituzionali);
- sviluppo di procedure numeriche per l'inversione integrata di dati geofisici (fondi istituzionali);
- caratterizzazione delle condizioni di fratturazione delle sorgenti magmatiche attraverso un'analisi di stress-strain in 3D al fine di individuare i meccanismi necessari per generare eruzioni centrali, laterali ed eccentriche (fondi istituzionali);
- simulazione dei flussi lavici e produzione di mappe di inondazione all'Etna con il modello MAGFLOW e con il nuovo metodo SPH, entrambi implementati su schede grafiche (GPU) sfruttando l'architettura CUDA sviluppata da NVIDIA;
- sviluppo e applicazione di tecniche satellitari orientate al riconoscimento di anomalie termiche pre-eruttive collegabili alla risalita di magma e alla stima del tasso effusivo delle colate di lave;
- implementazione del database di dati vulcanologici;

1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature

La Sezione di Catania gestisce un notevole patrimonio di risorse strumentali e infrastrutture. Le principali sono:
- Sala di Sorveglianza multiparametrica per il monitoraggio dei vulcani attivi e dei terremoti in Sicilia orientale, ubicata presso la Sede di P.zza Roma.
- Centro Acquisizione Dati, ubicato presso la Sede della circonvallazione di Catania che ospita la Sala Operativa di emergenza.
- Centro di divulgazione ubicato a Nicolosi (CT).
- Osservatorio di Lipari.
- Osservatorio di Pizzi Deneri.
- Sistemi di acquisizione, archiviazione e distribuzione dati della rete sismica, infrasonica, GPS, accelerometrica, gravimetrica, magnetica, geochimica e di telecamere.
- Furgone sismico per la rete sismica mobile.
- CED e cluster di computer per il calcolo parallelo avanzato.
- Un laboratorio specializzato per l'analisi di interferometria differenziale da satellite.
- Circa 300 stazioni permanenti installate in ca. 200 siti in quanto un centinaio di installazioni sono multiparametriche e una rete di 345 capisaldi misurati periodicamente, localizzati come riportato nelle seguenti tabelle:

Area	***Reti Monitoraggio Permanenti***	***Acquisizione***	***N° stazioni***
Etna-Iblei-Peloritani–Calabria merid.- Eolie	Sismica Permanente Analogica	Continua	19
Etna-Iblei-Peloritani–Calabria merid.- Eolie	Sismica Perm. Digitale BB trasm. Satellit.	Continua	66
Etna-Iblei-Peloritani–Calabria merid.- Eolie	Stazioni accelerometriche	Continua/ on-demand	13
Etna	Stazioni infrasoniche	Continua	12
Etna	Stazioni meteo	Continua	3
Etna	Stazioni sismiche in pozzo (Digitale BB, SP)	Continua	2
Sicilia centrale	Stazioni VBB (CTBTO)	Continua	1
	Sismica Mobile + array Vulcano	Continua/ stand-alone	12 + 5
Siclia orientale + Etna + Eolie + Pantelleria	GPS	Continua	20 + 37 + 14 + 3
Etna + Vulcano + Stromboli + Pantelleria	Clinometrica ed estensimetrica	Continua	17 + 9 + 3 + 3

Area	Reti Monitoraggio Permanenti	Acquisizione	N° stazioni
Stromboli	Sistema TheodoROS (St. Tot. Robotizzata)	Continua	1 + 22 capisaldi
Etna	Gravimetrica + magnetica + pot. spont.	Continua	3 + 13 + 3
Stromboli	Gravimetrica + magnetica + pot. spont.	Continua	1 + 3 + 1
Etna + Stromboli + Vulcano	Sistema telecamere visibile e infrarosso	Continua	7 + 3 + 2
Etna	Radar Doppler	Continua	1
Etna + Stromboli + Vulcano	Rete FLAMES (UV-scanner)	Continua	9 + 4 + 1
Stromboli	Spettrometro FTIR	Continua	1
Etna	Rete Radon	Continua	4

Area	Reti Monitoraggio Permanenti	Acquisizione	N° stazioni
Etna	Rete GPS + reti di geodesia terrestre	periodica	129
Lipari-Vulcano	Reti GPS + rete di geodesia terrestre	periodica	40
Sicilia orient.	Rete GPS	periodica	66
Pantelleria	Rete GPS	periodica	17
Etna	Gravimetrica	periodica	71

1.5. Principali interazioni con le altre strutture dell'ente

Negli ultimi anni la sezione di Catania ha aumentato le collaborazioni con Enti di ricerca esterni e in particolare ha consolidato le interazioni con le altre sezioni dell'INGV. In particolare, con il CNT sono continuate le preziose collaborazioni che hanno riguardato lo sviluppo delle reti nazionali permanenti sismiche e GPS, la condivisione di specifici protocolli di intesa per codificare lo scambio informazioni tra le Sale Operative in tempo reale, l'installazione di software comuni e di ausilio alle Sale Operative e l'utilizzo di dati satellitari nel monitoraggio delle aree vulcaniche (Progetto ASI-SRV). La sezione collabora in modo specifico con: BO l'esecuzione di misure Laser Scanner nelle aree vulcaniche e con NA-OV per l'esecuzione di misure di livellazione all'Etna. PA e RM1 per lo sviluppo di sistemi di monitoraggio in continuo sia del chimismo dei gas del suolo sull'Etna (PA) sia del gradiente di pressione di gas accoppiato con flussi di CO_2 dal suolo a Stromboli (RM1); NA e PI per le analisi petrochimiche ed isotopiche dei prodotti eruttati da Etna e Stromboli; NA per l'esecuzione ed interpretazione di immagini termiche nel monitoraggio del vulcani attivi; CNT per il calcolo del tasso di effusione e per la dispersione delle nubi di cenere da dati satellitari; con RM2 per lo sviluppo e la sperimentazione di magnetometri vettoriali e stazioni magnetotelluriche; NA-OV e PI nello sviluppo e nell'implementazione di codici di simulazione numerica della dispersione delle nubi vulcaniche; MI e BO riguardo le attività legate a ricerche di sismologia storica, a metodologie macrosismiche, alla compilazione di cataloghi e relative banche dati, e a calcoli di pericolosità sismica. Infine, con PA e NA-OV nel corso del 2009 si è reso possibile la messa a punto di un bollettino unificato per l'attività dello Stromboli che nel corso del 2010 sarà esteso anche all'Etna.

1.6. Contributi per la formazione (a partire dalla lista valida per tutto l'ente)

La sezione ha supportato molteplici iniziative per la formazione e tra queste ha:

- organizzato un calendario di seminari periodici tenuti sia da ricercatori interni che da colleghi esterni italiani e stranieri appositamente invitati o durante i loro soggiorni di studio;
- ospitato durante l'anno diversi visiting professor con cui si hanno collaborazioni di ricerca;
- attivato e mantenuto numerose convenzioni di collaborazione con Università ed Enti di ricerca;
- tenuto tirocini e stage formativi, con propri tutor interni, a studenti universitari di diverse Facoltà;
- seguito, con propri tutor interni, decine di studenti di diverse Università per tesi lauree e dottorati;
- tenuto con propri ricercatori corsi per dottorati universitari.

1.7. Elementi di criticità nel funzionamento della sezione

Negli ultimi anni la sezione ha raggiunto equilibrio ed efficienza nel suo funzionamento, verificati nel tempo anche attraverso la gestione delle numerose crisi eruttive affrontate (Etna 2001, 2002-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009, 2011; Stromboli 2002-2003, 2007). Tale equilibrio si è fondato sul miglior bilanciamento possibile nei diversi settori di attività della Sezione (ricerca, monitoraggio/sorveglianza e potenziamento dei sistemi di monitoraggio nell'ambito della convenzione DPC e dell'APQ Regione Sicilia). Tuttavia, le molteplici attività in cui è coinvolta la Sezione e lo sviluppo e potenziamento previsto delle reti strumentali fanno intravedere nel prossimo futuro alcuni elementi di criticità, come già riportato negli anni precedenti (2008-2010). La criticità di maggior rilievo riguarda il numero del personale addetto alla manutenzione/gestione di un apparato strumentale così complesso e ancora in fase di espansione (APQ Regione Sicilia) e il protrarsi dello stato di precarietà di parte del personale in forza alla Sezione. Il personale precario supera il 40% del totale e svolge la sua attività nei diversi settori della sorveglianza e della ricerca, nonché nella gestione/sviluppo delle reti di monitoraggio. Tale criticità, ovviamente, interessa anche le attività di ricerca e nel periodo 2008-2011, il blocco quasi totale del processo di stabilizzazione avviato nel corso del 2007 ha contribuito a peggiorare il rapporto di fiducia di questo personale.

Una ulteriore quota consistente di personale in formazione, al di fuori da tale processo, presenta contratti che sebbene sono stati rinnovati per il 2011 e in parte sino a tutto il 2012, troverebbe difficoltà di prosecuzione/inserimento vista l'attuale situazione che investe tutto l'INGV. Questo quadro di incertezza contrasta, tuttavia, con lo sviluppo ed implementazione in questi ultimi anni del sistema osservativo strumentale e di conseguenza con lo sviluppo della ricerca. Per la sede di P.zza Roma importanti interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sono stati realizzati nel 2009-2011. Sono state ultimate tutte le procedure necessarie per una verifica di vulnerabilità dell'edificio affidata all'EUCENTRE e richiesti i fondi per la messa in sicurezza alla Regione Siciliana. Per le altre infrastrutture della Sezione di Catania quali il Centro Acquisizione Dati, la sede di Nicolosi e il Centro divulgativo di Stromboli sono stati effettuati interventi minimali di manutenzione straordinaria mentre nel 2011 all'Osservatorio di Pizzi Deneri sono stati effettuati alcuni interventi di manutenzione straordinaria con l'ordinario finanziamento della Sezione. Infine, considerato i buoni ed innovativi risultati scientifici raggiunti negli ultimi anni nelle diverse discipline, un auspicio è sempre quello di poter prevedere una permanente ed adeguata assegnazione istituzionale, non necessariamente legata a eventuali progetti esterni, di borse e dottorati per permettere a giovani brillanti ricercatori di condurre fuori sede opportuni stage di formazione e specializzazione.

2. Elenco unità funzionali (UF) e unità di progetto (UP) della sezione

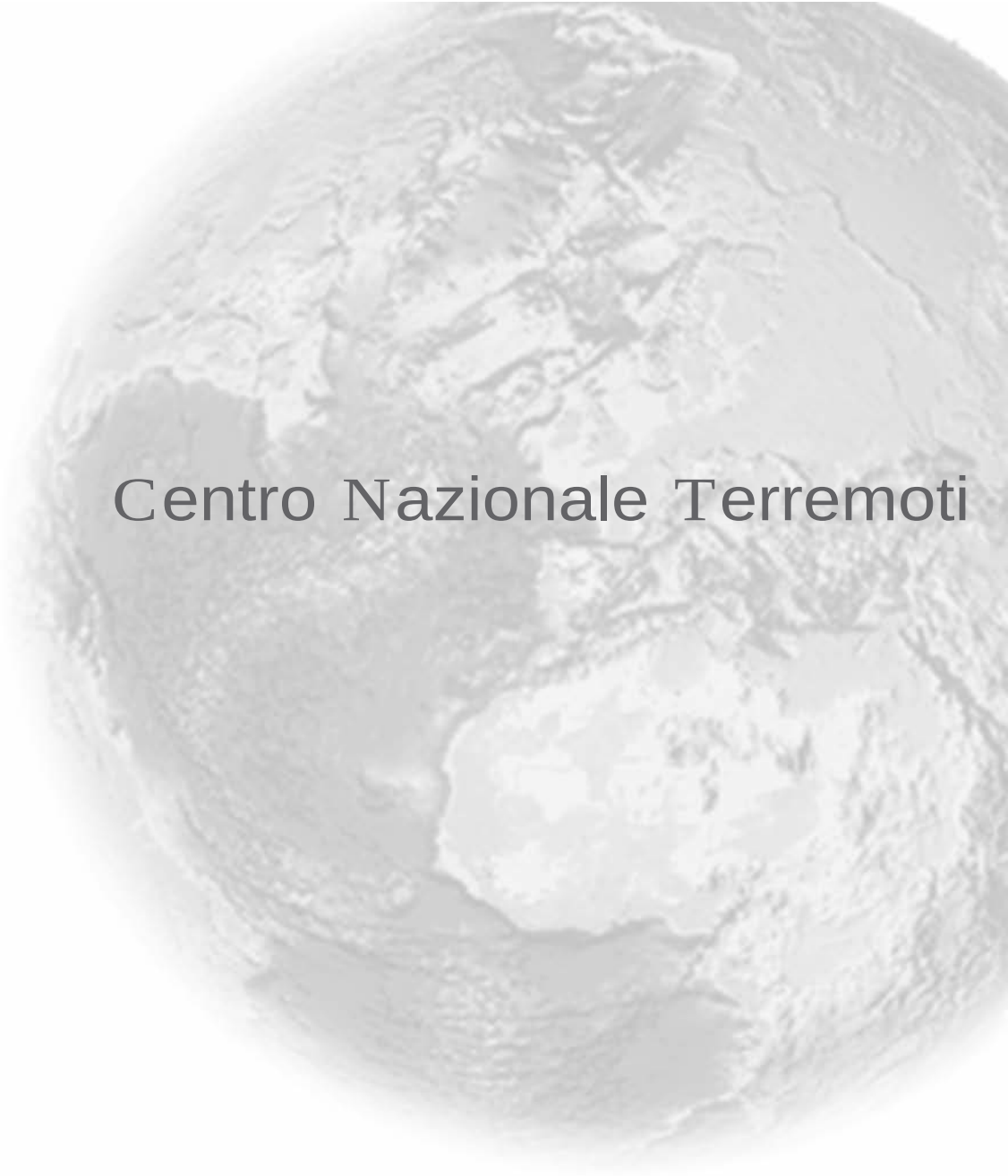
N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti	Ob. Spec. di riferimento
UF1	Vulcanologia e Geochimica	Mauro Coltelli	21 + 7*	1.2, 1.5, 1.10, 2.1, 2.3, 3.6, 4.3, 5.8
UF2	Sismologia	Raffaele Azzaro	29 + 1*	1.1, 1.4, 1.11, 3.1, 3.6, 4.1, 4.2, 5.1, 5.2, 5.6, 5.8
UF3	Deformazioni e Geofisica	Giuseppe Puglisi	17 + 3*	1.3, 1.9, 1.10, 3.2, 3.6, 4.3, 5.3, 5.6, 5.7, 5.8
UF4	Sala Operativa	Danilo Reitano	5 + 1*	1.5, 1.10, 5.5, 5.8, 5.9
UF5	Gravimetria e Magnetismo	Ciro Del Negro	8 + 7*	2.6, 3.6, 4.3, 5.8
UP1	Nubi Vulcaniche	Mauro Coltelli	2 + 2*	1.5, 1.10, 2.3, 3.6, 4.3

* = assegnisti e/o borsisti

3. Elenco associati di ricerca alla sezione

Nome associato	Ente di Appartenenza	Titolo
Patrick Allard	CNRS – Parigi	Dirigente di ricerca
Alexis Herault	CNAM - Parigi	Professore Associato

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



Centro Nazionale Terremoti

Unità Funzionali/Unità di Progetto

UF Laboratorio di Sismologia
UF Analisi Dati per la Sismologia
UF Osservatorio di Gibilmanna
UF Osservatorio di Grottaminarda
UF Analisi Dati per la Geodesia
UF Sismologia, Sismotettonica e Geodinamica
UF SISMOS
UF Laboratorio di Telerilevamento
UF Servizi Informatici e Reti
UP Informazioni in Ambiente Geospaziale

Centro Nazionale Terremoti (CNT)

1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

Rete Sismica Nazionale

La Rete Sismica Nazionale (RSN) anche durante questo anno è si è andata modificando e ottimizzando attraverso il completamento della chiusura di tutti i costosi sistemi a trasmissione analogica e la loro sostituzione con sistemi digitali a più basso costo e più affidabili. Inoltre, sono stati messi a norma gli impianti elettrici di gran parte dei siti della RSN per far lavorare i dipendenti che svolgono gli interventi sulle stazioni in ambienti sicuri. È inoltre continuata l'ottimizzazione della strumentazione installata e l'allestimento di alcuni nuovi siti, in particolare nella zona dell'Umbria e Marche per il potenziamento del Test Site dell'Altotiberino. Oggi, complessivamente, la Rete Sismica Nazionale è costituita da strumentazione a larga banda e ad alta dinamica, acquisita e archiviata tutta in tempo reale. Contemporaneamente all'ottimizzazione dlei siti della rete, si è lavorato sulla archiviazione e distribuzione dei dati e sul controllo della loro qualità. La Rete Sismica Nazionale acquisisce, archivia e distribuisce attraverso lo European Integrated data Archive (EIDA) un volume di dati di qualità particolarmente elevata. Nel 2011 si è inoltre lavorato affinché anche i dati delle stazioni sismiche temporanee installate durante emergenze sismiche e di esperimenti confluissero all'interno di EIDA. Tali avanzamenti hanno permesso di proseguire l'integrazione a livello europeo delle infrastrutture di ricerca, che è una delle iniziative più importanti del programma di sviluppo della ricerca geofisica in Europa. Questo programma, che coinvolge numerosi Enti di ricerca e osservatori europei, si sviluppa nell'ambito di ESFRI, prende il nome di EPOS (European Plate Observatory System) ed è coordinata dall'INGV. L'obiettivo dichiarato nel 2009 di distribuire tutti i dati garantendo la qualità è stato raggiunto nel 2010 ed ulteriormente confermato ed ampliato nel 2011. Per il *download* dei dati sono stati sviluppati e distribuiti software ad hoc.

Il servizio di sorveglianza

Nel 2011 la sismicità localizzata sul territorio nazionale conta più di 16.400 terremoti localizzati dalla RSN, di cui 15 con magnitudo maggiore di 4 e nessuno con magnitudo maggiore di 5. La sismicità ha continuato a essere particolarmente sostenuta nella zona dell'Appennino Centrale a seguito del terremoto del 6 Aprile del 2009 (circa 2.500 eventi nell'area). Il servizio di sorveglianza ha localizzato circa 2.300 terremoti nella zona densamente monitorata dell'Altotiberina ove la sensibilità della RSN è aumentata significativamente grazie all'installazione di nuove stazioni. Inoltre, due importanti sequenze sismiche sono state registrate nella zona di Santa Sofia (Emilia Romagna) con circa 2.000 eventi, e nella zona del Pollino con circa 1.000 eventi nel 2011. Il servizio di sorveglianza è regolato da apposita convenzione con il Dipartimento della Protezione Civile verso la quale avviene la comunicazione di tutti i terremoti di magnitudo pari a o maggiore di 2,5, che nel 2011 sono stati complessivamente circa 750. Nel complesso anche nel 2011, come nel 2010 e nel 2009, si è osservato un numero ben superiore di terremoti rispetto alla media a più lungo termine, che era di circa 7.000 terremoti per anno. Questo incremento è dovuto al miglioramento della rete, con l'abbassamento delle soglie di detezione, e all'accadimento di sequenze sismiche importanti in questi anni. Il rinnovamento della sala sismica effettuato nel 2009 è stato importante per il 2010 ed il 2011, semplificando il lavoro dei turnisti con la rappresentazione in tempo reale su video-wall 3x2m di *tool* per il monitoraggio quali le mappe della sismicità a scala nazionale e locale e la visualizzazione del funzionamento della RSN. Sono inoltre sotto gli occhi dei turnisti le localizzazioni a scala globale fatte con Earlyest che dà informazioni sul potenziale tsunamigenico di eventi di magnitudo elevata, e la mappa a scala globale delle localizzazioni IRIS sullo schermo di servizio. È importante sottolineare che, accanto alla semplice comunicazione dei parametri ipocentrali, per ogni terremoto vengono fornite informazioni tematiche, quali l'evento nel contesto storico, nel contesto della pericolosità sismica ed altre informazioni importanti alla fine dell'inquadramento dell'evento nella sismicità italiana. Inoltre, sono ormai diventate di routine le mappe di scuotimento realizzate in tempo quasi reale, sulla base delle registrazioni sismometriche e accelerometriche disponibili dalla rete, la valutazione del meccanismo di sorgente responsabile del terremoto e la mappa dei risentimenti comunicati attraverso il sito "hai sentito il terremoto". È proseguita anche l'attività legata alla realizzazione di un centro di acquisizione indipendente presso la sede di Grottaminarda, in Irpinia, da usare in caso di malfunzionamenti della sala di Roma. Attualmente, anche se le condizioni nel 2011 sono migliorate rispetto all'anno precedente, permane il problema della connettività informatica della sede Irpinia e si sta predisponendo un collegamento di terra in fibra. Il cambiamento maggiore si è realizzato sul sistema di acquisizione dati. Nel corso del 2009 è stato realizzato un nuovo sistema versatile e moderno per l'acquisizione dati che è stato installato nel corso del 2010 e testato durante tutto il 2011. Grazie al funzionamento in parallelo del vecchio e nuovo sistema sono state effettuate le analisi sulla robustezza del nuovo sistema. Nel 2011, si è proseguito nella messa a punto del nuovo sistema di acquisizione AIDA che è entrato in funzione nella sala di monitoraggio il 4 Maggio 2012, sostituendo il vecchio sistema di acquisizione che è rimasto come sistema secondario. AIDA è basato su "earthworm", e a oggi è il sistema principale per l'acquisizione dei dati sismici prodotti dalla Rete Sismica Nazionale.

Rete Accelerometrica
La rete accelerometrica nazionale è leggermente aumentata come numero di sensori installati nel corso del 2011. Ma le attività si sono prevalentemente concentrate sulla ottimizzazione delle stazioni per arrivare ad avere i dati in continuo e in tempo reale alla sede di Roma. Ciò è stato necessario per poter controllare la qualità dei dati acquisiti. Le stazioni accelerometriche forniscono un fondamentale contributo per la realizzazione delle mappe di scuotimento, per il calcolo della magnitudo di eventi forti per i quali i velocimetri della zona epicentrale risulterebbero saturati, e per la ricerca (modelli di sorgente estesa, leggi di attenuazione, ecc.).

La Rete Sismica Mobile e le reti locali
La rete mobile del CNT è stata impegnata per le emergenze sismiche a maggio 2011 in provincia di Forlì-Cesena (Distretto sismico "Montefeltro") e a novembre in provincia di Cosenza (Distretto sismico "Pollino"). È stata inoltre utilizzata per alcuni progetti di ricerca: a marzo 2011 è terminato l'esperimento Alto Adriatico (svolto nell'ambito di una convenzione con ENEL SpA.). Alla fine di ottobre è terminato l'esperimento OMBRA (OMBRA Project Group, 2011). In ottobre è stata ridotta la dotazione strumentale in forza all'esperimento in Alta Val Tiberina nell'ambito del Progetto NOVAT; nello stesso periodo ha avuto inizio un esperimento in zona Frusinate che segue l'acquisizione realizzata a novembre 2009 - gennaio 2010 in occasione di una intensa attività sismica. Nel 2011 si è svolta l'esercitazione SANTA SOFIA delle reti mobili INGV coordinate, che ha avuto seguito in un inizio di coordinamento di tutte le reti di pronto intervanto INGV con il progetto SISMIKO lanciato nel dicembre 2011. L'attività delle reti locali e regionali si è concentrata sulla gestione e ottimizzazione dei siti gestiti dal CNT, quali ad esempio: la Rete Sismometrica Marchigiana (RSM) e la Rete dell'Alta Val Tiberina sono state incrementata in questo periodo con stazioni temporanee e, cosa più importante, con la realizzazione di stazioni in pozzo (due terminati nel 2011 ed uno da terminare nel 2012). È un'attività rilevante anche la co-gestione di reti operata con altre sezioni dell'INGV o di reti gestite da altri Enti in forma convenzionale o contrattuale, quali la Rete dell'Italia Nord-Occidentale, quella del'Italia nordorientale, la Rete ENEL di Larderello, la Rete Umbria, la Rete Molise e la Rete Calabria. Oltre alla strumentazione che viene installata in emergenza o per particolari progetti di ricerca, la rete mobile prevede la struttura di supporto per le attività di informazione e divulgazione su sequenze in atto e sismicità locale realizzata in un Centro Operativo di Emergenza Sismica (COES), che opera localmente nelle aree colpite da terremoti e che nel 2011 è stata installata durante l'esercitazione di Santa Sofia.

La Rete Integrata Nazionale GPS (RING)
L'obiettivo del 2011 è stato quello di formalizzare e consolidare lo scambio dati e la possibilità di distribuire i dati GPS di tutte le stazioni che vengono acquisite tramite convenzioni con altri soggetti pubblici o privati. Nel 2011, sono state acquisite, con possibilità di distribuire i dati, circa 400 stazioni GPS, di cui 170 di proprietà INGV, che rendono la RING, insieme alle stazioni gestite da soggetti terzi, una delle reti con il più alto numero di stazioni permanenti in Europa. Nel 2011 la RING è stata inoltre potenziata con la costruzione di nuovi siti e l'installazione di nuove antenne nelle zone del Pollino e dell'Altotiberina.

Telerilevamento
Nel 2011 sono stati consolidati alcuni servizi di monitoraggio basati sui dati del sistema di acquisizione satellitare Multimissione in NRT (near real time) attivati anche su richiesta delle Protezioni Civili locali (eruzione sottomarina di El Hierro, Canarie). Nel 2011 sono inoltre state consolidate molte procedure per il processamento dei dati SAR per applicazioni in campo sismico e vulcanologico e per modellazione delle sorgenti sismiche mediante l'utilizzo di dati geodetici e sismici. Moltissime le attività di analisi di dati satellitari ed ottici per lo studio del terremoto avvenuto in Giappone nel 2011. In prospettiva del lancio delle nuove missioni satellitari ESA SENTINEL, la UF Telerilevamento ha in previsione diverse attività di ricerca per aumentare le proprie capacità di analisi dei dati e di partecipazione ai programmi italiani ed europei che saranno finanziati nei prossimi anni.

Comunicazione sui terremoti
In questo settore, oltre a diversi progetti descritti nei risultati dei TTC, va ricordata l'eccezionale giornata dell'11 maggio 2011, in cui è stata realizzata l'apertura al pubblico in occasione della presunta previsione di un terremoto distruttivo a Roma. L'occasione è stata utilizzata (con una notevole preparazione dell'evento, una conferenza stampa, la produzione e pubblicazione di molti nuovi video sul canale youtube/INGVterremoti, ecc.) per trasformare la paura per la previsione in una giornata di informazione sui terremoti, riscuotendo uno straordinario successo di pubblico e sui media nazionali e internazionali. Il canale youtube sopra menzionato, ideato e gestito principalmente dal CNT, è stato aggiornato nel corso dell'anno con 27 nuovi video e un totale di oltre 340.000 accessi nel solo 2011. Il personale del CNT ha contribuito significativamente alla diffusione delle informazioni sui terremoti, sia quelle in tempo reale tramite i siti dedicati (iside, cnt.rm.ingv.it, ecc.), sia con la produzione di contenuti per il web dell'Istituto.

Progetti di ricerca rilevanti del CNT
Il CNT partecipa a numerosi progetti di ricerca internazionali e nazionali. I progetti nazionali sono principalmente legati alla convenzione con il Dipartimento della Protezione Civile, dove il CNT nella convenzione 2007-2009 ha coordinato due di tali progetti che valorizzano le principali attività del CNT come la sismologia in real time e la caratterizzazione di aree tettoniche rilevanti. Questi progetti (non essendone stati formalizzati di nuovi a causa dell'interruzione anticipata della convenzione) sono continuati nel 2011 con risorse interne. Nel settore delle aree tettoniche rilevanti, il CNT è impegnato nel monitoraggio sismico e geodetico della zona della faglia Alto Tiberina (anche attraverso il Progetto Airplane finanziato dal MIUR e dalla Comunità Europea attraverso GLASS) con un

grande progetto per la realizzazione e lo studio di dettaglio di un laboratorio naturale. Il principale progetto europeo del CNT è stato NERA, nel quale sono coinvolte gran parte delle unità funzionali, e Progetti europei che si occupano di analisi di grandi moli di dati quali EUDAT e VERCE. Diversi sono i progetti gestiti dalla UF Telerilevamento: Nell'ambito del programma quadro FP7 è stato concluso con successo il progetto SAFER che ha visto approvati i servizi su base satellitare per il rischio vulcanico e sismico in ambito GMES; rimane attivo il progetto FP7 MIA-VITA che tra i risultati attesi produrrà un *handbook* per la gestione del rischio vulcanico. Con l'Agenzia Spaziale Europea continuano le attività del progetto ESA-TERRAFIRMA.dedicato all'analisi di dati SAR per la produzione di mappe di deformazione in diverse aree europee, Nel 2011 sono terminati i progetti pilota finanziati da ASI: ASI-SRV (dedicato al monitoraggio con dati satellitari dei vulcani italiani) e ASI-SIGRIS che ha operato nel campo sismologico fornendo informazioni sulle deformazioni crostali mediante intereferometria SAR durante diversi eventi sismici in Italia e all'estero. Tali progetti hanno aperto prospettive importanti per la prosecuzione della attività congiunte con ASI che coinvolgono ricercatori di diverse sezioni INGV. In particolare, sono stati attivati nuovi progetti nel campo della ricerca focalizzati sui dati COSMO Skymed e per lo studio delle applicazioni del nuovo sensore ottico iperspettrale PRISMA che verrà lanciato dall'ASI nel 2014. Nel 2011 la UF telerilevamento ha partecipato attivamente ad EPOS coordinando il WG sul Telerilevamento. Sempre nel 2011 è stato approvato il progetto PON MASSIMO relativo a studi integrati per il monitoraggio dei Beni Culturali in aree soggette a rischio sismico in Calabria. Presentato al MIUR il Progetto Premiale INGV sullo studio della fase di preparazione di un terremoto e delle deformazioni intersismiche.

1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

I risultati specifici del 2010 sono descritti nelle relazioni dei TTC, principalmente in quelli coordinati dal CNT, in particolare l'1.1, l'1.10, il 2.1, il 5.2 , il 5.4 e il 5.8 (coordinato da AC), e degli OS 1.9, 2.5, 3.1, 3.2, 3.3, 3.6, 4.2, 5.9 che includono la quasi totalità delle attività del CNT. Si rimanda alla lista delle pubblicazioni per i dettagli sulle ricerche effettuate.

1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)

Per quanto riguarda la gestione delle infrastrutture di ricerca sismologica, nel 2012 è previsto il completamento del nuovo sistema di localizzazione con una parte di visualizzazione in tempo reale delle operazione del sistema automatico e un'altra per la revisione degli eventi. È programmata l'avvio della sperimentazione della stima rapida del momento scalare e altri tipi di magnitudo (oltre a quella locale). In accordo a quanto previsto dall'All. A della Convenzione tra INGV e DPC, verrà allestito un sistema di comunicazioni e rapporti automatici a DPC che consentiranno una comunicazione costante e omogenea. Verrà completato il "disaster ricovery" presso la sede di Grottaminarda che rappresenta un risultato importante per la sicurezza del servizio di sorveglianza. Il CNT è chiamato a dare un notevole contributo ai *Work Packages* e *Working Groups* di vari progetti europei nell'ambito del FP7: NERA EUDAT e VERCE e l'impegno nell'ambito di EPOS-*Preparatory Phase*. Dalla precedente relazione, si metteva in risalto la necessità di avviare iniziative volte a far crescere in Italia una cultura basata sulla educazione al rischio sismico. Il CNT in questo senso ha sviluppato importanti competenze, non solo scientifiche, che sono state dedicate all'informazione e all'educazione degli operatori di protezione civile, ma soprattutto sono state finalizzate allo sviluppo di una preparazione adeguata ai futuri terremoti che colpiranno il nostro paese. Inoltre, i risultati prodotti dal CNT e l'informazione dedicata al rischio sismico devono essere divulgati sia attraverso il sito web, ma anche utilizzando diverse piattaforme e social media. Lo sviluppo di procedure in tempo quasi reale riguarda anche il settore del telerilevamento, grazie all'acquisto dell'antenna in banda X fatto nel 2009 e 2010, che consente l'acquisizione diretta delle immagini satellitari. Uno sviluppo importante, ma legato alla disponibilità finanziaria, è l'acquisto del software per acquisire immagini SAR, che consentirebbe di poter realizzare mappe di deformazione, riducendo i tempi di attesa per la disponibilità delle immagini. Anche per il telerilevamento esistono delle iniziative di grande respiro europeo (GMES) nelle quali il CNT è fortemente coinvolto con particolare riferimento GMES Initial Operation che vede coinvolto INGV per il settore vulcanico e in parte anche per quello sismologico.

1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature

Il CNT gestisce un enorme patrimonio di risorse strumentali e infrastrutture, le principali sono:

- Sala di Sorveglianza Sismica h24 per il monitoraggio dei terremoti in Italia presso la sede centrale.
- Sala di Sorveglianza Sismica per il monitoraggio presso l'Osservatorio di Grottaminarda.
- Osservatori sismici di Gibilmanna e Grottaminarda.
- Più di 300 stazioni sismiche permanenti installate. (Comprendendo la rete ATF)
- Circa 70 stazioni sismiche portatili per campagne temporanee o per intervento post-sismico.
- Circa 30 stazioni sismiche delle reti regionali in Italia centrale (Abruzzo, Umbria).
- Circa 170 stazioni GPS permanenti installate.
- Circa 20 ricevitori GPS portatili per campagne temporanee o per intervento post-sismico.
- 8 stazioni OBS/H per monitoraggio sottomarino.
- 3 Laboratori elettronici (1 a Roma, 1 a Gibilmanna e 1 a Grottaminarda).
- Sala di acquisizione-controllo sismico presso la sede di Ancona.

- Sistemi di acquisizione, archiviazione e distribuzione dati della rete sismica, GPS e accelerometrica.
- SISMOS: scansione, digitalizzazione e archiviazione sismogrammi strorici.
- Laboratorio di restauro sismogrammi storici.
- Laboratorio di restauro di strumenti antichi.
- CED e infrastruttura di rete informatica della sede INGV di Roma.
- Laboratorio di Telerilevamento (antenne di ricezione dei satelliti NOAA e Multimission in banda X/L che gestisce l'acquisizione di satelliti su orbita polare e geostazionaria con coperture a livello europeo e mondiale).

1.5. Principali interazioni con le altre strutture dell'ente

Le interazioni con altre sezioni sismologiche dell'Istituto sono forti, anche per la presenza dei TTC, in ambito sismologico (TTC 1.1), OS GPS (1.9), del TTC telerilevamento (1.10), del TTC informatico (2.1), dei TTC banche dati (5.2 e 5.4), che racchiudono la quasi totalità delle attività del CNT. Forte anche l'interazione con le Sezioni di Napoli e Catania per i progetti sismologici in aree vulcaniche e per le attività di monitoraggio e ricerca con tecniche di telerilevamento. Va ricordato che il CNT è un Centro Nazionale, con attività e personale distribuiti in numerose aree del territorio italiano (Genova, Milano, Bologna, Ancona, Grottaminarda, Cosenza e Gibilmanna) e con accordi di collaborazione con molti Enti di Ricerca ed Osservatori internazionali.

1.6. Contributi per la formazione (a partire dalla lista valida per tutto l'ente)

I ricercatori e i tecnologi del CNT sono stati docenti di numerosi corsi sulle tematiche della geodesia, del telerilevamento, dell'informatica, dei sistemi cartografici digitali e della sismologia. Il personale CNT ha inoltre partecipato come docente a corsi di formazione scolastica e a mostre.

1.7. Elementi di criticità nel funzionamento della sezione

La maggiore criticità rimane la situazione del personale precario inserito nelle liste di stabilizzazione, che ancora non è stato stabilizzato. Tale personale, oltre a svolgere attività di ricerca, è impegnato diffusamente nelle attività di monitoraggio e sorveglianza.

2. Elenco unità funzionali (UF) e unità di progetto (UP) della sezione

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti	Ob. Spec. di riferimento
UF1	Laboratorio di Sismologia	Alberto Delladio	30	1.1, 1.4, 1.9, 5.2, 5.9
UF2	Analisi Dati per la Sismologia	Salvatore Mazza	20	1.1, 1.11, 5.10, 5.2, 5.6, 5.9
UF3	Osservatorio di Gibilmanna	Giuseppe D'Anna	6	1.1, 2.5
UF4	Osservatorio di Grottaminarda	Gianpaolo Cecere	17	1.1, 1.9, 5.5, 5.6, 5.9
UF5	Analisi Dati per la Geodesia	Roberto Devoti	10	1.1, 1.3, 1.4, 1.9, 3.2, 3.3, 5.1, 5.6, 5.9
UF6	Sismologia, Sismotettonica e Geodinamica	Lucia Margheriti	17	1.1, 1.9, 3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 5.10, 5.2, 5.6, 5.9
UF7	SISMOS	Graziano Ferrari	21	1.1, 1.9, 2.1, 3.1, 3.2, 5.1, 5.2, 5.6, 5.8,
UF8	Laboratorio di Telerilevamento	Maria Fabrizia Buongiorno	22	1.1, 1.5, 1.10, 5.5, 5.6
UF9	Servizi Informatici e Reti	Lucio Badiali	7	1.1, 2.1, 5.10, 5.6
UP	Informazioni in Ambiente Geospaziale	Fawzi Doumaz	-	5.5

3. Elenco associati di ricerca alla sezione

Nome associato	Ente di Appartenenza	Titolo
Annalisa Massini	Sapienza - Università degli Studi di Roma	Professore
Michele Saroli	Università degli Studi di Cassino	Ricercatore
Andrea Sterbini	Sapienza - Università degli Studi di Roma	Tecnologo

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



Sezione di Bologna

Unità Funzionali/Unità di Progetto

UF Sismologia e Geodinamica

UF Pericolosità sismica e vulcanica

UF Terremoti e vulcani: storia e archeologia

UP Oceanografia Operativa

Sezione di Bologna

1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

Obiettivo Generale 1: Sviluppo dei sistemi di osservazione
La Sezione contribuisce al *monitoraggio sismico e geodetico* del territorio nazionale partecipando alle attività di installazione e manutenzione delle reti strumentali, in collaborazione con il CNT, per la regione di competenza territoriale. Nel 2011, oltre ai vari interventi manutentivi, abbiamo contribuito all'installazione di una stazione in pozzo a Sermide (MN). Si è svolta una esercitazione nell'area del comune di Santa Sofia (FC) simulando un evento sismico, alla quale abbiamo contribuito nella fase organizzativa e durante l'installazione della rete di pronto intervento. Nel campo della *geodesia in ambito vulcanico*, sono stati effettuati rilievi TLS per il monitoraggio delle aree crateriche del Vesuvio, di alcune località dei Campi Flegrei e nell'area della Forgia Vecchia sull'isola di Vulcano. BO partecipa inoltre alla manutenzione della *rete nazionale GPS (RING)* con interventi manutentivi e svolgendo elaborazioni continuative di grandi reti (>500 stazioni al giorno). L'archivio locale è stato reso disponibile sul web con accesso controllato, per la disseminazione dei dati GPS permanenti non attualmente disponibili sul server principale. BO partecipa anche alle osservazioni e al *monitoraggio macrosismico*.

Obiettivo Generale 3: Studiare e capire il sistema Terra
I contributi della Sezione allo studio della *fisica dei terremoti* sono raggruppabili in tre filoni principali: lo studio dinamico del processo di frattura sismica; la caratterizzazione delle sorgenti sismiche di terremoti reali; lo studio delle caratteristiche statistiche delle sequenze e dei cataloghi sismici. Sul primo fronte, è stato mostrato come variazioni di temperatura prodotte da *frictional heat* possano sensibilmente alterare la ricorrenza dei terremoti, mostrando come sia complessa la descrizione deterministica del tempo di ciclo di un evento sisimico. Inoltre è stato mostrato il ruolo della variazione di porosità in modelli di rottura che contemplino la migrazione di fluidi (dovuti a pressurizzazione termica dei fluidi), con particolare riferimento alla ricorrenza di terremoti. Nel secondo ambito, anche nel 2011 è stato mantenuto ed aggiornato il Catalogo Europeo Mediterraneo dei Regional Centroid-Moment Tensors (RCMT) che contiene i parametri di sorgente di più di 1000 terremoti e che è consultato da una ormai ampia base di utenti (www.bo.ingv.it/RCMT). Nel terzo ambito, sono stati eseguiti studi sull'influenza del regime tettonico sulla distribuzione di magnitudo dei terremoti. Gli studi della *struttura dell'interno della Terra* hanno mostrato importanti progressi nella definizione dei caratteri della struttura crostale, litosferica e del mantello nella zona euro-mediterranea ed italiana. Sono stati sottoposti a validazione - tramite la simulazione numerica della propagazione di onde sismiche ed il loro confronto *full-waveform* con le registrazioni - i modelli di crosta e mantello superiore della placca europea recentemente prodotti. È stata migliorata la definizione della struttura crostale italiana tramite tomografia non-lineare alle differenze finite utilizzando tempi di arrivo di onde P. È stato sviluppato uno studio dei moduli elastici e della densità dell'area friulana e della Slovenia con inversione congiunta di dati sismologici e gravimetrici. È stata avviata l'analisi della correlazione di registrazioni di rumore sismico nell'area emiliana, appenninica ed alpina iniziando così uno studio sulla struttura di dettaglio della crosta, pensato anche per monitorare eventuali variazioni temporali. Lo studio dell'anisotropia sismica è stato infine applicato all'Appennino Settentrionale, alla zona all'intorno di Adria ed in Antartide (South Victoria Land). Sono stati effettuati calcoli della topografia residua per l'Europa, utilizzando come modello crostale EPcrust, contribuendo allo studio della struttura del mantello superiore vincolata dalla tomografia sismica e da dati gravimetrici satellitari GRACE. Studi di sismicità, con il fine di vincolare modelli geodinamici, sono stati effettuati nell'area del Montello, mentre il monitoraggio di eventi sismici di origine glaciale, condotto in Groenlandia, è rivolto a migliorare le conoscenze della dinamica dei ghiacciai e della loro interazione con le rocce circostanti. La ricerca sulla *fisica del vulcanismo* è proseguita con lo studio della circolazione idrotermale in area vulcanica utilizzando il simulatore geotermico TOUGH2. Lo studio degli osservabili geofisici prodotti dalla circolazione dei fluidi è stato esteso per includere il calcolo delle variazioni di resistività elettrica in funzione della saturazione d'acqua nel sottosuolo. È anche stato condotto uno studio per valutare l'influenza delle variazioni giornaliere delle condizioni ambientali (P,T) sul degassamento diffuso di anidride carbonica dai suoli. È stato intrapreso uno studio delle emissioni di metano dai vulcani di fango ('salsè) in Emilia Romagna. Le ricerche sulla *dinamica del clima e dell'oceano* sono state in prevalenza dedicate alla conclusione del set di simulazioni relative al Coupled Model Intercomparison Project (CMIP5) previsto come contributo al prossimo rapporto (AR5) dell'IPCC. Le simulazioni sono state effettuate sia con il modello ad alta risoluzione spaziale (CMCC-CM,T159L31) che con il modello con stratosfera ad alta risoluzione (CMCC-CMS, T63L95). Sono state inoltre prodotte simulazioni con il modello accoppiato che comprende il ciclo del carbonio ad una risoluzione orizzontale più bassa ma con l'aggiunta dei processi dinamici della bassa stratosfera (CMCC-CESM, T31L39). In particolare con quest'ultimo si sono prodotti un controllo pre-industriale completato (275 anni), una simulazione storica (1850-2005) e uno scenario RCP8.5 (2006-2100). Le ricerche di *storia e archeologia applicate alle scienze della Terra* includono lo studio sistematico di 227 terremoti sconosciuti ai cataloghi parametrici nazionali o presenti in essi con parametri sottostimati (distribuiti in tutto il territorio italiano tra il XIII e il XX secolo). Sono stati inoltre conclusi studi di dettaglio sui terremoti del 1511, 1762, 1881, 1901 1943, 1348, 1695, 1349. È stato effettuato un approfondimento della sismicità storica dell'aquilano. È stata svolta un'ulteriore integrazione di fonti e proseguito il

lavoro di redazione delle schede di commento sulle eruzioni, finalizzata alla compilazione del nuovo catalogo storico delle eruzioni dell'Etna. Collaborazione al lavoro conclusivo per la versione inglese del volume *Nella spirale del clima: The Spiral of Climate*.

Obiettivo Generale 4: Comprendere e affrontare i rischi naturali
I contributi per la *stima della pericolosità sismica* a scala nazionale hanno principalmente riguardato la definizione e l'utilizzo di tecniche di inferenza bayesiana sulla distribuzione delle dimensioni dei terremoti italiani. Nel campo degli *scenari di pericolosità vulcanica* sono stati avviati studi sulla distribuzione di probabilità delle taglie eruttive e della probabilità spaziale di apertura di bocche ad Ischia; è proseguito il lavoro di applicazione del BET_VH al Misti per stime multi-hazard da lahars, ceneri, balistici, base surges e flussi piroclastici. Il 2011 ha visto l'inizio dello sviluppo della nuova interfaccia grafica del BET_VH, con l'obiettivo di renderlo disponibile per diversi sistemi operativi, compatibile con database di codici per la modellazione di processi vulcanici ad accesso libero (tipo Vhub), e maggiormente user-friendly, sia dal punto di vista della gestione dell'input dei dati, che della visualizzazione dei risultati. È stato approfondito il ruolo dei fluidi idrotermali nella generazione di segnali osservabili in superficie. In particolare, è stato introdotto il calcolo delle variazioni di resistività elettrica associate alla circolazione idrotermale. È stata valutata l'influenza delle fluttuazioni giornaliere delle condizioni atmosferiche sul degassamento diffuso dai suoli, con un'applicazione al vulcano Fogo (Azzorre). Entrambi gli studi tendono ad una migliore interpretazione dei dati di monitoraggio, nell'ottica di un'analisi multiparametrica. Nell'ambito dello studio della *pericolosità dei maremoti* l'attività si è focalizzata in larga parte sullo studio delle sorgenti sismiche e frane sottomarine sia nel Tirreno Meridionale che nello Ionio Occidentale. L'area di applicazione degli studi di pericolosità è stata quella della Sicilia Orientale e della Calabria Meridionale con particolare attenzione agli effetti del maremoto sulla città di Messina. È in programma l'applicazione della stessa metodologia modulare anche all'area di Napoli, Campi Flegrei e Ischia. In quest'ultimo caso le sorgenti tsunamigeniche considerate saranno oltre che sismiche e da frana anche vulcaniche. Essenzialmente questa metodologia statistica per i maremoti è di tipo probabilistico bayesiano, un tipo di approccio in grado di integrare modelli, leggi empiriche, dati strumentali e informazioni storiche. Il gruppo di *oceanografia operativa* dell'INGV ha finalizzato il lavoro di implementazione del forzante di pressione atmosferica ed ha sviluppato un modulo di assimilazione dati coerente con il nuovo sistema. La prima versione del sistema di previsione accoppiato onde correnti è diventato operativo e sono continuati gli studi di variabilità del livello del Mar Mediterraneo per il periodo 1960-2008. Lo sviluppo, l'implementazione e la calibrazione di una tecnica di Super-Ensemble da applicare ai modelli di circolazione del Mar Mediterraneo è stato finalizzato. Il lavoro sulla produzione delle nuove rianalisi effettuate con il nuovo modello MFS-EU è continuato con particolari studi sulle parametrizzazione dei processi di scambio all'interfaccia aria-mare. Il gruppo di Oceanografia Operativa ha continuato lo sviluppo della nuova versione del modello che include l'accoppiamento del modello di circolazione oceanica con quello di onde. Inoltre è iniziato lo sviluppo di un nuovo modello del bacino mediterraneo ad una risoluzione orizzontale di 1/24 di grado.

Obiettivo Generale 5: L'impegno verso le istituzioni e verso la società
Nell'ambito del *TTC Banche dati e metodi macrosismici*, dopo il periodo di sperimentazione della versione CPTI10beta è stata pubblicata la versione CPTI11, che contiene 3.182 terremoti nel periodo 1000-2006. Il catalogo si riferisce a DBMI11 e su dati strumentali aggiornati. Importante è tradizionalmente l'impegno di Bologna nel settore della *formazione e informazione*, nell'ambito del quale sono continuate le attività del progetto EDURISK, coordinato da Bologna. Abbiamo partecipato alla Notte Europea dei Ricercatori. È stato pubblicato, in collaborazione con la Sezione di Pisa, il DVD "È VIVO! Eruzioni virtuali al computer", che illustra i risultati di simulazioni numeriche di flussi piroclastici al Vesuvio.

1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

La modellistica numerica dei fenomeni geofisici ha continuato a vedere significativi sviluppi, sia in sismologia – nell'ambito dello studio dei fenomeni dinamici della frattura e della propagazione di onde sismiche - che nell'ambito dei fenomeni vulcanici ed idrotermali. Di rilevanza sono stati i progressi nello studio del fenomeno del *frictional heating* e della migrazione di fluidi in relazione alla ricorrenza dei terremoti, nonchè delle relazioni tra attività vulcanica ed attività sismica indotta. La modellazione numerica della propagazione delle onde sismiche ha permesso di ottenere modelli 3D della struttura crostale e del mantello superiore, anche congiuntamente all'analisi di dati gravimetrici satellitari, e di valutarne le prestazioni nella simulazione degli scuotimenti sismici. Seguendo gli sviluppi metodologici più recenti, sono stati avviati progetti sull'utilizzo del rumore sismico e di tecniche di inversione della forma d'onda completa *full-waveform*, che presentano potenzialità molto significative. La collaborazione con il centro di supercalcolo CINECA - fondamentale per queste linee di ricerca - si è significativamente sviluppata. Nell'ambito del contributo della Sezione al monitoraggio ed alle attività di sorveglianza, che come ricordato altrove si esplica anche con la manutenzione alle reti osservative, abbiamo partecipato alla esercitazione di Protezione Civile che ha simulato un evento sismico nell'area di Santa Sofia (FC) contribuendo all'organizzazione dell'evento, al monitoraggio (installazione della rete mobile di pronto intervento) ed alle attività di informazione alla popolazione. Nel corso del 2011 si è concluso l'esperimento temporaneo di monitoraggio della sismicità dell'area del Montello (TV). Nell'ambito della ricerca storica sono state completate diverse iniziative per il miglioramento del database nazionale. Uno studio sistematico di 227 terremoti sconosciuti (avvenuti tra il XIII ed il XX secolo) ha reso disponibili circa 1.500 nuovi punti di intensità macrosismica. Nel settore della climatologia storica è stata pubblicata la traduzione in inglese del volume *Nella spirale del clima*.

Ricerche statistiche applicate alle stime di pericolosità sismica e vulcanica hanno seguito l'approccio probabilistico bayesiano. Oltre alla stima di parametri singoli prettamente vulcanologici - come la distribuzione delle taglie eruttive e l'apertura di bocche eruttive - sono state derivate stime multi-hazard legate a lahars, ceneri, baistici, base surges e flussi piroclastici. La pericolosità dei maremoti è stata studiata soprattutto in relazion a sorgenti sismiche o frane sottomarine nel Tirreno Meridionale e nel Mar Ionio Occidentale. Nell'ambito dello studio della dinamica del clima e dell'oceano, durante il 2011 si è effettuato il 70% del processamento dei dati relativi alle simulazioni del Coupled Model Intercomparison Project (CMIP5), evidenziando la capacità del modello fisico ad alta risoluzione spaziale CMCC-CM di rappresentare l'andamento della temperatura media globale a 2 metri di altezza. Il Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa nel sistema MFS-EU ha finalizzato il lavoro di implementazione del forzante di pressione atmosferica ed ha sviluppato un modulo di assimilazione dati coerente con il nuovo sistema.

1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)

La situazione non è, nella sostanza, modificata rispetto all'anno scorso. Le ricerche descritte per il 2011 sono in corso di svolgimento e, nella prospettiva immediata, continueranno, in alcuni casi portando a compimento alcuni importanti lavori in corso. Gli ambiti scientifici sono sostanzialmente quelli elencati al punto 1.1 di questa relazione. Vale la pena di menzionare il filone che riguarda la modellistica numerica, che riguarda la dinamica dei terremoti, la propagazione delle onde sismiche, la tomografia, la modellistica vulcanologica. Il settore continua la sua crescita e prevedibilmente continuerà questo trend positivo, analogamente a quanto sta accandendo nel resto del mondo della ricerca geofisica. La disponibilità interna di risorse di calcolo è tuttavia modesta, a causa dei vincoli finanziari, e per disporre di adeguate risorse di calcolo abbiamo in essere rapporti di collaborazione con il centro di supercalcolo CINECA, anche attraverso grant a selezione competitiva per l'aggiudicazione di risorse di calcolo. I rapporti di collaborazione operativa con altre sezioni nell'ambito delle attività di monitoraggio legate alla convenzione con il DPC sono proficui. Si prevedono ulteriori coinvolgimenti in futuro anche per la parte legata all'elaborazione dati. Nell'ambito della climatologia, le prospettive di sviluppo sono determinate dalla rapida evoluzione del Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC). Nell'Oceanografia operativa, l'evoluzione del Gruppo Nazionale (GNOO) seguirà lo sviluppo, attualmente molto significativo, della disciplina, ancora "nuova" ed in piena espansione, con la continua partecipazione a progetti di ricerca internazionali. Per quanto riguarda le prospettive di aggiudicazione di nuove risorse, la Sezione continua la ricerca e lo sfruttamento di finanziamenti esterni, pur in una situazione di disponibilità molto diminuita. Principali organismi finanziatori di ricerche sono la Commissione europea, enti locali, il Dipartimento della Protezione Civile (per quanto riguarda attività legate al monitoraggio), il Programma Nazionale di Ricerche in Antartide. Per l'Oceanografia operativa, risorse significative giungono anche dalla vendita commerciale dei prodotti.

1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature

Centro di calcolo

- Server HPC Sun V445 Xeon 2.67GHz 24 cores, 128GB (centerba).
- Cluster HPC 7 nodi Opteron 2.2GHz 56 cores, 7x32GB (nerod).
- Cluster HA 4 nodi servizi (proxy,web,DNS,SQL) 2.5GHz 64 cores, 8x16Gb Murtis.
- Cluster HA 3 nodi servizi (LDAP/KerberosV,NFS) 2.4GHz 48 cores,6x16Gb Olimp.
- Windows Server 2008 8 cores @ 2500Mhz 16GB RAM.
- PS6510E SATA 7200 rpm con 48TB (48 dischi da 1TB) (Equallogic00).
- PS6100E SAS 7200 rpm con 24TB (12 dischi da 2TB) (Equallogic01).
- 2 Router Cisco 2821 (uno per fibra Lepida/GARR).
- 2 Firewall ASA c5510 (in failover).
- 2 Switch HP Procurve 5406zl, 1 Switch HP Procurve 8212zl.

Centro di calcolo (presso CMCC)

- 3 computer vettoriali NEC SX-6 con sist. dischi e controllo.
- cluster LinuxNetworx (36 nodi).
- cluster di server HP Proliant DL380G5 con sist. memorizzazione.
- sistema storage EMC2 Celerra NS20.
- centralina monitoraggio ambientale.
- +accesso a risorse CMCC (NEC SX-8, libreria IBM, server, ecc.).

Laboratorio elettronico

- Strumentazione di laboratorio.

Strumentazione geofisica

- OPTECH ILRIS-3D Optical scanning system.
- Ricevitori GPS per reti geodetiche.
- 8 stazioni sismografiche (finanziamento PNRA).

1.5. Principali interazioni con le altre strutture dell'ente

BO collabora proficuamente con CNT e MI alla manutenzione delle stazioni delle reti sismica e geodetica nazionali per parte dell'Italia settentrionale. Lo strumento TLS (Terrestrial Laser Scanner) per il rilievo di deformazioni in zone vulcaniche viene utilizzato in stretta collaborazione con CT e NA-OV. Anche le interazioni in ambito di ricerca sono collaborative e proficue. Le principali sono con RM1, per la fisica dei terremoti, la Geodinamica e struttura della Terra, la macrosismica, la pericolosità sismica e vulcanica; con MI, per la Sismologia storica e la macrosismica; con PI e NA-OV, per la fisica del vulcanismo e la pericolosità vulcanica. La collaborazione con altre strutture si esplicita anche con la partecipazione a diversi TTC.

1.6. Contributi per la formazione (a partire dalla lista valida per tutto l'ente)

La vicinanza con il Settore di Geofisica del Dipartimento di Fisica dell'Università di Bologna determina un significativo e qualificato impegno di BO nel campo della formazione universitaria, che si realizza con il tutoraggio di tesi di laurea, con docenze nei corsi di Laurea Magistrale in Fisica e di Dottorato di Ricerca in Geofisica e soprattutto con il tutoraggio di studenti di dottorato. BO ha convenzioni per il tirocinio di studenti universitari in atto con le Università di Bologna, di Bari e di Perugia. Sono anche state tenute conferenze e lezioni universitarie presso l'Università Cà Foscari di Venezia.

1.7. Elementi di criticità nel funzionamento della sezione

Tre importanti elementi critici, pur con diverso impatto sulle attività, possono essere identificati nella scarsità di finanziamento istituzionale; nella precarità di una parte significativa del personale; nelle procedure amministrative spesso farraginose. Come per gli anni passati, il basso livello del finanziamento ordinario assegnato alla Sezione non ha permesso di supportare ricerche istituzionalmente. I fondi ordinari consentono di coprire esclusivamente spese generali di gestione della struttura (manutenzione locali, beni di consumo, spese di pubblicazione, biblioteca, infrastruttura informatica, missioni nazionali). La buona capacità dei ricercatori di Bologna di procurarsi fondi con progetti finalizzati ha consentito di sostenere le spese direttamente connesse alle attività di ricerca (viaggi all'estero, partecipazione a convegni, borse e assegni di studio, software e hardware specializzati, ecc.). Questa situazione è tuttavia critica in vista di una tendenza alla diminuzione delle occasioni di finanziamento per la ricerca di base, perlomeno per le tematiche di geofisica della Terra solida (a livello internazionale compensato dall'aumentato interesse per i fenomeni legati al clima). Non consente inoltre, se non in parte minima, di indirizzare e sostenere ricerche a livello istituzionale e quindi di definire e sostenere delle reali linee strategiche di sviluppo. L'impossibilità a bandire adeguati concorsi per l'assunzione di personale a tempo indeterminato ha diverse ripercussioni negative. Determina insoddisfazione nel personale precario di più lunga data e poche aspettative per il futuro nei più giovani. Nel 2011 la Sezione ha infatti perso alcuni giovani precari, alcuni dei quali sono ora ben inseriti presso laboratori esteri dove hanno portato il know-how accumulato presso l'Ente. Altri presumibilmente li seguiranno nei prossimi mesi. Bologna si basa su personale precario anche per la gestione (amministrativa, tecnica ed informatica) e si trova quindi da questo punto di vista in una situazione molto vulnerabile. L'assenza di concorsi ha impatto sulla ricerca, venendo a mancare una importante funzione di stimolo e confronto competitivo per i ricercatori. Non consente inoltre l'arruolamento di ricercatori provenienti dall'esterno con competenze complementari a quelle interne. Le prospettive occupazionali future per gli studenti sono conseguentemente assai poco invitanti. L'apparato burocratico dell'Ente richiede decisamente uno snellimento, anche con il maggior utilizzo di risorse informatiche. Purtroppo gli ultimi anni hanno piuttosto visto ulteriori complicazioni di tipo burocratico ed amministrativo, anche in seguito a nuove normative per le pubbliche amministrazioni.

2. Elenco unità funzionali (UF) e unità di progetto (UP) della sezione

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti	Ob. Spec. di riferimento
UF1	Sismologia e Geodinamica	Silvia Pondrelli	13 + 4*	1.1, 1.3, 1.9, 1.10, 2.1, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3, 3.10, 4.2, 5.1, 5.2, 5.9
UF2	Pericolosità sismica e vulcanica	Romano Camassi	11 + 2*	1.11, 3.6, 3.10, 4.2, 4.3, 5.1, 5.8, 5.9, 5.10
UF3	Terremoti e vulcani: storia e archeologia	Emanuela Guidoboni**	5	1.10, 3.10, 5.1

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti	Ob. Spec. di riferimento
UP1	Oceanografia Operativa	Direttore (ad interim)	13 + 2*	3.7, 4.6, 5.4

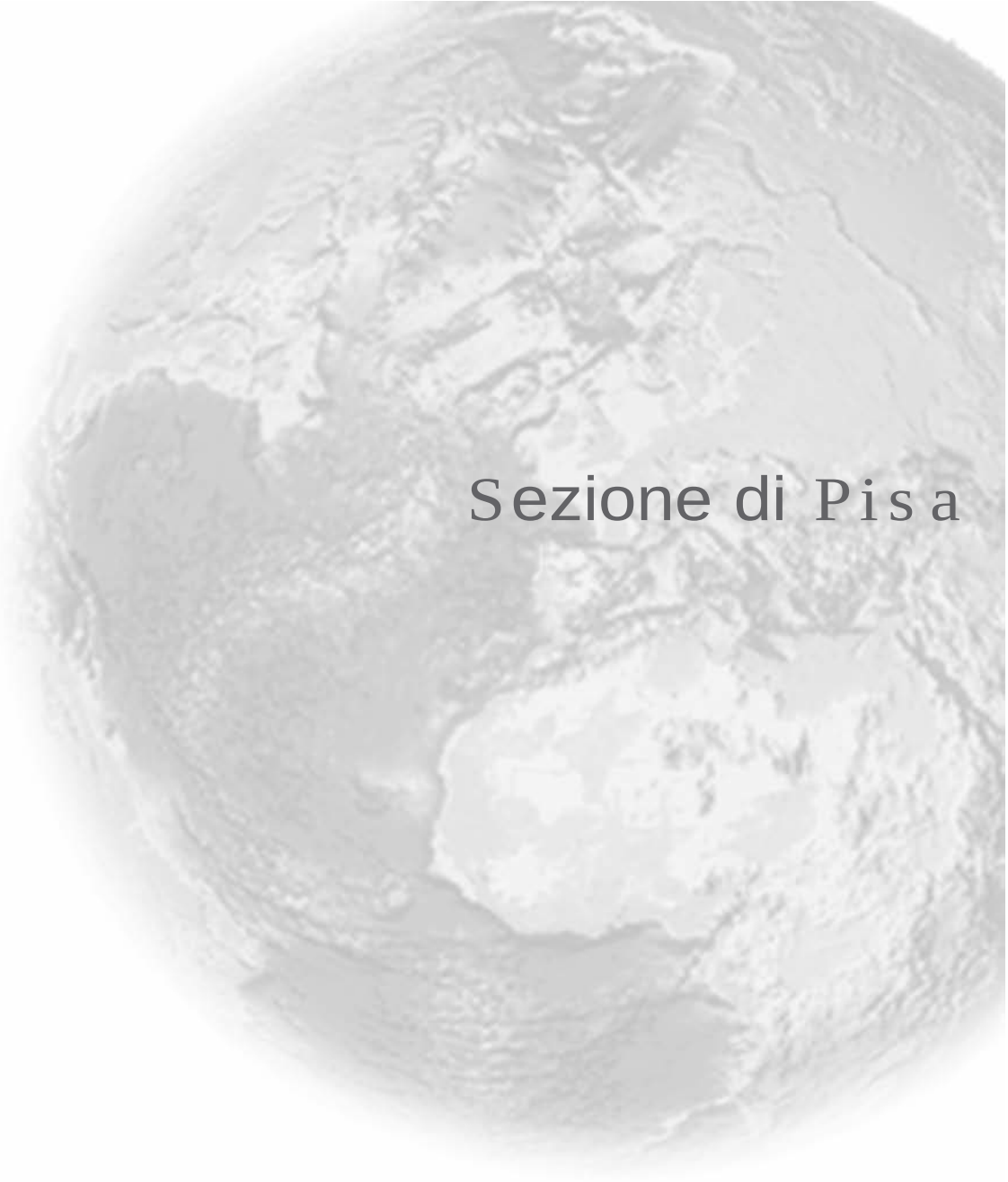
* Assegnisti/Dottorandi/CoCoCo.
** in quiescenza dal 11/2011; la struttura delle UF è stata conseguentemente modificata nel 2012.

Tutto il personale è inserito nelle UF o UP ad eccezione:
- delle n. 7 unità afferenti ai Servizi Generali (amministrativi e tecnici);
- dei n. 8 dipendenti presso il CMCC, di cui n. 6 comandati e n. 2 che operano presso l'INGV nell'interesse della collaborazione con il CMCC;
- del dott. Graziano Ferrari, in considerazione dell'incarico di responsabile dell'UF SISMOS del CNT.

3. Elenco associati di ricerca alla sezione

Nome associato	Ente di Appartenenza	Titolo
Pinardi Nadia	Università di Bologna	Professore Associato
Gasperini Paolo	Università di Bologna	Professore Straordinario

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



Sezione di Pisa

Unità Funzionali/Unità di Progetto

UF Vulcanologia e magmatologia

UF Modellistica fisico-matematica dei processi vulcanici

UF Geomorfologia e tettonica

Sezione di Pisa

1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

Le attività della Sezione di Pisa dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia sono dedicate ai seguenti due obiettivi delle Scienze della Terra:

1) quantificare la dinamica dei processi geofisici, vulcanici e ambientali al fine di capire le cause che li determinano e i meccanismi che li regolano;
2) stimare la pericolosità degli stessi fenomeni in modo da contribuire alla mitigazione dei rischi ad essi associati.

Questi due obiettivi sono perseguiti tramite ricerche multidisciplinari che integrano studi geologici, petrologici e tettonici con tecniche di modellistica fisico-matematica e simulazione numerica dei processi. La stima della pericolosità dei fenomeni in studio deriva da questa integrazione e permette, anche tramite l'utilizzo di banche dati, sistemi informativi territoriali, e dati di sorveglianza, di fornire utili strumenti per la quantificazione del rischio. Con riferimento al Piano Triennale 2012-2014, le attività di ricerca della Sezione si collocano principalmente negli Obiettivi Generali 3 (Studiare e capire il sistema Terra) e 4 (Comprendere e affrontare i rischi naturali) e, secondariamente, negli obiettivi 5 (L'impegno verso le istituzioni e la società), e 2 (Attività sperimentali e laboratori). Le attività più consistenti hanno riguardato i seguenti TTC/OS: 3.6 (Fisica del Vulcanismo), 4.3 (Scenari di pericolosità vulcanica), 3.5 (Geologia e storia dei vulcani ed evoluzione dei magmi), 5.5 (Sistema informativo territoriale), 2.3 (Laboratorio di fisica e chimica delle rocce), 2.1 (Laboratorio per le reti informatiche, GRID e calcolo avanzato), 3.3 (Geodinamica e struttura dell'interno della Terra), e 1.10 (Telerilevamento). Ricercatori della Sezione hanno ricoperto il ruolo di coordinatori dei TTC/OS 2.3, 3.5, 3.6, 5.3 e 5.5. Nel 2011 la Sezione si è articolata in tre Unità Funzionali (UF, elencate nel seguito), un'attività di coordinamento per gli studi di pericolosità e rischio e in un servizio tecnico-amministrativo (dal 2012 suddiviso in due servizi distinti).

1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

Qui di seguito vengono sinteticamente presentati i principali risultati ottenuti nel 2011 dalla Sezione con specifico riferimento alle attività delle diverse UF e agli studi di pericolosità e rischio.

<u>Vulcanologia e magmatologia</u>
I principali risultati ottenuti vengono di seguito esposti con riferimento all'area vulcanica e alla metodologia usata.

Stromboli
Si è concluso lo studio stratigrafico, sedimentologico e petrologico dei depositi di *spatter* prodotti nel corso dei parossismi avvenuti negli ultimi secoli. I dati raccolti hanno consentito di stimare l'età e la frequenza di accadimento di questi eventi, l'area di distribuzione dei prodotti, la taglia delle eruzioni, i meccanismi eruttivi e di definire le caratteristiche pre-eruttive dei magmi eruttati. Lo studio sperimentale delle cinetiche di cristallizzazione e di dissoluzione in fusi basaltici rappresentativi dell'attività stromboliana "normale" ha permesso di stimare i tempi di cristallizzazione e di residenza dei magmi all'interno dei condotti superficiali. È stata infine ricostruita l'evoluzione chimico-fisica e termica dei prodotti accumulati, e progressivamente seppelliti all'interno della terrazza craterica, attraverso lo studio petrochimico dei prodotti litici emessi nel parossisma del 2007.

Etna
Si è concluso lo studio di dettaglio e l'interpretazione delle zonature composizionali nei minerali dei prodotti emessi in eruzioni recenti e storiche (1991-3, 2002-3 2006 e 122 AC) al fine di stimare i tempi di residenza e la dinamica dei magmi nel sistema di alimentazione del vulcano. È proseguito e si è concluso lo studio stratigrafico e composizionale di una delle eruzioni alla periferia settentrionale del vulcano ai piedi dell'Appennino (Mt. Moio).

Vesuvio
È iniziato lo studio tessiturale e composizionale dei prodotti di eruzioni esplosive di media intensità dominate dalla emissione di cenere e comprese tra l'eruzione di Pompei e quella di Pollena allo scopo di caratterizzarne la dinamica eruttiva e i relativi scenari. Si è concluso inoltre lo studio sulla genesi dei magmi emessi durante le eruzioni di Avellino, Pompei, Pollena e 718 d.C. tramite indagini di geochimica isotopica.

Campi Flegrei
È iniziato lo studio di terreno e di laboratorio su depositi delle eruzioni di Averno 2 e della Solfatara allo scopo di ricostruire le relazioni temporali fra queste due eruzioni. Questo studio ha permesso di meglio definire i fenomeni attesi e i meccanismi eruttivi per queste due tipologie di eruzioni.

Pantelleria
È continuato lo studio dei prodotti trachitici intra-calderici (con età >50Ka) mirato a definire l'origine e la storia dei magmi peralcalini. È iniziato lo studio sperimentale delle cinetiche di cristallizzazione a bassa pressione dei fusi pantelleritici; l'obiettivo è quello di ricostruire le loro dinamiche di risalita in fase sin-eruttiva. È inoltre iniziato lo studio delle inclusioni silicatiche nella sequenza del Tufo Verde allo scopo di analizzare il comportamento dei volatili nei magmi peralcalini associati a eruzioni *caldera-forming*.

McMurdo Sound e Mare di Ross (Antartide)
Sono proseguite le indagini geochimiche e petrologiche dei prodotti vulcanoclastici campionati nel corso dei progetti ANDRILL (MIS e SMS). La determinazione delle età delle eruzioni, la ricostruzione dei processi eruttivi, degli ambienti deposizionali e di trasporto e dei meccanismi di alterazione dei prodotti hanno contribuito a definire l'evoluzione paleo-ambientale e paleo-climatica dell'area negli ultimi 20 milioni di anni. È iniziata inoltre la selezione delle carote prelevate nel Mare di Ross, disponibili nel *repository* di Trieste, che verranno studiate nell'ambito del progetto PNRA RossTefra.

Vanuatu
È iniziato lo studio geochimico dei prodotti lavici e piroclastici del vulcano di Mota Lava allo scopo di ricostruire la genesi dei magmi che hanno alimentato la sua attività. Sono stati inoltre completati gli studi sui processi di vescicolazione e permeabilità nei magmi di Ambrym.

Islanda
Sono iniziati studi tessiturali e geochimici sui prodotti emessi durante la crisi eruttiva dell'aprile-maggio 2010 al vulcano Eyjafjallajökull allo scopo di caratterizzare i magmi che hanno alimentato l'eruzione e le dinamiche eruttive.

Isola de La Reunion
È iniziata una collaborazione con il locale osservatorio vulcanologico (OVPF) per studiare i meccanismi eruttivi di alcune eruzioni del Piton de la Fournaise.

Isole Canarie
È iniziato lo studio composizionale, mineralogico e tessiturale dei prodotti emessi durante l'eruzione sottomarina di El Hierro iniziata ad ottobre 2011 con particolare riguardo ai *lava ballon* ed alle "xenopomici" eruttate nel corso delle prime fasi eruttive. Sono inoltre continuati gli studi sulla contaminazione crostale di alcuni magmi delle isole Canarie.

Abruzzo
È proseguito lo studio stratigrafico e petrochimico dei tefra nella zona di Paganica (L'Aquila) all'interno di indagini paleosismologiche condotte in collaborazione con la Sezione di Roma1.

Petrologia e vulcanologia sperimentali
Utilizzando la fornace verticale, è proseguito lo studio dei processi di alterazione e riciclo delle ceneri durante l'attività eruttiva ed è stata effettuata una applicazione alle ceneri del vulcano islandese Eyjafjallajökull. Sono continuati inoltre, in collaborazione con altri laboratori, gli studi sui processi di vescicolazione dei prodotti dell'eruzione del 2010, e sono stati condotti esperimenti di *magma-water interaction* per studiare l'effetto dell'acqua sui magmi dell'Eyjafjallajökull. Per l'Etna e lo Stromboli si sono conclusi gli esperimenti di fusione e cristallizzazione di rocce e sono state definite le relazioni composizione-temperatura dei vetri da utilizzare come potenziale geo-termometro. In collaborazione con altri laboratori, sono state realizzate ricerche metodologiche per migliorare le tecniche di preparazione e separazione delle fasi minerali e i metodi per le analisi tessiturali quantitative. In questo ambito:

1) sono stati utilizzati micro-tomografi da laboratorio con sorgenti convenzionali di raggi X e linee di luce con sincrotrone come sorgente per tomografie di rocce vulcaniche di diversa composizione;
2) sono stati realizzati esperimenti analoghi con fluidi bifase per studiare l'effetto dei moti convettivi sul degassamento passivo del magma di Stromboli.

Sono stati inoltre condotti esperimenti di degassamento su magmi di Stromboli per studiare l'effetto dei cristalli sui processi di vescicolazione e degassamento.

Geochimica
È stato condotto uno studio sull'emissione di CO_2 dal cono del Vesuvio considerando i dati sulle campagne di misura del gas degli ultimi dieci anni. In collaborazione con la sezione di Roma1 è iniziato lo studio delle emissioni gassose nell'area dei Colli Albani, in vicinanza della città di Roma. Sono state inoltre eseguite campagne di misura e stime quantitative relative all'emissione di CO_2 ed H_2S in diverse zone dei Colli Albani (Cava dei Selci, Solforata di Pomezia, Tor Caldara). Il codice DISGAS per lo studio della dispersione passiva dei gas vulcanici è stato implementato con un modulo specifico per definire il campo dei venti a bassa quota e su aree con topografia complessa. Una sua applicazione ha riguardato l'emissione di H_2S dai camini delle centrali geo-termoelettriche della Toscana (aree di Larderello, Radicondoli e Monte Amiata).

Modellistica fisico-matematica dei processi vulcanici
Gli studi principali hanno riguardato i seguenti temi.

Dinamica dei magmi in camere magmatiche e dicchi
Sono continuati gli sviluppi del codice GALES per la simulazione numerica delle dinamiche transienti 2D di fluidi multi-componenti, in regimi di flusso comprimibile e incomprimibile, e del loro accoppiamento con le dinamiche elastiche delle rocce incassanti. In particolare, è stata studiata l'evoluzione della pressione in sistemi magmatici durante il processo di mescolamento conseguente l'arrivo di magmi ricchi in componenti volatili in camere magmatiche superficiali. È stata evidenziata una generale depressurizzazione del sistema superficiale e pressurizzazione del sistema profondo da cui proviene il magma. Tali studi suggeriscono che semplici modelli interpretativi delle variazioni osservate in superficie possano non essere appropriati in numerosi casi.

Dinamica di risalita dei magmi in condotti vulcanici
Un modello numerico gas-particelle per la studio dell'interazione tra onde di shock e particelle è stato applicato allo studio delle fasi iniziali di eruzioni esplosive anche confrontando i risultati del modello con esperimenti di laboratorio in apparati di tipo shock-tube. Tali confronti permettono di interpretare e quantificare il contributo delle forze di *drag* e di pressione nell'accelerazione di particelle di varie dimensioni. Inoltre, un nuovo modello multifase (2 pressioni, 2 velocità) è stato sviluppato per lo studio della dinamica di risalita in condotti vulcanici per eruzioni esplosive ed effusive. Studi preliminari effettuati con tale modello hanno permesso di analizzare il ruolo del disequilibrio nel degassamento e la cristallizzazione durante la risalita del magma.

Deformazione in aree vulcaniche
La deformazione indotta da accumulo di magma è stata studiata ricostruendo la stratificazione interna del Monte Etna sia in 2 che in 3 dimensioni. Nel caso del modello 3D sono state considerate le principali strutture che contribuiscono al partizionamento della deformazione superficiale in blocchi distinti. I risultati suggeriscono un ruolo preponderante della stratificazione reologica e dello stato di sforzo iniziale. Nel caso specifico in cui si considerino le proprietà frizionali delle formazioni geologiche campionate in situ, si evidenzia anche una dipendenza dalla storia deformativa del vulcano in esame. È stato inoltre realizzato un nuovo modello non-lineare per l'erosione di coni di cenere. Tale modello è stato applicato all'erosione asimmetrica di un sistema di coni formatosi all'Etna durante l'eruzione del 2002-2003 (Monte Barbagallo).

Dinamica di dispersione di tefra e cenere vulcanica
È continuato il confronto tra i risultati del modello numerico VOL-CALPUFF e le immagini multispettrali della nube del vulcano islandese Eyjafjallajokull. Lo studio ha permesso di evidenziare le potenzialità di un approccio multidisciplinare alla comprensione del fenomeno di dispersione. Il modello VOL-CALPUFF è stato inoltre utilizzato per la simulazione dei processi di dispersione di gas vulcanici (ad esempio, SO_2) all'Etna con l'obiettivo di stimare i principali parametri eruttivi (altezza colonna, flusso) e caratterizzare così l'evoluzione del fenomeno. Confronti quantitativi con misure da remoto di concentrazione di gas (rete FLAME e sensore MODIS) sono alla base di questo studio. Il modello di colonna implementato in VOL-CALPUFF ha permesso anche di descrivere l'effetto del vento sulla risalita in atmosfera della miscela eruttiva. Uno studio su colonne prodotte da eventi di media intensità a La Soufriere di Guadaloupe (Antille Francesi) ha messo in evidenza come l'altezza possa ridursi anche del 50% in presenza di vento. Il modello è stato inoltre utilizzato per la generazione di depositi "sintetici" su cui sono stati costruiti diversi dataset (campionando in modo random il deposito) col fine di analizzare l'effetto di diverse tecniche di interpolazione sulla stima del volume eruttato e della granulometria. I risultati preliminari suggeriscono che le stime effettuate dipendono fortemente dalla tecnica adottata.

Dinamica delle eruzioni esplosive e flussi piroclastici
È stato formulato un nuovo modello reologico basato sulla teoria cinetica di miscele gas-particelle ed è iniziata la sua implementazione nel codice numerico PDAC. Parallelamente, è stato formulato un modello quasi-omogeneo di miscela eruttiva in condizioni diluite, per l'applicazione allo studio della turbolenza nelle colonne vulcaniche. Il codice numerico PDAC è stato inoltre aggiornato introducendo una nuova condizione al contorno per quantificare la deposizione di particelle al suolo e sono state implementate nuove tecniche di discretizzazione meno diffusive (accurate al secondo ordine sia nel tempo che nello spazio), quindi più adatte alla simulazione di flussi turbolenti, anche in regimi comprimibili e supersonici. È stato inoltre completato lo studio del *blast* del 18 Maggio 1980 del Mt. St. Helens, perfezionando un set preliminare di simulazioni numeriche 3D che riproducono le principali caratteristiche di larga scala del fenomeno osservato e ne spiegano la dinamica in relazione alle condizioni magmatiche pre-eruttive. Infine, è stato formulato ed implementato in MatLab un modello cinematico unidimensionale adatto per la simulazione di flussi gravitativi su topografie irregolari.

Dinamica delle eruzioni esplosive
L'evoluzione delle eruzioni esplosive magmatiche è stata analizzata accoppiando il codice CPIUC, che descrive il processo di svuotamento della camera magmatica e il processo di risalita del magma nel condotto vulcanico, a un modello di espansione adiabatica del flusso nel cratere e a un modello quasi-stazionario della colonna vulcanica. Una prima applicazione del modello integrato alle eruzioni esplosive dei Monti Vulsini ha permesso di esplorare gli effetti dei principali parametri che descrivono il sistema vulcanico sulla dinamica eruttiva.

Meccanismi di sorgente della sismicità vulcanica
L'attività si è concentrata sulla definizione delle localizzazioni di precisione e del sistema di forze agenti nella sismicità di tipo LP/VLP, utilizzando anche sofisticati metodi di retro-propagazione del fronte d'onda. Altri studi hanno riguardano lo studio delle leggi di scala per le distribuzioni energetiche e dei tempi inter-evento di tale sismicità, al fine di porre vincoli sui meccanismi di sorgente.

La UF ha inoltre mantenuto e ulteriormente sviluppato il portale *Volcanic Modelling and Simulation Gateway (VMSG)* dove sono illustrati, ed in parte utilizzabili, una decina di codici di calcolo per la simulazione dei processi vulcanici. Il portale è accessibile all'indirizzo web http://vmsg.pi.ingv.it.

Geomorfologia e tettonica
I principali risultati hanno riguardato:

Applicazioni LiDAR in vulcanologia
Lo studio delle geometrie dei campi lavici, tramite l'analisi delle forme derivate da dati topografici di dettaglio come i dati LiDAR, è continuato con riferimento alle colate dell'Etna derivandone importanti parametri morfologici (altezza dei levee, ampiezza del canale, altezza del fondo del canale, lunghezza, pendenza della superficie lavica, pendenza del substrato, ecc). Il database di rilievi LIDAR condotti dalla Sezione dal 2004 in poi, è stato usato per mettere a punto ed applicare una tecnica che ha permesso di costruire le mappe dei vari campi di flusso di lava messi in posto negli ultimi 25 anni all'Etna. I dati LiDAR sono stati inoltre usati per analizzare in dettaglio le morfologie dei coni eccentrici dell'Etna ed i cambiamenti a breve termine (2-3 anni) delle loro forme. Inoltre è stato analizzato l'errore presente nelle analisi morfometriche derivate da dati LiDAR e sono stati ipotizzati eventuali trend evolutivi delle forme dei vulcani. A scala dell'affioramento (metrica) è stata perfezionata un'analisi della tessitura delle superfici vulcaniche tramite modelli digitali ad alta risoluzione derivati da scansione Laser 3D. Infine, nel 2011 sono stati compiuti rilievi con macchine fotografiche su superfici laviche per applicare il metodo "*structure from motion"* con l'obiettivo di creare modelli 3D delle superfici. Questi modelli saranno comparati con quelli ottenuti con il Laser Scanner 3D.

Modelli digitali di terreno (DEM)
I dati DEM a scala globale (SRTM) sono stati usati per analizzare le morfologie degli stratovulcani a simmetria circolare in funzione della composizione dei prodotti eruttati. Inoltre la mappatura delle lave recenti dell'Etna è stata usata per validare la simulazione dei flussi lavici realizzata con il codice DOWNFLOW. Sempre utilizzando il codice DOWNFLOW e differenti tipi di DEM, è stata analizzata la propensione all'invasione da colate di lava dovuta a variazioni morfologiche del substrato dell'Etna. Per differenti apparati vulcanici è stata derivata una mappa di invasione e canalizzazione dei flussi lavici in funzione dei dati topografici. DEM a scala globale e regionale (ASTER-GDEM, NED e TINITALY) sono stati usati per analizzare le relazioni fra la morfologia dei coni di scorie e il contesto geodinamico nel quale si sono formati. Sono stati inoltre ulteriormente implementati i sistemi di web-server basati su tecnologia *Google Earth* per la navigazione attraverso i vari modelli digitali del terreno in vista nadirale, prospettica ed in visione stereografica. È infine continuata l'organizzazione di una banca dati batimetrica delle aree italiane sotto costa (distanza massima 80 km) georeferita in WGS84-UTM-32 e descritta da circa $1{,}2 \times 10^6$ punti fondali. Sono stati anche creati strumenti di visualizzazione 3D (ViCam) per ridurre la distorsione della visualizzazione di dati topografici a scala elevata (cioè meno di 1:2000) e quindi mantenere l'informazione originale. È infine stato reso pubblico un website (http://webgis.pi.ingv.it/) che permette la navigazione 3D (in formato anaglifo) del modello digitale TINITALY/01 che copre l'intero territorio nazionale. Il DEM TINITALY/01 è stato reso disponibile alla comunità scientifica in conformità a una licenza d'uso. L'apertura al pubblico del dataset ha suscitato molto interesse in ambito scientifico nazionale e internazionale. Sono stati infine comparati i DEM prodotti da SRTM e ASTER DEM per definire la precisione e l'accuratezza di ciascun dataset sul territorio nazionale.

Circolazione dei fluidi in crosta
Lo studio si è focalizzato sui sistemi idrotermali di alta temperatura presenti nell'Isola d'Elba orientale. Questi sistemi sono rappresentati da vene a Tormalina che affiorano nelle rocce paleozoiche della Penisola del Calamita (Elba orientale). L'analisi strutturale di queste vene (orientazione, distribuzione e spessori) ha permesso di formulare alcune ipotesi sull'ambiente tettonico di formazione. Questi risultati sono importanti in quanto è noto da studi geologici e analisi geochimiche che il sistema idrotermale dell'Elba orientale è un analogo fossile del sistema attivo del campo geotermico di Larderello. È inoltre continuato lo studio dell'evoluzione dei sistemi di frattura conduttivi (cioè che conducono acqua) in sistemi carsici del Monte Corchia, sulle Alpi Apuane. Il rilievo sistematico strutturale delle grotte turistiche ha messo in luce la presenza di un deposito fluviale ipogeo di età Pleistocenica inferiore. L'analisi della composizione del deposito (arenaria) permetterà di ricostruire una paleogeografia Pleistocenica nell'area del Monte Corchia.

Rapporti tra vulcanismo e tettonica
L'analisi delle linee sismiche acquisite *off-shore* il Monte Etna ha permesso di identificare un complessa strutturazione del margine continentale della Sicilia, ridimensionando l'effettivo contributo della dinamica dell'Etna all'evoluzione del margine stesso. I dati sismici mostrano chiaramente che l'ossatura del margine continentale di fronte all'Etna è costituita da un basamento carbonatico (probabilmente la piattaforma Iblea) fortemente eroso che mantiene le sue coperture sedimentarie ai bordi settentrionali e meridionali. Inoltre, è continuato lo studio

delle possibili relazioni tra la distribuzione spaziale delle bocche eruttive (spaziatura, *clustering*) e spessore crostale o stratificazione meccanica della crosta. Questo argomento è stato sviluppato in un contesto geodinamico ben definito e conosciuto come *rift* continentale, in particolare nella porzione centrale dell' East African Rift System (Etiopia) denominata Main Ethiopian Rift (MER). Gli apparati vulcani monogenetici del MER sono stati studiati in funzione della loro localizzazione rispetto alla struttura del *rift* (apparati assiali e laterali) e i risultati sono stati confrontati con dati geofisici e geochimici indipendenti. È iniziato infine uno studio geodinamico sulle relazioni tra il segnale topografico a diverse lunghezze d'onda lungo l'Appennino e i dati sismologici (tomografie in onde P e S) lungo la penisola. Lo scopo è cercare di capire il vero "motore" dell'attuale assetto geodinamico della Catena Appenninica.

Flussi superficiali (colate di lava, debris-flow, lahar, alluvionamenti)
Modelli stocastici di simulazione di colate laviche sono stati utilizzati per produrre mappe di invasione da flussi di lava a differenti vulcani. Per le aree della zona circumvesuviana, è stata aggiornata la mappa di zonazione della propensione al dissesto dei bacini idrografici presenti nei contrafforti appenninici sottovento al Vesuvio. Per i 18 comuni circumvesuviani è stata aggiornata la carta delle colate laviche, delle faglie e dei centri eruttivi presenti nel settore sud-orientale del Vesuvio (comuni di Torre del Greco ed Ercolano). È inoltre in fase di realizzazione un GIS che organizza una serie di *layer* tematici tra cui i principali elementi della cartografia di base (orografia, idrografia, edificato, viabilità, toponomastica, ecc.), le colate laviche, le faglie, i centri eruttivi, e i siti notevoli. È stata anche creata una banca dati per una classificazione più dettagliata della propensione al dissesto dei 488 bacini idrografici individuati nella Penisola Sorrentina. È stata inoltre realizzata una classificazione per comune degli eventi storici di debris flow registrati negli ultimi 500 anni; per ogni bacino idrografico è stata effettuata un'analisi dei parametri morfometrici più significativi derivati dal modello digitale del terreno a risoluzione 10m (pendenza, concavità, fattore di forma), della litologia, dell'uso del suolo, delle faglie presenti e degli spessori dei depositi di fallout relativi elle eruzioni dei vulcani napoletani degli ultimi 18.000 anni. È iniziato inoltre uno studio paleo-idrografico e geomorfologico dell'area del territorio comunale pisano tramite applicazioni di telerilevamento quali analisi da rilievi Lidar da aereo (Progetto Mappa). Infine, sono state costruite delle mappe paleo-idrografiche in aree di particolare interesse della provincia di Lucca (aree soggette a rischio alluvioni o aree di importanza archeologica).

Speleotemi come indicatori paleoclimatici
È continuato lo studio di speleotemi acquisendo numerosi campioni di stalagmiti e *flowstones* da diverse cavità carsiche delle Alpi Apuane in Toscana (il sistema carsico del Monte Corchia, la Tana che Urla, la Buca della Renella) e da nuove aree di studio quali la Grotta di Rio Martino (Parco Naturale del Po, Cuneo) e la Cave Samot Ka Dupka (Galicica National Park, FYROM). È proseguito inoltre il rilevamento geologico-strutturale di alcuni rami dell'Antro del Corchia che ha portato al riconoscimento di depositi alluvionali ipogei (arenarie) che sono testimonianza di un paleo-fiume che percorreva le gallerie carsiche più di un milione di anni fa. È stata anche effettuata una nuova campagna geologico-geomorfologica per studiare la distribuzione e morfologia dei *beach ridges* lungo le coste atlantiche della Patagonia, la loro età, e la composizione isotopica delle faune marine ritrovate, al fine di ricostruire la curva di variazione di livello del mare dal Pleistocene ad oggi. Infine è stata costruita una banca dati del livello del mare, dall'Olocene ad oggi, in sud Patagonia al fine di verificare i modelli numerici eustatici globali.

<u>Pericolosità e rischio</u>
Le ricerche su questa tematica si sono basate sull'integrazione di indagini sperimentali ed osservative con l'utilizzo di modelli fisico-matematici in grado di simulare la dinamica dei processi pericolosi. In particolare le ricerche si sono concentrate su questi temi.

Sviluppo di scenari pre-eruttivi
L'insieme delle simulazioni delle dinamiche in camere magmatiche e dicchi vulcanici e della risposta elastica del sistema di rocce, ha permesso di costruire un quadro di riferimento per gli osservabili geofisici associati all'arrivo di magma profondo, ricco in gas, in sistemi magmatici sub-superficiali. In particolare, sono stati studiati i segnali relativi ai movimenti del suolo (sismicità e deformazione), e le variazioni gravimetriche. I primi risultati suggeriscono che una camera magmatica superficiale invasa da magma ricco in volatili possa non essere evidenziata dalle inversioni dei segnali deformativi, in quanto questi riflettono prevalentemente processi che avvengono a maggiore profondità. Al contrario, le variazioni gravimetriche riflettono principalmente i movimenti di massa (e le variazioni di densità) che si concentrano nella porzione più superficiale del sistema magmatico. Sono stati studiati anche i *pattern* geochimici delle fumarole della Solfatara ai Campi Flegrei, dove è stato definito un metodo che permette di separare la componente magmatica da quella idrotermale, e sono stati applicati modelli di equilibrio chimico multi-componente suggerendo infine un modello interpretativo delle variazioni composizionali osservate negli ultimi decenni. Una valutazione dei tempi di residenza pre-eruttivi e le possibili correlazioni con i segnali geochimici misurati è stata inoltre condotta tramite lo studio delle zonature dei minerali nei magmi Etnei.

Sviluppo di scenari eruttivi
Ulteriori progressi sono stati realizzati nella compilazione della storia eruttiva dei principali vulcani attivi Italiani (in particolare Etna, Campi Flegrei, Stromboli, e Vesuvio) e nella definizione e caratterizzazione delle principali categorie eruttive e scenari eruttivi possibili. Al Vesuvio è stato ulteriormente raffinato un albero degli eventi in grado di quantificare le probabilità di accadimento dei diversi scenari e dei fenomeni ad essi associati, anche

tramite tecniche di "elicitazione" degli esperti. In particolare, riguardo a queste tecniche, è stato completato un nuovo modello di pesatura degli esperti in grado di ottimizzare le prestazioni del metodo con riferimento alle stime puntuali di variabili sconosciute. La definizione di un analogo albero degli eventi per la fase eruttiva è continuata per i Campi Flegrei con particolare riferimento alla distribuzione di probabilità di apertura bocche e alla caratterizzazione degli scenari eruttivi possibili.

Zonazione della pericolosità e rischio
Relativamente ai fenomeni esplosivi, sono state realizzate diverse mappe di invasione di colate piroclastiche associate ad un evento sub-Pliniano al vulcano La Soufrière de Guadeloupe (Antille Francesi), utilizzando come scenario di riferimento l'eruzione del 1530 d.C., ed alcune simulazioni preliminari di un *blast* vulcanico al Mt Pelée (Martinique, Antille Francesi) analogo all'eruzione del 1902. Mappe di invasione da colate piroclastiche sono state prodotte al Vesuvio ed ai Campi Flegrei, per scenari sub-Pliniani e Pliniani, variando la posizione della bocca eruttiva e le proprietà della miscela magmatica. I risultati delle simulazioni evidenziano come la posizione del cratere debba in futuro essere opportunamente considerata nella mappatura della pericolosità da colate piroclastiche. È stato inoltre studiato, con un modello ad alta risoluzione e con riferimento alla caldera dei Campi Flegrei, l'effetto della morfologia del terreno sulla propagazione di correnti piroclastiche stratificate, per valutare la capacità di eventuali rilievi di bloccare o deviare i flussi. Il modello VOL-CALPUFF è stato quotidianamente utilizzato per la produzione di mappe previsionali di dispersione di cenere in aria e di ricaduta al suolo per tre scenari eruttivi ipotizzati all'Etna. Nell'ambito del progetto CASAVA, il modello è stato anche applicato, tramite una procedura di tipo Monte Carlo, a La Soufriere di Guadaloupe. Per questo vulcano, mappe di pericolosità di ricaduta di cenere e curve di probabilità di eccedenza di deposito al suolo sono state prodotte per uno scenario di tipo sub-Pliniano (e.g. 1530 AD). Riguardo all'attività effusiva, la pericolosità dei flussi di lava è stata analizzata usando il modello termo-fluidodinamico FLOWGO e utilizzando mappe di classificazione del terreno derivate da immagini satellitari. Una valutazione della pericolosità e del rischio relativi ai flussi di lava è stata completata per i vulcani Mt. Cameroon e Piton de la Fournaise. Infine, mappe di pericolosità di fenomeni sin- e post-eruttivi strettamente legati all'attività vulcanica, quali allagamenti, *debris flows* e tsunami, sono state raffinate con particolare riferimento ai vulcani campani e all'Etna.

Divulgazione scientifica
La Sezione ha anche svolto attività mirate ad una crescita della conoscenza dei processi vulcanici e sismici e all'educazione ai rischi naturali. In particolare: ha mantenuto un laboratorio didattico di vulcanologia presso il Museo di Calci; ha partecipato all'iniziativa della Comunità Europea "La Notte dei Ricercatori" organizzando una mostra discussione presso l'associazione "La Limonaia Scienza Viva"; ha partecipato alla "Giornata di solidarietà" promossa dal Comune di Pisa e a "La notte dei Dinosauri" promossa dal Museo di Calci; ha tenuto numerose lezioni in scuole primarie e secondarie; ha stipulato un protocollo d'intesa con il Gruppo Intercomunale di Protezione Civile dei Comuni dell'Alta Valdera; ha partecipato ai turni di sorveglianza estivi alle Isole Eolie.

1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)

Le principali tematiche e attività di ricerca che si intende sviluppare nel breve-medio termine sono:

- Meccanismi di genesi dei magmi con particolare riferimento ai fenomeni di arricchimento in volatili e al vulcanismo esplosivo basaltico.
- Processi di risalita e differenziazione dei magmi con particolare attenzione alle relazioni tra degassamento e cinetica di cristallizzazione.
- Processi di differenziazione e mescolamento tra magmi in sistemi superficiali e relazione con l'evoluzione strutturale degli apparati vulcanici.
- Sviluppo di protocolli per l'analisi tessiturale e composizionale dei prodotti vulcanici e delle ceneri in particolare. studio delle relazioni tra caratteri tessiturali e processi di vescicolazione e frammentazione.
- Processi di trasformazione ad alta temperatura dei prodotti vulcanici all'interno dei crateri.
- Studio delle eruzioni esplosive di media intensità che producono ceneri.
- Studio delle emissioni gassose da strutture vulcaniche, relazione con il sistema magmatico o idrotermale, meccanismi di risalita, fenomeni di emissione in superficie.
- Processi eruttivi, di trasporto ed alterazione dei prodotti vulcanici, come indicatori paleo-ambientali e dei cambiamenti climatici.
- Studi tessiturali in 3D con tecniche di microtomografia a raggi X per investigare la relazione tra tessiture delle rocce vulcaniche e le proprietà reologiche dei magmi.
- Studi sul ruolo della permeabilità di magmi alcalini e calcalcalini sui processi di degassamento in diverse condizioni eruttive.
- Studio del degassamento terrestre in aree non-vulcaniche, quantificazione delle specie gassose più rilevanti, effetti del degassamento sul ciclo globale del carbonio e sulle variazioni climatiche.
- Simulazione dei processi termo-fluidodinamici nel sistema camera-condotto ai Campi Flegrei, al vulcano Soufrière Hills (Montserrat, Antille Occidentali), e al vulcano Kilauea (Hawaii) tramite il codice GALES.
- Studio attraverso modelli diretti dei segnali geofisici (sismicità, deformazione, variazioni gravimetriche) associati a movimenti di magmi in sistemi sub-superficiali.

- Sviluppo di un nuovo modello fisico-matematico e un nuovo codice agli elementi finiti per la simulazione delle dinamiche accoppiate fluido-solido, con applicazioni a sistemi magma-rocce.
- Studio delle dinamiche e dei segnali sismico-deformativi associati al movimento di fluidi di diversa natura (magmatici vs. geotermali) in fratture.
- Applicazione del modello di condotto DOMEFLOW allo studio della dinamica di risalita, in condizioni stazionarie e transienti, dei magmi in duomi vulcanici e sua estensione alla simulazione del processo esplosivo.
- Implementazione in 2D/3D di un modello multifase per la risalita in condotti vulcanici per eruzioni esplosive ed effusive, già implementato in 1D. La versione 1D sarà accoppiata al toolkit open-source DAKOTA (Sandia National Laboratories) per analisi di sensibilità, stime dei parametri di input e per la quantificazione dell'incertezza.
- Sviluppo del codice multifase PDAC tramite implementazione di un nuovo modello reologico basato sulla teoria cinetica delle miscele multifase. Applicazione del codice alla simulazione di eventi esplosivi di varia scala e natura ai vulcani Campi Flegrei, Vesuvio, Mt. St. Helens (USA), La Soufrière de Guadeloupe e Montagne Pelée (Francia).
- Re-ingegnerizzazione del parallelismo nel codice PDAC per garantire la scalabilità a migliaia di processori in architetture di tipo IBM BlueGeneQ. sviluppo di nuove condizioni al contorno di tipo assorbente per perturbazioni atmosferiche. sviluppo, validazione e benchmarking del modello PDAC aggiornato.
- Sviluppo di un nuovo codice numerico per la simulazione 2D/3D di colonne vulcaniche.
- Sviluppo ed applicazione del codice di dispersione VOL-CALPUFF per la simulazione dei processi di dispersione e ricaduta di tefra per eruzioni di varia scala. Simulazione numerica di eventi eruttivi all'Etna, Vesuvio, Eyjafjallajokull (Islanda), La Soufriere di Guadeloupe, Montagne Pelée e Piton de la Fournaise (Francia) e Santorini (Grecia).
- Modellazione dei fenomeni di aggregazione delle ceneri vulcaniche e relativi effetti sulla dinamica di dispersione e deposizione.
- Sviluppo e applicazione di un modello numerico per la simulazione della propagazione di flussi multifase densi in approssimazione "*shallow water*" e sua applicazione ai *debris flows*.
- Sviluppo ed applicazione del modello integrato di camera-condotto-colonna per studiare l'evoluzione temporale delle eruzioni esplosive magmatiche.
- Modellizzazione degli tsunami generati da frane sottomarine, terremoti e colate piroclastiche.
- Analisi di cataloghi di sismicità di tipo LP/VLP in vulcani basaltici a condotto aperto, mirata alla definizione di leggi di scala per la distribuzione delle energie e dei tempi inter-evento.
- Analisi delle emissioni acustiche associate con esperimenti di laboratorio ove sono riprodotti i processi di fratturazione lenta in mezzi ad elevata viscosità, e confronto con i cataloghi sperimentali di sismicità sismo-vulcanica.
- Sviluppo ed applicazione di un modello di deformazione tridimensionale dell'Etna con stratificazione reologica frizionale per lo studio dell'interazione tra campo tettonico regionale e accumulo/risalita del magma.
- Investigazione sismologica passiva di variazioni nei parametri elastici dei mezzi di propagazione come indicatori del campo di sforzo e loro significato in termini di precursori all'attività sismica (applicazione in corso alla sequenza di *foreshocks* del terremoto de L'Aquila del 6 Aprile 2009).
- Sviluppo di un codice alla differenze finite su griglia irregolare per lo studio della propagazione di onde elastiche in mezzi fortemente eterogenei con topografia.
- Studio delle caratteristiche spettrali e cinematiche del rumore sismico di origine marina, e confronto con i dati da boe ondametriche e modelli numerici di climatologia marina.
- Analisi dei segnali rotazionali raccolti all'antenna gravitazionale Virgo da un giroscopio laser ad alta risoluzione (G-Pisa) per segnali telesismici e di rumore ambientale. indagine sulle possibilità di applicazione della tecnologia *ring laser* a problemi di monitoraggio geofisico.
- Miglioramento della copertura strumentale dedicata al monitoraggio sismologico nella Regione Toscana, mediante l'istallazione di nuove stazioni sismometriche, l'implementazione di nuove tecnologie e l'esecuzione di esperimenti temporanei di sismica multicanale.
- Analisi comparata dei modelli digitali di terreno ottenuti dalle campagne LiDAR dell'Etna. Studio morfologico e vulcanologico dei canali di lava rilevati e analisi di terreno con applicazioni all'Etna, Kilauea (USA), Mt. Camerun (Camerun) e Payen (Argentina) e altri vulcani centrali.
- Estensione degli studi geologico-strutturali e di laboratorio per la creazione di modelli numerici delle superfici di rocce fratturate tramite scansione Laser 3D.
- Sviluppo dello studio delle relazioni tra le principali strutture deformative, stato di stress della crosta e formazione di vulcani centrali e monogenetici in zone caratterizzate da differenti regimi tettonici.
- Analisi strutturale, geochimica e petrografia in settori dell'Appennino Settentrionale e della Toscana Meridionale dove è possibile studiare i rapporti tra deformazione, magmatismo e circolazione idrotermale, con particolare attenzione alle implicazioni per i campi geotermici.
- Rilievi geologico-strutturali nelle aree di emissione laviche tardo Plioceniche della Toscana Meridionale (Roccastrada e San Vincenzo).
- Rilievi geologico-strutturali nelle aree geotermiche attive (Larderello-Travale e Mt. Amiata) e fossili (Elba orientale) della Toscana Meridionale.
- Campionamenti degli speleotemi nei sistemi carsici delle Alpi Apuane e dell'Appennino.

- Analisi dei sistemi di frattura attivi in ambienti carsici ipogei (Antro del Corchia).
- Sviluppo di scenari di pericolosità pre-eruttivi tramite definizione di relazioni tra processi endogeni e osservabili misurati in superficie (con particolare applicazione ai Campi Flegrei e Etna).
- Realizzazione di scenari di pericolosità sin- e post-eruttivi al Vesuvio e ai Campi Flegrei per i diversi fenomeni pericolosi anche tramite lo sviluppo di alberi degli eventi e tecniche di elicitazione degli esperti.
- Realizzazione di mappe previsionali e stime di pericolosità da ricaduta di cenere all'Etna e Vesuvio con approccio di tipo Monte Carlo.

Le suddette attività di ricerca e tecnologiche saranno realizzate essenzialmente nell'ambito di progetti esterni finanziati dalla Unione Europea (UE, Programmi Capacities, Cooperation, ERC e Mobility), dalla European Science Foundation (ESF), dal Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca (MIUR, PNRA), dal Dipartimento della Protezione Civile (DPC), dalla National Science Foundation (NSF, USA), dalla Agence Nationale de la Recherche (ANR, F), e da altri enti locali e regionali.

1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature

- Cluster Linux Centos di 30 nodi quadriprocessori AMD Opteron 64 bit interconnessi con rete Myrinet.
- Cluster Linux Centos di 32 nodi biprocessori AMD Opteron 64 bit interconnessi con rete Myrinet.
- Connessione dati alla rete GARR-B in fibra ottica a 100 Mb/s.
- Rete VPN per accesso protetto dall'esterno a tutti i servizi di rete interni (firewall Cisco).
- Servizi web, posta elettronica e ftp.
- Microscopio elettronico a scansione (SEM) a sorgente di tungsteno collegato a sistema di microanalisi a dispersione di energia (EDS).
- Microscopi ottici per analisi morfoscopiche e tessiturali.
- Laboratorio vulcanologia per la caratterizzazione petrologica, tessiturale e sedimentologica di base.
- Fornace ad alta temperatura per la fusione di rocce.
- Laser scanner 3D.
- Micromill per micro-carotaggi in speleotemi e minerali.
- 5 stazioni sismiche stand-alone (sensore + acquisitore) Guralp 30s, per l'esecuzione di esperimenti temporanei e la conduzione di campagne di pronto intervento a seguito di forti terremoti.

L'accesso ad altre infrastrutture di ricerca avviene nell'ambito di collaborazioni con altri istituti ed università nazionali ed internazionali. Relativamente alle risorse di calcolo, la Sezione accede alle piattaforme di supercalcolo e visualizzazione scientifica avanzata del CINECA (Bologna) attraverso l'assegnazione di grant. Relativamente alle attività analitiche ed alle ricerche sperimentali, la Sezione accede ai laboratori dei Dip.ti di Scienze della Terra di Pisa e Cagliari, dell'Istituto di Geoscienze e Georisorse di Pisa, degli istituti CEA-CNRS e ISTO-CNRS, Francia, Sincrotrone Elettra di Trieste, TOMCAT (Swiss Light Source, Villigen), e Soleil (Paris), oltre che ai laboratori interni dell'Istituto.

1.5. Principali interazioni con le altre strutture dell'ente

Collaborazioni efficaci sono continuate tra la Sezione di Pisa e numerose altre Sezioni dell'Istituto (soprattutto Bologna, Catania, CNT, Napoli, Roma1 e Roma2) sia nell'ambito di progetti di ricerca coordinati (principalmente DPC, MIUR, PNRA e progetti UE), sia nell'ambito delle attività di coordinamento istituzionali svolte dai TTC/OS (soprattutto 1.5, 2.1, 2.3, 3.5, 3.6, 4.3, 5.3 e 5.5). Numerose di queste collaborazioni hanno portato a pubblicazioni scientifiche e prodotti tecnologici comuni. È continuata inoltre la collaborazione con il CNT relativamente alla manutenzione e sviluppo delle stazioni toscane della Rete Sismica Nazionale, anche stabilendo un più forte legame con strutture già operanti sul territorio toscano in tema di monitoraggio sismologico (ad esempio, la "Fondazione Prato Ricerche", la cui direzione è attualmente ricoperta da un ricercatore della Sezione di Pisa).

1.6. Contributi per la formazione (a partire dalla lista valida per tutto l'ente)

Anche nel 2011 la Sezione ha fornito rilevanti contributi formativi a livello universitario, sia pre- che post-laurea. Numerosi ricercatori hanno ricoperto il ruolo di tutore/cotutore nell'ambito di tesi di laurea e dottorato svolte presso diverse Università italiane ed estere. Inoltre diversi ricercatori tengono corsi di lezioni e cicli di seminari in vari corsi di laurea, dottorato e perfezionamento dell'Università di Pisa. A partire dall'AA 2009-2010, la Sezione è anche convenzionata con il Corso di Laurea Magistrale in Geofisica di Esplorazione ed Applicata (Politecnico di Milano - Università di Pisa), per l'insegnamento di un corso semestrale di "Problemi Inversi in Geofisica". Sono inoltre attive convenzioni con le Università di Pisa, Siena, Camerino e Genova per lo svolgimento di tirocini formativi e di orientamento per laureandi. La Sezione è anche attiva nell'ambito della Scuola di Perfezionamento in Matematica Applicata della Scuola Normale Superiore di Pisa e della Scuola di dottorato Galilei dell'Università di Pisa. Nel 2011 sono anche state attivate due network europee di formazione in vulcanologia (denominate NEMOH e MEMOVOLC) finanziate dalla UE e dalla ESF e promosse da ricercatori della sezione. Dal 2012 la Sezione parteciperà anche alle attività del Dottorato Regionale in Scienze della Terra.

1.7. Elementi di criticità nel funzionamento della sezione

Le attività di ricerca e di servizio realizzate presso la Sezione continuano ad essere molto soddisfacenti. Per il sesto anno consecutivo la produttività scientifica della Sezione è stata molto buona, sia qualitativamente che quantitativamente (la media annuale di pubblicazioni JCR per ricercatore/tecnologo si mantiene intorno a 1,9 mentre l'IF medio delle riviste su cui si è pubblicato è superiore a 2,3). Inoltre, nel 2011 sono iniziati, o continuati, diversi progetti Europei coordinati da ricercatori della sezione (in particolare 4 progetti sono stati finanziati dalla UE, tra cui una proposta ERC, e uno dalla ESF) e sono stati stipulati nuovi contratti di ricerca/servizio con enti pubblici e privati. L'elemento di maggior criticità è ancora rappresentato dalla mancanza di opportunità concorsuali per le unità di personale con contratto a tempo determinato aggravata dal mancato completamento del processo di stabilizzazione. È fondamentale quindi che si arrivi al più presto ad un ampliamento della pianta organica dell'Istituto e si possano quindi bandire nuovi concorsi per posizioni di ruolo. Un'ulteriore criticità è rappresentata dagli spazi ristretti e poco adeguati dell'attuale sede della sezione, anche alla luce della continua crescita delle attività. È quindi auspicabile che l'iniziativa intrapresa mirata all'acquisizione di una sede adeguata possa essere conclusa positivamente. È infine auspicabile che il processo di riordino dell'Istituto porti ad una più efficace pianificazione delle attività e delle risorse nonché ad un significativo snellimento delle procedure amministrative e a un maggior decentramento della gestione delle attività e dei servizi.

2. Elenco unità funzionali (UF) e unità di progetto (UP) della sezione

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti	Ob. Spec. di riferimento
1	Vulcanologia e magmatologia	Massimo Pompilio	7 + 2*	1.2, 1.5, 1.10, 2.3, 2.4, 3.5, 3.8, 4.3, 4.5, 5.8, 5.9
2	Modellistica fisico-matematica dei processi vulcanici	Paolo Papale	8 + 1*	2.1, 3.1, 3.6, 4.3, 5.7
3	Geomorfologia e tettonica	Francesco Mazzarini	6 + 1*	1.10, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.8, 4.3, 4.4, 5.5, 5.9

*Assegnisti/Borsisti

Tutto il personale è inserito nelle Unità Funzionali ad eccezione del Direttore e del personale afferente ai Servizi Generali (amministrativi e tecnici) della Sezione per un totale di 7 unità. Presso la Sezione di Pisa sono anche distaccate 5 unità di personale afferenti ad altre sezioni. Presso la Sezione hanno svolto le loro attività anche 3 perfezionandi della Scuola Normale Superiore di Pisa tramite borse finanziate dall'Istituto. Due ulteriori borse di dottorato sono state finanziate con fondi esterni della Sezione.

3. Elenco associati di ricerca alla sezione

Nome associato	Ente di Appartenenza	Titolo
Michele Barsanti	Università degli Studi di Pisa	Ricercatore
Raffaello Cioni	Università degli Studi di Cagliari	Professore Associato
Amanda Clarke	Arizona State University (USA)	Professore Associato
Andrew J.L. Harris	Univ. Blaise Pascal (Francia)	Professore Ordinario
Nicole Metrich	CNRS-CEA – Gif sur Yvette (Francia)	Dirigente di Ricerca
Giovanni Musumeci	Università degli Studi di Pisa	Ricercatore
Maria Vittoria Salvetti	Università degli Studi di Pisa	Professore Associato
Giovanni Zanchetta	Università degli Studi di Pisa	Ricercatore

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



Sezione Amministrazione Centrale

Uffici e Unità Funzionali

Ufficio I - Affari generali e ordinamento
Ufficio II - Affari del personale
Ufficio III - Trattamento giuridico ed economico del personale
Ufficio IV - Emolumenti e adempimenti del sostituto d'imposta
Ufficio V - Gestione della spesa e scritture patrimoniali
Ufficio VI - Bilancio e scritture contabili
Ufficio VIII - Servizi generali

UF CED e reti informatiche
UF Ufficio Tecnico Prevenzione e Protezione
Centro servizi scientifici, tecnici e culturali

Amministrazione Centrale

1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

Questa relazione riassume le attività svolte nel 2011 nei seguenti ambiti, afferenti ad una Unità Funzionale, all'Ufficio Tecnico Prevenzione e Protezione e al Centro Servizi Scientifici, Tecnici e Culturali (nel seguito "Centro Servizi"), istituito con decreto del Presidente n. 286 del 25/9/2006 e successivamente confermato per gli anni successivi.

- Laboratorio Grafica e Immagini (sottounità del Centro Servizi; si veda anche il resoconto dell'OS 5.9 "Formazione e Informazione");
- Servizio Biblioteca e Documentazione Scientifica (sottounità del Centro Servizi; si veda anche il resoconto dell'OS 5.8 "Biblioteche e editoria");
- Centro Editoriale Nazionale (sottounità del Centro Servizi; si veda anche il resoconto dell'OS 5.8 "Biblioteche e editoria");
- Laboratorio di Didattica e Divulgazione Scientifica (sottounità del Centro Servizi; si veda anche il resoconto dell'OS 5.9 "Formazione e Informazione");
- Ufficio Stampa (ufficio di diretta collaborazione della Presidenza);
- Sito Web INGV (si veda anche il resoconto dell'OS 5.10 "Sistema Web");
- Sistema dei musei dell'INGV;
- Centro Elaborazione Dati (UF CED e Reti informatiche);
- Settore Ufficio Tecnico e Servizio di Protezione e Prevenzione (sottounità dell' Ufficio Tecnico Prevenzione e Protezione);
- Settore Gestione del Patrimonio immobiliare e servizi generali (sottounità dell' Ufficio Tecnico Prevenzione e Protezione);
- Segreteria della Presidenza.

In particolare si rileva che:

- il Centro Servizi, giunto ormai alla sesta annualità dalla sua istituzione, interpreta concretamente le moderne tendenze della comunicazione scientifica attraverso iniziative per la diffusione delle informazioni a livello didattico, bibliografico e specialistico. In questo senso il Centro Servizi risponde alle crescenti sollecitazioni che giungono dalla opinione pubblica. Le attività vanno dalla divulgazione delle opere edite dall'INGV, alla gestione di un flusso di informazioni da diffondere agli organi di stampa, allo sviluppo di iniziative dedicate alla didattica e alle strategie dell'*information retrieva*l proprie dei centri di documentazione;
- l'Unità Funzionale Centro Elaborazione Dati e Reti Informatiche ha fornito supporto a tutte le attività e ai progetti di natura scientifica e tecnologica delle sezioni romane dell'INGV;
- l'Ufficio Tecnico Prevenzione e Protezione, attraverso i suoi due settori *Ufficio Tecnico e Servizio di Protezione e Prevenzione* e *Gestione del Patrimonio immobiliare e servizi generali*, ha fornito supporto diretto o indiretto a tutte le strutture dell'INGV, incluse le iniziative museali e a carattere temporaneo.

1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

Anche se l'Amministrazione Centrale non svolge attività di ricerca in senso stretto, essa fornisce un indispensabile supporto per l'assolvimento dei compiti istituzionali e per la ricerca svolta dall'INGV. Questa funzione è svolta in larga misura attraverso le attività che fanno oggi riferimento al Centro Servizi. Un aspetto centrale di questa attività è il grande impulso dato all'immagine pubblica dell'ente attraverso il sito Web, i musei, le biblioteche, l'editoria, l'attività didattica e divulgativa, la frequente presenza sugli organi di stampa. Il Piano Triennale 2011-2013 prevedeva lo sviluppo di tutte queste iniziative all'interno dell'Obiettivo Generale 5 (L'Impegno verso le Istituzioni e la Società), e in particolare all'interno degli OS 5.8 "Biblioteche e editoria", 5.9 "Formazione e Informazione" e 5.10 "Sistema Web".

Tutti gli obiettivi fissati per il 2011 si possono considerare raggiunti se non anche superati, grazie soprattutto alla notevole dinamica degli afferenti ai tre OS citati e all'avvio di iniziative ulteriori rispetto a quanto previsto dal Piano Triennale.

1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

L'INGV ha manifestato la propria visibilità in varie forme. Va innanzi tutto citata la serie di iniziative didattico-divulgative svolte nell'ambito dell'OS 5.9 "Formazione e Informazione" e che vedono impegnati da anni numerosissimi ricercatori e tecnici. Le attività hanno avuto come obiettivi principali la diffusione della cultura scientifica, ed in particolare delle

discipline geofisiche, e la promozione e valorizzazione dell'immagine dell'INGV a vari livelli di visibilità. L'attività di mediazione culturale svolta dai ricercatori e tecnici del Tema Trasversale Coordinato "Formazione e Informazione" ha contribuito a creare un rapporto di fiducia tra l'opinione pubblica e la comunità scientifica, garantendo autorevolezza dell'INGV in questi settori. Questa azione è stata svolta in modo efficace e continuativo attraverso una pianificazione attenta delle iniziative e del materiale divulgativo.

Il settore bibliotecario ha organizzato una biblioteca specialistica che coniuga l'integrazione con strutture bibliotecarie nazionali aventi competenze simili con un moderno servizio di informazioni a disposizione di utenti di vario tipo (che include specialisti, studenti universitari e comuni cittadini). Nel corso del 2011 è stato ulteriormente consolidato *Earth-prints*, il primo archivio aperto internazionale di documenti relativi alle Scienze della Terra. Oggi questo archivio consente la consultazione e il *download* di materiale in formato digitale a testo pieno (http://www.earth-prints.org/).

Il Laboratorio Grafica e Immagini cura la realizzazione e la progettazione grafica di *dépliant*, *brochure*, *poster* per le sezioni INGV e di tutto il materiale divulgativo e didattico prodotto dal TTC "Formazione e Informazione". Inoltre, attraverso il Laboratorio Video Fotografico-Post Produzioni il Laboratorio supporta molte delle attività tecnico-scientifiche dell'INGV.

Segue una descrizione più dettagliata dei risultati conseguiti nel corso del 2011 dalle principali strutture che fanno capo alla Amministrazione Centrale.

1.2.a Ufficio Stampa INGV

L'Ufficio Stampa tiene i contatti con le sezioni dell'INGV dislocate su tutto il territorio nazionale con l'obiettivo primario di valorizzare, attraverso la diffusione delle notizie agli organi di informazione, i risultati raggiunti dai ricercatori dell'ente. Offre inoltre assistenza ai *media*, mettendoli in contatto con gli esperti dell'INGV per approfondire determinate tematiche scientifiche.

Anche nel 2011 il lavoro principale dell'Ufficio ha riguardato l'elaborazione e la diffusione dei comunicati stampa, che vengono immediatamente pubblicati sul sito dell'INGV, e la raccolta degli articoli pubblicati giornalmente, settimanalmente e mensilmente sulle varie testate giornalistiche nazionali ed internazionali e sul web. Tra i principali servizi offerti al pubblico vi è la possibilità di leggere i comunicati e la rassegna stampa *on-line*, di consultare e di scaricare le interviste radiofoniche e televisive dei ricercatori, di utilizzare le immagini raccolte nella galleria fotografica.

Nel 2011 l'Ufficio Stampa ha reso disponibili nella Rassegna Stampa su web oltre 4.500 articoli tratti dall'editoria nazionale ed internazionale. Inoltre ha elaborato e diffuso 70 comunicati-stampa, suddivisi nelle categorie Terremoti, Vulcani, Notizie dall'Italia, Notizie dal Mondo.

1.2.b Sistema Web INGV

Il sistema web INGV si articola su scala nazionale e locale attraverso il portale dell'Istituto, i siti delle sezioni e siti tematici legati a progetti, banche dati e attività specifiche. È coordinato dal TTC 5.10, cui contribuiscono tutte le sezioni dell'Ente.

Nel maggio 2011 il coordinamento della politica editoriale via web dell'Ente è stato affidato da un decreto del Presidente a un Comitato di Redazione Web ("WebCom"). Nel 2011 l'attività principale di WebCom ha riguardato la riorganizzazione del sito web nazionale. Il sistema web INGV è composto da svariati siti che funzionano in modo indipendente tra loro: pertanto WebCom ha riformulato il concetto alla base del portale www.ingv.it, sviluppando un sito snello, e per questo più sicuro, finalizzato essenzialmente a smistare i visitatori verso contenuti residenti altrove. L'obiettivo ultimo di questa attività è stato quello di mettere il sistema web INGV in grado di resistere ai picchi di richieste che si verificano a seguito del verificarsi di terremoti avvertiti da ampi strati della popolazione. In particolare, il nuovo modello si basa sulla idea di suddividere i contenuti nei tre settori corrispondenti alla strutturazione dell'INGV previta dal nuovo statuto: Terremoti, Vulcani, Ambiente, con l'aggiunta dei contenuti istituzionali e della comunicazione.

Nel corso del 2011 sono stati messi a punto i siti dedicati ai contenuti dell'Amministrazione Centrale e dell'Ufficio Stampa. Per quanto riguarda il primo, sono stati effettuati aggiornamenti nella sezione "Organi e Strutture"; è stata riorganizzata la sezione "Opportunità di lavoro", in particolare i concorsi pubblici, dove ora si trovano in evidenza sia il bando pubblico apparso in Gazzetta Ufficiale, che la commissione nominata, la graduatoria ed i risultati per ciascun concorso.

Per il settore stampa è stata data in *outsourcing* la gestione della rassegna stampa.

La *homepage* del sito ha visto alcune ristrutturazioni, culminate nella versione attuale. Il 10 e l'11 marzo 2011 i terremoti giapponesi hanno fornito un importante test di funzionamento dell'attuale sistema. Gli accessi sono stati 3,5 volte più numerosi del normale il 10 marzo, e 6 volte più alti l'11 marzo (terremoto più forte e tsunami). L'11 maggio, in

occasione della cosidetta "previsione di Bendandi" di un forte terremoto a Roma, gli accessi sono stati addirittura superiori al valore raggiunto l'11 marzo. L'analisi degli accessi evidenzia che, per come è organizzato il sito oggi, la parte più consistente della domanda si manifesta nei primi minuti/ore che seguono un evento sismico, durante i quali l'utente cerca in tutti i modi di avere informazioni in tempo reale.

1.2.c Il Laboratorio Grafica e Immagini

Nel corso dell'anno 2011 le attività del Laboratorio Grafica e Immagini, organizzate in diversi filoni distinti e complementari, si sono rivolte alla ideazione, progettazione e realizzazione del materiale editoriale di carattere divulgativo, progettato dall'OS 5.9 "Formazione e Informazione" e dal Laboratorio di Didattica e Divulgazione Scientifica, per scopi sia ordinari che istituzionali in occasione di mostre, manifestazioni ed eventi speciali. Nel corso dell'anno il Laboratorio ha supportato importanti prodotti di editoria divulgativa, curandone il design, l'impaginazione e la realizzazione di illustrazioni e tavole anche attraverso l'utilizzo di tecniche di disegno pittorico (matite, carboncini e colori Pantone). Il Laboratorio cura la redazione, la composizione, la prestampa e la produzione tipografica di tutto il materiale sopra descritto. Il Laboratorio fornisce inoltre il supporto grafico avanzato alle principali attività dell'INGV e ai suoi più importanti progetti di ricerca. Tra questi citiamo EPOS (European Plate Observing System), infrastruttura di ricerca europea finalizzata al monitoraggio dei fenomeni geofisici.

Nel corso del 2011 il Laboratorio ha curato l'immagine di alcuni progetti di rilevanza nazionale all'interno del settore della Divulgazione Scientifica. In particolare il Laboratorio ha curato il coordinamento tecnico e grafico della mostra "Com'è profondo il mare | La geofisica in acqua", allestita a Genova in occasione del Festival della Scienza. In particolare il Laboratorio ha curato il progetto tecnico della mostra e lo sviluppo del suo percorso; ha progettato e realizzato il logo della manifestazione e della comunicazione ad essa connessa. Ha inoltre curato l'allestimento della mostra stessa.

In collaborazione con il Laboratorio di Didattica e Divulgazione il Laboratorio Grafica e Immagini ha ideato la manifestazione ScienzAperta 2011, ovvero una serie di eventi con i quali l'INGV si propone di aprire al pubblico le proprie sedi per mostrare i luoghi della ricerca scientifica offrendo percorsi e visite guidate. In ogni sede si sono avvicendati programmi scientifici con l'obiettivo comune di incuriosire, interessare ed emozionare il pubblico, per presentare la ricerca come un patrimonio di tutti. Nell'ambito delle iniziative legate all'evento ScienzAperta, il Laboratorio ha curato il progetto per il Calendario 2012 "Salviamo il mondo, missione possibile!!" dedicato ai bambini delle scuole elementari. Lo ha infine realizzato, creandone il progetto grafico e la produzione.

Tra gli altri lavori citiamo:

- Realizzazione dell'immagine coordinata del progetto Transmit - Training Research and Applications Network to Support the Mitigation of Ionospheric Threats (http://www.nottingham.ac.uk/transmit/index.aspx): progettazione del logo e di tutte le declinazioni dello stesso all'interno di numerosi prodotti (incluso il sito web).
- Trentennale "Centro Alfredo Rampi": nell'occasione del trentennale del Centro Alfredo Rampi, il Laboratorio ha curato l'immagine coordinata dell'evento (giugno 2011): in tale occasione è stato distribuito il libro del Trentennale, del quale il Laboratorio ha curato l'ideazione grafica, editoriale e l'impaginazione.
- Per il Festival delle Scienze 2011 "La Fine del Mondo Istruzioni per l'uso" il Laboratorio ha curato l'immagine coordinata dell'evento e lo stand per la partecipazione INGV.
- Il Laboratorio ha realizzato i numeri 4 e 5 della collana dei DVD istituzionali: in particolare per il numero 5 "E' VIVO! Eruzioni virtuali al supercomputer", il Laboratorio ha ideato e realizzato una nuova fustella contenitore completamente in cartone FSC, eliminando tutti i componenti non eco-compatibili.

Nel corso del 2011 il Laboratorio ha inoltre curato l'immagine coordinata per i seguenti progetti e/o *meeting* (citiamo solo i più rilevanti):

- 5th MagNetE Workshop – On European Geomagnetic Repeat Station Survey 2009-2010" (9-11 maggio 2011);
- Corso intensivo di Fisica e Radiopropagazione ionosferica" (6 giugno 2011);
- Progetto PERFECTO;
- Ideazione logo GOLDSCHMIDT Firenze 2013;
- Progetto ENVRI;
- Progetto ITACA;
- Progetto ROMANENGO in collaborazione con Enel;
- Meeting CIGALA;
- Progetto ESPAS;
- Evento Frascati Scienza, 18-23 settembre 2011 (ura dei coordinati-immagine).

Nell'anno 2011 il Laboratorio ha fornito assistenza grafica avanzata per la creazione di posters scientifici per i maggiori congressi nazionali ed internazionali che hanno visto coinvolta la comunità scientifica INGV. In particolare

citiamo: European Geosciences Union, General Assembly 2011, Vienna | Austria | 03 – 08 April 2011 e AGU Fall Meeting 2011, San Francisco, 5-9 December.

Nel corso del 2011 il Laboratorio ha inoltre ideato e realizzato l'Agenda Istituzionale INGV.

Infine, nel corso del 2011 e in collaborazione con l'ufficio stampa INGV, il Laboratorio ha realizzato i numeri 20-21-22-23-24-25 della Newsletter istituzionale.

1.2.d Redazione del Centro Editoriale Nazionale (CEN)

Nel corso degli anni la Redazione ha coniugato una elevata professionalità con tecniche editoriali avanzate. Questo le ha consentito anche per il 2011 di curare con regolarità la produzione delle collane INGV Quaderni di Geofisica, Rapporti Tecnici INGV e Miscellanea INGV nell'ambito del OS 5.8 "Biblioteche ed Editoria", per un totale di ben 56 pubblicazioni. Inoltre, nell'ambito dei rapporti tenuti dall'ente con il MIUR, la Redazione ha regolarmente curato le Monografie Istituzionali INGV. La Redazione ha fornito, inoltre, supporto operativo all'Editorial Board del Centro Editoriale Nazionale INGV. Infine, la Redazione ha sviluppato e gestito sia le pagine web del sito INGV dedicate alle collane di sua competenza, in collaborazione con l'OS 5.10 "Sistema Web", sia quelle relative all'organizzazione della rete scientifica dell'ente, rispondendo alle richieste dell'Ufficio Relazioni Scientifiche Istituzionali (URSI).

In sintesi, l'attività svolta dalla Redazione nel corso del 2011 include:

- attività amministrativa di supporto al Centro Editoriale Nazionale (CEN);
- gestione delle pagine web del sito INGV relative alle collane Quaderni di Geofisica, Rapporti Tecnici INGV, Miscellanea INGV;
- elaborazione editoriale e pubblicazione *on-line* di dieci numeri dei Quaderni di Geofisica (nn. 87-96);
- elaborazione editoriale e pubblicazione *on-line* di quarantadue numeri dei Rapporti Tecnici INGV (nn. 173-214);
- elaborazione editoriale e pubblicazione *on-line* di quattro numeri di Miscellanea INGV (nn. 9-12);
- elaborazione editoriale e pubblicazione, sia cartacea che *on-line*, di quattro Monografie Istituzionali INGV (Piano Triennale 2011-2013, Rapporto sull'Attività Scientifica 2010 dell'INGV, Rendiconto generale dell'Esercizio finanziario 2010 e Bilancio di Previsione per l'Esercizio finanziario 2011);
- elaborazione editoriale di tre numeri (n.13 Marzo 2011 – n.14 Luglio 2011 – n.15 Dicembre 2011) della rivista CIP - Conosco, Imparo, Prevengo, edita dal Centro Alfredo Rampi Onlus in collaborazione con l'INGV, il Servizio di Prevenzione e Protezione dell'Università degli Studi di Roma Tor Vergata.

1.2.e Servizio Biblioteca e divulgazione scientifica

Nel 2011 le biblioteche hanno favorito la consultazione di materiale con vincoli di conservazione grazie al recupero digitale di documenti rari e d'interesse storico-antiquario. La biblioteca di Roma ha fornito 350 articoli alle biblioteche italiane aderenti al Progetto Nilde del CNR (per un totale di 4.500 pagine) con un tempo medio di fornitura di 0,2 giorni. La struttura ne ha ricevuti 250 (per un totale 3.200 pagine). I prestiti interbibliotecari sono stati 100.

Il personale della struttura ha gestito la stipula di tutti gli abbonamenti a riviste scientifiche in formato elettronico. Ha inoltre completato il recupero degli articoli scientifici della rivista Annals of Geophysics dal 1948 ad oggi grazie allo scanner planetario acquisito nel 2010.

Per quanto riguarda le bibioteche poste presso le sezioni dell'ente, ricordiamo che la biblioteca della sezione di Pisa gestisce il proprio catalogo in accordo con le biblioteche dell'ateneo pisano e ha consolidato la collaborazione a livello locale con le biblioteche dell'università. Nella biblioteca della sezione di Milano si è provveduto al rinnovo di tutti gli abbonamenti alle riviste in formato cartaceo e all'inserimento del materiale corrispondente nel database di gestione, che risulta aggiornato a partire dal 2008. Attualmente la biblioteca di sezione dispone di 24 periodici consultabili in formato cartaceo e così suddivisi per argomento: geologia; geofisica e sismologia; sismologia storica; ingegneria sismica e geotecnica; computer science; divulgazione scientifica. La biblioteca INGV della sezione di Napoli ha gestito il *document delivery* per i ricercatori della sezione, richiedendo 138 articoli alle altre biblioteche e ne ha inviati 51 a strutture e ricercatori esterni all'INGV. Il personale ha garantito l'inserimento dei dati bibliografici dell'Ente per la sua sezione e ha provveduto alla stipula degli abbonamenti e all'acquisto di monografie per lo sviluppo delle raccolte librarie locali. Il personale della biblioteca della sezione di Bologna ha completato tutte le operazioni di catalogazione del fondo documentario ex-SGA e provveduto alla sua definitiva collocazione nelle collezioni librarie della sezione. Il personale della biblioteca della sezione di Palermo ha svolto le attività di document delivery, acquisto e gestione di monografie, servizio di reference per il personale interno ed esterno. In sezione si è provveduto al rinnovo degli abbonamenti, acquisendo due nuove riviste: Journal of Environmental Quality e Journal of Environmental Monitoring. La biblioteca della sezione di Catania ha gestito i rinnovi degli abbonamenti alle riviste della sezione, ha curato il document delivery e ha supportato il personale di ricerca sugli aspetti relativi alla bibliografia della produzione scientifica interna conservando i PDF degli articoli. La biblioteca ha assistito ricercatori e studenti esterni nelle ricerche bibliografiche sui

vulcani siciliani. Infine, la biblioteca ha seguito la catalogazione e distribuzione locale del materiale divulgativo dell'osservatorio etneo. Infine, la biblioteca della sede INGV di Portovenere ha organizzato alcuni eventi di divulgazione scientifica come il "Caffè in Biblioteca": incontro tra i ricercatori e la popolazione per parlare di scienza e "I grandi temi della filosofia della scienza" in cui si è discusso delle principali teorie di filosofia della scienza del primo '900, fornendo utili spunti di lettura al pubblico. Nella biblioteca della sede di Portovenere è ospitata una sezione dedicata alla Storia dell'Oceanografia composta da circa 200 opere del periodo 1400-1700.

1.2.f Laboratorio di Didattica e Divulgazione Scientifica

Nel corso del 2011 sono stati raggiunti con successo tutti gli obiettivi previsti. Nell'ambito dell'OS sono stati ideati, coordinati e realizzati progetti divulgativi, eventi e manifestazioni che hanno coinvolto le sezioni anche in iniziative a carattere nazionale. In generale, si rileva una notevole risposta di partecipazione e coinvolgimento ed un consistente aumento del numero di utenti raggiunti.

Servizi formativi per le scuole

Sede di Roma
È stata potenziata l'offerta e sono stati attivati laboratori didattici di vulcanologia e sismologia per un totale di 3080 alunni presenti. È stato lanciato il concorso per il calendario 2012 per le scuole elementari ed il concorso per brevi racconti "Parole di Terra" per le scuole secondarie di primo grado. È proseguito il progetto "Tutte je munne trèma... Je nò!" per le scuole della provincia di Frosinone che ha coinvolto 17 scuole e circa 240 insegnanti.

Sedi di Catania e di Napoli-OV
Sono continuati i programmi con le scuole, anche nell'ambito di progetti PON.

Sede di Grottaminarda (AV)
Riavviato il programma di visite per le scuole che ha ospitato circa 700 alunni.

Museo Geofisico di Rocca di Papa (RM)
Nonostante i lavori di ristrutturazione il museo ha potuto ospitare 4.720 visitatori.

Osservatorio Geofisico di Lipari
L'attività divulgativa ha coinvolto oltre 300 visitatori.

Centri informativi delle Isole Eolie
Nel periodo estivo di apertura a Vulcano l'affluenza è stata di 1.392 persone, mentre in poco più di due mesi le presenze a Stromboli sono state 6.582. In altre sedi è stata svolta un'intensa attività divulgativa presso le scuole.

Altre attività
Ricercatori INGV hanno fatto parte del Comitato Scientifico delle Olimpiadi di Scienze della Terra (IESO 2011).

Strutture espositive e museali

Dal 19 al 21 gennaio 2011 è stata allestita la mostra "Catastrofi Naturali" al Festival della Scienza di Roma "La Fine del Mondo: istruzioni per l'uso". La stessa mostra è stata allestita dal 30 giugno al 2 luglio a Torino, in occasione della manifestazione PROTEC. In collaborazione con l'Ecomuseo delle acque di Gemona è stata allestita la mostra "Terremoti" per i 35 anni dal terremoto del Friuli. La mostra al Festival della Scienza di Genova "Come è profondo il mare, la geofisica in acqua" ha visto la partecipazione di quasi tutte le Sezione dell'Istituto e ha registrato circa 8.000 visitatori dal 21 ottobre al 2 novembre. Presso la Città della Scienza di Napoli, nell'ambito di Futuro Remoto, dal 10 novembre e fino 31 gennaio 2012 è stata allestita parte della mostra di Genova. Presso il Museo Regionale delle Scienze di Torino è stata realizzata una mostra delle medaglie di lava della collezione della Sezione di Napoli-OV.

Manifestazioni e eventi

Ad aprile 2011 si è svolta in molte sedi INGV l'iniziativa divulgativa a carattere nazionale "ScienzAperta" che ha coinvolto le Sedi e le Sezioni con iniziative articolate e costruite sulla base delle esigenze, esperienze e richieste locali. Per la SCST a San Gemini (TR) è stato realizzato "GeoEcolab", che analizza il rapporto tra i cambiamenti climatici e l'energia.Uno speciale evento "Open Day INGV" è stato realizzato l'11 maggio 2011 presso la sede di Roma per rispondere alla emergenza comunicativa nata dalla falsa previsione di un terremoto devastante nella capitale. Anche per l'edizione 2011 della Notte Europea dei Ricercatori (23 settembre) sono state organizzate dalle Sezioni molte iniziative con un ampio e ricco programma. A giugno si è svolta la manifestazione "30 anni di Protezione Civile" per i 30 anni dalla nascita del Centro Alfredo Rampi. Dal 14 al 18 giugno si è svolta la Festa della Marineria a La Spezia. L'INGV ha partecipato nei giorni 24 e 25 novembre alla manifestazione "DocScient", rassegna di filmati scientifici, sia come giuria scientifica che con la proiezione dedicate alle scuole dei filmati

INGV. La sezione di Napoli-Osservatorio vesuviano ha partecipato a varie manifestazioni scientifico-divulgative presso Città della Scienza, in particolare "Gender Day", per celebrare la scienza delle/per le donne in occasione della Giornata Internazionale della Donna. L'INGV ha partecipato all'esercitazione regionale sul rischio sismico, in collaborazione con la Regione Emilia-Romagna, con la simulazione di un forte terremoto.

1.2.g Centro elaborazione dati (UF CED e Reti informatiche)

Proseguendo nelle politiche di connettività avviate in tempi recenti che prevedono l'utilizzo di più fornitori (GARR e SPC), nel 2011 il TTC ha cercato di incrementare la capacità dei collegamenti in essere, sfruttando il regime di competitività venutosi a creare fra i diversi fornitori. Anche quest'anno si è operato aumentando la capacità di banda usufruita dalle diverse sezioni, possibilmente riducendo o quantomeno mantenendo costante l'attuale budget di spesa d'istituto e passando, ove possibile, a collegamenti in fibra ottica con capacità nell'ordine del Gigabit. In particolare, ciò è stato realizzato per le Sezioni di Milano (link con Banda Effettiva di Accesso - BEA - a 1Gbps), Bologna (con BEA 100Mbps) e Catania (con BEA 100Mbps). In tale modo, in caso di eventi sismici rilevanti o eruzioni vulcaniche, è stato possibile usufruire di elevate capacità di banda trasmissiva, anche se solo per le fasi di emergenza, garantendo l'accesso all'utenza esterna e l'operatività in uscita ai ricercatori.

Calcolo e GRID

Per gestire la crescente richiesta di risorse di calcolo da parte dei ricercatori, nel corso del 2011 è stata portata avanti l'attività di sviluppo tecnologico e potenziamento hardware delle infrastrutture della sede di Roma. In particolare, la potenza di calcolo è stata incrementata con la messa in funzione di un nuovo cluster con 32 CPU AMD Opteron 8-core per un totale di 512 core e 1TB RAM, con una potenza di calcolo nominale di 5 TFlops. Nella configurazione della nuova macchina, basata su tecnologia blade, è stato possibile riutilizzare l'infrastruttura di alimentazione e comunicazione delcluster OCTOPUS, che è stato dismesso. Inoltre, per rispondere alle esigenze di codici non immediatamente adattabili a paradigmi di calcolo a memoria distribuita è stata installata una macchina a memoria condivisa con 4 CPU Xeon Hex- Core e 512GB RAM. L'infrastruttura di storage a servizio dei sistemi di calcolo è stata potenziata aumentando le dimensioni dell'area scratch per un totale di 48TB ed affiancando la connessione Ethernet a connessioni Infiniband QDR. Sono state avviate le attività previste dalla convenzione INGV-CASPUR per il porting dei codici di calcolo SPECFEM e FEMSA su architettura GPU, utilizzando il cluster basato su tecnologia nVidia Fermi del CASPUR.

Nell'ottica di giungere ad un coordinamento sempre più stretto nella programmazione delle risorse di calcolo dell'Istituto e di individuare le strategie ottimali per gli sviluppi tecnologici, nel mese di ottobre 2011 è stata organizzata la seconda edizione del workshop hpc@INGV. Il workshop ha visto la partecipazione di ricercatori, esperti dei consorzi di supercalcolo e produttori di hardware maggiormente impegnati nello sviluppo di nuove tecnologie di calcolo.

1.2.h Servizi Tecnici

L'ufficio Tecnico e SPP, istituito nel 2002 e riorganizzato con l'introduzione di ulteriori servizi tramite il documento organizzativo di cui al prot. N°2449 del 22/08/2008, si compone del Settore Ufficio Tecnico e Servizio di Protezione e Prevenzione e del Settore Gestione del Patrimonio immobiliare e Servizi Generali. Nei due Settori confluiscono dei sotto servizi tra i quali Gestione Impianti Tecnologici, Elaborati grafici e progetti, Protocollo informatico commerciale, Ufficio Spedizioni e Fotocopie, Portineria e centralino. In particolare nel corso del 2011 l'Ufficio ha provveduto a:

- garantire la funzionalità generale, l'organizzazione tecnico-logistica, la gestione amministrativa-contabile dei fornitori di beni e servizi, la sicurezza, l'igiene e la salute sul posto di lavoro (redigendo il documento della valutazione dei rischi durante il lavoro e le linee guida del piano di emergenza), promuovendo il coordinamento tra i servizi di prevenzione e protezione presenti presso le altre sezioni dell'INGV (Milano, Napoli, Palermo e Catania);
- curare tutti gli adempimenti normativi riguardanti il settore, per autorizzazioni, permessi, etc., con i rispettivi organi di controllo (Regione, Provincia, Comune, ASL, ISPESL, VV.FF.) e il pagamento dei tributi relativi agli immobili di proprietà dell'INGV;
- predisporre e gestire contratti e/o convenzioni con soggetti pubblici e privati (in particolare gestori di telefonia fissa e mobile, di fornitura di energia elettrica e gas e di tutti i servizi relativi alle attività tecnico-logistiche di competenza);
- attestare, attraverso la verifica delle fatturazioni, la corretta fornitura di beni e servizi relativi alla gestione delle infrastrutture;
- pianificare interventi e attuare nuove strategie nei settori degli impianti tecnologici e delle infrastrutture, per ottimizzare e razionalizzare l'economia gestionale dell'INGV;
- vigilare sulla corretta attuazione delle normative in materia di prevenzione e protezione nei confronti delle ditte che abitualmente operano all'interno dell'INGV e sul rispetto delle prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili che operano all'interno dell'INGV;
- fornire alle sedi distaccate dell'INGV afferenti alle sezioni di Roma e, su richiesta, alle altre sezioni dell'INGV (Bologna, Pisa, Milano, Napoli, Catania e Palermo), la necessaria assistenza per la realizzazione e gestione di

impianti, e in materia di sicurezza, prevenzione, protezione nei luoghi di lavoro e infrastrutture in genere;
- gestire, attraverso alcuni strumenti quali il Tavolo di Coordinamento, la convenzione "Project Financing" tra l'INGV e la Soc. GEA, finalizzata all'ampliamento e successiva gestione ventennale della sede INGV di Roma.

Nel corso del 2011 i Servizi Tecnici hanno inoltre:

- eseguito la progettazione e realizzazione degli impianti elettrici e di cablaggio strutturato in fibra ottica e di alimentazione da UPS funzionali all'ampliamento della sede INGV di Bologna;
- curato la progettazione e la realizzazione degli impianti elettrici e di cablaggio strutturato di nuove postazioni lavoro necessarie ad ospitare le unità di Personale che sono state ridistribuite nell'area Sismos della Sede INGV di Roma;
- curato la gestione e ampliamento in fibra ottica rete telematica della Sede di Roma, necessaria a garantire elevate prestazioni e standard di sicurezza;
- curato gli aspetti amministrativi e normativi relativi ad adeguamenti tecnico-impiantistici e logistici oltre che per le sedi romane anche per le sedi esterne e/o distaccate;
- garantito la messa a norma delle stazioni geofisiche su territorio nazionale (oltre 300 siti);
- garantito in maniera continuativa il servizio di protocollazione della documentazione in entrata ed uscita di competenza dell'Amministrazione Centrale attraverso la gestione del protocollo informatico;
- curato, attraverso il Servizio elaborati grafici e progetti, la realizzazione di numerosi lavori in autocad relativi a modifiche e ristrutturazioni di ambienti. In particolare i Servizi Tecnici hanno fornito supporto alla stesura di tutta la documentazione grafica relativa alla preparazione dei documenti di gara per l'assegnazione di forniture di beni e servizi e per la presentazione della documentazione necessaria al rilascio di autorizzazioni presso strutture pubbliche e private, con particolare riferimento a siti sismici e geodetici. Inoltre, sempre attraverso la realizzazione di elaborati grafici, hanno fornito supporto per la realizzazione di impianti tecnologici, quali cablaggio strutturato e impianti elettrici e per la gestione della documentazione relativa al rilascio di autorizzazioni, permessi e nulla osta relativi ad adempimenti normativi della sede di Roma;
- gestito tutte le procedure amministrative in merito alla fornitura di beni e servizi finanziati attraverso il capitolo "Manutenzione e adattamento locali ed impianti" per un importo di circa 1.000.000 di euro, così come la gestione della documentazione relativa al pagamento di tributi, quali occupazioni di suolo pubblico, raccolta rifiuti, smaltimento degli stessi ai sensi del D.lgs. 22/97 e s.m.i.;
- effettuato circa 1300 interventi tecnici, con risorse interne, per la sede di Roma e per le sedi afferenti alle sezioni romane, garantendo il servizio di reperibilità impianti h24, per la sede di Roma ed effettuando numerosi interventi che hanno, nel 100% dei casi, garantito la continuità di tutti i compiti istituzionali dell'INGV;
- garantito il rispetto e l'applicazione dei requisiti minimi di sicurezza durante il lavoro, così come disposto dal D.Lgs. 81/08 e fornito attraverso la compilazione di opportuni moduli, predisposti dal Servizio medesimo, la fornitura alle varie unità di Personale, di D.P.I. (Dispositivi di Protezione Individuale) e dotazioni tecniche necessarie allo svolgimento delle attività di ricerca.
- garantito il rispetto e l'applicazione, così come disposto dalla normativa vigente, dei requisiti minimi per la prevenzione incendi attraverso l'ottimizzazione dei sistemi antincendio e il rinnovo dei C.P.I. (Certificati Prevenzione Incendi) per quei luoghi nei quali ne vige l'obbligo.

1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)

Avviato negli ultimi mesi del 2006, il Centro Servizi Scientifici, Tecnici e Culturali continua a dimostrare una buona vitalità e la capacità di creare utili sinergie tra i servizi stessi e tra questi e il resto dell'INGV. Nel 2011 il Centro ha proseguito nella sua opera, proponendo nuovi modi per garantire la massima visibilità sia ai ricercatori dell'INGV, ad esempio attraverso una valorizzazione delle pubblicazioni interne - il cui numero è cresciuto molto negli ultimi anni, sia a tutto l'ente, ad esempio promuovendo la partecipazione dell'INGV a grandi eventi culturali di rilevanza nazionale.

Il Laboratorio di Grafica e Immagini continuerà a supportare tutte le attività degli OS 5.9 e 5.10 (Formazione e Informazione e Biblioteche ed Editoria), partecipando in particolare alla realizzazione della pannellistica per i grandi eventi culturali e del materiale espositivo per diverse iniziative di carattere museale.

La Redazione di Annals of Geophysics continua l'attivitá di rilancio della rivista on-line che mostra un progressivo aumento del numero di sottomissioni di articoli scientifici, dei volumi speciali e del suo Impact Factor.

La Redazione del Centro Editoriale Nazionale (CEN) svilupperà la sua attività in modo da incrementare ulteriormente la produzione e la diffusione delle collane editoriali INGV *Quaderni di Geofisica*, *Rapporti Tecnici INGV*, *Miscellanea INGV* e *Monografie Istituzionali INGV* ed inserendo in quest'ultima anche i volumi di Bilancio INGV, sia di Rendiconto che di Previsione, ai sensi dell'art. 4 del Regolamento di amministrazione, contabilità e finanza dell'INGV, approvato con Decreto del Presidente n. 87 del 23 aprile 2009 e pubblicato nel supplemento ordinario n. 72 alla Gazzetta Ufficiale n. 113 del 18 maggio 2009 - Serie generale.
L'Ufficio Tecnico e SPP continuerà ad ottimizzare attraverso procedure informatizzate tutti i contratti relativi alle utenze

e a fornitori di servizi in genere, al fine di ridurre sensibilmente i costi di gestione. Curerà inoltre gli adempimenti normativi relativi alla prevenzione e sicurezza. Infine, in collaborazione con i Servizi 626 locali, curerà l'elaborazione del documento di valutazione dei rischi durante il lavoro, le schede posto di lavoro e le schede tecniche dei luoghi di lavoro.

Il Centro elaborazione dati parteciperà alle attività dell'OS 2.1 Laboratorio per le reti informatiche, GRID e calcolo avanzato, e continuerà a supportare con soluzioni tecnologiche di elevato livello tutte le attività scientifiche e amministrative delle sezioni romane.

1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature

Per queste attività si faccia riferimento al resoconto dell'Obiettivo Specifico 2.1 "Laboratorio per le reti informatiche, GRID e calcolo avanzato".

1.5. Principali interazioni con le altre strutture dell'ente

Per loro natura le strutture dell'Amministrazione Centrale interagiscono con tutte le strutture dell'INGV. Si vuole qui in particolare rilevare il ruolo di supporto a scala nazionale offerto dal Laboratorio Grafica e Immagini, dalla Biblioteca della sede di Roma e dall'Ufficio Stampa. Si sottolinea inoltre l'importante ruolo di coordinamento a scala nazionale svolto nei settori dell'editoria, della formazione e divulgazione, delle biblioteche.

1.6. Contributi per la formazione (a partire dalla lista valida per tutto l'ente)

---

2. Elenco unità funzionali (UF) e unità di progetto (UP) della sezione

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti	Ob. Spec. di riferimento
UF1	CED e reti informatiche	Quintilio Taccetti	-	2.1
UF2	Ufficio Tecnico Prevenzione e Protezione	Massimiliano Cerrone	5	-
-	Centro Servizi Scientifici Tecnici e Culturali	Fabio Florindo	24	5.8, 5.9, 5.10

3. Elenco associati di ricerca alla sezione

-

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



Schede per Obiettivo Specifico

Introduzione

Come discusso nelle parti introduttive di questo documento (si vedano la Premessa e diversi paragrafi della sezione di Presentazione e Inquadramento del presente volume), gli Obiettivi Specifici rappresentano il cuore della programmazione delle attività dell'INGV. Per rendicontare al meglio i risultati conseguiti da ogni Obiettivo Specifico è stata elaborata una scheda che contiene:

Un elenco delle Strutture che hanno concorso alle attività.

Gli obiettivi scientifici o tecnologici raggiunti nell'anno di riferimento. Limitatamente agli Obiettivi Specifici che sono anche TTC, questa sezione delinea le modalità del coordinamento trasversale (riunioni, attività congiunte tra sezioni diverse) e le eventuali difficoltà incontrate.

Una descrizione delle attività. Questa parte della scheda documenta:
- Sistemi di monitoraggio/analisi dati
- Metodologie d'indagine
- Dati acquisiti
- Avanzamenti scientifici
- Avanzamenti tecnologici

Un elenco di prodotti ottenuti nell'anno di riferimento. Questa parte della scheda si compone di due sotto-sezioni. La prima include pubblicazioni censite nel Journal Citation Reports (JCR) secondo lo schema seguito per il censimento della bibiliografia ormai in uso da alcuni anni (si veda la sezione Bibliografia 2011 alla fine di questo volume). Ovviamente le pubblicazioni associate a un singolo Obiettivo Specifico sono un sottoinsieme della bibliografia generale dell'INGV. La seconda sotto-sezione "Altre pubblicazioni" include pubblicazioni non-JCR e prodotti non immediatamente riferibili a "pubblicazioni" ma ricadenti nelle seguenti tipologie:
- tesi di laurea e dottorato
- banche dati (con eventuale indirizzo web)
- prodotti tecnologici come sistemi HW, SW, prototipi, brevetti

Un elenco di Progetti e Convenzioni. Questa parte della scheda elenca i progetti esterni e le convenzioni che hanno supportato le attività del dato Obiettivo Specifico nell'anno 2011 così come elencati nelle tabelle riassuntive del Piano Triennale 2011-2013 e nel Capitolo II della sezione di Presentazione e Inquadramento del presente volume. Ogni Progetto o Convenzione è identificato da un codice e da un identificativo di Unità di Ricerca (UR).

Come accennato in precedenza, e come ormai avviene dal 2004, la rendicontazione dei risultati conseguiti nel 2011 avviene con riferimento alla griglia degli Obiettivi Specifici più recente, ovvero quella prevista dal Piano Triennale 2011-2013. Qui di seguito viene riportato l'elenco di tali Obiettivi Specifici, contenuto nel Decr. Pres. N. 757 del 30 dicembre 2010 ("Aggiornamento della rete scientifica dell'INGV per il 2010").

Obiettivo Generale 1: Sviluppo dei sistemi di osservazione

1.1.	TTC	Monitoraggio sismico del territorio nazionale
1.2.	TTC	Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche attive
1.3.	TTC	Sorveglianza geodetica delle aree vulcaniche attive
1.4.	TTC	Sorveglianza sismologica delle aree vulcaniche attive
1.5.	TTC	Sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani
1.6.		Osservazioni di geomagnetismo
1.7.		Osservazioni di alta e media atmosfera
1.8.		Osservazioni di geofisica ambientale
1.9.	TTC	Rete GPS nazionale
1.10.	TTC	Telerilevamento
1.11.	TTC	Osservazioni e monitoraggio macrosismico del territorio nazionale

Obiettivo Generale 2: Attività sperimentali e Laboratori

2.1.	TTC	Laboratorio per le reti informatiche, GRID e calcolo avanzato
2.2.		Laboratorio di Paleomagnetismo
2.3.	TTC	Laboratori di chimica e fisica delle rocce
2.4.	TTC	Laboratori di Geochimica dei Fluidi
2.5.		Laboratorio per lo sviluppo di sistemi di rilevamento sottomarini
2.6	TTC	Laboratorio di gravimetria, magnetismo ed elettromagnetismo in aree attive

Obiettivo Generale 3: Studiare e capire il sistema Terra

3.1.		Fisica dei terremoti
3.2.		Tettonica attiva
3.3.		Geodinamica e struttura dell'interno della Terra
3.4.		Geomagnetismo
3.5.		Geologia e storia dei vulcani ed evoluzione dei magmi
3.6.		Fisica del vulcanismo
3.7.		Dinamica del clima e dell'oceano
3.8.		Geofisica per l'ambiente
3.9.		Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale
3.10.		Storia e archeologia applicate alle Scienze della Terra

Obiettivo Generale 4: Comprendere e affrontare i rischi naturali

4.1.		Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica
4.2.	TTC	Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale
4.3.	TTC	Scenari di pericolosità vulcanica
4.4.		Scenari e mitigazione del rischio ambientale
4.5.		Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi
4.6		Oceanografia operativa per la valutazione dei rischi in aree marine

Obiettivo Generale 5: L'impegno verso le istituzioni e verso la Società

5.1.	TTC	Banche dati e metodi macrosismici
5.2.	TTC	Banche dati di sismologia strumentale
5.3.	TTC	Banche dati vulcanologiche
5.4.		Banche dati di geomagnetismo, aeronomia, clima e ambiente
5.5.	TTC	Sistema informativo territoriale
5.6.	TTC	Attività di Sala Operativa
5.7.		Consulenze in favore di istituzioni nazionali e attività nell'ambito di trattati internazionali
5.8.	TTC	Biblioteche ed editoria
5.9.		Formazione e informazione
5.10.	TTC	Sistema web

Obiettivo Specifico: 1.1. TTC

Monitoraggio sismico del territorio nazionale

Denominazione precedente: *Monitoraggio sismico del territorio nazionale*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *645,5*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
La sorveglianza sismologica è uno dei temi primari dell'attività dell'INGV. Con questo TTC si realizza il coordinamento di tutti gli sviluppi che queste attività avranno nel prossimo triennio, tra cui la Rete Sismica Nazionale e la rete sismica mediterranea.

1. Responsabile/i

Marco Cattaneo (CNT)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, RM1, BO, CT, MI, NA-OV, PI

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Nel 2011 l'attività di monitoraggio sismico del territorio nazionale è stata caratterizzata sia da operazioni ormai routinarie di gestione, mantenimento e sviluppo delle strutture esistenti, sia da alcuni interventi in emergenza. Dal punto di vista del monitoraggio permanente, la rete sismica centralizzata si è ulteriormente sviluppata, sia in termini numerici che qualitativi. In particolare, si è ridisegnata una parte della rete a trasmissione satellitare Nanometrics, adottando una strategia di comunicazione più robusta: a seguito di tests empirici sviluppati in particolare nella sede Irpinia del CNT, si è modificata la distribuzione delle stazioni nei vari canali, in modo da garantire una trasmissione completa ed in tempo strettamente reale dei segnali dei velocimetri, e ove presenti anche degli accelerometri, anche in caso di eventi di magnitudo molto elevata. È stato inoltre attivato il secondo Hub satellitare presso la sede di Catania, consentendo anche in questo caso di ridistribuire il carico sui vari canali, e di iniziare l'utilizzo del nuovo sistema di acquisizione e trasmissione Libra2. Attraverso queste nuove strategie di trasmissione, l'installazione di nuove stazioni e l'integrazione in tempo reale dei dati acquisiti dalla Rete Accelerometrica dell'Italia Settentrionale, gestita dalla sezione di Milano, è stato sensibilmente aumentato il numero di canali accelerometrici disponibili in tempo reale presso la Sala Sismica (oltre 100), dati importanti per la valutazione speditiva di mappe di scuotimento. Sempre in un'ottica di garantire la robustezza del sistema di acquisizione, si è completata l'implementazione di un sistema ridondato di acquisizione presso la sede Irpinia del CNT, che rappresenta un sistema di disaster recovery in caso di problemi alla sala sismica di Roma. Dal punto di vista delle nuove installazioni, queste hanno riguardato varie aree: dalla Toscana (grazie anche alla stretta collaborazione tra Prato Ricerche e la sezione di Pisa), a Piemonte e Liguria (grazie alla collaborazione convenzionata con l'Università di Genova), a Emilia Romagna, Umbria e Marche (anche qui grazie a vari rapporti convenzionali). Sono state inoltre realizzate tre installazioni in pozzo, una a Sermide (MN), in una zona ad alto livello di rumore antropico, e due nel laboratorio naturale dell'Alta Tiberina, volti a studi di dettaglio sulla sismogenesi. Nell'ambito dell'APQ Sicilia si è provveduto al potenziamento della rete sismica sull'isola, con 4 installazioni in area peloritana, in area Iblea e in Sicilia centrale, e si è programmata l'estensione del monitoraggio in Sicilia centro-occidentale, con l'individuazione e caratterizzazione di 14 nuovi siti, la cui idoneità è stata verificata attraverso misure di noise. Nel complesso, l'attività di monitoraggio permanente ha portato alla localizzazione, nell'anno 2011, di 16469 terremoti, di cui 773 con magnitudo superiore a 2.5. Un gran numero di eventi si concentra nell'Italia Centrale: questo è dovuto sia all'accresciuto livello di sismicità nell'area a seguito del terremoto dell'Aquila del 2009, sia alla più bassa soglia di detezione, legata da un lato all'installazione della rete sperimentale dell'Alta Tiberina, dall'altro all'integrazione, ormai quasi completata, tra rete nazionale e reti regionali di Marche e Umbria. Nel 2011 è terminato l'esperimento di monitoraggio temporaneo nell'area del Montello (progetto OMBRA, gestito dalle sezioni di Bologna e Milano), ed è iniziato un esperimento in zona Frusinate (10 stazioni, gestito dal CNT). Nel 2011 sono stati effettuati anche due interventi di raffittimento temporaneo della rete di monitoraggio a seguito di eventi sismici: nel periodo Maggio-Settembre in provincia di Forlì-Cesena, a seguito della sequenza sismica sviluppatasi nell'area di Bagno di Romagna – Santa Sofia, e a partire dal mese di Ottobre nell'area del Pollino (provincia di Cosenza). Nel primo caso sono state installate 6 stazioni temporanee, di cui 2 dotate di modem router UMTS per la trasmissione in tempo reale a Roma; nel secondo caso sono state installate 4 stazioni temporanee, tutte centralizzate a Roma, gestite in collaborazione con l'Università di Cosenza. Anche la rete mobile della sezione di Catania è stata impiegata per il monitoraggio di due importanti sequenze sismiche che hanno interessato le aree dei Nebrodi e degli Iblei. Dal 26 al 30 Settembre si è svolta una esercitazione della struttura di pronto intervento dell'INGV in caso di forte terremoto: si è simulato un tale evento nell'area interessata dal primo monitoraggio temporaneo precedentemente descritto (in particolare intorno al comune di Santa Sofia), e si sono attivate le procedure per l'installazione della rete mobile di pronto intervento, sia nella sua parte centralizzata (a trasmissione satellitare o UMTS) sia nella parte a registrazione locale. Hanno partecipato tecnici, tecnologi e ricercatori del CNT (sedi di Roma, Ancona e Grottaminarda), delle sezioni di Roma1 (Arezzo), Bologna, Pisa e Milano-Pavia, e della Fondazione Prato Ricerche. A

seguito di tale esercitazione, si è deciso di costituire un Coordinamento delle Reti Sismiche Mobili INGV: il 15 Dicembre è stato effettuato un primo incontro operativo tra i referenti di tutte le unità di pronto intervento, comprendendo quindi anche le sezioni e sedi non coinvolte nell'esercitazione, in particolare Napoli, Catania e Gibilmanna. In questa sede è stato effettuato un inventario delle disponibilità di strumentazione (oltre 30 stazioni dedicate e oltre 100 disponibili) e di personale (oltre 60 unità disponibili), e sono state gettate le basi per una attività di coordinamento ed integrazione tra i vari gruppi.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

- Monitoraggio in tempo reale della sismicità nazionale e mondiale (16469 terremoti localizzati nel 2011 in Italia e aree limitrofe, di cui 773 con magnitudo superiore a 2.5).
- Monitoraggio di dettaglio in tempo reale delle regioni vulcaniche (cfr. TTC1.4) e delle aree limitrofe (Campania, Sicilia Orientale, Isole Eolie).
- Monitoraggio di dettaglio della zona Altotiberina con rete velocimetrica densa (progetti Airplane - Taboo).
- Monitoraggio di dettaglio (velocimetrico e accelerometrico) della Regione Marche.
- Monitoraggio di dettaglio delle Regioni Umbria, Abruzzo, Molise, Lombardia e Veneto.
- Dati accelerometrici registrati dalla Rete Accelerometrica in Italia Settentrionale (RAIS). Le elaborazioni dei dati registrati dalla RAIS sono rese disponibili su un sito web dedicato (http://rais.mi.ingv.it).
- Sviluppo della nuova sede Irpinia dell'INGV (Osservatorio di Grottaminarda), con nuova organizzazione dei laboratori, dell'hub satellitare e della rete informatica.
- Potenziamento delle reti: ricerca e qualificazione di nuovi siti, installazione di nuove stazioni digitali, sia permanenti che temporanee

4.2 Metodologie d'indagine

Oltre al contributo dato dal monitoraggio sismico alla ricerca sismologica dell'Istituto nel suo complesso, alcune metodologie sono più specifiche al monitoraggio:

- Analisi in tempo reale di segnali sismici, picking automatico, calcolo della magnitudo in tempo quasi reale, parzialmente in rete sul sito http://cnt.rm.ingv.it.
- Produzione in automatico di mappe di scuotimento (shakemaps), in rete sul sito http://shakemap.rm.ingv.it/shake/index.html.
- Produzione di soluzioni Momento Tensore, con metodo Time Domain (in rete sul sito http://cnt.rm.ingv.it/tdmt.html) e con metodo RCMT, in rete sul sito http://www.bo.ingv.it/RCMT.

4.3 Dati acquisiti

- Sismicità del territorio nazionale (bollettini sismici), in rete sul sito http://bollettinosismico.rm.ingv.it.
- Data Base Sismologico di strumentazione e dati parametrici, in rete sul sito http://iside.ingv.it.
- Forme d'onda in continua di tutte le stazioni VBB (Mednet), in rete sul sito http://mednet.ingv.it o con programmi specifici di data retrieval (autodrm, netdc).
- Forme d'onda in continua di tutta la rete nazionale e delle reti temporanee installate a seguito degli interventi temporanei di monitoraggio nel Forlivese e nell'area del Pollino, in rete sul sito http://eida.rm.ingv.it.
- Database GEOVES della rete permanente dell'Osservatorio Vesuviano, in parte on-line sul sito http://www.ov.ingv.it.
- Database EOLO della rete broadband di Stromboli, on-line sul sito http://eolo.ov.ingv.it.
- Database degli eventi localizzati in Sicilia e aree limitrofe, di alcuni parametri sismici significativi e visualizzazione di alcune tracce sismiche, on-line sul sito http://dpc.ct.ingv.it.

4.4 Avanzamenti scientifici

Nell'ambito più direttamente inerente al monitoraggio, nel corso del 2011 gli avanzamenti scientifici più significativi sono stati relativi a:

- Analisi degli aftershocks del terremoto Aquilano del 2009.
- Valutazione di effetti di sito e topografici in bacini alluvionali.
- Caratterizzazione della risposta di stazioni sismiche velocimetriche e accelerometriche.
- Definizione di modelli di propagazione in aree specifiche (ad esempio, Alto Mugello, Montefeltro), con identificazione e caratterizzazione di strutture sismogenetiche.
- Studio delle componenti rotazionali associate a forti terremoti, tramite analisi congiunta delle registrazioni sismiche BB con quelle ottenute da un giroscopio laser ad altissima risoluzione.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Il 2011 ha visto un utilizzo sempre più ampio della nuova versione (GAIA2) della stazione GAIA, sviluppata nel Laboratorio Elettronico del CNT. Oltre all'utilizzo per la rete nazionale, unità GAIA2 sono state utilizzate nel completamento delle reti velocimetrica e accelerometrica della Regione Marche e della RAIS e della rete di monitoraggio dell'area geotermica di Larderello. Sono stati utilizzati nuovi vettori di trasmissione dei dati sismici, sia satellitari che radio terrestri; in particolare, per i vettori satellitari si è consolidato il passaggio di una parte delle stazioni alla piattaforma Astra2Connect, mentre per la parte terrestre, oltre alle usuali tecnologie wi-fi, sono state sempre più utilizzate tecnologie GPRS-UMTS su ponti radio commerciali. Il sistema di gestione dei segnali in tempo reale presso la Sala Sismica di Roma è stato oggetto di ulteriori miglioramenti. È stata consolidata la trasformazione dell'acquisizione, utilizzando, oltre ai sistemi già esistenti, due catene parallele di processi seedlink-earthworm, che garantiscono la massima robustezza e flessibilità di tutto il sistema; è stato sviluppato un sistema di disaster recovery, con catene di acquisizione analoghe a quelle della Sala Sismica di Roma installate presso la sede Irpinia. Nella sala sismica di Catania è proseguito lo sviluppo del nuovo sistema di localizzazione automatica dei terremoti e di calcolo della magnitudo in tempo reale. Creazione di una nuova sala sismica presso l'INGV-OV, con nuovi sistemi di visualizzazione in tempo reale.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

26. Augliera, P., Massa, M., D'Alema, E., Marzorati, S. (2011). RAIS: a real time strong-motion network in northern Italy. Ann. Geophys., 54,, 23-34. 10.4401/ag-4855. http://hdl.handle.net/2122/7366
82. Bragato, P., Di Bartolomeo, P., Pesaresi, D., Plasencia Linares, M. P., Saraò, A. (2011). Acquiring, archiving, analyzing and exchanging seismic data in real time at the Seismological Research Center of the OGS in Italy. Ann. Geophys., 54,1, 67-75. 10.4401/ag-4958. http://hdl.handle.net/2122/7667
83. Bragato, P. L., Sugan, M., Augliera, P., Massa, M., Vuan, A., Saraò, A. (2011). Moho reflection effects in the Po plain (Northern Italy) observed from instrumental and intensity data. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101,, 2142-2152. 10.1785/0120100257. http://hdl.handle.net/2122/7368
182. Di Luccio, F., Pino, N. A. (2011). Elementary seismological analysis applied to the April 6, 2009 L'Aquila mainshock and its larger aftershock. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,3, 389-406. 10.4430/bgta0030. http://hdl.handle.net/2122/7390
205. Faenza, L., Lauciani, V., Michelini, A. (2011). Rapid determination of the shakemaps for the L'Aquila main shock: a critical analysis. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,3, 407-425. 10.4430/bgta0020. http://hdl.handle.net/2122/7303
275. Lomax, A., Michelini, A. (2011). Tsunami early warning using earthquake rupture duration and P-wave dominant period: the importance of length and depth of faulting. Geophys. J. Int., 185,1, 283-291. 10.1111/j.1365-246X.2010.04916.x. http://hdl.handle.net/2122/7789
287. Margheriti, L., Chiaraluce, L., Voisin, C., Cultrera, G., Govoni, A., Moretti, M., Bordoni, P., Luzi, L., Azzara, R., Valoroso, L., Di Stefano, R., Mariscal, A., Improta, L., Pacor, F., Milana, G., Mucciarelli, M., Parolai, S., Amato, A., Chiarabba, C., De Gori, P. (2011). Rapid response seismic networks in Europe: the lesson learned from L'Aquila earthquake emergency. Ann. Geophys., 54,4, 392-399. 10.4401/ag-4953. http://hdl.handle.net/2122/7399
351. Pesaresi, D. (2011). The EGU2010 SM1.3 Seismic Centers Data Acquisition session: an introduction to Antelope, EarthWorm and SeisComP, and their use around the World. Ann. Geophys., 54,1, 1-7. 10.4401/ag-4972. http://hdl.handle.net/2122/7666
392. Saccorotti, G., Piccinini, D., Braun, T. (2011). Narrow-band, transient signals in Central Apennines, Italy: hints for underground fluid migration?. Geophys. J. Int., 187,2, 918-928. 10.1111/j.1365-246X.2011.05180.x. http://hdl.handle.net/2122/7582
448. Zaccarelli, L., Shapiro, N. M., Faenza, L., Soldati, G., Michelini, A. (2011). Variations of crustal elastic properties during the 2009 L'Aquila earthquake inferred from cross correlations of ambient seismic noise. Geophys. Res. Lett., 38, L24304. 10.1029/2011GL049750. http://hdl.handle.net/2122/7304

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

454. Abruzzese, L., De Luca, G., Cattaneo, M., Cecere, G., Cardinale, V., Castagnozzi, A., D'Ambrosio, C., Delladio, A., Demartin, M., Falco, L., Franceschi, D., Govoni, A., Memmolo, A., Migliari, F., Minichiello, F., Moretti, M., Moschillo, R., Pignone, M., Selvaggi, G., Zarrilli, L. (2011). La Rete sismica Mobile in telemetria satellitare (Re.Mo.Tel.).177. http://hdl.handle.net/2122/6960
462. Augliera, P., D'Alema, E., Franceschina, G., Marzorati, S., Massa, M., Marchesi, E., Marzorati, D. (2011). Micro-Seismicity Monitoring for a Cushion Gas Storage Project in Italy. Miscellanea INGV,12, 12.http://hdl.handle.net/2122/7576
463. Augliera, P., Franceschina, G., Massa, M., Lovati, S., D'Alema, E., Marzorati, S. (2011). Livelli di detezione da stazioni sismiche in pozzo. Miscellanea INGV,10, 68-71.http://hdl.handle.net/2122/7388
474. Bucci, A., Rao, S. (2011). Test-box per accelerometro Episensor FBA ES-T. Rapporti Tecnici INGV,209, 1-20.http://hdl.handle.net/2122/7717
494. Cattaneo, C., Moretti, M. (2011). riassunti estesi del I° workshop tecnico. Monitoraggio sismico del territorio nazionale: stato dell'arte e sviluppo delle reti di monitoraggio sismico. Miscellanea INGV,10.

http://hdl.handle.net/2122/7362
495. Cattaneo, M., D'Alema, E., Frapiccini, M., Marzorati, S., Monachesi, G. (2011). Sistemi di alimentazione della rete Alta Val Tiberina. Miscellanea INGV,10, 91-93.http://hdl.handle.net/2122/7569
496. Cattaneo, M., D'Alema, E., Frapiccini, M., Marzorati, S., Monachesi, G. (2011). Acquisizione presso la sede di Ancona. Miscellanea INGV,10, 124-127.http://hdl.handle.net/2122/7571
498. Cavaliere, A., Danecek, P., Salimbeni, S., Danesi, S., Pondrelli, S., Serpelloni, E., Augliera, P., Franceschina, G., Lovati, S., Massa, M., Maistrello, M., Pessina, V. (2011). OMBRA: Observing Montello BRoad Activity. Una rete temporanea per lo studio dei processi di deformazione attraverso la faglia del Montello (Alpi orientali). Miscellanea INGV,10, 65-67.http://hdl.handle.net/2122/7398
507. D'Alema, E., Cattaneo, M., Frapiccini, M., Marzorati, S., Monachesi, G., Ferretti, M. (2011). Rete Sismometrica Marchigiana e sua integrazione con la RSN e Rete AVT. Miscellanea INGV,10, 19-21.http://hdl.handle.net/2122/7568
544. Lo Castro, M. D., Andronico, D., Cassisi, C., Montalto, P., Prestifilippo, M. (2011). Implementazione di una nuova procedura per caratterizzare la forma di particelle mediante misure al CAMSIZER e algoritmi di clustering. Quaderni di Geofisica INGV,94, 1-19.http://hdl.handle.net/2122/7665
550. Marzorati, S., Cattaneo, M., D'Alema, E., Frapiccini, M., Ladina, C., Monachesi, G. (2011). Sensori in pozzo della RSN dell'INGV. Miscellanea INGV,10, 72-75.http://hdl.handle.net/2122/7565
551. Marzorati, S., Ladina, C., Piccarreda, D., Ameri, G. (2011). Campagna di misure sismiche nella conca subequana.156. http://hdl.handle.net/2122/7567
553. Monachesi, G., Cattaneo, M., D'Alema, E., Frapiccini, M., Marzorati, S., Ferretti, M. (2011). Sistemi di controllo in uso al centro di acquisizione della sede di Ancona. Miscellanea INGV,10, 104-107.http://hdl.handle.net/2122/7570
555. Moretti, M., Antonioli, A., Braun, T., Cattaneo, M., Chiaraluce, L., Fiaschi, A., Govoni, A., Lauciani, V., Marcocci, C., Margheriti, L., Matassoni, L., Mazza, S., Mele, F., Morelli, M., Moschillo, R., Piccinini, D., Pignone, M., Pintore, S., Quintilliani, M., Saccorotti, G. (2011). La sequenza sismica nel Montefeltro (Forlì - Cesena): l'intervento della rete sismica mobile. Rapporti Tecnici INGV,202, 1-17.http://hdl.handle.net/2122/7186
556. Moretti, M., Augliera, P., Bianchi, I., Chiaraluce, L., Cimini, G. B., Colasanti, G., D'Alema, E., Di Stefano, R., Frepoli, A., Giovani, L., Govoni, A., Latorre, D., Marchetti, A., Marzorati, Simone, Massa, M., Silvestri, M. (2011). Il terremoto del 23 dicembre 2008 nell'Appennino Reggiano-Parmense: l'intervento della Re.Mo. (Rete Sismica Mobile stand-alone). Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/6940
557. Moretti, M., Chiarabba, C., Cianchini, G., Colasanti, G., Criscuoli, F., De Gori, P., Frepoli, A., Govoni, A., Marchetti, A., Serratore, A. (2011). Emergenza sismica nel Frusinate (Ottobre 2009 – Gennaio 2010): l'intervento della Rete Sismica Mobile stand-alone e l'analisi dati. Rapporti Tecnici INGV,200, 1-23.http://hdl.handle.net/2122/7185
558. Moretti, M., Nostro, C., Govoni, A., Pignone, M., La Longa, F., Crescimbene, M., Selvaggi, G. (2011). L'intervento del Centro Operativo Emergenza Sismica in occasione del terremoto del 2009 a L'Aquila. Quaderni di Geofisica INGV,92, 1-32.http://hdl.handle.net/2122/7034
570. Pesaresi, D., Bragato, P. L. (2011). Acquisizione dati al Centro di Ricerche Sismologiche dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS. Miscellanea INGV,10, 38-41.http://hdl.handle.net/2122/7091
580. Pesci, A., Teza, G., Casula, G., Bonali, E., Tarabusi, G., Boschi, E. (2011). Esperienza di misura mediante lo strumento tromino per lo studio delle vibrazioni e delle sollecitazioni naturali e antropiche. Rapporti Tecnici INGV,203, 1-27.http://hdl.handle.net/2122/7337
581. Piccinini, D., Cauchie, L., Azzara, R. M., Braun, T., Fiori, I., Paoletti, F., Saccorotti, G. (2011). Caratteristiche del Rumore Sismico nei pressi del Rilevatore di Onde Gravitazionali VIRGO (Cascina, Pisa). Quaderni di Geofisica INGV,90, 1-30.http://hdl.handle.net/2122/7643
599. Salvaterra, L., Rao, S. (2011). WebMon: piccola interfaccia web della stazione sismica digitale GAIA2. Rapporti Tecnici INGV,212, 1-24.http://hdl.handle.net/2122/7364

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

- Sismicità del territorio nazionale (bollettini sismici), http://bollettinosismico.rm.ingv.it (CNT).
- Data Base Sismologico di strumentazione e dati parametrici. http://iside.ingv.it (CNT).
- Forme d'onda rete nazionale e reti temporanee, http://eida.rm.ingv.it (CNT).
- Database GEOVES della rete permanente del'Osservatorio Vesuviano, http://www.ov.ingv.it (NA).
- Database EOLO della rete broadband di Stromboli, http://eolo.ov.ingv.it (NA).

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[268] NERIES – UR2 (Network of Research Infrastructures for European Seismology – resp.: S. Mazza).
[280] AIRPLANE - UR1 Boschi Enzo - Piattaforma di ricerca multidisciplinare su terremoti e vulcani.
[280] AIRPLANE - UR3 Amato Alessandro - Piattaforma di ricerca multidisciplinare su terremoti e vulcani.

[312] PQ Sorv. Sicilia - UR10 Patanè Domenico - Programma Quadro per l'attuazione del programma triennale della sorveglianza sismica e vulcanica in Sicilia.
[359] REGIONE PUGLIA – UR10 (ACCORDO QUADRO TRA L'INGV E LA REGIONE PUGLIA, BARI 08/11/2007 – resp.: G. Cecere).
[427] Osservatorio INGV di Messina – UR10 (Ripristino, consolidamento e ristrutturazione sede Osservatorio INGV di Messina – resp.: P. Verde).
[459] EPOS - UR10 Cocco Massimo - European Plate Observing System.
[461] Convenzione Regione Marche 2010 - UR10 Selvaggi Giulio - Convenzione tra Regione Marche ed Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia per il supporto tecnico, scientifico ed informativo nelle attività di Protezione Civile di competenza regionale - Anno 2010.
[477] NERA - UR10 Michelini Alberto - Network of European Research Infrastructures for Earthquake Risk Assessment and Mitigation.
[477] NERA - UR20 Piatanesi Alessio - Network of European Research Infrastructures for Earthquake Risk Assessment and Mitigation.
[477] NERA - UR30 Luzi Lucia - Network of European Research Infrastructures for Earthquake Risk Assessment and Mitigation.
[481] GENESI - DEC - UR10 Favali Paolo - GENESI - DEC - Ground European Network for Earth Science Interoperations - Digital Earth Community.

Obiettivo Specifico: 1.2. TTC

Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche attive

Denominazione precedente: *Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche attive*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *300*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Il TTC coordina lo sviluppo di reti permanenti per la misura dei parametri geochimici legati alle fenomenologie pre-, sin- e post-eruttive. Cura l'installazione delle reti di sorveglianza e l'integrazione dei dati nelle sale di monitoraggio per i vulcani attivi italiani. Armonizza inoltre il monitoraggio per tutti i vulcani italiani.

1. Responsabile/i

Rocco Favara (PA)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

RM1, CT, NA-OV, PA

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Le attività del TTC 1.2 hanno seguito quanto previsto dal Piano Triennale. Nonostante l'obiettivo sia quello di mantenere e innovare le reti, la diminuita disponibilità di personale addetto alla sorveglianza geochimica dei vulcani, in molti casi rischia di compromettere il mantenimento delle reti. Questa situazione è particolarmente drammatica a Napoli, ma anche le altre sezioni per mantenere l'esistente devono aumentare il carico di lavoro sulle singole persone. Molto del personale che opera nella sorveglianza è precario, per cui, molto delle attività sono a rischio chiusura nel caso non venissero prolungati i loro contratti. I vulcani sui quali viene fatto il maggiore sforzo di monitoraggio sono: Etna, Stromboli, Vulcano, Vesuvio, Campi Flegrei. A Ischia, Pantelleria, Panarea, Colli Albani, gli interventi sono stati meno frequenti. Il miglioramento dei modelli interpretativi e di funzionamento dei singoli vulcani monitorati è sempre perseguito per consentire una migliore interpretazione delle anomalie geochimiche che precedono, accompagnano e seguono le eruzioni. A Stromboli e sull'Etna l'approccio multidisciplinare alla valutazione della pericolosità vulcanica ottiene risultati sempre migliori. L'efficienza delle reti sull'Etna, comporta un notevole impegno, specialmente in inverno ed in particolare nelle aree sommitali, dove sono ubicate le stazioni per la misura in tempo reale della temperatura, dei rapporti CO_2/SO_2 ed H_2S/SO_2 nei gas fumarolici (PA). Nell'area etnea sono inoltre presenti reti: UV-Scanner FLAME per la misurazioni in continuo del flusso di SO_2 (CT); ETNAGAS per il monitoraggio dei flussi di CO_2 dai suoli (PA); ETNAACQUE per il monitoraggio delle acque (PA); ETNAPLUME per la misura del rapporto C/S nel plume (PA). Radon nei suoli in continuo (CT-RM1). Altre attività di tipo discreto vengono svolte: misure del flusso di SO_2 con MiniDoas (CT); misure con FTIR dei rapporti SO_2/HCl e SO_2/HF nel plume (CT); misure dell'attività di radon e thoron nei suoli (CT); stima dei flussi di CO_2 dai suoli (PA); gas acidi nel plume vulcanico (rapporto C/S, S/Cl) (PA); campionamenti acque; prelievo gas da emissioni anomale al suolo (PA); campionamento di fumarole dell'area craterica (PA); campioni per la misura di radon disciolto nelle acque (RM1). A Vulcano sono presenti le seguenti reti continue: VULCANOGAS monitoraggio dei flussi di CO_2 dai suoli (PA); VULCANOACQUE monitoraggio delle acque (PA); VULCANOFUM misura delle temperature delle fumarole crateriche; UVScanner FLAME (CT); misura della temperatura dal suolo per la stima del flusso di calore (PA); misura dei flussi di CO_2 e del gradiente termico sul cratere La Fossa (PA). Altre attività discrete sono: campionamento acque nell'area di Vulcano Porto (PA); campionamento fumarole dell'area craterica (PA); misura dei flussi di CO_2 dai suoli nell'area di Vulcano Porto (PA). Sullo Stromboli sono presenti le seguenti reti continue: flussi di CO_2 dai suoli anche in area craterica (PA); monitoraggio delle acque (PA); misura del rapporto C/S nel plume (PA); temperatura nei suoli in area craterica (PA); UV-Scanner FLAME per la misurazioni del flusso di SO_2 (CT), è stato installato uno spettrometro FTIR permanente sullo Stromboli (Sistema CERBERUS), dotato di una piccola telecamera termica per il rilevamento automatico delle variazioni di calore (CT). Altre attività discrete sono: monitoraggio delle acque di falda (PA);monitoraggio gas fumarole dell'area craterica (PA). Al Vesuvio vengono campionate: fumarole crateriche (NA-OV); misura diflussi di CO_2 (NA-OV); campionamento acque (PA). Nell'area Flegrea sono operanti: 2 stazioni automatiche per la misura in continuo dei flussi di CO_2 (NA-OV). Inoltre vengono campionate: fumarole della solfatara (NA-OV); misura di flussi di CO_2 (NA-OV); gas fumarole della Solfatara (PA). Continua la sperimentazione un sensore per la misura delle velocità di emissione dei fluidi fumarolici. Nell'isola di Ischia sono stati effettuati i seguenti campionamenti: fumarole (NA-OV); acque di pozzi e sorgenti (PA); gas in siti di degassamento anomalo (PA). Sull'isola di Pantelleria è operante una stazione in continuo per il monitoraggio del flusso di CO_2 dai suoli e dei tenori di CO_2 in atmosfera(PA). Dal punto di vista dei campionamenti periodici sono stati effettuati campionamenti di acque e di gas in siti di emissione anomala (PA). Nell'area di Panarea è stato effettuato un campionamento delle emissioni in terraferma (PA). Le indagini sono consistite nel campionamento di acque e gas (PA). Nell'area dei Colli Albani è operante una stazione a Cava dei Selci per la misura in continuo delle emissioni di CO_2 dal suolo (RM1) sono operanti sensori per la misura della concentrazione di H_2S e CO_2 atmosferici e temperatura . Per il monitoraggio discreto nell'area dei Colli Albani sono state eseguite prospezioni di flusso di CO_2 dal suolo a Cava dei Selci (RM1).

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

Il coordinamento, normalmente, viene realizzato con riunioni periodiche o scambi di opinioni prevalentemente via mail. Questo tipo di relazione finalizzato al coordinamento durante il 2011 non è stato particolarmente curato. Sin dalla sua formazione le aree di interesse del TTC sono state suddivise per competenze territoriali: per i vulcani siciliani, le attività di monitoraggio sono svolte prevalentemente dalle Sezioni Siciliane; per l'area campana la Sezione prevalente è quella di NA-OV; per l'area dei Colli Albani le attività sono svolte prevalentemente dal RM1. La difficoltà di gestione dipende dalla mancanza di fondi che possano supportare le decisioni e le strategie, ed incentivare i ricercatori ad adottarle.

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

I sistemi di monitoraggio geochimico adottati nell'ambito del TTC seguono due filosofie che devono operare parallelamente:

1) monitoraggio continuo;
2) monitoraggio discreto.

Il monitoraggio continuo prevede la misura di parametri chimico-fisici ad alta frequenza in fluidi presenti nelle aree vulcaniche controllate. Sono presenti, sui vulcani controllati, reti di monitoraggio sulle acque fredde e termali, sulle emissioni fumaroliche e al suolo, sul plume e sulla temperatura al suolo. Il monitoraggio discreto consiste nel prelievo sul campo di campioni di fluidi (acque e gas) dove vengono effettuate misure chimiche ed isotopiche non rilevabili con sistemi in continuo, ma che insieme ai dati raccolti dalle reti delineano un quadro migliori finalizzato alle valutazioni di pericolosità degli apparati vulcanici monitorati.

4.2 Metodologie d'indagine

I metodi di indagine sono quelli tipici della geochimica dei fluidi che consentono di effettuare modelli termodinamici di funzionamento dei vulcani controllati che vengono realizzati a supporto delle valutazioni di pericolosità formulate per la protezione civile.

4.3 Dati acquisiti

I dati acquisiti riguardano la composizione chimica ed isotopica in acque fredde e termali, nelle emissioni fumaroliche e al suolo, nel plume e sulla temperatura al suolo.

4.4 Avanzamenti scientifici

Gli avanzamenti scientifici riguardano l'implementazione dei modelli concettuali di funzionamento anche attraverso misure di laboratorio sempre più precise e dati di supporto ai modelli sempre più dettagiati.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Gli avanzamenti tecnologici riguardano principalmente tre aspetti: 1)aggiornamento continuo di strumenti di laboratorio e di procedure di misura al fine di ottenere dati sempre più precisi. 2) aggiornamento delle singole stazioni che compogono le reti sia dal punto di vista della sensoristica che della trasmissione dati. 3) sperimentazione e messa a punti di sistemi di campionamento sul campo che permettono il prelievo di campioni sempre più rappresentativi del sistema indagato. 4) progettazione e realizzazioni di nuovi sensori sia per la misura in continuo di nuovi parametri che per migliorare la misura di parametri già controllati.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

426. Tamburello, G., Kantzas, E. P., McGonigle, A. J. S., Aiuppa, A., Giudice, G. (2011). UV camera measurements of fumarole field degassing (La Fossa crater, Vulcano Island). J. Volcanol. Geotherm. Res., 199,1-2, 47-52. 10.1016/j.jvolgeores.2010.10.004. http://hdl.handle.net/2122/7795

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

455. Aiuppa, A., Burton, M., Allard, P., Caltabiano, T., Giudice, G., Gurrieri, S., Liuzzo, M., Salerno, G. (2011). First observational evidence for the CO_2-driven origin of Stromboli's major explosions. Solid Earth, 2,, 135-142. 10.5194/se-2-135-2011. http://hdl.handle.net/2122/7193
514. De Cesare, W., Scarpato, G., Buonocunto, C., Caputo, A., Capello, M., Avino, R., Roca, V., De Cicco, F., Pugliese,

M.G., Sabbarese, C., Giudicepietro, F. (2011). Installazione di una stazione per la rivelazione continua radon mediante spettrometria alfa nella Solfatara di Pozzuoli. Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/7233

600. Sansivero, F., Vilardo, G., De Martino, P., Chiodini, G. (2011). Analysis of temperature time series from thermal IR continuous monitoring network (TIIMNet) at Campi Flegrei Caldera in the period 2004-2011. XXX GNGTS. http://hdl.handle.net/2122/7418

5.2b Tesi di laurea e dottorato

- Sorveglianza dei flussi di H_2 sull'Etna - tesi di laurea di Sicola Stefania (PA).
- Sorveglianza dei flussi di H_2 sullo Stromboli - tesi di laurea di Ferina Claudia (PA).
- Degassamento di alogeni dal vulcanismo islandese - tesi di laurea di Pedone Maria (PA).
- Degassamento di alogeni dal vulcanismo del Piton de La Fournaise - tesi di laurea di Misseri M. Grazia (PA).
- Monitoraggio del flusso di SO_2 attraverso la camera UV a stromboli - tesi di laurea di Tulone Accursio (PA).
- Monitoraggio del flusso di SO_2 attraverso la camera UV sull'Etna - tesi di laurea di Solaro Clara (PA).
- Monitoraggio del flusso di SO_2 attraverso la camera UV - tesi di dottorato di Giancarlo Tamburello (PA).
- Degasamento di bromo dai vulcani attivi italiani - tesi di dottorato di Michela Costa (PA).

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

- Sistemi di campionamento subacquei (PA).
- Sensori per la misura di fasi gassose disciolte in acqua (PA).

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[312] PQ Sorv. Sicilia - UR20 Favara Rocco - Programma Quadro per l'attuazione del programma triennale della sorveglianza sismica e vulcanica in Sicilia.

[442] FIEL-VOLCAN - UR10 Inguaggiato Salvatore - Osservazioni di campo, strumentali e studi sperimentali applicati a prevenire i disastri vulcanici: sviluppo di strumenti e metodi innovativi per lo studio dell'attività vulcanica.

[442] FIEL-VOLCAN - UR20 Taddeucci Jacopo - Osservazioni di campo, strumentali e studi sperimentali applicati a prevenire i disastri vulcanici: sviluppo di strumenti e metodi innovativi per lo studio dell'attività vulcanica.

Obiettivo Specifico: 1.3. TTC

Sorveglianza geodetica delle aree vulcaniche attive

Denominazione precedente: *Sorveglianza geodetica delle aree vulcaniche attive*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *226,5*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Il TTC cura l'omogeneizzazione e lo sviluppo organico delle reti GPS, tiltmetriche, EDM e di livellazione esistenti sui vulcani italiani, armonizzando la qualità del monitoraggio. Promuove inoltre lo sviluppo e la razionalizzazione del controllo dei vulcani tramite interferometria satellitare.

1. Responsabile/i

Giuseppe Puglisi (CT)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, BO, CT, NA-OV

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Le Sezioni INGV coinvolte nel monitoraggio geodetico delle aree vulcaniche attive sono quelle di Bologna (BO), Catania (CT), Centro Nazionale Terremoti (CNT) e Napoli – Osservatorio Vesuviano (NA-OV). Nel 2011, la sorveglianza geodetica delle aree vulcaniche attive, ha provveduto alla gestione (manutenzione e potenziamento) dei sistemi osservativi (quasi 130 stazioni permanenti e 2000 capisaldi misurati con cadenza da mensile a pluriennale). Importanti le sinergie con i TTC 1.9 e 1.10, e con alcuni progetti (PNA e SAFER).
I sistemi osservativi geodetici sono presenti in tutte le aree vulcaniche attive italiane: Colli Albani, Campi Flegrei, Vesuvio, Ischia, Isole Eolie, Etna e Pantelleria.

Sistemi permanenti
Le 86 stazioni GPS forniscono una soluzione giornaliera grazie a procedure automatiche di elaborazione; 16 di queste sono inserite nella rete GPS Nazionale RING. A Stromboli, Etna i dati GPS sono acquisiti ed elaborati ad alta frequenza (1Hz) in tempo reale. Il sistema THEODOROS (Stromboli), fornisce 144 dati/giorno su 9 capisaldi per il monitoraggio della colata del 2007. Le 38 stazioni clinometriche acquisiscono i dati con periodi variabili da 0,5 a 30 minuti. Il monitoraggio mareografico è condotto nel Golfo di Napoli in 9 stazioni che acquisiscono con periodo di 5 minuti. Il monitoraggio idrometrico e meteorologico è condotto con sistemi automatici nell'area vesuviana. Le Campagne periodiche sono condotte su reti GPS ed altimetriche. I quasi 270 capisaldi GPS sono distribuiti su tutti i vulcani italiani, sono misurati in media una volta l'anno e sono collegati alle reti altimetriche. Le reti altimetriche sommano a oltre 1.800 capisaldi per uno sviluppo lineare di oltre 1.000 km. Solo ai C. Flegrei la frequenza è annuale, mentre negli altri casi avviene ogni 2-3 anni. I Sistemi di Telerilevamento misurano deformazioni per confronto diretto o indiretto tra dati telerilevati (SAR, fotogrammetrici o laser scanning). Rilievi fotogrammetrici o laser scanning consentono misure di deformazione 3D su aree di media o piccola estensione con precisioni del cm e risoluzioni variabili dal cm al dm. L'elaborazione interferometrica di dati SAR rileva movimenti del suolo lungo la linea di vista del satellite con precisioni del mm su vaste aree; è possibile separare le componenti verticali ed est-ovest del movimento, combinando opportunamente le misure da orbite differenti. L'utilizzo congiunto di tutti i sistemi sopra esposti permette un efficace monitoraggio multicomponente delle deformazioni in aree vulcaniche. Infatti, i dati deformativi sono stati integrati con gli altri nelle attività di consulenza al sistema di Protezione Civile sia nel caso di eventi specifici (ad esempio, all'Etna ed ai Campi Flegrei) sia nell'ambito delle attività istituzionali dell'Ente. Di seguito si riportano i risultati più rilevanti raggruppati secondo i punti del Piano Triennale 2011-2013. Come considerazione generale, va ricordato che le attività si sono in genere dedicate alla manutenzione dei sistemi osservativi, a causa del taglio dei fondi di potenziamento operate per li 2011.

Sistemi geodetici satellitari
NA-OV ha ultimato l'installazione della stazione CGPS ad Ischia. Delle 27 stazioni esistenti nell'area campana, 8 registrano ad 1Hz, delle quali 4 sono inserite nella rete ItalPos. CT ha condotto campagne di misure GPS sulle reti di Lipari-Vulcano, Vulcano-Nord e dell'Etna.

Sistemi geodetici terrestri
NA-OV ha svolto campagne di livellazione di precisione della rete dell'aera Flegrea, per un percorso totale di circa 140 km e 350 capisaldi. Con CT, NA-OV ha realizzato campagne di livellazione all'Etna: una sulla Faglia Pernicana (Settore NE - Etna) ed una sulla Faglia di Trecastagni, per un percorso totale di circa 34 km. Ad inizio 2011 è stata ripristinata la piena funzionalità del sistema THEODOROS (Stromboli).
Sistemi di misura diretta della deformazione

Il CNT ha avviato una collaborazione con ISPRA per ottimizzare le reti mareografiche in zone vulcaniche, in aggiunta a quelle INGV esistenti. NA-OV ha installato altri due sensori clinometrici nell'area flegrea. CT ha ultimato l'installazione di un clinometro di nuova generazione nel sito di Timpone del Fuoco (Stromboli) ed ha effettuato una manutenzione straordinaria al clinometro a base lunga dell'Osservatorio di Pizzi Deneri, sull'Etna. È stata ultimata anche l'installazione di due dilatometri nel fianco occidentale dell'Etna (nell'ambito di un progetto esterno, parzialmente integrato da CT).

Interferometria SAR

CT e NA-OV hanno continuato l'analisi di analisi di coppie interferometriche SAR al Vesuvio, Ischia, Campi Flegrei ed Etna, sia in banda C (ENVISAT) sia in banda X ed L, grazie anche al supporto di diversi progetti esterni (ad esempio, SAFER, ASI-SRV). Purtroppo, il riposizionamento di ENVISAT nell'orbita più bassa (*Envisat estended mission*) ha interrotto la serie di immagini in orbita ascendente (in genere di migliore qualità), mentre ha mantenuto la possibilità di creare interferogrammi in vista discendente. Le analisi DInSAR hanno supportato il monitoraggio di alcuni eventi vulcanici verificatisi all'Etna (ad esempio, fontana di lava del gennaio 2011) e di seguire l'evoluzione temporale dell'episodio di sollevamento verificatosi ai Campi Flegrei a partire dall'Aprile 2011, con una deformazione cumulata tra gennaio e dicembre di circa 3 cm, in buon accordo con i dati delle stazioni GPS in continuo dell'area.

DEM e DEM differenziali

Sono continuate le campagne di BO per l'applicazione del laser a scansione terrestre (TLS) sull'Isola di Vulcano, ad Ischia e ai Campi Flegrei (Solfatara), rispettivamente in collaborazione con CT e NA-OV. Sull'Isola di Vulcano è stato ripetuto il rilievo della Forgia Vecchia per identificare le zone affette da movimento franoso nell'area fumarolizzata, integrato da misure con telecamera termica.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

Di seguito è descritto il quadro deformativo per il 2011 fornito dall'analisi dei dati di monitoraggio. Nell'area flegrea l'analisi delle serie temporali GPS e dei tilt evidenzia che continua la fase di sollevamento ed inflazione iniziata nel 2008. Il dato è confermato dalle analisi di interferometria SAR condotte con dati ENVISAT e TerraSAR-X (quest'ultimi in collaborazione don il DLR) che rilevano una deformazione massima di circa 3 cm. Al Vesuvio vi è un'assenza di rilevanti deformazioni del suolo. Le diverse misure di deformazione di Ischia mostrano che l'isola è interessata da un diffuso fenomeno di subsidenza. In particolare vertice GPS sull'Epomeo (EPOM) evidenzia un regolare abbassamento di circa -8 mm/anno. Stomboli non ha mostrato deformazioni significative, a parte un modesto ciclo inflazione-deflazione registrato tra giugno e dicembre. Nelle restanti isole dell'arcipelago eoliano non si sono registrate deformazioni significative. I sistemi osservativi attivi all'Etna hanno permesso di monitorare l'evoluzione del pattern deformativo nel medio–breve termine, associato agli episodi di fontana di lava registrati nel corso dell'anno. In sintesi, sono stati registrati cicli di inflazione-deflazione, associati a tali eventi, con una fase di incremento dell'inflazione che ha preceduto il periodo estivo, in cui la frequenza di tali eventi è aumentata. A fine anno si è osservata un generale trend deflattivo.

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

-

4.2 Metodologie d'indagine

Quelle già descritte nel Capitolo 3 (Obiettivi raggiunti nel 2011).

4.3 Dati acquisiti

I dati acquisiti dai sistemi osservativi geodetici sopra descritti sono validati ed archiviati in appositi database. Ogni sezione gestisce archivi relativi alle reti di monitoraggio da lei gestite, incluso i sistemi InSAR.

4.4 Avanzamenti scientifici

L'inversione congiunta dei dati di tilt e DInSAR per il periodo 1989 – 2010 ai Campi Flegrei ha L'inversione congiunta dei dati di tilt e DInSAR per il periodo 1989 – 2010 ai Campi Flegrei ha indicato la presenza di due sorgenti deformative poste a profondità differente. Questi risultati, integrati con un'analisi multidisciplinare con dati sismici e geochimici suggerisce che la parte più profonda del sistema geotermico subisce inflazione in risposta agli input di massa e calore dalla sorgente magmatica. Un'analisi di dettaglio delle campagne TLS condotte al cratere del Vesuvio tra il 2005 ed il 2009 ha rilevato una progressiva perdita di massa della parete NE di circa 20300 metri cubi. Gli episodi franosi sono stati vincolati utilizzando i dati meteorologici e sismici acquisiti dell'area. Il confronto tra DEM da laser scanning ha permesso di osservare deformazioni della solfatara sia in parete che sul fondo dell'area vulcanica. L'analisi dei dati geodetici all'Etna ha permesso di studiare particolari periodi eruttivi e dinamiche a scala globale. L'analisi congiunta di dati sismici e GPS ha permesso di vincolare modelli di campi di stress e sorgenti attive nel periodo 1997-98. L'applicazione della tecnica dei PS ha permesso di definire con estremo dettaglio la geometria e cinematica delle strutture attive del vulcano.

L'analisi di dati della rete permanete GPS ha permesso di confermare la presenza di più sorgenti deformative lungo il percorso di risalita dei magmi all'Etna. Una modellazione agli elementi finiti dei dati geodetici è stata utilizzata per indagare i rapporti tra la risalita del magma, le faglie e la dinamica di fianco. L'integrazione dei dati geodetici con i dati di gravimetria ha permesso una modellazione della risalita del magma all'Etna negli anni '90 e i rapporti con la dinamica di fianco. L'integrazione dei dati delle campagne GPS all'Etna con i dati della sismicità tra il 2003 ed il 2004, ha permesso l'individuazione di un cambiamento del campo di strain in profondità, fornendo una evidenza di una discontinuità meccanica al di sotto del fianco orientale.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Sono stati condotti alcuni studi metodologici finalizzati ad un miglioramento dell'informazione geodetica sui vulcani. Un'analisi dell'effetto mareale delle stazioni di nuova istallazione all'Etna ha permesso di aumentare la sensitività di questo sistema, verificandone l'applicazione nel caso dell'eruzione 2008-09. È stato implementato un nuovo metodo per integrare i vettori spostamento misurati da una rete GPS con l'informazione continua delle mappe di spostamento InSAR. Il nuovo metodo (denominato SISTEM) è stato applicato al caso dell'eruzione dell'Etna 2002-05. Infine sono stati realizzati alcuni esperimenti finalizzati a valutare l'impatto di misure GPS rapido-statiche nel monitoraggio di deformazioni verticali ed alla comprensione delle risoluzioni e precisioni delle misure TLS per il rilevo delle deformazioni.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

10. Aloisi, M., Mattia, M., Ferlito, C., Palano, M., Bruno, V., Cannavò, F. (2011). Imaging the multi–level magma reservoir at Mt. Etna volcano (Italy). Geophys. Res. Lett., 38, L16306. 10.1029/2011GL048488. http://hdl.handle.net/2122/7288
11. Aloisi, M., Mattia, M., Monaco, C., Pulvirenti, F. (2011). Magma, faults, and gravitational loading at Mount Etna: The 2002–2003 eruptive period. J. Geophys. Res., 116, B05203. 10.1029/2010JB007909. http://hdl.handle.net/2122/7001
79. Bonforte, A., Guglielmino, F., Coltelli, M., Ferretti, A., Puglisi, G. (2011). Structural assessment of Mount Etna volcano from Permanent Scatterers analysis. Geochem. Geophys. Geosyst., 12, 2, Q02002. 10.1029/2010GC003213. http://hdl.handle.net/2122/7021
212. Ferro, A., Gambino, S., Panepinto, S., Falzone, G., Laudani, G., Ducarme, B. (2011). High Precision Tilt Observation at Mt. Etna Volcano, Italy. Acta Geophys., 59, 3, 618-632. 10.2478/s11600-011-0003-7. http://hdl.handle.net/2122/7613
228. Gambino, S., Bonforte, A., Carnazzo, A., Falzone, G., Ferrari, F., Ferro, A., Guglielmino, F., Laudani, G., Maiolino, V., Puglisi, G. (2011). Displacement across the Trecastagni Fault (Mt. Etna) and induced seismicity: the October 2009 to January 2010 episode. Ann. Geophys., 54,4, 414-423. 10.4401/ag-4841. http://hdl.handle.net/2122/7591
236. Guglielmino, F., Bignami, C., Bonforte, A., Briole, P., Obrizzo, F., Puglisi, G., Stramondo, S., Wegmuller, U. (2011). Analysis of satellite and in situ ground deformation data integrated by the SISTEM approach: the April 3, 2010 earthquake along the Pernicana fault (Mt. Etna - Italy) case study. Earth Planet. Sci. Lett., 312, 327–336. 10.1016/j.epsl.2011.10.028. http://hdl.handle.net/2122/7407
364. Pingue, F., Petrazzuoli, S. M., Obrizzo, F., Tammaro, U., De Martino, P., Zuccaro, G. (2011). Monitoring system of buildings with high vulnerability in presence of slow ground deformations (The Campi Flegrei, Italy, case). Measurement, 44,, 1628-1644. 10.1016/j.measurement.2011.06.015. http://hdl.handle.net/2122/7129
419. Steffke, A. M., Harris, A. J. L., Burton, M. R., Caltabiano, T., Salerno, G.G. (2011). Coupled use of COSPEC and satellite measurements to define the volumetric balance during effusive eruptions at Mt. Etna, Italy. J. Volcanol. Geotherm. Res., 205,, 47-53. 10.1016/j.jvolgeores.2010.06.004. http://hdl.handle.net/2122/7341

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

518. De Martino, P., Tammaro, U., Obrizzo, F., Sepe, V., Brandi, G., D'Alessandro, A., Dolce, M., Pingue, F. (2011). La rete GPS dell'isola d'Ischia: deformazioni del suolo in un'area vulcanica attiva (1998-2010). Quaderni di Geofisica INGV,95, 1-61.http://hdl.handle.net/2122/7150
524. Del Gaudio, C., Aquino, I., Ricco, C., Sepe, V., Serio, C. (2011). Ampliamento della rete altimetrica e risultati della campagna di livellazione di precisione all'Isola d'Ischia. Giugno 2010. Quaderni di Geofisica INGV, 87. http://hdl.handle.net/2122/7148
535. Obrizzo, F., INGV (CNT-OV) Geodesy Team, (2011). Ischia island: strain field by GPS and Levelling data. EGU 2011. http://hdl.handle.net/2122/7377
572. Pesci, A., Bonforte, A., Casula, G., Puglisi, G., Aiesi, G., Amantia, A., Calvagna, F., Cantarero, M., Consoli, S., Consoli, O., Manni, M., Marturano, M., Saraceno, B. (2011). Esperienza di monitoraggio mediante laser scanner nell'isola di Vulcano: rilievo multi temporale della Forgia Vecchia.184. http://hdl.handle.net/2122/6972
577. Pesci, A., Casula, G., Bonforte, A., Puglisi, G., Aiesi, G., Amantia, A., Calvagna, F., Cantarero, M., Consoli, S., Consoli, O., Manni, M., Marturano, M., Saraceno, B. (2011). La prima esperienza laser scanner per il rilievo del cratere dell'isola di Vulcano: la creazione del modello a scala variabile per integrazione con rilievi aerofotogrammetrici.186. http://hdl.handle.net/2122/6973

578. Pesci, A., Casula, G., De Martino, P., Dolce, M., Obrizzo, F., Sepe, V., Pingue, F. (2011). Il primo rilievo laser scanner terrestre della Solfatara (Napoli, 2009). http://hdl.handle.net/2122/7046
600. Sansivero, F., Vilardo, G., De Martino, P., Chiodini, G. (2011). Analysis of temperature time series from thermal IR continuous monitoring network (TIIMNet) at Campi Flegrei Caldera in the period 2004-2011. XXX GNGTS. http://hdl.handle.net/2122/7418

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[357] MIAVITA - UR10 Buongiorno Maria Fabrizia - MITIGATE AND ASSESS RISK FROM VOLCANIC IMPACT IN TERRAIN AND HUMAN ACTIVITIES.

Obiettivo Specifico: 1.4. TTC

Sorveglianza sismologica delle aree vulcaniche attive

Denominazione precedente: *Sorveglianza sismologica delle aree vulcaniche attive*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *182*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo TTC garantisce che le reti di monitoraggio esistenti sui vulcani italiani siano armonizzate e portate allo standard della RSN (predominanza di stazioni digitali a tre componenti a larga banda). Inoltre coordina gli interventi (mediante stazioni mobili) e le analisi da effettuare da parte delle diverse sezioni dell'INGV in caso di riattivazione delle dinamiche eruttive.

1. Responsabile/i

Francesca Bianco (NA-OV)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, CT, NA-OV

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Nel corso del 2011 il numero degli apparati strumentali installati sui vulcani attivi italiani ha subito un sensibile incremento numerico, a favore degli apparati multiparametrici, sempre aderendo al progetto di progressiva dismissione dei vetusti apparati analogici rimpiazzati da strumentazione digitale. Nel corso dell'anno sono state effettuate tutte le opportune operazioni di manutenzione generale delle reti, come i diversi upgrade tecnologico-strumentali, ivi inclusi quelli relativi agli impianti di alimentazione e all'infrastruttura di trasmissione dati WiFi (vulcani campani) e satellitare (Etna). Le Reti Mobili di Catania e Napoli, oltre al loro impiego in specifiche attività sperimentali (ad esempio esperimenti in configurazione di array sismici nell'area sommitale dell'Etna, per studiare i meccanismi sorgente di tremore, LP, VLP, EXQ) hanno continuato ad operare ad integrazione delle Reti Fisse; in considerazione di ciò il computo totale degli apparati che insistono nell'area campana viene fornito, di seguito, tenendo conto di tale integrazione. Gli apparati installati al Vesuvio, a tutto il 2011, in totale sono 21, uno in più rispetto al 2010; di questi, 11 sono stazioni digitali equipaggiate con velocimetri BB (e due anche con accelerometro), 2 sono anch'esse digitali, ma equipaggiate con velocimetri 1-s 3C (ed anche microfono infrasonico). Infine permangono ancora 8 apparati analogici equipaggiati con velocimetro 1-s (6 1C e 2 3C). 7 delle stazioni digitali BB acquisiscono anche i segnali di sensori infrasonici. In aggiunta, nell'area vesuviana sono in acquisizione 2 dilatometri da pozzo (Sacks-Evertson) ed un'antenna sismica (48 canali, sensori 1-s), quest'ultima con funzionamento piuttosto discontinuo. La rete dei Campi Flegrei è stata potenziata con 7 nuovi acquisitori digitali ad alta dinamica e ne è stato dismesso 1. Pertanto, nel corso del 2011 hanno operato continuativamente nell'area 31 apparati. Di questi, 8 sono stazioni analogiche (5 3C e 3 1C), 2 sono stazioni digitali con sensori 1-s 3C (una anche con microfono infrasonico) e 20 sono stazioni digitali, tutte con velocimetri BB. Di queste ultime, 8 sono multisensore, con 3 equipaggiate anche con sensori infrasonici, ed altre 5 anche con un accelerometro. Ad esse si aggiungono: un array digitale 18 canali equipaggiato con sensori 1-s 3C, un acquisitore digitale equipaggiato con idrofono, 1 acquisitore digitale equipaggiato con sensore infrasonico, il modulo sottomarino CUMAS e 3 dilatometri da pozzo (Sacks-Evertson). Anche nell'isola d' Ischia la rete esistente è stata potenziata con un nuovo apparato, e dunque sull'isola, per il 2011, sono state operative 5 stazioni equipaggiate con sensori 3C installate su 4 siti; di queste, due sono digitali multisensore (BB+accelerometro+sensore infrasonico) e tre analogiche con velocimetro 1-s. Per quanto riguarda Stromboli, proseguendo l'attuazione dell'APQ Sicilia, sono state installate 3 nuove stazioni Nanometrics in trasmissione satellitare Durante il 2011, quindi, sono state operative 18 stazioni digitali, di cui 16 equipaggiate con velocimetro larga banda (e di queste, tre anche con microfoni infrasonici), una con accelerometro, una con sensore rotazionale. Ad esse devono aggiungersi 2 dilatometri da pozzo (Sacks-Evertson). La rete sismica per il monitoraggio delle aree vulcaniche siciliane comprende, al 2011, 59 stazioni velocimetriche, di cui 44 digitali BB e 15 analogiche 1-s, 7 accelerometriche, 12 infrasoniche e 1 array sul Gran Cratere di Vulcano. Altre 26 stazioni velocimetriche sono poste esternamente alle aree vulcaniche e contribuiscono, all'occorrenza, ad un miglior vincolo della sismicità. Il dispositivo strumentale è completato dalla rete mobile costituita da 10 stazioni digitali. Per quanto riguarda l'area etnea, è stata installata a Catania, presso la sede INGV di piazza Roma, la seconda stazione in pozzo profondo, posta alla profondità di 78 m all'interno delle Argille azzurre (Pleistocene sup.) del basamento sedimentario, equipaggiata con un sensore specifico 3-C di periodo 1s. Circa la Rete Accelerometrica, è stata acquisita la strumentazione ed effettuati test di trasmissione per l'installazione di 2 nuove stazioni all'Etna, nel versante nord-orientale del vulcano lungo la faglia Pernicana. Nella sede di Catania, riguardo l'acquisizione e l'elaborazione on-line dei dati sismici in Sala Operativa, nel 2011 è entrato in funzione il nuovo sistema di localizzazione automatica dei terremoti KataLoc, utilizzabile per i terremoti delle aree vulcaniche e tettoniche della Sicilia orientale. È stato inoltre sviluppato, per l'Etna, il sistema automatico di localizzazione e classificazione del tremore vulcanico, dei segnali a bassa frequenza LP/VLP e di quelli infrasonici. Tale sistema viene utilizzato in Sala Operativa per rappresentare i fenomeni esplosivi e rilevare l'insorgenza di quelli effusivi.

Lo stato di funzionamento della rete sismica è verificato da un software sviluppato ad-hoc che implementa, per ogni stazione, un database contenente lo storico della sensoristica allocata e degli interventi effettuati.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Nell'area vesuviana è stata installata una stazione digitale multisensore (BB+accelerometro); inoltre, grazie alla collaborazione tra NA-OV e CNT, un sensore very broad band Trillium 240s ha sostituito un Trillium 120s alla stazione digitale collocata presso la sede storica. La rete dei Campi Flegrei è stata potenziata con 7 nuovi acquisitori digitali ad alta dinamica, di cui 4 equipaggiati con sensore BB, 2 multisensore con velocimetri BB ed accelerometri, ed 1 con velocimetro 1-s 3C. Ad Ischia è stata installata una nuova stazione digitale equipaggiata con BB, accelerometro e microfono infrasonico. A Stromboli sono state installate 3 nuove stazioni Nanometrics satellitari dotate di sensori a larga banda da 120s, di cui una (Pizzo sopra la Fossa) dotata anche di sensore infrasonico a larga banda (0.2-20000Hz) e di telecamere visibile e termica. Le altre 2 stazioni sono ubicate a Ginostra ed in località S. Vincenzo. È stata inoltre installata una quarta stazione digitale equipaggiata con sismometro rotazionale ed è stato effettuato il ripristino di due stazioni in avaria, di cui una danneggiata dall'attività esplosiva. La rete sismica permanente dell'Etna ha visto l'installazione di una nuova stazione in pozzo profondo (-78 m), all'interno delle argille quaternarie del basamento pre-etneo. Essa assume particolare rilevanza per due motivi: i) consente il miglioramento della copertura azimutale della rete sismica nel versante sud-orientale del vulcano, criticità già evidenziata in passato relativamente alle caratteristiche dei terremoti (fuochi molto superficiali e spesso di bassa magnitudo); ii) in abbinamento con sensori di superficie (velocimetro, accelerometro), permette di valutare gli effetti di abbattimento del noise antropico in zona altamente urbanizzata e registrare parametri di interesse per l'ingegneria sismica. Complessivamente all'Etna sono presenti 45 stazioni, di cui 33 digitali e 12 analogiche; è stato anche attivato un nuovo segmento "INTELSAT 901", per il raggiungimento di 8 segmenti complessivamente attivi. Riguardo la rete accelerometrica etnea che consta di 4 stazioni, essa si avvia verso una configurazione più completa con la pianificazione di due nuove stazioni lungo la faglia della Pernicana, presso Pozzo Pitarrone (EPIT) e Monte Conca (EMCN). Vista l'impossibilità di poterle connettere direttamente all'anello WIFI della Sezione, al fine di poter disporre di una banda sufficiente si useranno sistemi di trasmissione UHF che di fatto raddoppiano la strumentazione esistente in tali siti. La stazione EPIT sarà collegata su banda libera 869 MHz con il sito di Monte Veneretta, attraverso il quale confluirà nella rete wireless consentendo il collegamento direttamente al CUAD, mentre la stazione EMCN transiterà via UHF sul sito di Piedimonte E., dove attraverso la stazione GPS esistente confluirà nella rete wireless. A Stromboli si è proceduto al potenziamento/upgrade della rete sismica con l'installazione di tre stazioni larga banda (120s), di cui quella sommitale dotata anche di sensore infrasonico. Pertanto alle Eolie si dispone di 13 stazioni (10 digitali, 3 analogiche). Per quanto riguarda l'analisi dei dati, questa avviene in tempo reale in Sala Operativa attraverso un nuovo sistema di localizzazione automatica dei terremoti denominato KataLoc, che adotta 3 diversi modelli di velocità per la zona vulcanica dell'Etna e le aree tettoniche della Sicilia orientale (Iblei, Peloritani-Eolie); le localizzazioni automatiche di eventi con M≥2,4 vengono riviste, nell'immediato, da personale specializzato.

4.2 Metodologie d'indagine

Localizzazione dei terremoti, tramite modelli 1 e 3D, relative e probabilistiche, calcolo dei meccanismi focali. Riconoscimento, classificazione e analisi nei domini del tempo e frequenza dei segnali sismo-vulcanici (tremore, eventi LP, VLP, ibridi) e segnali infrasonici. Localizzazione del tremore, LP, VLP e sorgenti infrasoniche tramite decadimento dell'ampiezza, semblance e radial semblance. Classificazione automatica del tremore basata su SOM e *fuzzy clustering*. Tecniche semi-automatiche per la misura delle variazioni temporali dei parametri di splitting e del *coda wave interferometry* (cwi). Analisi di polarizzazione tramite wavelet in dominio discreto. Classificazione e riconoscimento di tipologie di segnali tramite reti neurali ed ICA. Analisi avanzata di segnali sismici multicanale. Analisi classiche di parametri sismici spettrali, meccanismi focali e dei parametri di sorgente degli eventi VT e loro evoluzione spazio-temporale.

4.3 Dati acquisiti

Segnali sismici velocimetrici da stazioni (singole e multicanali) a corto periodo ed a larga banda in formato numerico, per tutte le aree vulcaniche attive italiane. Segnali sismici accelerometrici in continuo e on-demand (Vesuvio, Campi Flegrei, Etna, Eolie), infrasonici (Campi Flegrei, Etna, Stromboli), idrofonici (Campi Flegrei) e delle deformazioni volumetriche (Vesuvio, Campi Flegrei, Stromboli). Dati meteo (Etna).

4.4 Avanzamenti scientifici

Studio del *plumbing system* e degli effetti di stress dinamico all'Etna; parametri delle sorgenti sismiche e caratteri cinematici. Caratterizzazione e modellazione della sorgente della radiazione acustica e dei segnali VLP tramite inversione del tensore momento. Studio della sorgente di terremoti etnei mediante calcolo del tensore momento completo. Studio dei meccanismi di

generazione degli eventi locali di Vulcano. Analisi dell'attenuazione di PGA, PGV e PGD. Definizione spaziale struttura superficiale dei Campi Flegrei. Caratteritiche e peculiarità della variazione temporale del noise sismico ai Campi Flegrei. Studio delle caratteristiche dei segnali sismici dei Campi Flegrei registrati da moduli sottomarini.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Potenziamento delle reti permanenti e mobile e del sistema di ricezione dei segnali. Sviluppo di sistemi automatici per il controllo delle stazioni e per l'analisi dei segnali sismo-vulcanici ed infrasonici.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

12. Alparone, S., Barberi, G., Bonforte, A., Maiolino, V., Ursino, A. (2011). Evidence of multiple strain fields beneath the eastern flank of Mt. Etna volcano (Sicily, Italy) deduced from seismic and geodetic data during 2003–2004. Bull. Volcanol., 73,, 869-885. 10.1007/s00445-011-0456-1. http://hdl.handle.net/2122/7446
14. Ambrosi, G., Ambrosino, F., Battiston, R., Bross, A., Callier, S., Cassese, F., Castellini, G., Ciaranfi, R., Cozzolino, F., D'Alessandro, R., De La Taille, C., Iacobucci, G., Marotta, A., Masone, V., Martini, M., Nishiyama, R., Noli, P., Orazi, M., Parascandolo, P., Passeggio, G. (2011). The MU-RAY project: Volcano radiography with cosmic-ray muons. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. A-Accel. Spectrom. Dect. Assoc. Equip., 628, 1, 120-123. 10.1016/j.nima.2010.06.299. http://hdl.handle.net/2122/7741
58. Bilotta, G., Rustico, E., Herault, A., Vicari, A., Russo, G., Del Negro, C., Gallo, G. (2011). Porting and optimizing MAGFLOW on CUDA. Ann. Geophys., 54,5, 580-591. 10.4401/ag-5341. http://hdl.handle.net/2122/7603
77. Bonanno, A., Palano, M., Privitera, E., Gresta, S., Puglisi, G. (2011). Magma intrusion mechanisms and redistribution of seismogenic stress at Mt. Etna volcano (1997–1998). Terr. Nova, 23,, 339-348. 10.1111/j.1365-3121.2011.01019.x. http://hdl.handle.net/2122/7295
98. Cannata, A., Montalto, P., Aliotta, M., Cassisi, C., Pulvirenti, A., Privitera, E., Patanè, D. (2011). Clustering and classification of infrasonic events atMount Etna using pattern recognition techniques. Geophys. J. Int., 185, 253-264. 10.1111/j.1365-246X.2011.04951.x. http://hdl.handle.net/2122/7213
99. Cannata, A., Sciotto, M., Spampinato, L., Spina, L. (2011). Insights into explosive activity at closely-spaced eruptive vents using infrasound signals: Example of Mt. Etna 2008 eruption. J. Volcanol. Geotherm. Res., 208,, 1-11. 10.1016/j.jvolgeores.2011.09.003. http://hdl.handle.net/2122/7215
123. Ciaramella, A., De Lauro, E., Falanga, M., Petrosino, S. (2011). Automatic detection of long-period events at Campi Flegrei Caldera (Italy). Geophys. Res. Lett., 38,, 5. 10.1029/2011GL049065. http://hdl.handle.net/2122/7127
144. D'Auria, L., Giudicepietro, F., Aquino, I., Borriello, G., Del Gaudio, C., Lo Bascio, D., Martini, M., Ricciardi, G. P., Ricciolino, P., Ricco, C. (2011). Repeated fluid transfer episodes as a mechanism for the recent dynamics of Campi Flegrei caldera (1989–2010). J. Geophys. Res., 116, B04313. 10.1029/2010JB007837. http://hdl.handle.net/2122/7202
157. De Barros, L., Lokmer, I., Bean, C. J., O'Brien, G. S., Saccorotti, G., Métaxian, J.-P., Zuccarello, L., Patanè, D. (2011). Source mechanism of long-period events recorded by a high-density seismic network during the 2008 eruption on Mount Etna. J. Geophys. Res., 116,, B01304. 10.1029/2010JB007629. http://hdl.handle.net/2122/7575
159. De Gori, P., Chiarabba, C., Giampiccolo, E., Arevalo, C.-M., Patanè, D. (2011). Body wave attenuation heralds incoming eruptions at Mount Etna. Geology, 39,, 503-506. 10.1130/G31993.1. http://hdl.handle.net/2122/7291
268. Langer, H., Falsaperla, S., Messina, A., Spampinato, S., Behncke, B. (2011). Detecting imminent eruptive activity at Mt Etna, Italy, in 2007–2008 through pattern. J. Volcanol. Geotherm. Res., 200, 1-2, 1-17. 10.1016/j.jvolgeores.2010.11.019. http://hdl.handle.net/2122/6878
329. Neri, M., Giammanco, S., Ferrera, E., Patanè, G., Zanon, V. (2011). Spatial distribution of soil radon as a tool to recognize active faulting on an active volcano: the example of Mt. Etna (Italy). J. Environ. Radioact., 102,, 863-870. 10.1016/j.jenvrad.2011.05.002. http://hdl.handle.net/2122/7257
332. O'Brien, G. S., Lokmer, I., De Barros, L., Bean, C. J., Saccorotti, G., Metaxian, J. P., Patanè, D. (2011). Time reverse location of seismic long-period events recorded on Mt Etna. Geophys. J. Int., 184, 1, 452-462. 10.1111/j.1365-246X.2010.04851.x. http://hdl.handle.net/2122/7579
353. Pesci, A., Teza, G., Casula, G., Loddo, F., De Martino, P., Dolce, M., Obrizzo, F., Pingue, F. (2011). Multitemporal laser scanner-based observation of the Mt. Vesuvius crater: Characterization of overall geometry and recognition of landslide events. ISPRS-J. Photogramm. Remote Sens., 66, 327–336. 10.1016/j.isprsjprs.2010.12.002. http://hdl.handle.net/2122/7815
404. Sciotto, M., Cannata, A., Di Grazia, G., Gresta, S., Privitera, E., Spina, L. (2011). Seismoacoustic investigations of paroxysmal activity at Mt. Etna volcano: New insights into the 16 November 2006 eruption. J. Geophys. Res., 116, B09301. 10.1029/2010JB008138. http://hdl.handle.net/2122/7214

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

475. Buonocunto, C., D'Auria, L., Caputo, A., Martini, M., Orazi, M. (2011). The InfraCyrus infrasound sensor. Rapporti Tecnici INGV,188, 1-16.http://hdl.handle.net/2122/7306
483. Capello, M., Caputo, A., Orazi, M., Scarpato, G., Peluso, R., Buonocunto, C., Torello, V., De Cesare, W., D'Auria,

L., Giudicepietro, F. (2011). Il sito multiparametrico dell'Osservatorio Geofisico di Casamicciola Terme (Ischia). Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/7276
486. Cascone, M., Falsaperla, S., Mangiagli, S. (2011). S.O.S.: Seismic and other signals - Abstracts volume. http://hdl.handle.net/2122/7161
504. Cusano, P., Galluzzo, D., La Rocca, M., Petrosino, S., Bianco, F., Castellano, M., Del Pezzo, E. (2011). Rete Mobile e Laboratorio Analisi aVanzate (LAV) - Rendiconto 2010. http://hdl.handle.net/2122/7044
505. Cusano, P., Galluzzo, D., La Rocca, M., Petrosino, S., Bianco, F., Castellano, M., Del Pezzo, E. (2011). Rete Mobile e Laboratorio Analisi aVanzate (LAV) - Rendiconto I semestre 2011. http://hdl.handle.net/2122/7231
511. D'Arco, M., Scarpato, G., Tammaro, U., Vadursi, M. (2011). Experimental evaluation of the effects of in-channel interference on GPS receivers. 2011 IEEE International Workshop on Measurements & Networking (M&N). http://hdl.handle.net/2122/7275
513. De Cesare, W., Scarpato, G., Buonocunto, C., Caputo, A., Capello, M., Avino, R., Roca, V., De Cicco, F., Pugliese, M. G., Sabbarese, C., Giudicepietro, F. (2011). Istallazione di una stazione per la rivelazione continua Radon mediante spettrometria alfa nella Solfatara di Pozzuoli. Rapporti Tecnici INGV, 206, 1-22. http://hdl.handle.net/2122/7277
533. Esposito, A.M. (2011). Clustering of Hybrid Events at Stromboli Volcano (Italy). WIRN 2011 - 21th Italian Workshop on Neural Nets. http://hdl.handle.net/2122/7274
565. Patanè, D., Aliotta, M., Cannata, A., Cassisi, C., Coltelli, M., Di Grazia, G., Montalto, P., Zuccarello, L. (2011). Interplay between Tectonics and Mount Etna's Volcanism: Insights into the Geometry of the Plumbing System. New Frontiers In Tectonic Research - At The Midst Of Plate Convergence,, 73-104.http://hdl.handle.net/2122/7216

5.2b Tesi di laurea e dottorato

- Aliotta Marco - Implementazione di un frame work per lo studio dei segnali sismici e infrasonici mediante l'utilizzo di tecniche di data mining. - Dottorato di Ricerca "Informatica" – XXV Ciclo (Università degli Studi di Catania), III anno. Tutore Placido Montalto (CT).
- Borgna Irene- Caratteristiche di sorgente e propagative dei segnali sismici legati alla dinamica dei Campi Flegrei. Dottorato di Ricerca in Geofisica XXV ciclo Università degli Studi di Bologna, III anno. Tutore Francesca Bianco (NA-OV).
- Cassisi Carmelo - Data mining sulle serie temporali, sismiche ed infrasoniche - Dottorato di Ricerca "Informatica" XXV Ciclo (Università degli Studi di Catania), III anno. Tutore Placido Montalto (CT).
- Falà Filippo - Determinazione dei meccanismi focali e del tensore dello sforzo in Italia meridionale. – Dottorato di Ricerca "Geodinamica e Sismotettonica", XXIII ciclo (Università degli studi di Catania), II anno. Tutore Carla Musumeci (CT).
- Longobardi Mariantonietta - Analisi del tremore vulcanico allo Stromboli. Dottorato di Ricerca in Geofisica XXV ciclo Università degli Studi di Bologna, III anno. Tutore Luca D'Auria (NA-OV).
- Pasquale Alessandro - Localizzazione di terremoti flegrei. Laurea triennale in Scienze Geologiche, Univ. del Sannio. Correlatore Luca D'Auria (NA-OV).

5.3 Banche dati

- Catalogo dei terremoti della Sicilia orientale (http://www.ct.ingv.it/Sismologia/Analisti/Default.asp) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, sezione di Catania (CT).
- EOLO, data base relazionale della rete broadband di Stromboli: http://eolo.ov.ingv.it (NA-OV).
- GeoVes, data base relazionale dei dati della rete sismica delle aree vulcaniche napoletane (forme d'onda, dati parametrici e dati relativi alle stazioni ed alla strumentazione, ad uso interno) (NA-OV).
- WBSM, data base relazionale dei risultati delle analisi automatiche degli eventi sismici (ad uso interno) (NA-OV).
- SPARTACO, data base relazionale per l'analisi e l'archiviazione in tempo reale dei dati acquisiti dall'array sismico installato al Vesuvio (ad uso interno) (NA-OV).
- SUM (Sistema Unificato di Monitoraggio http://sismolab.ov.ingv.it/sum/)" per l'accesso congiunto ai dati sismologici, geodetici e geochimici acquisiti dal sistema di sorveglianza di NA-OV (NA-OV).
- Plinio, database sismologico delle aree vulcaniche napoletane (http://sismolab.ov.ingv.it/sismo) (NA-OV).
- Catalogo Sismico del Vesuvio http://www.ov.ingv.it/ov/it/banche-dati/186-catalogo-sismico-del-vesuvio.html (NA-OV).

5.4 Prodotti tecnologici

- Localizzatore automatico dei terremoti, KataLoc (CT).
- Software per l'archiviazione integrata di dati multiparametrici, MPDI (Multi Parametric Data Integration) (CT).
- Software per l'interrogazione della banca dati e la visualizzazione dei dati in serie temporali, Tsviewer (CT).
- Software per la gestione tecnica della intera rete strumentale, che consente la visualizzazione delle connessioni tra i diversi nodi (stazioni, ripetitori, ecc.) archiviati all'interno del database, ed i loro stato di funzionamento con relativa diagnostica (CT).

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

-

Obiettivo Specifico: 1.5. TTC

Sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani

Denominazione precedente: *Sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *193*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo TTC coordina le attività di monitoraggio e ricerca applicata alla definizione dello stato dei sistemi vulcanici attivi, basandosi su dati raccolti da reti e tecniche multiparametriche di monitoraggio vulcanologico e da campagne periodiche di misure dirette eseguite sui vulcani attivi, nonché su dati analitici prodotti dai laboratori chimici e fisici. Tali dati sono organizzati in banche dati nell'ambito di un TTC dedicato. Il TTC coordina anche l'analisi dei dati raccolti in occasione di eventi eruttivi.

1. Responsabile/i

Sonia Calvari (CT)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, RM1, CT, NA-OV

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Nell'ambito dell'OG1 sui sistemi di osservazione, questo TTC ha garantito e coordinato, ove possibile, le attività di sorveglianza e monitoraggio vulcanologico, strutturale, petrologico e termico ai vulcani attivi Etna, Vesuvio, Ischia, Stromboli, Vulcano e Campi Flegrei, condotte anche attraverso telecamere fisse, strumenti portatili, rilievi periodici ed analisi di dati satellitari. Nel 2011 è stata effettuata sia la manutenzione che l'implementazione delle reti di telecamere all'infrarosso e nel visibile preposte al controllo dell'attività eruttiva dei vulcani attivi. Queste reti sono state potenziate con l'installazione di nuove telecamere sia fisse che portatili, soprattutto che funzionano nel termico. Alle informazioni in continuo fornite dalle reti fisse, si sono aggiunte quelle derivanti dalle campagne discrete di monitoraggio termico, che hanno solitamente una cadenza mensile in assenza di fenomeni eruttivi significativi. A Stromboli i rilievi effettuati hanno evidenziato recenti variazioni sia morfologiche che nell'attività eruttiva, che hanno portato ad una sostanziale modifica dello stile eruttivo recentemente manifestato da questo vulcano. Uno studio sui dati raccolti durante le due eruzioni effusive laterali più recenti ha portato alla formulazione di un modello di previsione degli eventi parossistici che si verificano in concomitanza con le fasi effusive, basato sul calcolo giornaliero del tasso eruttivo. Gli episodi di fontane di lava dell'Etna sono stati oggetto di numerosi studi di dettaglio che hanno quantificato i volumi eruttati (colate e piroclastiti), le aree coinvolte, ricostruito le dinamiche eruttive, e da un confronto con i dati degli strainmeters di recente installazione è stata individuata la zona sorgente e dettagliati i processi che avvengono al suo interno. Questi dati sono stati inseriti in un geodatabase dei parametri vulcanologici delle eruzioni laterali dell'Etna che parte dal 1610. Da un confronto tra dati satellitari, di terreno e storici è stato ricostruito il tasso eruttivo degli ultimi 30 anni, e sono state caratterizzate diverse tipologie eruttive la cui alternanza mantiene stabile il volume eruttato nel tempo, seppur rilasciato con modalità più o meno esplosive. Attraverso uno studio multidisciplinare è stato ricostruito il percorso seguito dal magma nel corso dell'eruzione 2008-2009, e la mappatura dei campi di fessure eruttive e secche che si sono formate durante le prime fasi dell'eruzione ha fornito informazioni su profondità, geometria e modalità di propagazione del dicco, con una stima in tempo quasi reale della pericolosità. Il calcolo del tasso effusivo da dati satellitari ha permesso la simulazione delle colate in espansione, la valutazione a priori delle aree potenzialmente coinvolte dall'evento eruttivo, e la costruzione di mappe di pericolosità aggiornate in tempo reale con i dati derivanti dalla sorveglianza. È stato realizzato uno studio statistico sui parossismi verificatisi all'Etna negli ultimi 15 anni, estraendo i principali parametri vulcanologici distintivi di questi eventi. In base alla durata dei parossismi ed al volume eruttato, sono state riconosciute 6 classi i cui parametri vulcanologici hanno consentito di migliorare sensibilmente gli algoritmi di calcolo che simulano l'espansione dei campi lavici. Tali algoritmi sono stati per la prima volta applicati al parossismo di gennaio 2011, per il quale è stata realizzata una mappa di suscettività all'invasione lavica. L'integrazione di tecniche multidisciplinari allo studio delle eruzioni basaltiche ha portato a risultati finora impensabili nella conoscenza dei processi endogeni che agiscono nella zona sorgente dei magmi. È stata sviluppata una nuova procedura di mappatura di colate laviche, e sono stati testati dei nuovi ricevitori per la mappatura a distanza di morfologie vulcaniche che hanno permesso di ricostruire l'evoluzione del nuovo cono di scorie del Cratere di SE. Sui prodotti eruttati dall'Etna e dallo Stromboli sono state effettuate analisi petrografiche e tessiturali, mineralogiche e composizionali (vetro della pasta di fondo e rocce totali), morfologiche e granulometriche. Le composizioni dei vetri e delle rocce totali dei campioni emessi durante gli episodi parossistici dell'Etna hanno evidenziato che il magma ha avuto una composizione costante fino a luglio, mentre poi si è evoluto. Ciò suggerisce che dopo luglio una minore alimentazione della sorgente abbia favorito il raffreddamento e la cristallizzazione del magma residente. La composizione del vetro nei prodotti eruttati dallo Stromboli durante l'anno ha confermato che, in funzione del tipo di attività che varia da esplosioni stromboliane a esplosioni fortemente energetiche, viene emesso magma di composizione variabile da tipo HP (ad alta porfiricità) a tipo LP (a bassa porfiricità). Su questi prodotti sono

state eseguite anche analisi isotopiche (Sr e Nd) presso i laboratori di NA-OV. Il *setup* sperimentale sviluppato presso il laboratorio HP-HT di RM1 per studiare l'attività vulcanica esplosiva con telecamere ad alta velocità è stato implementato con una telecamera termica ad alta velocità e due microfoni. Il sistema è stato testato con successo sul vulcano Yasur (Isole Vanuatu) dove sono state effettuate riprese sincronizzate di eventi esplosivi. Ai vulcani Masaya (Nicaragua), Santiaguito e Pacaya (Guatemala), la combinazione delle osservazioni qualitative e dei parametri termici raccolti nel marzo 2009 e gennaio 2010 con immagini dal visibile, flussi e concentrazioni di SO_2 nei plume vulcanici, rapporti molari SO_2/HCl e SO_2/HF nei plume vulcanici e composizione dell'aerosol nei plume vulcanici, hanno permesso la ricostruzione della cronologia degli eventi, la caratterizzazione degli stili eruttivi, lo studio dei regimi di degassamento, la modellizzazione dei processi eruttivi e di quelli che interessano il sistema di alimentazione superficiale.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Sono stati documentati gli episodi eruttivi dell'Etna, quantificati i volumi eruttati durante le fasi esplosive ed effusive, mappati i campi lavici, misurata l'evoluzione del nuovo cono formato dai parossismi. È stato effettuato il monitoraggio dell'Etna da dati satellitari mediante il sistema di acquisizione Eumetsat-MSG-SEVIRI, in grado di acquisire 288 immagini ottiche al giorno sull'area europea. L'integrazione tra dati storici di campagna e dati satellitari ha permesso di ricostruire il volume di magma eruttato dall'Etna negli ultimi 30 anni. Si è garantito il mantenimento del sistema AVO per l'indiduazione di Hot Spot utilizzato per il monitoraggio satellitare di Stromboli ed Etna mediante l'analisi temporale dei dati acquisiti in real-time dai sensori NOAA-AVHRR. È stata installata una rete di Corner Reflectors sul vulcano Fogo (Capo Verde) per applicazioni SAR e analisi delle immagini SAR acquisite sulle rete stessa (progetto MIAVITA). Nell'ambito dello stesso progetto è stata ottenuta la stima dei volumi della colata piroclastica del vulcano Merapi (Indonesia) tramite dati SAR ad alta risoluzione. Nel maggio 2011, mediante l'analisi di dati satellitari ESA Envisat-MERIS (progetto GMES SAFER FP7) è stato effettuato il monitoraggio dell'eruzione del vulcano Grimsvotn in Islanda.Sono state usate: reti di telecamere fisse (visibili e termiche); campagne di misura discrete con strumenti portatili per la descrizione e quantificazione dei vari episodi eruttivi e per la mappatura dei campi lavici; analisi dei prodotti campionati presso i laboratori di preparazione campioni, microscopia, SEM-EDS, XRF e sedimentologia dell'OE; campioni selezionati per la misura degli elementi in traccia analizzati presso il laboratorio SARM del CNRS a Nancy in Francia; analisi isotopiche effettuate nei laboratori dell'OV; telecamere ad alta velocità (500 Hz) nel campo del visibile e dell'infrarosso vicino, telecamere termiche a 50, 100 e 200 Hz nel campo dell'infrarosso per un range di temperature da -20 a +2000 °C, e microfoni utilizzati presso il laboratorio HP-HT di RM1.

4.2 Metodologie d'indagine

Analisi petrografica e mineralogica, analisi chimica degli elementi maggiori e in traccia, analisi isotopiche. Analisi granulometrica, morfologica e morfometrica delle piroclastiti. Analisi automatica delle immagini termiche registrate dalle reti fisse e dagli strumenti portatili effettuata attraverso lo sviluppo di nuovi algoritmi. Interferometria SAR per la generazione di DEM. Analisi di immagini satellitari (AVHRR, MODIS, SEVIRI) per la rilevazione di hot spot e per il calcolo dell'effusion rate.

4.3 Dati acquisiti

Elementi maggiori nel vetro della pasta di fondo, ed elementi maggiori e in traccia nella roccia totale; classi granulometriche e forma dei frammenti delle piroclastiti; immagini termiche e ad alta velocità di attività vulcanica esplosiva e di segnali geofisici associati; mappe dei campi lavici da fotografie aeree ortorettificate e rilievi di campagna, attraverso immagini riprese con telecamera termica e applicazione congiunta del GPS CS10 e del binocolo laser Leica per la mappatura a distanza. Immagini SAR delle missioni satellitari ENVISAT, COSMO-SkyMed e ALOS. DEM ad alta risoluzione del vulcano Merapi, Indonesia.

4.4 Avanzamenti scientifici

È stato pubblicato un modello teorico per la previsione degli eventi parossistici dello Stromboli che si verificano durante l'attività effusiva; è stata ottenuta la quantificazione dei volumi eruttati durante l'attività esplosiva ed effusiva dell'Etna attraverso l'analisi delle immagini registrate dalla rete di telecamere fisse; sono state dettagliate le modalità del degassamento dei vulcani Etna, Stromboli e Kilauea attraverso misure termiche ad alta frequenza associate a misure del flusso di SO_2; l'integrazione tra dati di campagna e satellitari ha permesso di ricostruire il volume di magma eruttato dall'Etna negli ultimi 30 anni, che ha evidenziato la stazionarietà del vulcano nel lungo periodo, che vede nel breve periodo l'alternanza di fasi effusive ad alto tasso eruttivo e fasi esplosive a tasso ridotto. Gli studi sperimentali sull'attività esplosiva basaltica con l'ausilio di telecamere ad alta velocità hanno permesso di migliorare il modello analitico-sperimentale per la risalita degli "slug" durante le esplosioni stromboliane. Sono state sviluppate nuove tecniche per il calcolo del flusso di SO_2 e cenere emessi nei plume vulcanici durante l'attività eruttiva da dati acquisiti da sensori multispettrali satellitari nell'infrarosso termico. Dal confronto tra i dati raccolti dalle telecamere fisse dell'Etna e dello

Stromboli con quelli registrati dagli strainmeters di nuova installazione sono stati ricostruite le dinamiche eruttive dei parossismi recenti, ed è stata vincolata la zona sorgente. Sono state applicate le reti neurali alla stima della massa di cenere nei plume vulcanici da dati multispettrali satellitari.

4.5 Avanzamenti tecnologici

- Progettazione e realizzazione di Corner Reflector per applicazioni SAR.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

46. Bemis, K., Walker, J., Borgia, A., Turrin, B., Neri, M., Swisher III, C. (2011). The growth and erosion of cinder cones in Guatemala and El Salvador: Models and statistics. J. Volcanol. Geotherm. Res., 201, 39-52. 10.1016/j.jvolgeores.2010.11.007. http://hdl.handle.net/2122/7000
72. Bonaccorso, A., Bonforte, A., Calvari, S., Del Negro, C., Di Grazia, G., Ganci, G., Neri, M., Vicari, A., Boschi, E. (2011). The initial phases of the 2008–2009 Mount Etna eruption: A multidisciplinary approach for hazard assessment. J. Geophys. Res., 116, B03203. 10.1029/2010JB007906. http://hdl.handle.net/2122/7009
76. Bonadonna, C., Genco, R., Gouhier, M., Pistolesi, M., Cioni, R., Alfano, F., Hoskuldsson, A., Ripepe, M. (2011). Tephra sedimentation during the 2010 Eyjafjallajökull eruption (Iceland) from deposit, radar, and satellite observations. J. Geophys. Res., 116,, B12202. 10.1029/2011JB008462. http://hdl.handle.net/2122/7456
93. Calvari, S., Salerno, G. G., Spampinato, L., Gouhier, M., La Spina, A., Pecora, E., Harris, A. J. L., Labazuy, P., Biale, E., Boschi, E. (2011). An unloading foam model to constrain Etna's 11-13 January 2011 lava fountaining episode. J. Geophys. Res., 116, B11207. 10.1029/2011JB008407. http://hdl.handle.net/2122/7198
94. Calvari, S., Spampinato, L., Bonaccorso, A., Oppenheimer, C., Rivalta, E., Boschi, E. (2011). Lava effusion – a slow fuse for paroxysms at Stromboli volcano?. Earth Planet. Sci. Lett., 301, 317-323. 10.1016/j.epsl.2010.11.015. http://hdl.handle.net/2122/6489
145. D'Oriano, C., Bertagnini, A., Pompilio, M. (2011). Ash erupted during normal activity at Stromboli (Aeolian Islands, Italy) raises questions on how the feeding system works. Bull. Volcanol., 73, 5, 471-477. 10.1007/s00445-010-0425-0. http://hdl.handle.net/2122/7483
161. De Martino, S., Falanga, M., Palo, P., Montalto, P., Patanè, Domenico, (2011). Statistical analysis of the volcano seismicity during the 2007 crisis. J. Geophys. Res., 116, B09312. 10.1029/2010JB007503. http://hdl.handle.net/2122/7426
242. Harris, A. J. L., Steffke, A., Calvari, S., Spampinato, L. (2011). Thirty years of satellite derived lava discharge rates at Etna: Implications for steady volumetric output. J. Geophys. Res., 116, B08204. 10.1029/2011JB008237. http://hdl.handle.net/2122/7080
261. Kahl, M., Chakraborty, S., Costa, F., Pompilio, M. (2011). Dynamic plumbing system beneath volcanoes revealed by kinetic modeling, and the connection to monitoring data: An example from Mt. Etna. Earth Planet. Sci. Lett., 308,1-2, 11-22. 10.1016/j.epsl.2011.05.008. http://hdl.handle.net/2122/7497
263. La Felice, S., Landi, P. (2011). A spatter-forming, large-scale paroxysm at Stromboli Volcano (Aeolian Islands, Italy): insight into magma evolution and eruption dynamics. Bull. Volcanol., 79, 9, 1393-1406. 10.1007/s00445-011-0476-x. http://hdl.handle.net/2122/7520
267. Landi, P., Marchetti, E., La Felice, S., Ripepe, M., Rosi, M. (2011). Integrated petrochemical and geophysical data reveals thermal distribution of the feeding conduits at Stromboli volcano, Italy. Geophys. Res. Lett., 38, L08305. 10.1029/2010GL046296. http://hdl.handle.net/2122/7523
304. Messina, A., Langer, H. (2011). Pattern recognition of volcanic tremor data on Mt. Etna (Italy) with KKAnalysis - A software program for unsupervised classification. Comput. Geosci., 37, 7, 953-961. 10.1016/j.cageo.2011.03.015. http://hdl.handle.net/2122/7645
320. Morelli, D., Immé, G., Altamore, I., Aranzulla, M., Cammisa, S., Catalano, R., Giammanco, S., La Delfa, S., Mangano, G., Neri, M., Patané, G., Rosselli Tazzer, A. (2011). Radiation measurements as tool for environmental and geophysics studies on volcano-tectonic areas. Riv. Nuovo Cimento, 34 C, 1, 155-165. 10.1393/ncc/i2011-10823-0. http://hdl.handle.net/2122/7675
321. Morelli, D., Immè, G., Altamore, I., Cammisa, S., Giammanco, S., La Delfa, S., Mangano, G., Neri, M., Patanè, G. (2011). Radionuclide measurements, viad ifferent methodologies, as tool for geophysical studies on Mt. Etna. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. A-Accel. Spectrom. Dect. Assoc. Equip., 652, 911-914. 10.1016/j.nima.2011.01.172. http://hdl.handle.net/2122/7256
328. Neri, M., Acocella, V., Behncke, B., Giammanco, S., Mazzarini, F., Rust, D. (2011). Structural analysis of the eruptive fissures at Mount Etna (Italy). Ann. Geophys., 54, 5, 464-479. 10.4401/ag-5332. http://hdl.handle.net/2122/7266
387. Rongo, R., Avolio, M. A., Behncke, B., D'Ambrosio, D., Di Gregorio, S., Lupiano, V., Neri, M., Spataro, W., Crisci, G. M. (2011). Defining high-detail hazard maps by a cellular automata approach: application to Mount Etna (Italy). Ann. Geophys., 54, 5, 568-578. 10.4401/ag-5340. http://hdl.handle.net/2122/7267
417. Spampinato, L., Calvari, S., Oppenheimer, C., Boschi, E. (2011). Volcano surveillance using infrared cameras. Earth-Sci. Rev., 106,, 63-91. 10.1016/j.earscirev.2011.01.003. http://hdl.handle.net/2122/6971
440. Vicari, A., Ganci, G., Behncke, B., Cappello, A., Neri, M., Del Negro, C. (2011). Near real time forecasting of lava flow hazards during the 12–13 January 2011 Etna eruption. Geophys. Res. Lett., 38, L13317. 10.1029/2011GL047545, 2011. http://hdl.handle.net/2122/7258

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

457. Andronico, Daniele, Cristaldi, Antonio, Lo Castro, Maria Deborah, Scollo, Simona, Ciancitto, Francesco, Distefano, Salvatore, Lodato, Luigi, (2011). Il parossismo del 12-13 gennaio 2011 al Cratere di SE: caratteristiche del deposito di caduta. http://hdl.handle.net/2122/7663
458. Andronico, D., Lo Castro, M. D., Scollo, S. (2011). Il parossismo del 5-6 agosto 2011 al Cratere di SE: caratteristiche del deposito di caduta.UFVG2011. http://hdl.handle.net/2122/7658
459. Andronico, D., Lo Castro, M. D., Scollo, S. (2011). Il parossismo del 30 luglio 2011 al Cratere di SE: caratteristiche del deposito di caduta.UFVG2011. http://hdl.handle.net/2122/7659
460. Andronico, D., Lo Castro, M.D. (2011). Analisi tessiturale della cenere emessa nel corso del parossismo del 9 luglio 2011 al Cratere di SE. http://hdl.handle.net/2122/7660
461. Andronico, D., Lo Castro, M.D. (2011). Analisi tessiturale della cenere emessa dalla Bocca Nuova il 17 giugno 2011. http://hdl.handle.net/2122/7662
478. Calvari, S. (2011). Monitoring eruptive activity through web-cameras network and thermal mapping. Acta Vulcanologica, 22,1-2, 47-52.http://hdl.handle.net/2122/7698
501. Coltelli, M., Prestifilippo, M., Scollo, S., Spata, G. (2011). Radiosondaggi atmosferici nell'area etnea. Rapporti Tecnici INGV,193, 1-20.http://hdl.handle.net/2122/7437
561. Neri, M. (2011). Shallow dike emplacement and related hazard in central stratovolcanoes. Acta Vulcanologica, 22,1-2, 53-56.http://hdl.handle.net/2122/7699
611. Scollo, S., Leto, G., Pisani, G., Spinelli, N., Wang, X., Tontodonato, V., Coltelli, M. (2011). Realizzazione di una stazione fissa per misure LIDAR sull'Etna. Rapporti Tecnici INGV,199, 1-18.http://hdl.handle.net/2122/7436

5.2b Tesi di laurea e dottorato

- Capponi A. | PhD | Gas slugs explosion and Strombolian activity: from field-based high-speed imaging to analogexperiments | Università degli Studi di Roma "La Sapienza" | Supervisors: Palladino D.M. - Università degli Studi di Roma "La Sapienza" | Taddeucci J. - RM1 (RM1).
- Del Bello E. | PhD | Slug pressurization in strombolian eruptions: the investigation of the transition from passiveto explosive degassing | Università Di Bologna | Supervisors: Scarlato P. - INGV Roma | Taddeucci J. – RM1 (RM1).
- Bernini D. | Master Thesis in Geodynamics, Geophysics and Volcanology | Analysis of Strombolian eruption dynamics from infrared surveillance videos | Università degli Studi di Roma "La Sapienza" | Supervisors: Palladino D.M. - Università degli Studi di Roma "La Sapienza" | Taddeucci J. – RM1 (RM1).
- Camaldo C. | Master Thesis in Geodynamics, Geophysics and Volcanology | The exit velocity of pyroclasts in Strombolian eruptions | Università degli Studi di Roma "La Sapienza" | Supervisors: Palladino D.M. – Università degli Studi di Roma "La Sapienza" | Taddeucci J. – RM1 (RM1).
- Pellegrino A. | Master Thesis in Geology | Rapporti tra vulcanesimo e sedimentazione nell'area di Costa Giardini e Cozzo Ferrante (Sortino, Monti Iblei, Sicilia) | Università di Catania | Supervisors: Maniscalco R. – Università di Catania | Calvari S. – CT (CT).
- Spartechini V. | Master Thesis in Ingegneria | Analisi automatiche di dati termici durante attività vulcaniche | Università di Catania | Supervisors: Nunnari G. – Università di Catania | Calvari S. – CT (CT).
- Tornetta L. | Master Thesis in Geology | High speed video recording of explosive activity at Stromboli volcano: particle ejection velocity | Università degli Studi di Roma Tre | Supervisors: De Rita D. - Università degli Studi Roma Tre - Taddeucci J. – RM1 (RM1).

5.3 Banche dati

- Banca dati delle eruzioni laterali dell'Etna dal 1610 (CT).

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[312] PQ Sorv. Sicilia - UR10 Patanè Domenico - Programma Quadro per l'attuazione del programma triennale della sorveglianza sismica e vulcanica in Sicilia.

Obiettivo Specifico: 1.6.

Osservazioni di geomagnetismo

Denominazione precedente: *Osservazioni di geomagnetismo*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *89*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
All'interno di questo OS vengono curate la gestione della strumentazione di registrazione delle variazioni del campo magnetico, l'effettuazione delle misure assolute e la preparazione e validazione dei risultati, per gli osservatori geomagnetici di L'Aquila, Castello Tesino (TN), Gibilmanna (PA) e Stazione Mario Zuccchelli (SMZ) in Antartide. Ricadono in questo OS anche le osservazioni per la ripetizione presso i caposaldi della rete magnetica italiana.

1. Responsabile/i

Antonio Meloni (RM2), Paolo Palangio (RM2)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

RM2

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Gli Osservatori geomagnetici curati dall'INGV in Italia sono: L'Aquila e Castello Tesino (TN). In queste strutture, oltre alle attività di routine, sono state effettuate, secondo modalità consolidate, la gestione della strumentazione automatica, le misure assolute (ma) del campo magnetico terrestre e la preparazione dei dati definitivi, conformemente agli standard internazionali. Nel seguito vengono riportati anche gli obiettivi raggiunti negli Osservatori antartici e nelle installazioni ancora allo stadio di stazioni sperimentali. Infine, il rapporto copre la rete magnetica dei capisaldi e altre attività di osservazione di magnetismo.

L'Aquila
Anche nel 2011 sono proseguite le attività di osservazione presso l'osservatorio di Preturo. Sono continuate le ma ed è stata garantita la necessaria continuità nel funzionamento del sistema INTERMAGNET con invio dei dati al GIN di Parigi. Lo slittamento del recupero del terreno da parte dell'Università (a seguito del terremoto) proseguirà ancora sino al 30/04/2012 ma a breve si approntera lo smontaggio del sito. Tra i siti candidati per il nuovo osservatorio, Verrico è stato scartato a causa delle linee ad alta tensione e per l'instabilità del suolo. Anche Castel Del Monte privo di linee ad alta tensione, con suolo roccioso, e gradienti magnetici idonei, si è purtroppo dovuto scartare per incompatibilità logistiche. Attualmente quindi si è deciso di utilizzare l'installazione di Duronia, attualmente attivo anche per le ma (si veda avanti) che, pur non potendo essere una vera sostituzione per Preturo (distanza eccessiva), consente comunque di proseguire le osservazioni magnetiche in Italia centrale.

Castello Tesino (TN)
A seguito dell'installazione della nuova casetta è proseguita una doppia acquisizione dei dati sia nel vecchio che nel nuovo sito. La deriva dei dati provenienti dalla strumentazione della nuova casetta è stata attribuita al cattivo funzionamento di uno strumento, ora riparato. L'alimentazione è passata da 220 V ac a 12 V cc. È stato realizzato un nuovo collegamento dalla casetta servizi alla casetta ma, con l'intento di poter collocare in quest'ultima uno strumento per la misura dell'intensità totale del campo. Infine sono state svolte le ordinarie attività: manutenzione, ma e elaborazione dei dati per la pubblicazione dell'annuario. Prosegue la collaborazione in loco con il Dott. Cattadori.

Mario Zucchelli station, Antartide
È stata garantita la continuità di funzionamento dell'osservatorio. Nell'anno in oggetto l'esecuzione delle misure assolute si è effettuata per circa due mesi e mezzo. Gli annuari sono regolarmente stati compilati e sono disponibili fino al 2010-2011. Concordia, Antartide: Al settimo anno di vita, l'osservatorio presso la stazione italo-francese ha fornito dati dai variometri e misure assolute di declinazione e inclinazione, effettuate da personale invernante. Come annunciato ora l'osservatorio è nella rete INTERMAGNET. È ancora in corso, con la NASA, la preparazione del nuovo indice magnetico polare con i dati di Concordia.

Duronia (CB)
Sono proseguite le attività routinali dell'osservatorio consistenti nella esecuzione 2 volte a settimana delle misure assolute, gestione dell'archivio dati e l'annuario. Nel 2012 è stato approntato l'annuario 2011 con i valori assoluti al minuto del campo magnetico (risoluzione 10 pT, accuratezza 100 pT) tempo GPS (+/-0.1 s). Nel 2011 è stata completata la prima fase di ampliamento dell'osservatorio con la costruzione di un nuovo laboratorio all'interno della pineta. L'osservatorio è stato candidato per diventare membro INTERMAGNET.

Lampedusa (AG)
Sono proseguite le attività di misura del campo volte ancora a consolidare la parte di test della installazione controllando regolarmente il funzionamento della strumentazione installata nonchè il nuovo apparato di acquisizione basato su PC industriale. Proseguita solo in occasione di alcune visite periodiche l'acquisizione delle ma.

Varese Ligure (SP)
Nel 2011 è stato avviato l'allestimento di una stazione geofisica multiparametrica real-time per studi di magnetismo, aeronomia, gravimetria, sismica e meteorologia nel comune di Varese Ligure. Sono stati effettuati test preliminari e acquisite due piccole casette in legno per ospitare i sensori ed altre utilities logistiche.

Rete Magnetica Nazionale
Nel 2011 non è stata effettuata campagna, ma solo interventi di ristrutturazione dei pilastrini e controllo dei siti. Nel 2012 avrà luogo la campagna ridotta, essenziale per una corretta valutazione della variazione spaziale e della variazione secolare del campo (circa 45 siti su tutto il territorio nazionale). Terminata la fase di elaborazione della cartografia al 2010 che andrà in stampa nel 2012. Presso la sede di Roma dell'INGV, nel mese di maggio, si è svolto il V Convegno Magnete (sponsor IAGA-INGV) sulle reti magnetiche europee.

Altre attività
Nell'UP di Portovenere proseguono le attività di collaudo, taratura e verifica di apparati magneto-gradiometrici marini (INGV e IIM), manutenzione e aggiornamento di analoga strumentazione dell'ENI. Completato il database di dati magnetici satellitari (Champ ed Oersted) e altri dati geofisici (sismici, GPS, ecc.). Prosegue il progetto PRIN per studi sull'orientamento magnetico degli uccelli; l'INGV cura un'unità di ricerca SIM-MAG; si studiano statistiche dei voli di definiti esemplari di uccelli in relazione all'andamento del campo magnetico terrestre lungo il percorso.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

La strumentazione per l'osservazione del campo magnetico comprende magnetometri fluxgate (per le misure delle variazioni nelle componenti), a precessione nucleare, o a effetto Overhauser, (per la misura dell'intensità). Le misure vengono associate a dati da sistemi di posizionamento e timing di precisione per il necessario riferimento geodetico-temporale. Questi sistemi sono presenti in tutti gli osservatori e stazioni sperimentali descritti precedentemente e vengono costantemente aggiornati. In particolare per approntare l'esecuzione automatica delle misure assolute. A Duronia (CB), a seguito dell'installazione dei server e del raid, e dell'avvio del collegamento radio dalla pineta alla sede, è iniziata la trasmissione dati via internet che andrà a regime nel 2012. Gli strumenti utilizzati nelle operazione della rete dei capisaldi comprendono sostanzialmente magnetometro Overhauser e teodoliti magnetici a fluxgate.

4.2 Metodologie d'indagine

Le osservazioni magnetiche vengono effettuate in osservatori, stazioni variometriche e reti e sono utilizzate in diverse attività geofisiche: per conoscere il campo, la variazione secolare e le sue anomalie, le variazione diurna e le variazioni di origine magneto-ionosferica, oltre a fornire supporto a indagini magnetometriche per l'esplorazione geofisica. I dati delle reti temporanee vengono utilizzati per stimare caratteristiche magnetiche e anomalie di conducibilità elettrica nel sottosuolo in risposta ai fenomeni di induzione elettromagnetica prodotti da correnti ionosferiche e magnetosferiche. I dati della Rete magnetica dei capisaldi sono usati in primo luogo per l'aggiornamento della cartografia nazionale e per la modellistica regionale; quest'ultima viene effettuata con varie tecniche (ad ad esempio, polinomi interpolanti) ma i dati vengono anche usati per contribuire alla modellistica globale del campo (ad ad esempio, IGRF, ecc.).

4.3 Dati acquisiti

Nel 2011 sono stati acquisiti in parallelo i dati per l'osservatorio di Preturo (AQ) e di Duronia (CB) Il funzionamento sovrapposto permetterà di passare agevolmente dal 2012 a stabilire l'osservatorio di Duronia come fornitore INTERMAGNET di dati geomagnetici in Italia centrale. Per Castello Tesino (TN) prosegue la disponibilità di dati con la preparazione degli annuari ancora non stampati, ma che saranno disponibili in Rete. Tutti i dati acquisiti negli altri siti osservativi geomagnetici (in particolare Mario Zucchelli, Concordia e Lampedusa) vengono stampati nelle serie storiche (solo Mario Zucchelli) o resi disponibili a richiesta per gli utenti in banche dati interne o su web. Disponibili anche i dati delle reti e per il 2010.0, in attesa di pubblicazione su un volume speciale di Annals of Geophysics con le carte prodotte nella collaborazione con l'IGM.

4.4 Avanzamenti scientifici

Gli avanzamenti scientifici ottenuti con le osservazioni magnetiche sopra descritte sono diversificati e sono descritti più ampiamente ad esempio all'obiettivo 3. In particolare con i dati degli osservatori, delle reti di magnetometri e della Rete

magnetica italiana dei capisaldi, si sviluppano ricerche sulla variazione secolare (campi di origine interna alla Terra) sulla variazione diurna, tempeste e sulle pulsazioni (campi di origine esterna). Sono stati realizzati avanzamenti sulle anomalie magnetiche differenziali sulla struttura di conducibilità elettrica del sottosuolo. Si sono studiate le anomalie dei gradienti spaziali della variazione secolare regionale potenzialmente associate a fenomeni tettonici rilevanti. Con i dati magnetici di Duronia (CB) e di L'Aquila sono state condotte indagini sulla rotazione solare a 27 giorni, i risultati sono stati presentati all'EGU-2012 di Vienna.

4.5 Avanzamenti tecnologici

La sfida negli osservatori è ora quella di adeguarsi ai nuovi standard proposti dalla IAGA e che rappresentano la transizione dal nT al pT, con dati a 1 minuto risoluzione di 10 pT e accuratezza 100 pT, mentre per i dati a 1 secondo, risoluzione 1 pT accuratezza 10 pT, accuratezza temporale 10 ms. Attualmente questo obiettivo è stato raggiunto solo presso l'Osservatorio di Duronia (CB). Qui gli avanzamenti tecnologici hanno riguardato principalmente lo sviluppo di un gradiometro tensoriale a 12 componenti che costituisce l'unità di base per un sistema integrato a 36 componenti che verrà implementato nel 2011-2012 e verrà impiegato anche nella prospezione magnetica dei fondali marini e nella ricerca degli idrocarburi. Questa attività tecnologica è stata svolta all'esterno dell'INGV, sfruttando le sinergiche collaborazioni con l'Università di Cagliari, con la Geomagnetic System, con la Regione Molise e con l'Università di Milano. Presso l'Osservatorio di Duronia (CB) è in corso lo sviluppo di un sistema integrato per l'esecuzione delle misure assolute automatiche una volta al giorno, alle ore 02:00 UT, per completare le effettuate manualmente nei periodi di irraggiungibilità dell'osservatorio.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

47. Benhamou, S., Sudre, J., Bourjea, J., Ciccione, S., De Santis, A., Luschi, P. (2011). The Role of Geomagnetic Cues in Green Turtle Open Sea Navigation. PLoS One, 6, 10, e26672. 10.1371/journal.pone.0026672. http://hdl.handle.net/2122/7209
86. Brancato, A., Gresta, S., Alparone, S., Andronico, D., Bonforte, A., Caltabiano, T., Cocina, O., Corsaro, R. A., Cristofolini, R., Di Grazia, G., Distefano, G., Ferlito, C., Gambino, S., Giammanco, S., Greco, F., Napoli, R., Sandri, L., Selva, J., Tusa, G., Viccaro, M. (2011). Application of BET_EF to Mount Etna: a retrospective analysis (years 2001-2005). Ann. Geophys., 54, 5, 642-661. 10.4401/ag-5346. http://hdl.handle.net/2122/7473
181. Di Lorenzo, C., Palangio, P., Santarato, G., Meloni, A., Villante, U., Santarelli, L. (2011). Non-inductive components of electromagnetic signals associated with L'Aquila earthquake sequences estimated by means of inter-station impulse response functions. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 4, 1047-1055. 10.5194/nhess-11-1047-2011. http://hdl.handle.net/2122/7163
183. Di Mauro, D., Alfonsi, L., Sapia, V., Nigro, L., Marchetti, M. (2011). First Field Magnetometer Investigation at the Phoenician Island of Mozia (Trapani), Northwestern Sicily: Preliminary Results. Archaeol. Prospect., 18, 3, 215-222. 10.1002/arp 417. http://hdl.handle.net/2122/7156
271. Lepidi, S., Cafarella, L., Pietrolungo, M., Santarelli, L. (2011). Azimuthal propagation of Pc5 geomagnetic field pulsations in the southern polar cap. Adv. Space Res., 47, 6, 966-977. 10.1016/j.asr.2010.10.027. http://hdl.handle.net/2122/7024
327. Napoli, R., Currenti, G., Del Negro, C., Di Stefano, A., Greco, F., Boschi, E. (2011). Magnetic features of the magmatic intrusion that occurred in the 2007 eruption at Stromboli Island (Italy). Bull. Volcanol., 73, 1311–1322. 10.1007/s00445-011-0473-0. http://hdl.handle.net/2122/7465
357. Pezzopane, M., Fagundes, P. R., Ciraolo, L., Correia, E., Cabrera, M. A., Ezquer, R. G. (2011). Unusual nighttime impulsive foF2 enhancement below the southern anomaly crest under geomagnetically quiet conditions. J. Geophys. Res., 116, A12314. 10.1029/2011JA016593. http://hdl.handle.net/2122/7239

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

465. Barraclough, D. R., De Santis, A. (2011). Repeat Station Activities. Geomagnetic Observations and Models,, 45-55.http://hdl.handle.net/2122/7261
522. Decherchi, S., Leoncini, D., Gastaldo, P., Zunino, R., Faggioni, O., Soldani, M. (2011). Computational Intelligence Methods for Underwater Magnetic-based Protection Systems. Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks. http://hdl.handle.net/2122/7207
543. Lepidi, S., Meloni, A., Palangio, P., Yumoto, K. (2011). The contribution of L'Aquila (Italy) Geomagnetic Observatory to MAGDAS project. Sun and Geosphere, 6,2, 49-53.http://hdl.handle.net/2122/7245
560. Napoli, R., Pistorio, A., Scandura, D., Currenti, G., Greco, F., Del Negro, C. (2011). Design and application of an adaptive nonstationary filter for noise reduction in volcanomagnetic monitoring at Mt Etna. Geomatics, Natural Hazards and Risk, 2,3, 291-304. 10.1080/19475705.2011.575477. http://hdl.handle.net/2122/7470

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

- http://roma2.rm.ingv.it/it/risorse/banche_dati/29/dati_osservatorio_di_castello_tesino (RM2).
- http://roma2.rm.ingv.it/it/risorse/banche_dati/28/dati_osservatorio_di_l-aquila (RM2).
- http://roma2.rm.ingv.it/it/risorse/banche_dati/30/dati_osservatorio_di_lampedusa (RM2).
- http://roma2.rm.ingv.it/it/risorse/banche_dati/31/dati_osservatorio_di_stazione_concordia (RM2).
- http://roma2.rm.ingv.it/it/risorse/banche_dati/32/dati_osservatorio_di_stazione_mario_zucchelli (RM2).

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[213] PNRA – UR10 (Geomagnetismo e sismologia di osservatorio presso le basi scientifiche italiane (2002/2.5) – resp.: A. Morelli).
[280] AIRPLANE - UR10 Zolesi Bruno - Piattaforma di ricerca multidisciplinare su terremoti e vulcani.

Obiettivo Specifico: 1.7.

Osservazioni di alta e media atmosfera

Denominazione precedente: *Osservazioni di alta e media atmosfera*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *89*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo OS cura la gestione degli osservatori ionosferici di Roma, Gibilmanna (PA) e Stazione Mario Zucchelli (SMZ) in Antartide, che utilizzano sistemi radar in alta frequenza (HF) realizzati dall'INGV o ionosonde commerciali. Viene curata inoltre la sperimentazione del monitoraggio delle scintillazioni ionosferiche in regioni polari presso Ny-Alesund (Svalbard) e SMZ (Antartide).

1. Responsabile/i

Bruno Zolesi (RM2), Cesidio Bianchi (RM2)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

RM2

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Le osservazioni in alta e media atmosfera hanno riguardato principalmente i rilevamenti delle grandezze fisiche quali i costituenti neutri e la densità elettronica che costituisce la somma dei vari componenti atmosferici ionizzati. I rilevamenti di elettroni e ioni sono stati importanti, sia per lo studio della fisica dell'alta atmosfera, sia per continuare a contribuire alla determinazione della sinottica ionosferica planetaria. Le componenti neutre sono stati messi in relazione allo studio dei fenomeni fisico-chimici dell'alta atmosfera e alle interazioni climatiche e ambientali. Alla stregua degli altri parametri geofisici, le osservazioni ionosferiche hanno avuto carattere di sistematicità. L'INGV compie misure sistematiche dei fenomeni ionosferici attraverso i due osservatori sul territorio nazionale di Roma e Gibilmanna (PA), l'osservatorio ionosferico in Antartide e le nove stazioni GPS situate nelle aree polari e a basse latitudini. Nel corso del 2011 si è completato lo studio di fattibilità del radar trans-orizzonte (OTHR) in collaborazione con il CNIT (Consorsio Nazionale Interuniversitario Telecomunicazioni) dell'Università di Pisa. Questo progetto ha portato allo sviluppo anche di una particolare tecnica di osservazione per lo studio dei tempi di coerenza dei riflettori costituiti da strati ionosferici a isodensità elettronica. Tale tecnica, utilizzata anche per lo studio dei canali "time-variant" è stata resa possibile dopo opportuna modifica alla strumentazione di sondaggio ionosferico. È proseguito lo studio teorico del problema del ray tracing ionosferico con l'elaborazione di modelli teorico-analitici sulle interazioni delle onde elettromagnetiche con il magneto-plasma ionosferico, dal quale è scaturito il pacchetto applicativo denominato Ionospheric Ray Tracing "IONORT". Tale pacchetto il cui eseguibile è scritto in Fortran è stato poi importato in ambiente Matlab per sfruttare le operazioni d'interfaccia con l'utente. Inoltre, è stato impiegato un metodo semplice per testare l' algoritmo di ray tracing simulando un riflettore perfetto posto ad un'altitudine pari all'altezza virtuale di riflessione per calcolare il ritardo virtuale che viene assunto come un vero ritardo di gruppo. Per profili monotoni di densità elettronica, è stato trovato un errore relativo molto piccolo tra i ritardi calcolati e simulati per i modelli 3D di densità elettronica sia analitici che numerici. È stato studiato il parametro della frequenza critica dello strato ionosferico E a media latitudine durante le ore diurne ricavato con il modello IRI (International Reference Ionosphere) e messo in relazione ai dati del satellite FORMOSAT-3/. Si è trovata una buona corrispondenza tra i dati di densità elettronica nello strato E (NmE) di Roma e Gibilmanna e i valori ricavati dal modello IRI. Mentre i valori NmE ottenuti dal satellite FORMOSAT-3/COSMIC sono risultati essere molto maggiori in autunno e in estate. La conclusione è stata che i valori misurati a bordo del satellite coincidono con un parametro ionosferico rappresentativo dello strato di E sporadico (Es). Per verificare questi risultati si sono confrontati dati dello strato ionosferico E dagli osservatori ionosferici di Roma e Gibilmanna con i dati provenienti dal satellite FORMOSAT-3/COSMIC con il modello IRI. Sono proseguite le osservazioni dei segnali da satellite GPS per il monitoraggio e lo studio di particolari fenomeni ionosferici noti come scintillazioni. Queste si manifestano soprattutto alle latitudini più alte (e più basse) e mettono in risalto la variabilità e la dinamica della ionosfera anche a medie latitudini. Pertanto continuano le osservazioni di scintillazione ionosferica dalle stazioni localizzate in Artide (Ny-Alesund e Longyearbyen, Isole Svalbard, Norvegia) e in Antartide (MZS e Concordia) dove sono registrati i valori in ampiezza e fase dei segnali GPS. Da questi segnali sono derivati i parametri più indicativi della scintillazione (indici S4 e sigma-phi). Le analisi statistiche hanno consentito di valutare l'impatto delle irregolarità ionosferiche riguardo alla propagazione delle onde elettromagnetiche nella ionosfera. Sono proseguite le attività di monitoraggio dei segnali satellitari presso l'Università Tecnologica di Chania e l'Università di Tucuman (Argentina). In Ottobre 2011 è stata installata una nuova stazione permanente per il monitoraggio delle scintillazioni e TEC ionosferico presso l'Osservatorio Climatico "R. SARAO" di Lampedusa. Nell'anno di riferimento è stata regolarmente effettuata la campagna di misura di composti chimici nella media ed alta atmosfera che si svolge ogni anno in inverno (a partire dal 2009) a Thule Air Base (Groenlandia). Durante tali campagne viene utilizzato il Ground Based Millimeter-Wave Spectrometer (GBMS), un ricevitore ad eterodina in grado di rivelare gli spettri rotazionali di costituenti neutri minoritari (ozono, acido nitrico e

monossido di carbonio) in stratosfera e mesosfera. Tali misure permettono di studiare processi chimici e dinamici della media-alta atmosfera anche in relazione alla riduzione stagionale di ozono polare. La campagna è stata svolta in collaborazione con le Università di New York (Stony Brook U.S.A.) e "Sapienza", l'ENEA, il Danish Meteorological Institute (DMI) e la NSF (U.S.A.). Sono stati analizzati i dati ottenuti durante le campagne invernali 2010 e 2011. Questi sono stati presentati a conferenze internazionali (NDACC Symposium 2011WCRP 2011) e sono stati oggetto di due pubblicazioni scientifiche su riviste JCR (JGR e Annales Geophysicae).

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Si è provveduto a migliorare il software per la interpretazione automatica degli ionogrammi (Autoscala) dotandolo di due routine capaci di identificare lo spread F e il raggio Z, fenomeni tipici delle condizioni radiopropagative alle latitudini polari. Lo studio delle scintillazioni che trovano applicazione nel settore della comunicazione e della navigazione satellitare si svolgono con i ricevitori posti nelle regioni polari. Le tre stazioni GISTM (GPS Ionospheric Scintillation and TEC Monitor) dell'INGV presso le Isole Svalbard, le tre antartiche, quella di Chania, Tucuman e Lampedusa sono controllate in remoto attraverso il server ESWUA dove i dati sono strutturati, archiviati, aggiornati e resi accessibili alla comunità.

4.2 Metodologie d'indagine

L'adattamento di Autoscala alle latitudini polari è stato effettuato usando le strutture morfologiche osservate sugli ionogrammi registrati nel corso delle ultime campagne antartiche, nella stazione ionosferica Mario Zucchelli, con la ionosonda AIS-INGV. Per la determinazione dei profili dei costituenti neutri, il telerilevamento a microonde si avvale di una tecnica radio passiva. Il metodo di inversione dei profili si basa sul fatto che le righe spettrali ricevute subiscono uno sparpagliamento spettrale in base alla densità della colonna d'aria, che permette di identificare l'altitudine di emissione. I dati di scintillazione ionosferica vengono validati mediante l'analisi di alcuni parametri di ricezione del segnale satellitare per valutare che gli eventi di disturbo registrati si riferiscano a fenomeni fisici e non a disturbi ambientali.

4.3 Dati acquisiti

I dati dei sondaggi ionosferici verticali degli osservatori ionosferici e i dati di sondaggio obliqui vengono acquisiti e archiviati, sia come raw data, sia in forma interpretata (secondo i parametri stadard internazionali) nella banca dati dell'INGV. Nello stesso sistema sono stati archiviati anche i dati delle 3 stazioni GISTM di NyAlesund e di Longyearbyn (Svalbard-Norvegia), delle 3 stazioni in Antartide e delle stazioni a medie e basse latitudini di Chania, Tucuman e Lampedusa relativi a misure di TEC e di parametri della scintillazione ionosferica (S4 e sigma-phi) insieme ai dati riometrici. Durante la campagna di misure a Thule Air Base, Groenlandia, fra il 28 gennaio e il 5 marzo 2011 sono stati raccolti con il GBMS spettri di emissione di ozono (O_3), acido nitrico (HNO_3), monossido di carbonio (CO) e ossido nitroso (N_2O). I profili di concentrazione medi ricavati fanno parte del dataset del Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC), disponibile in rete.

4.4 Avanzamenti scientifici

Mediante le misure del GBMS a Thule Air Base è stato possibile osservare le variazioni diurne nella concentrazione di ozono in mesosfera. Le osservazioni, confrontate con i risultati del modello di chimica della media atmosfera ROSE, sono state presentate in una conferenza internazionale. La collaborazione con il gruppo Microwave Limb Sounding del NASA/JPL ha contribuito alla validazione di misure da satellite di HNO3 dello strumento Aura/MLS mediante misure da terra del GBMS. I risultati ottenuti sono stati presentati in una conferenza internazionale. È stata ulteriormente sviluppata la tecnica per lo studio della climatologia delle scintillazioni ionosferiche, denominata GBSC (Ground Base Scintillation Climatology), che permette di studiare i rapporti di causa-effetto che intercorrono tra formazione ed evoluzione spazio-temporale delle irregolarità di plasma e scintillazione. La tecnica è ora in grado di analizzare i dati provenienti da differenti tipi di ricevitore e di includere i segnali GLONASS.

4.5 Avanzamenti tecnologici

È stata perfezionata l'interfaccia tra PC e strumentazione RF. Tali applicazioni sono relative alla ionosonda AIS-INGV e alla nuova versione ancora in fase di sviluppo. Questi dispositivi si basano sullo standard seriale USB e sfrutta alcuni integrati a logica programmabile CPLD. In collaborazione con il Politecnico di Torino è stato sviluppato un sistema per l'integrazione del ricevitore hardware per le scintillazioni ionosferiche con un ricevitore software. Lo sviluppo di un software per l'interpretazione automatica dello spread F e del raggio Z, costituisce una novità nel campo del monitoraggio ionosferico e può avere applicazioni in ambito di Space Weather. Si è proceduto a un ulteriore passo nello sviluppo di un nuovo spettrometro, denominato water Vapour Emission Spectrometer for Polar Atmospheres at 22-GHz (VESPA-22), in grado di osservare la riga di emissione rotazionale del vapor acqueo a 22.235 GHz. Il sistema di

acquisizione spettrale è stato assemblato e testato durante la campagna a Thule Air Base con lo spettrometro GBMS. Il ricevitore ad eterodina è stato completato e testato in laboratorio a Roma con sorgenti di segnale artificiale e si è proceduto ad una calibrazione assoluta.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

8. Alfonsi, Lu., Spogli, L., De Franceschi, G., Romano, V., Aquino, M., Dodson, A., Mitchell, C. N. (2011). Bipolar climatology of GPS ionospheric scintillation at solar minimum. Radio Sci., 46, RS0D05. 10.1029/2010RS004571. http://hdl.handle.net/2122/7037
55. Bianchini, G., Palchetti, L., Muscari, G., Fiorucci, I., Di Girolamo, P., Di Iorio, T. (2011). Water vapor sounding with the far infrared REFIR-PAD spectroradiometer from a high-altitude ground-based station during the ECOWAR campaign. J. Geophys. Res., 116, D02310. 10.1029/2010JD014530. http://hdl.handle.net/2122/6979
216. Fiorucci, I., Muscari, G., de Zafra, R. L. (2011). Revising the retrieval technique of a long-term stratospheric HNO3 data set: from a constrained matrix inversion to the optimal estimation algorithm. Quaderni di Geofisica INGV, 29, 7, 1317-1330. 10.5194/angeo-29-1317-2011. http://hdl.handle.net/2122/7076
220. Forte, B., Materassi, M., Alfonsi, Lu., Romano, V., De Franceschi, G., Spalla, P. (2011). Optimum parameter for estimating phase fluctuations on transionospheric signals at high latitudes. Adv. Space Res., 47, 12, 2188-2193. 10.1016/j.asr.2010.04.033. http://hdl.handle.net/2122/7022
350. Perrone, L., Mikhailov, A. V., Korsunova, L. P. (2011). FORMOSAT-3/COSMIC E region observations and daytime foE at middle latitudes. J. Geophys. Res., 116, A06307. 10.1029/2010JA016411. http://hdl.handle.net/2122/7073
357. Pezzopane, M., Fagundes, P. R., Ciraolo, L., Correia, E., Cabrera, M. A., Ezquer, R. G. (2011). Unusual nighttime impulsive foF2 enhancement below the southern anomaly crest under geomagnetically quiet conditions. J. Geophys. Res., 116, A12314. 10.1029/2011JA016593. http://hdl.handle.net/2122/7239
358. Pezzopane, M., Pietrella, M., Pignatelli, A., Zolesi, B., Cander, L. R. (2011). Assimilation of autoscaled data and regional and local ionospheric models as input source for a real-time 3-D IRI modeling. Radio Sci., 46, RS5009. 10.1029/2011RS004697. http://hdl.handle.net/2122/7152
372. Prikryl, P., Spogli, L., Jayachandran, P. T., Kinrade, J., Mitchell, C. N., Ning, B., Li, G., Cilliers, P. J., Terkildsen, M., Danskin, D. W., Spanswick, E., Weatherwax, A. T., Bristow, W. A., Alfonsi, Lu., De Franceschi, G., Romano, V., Ngwira, C. M., Opperman, B. D. L. (2011). Interhemispheric comparison of GPS phase scintillation at high latitudes during the magnetic-cloud-induced geomagnetic storm of 5–7 April 2010. Ann. Geophys. GER, 29, 12, 2287-2304. 10.5194/angeo-29-2287-2011. http://hdl.handle.net/2122/7272
380. Qin, K., Wu, L., De Santis, A., Wang, H. (2011). Surface latent heat flux anomalies before the MS 7.1 New Zealand earthquake 2010. Chin. Sci. Bull., 56, 31, 3273-3280. 10.1007/s11434-011-4680-z. http://hdl.handle.net/2122/7262

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

592. Romano, V., Bougard, B., Aquino, M., Galera Monico, J. F., Willems, T., Solé, M. (2011). Investigation of low latitude scintillations in Brazil within the cigala project. Proocedings of the 3rd International Colloquium on Scientific and Fundamental Aspects of the Galileo Programme, Copenaghen 2011, 326. http://hdl.handle.net/2122/7393

5.2b Tesi di laurea e dottorato

- Pietro Paolo Bertagnolio (tesi iniziata nel 2009) - Il ruolo del vapore acqueo nell'atmosfera polare in relazione al cambiamento del clima - Tesi di Dottorato in Scienze Polari, Università di Siena (RM2).

5.3 Banche dati

- Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC), http://www.ndsc.ncep.noaa.gov/ (RM2).
- Ionogrammi e parametri autoscalati (foF2, MUF(3000)F2, M(3000)F2, fxI), dati di rumore cosmico, dati di TEC e scintillazione ionosferica, http://eswua.ingv.it/ (RM2).

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[464] AUTOSCALA - SRC - UR10 Pezzopane Michael - AUTOSCALA SRC - Software per l'interpretazione automatica della traccia di uno ionogramma tramite un modello adattivo.

Obiettivo Specifico: 1.8.

Osservazioni di geofisica ambientale

Denominazione precedente: *Osservazioni di geofisica ambientale*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *155*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo OS cura l'esecuzione di indagini sistematiche per cartografia magnetica ad alta risoluzione spaziale con rilevamento sia da terra sia da elicottero, anche in campo archeologico. Cura inoltre il rilevamento di parametri elettromagnetici di interesse ambientale e gli osservatori multiparametrici derivati da progetti EC e successivi per acquisizione di dati geofisici e oceanografici integrati.

1. Responsabile/i

Laura Beranzoli (RM2)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

RM2, PA

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

L'UF RIDGE ha completato nuovi esperimenti di monitoraggio in mare (sismicità, generazione di tsunami, emissione di gas), di studio del relativo impatto ambientale (ipossia), attraverso progetti dell'CE (ESONET, Mar di Marmara; HYPOX, Mar Ionio) e sono state avviate le relative attività di analisi dati. Sono stati sottomessi articoli scientifici che definiscono il regime di stress e la struttura del mantello superiore del Golfo di Cadice e la litosfera in un'area dell'Antartide. In collaborazione con altre Sezioni INGV, altri enti (ad esempio, INFN, INAF, CNR) e con progetti europei (ad esempio, GENESI-DEC, ENVRI, SCIDIP-ES), i dati degli osservatori sottomarini vengono sistematizzati in un database (MOIST, https://moist.rm.ingv.it) consultabile via web. Uno dei nodi della rete di osservatori sottomarini EMSO in acque italiane (NEMO-SN1, Sicilia orientale), operativo dal 2005, dopo una fase di aggiornamento e test, è stato e preparato per la deposizione e cablaggio a largo di Catania (-2000 m). Nel progetto EMSO-PP a coordinamento INGV è stata delineata la governance della infrastruttura di ricerca omonima e intensificati i contatti con il MIUR per la firma di un MoU tra i paesi membri coinvolti. L'INGV ha ottenuto dal MIUR un finanziamento specifico per avviare le attività del consorzio EMSO. Sono proseguiti gli studi e le attività di monitoraggio del sistema di Panarea supportati sia dalle collaborazioni con università e strutture di ricerca straniere (ad esempio, TU Freiberg, Max Plank Institute). È stato aggiornato e integrato il Geo-database degli tsunami dell'area Euro-Mediterranea, con gli eventi dell'Adriatico orientale e con l'esclusione di eventi non attendibili. Sono stati sottomessi progetti per il degassamento naturale in ambiente sottomarino oltre che subaereo (progetto NADIR, fondi INTERREG), progetti in ambito nazionale (progetto LIGEMA, fondi FIST del MISE) per lo sviluppo di tecnologie applicate alla ricerca industriale nel settore della geotermia offshore (sistemici geotermici di mare profondo), progetti in ambito regionale (progetto MONSOON, fondi POR-FESR Sicilia) per lo sviluppo di tecnologie avanzate in ambiente sottomarino per misura di parametri fisici (acustica, sismicità) e chimici (elementi chimici disciolti in acqua di mare e loro speciazione). Per lo studio dei segnali generati all'interno della Terra da fenomeni geodinamici l'obiettivo è stato quello di discriminare questi segnali da tutti gli altri che vengono generati nella cavità Terra-ionosfera. Sulla base delle osservazioni effettuate nella fase cosismica del terremoto di L'Aquila riteniamo che l'impronta incontrovertibile sia costituita dalla curva di dispersione decifrabile dai segnali magnetici misurati in superficie. Il limite di queste osservazioni è stato quello imposto dalla singola stazione, per cui è stato molto difficile rilevare gli effetti dispersivi della Terra data la presenza di altri segnali che si sovrappongono a quelli di interesse. L'unica tecnica adottabile per conseguire questo risultato è l'interferometria a larga banda. Riguardo alla progettazione e realizzazione di dispositivi ad induzione per misure di permettività dielettrica e resistività elettrica nei materiali, l'attività ha riguardato la discussione sulle prestazioni della spettroscopia elettrica che utilizza una sonda RESPER per misurare la salinità s ed il contenuto volumetrico d'acqua Teta-W nei calcestruzzi e nei suoli terrestri. La conducibilità è stata correlata alla salinità e la permettività dielettrica al contenuto volumetrico d'acqua, applicando modelli teorici, opportunamente raffinati, che sono risultati coerenti con le predizioni dovute alle leggi empiriche di Archie e di Topp. Una novità nel lavoro svolto è stata l'applicazione di un modello matematico-fisico per la propagazione degli errori nelle misure, basato sullo strumento delle funzioni di sensibilità. Sono stati studiati dei metodi geofisici per rilevare e localizzare smaltimento illegale dei rifiuti e fusti metallici tossici sepolti. Nell'ambito della geofisica applicata a tematiche archeologiche si è proceduto all'analisi delle prospezioni geofisiche con metodo elettromagnetico induttivo e GPR acquisite nel sito archeologico di Carsulae (PG). L'obiettivo delle misure è stato quello individuare e mappare le strutture archeologiche sepolte e la formulazione di una ipotesi plausibile per le cause dell'abbandono del sito. Sempre su questa tipologia applicativa sono state effettuate misure nel sito archeologico di Mozia (TP). In particolare, i metodi: elettromagnetico induttivo, magnetico e GPR, sono stati integrati per cercare di individuare strutture sepolte in aree ancora non esplorate dell'isola. È stata portata a termine l'analisi dei dati geofisici provenienti dalla missione "Kamil Crater", deserto Sahara- Egitto. I risultati sono stati fondamentali per l'inquadramento e l'interpretazione della formazione dell'omonimo cratere. Nel 2011 sono state

effettuate misure in Italia e nella Repubblica del Congo (Brazaville) per il supporto e lo sviluppo dell'Earth Gravitational Model (geoide ad alta risoluzione basato su EGM08). È stato acquisito un ulteriore gravimetro terrestre che NGA ha messo a disposizione della UP di Portovenere. L'UP, in collaborazione con l'UF "Laboratorio di Geofisica Ambientale" e su richiesta del Comune di Varese Ligure (SP), ha eseguito una serie di misure geofisiche ambientali finalizzate a rilevare il fondo elettromagnetico a radiofrequenza generato da una nuova installazione di telefonia mobile situata nello stesso Comune. È stata prevista l'estensione delle misure in Algeria in forza di alcuni progetti allo stato di definizione per Earth Gravitational Model. A seguito della collaborazione con il Comune di Varese Ligure (SP), l'UP di Portovenere si è dotata di idonea strumentazione per proseguire detta attività anche nel futuro.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

I sistemi di monitoraggio sottomarino comprendono 6 moduli-osservatorio multiparametrici per alte profondità gestiti con un sistema cavo-verricello e attrezzature ausiliarie di recente acquisizione quali un ROV e un Deep Sea Shuttle. Altri 2 moduli sottomarini sono utilizzati per basse profondità. Il sistema MEDUSA per il monitoraggio chimico in situ, costituisce uno strumento complementare per le acquisizioni di dati areali.

4.2 Metodologie d'indagine

Le serie temporali acquisite dagli osservatori sottomarini vengono analizzate in metodi multidisciplinari di indagine per evidenziare le interazioni tra geosfera, biosfera e idrosfera e le relazioni tra fenomeni sismologici, geochimici, reologici, oceanografici che si manifestano nella stessa area. Per la misura del flusso di gas (ad esempio, metano, anidride carbonica) in area sottomarina a tettonica attiva, sono state utilizzate nuove metodologie basate su tecniche di monitoraggio acustico. La geosistemica (De Santis, 2009) fornisce un importante sostegno teorico all'approccio interdisciplinare necessario allo studio dei dati multiparametrici acquisiti insieme all'analisi di dati geofisici da satellite e/o al suolo.

4.3 Dati acquisiti

Gli esperimenti effettuati con gli osservatori e i moduli sottomarini nel corso del 2010-2011 hanno prodotto nuove serie temporali sincrone e di lungo termine di dati sismici e oceanografici e nuove tipologie di misure (ad esempio, pressione della colonna d'acqua; http://moist.rm.ingv.it/). Nel Mar di Marmara sono state eseguite le prime estrazioni del gas disciolto in acqua di mare prelevata al di sopra di evidenti linee di discontinuità strutturale (golfo di Izmit) I primi risultati mostrano che sono rilasciati dalla faglia sia fluidi a metano dominante (prodotto nei sedimenti) che fluidi di origine più profonda prodotti dal degassamento della NAFZ.

4.4 Avanzamenti scientifici

La collaborazione con l'Università di Zagabria ha portato ad un raffinamento delle conoscenza dell'attività tsunamigenica dell'Adriatico orientale e occidentale. Il Geo-database include 322 tsunami dal 6150 a.C ad oggi, ed è stato adottato dall'ICG/NEAMTWS dell'UNESCO per la realizzazione del sistema di Tsunami Warning nell'area Euro-Mediterranea.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Il prototipo di *tsunameter*, sperimentato nel Golfo di Cadice,è stato installato e testato in laboratorio a bordo dell'osservatorio NEMO-SN1 pronto per la deposizione e cablaggio previsto nel 2012. Sono stati sviluppati e testati nuovi sistemi di comunicazione tra l'osservatorio di fondo mare installato dal 2008 al largo di Panarea e il sistema di superficie che permette la trasmissione real-time dei dati e la condivisione via internet. L'attività di prospezione nel sottosuolo ha riguardato la descrizione dei risultati di un test effettuato in un terreno argilloso-e sabbioso, dove 12 fusti di acciaio vuoto sono stati precedentemente sepolti a 4-5 metri sotto il livello del suolo. Questo test è stato realizzato eseguendo vari metodi geofisici per la rilevazione dei fusti di acciaio; in quest'area sono stati effettuati un sondaggio magnetometrico, una tomografia di resistività elettrica (ERT) con configurazioni diverse ed un'indagine d'induzione elettromagnetica nel dominio della frequenza (FDEM). I risultati di questo test hanno dimostrato che, come in parte previsto, le indagini magnetometriche e di induzione FDEM sono in grado di rilevare effettivamente i fusti di acciaio sepolti nel sottosuolo, mentre l'ERT ha soprattutto rilevato cambiamenti di alcune proprietà fisiche del terreno connesse alle operazioni di scavo, piuttosto che la presenza effettiva dei fusti d'acciaio.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

113. Cattadori, M., Florindo, F., Rack, F. (2011). Short- and long-term effects in the school system of a research

immersion experience for science educators: An example from ANDRILL (Antarctic Geological Drilling). Geosphere, 7, 6, 1331-1339. 10.1130/GES00678.1. http://hdl.handle.net/2122/7526
183. Di Mauro, D., Alfonsi, L., Sapia, V., Nigro, L., Marchetti, M. (2011). First Field Magnetometer Investigation at the Phoenician Island of Mozia (Trapani), Northwestern Sicily: Preliminary Results. Archaeol. Prospect., 18, 3, 215-222. 10.1002/arp 417. http://hdl.handle.net/2122/7156
219. Folco, L., Di Martino, M., El Barkooky, A., D'Orazio, M., Lethy, A., Urbini, S., Nicolosi, I., Hafez, M., Cordier, C., van Ginneken, M., Zeoli, A., Radwan, A. M., El Khrepy, S., El Gabry, M., Gomaa, M., Barakat, A. A., Serra, R., El Sharkawi, M. (2011). Kamil Crater (Egypt): Ground truth for small-scale meteorite impacts on Earth. Geology, 39, 2, 179-182. 10.1130/G31624.1. http://hdl.handle.net/2122/7013
235. Grillo, B., Braitenberg, C., Devoti, R., Nagy, I. (2011). The study of karstic aquifers by geodetic measurements in bus de la genziana station – cansiglio plateau (northeastern Italy). Acta Carsologica, 40, 1, 161-173. http://hdl.handle.net/2122/7200
254. Imposa, S., Mele, G. (2011). Ground Penetrating Radar Survey Inside the S. Agata Cathedral of Catania (Eastern Sicily). Int. J. Archit. Herit., 5, 188–197. 10.1080/15583050903487625. http://hdl.handle.net/2122/7173
273. Lo Bue, N., Vangriesheim, A., Khripounoff, A., Soltwedel, T. (2011). Anomalies of oxygen measurements performed with Aanderaa optodes. J. Oper. Oceanogr., 4, 2, 29-39. http://hdl.handle.net/2122/7242
286. Marchetti, M., Settimi, A. (2011). Integrated geophysical measurements on a test site for detection of buried steel drums. Ann. Geophys., 54, 1, 105-114. 10.4401/ag-4846. http://hdl.handle.net/2122/6982
344. Passchier, S., Browne, G., Field, B., Fielding, C. R., Krissek, L. A., Panter, K., Pekar, S. F., ANDRILL-SMS Science Team,, (2011). Early and middle Miocene Antarctic glacial history from the sedimentary facies distribution in the AND-2A drill hole, Ross Sea, Antarctica. Geol. Soc. Am. Bull., 123, 11-12, 2352-2365. 10.1130/B30334.1. http://hdl.handle.net/2122/7528
381. Revil, A., Finizola, A., Ricci, T., Delcher, E., Peltier, A., Barde-Cabusson, S., Avard, G., Bailly, T., Bennati, L., Byrdina, S., Colonge, J., Di Gangi, F., Douillet, G., Lupi, M., Letort, J., Tsang Hin Sun, E. (2011). Hydrogeology of Stromboli volcano, Aeolian Islands (Italy) from the interpretation of resistivity tomograms, self-potential, soil temperature and soil CO2 concentration measurements. Geophys. J. Int., 186, 3, 1078-1094. 10.1111/j.1365-246X.2011.05112.x. http://hdl.handle.net/2122/7082
385. Roberts, A. P., Florindo, F., Villa, G., Chang, L., Jovane, L., Bohaty, S. M., Larrasoaña, J. C., Heslop, D., Fitz Gerald, J. D. (2011). Magnetotactic bacterial abundance in pelagic marine environments is limited by organic carbon flux and availability of dissolved iron. Earth Planet. Sci. Lett., 310, 3-4, 441-452. 10.1016/j.epsl.2011.08.011. http://hdl.handle.net/2122/7169
397. Sartini, L., Simeone, F., Pani, P., Lo Bue, N., Marinaro, G., Grubich, A., Lobko, A., Etiope, G., Capone, A., Favali, P., Gasparoni, F., Bruni, F. (2011). GEMS: Underwater spectrometer for long-term radioactivity measurements. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. A-Accel. Spectrom. Dect. Assoc. Equip., 626-627, S145–S147. 10.1016/j.nima.2010.06.248. http://hdl.handle.net/2122/7028

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

492. Casula, G., Pesci, A., Bianchi, M. G. (2011). Calcolo di un modello di marea oceanica di alta precisione da dati della stazione mareografica di Terra Nova Bay in Antartide. http://hdl.handle.net/2122/6985
582. Pignagnoli, L., Chierici, F., Favali, P., Beranzoli, L., Embriaco, D., Monna, S., D'Oriano, F., Zitellini, N. (2011). Tsunami Early Warning System: Deep Sea Measurements in the Source Area. Marine Research at CNR - Special Issue, 1749-1758. http://hdl.handle.net/2122/7308
589. Quattrocchi, F., Mele, G., Cantucci, B., Procesi, M., Sciarra, A., Nardi, S., Boschi, E. (2011). Densely populated settings: the challenge of siting geological facilities for deep geothermics, CO_2 and natural gas storage, and radioactive waste disposal Underground Coexistence and Synergies for a Sound Energy Mix in the Post-Kyoto Era. Miscellanea INGV, 12, 1-102. http://hdl.handle.net/2122/7409
613. Settimi, A., Tutone, G., Baskaradas, J. A., Bianchi, C., Zirizzotti, A. E., Santarato, G. (2011). Preliminary design of a RESPER probe prototype, configured in a multi dipole-dipole array. Rapporti Tecnici INGV, 191. http://hdl.handle.net/2122/7003

5.2b Tesi di laurea e dottorato

- Christin Müller (Institut für Angewandte Physik, Department of Geology (Freiberg, Germany). Titolo tesi: Geothermal state of shallow submarine geothermal systems and isotopic signatures with a laboratory comparison of Panarea, Aeolian Islands (Italy). Supervisors: Prof. Dr. Broder J. Merkel, Mandy Schipek, Dr. Italiano F. (PA).
- Katharina Hanetzog (Institut für Angewandte Physik, Department of Geology,Freiberg, Germany). Titolo tesi: Characterization of the hydrothermal system of Lipari Island (Sicily) by geochemical and isotope analysad esempio. Supervisors: Prof. B. Merkel, Dr Italiano F. (PA).
- Fu Chen Chao, National Taiwan University. Tutoraggio PhD: Noble gases from solid magmatic products of Marsili seamount, Southern Tyrrhenian sea, Italy. Supervisors: Prof. T.F. Yang, Dr. Italiano F. (PA).

5.3 Banche dati

- Serie temporali da osservatori sottomarini sistema MOIST (http://moist.rm.ingv.it/) (RM2).

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[99] Regione Piemonte-Nizza-Monferrato 2003 - UR10 Galli Gianfranco - Regione Piemonte-Nizza-Monferrato - Convenzione Rep.7784 del 10/02/2003.
[101] ESONET - UR1 Favali Paolo - European Seafloor Observatory NETwork.
[131] ASI-OLIMPO - UR10 Romeo Giovanni - Attivita' per il programma OLIMPO.
[355] FIRB Geotermia Roma – UR10 (Sviluppo e applicazione di impianti alimentati da risorse geotermiche per il riscaldamento e il condizionamento di ambienti nella città di Roma – resp.: M. Chiappini).

Obiettivo Specifico: 1.9.

Rete GPS nazionale

Denominazione precedente: *Rete GPS nazionale*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *203*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo OS cura lo sviluppo di una rete permanente di stazioni GPS finalizzata ad aumentare le conoscenze relative alla cinematica, alla tettonica attiva e alla sismicità della penisola. Nell'ambito di questo OS vengono ideate le innovazioni di carattere tecnologico della rete stessa, vengono messe a punto nuove tecniche di analisi e viene costituita una banca dati unificata.

1. Responsabile/i

Roberto Devoti (CNT)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, BO, CT, NA-OV

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Nel 2011 sono state realizzate ed allestite 11 nuove stazioni, di cui tre in Sicilia (MSFR, FAVR, MUCR), una in Veneto (MGRD), due nelle Marche (ANCN, PESR), due in Campania (PIGN, MFUS) e tre in Calabria (MMNO, VIGG, CELI). La ricerca di nuovi siti ha interessato principalmente le province di Avellino, Caserta, L'Aquila, Forlì e Potenza, si sono inoltre individuati alcuni siti idonei nelle Alpi Orientali e nel Matese. L'anno in corso è stato caratterizzato dalla gestione delle attività ordinarie in attesa di un ristrutturazione del coordinamento RING in conseguenza del riordino generale dell'ente. Ad oggi, la mancata finalizzazione del riordino, comporta una ulteriore procrastinazione di una situazione di incertezza e di vuoto strategico. Le attività di manutenzione straordinaria e programmata sono efficacemente coordinate dal centro di Grottaminarda con la partecipazione esterna di CNT, CT e BO. Diversi gruppi di ricerca dell'Ente elaborano in modo continuo dati della rete RING e di altre reti italiane (CNT-Roma e CNT-Bologna, NA-OV, CT e BO), per un totale di oltre 1.000 stazioni. La UF-ADG (CNT) rende disponibili anche le soluzioni (posizioni stimate in formato SINEX), realizzate con i processori Bernese e Gamit, rispettivamente sulla banca-dati di Grottaminarda (http://gpsgiving.gm.ingv.it) e la banca-dati di Bologna (http://gat.bo.ingv.it).

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Alla fine del 2011 la rete integrata nazionale GPS (RING) conta un totale di 167 stazioni GPS, collegate in tempo reale con il centro di archiviazione di Grottaminarda. Nel corso del 2011 sono state realizzate ed allestite 11 nuove stazioni GPS, di cui tre in Sicilia (MSFR, FAVR, MUCR), una in Veneto (MGRD), due nelle Marche (ANCN, PESR), due in Campania (PIGN, MFUS) e tre in Calabria (MMNO, VIGG, CELI). La ricerca di nuovi siti ha interessato principalmente le province di Avellino, Caserta, L'Aquila, Forlì e Potenza; inoltre, sono stati individuati alcuni siti idonei nelle Alpi Orientali e nel Matese. L'anno in corso è stato caratterizzato dalla gestione delle attività ordinarie in attesa di un ristrutturazione del coordinamento RING, in conseguenza del riordino generale dell'Ente. Ad oggi, la mancata finalizzazione del riordino, comporta una ulteriore procrastinazione di una situazione di incertezza e di vuoto strategico. Diversi gruppi di ricerca dell'Ente elaborano dati della rete RING e di altre reti italiane (CNT-Roma e CNT-Bologna, NA-OV, CT e BO) con tre principali software di analisi: Bernese, Gamit e Gipsy. I gruppi di ricerca svolgono elaborazioni sistematiche di grandi reti (>500-1000 stazioni al giorno), utilizzando sistemi software e hardware dedicati al calcolo intensivo. Si è sentita l'esigenza di organizzare un workshop interno, da ripetersi annualmente che illustri a tutti i colleghi ricercatori i risultati ottenuti dai vari gruppi e favorisca uno scambio di esperienze fattivo. Le soluzioni giornaliere (posizioni stimate in formato SINEX) di tutta l'area italiana, realizzate con i processori Bernese e Gamit, sono disponibili rispettivamente sulla banca-dati di Grottaminarda (http://gpsgiving.gm.ingv.it) e la banca-dati di Bologna (http://gat.bo.ingv.it).

4.2 Metodologie d'indagine

-

4.3 Dati acquisiti

Le osservazioni GPS campionate a 30 sec sono trasferite attraverso diversi canali di trasmissione alla banca dati centrale di Grottaminarda (gpsgiving.gm.ingv.it) e suddivisi in file di stazione contenente tutte le osservazioni GPS dell'arco delle 24 ore. Il dato grezzo viene sottoposto ad un controllo di qualità standard (clinic) che segnala eventuali anomalie e produce un rapporto sintetico sulla particolare acquisizione. Oltre alle stazioni RING, vengono sistematicamente archiviati i dati di altre 6 reti permanenti (Friuli-Venezia-Giulia, Abruzzo, Emilia-Romagna, Lombardia, Puglia e ITALPOS) per un totale di altri 302 file giornalieri. I dati di 35 stazioni RING sono distribuiti al pubblico tramite il portale web http://ring.gm.ingv.it, tutti gli altri sono disponibili, tramite accesso protetto, ai ricercatori INGV.

4.4 Avanzamenti scientifici

La copertura geografica delle stazioni è più omogenea nel settore centro-meridionale rispetto al settore centro-settentrionale della penisola italiana. Esistono ancora ampie aree dell'Appennino settentrionale, caratterizzate da sismicità storica e strumentale, per cui le deformazioni tettoniche non sono adeguatamente campionate dalle stazioni GPS. Le regioni più sguarnite sono le Marche, Toscana ed Emilia-Romagna e ampie zone del Veneto e del Trentino.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Le attività di manutenzione straordinaria e programmata delle stazioni proseguono al ritmo di circa 80-90 interventi all'anno, finalizzate al miglioramento dei sistemi di protezione della strumentazione e all'adeguamento degli impianti alle normative vigenti sulla sicurezza e protezione dei luoghi di lavoro. Tutti gli interventi sono efficacemente coordinate dal centro di Grottaminarda con la partecipazione esterna di Roma, Catania e Bologna.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

10. Aloisi, M., Mattia, M., Ferlito, C., Palano, M., Bruno, V., Cannavò, F. (2011). Imaging the multi-level magma reservoir at Mt. Etna volcano (Italy). Geophys. Res. Lett., 38, L16306. 10.1029/2011GL048488. http://hdl.handle.net/2122/7288
27. Avallone, A., Marzario, M., Cirella, A., Piatanesi, A., Rovelli, A., Di Alessandro, C., D'Anastasio, E., D'Agostino, N., Giuliani, R., Mattone, M. (2011). Very high rate (10 Hz) GPS seismology for moderate-magnitude earthquakes: The case of theMw6.3 L'Aquila (central Italy) event. J. Geophys. Res., 116, B02305. 10.1029/2010JB007834. http://hdl.handle.net/2122/7799
56. Billi, A., Faccenna, C., Bellier, O., Minelli, L., Neri, G., Piromallo, C., Presti, D., Scrocca, D., Serpelloni, E. (2011). Recent tectonic reorganization of the Nubia-Eurasia convergent boundary heading for the closure of the western Mediterranean. Bull. Soc. Geol. Fr., 182, 4, 279-303. 10.2113/gssgfbull.182.4.279. http://hdl.handle.net/2122/6674
174. Devoti, R., Esposito, A., Pietrantonio, G., Pisani, A. R., Riguzzi, F. (2011). Evidence of large scale deformation patterns from GPS data in the Italian subduction boundary. Earth Planet. Sci. Lett., 311, 3-4, 230-241. 10.1016/j.epsl.2011.09.034. http://hdl.handle.net/2122/7201

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

482. Cannavò, F., Palano, M. (2011). PlatEMotion: a Matlab® Tool for Geodetic Reference Frame Definition. Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/7289
493. Casula, G., Pesci, A., Boschi, E. (2011). Soluzioni indipendenti di reti GPS effettuate con vari programmi scientifici: l'importanza della divulgazione delle informazioni. Quaderni di Geofisica INGV, 91, 1-19. http://hdl.handle.net/2122/7004

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

- http://gpsgiving.gm.ingv.it (CNT).
- http://gat.bo.ingv.it (CNT).

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[428] LEICA INGV - UR10 Mattia Mario - Convenzione quadro tra INGV e Leica.

Obiettivo Specifico: 1.10. TTC

Telerilevamento

Denominazione precedente: *Telerilevamento*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *188,5*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Le tecnologie di Telerilevamento aereo, satellitare e prossimale rappresentano da alcuni decenni insostituibili strumenti per lo studio e la sorveglianza di aree sismogenetiche e zone vulcaniche. Questo TTC promuove l'interazione tra ricercatori e tecnologi che utilizzano tecniche simili in aree geografiche e per scopi scientifici anche molto diversi.

1. Responsabile/i

Fabrizia Buongiorno (CNT)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, RM1, RM2, BO, CT, NA-OV, PA, PI

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Settore vulcanologico
La rete FALME-Etna per la misura continua di flusso di SO_2 è stata migliorata (captazione >90%). Stromboli: l'FTIR (CERBERUS) ha permesso la discriminazione della composizione della fase gassosa che guida l'attività esplosiva dei singoli crateri. Riposizionata la stazione FLAME-Vulcano per avere migliore captazione del flusso di SO_2. Realizzato un laboratorio di spettroscopia ottica per lo studio di gas in atmosfera per il riconoscimento e la quantificazione di specie chimiche emesse dai plume. Svolte ricerche su sistemi vulcanici a condotto aperto (Stromboli) e chiuso (Vulcano) anche mediante dati di temperatura in situ. Fornito servizio monitoraggio di anomalie termiche tramite MSG acquisite in NRT per eruzione di El Hierro. Realizzata procedura per la stima della massa di cenere con immagini multispettrali IR utilizzando reti neurali. Validazione delle stime del flusso di SO_2 con strumentazione satellitare multispettrale (MODIS) e dati rete FLAME Etna (prog. SAVAA). Condotto uno studio integrato tra dati satellitari e simulazioni di dispersione sull'eruzione Eyjafjallajokull. Simulazione dei dati di SENTINEL-2 per analisi spettroscopica in aree vulcaniche. Monitoraggio satellitare dell'attività eruttiva del Grismvotn (Maggio 2011). Prosegue l'analisi di dati interferometrici per studiare l'evoluzione temporale del sollevamento ai Campi Flegrei dal mese di Aprile 2011 (deformazione massima di circa 3,5 cm). Sviluppati modelli numerici per lo studio del bradisisma dei Campi Flegrei usati per stime di variazione di gravità. Studio effetti di superficie e modellazione della Faglia Pernicana durante agli eventi sismici dell'Aprile 2010. Analisi dati SAR ed ottici relativi alle fontane di lava dell'Etna nel 2011. Installati *corner reflectors* su Fogo (prog. MIA.VITA). Qualificazione dei prodotti vulcanici e sismici per i servizi GMAD ESEMPIO, analisi delle campagne LIDAR 2010 su Etna ed Isole Eolie, per la creazione di DEM ed analisi di parametri superficiali. Studio dell'accuratezza di codici *open source* per la ricostruzione di modelli 3D da fotografia. Attivazione del progetto ASI-AGI dedicato allo sviluppo di algoritmi per applicazioni geofisiche del sensore iperspettrale ASI PRISMA.

Settore sismico
Consolidate procedure per la modellazione dei dati geodedici, SAR e simologici in mezzi omogenei e non omogenei, con modelli ad elementi finiti e metodi analitici. Algoritmo per l'inversione di frange interferometriche co-sismiche e metodì per la modellazione della deformazione post-sismica causata da diffusione della pressione di poro. Consolidamento della metodologia di inversione non lineare basata su reti neurali. Applicazioni a diversi eventi avvenuti tra il 2010 ed il 2011. Inversione con metodo FEM e congiunta SAR-GPS-Strong Motion per la sorgente del terremoto di L'Aquila. Sono state effettuate analisi con dati COSMO per il terremoto di Lorca (Spagna), sugli Iblei e per lo Stretto di Messina (analisi comparata con ALOS, ERS, ENVISAT). Analisi SAR per prodotti (ESA-TERRAFIRMA) su infrastrutture (Rio Antirio bridge) . Sono iniziate le attività di acquisizione dati COSMO sul Mar Morto (Prog. MOST). PRIN 2010 per lo studio della subsidenza a Roma e lungo la costa laziale. Continua la misura della velocità dei ghiacciai groenlandesi. Terremoto in Giappone: condotte analisi congiunte di dati SAR/Ottici anche nell'iniziativa Supersites (http://supersitad esempio,earthobservations.org/), elaborata la mappa dell'inondazione massima dello tsunami e distribuzione dei valori di run-up nella zona costiera di Sendai. Individuati i fattori che influenzano l'inondazione ed investigati gli effetti di liquefazione e subsidenza (Baia di Chiba). Analizzati anche dati multi-sensore per il terremoto del 23 Ottobre 2011 di Van (Turchia). Presentato al MIUR il Progetto Premiale INGV sullo studio della fase di preparazione di un terremoto, per lo studio delle deformazioni intersismiche, e progetti FP7 dedicati ai "Supersites".

Settore tecnologico-ambientale
Missioni Olimpo e Boomerang: costruiti e lanciati due piccoli *payload* stratosferici per tracciare le correnti in quota durante la notte polare. Acquisito un velivolo multirotore radiocomandato, destinato alla raccolta di campioni altrimenti inaccessibili (cenere vulcanica in quota e fotografia aerea). UAV RAVEN-INGV: realizzata l'integrazione camera termica

con attività di test in laboratorio ed in volo. Attivato sistema di monitoraggio vulcanico tramite immagini ottiche sia in Europa che nel resto del mondo con dati NRT su sito web. Studio di affidabilità e accuratezza dei sistemi di posizionamento satellitare e TLS (Optec-Ilris 3D) LR e VLR. Effettuate misure di volume su frane presenti sia nell'Appennino tosco-emiliano che in edifici vulcanici dell'area flegrea, vesuviana e a Vulcano. Sviluppate nuove tecniche di monitoraggio (TLS e termografiche) per l'analisi dello stato di conservazione degli edifici, con misure effettuate per alcuni stabili a Bologna. Continua la fase di istruttoria del PON MASSIMO nel settore Beni Culturali (sistema di monitoraggio di edifici in zone sismiche calabresi).

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

Il coordinamento avviene tramite collaborazioni trasversali tra sezioni e partecipazione a progetti finanziati dall'ASI, ESA e EC. Rimane sempre aperto il problema di un coordinamento efficace (i delegati di sezione non hanno effettiva visione o peso nei piani esecutivi di ogni sezione), per determinare piani di attività condivisi tra sezioni, onde ottimizzare sia le risorse di personale che quelle finanziarie.

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Acquisizione continua dati di flusso di SO_2 dalle reti fisse UV FLAME: la rete dell'Etna è composta da 9 stazioni con capacità di captazione del 90%; la rete di Stromboli è composta da 4 stazioni centralizzate al COA; la rete di Vulcano è stata riposizionata per migliorare la captazione. Monitoraggio termico della parete del nuovo cratere di SE: installato presso il sito Belvedere un secondo radiometro che invia dati in NRT. Continua il mantenimento delle antenne satellitari Kongsberg e Seaspace per il monitoraggi vulcanico in Italia e nel resto del mondo (licenza EUMETSAT). Terminato lo sviluppo di sistemi di monitoraggio spaziale ASI-SRV e ASI-SIGRIS. Analisi di serie ASTER e HYPERION 2001-2011 per stima dello spessore ottico di aerosol vulcanico e del contenuto di vapore acqueo emesso dall'Etna. Analisi interferometrica di serie temporali di dati SAR per il supporto alle fasi cosismiche e sin-eruttive in aree sismiche e vulcaniche. Analisi dei dati raccolti nelle campagne LIDAR 2010 sull'Etna e nelle Isole Eolie per la creazione di DEM e per l'analisi di parametri superficiali.

4.2 Metodologie d'indagine

FTIR ad occultazione solare per le misure di rapporti S/Cl, S/F e Cl/F nel plume etneo. Sviluppo SW: stima della massa di cenere da misure multispettrali nell'IR mediante reti neurali; miglioramento SW per il controllo di variazioni nei valori di temperatura con dati MSG in aree vulcaniche. Tecniche iperspettrali per la stima di CO_2 vulcanica, *detection* del fronte attivo in incendi (progetto ASI-AGI). Modellistica: metodi numerici per modelli ad elementi finiti in aree di subduzione che includono topografia/batimetria, linea di *trench*, e superficie non piana dello slab. Modelli ad elementi finiti per lo studio delle deformazioni sismiche (terremoti del Giappone e della Turchia nel 2011). Metodi numerici e analitici utilizzati in algoritmi di inversione lineare e non lineare di misure di deformazione SAR e GPS. Tecniche di classificazione Support Vector Machine per dati iperspettrali. Procedura per l'integrazione di immagini ad alta risoluzione, ottiche e SAR per la stima del danneggiamento da terremoto con dati satellitari post-sismici. Metodologia d'inversione non lineare basata su reti neurali per applicazioni sismologiche e per lo sviluppo di un simulatore di reti neurali applicato allo studio delle ceneri vulcaniche.

4.3 Dati acquisiti

Acquisizione di dati SAR ed ottici ad alta e media risoluzione spaziale (0,5-100 m) per i terremoti in Giappone e Turchia e per altre aree sismiche e vulcaniche in Italia e all'estero. Accordo con DLR per dati TerraSARX. Acquisizione di serie ASTER e Hyperion su aree vulcaniche: Etna, Vesuvio-Campi Flegrei, Fogo (Capo Verde) e MERIS, AATSR sull'Islanda. Acquisizione continua in NRT di dati AVHRR, MODIS ed MSG. Rilievi TLS per il monitoraggio delle aree crateriche del Vesuvio e dei Campi Flegrei e dell'area della Forgia Vecchia sull'Isola di Vulcano.

4.4 Avanzamenti scientifici

Analisi della deformazione ai Campi Flegrei con serie temporale TerraSAR-X: le misure relative a pixel coincidenti con la posizione di stazioni GPS che registrano in continuo hanno mostrato un buon accordo tra i risultati delle due tecniche, permettendo di seguire l'evoluzione del sollevamento ai Campi Flegrei a partire dall'Aprile 2011. Completate le mappe di velocità intersismiche del suolo con tecniche InSAR per le seguenti zone (ESA-TERRAFIRMA): Istanbul e North Anatolian Fault System, Stretto di Messina e Isole greche per la stima di vulnerabiltà e deformazioni pre- e post-terremoto; i risultati sono stati messi a disposizione delle istituzioni nazionali e locali. Mappe di velocità SAR su Fogo hanno rilevato fenomeni di compattazione delle lave prodotte dall'eruzione del 1995. Identificazione e mappatura della distribuzione di slip della faglia sorgente del terremoto di Darfield (New Zealand), tramite dati ALOS PALSAR. Misure di penetrazione della zona inondata dallo tsunami in Giappone. Misure del contenuto di anidride carbonica del plume vulcanico di Stromboli con l'analisi di dati iperspettrali MIVIS, implementando l'algoritmo CIBRW con i termini del contributo radiativo da sorgente emittente. Analisi delle campagne LIDAR 2010 su Etna ed Isole Eolie per la creazione di DEM e per lo studio di parametri superficiali.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Sviluppati moduli di riconoscimento della copertura nuvolosa in immagini, AVHRR, MODIS e MSG. Sistema di riconoscimento precoce delle anomalie termiche vulcaniche. UAV INGV-RAVEN: test di acquisizione camera termica, telemetria e controllo di sistema, integrazione di strumentazione e del sistema di paracadute. Realizzati Corner Reflector per calibrazione di dati SAR in banda C e X ed installazione sull'Isola di Fogo. Sviluppo di moduli per analisi SAR basati su codici GAMMA-IPTA, ROI_PAC, GMTSAR e StamPS/MTI. Lanciati due piccoli *payload* stratosferici per tracciare le correnti in quota durante la notte polare. Acquisito ed assemblato un velivolo multirotore radiocomandato per raccolta di campioni di cenere vulcanica in quota. Sviluppato un sistema per il monitoraggio dello stato di conservazione degli edifici storici con strumenti TLS. Studio dell'accuratezza di codici per la ricostruzione di modelli 3D da fotografia su architetture multicore CPU e GPU.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

18. Amici, S., Wooster, M. J., Piscini, A. (2011). Multi-resolution spectral analysis of wildfire potassium emission signatures using laboratory, airborne and spaceborne remote sensing. Remote Sens. Environ., 115, 8, 1811-1823. 10.1016/j.rse.2011.02.022. http://hdl.handle.net/2122/7818
25. Atzori, S., Antonioli, A. (2011). Optimal fault resolution in geodetic inversion of coseismic data. Geophys. J. Int., 529-538.http://hdl.handle.net/2122/6863
55. Bianchini, G., Palchetti, L., Muscari, G., Fiorucci, I., Di Girolamo, P., Di Iorio, T. (2011). Water vapor sounding with the far infrared REFIR-PAD spectroradiometer from a high-altitude ground-based station during the ECOWAR campaign. J. Geophys. Res., 116, D02310. 10.1029/2010JD014530. http://hdl.handle.net/2122/6979
65. Bisson, M., Piccinini, S., Zanchetta, G. (2011). A Multidisciplinary GIS-Based Approach for Mapping Paleoriver Migration: A Case Study of the Serchio River (Lucca Alluvial Plain, Tuscany). GISci. Remote Sens., 48, 4, 566-582. 10.2747/1548-1603.48.4.566. http://hdl.handle.net/2122/7423
118. Chini, M., Cinti, F. R., Stramondo, S. (2011). Co-seismic surface effects from very high resolution panchromatic images: the case of the 2005 Kashmir (Pakistan) earthquake. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 931-943. 10.5194/nhess-11-931-2011. http://hdl.handle.net/2122/6980
171. Dell'Acqua, F., Bignami, C., Chini, M., Lisini, G., Polli, D., Stramondo, S. (2011). Earthquake rapid mapping by satellite remote sensing data: L'Aquila April 6th, 2009 event. IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Observ. Remote Sens., 4, 4, 935-943. 10.1109/JSTARS.2011.2162721. http://hdl.handle.net/2122/7431
215. Fiorani, L., Colao, F., Palucci, A., Poreh, D., Giudice, G., Aiuppa, A. (2011). First-time lidar measurement of water vapor flux in a volcanic plume. Opt. Commun., 284, 1295-1298. 10.1016/j.optcom.2010.10.082. http://hdl.handle.net/2122/6912
237. Guglielmino, F., Nunnari, G., Puglisi, G., Spata, A. (2011). Simultaneous and Integrated Strain Tensor Estimation from geodetic and satellite deformation Measurements (SISTEM) to obtain three-dimensional displacements maps. IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, 49, 6, 1815-1826. 10.1109/TGRS.2010.2103078. http://hdl.handle.net/2122/7406
277. Lombardo, V., Silvestri, M., Spinetti, C. (2011). Near real-time routine for volcano monitoring using infrared satellite data. Ann. Geophys., 54, 522-534. 10.4401/ag-5336. http://hdl.handle.net/2122/7728
293. Marzano, F. S., Mori, S., Chini, M., Pulvirenti, L., Pierdicca, N., Montopoli, M., Weinman, J. A. (2011). Potential of High-resolution Detection and Retrieval of Precipitation Fields from X-band Spaceborne Synthetic Aperture Radar over land. Hydrol. Earth Syst. Sci., 15, 859-875. 10.5194/hess-15-859-2011. http://hdl.handle.net/2122/7317
324. Moro, M., Chini, M., Saroli, M. M., Atzori, S., Stramondo, S., Salvi, S. (2011). Analysis of large, seismically induced, gravitational deformations imaged by high-resolution COSMO-SkyMed synthetic aperture radar. Geology, 39, 6, 527–530. 10.1130/G31748.1. http://hdl.handle.net/2122/7349
352. Pesci, A., Casula, G., Boschi, E. (2011). Laser scanning the Garisenda and Asinelli towers in Bologna (Italy): detailed deformation patterns of two ancient leaning buildings. J. Cult. Herit., 117-127. http://hdl.handle.net/2122/6877
359. Picchiani, M., Chini, M., Corradini, S., Merucci, L., Sellitto, P., Del Frate, F., Stramondo, S. (2011). Volcanic ash detection and retrievals using MODIS data by means of. Atmos. Meas. Tech., 4, 2619–2631. 10.5194/amt-4-2619-2011. http://hdl.handle.net/2122/7434
378. Pulvirenti, L., Chini, M., Pierdicca, N., Guerriero, L., Ferrazzoli, P. (2011). Flood monitoring using multi-temporal COSMO-SkyMed data: Image segmentation and signature interpretation. Remote Sens. Environ., 115, 990-1002. 10.1016/j.rse.2010.12.002. http://hdl.handle.net/2122/7435
379. Pulvirenti, L., Pierdicca, N., Chini, M., Guerriero, L. (2011). An algorithm for operational flood mapping from Synthetic Aperture Radar (SAR) data based on the fuzzy logic. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 529-540. 10.5194/nhess-11-529-2011. http://hdl.handle.net/2122/7314
380. Qin, K., Wu, L., De Santis, A., Wang, H. (2011). Surface latent heat flux anomalies before the MS 7.1 New Zealand earthquake 2010. Chin. Sci. Bull., 56, 31, 3273-3280. 10.1007/s11434-011-4680-z. http://hdl.handle.net/2122/7262
382. Ribolini, A., Aguirre, M., Baneschi, I., Consoloni, I., Fucks, E., Isola, I., Mazzarini, F., Pappalardo, M., Zanchetta, G., Bini, M. (2011). Holocene Beach Ridges and Coastal Evolution in the Cabo Raso Bay (Atlantic Patagonian Coast, Argentina). J. Coast. Res., 27, 5, 973-983. 10.2112/JCOASTRES-D-10-00139.1. http://hdl.handle.net/2122/7532
421. Stramondo, S., Chini, M., Bignami, C., Salvi, S., Atzori, S. (2011). X- C- L-Band DInSAR investigation of the April 6th, 2009, Abruzzi earthquake. IEEE Geosci. Remote Sens. Lett., 8, 1, 49-53. 10.1109/LGRS.2010.2051015.

http://hdl.handle.net/2122/6893
433. Trasatti, E., Kyriakopoulos, C., Chini, M. (2011). Finite element inversion of DInSAR data from the Mw 6.3 L'Aquila earthquake, 2009 (Italy). Geophys. Res. Lett., 38, L08306. 10.1029/2011GL046714. http://hdl.handle.net/2122/7318
440. Vicari, A., Ganci, G., Behncke, B., Cappello, A., Neri, M., Del Negro, C. (2011). Near-real-time forecasting of lava flow hazards during the 12–13 January 2011 Etna eruption. Geophys. Res. Lett., 38, L13317. 10.1029/2011GL047545, 2011. http://hdl.handle.net/2122/7258
447. Wooster, M. J., Freeborn, P. H., Archibald, S., Oppenheimer, C., Roberts, G. J., Smith, T. E. L., Govender, N., Burton, M., Palumbo, I. (2011). Field determination of biomass burning emission ratios and factors via open-path FTIR spectroscopy and fire radiative power assessment: headfire, backfire and residual smouldering combustion in African savannahs. Atmos. Chem. Phys., 11, 22, 11591-11615. 10.5194/acp-11-11591-2011. http://hdl.handle.net/2122/7549

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

571. Pesci, A., Bonali, E. (2011). Un esperimento per definire la reale risoluzione di un rilievo laser a scansione terrestre., 173. http://hdl.handle.net/2122/6875
573. Pesci, A., Boschi, E., Bonali, E., Casula, G., Guidoboni, E. (2011). Il rilievo Laser Scanner delle Due Torri. La Città Fragile. http://hdl.handle.net/2122/6994
574. Pesci, A., Casula, G., Bonali, E., Boschi, E. (2011). Rilievo laser scanning a lunga distanza su frana mediante ILRIS LR.5. http://hdl.handle.net/2122/7712
575. Pesci, A., Casula, G., Bonali, E., Boschi, E. (2011). Un metodo per lo studio di edifici storici mediante misure laser a scansione terrestre: le due torri di Bologna. Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/6929
576. Pesci, A., Casula, G., Bonali, E., Boschi, E. (2011). Il laser scanner Optech ILRIS LR: nuove specifiche per applicazioni su lunga distanza. Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/7018
579. Pesci, A., Teza, G., Bonali, E. (2011). Terrestrial Laser Scanner Resolution: Numerical Simulations and Experiments on Spatial Sampling Optimization. Remote Sensing, 3, 167-184. 10.3390/rs3010167. http://hdl.handle.net/2122/6876
615. Stramondo, S., Kyriakopoulos, C., Bignami, C., Chini, M., Melini, D., Moro, M., Picchiani, M., Saroli, M., Boschi, E. (2011). Did the September 2010 (Darfield) earthquake trigger the February 2011 (Christchurch) event? Scientific Reports, 1, 98, Article number: 98. 10.1038/srep00098. http://hdl.handle.net/2122/7439

5.2b Tesi di laurea e dottorato

- Alessandro Chiancone, tesi di laurea specialistica in Matematica per l'"Analisi di dati satellitari iperspettrali e pancromatici mediante algoritmi di segmentazione e classificazione" Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali, Università di Roma, "La Sapienza" (CNT).
- Christodoulos Kyriakopoulos, tesi di Dottorato: "Finite element models of coseismic deformation due to the L'Aquila (Italy) and Wenchuan (China) earthquakes" (CNT).

5.3 Banche dati

- Terremoto verificatosi in località Van (Turchia) il 23 ottobre 2011, elaborazioni dati InSAR resi disponibili ancora dal portale web dell'iniziativa Supersiteshttp://supersitad esempio,earthobservations.org/van.php#Fri4.
- Dati EO elaborati da INGV, relativi al terremoto del Giappone dell'11 Marzo 2011, disponibili dal portale web dell'iniziativa Supersiteshttp://supersitad esempio,earthobservations.org/sendai.php#Wed12.

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[329] ASI SRV - UR10 Buongiorno Maria Fabrizia - Progetto Pilota Sistema Rischio Vulcanico.
[347] SIGRIS - UR10 Salvi Stefano - SIGRIS - SIstema di osservazione spaziale per la Gestione del RIschio Sismico.
[357] MIAVITA - UR10 Buongiorno Maria Fabrizia - MITIGATE AND ASSESS RISK FROM VOLCANIC IMPACT IN TERRAIN AND HUMAN ACTIVITIES.
[358] TERRAFIRMA - UR10 Stramondo Salvatore - SERVICE CONSOLIDATION ACTION OF THE EARTHWATCH.
[412] SAFER Buongiorno - UR10 Buongiorno Maria Fabrizia - SERVICES AND APPLICATIONS FOR EMERGENCY RESPONSE.
[424] SAVAA - UR10 Buongiorno Maria Fabrizia - Support to aviation for volcanic ash avoidance.

Obiettivo Specifico: 1.11. TTC

Osservazioni e monitoraggio macrosismico del territorio nazionale

Denominazione precedente: *TTC di nuova istituzione*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *110*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo TTC armonizza le attività INGV nel settore dello studio degli effetti macrosismici dei terremoti sul costruito e sulle persone e la relativa raccolta di dati, integrando le diverse procedure attualmente in uso: l'osservazione diretta, i questionari on-line, il Bollettino Macrosismico. Nel caso di terremoti al di sopra della soglia del danno questo TTC collabora con il Dipartimento della Protezione Civile per eventuali interventi di stima dell'intensità nell'area colpita.

1. Responsabile/i

Raffaele Azzaro (CT), Andrea Tertulliani (RM1)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, RM1, RM2, BO, CT, NA-OV

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Riguardo le attività e i relativi obiettivi raggiunti nell'anno di riferimento, è chiara l'influenza derivante dalla crisi aquilana del 2009 sebbene siano oramai passati alcuni anni. Le attività svolte a seguito del terremoto del 6 aprile hanno infatti messo in evidenza la necessità di riconsiderare ruolo e metodi del rilievo macrosismico in emergenza. Le incongruenze relative alla produzione e pubblicazione dei dati provenienti dalle attività di monitoraggio macrosismico, che impattano negativamente sulla visibilità dell'ente nel suo complesso, sono legate sia alla "sensibilità strategica" del dato stesso in fase di emergenza che all'attività dei due gruppi di lavoro che operano all'interno dell'Ente. Queste incongruenze sembrano essere state chiarite, anche alla luce dei nuovi rapporti con DPC, almeno per quanto riguarda i rilievi macrosismici diretti. Nell'ultima convenzione DPC-INGV, infatti, si rimarca l'indipendenza di lavoro delle squadre INGV, sia per quanto riguarda l'organizzazione logistica sia riguardo le scelte metodologiche che attendono al rilievo stesso e ai risultati conseguenti. Tra gli obiettivi dell'anno 2011 vi era anche quello di eliminare le divergenze tra i valori di intensità derivanti dai questionari on-line "Hai sentito il terremoto?" e quelli prodotti dai rilievi diretti di QUEST, assunti come metodologia di indagine di riferimento per le aree con danno. Per risolvere queste divergenze, già nel 2010 era stato deciso con il gruppo di lavoro dei questionari on-line di non specificare più sulle mappe pubblicate in tempo-reale i valori di intensità superiori al V grado (o V-VI). Essi sarebbero stati sostituiti da una indicazione di probabile intensità maggiore, senza indicazione del grado. L'applicazione di queste linee-guida concordate nell'ambito del TTC non ha avuto a tutt'oggi seguito. Un altro obiettivo centrale era quello di andare incontro all'incontestabile dovere scientifico di procedere all'integrazione dei dati di near-field (rilievi QUEST) e di far-field (BMINGV, "Hai sentito..."), per produrre piani quotati che mostrino un quadro completo del risentimento, e che siano definitivi all'atto dell'inserimento nel database macrosismico DBMI. In tal modo si metterebbero a disposizione della comunità scientifica dati univoci e certificati. Alcuni test svolti su terremoti significativi hanno infatti mostrato una serie di discrepanze fra i diversi datasets, quali:

a) i dati del rilievo diretto sono maggiori, più densi, ed affidabili nell'area epicentrale;
b) in alcuni casi il bollettino non riesce a campionare l'intensità massima in quanto i comuni più danneggiati o non mandano i questionari, o sono interessate frazioni molto distanti dal capoluogo comunale;
c) le aree degli effetti transitori, quali I= IV, V, ma a volte anche VI, sono più estese se derivanti dai questionari;
d) il bollettino presenta punti anomali di maggior intensità nel far-field.

Il lavoro su questa problematica è ancora in corso e va affrontato decisamente; a riguardo, va ricordato che le attività legate al Bollettino Macrosismico INGV sono interrotte dal 2010 e che quindi nell'immediato futuro i dati di input sono costituiti da indagini Quest e questionari web da "Hai sentito...".

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Si veda il paragrafo 4.2.

4.2 Metodologie d'indagine

Il monitoraggio macrosismico è attualmente svolto con due diverse metodiche di raccolta dati a scala nazionale:

- Rilievo diretto degli effetti da parte del gruppo QUEST (Quick Earthquake Survey Team), che si attiva per eventi sopra la soglia del danno. Le squadre di Quest sono pronte ad intervenire a poche ore dal terremoto e sono in grado di fornire il quadro preliminare degli effetti in tempi rapidi, valutando le intensità secondo le due scale macrosismiche MCS e EMS-98.
- Raccolta di informazioni sui risentimenti di terremoti da parte di utenti internet attraverso il sito web interattivo "Hai sentito il terremoto?", presente sulla pagina Internet dell'Istituto. Questa tecnica di indagine è attiva H24, non ha soglia di magnitudo e viene espletata tramite il riempimento di un questionario; l'intensità viene determinata da un algoritmo statistico.

L'invio dei questionari cartacei a corrispondenti fissi (Comuni, Carabinieri e Corpo Forestale dello Stato), che ha costituito per decenni la modalità di raccolta su vasta scala dello storico Bollettino Macrosismico, è sospeso dal 2010.

4.3 Dati acquisiti

I dati macrosismici relativi ad eventi recenti sono stati acquisiti, nell'anno di riferimento, secondo le metodologie di raccolta dati dirette ed indirette sopra esposte. Per quanto riguarda i rilievi diretti, i terremoti investigati secondo il protocollo operativo del gruppo Quest hanno riguardato prevalentemente la Sicilia e l'Italia settentrionale, e sono localizzati nelle seguenti aree:

1) Maletto (Etna) del 6 maggio 2011, 15:12 GMT (ML 4.0, Imax V EMS);
2) Nebrodi del 23 giugno 2011, 22:02 GMT (ML 4.6, Imax V EMS);
3) Appennino forlivese del 12 luglio 2011, 2 scosse alle 06:53 e 07:15 GMT (ML 4.0 e ML 3.9, Io V EMS);
4) Pianura Padana lombardo-veneta (province di Rovigo, Mantova, Modena e Ferrara) del 17 luglio 2011, 18:30 GMT (ML 4.7, Io V EMS);
5) Torinese del 25 luglio 2011, 12:31 GMT (ML 4.3, Imax V-VI EMS);
6) Siracusano del 9 ottobre 2011, 08:28 GMT (ML 3.3, Imax V EMS).

Come si può notare, l'intensità dei terremoti è ormai espressa nella scala EMS-98. I rapporti di tutti i terremoti rilevati sono stati pubblicati sul sito web nazionale alla pagina di QUEST (http://portale.ingv.it/real-time-monitoring/quest/rilievi-macrosismici). Per quanto riguarda invece il sistema di raccolta on-line, il questionario Internet www.haisentitoilterremoto.it viene compilato direttamente dagli utenti web ed effettua l'elaborazione in tempo reale dei risentimenti macrosismici segnalati. Nel corso dell'ultimo anno questa tipologia di indagine "passiva" ha visto incrementare notevolmente il coinvolgimento dei cittadini: i questionari compilati nel 2011 sono stati circa 73.000 e le mappe prodotte 1.282. Il gruppo dei corrispondenti fissi del questionario, al quale tutti possono iscriversi (http://www.haisentitoilterremoto.it/index.php?page=subscribe), ha superato le 14.000 unità. In questo modo è possibile definire con maggior accuratezza il campo del risentimento dei terremoti nel *far-field*, anche nel caso di eventi di bassa magnitudo.

4.4 Avanzamenti scientifici

Per quanto riguarda le procedure di analisi dei dati raccolti dai rilievi diretti, la sequenza aquilana ha fornito lo spunto per lavorare in modo più esteso sull'uso della scala EMS-98. I lavori e le esperienze più recenti hanno confermato che l'uso della scala EMS risulta più idoneo soprattutto nei contesti urbani, dove vecchia e nuova edilizia caratterizzano porzioni differenti dell'edificato, rendendo difficile e a volte fuorviante il solo utilizzo della scala MCS. Riguardo l'algoritmo di assegnazione della intensità dai questionari on-line, la procedura statistica per l'assegnazione del grado macrosismico è stata riformulata, tenendo conto dei nuovi dati presenti nel database (dal 2007 ad oggi circa 275.000 questionari).

4.5 Avanzamenti tecnologici

-

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

28. Azzaro, R., Barbano, M. S., D'Amico, S., Tuvè, T., Scarfì, L., Mostaccio, A. (2011). The L'Aquila 2009 earthquake: an application of the European Macroseismic Scale to the damage survey in the epicentral area. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 3, 561-581. 10.4430/bgta0012. http://hdl.handle.net/2122/7679
430. Tertulliani, A., Arcoraci, L., Berardi, M., Bernardini, F., Camassi, R., Castellano, C., Del Mese, S., Ercolani, E., Graziani, L., Leschiutta, I., Rossi, A., Vecchi, M. (2011). An application of EMS98 in a medium-sized city: The case of L'Aquila (Central Italy) after the April 6, 2009 Mw 6.3 earthquake. Bull. Earthq. Eng., 9, 1, 67-80. 10.1007/s10518-010-9188-4. http://hdl.handle.net/2122/7023

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

503. Cucci, L., Tertulliani, A., Castellano, C. (2011). The photographic dataset of the rotational effects produced by the 2009 L'Aquila earthquake. Miscellanea INGV, 11. http://hdl.handle.net/2122/7217

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

-

Obiettivo Specifico: 2.1. TTC

Laboratorio per le reti informatiche, GRID e calcolo avanzato

Denominazione precedente: *Laboratorio per le reti informatiche, GRID e calcolo avanzato*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *179,5*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Il monitoraggio dell'attività sismica e vulcanica e i relativi modelli richiedono lo sviluppo di sistemi di calcolo veloce e/o in tempo reale. Questo TTC ha come obiettivo il completamento della rete di linee di connessione numerica e trasmissione satellitare per l'acquisizione dei dati sismologici in aree sismogenetiche e vulcaniche, il miglioramento dell'interconnesisione tra le sezioni INGV e lo sviluppo di sistemi di supercalcolo.

1. Responsabile/i

Lucio Badiali (CNT), Fabrizio Meroni (MI), Daniele Melini (RM1)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

AC, CNT, RM1, BO, CT, MI, NA-OV, PA, PI

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

- Aumento della capacità di banda delle linee dati di alcune sezioni passando a collegamenti in fibra ottica con capacità nell'ordine del Gigabit. In particolare presso per le sedi di Milano (link con Banda Effettiva di Accesso - BEA - a 1Gbps), Bologna (con BEA 100Mbps) e Catania (con BEA 100Mbps).
- Costituzione di un gruppo di lavoro denominato "webteam" che opera presso la sezione di Milano con il compito di affrontare e risolvere i problemi di carattere tecnologico per il ripristino della piena funzionalità del sito web INGV.
- Suddivisione del sito web INGV in blocchi logici corrispondenti ai principali settori in cui era strutturato il vecchio portale: l'homepage, l'area dedicata alla stampa, l'amministrazione e la comunicazione.
- Installazione e configurazione in un sistema di protezione delle varie sezioni del sito web nazionale (ancora ospitate sul CMS Plone) attraverso un avanzato sistema di reverse proxy/caching (il software Varnish); conseguente chiusura dell'oneroso contratto di Dynamic Site Delivery fornito da Akamai utilizzato per rendere raggiungibile il vecchio sito web INGV.
- Potenziamento hardware delle infrastrutture di calcolo della sede di Roma: messa in funzione di un nuovo cluster con 32 CPU AMD Opteron 8-core; installazione di una macchina a memoria condivisa con 4 CPU Xeon Hex-Core e 512GB RAM per codici non adattabili a paradigmi di calcolo a memoria distribuita; potenziamento dell'infrastruttura di storage a servizio dei sistemi di calcolo per un totale di 48TB.
- Avvio delle attività previste dalla convenzione INGV-CASPUR per il porting dei codici di calcolo SPECFEM e FEMSA su architettura GPU.
- Organizzazione della seconda edizione del workshop hpc@INGV per il coordinare la programmazione delle risorse di calcolo dell'Istituto.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

-

4.2 Metodologie d'indagine

-

4.3 Dati acquisiti

-

4.4 Avanzamenti scientifici

-

4.5 Avanzamenti tecnologici

Linee Trasmissione Dati

Proseguendo nelle politiche di connettività avviate in tempi recenti che prevedono l'utilizzo di più fornitori (GARR e SPC), nel 2011 il TTC ha cercato di incrementare la capacità dei collegamenti in essere, sfruttando il regime di competitività venutosi a creare fra i diversi fornitori. Anche quest'anno si è operato aumentando la capacità di banda usufruita dalle diverse sezioni, possibilmente riducendo o quantomeno mantenendo costante l'attuale budget di spesa d'istituto e passando, ove possibile, a collegamenti in fibra ottica con capacità nell'ordine del Gigabit. In particolare ciò è stato realizzato per le sedi di Milano (link con Banda Effettiva di Accesso - BEA - a 1Gbps), Bologna (con BEA 100Mbps) e Catania (con BEA 100Mbps). In tale modo, in caso di eventi sismici rilevanti o eruzioni vulcaniche, è stato possibile usufruire, solo per le fasi di emergenza, di elevate capacità di banda trasmissiva garantendo l'accesso all'utenza esterna e l'operatività in uscita ai ricercatori.

Reti e Domini

Nell'ambito delle attività tecnologiche per il sito web nazionale nel maggio 2001 è stato formalizzato tramite decreto del presidente INGV un gruppo di lavoro denominato "webteam" che opera presso la sezione di Milano. Il compito di webteam è di affrontare e risolvere i problemi di carattere tecnologico per il ripristino della piena funzionalità del sito web INGV, assicurandone la stabilità anche in occasione di picchi di accesso a seguito di eventi sismici e vulcanici. L'attività di webteam è stata volta alla suddivisione del sito web in blocchi logici corrispondenti ai principali settori in cui era strutturato il vecchio portale: l'homepage, l'area dedicata alla stampa, l'amministrazione e la comunicazione. Ciascun blocco ha caratteristiche specifiche sia per quanto riguarda il numero di utenti normalmente serviti che per la complessità del contenuto. A fronte di un modesto incremento di complessità del sistema, l'isolamento di ciascun blocco aumenta l'affidabilità complessiva perché in caso di blocco di un singolo elemento gli altri continuano a funzionare. Questa scelta è particolarmente importante per l'homepage www.ingv.it, un sito ora snello e quanto più possibile privo di contenuti, la cui unica e fondamentale funzione è quella di garantire l'istradamento dei visitatori verso altri siti web gestiti dall'istituto. Tale re-indirizzamento ha permesso di alleggerire il traffico di accesso su quei blocchi del sito nazionale che, a causa di problemi di progettazione del sistema di gestione dei contenuti adottato in passato (il CMS Plone/Zope), non riuscivano a soddisfare anche solo pochi utenti contemporanei. Le sezioni del sito web nazionale ancora ospitate su Plone sono inoltre state protette con un avanzato sistema di reverse proxy / caching (il software Varnish). Dal maggio 2011 il trasferimento del sito web nazionale sui server di INGV Milano ha anche permesso la chiusura dell'oneroso contratto di Dynamic Site Delivery fornito da Akamai. È risultata infatti evidente l'inefficienza di questa soluzione in combinazione con il CMS Plone, il cui database dei contenuti ad accesso sequenziale non permette di garantire in ogni caso un grande numero di richieste contemporanee.

Calcolo e GRID

Per gestire la crescente richiesta di risorse di calcolo da parte dei ricercatori, nel corso del 2011 è stata portata avanti l'attività di sviluppo tecnologico e potenziamento hardware delle infrastrutture della sede di Roma. In particolare, la potenza di calcolo è stata incrementata con la messa in funzione di un nuovo cluster con 32 CPU AMD Opteron 8-core per un totale di 512 core e 1TB RAM, con una potenza di calcolo nominale di 5 TFlops. Nella configurazione della nuova macchina, basata su tecnologia blade, è stato possibile riutilizzare l'infrastruttura di alimentazione e comunicazione del cluster OCTOPUS, che è stato dismesso. Inoltre, per rispondere alle esigenze di codici non immediatamente adattabili a paradigmi di calcolo a memoria distribuita è stata installata una macchina a memoria condivisa con 4 CPU Xeon Hex-Core e 512GB RAM. L'infrastruttura di storage a servizio dei sistemi di calcolo è stata potenziata aumentando le dimensioni dell'area scratch per un totale di 48TB ed affiancando la connessione Ethernet a connessioni Infiniband QDR. Sono state avviate le attività previste dalla convenzione INGV-CASPUR per il porting dei codici di calcolo SPECFEM e FEMSA su architettura GPU, utilizzando il cluster basato su tecnologia nVidia Fermi del CASPUR. Nell'ottica di giungere ad un coordinamento sempre più stretto nella programmazione delle risorse di calcolo dell'Istituto, e di individuare le strategie ottimali per gli sviluppi tecnologici, in ottobre è stata organizzata la seconda edizione del workshop hpc@INGV. Il workshop ha visto la partecipazione di ricercatori, esperti dei consorzi di supercalcolo e produttori di hardware maggiormente impegnati nello sviluppo di nuove tecnologie di calcolo.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

-

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

-

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[311] PON – COMETA – UR10 (Progetto per l'implementazione e sviluppo di una e-infrastruttura per la Sicilia basata sul paradigma della Grid (PI2S2) – resp.: A. Bonaccorso).
[510] CONV. INRAN - UR10 Badiali Lucio - Convenzione per la realizzazione di una nuova infrastruttura informatica dell'Ente.

Obiettivo Specifico: 2.2.

Laboratorio di paleomagnetismo

Denominazione precedente: *Laboratorio di Paleomagnetismo*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *63*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Il laboratorio sviluppa strumentazione e tecnologie per il campionamento di rocce e altri materiali sia naturali che sintetici e per la misura e l'analisi delle loro proprietà magnetiche. Le misure svolte hanno applicazioni in numerosi campi delle Scienze della Terra, dalla geodinamica alla climatologia all'inquinamento ambientale.

1. Responsabile/i

Leonardo Sagnotti (RM2)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

RM2

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Per quanto riguarda la strumentazione e la logistica, il laboratorio di paleomagnetismo ha sostanzialmente operato nella stessa configurazione del 2011. Per la strumentazione, nel mese di settembre è stato effettuato il previsto intervento di manutenzione quinquennale del magnetometro criogenico con serbatoio di elio liquido, che ha comportato la sostituzione del compressore e della testa fredda e il conseguente rifornimento del serbatoio. Per la logistica, è stato ampliato lo spazio a disposizione del laboratorio di taglio e di preparazione dei campioni, gestito in collaborazione con la Sezione di Roma1, con l'acquisizione di un locale per lo stoccaggio dei campioni di roccia, la predisposizione di un'opportuna scaffalatura lignea e la rimodulazione dello spazio destinato agli strumenti adibiti al taglio delle rocce. Il laboratorio di paleomagnetismo infine ha aderito alla costituenda rete europea di laboratori sperimentali ed analitici, nell'ambito del progetto EPOS. Nel corso dell'intero anno, tutta la strumentazione in dotazione al laboratorio di paleomagnetismo è stata funzionante a pieno ritmo supportando le attività di ricerca del personale afferente all'unità funzionale. Inoltre, il laboratorio ha ospitato tre studenti di dottorato e diversi ricercatori da altri istituzioni nazionali ed estere per brevi cicli di misura su temi di ricerca in collaborazione. Per quanto riguarda le attività di ricerca, numerose sono state le tematiche sviluppate nel corso dell'anno, con studi svolti in tutte le discipline di tradizionale interesse del laboratorio: le applicazioni del paleomagnetismo alla geodinamica, alla stratigrafia, allo studio delle variazioni del campo magnetico terrestre nel passato geologico. Per quanto riguarda le ricerche di paleomagnetismo applicate alla tettonica, sono proseguiti gli studi paleomagnetici e di anisotropia magnetica finalizzati alla ricostruzione dell'evoluzione geodinamica della penisola Italiana e delle Ande. Gli studi condotti nel bacino di Crotone hanno fornito nuovi dati originali per la ricostruzione dei meccanismi geodinamici di deformazione Plio-Pleistocenica del blocco Calabro, mentre quelli di anisotropia magnetica condotti nell'alta Valle del Tevere hanno permesso di ricostruire il campo superficiale di deformazione Pleistocenica legato all'azione della faglia Alto Tiberina. Per le Ande, sono stati condotti studi nella Cordigliera Orientale della Colombia, che hanno prodotto dati che permettono di vincolare i meccanismi di genesi di questo arco montuoso. Per quel che riguarda la magnetostratigrafia sono state condotte numerose ricerche nell'ambito di studi multidisciplinari di stratigrafia integrata ad alta risoluzione, che hanno riguardato diverse sezioni esposte a terra nell'area mediterranea, con età compresa tra il Cretaceo ed il Pleistocene. In particolare, si sono completate le ricerche condotte sulle successioni candidate alla definizione del Global Stratotype Section and Point (GSSP) del Burdigaliano, svolte al Conero, negli Iblei ed in carote oceaniche, e sulle successioni che definiscono tre GSSP del Paleogene (Luteziano, Thanetiano e Selandiano), svolte nelle serie stratigrafiche di Gorrondatxe e Zumaia nei paesi Baschi. . Per quel che riguarda i margini peri-Antartici, sono stati pubblicati i dati relativi all'interpretazione in termini di stratigrafia sequenziale della carota AND-2 (ANDRILL) ed è stata messa a punto una nuova interpretazione stratigrafica dei dati relativi alla carota CRP-3 (Cape Roberts). È stato concluso lo studio paleomagnetico di sequenze sedimentarie tardo Pleistoceniche deposte alla base della scarpata continentale della Penisola Antartica, con discussione delle implicazioni per la ricostruzione della storia climatica regionale. Si sono completate le misure riguardanti la parte superiore della successione stratigrafica recuperata nell'ambito della spedizione IODP 317 (Canterbury basin) ed i risultati preliminarisono stati presentati nel Postcruise Meeting tenutosi a Novembre 2011 a Christchurch, in Nuova Zelanda. Inoltre, sono stati effettuati campionamenti ed analisi per nuove ricerche, che riguardano le serie del Cretaceo terminale nei bacini continentali Pirenaici con resti di dinosauri, varie sequenze sedimentarie marine in Adriatico, in Sicilia orientale e a Malta, le successioni lacustri dei laghi reatini e del bacino di Sulmona. È proseguita la fase preparatoria delle ricerche nell'ambito di un progetto ICDP che prevede la perforazione del lago di Ohrid, al confine tra Albania e Macedonia. Per quel che riguarda le ricerche volte alla ricostruzione della paleovariazione secolare (PSV) del campo geomagnetico è stato completato lo studio su una sequenza sedimentaria campionata al largo della Sicilia orientale, che ha fornito un record di dettaglio relativo agli ultimi 4000 anni, permettendo di vincolare l'età di alcuni livelli probabilmente legati all'occorrenza di paleotsunami. Inoltre, l'analisi paleomagnetica di diverse carote prelevate nel mare di Barents, al

largo delle Isole Svalbard, ha consentito la ricostruzione della PSV per l'Olocene alle alte latitudini settentrionali, fornendo vincoli sperimentali importanti per vincolare i modelli del campo magnetico terrestre, e consentendo la messa a punto di un modello di età ad alta risoluzione per la ricostruzione dei dettagli delle variazioni climatiche. Per quanto concerne le ricerche sull'applicazione del paleomagnetismo alla valutazione del rischio associato all'attività vulcanica, sono proseguiti gli studi sulla PSV per definire l'età di determinati eventi eruttivi con applicazioni all'isola di Pantelleria e alle isole Azzorre. In questo ambito si è sviluppata una nuova linea di ricerca sulla ricostruzione della paleointensità assoluta del campo magnetico terrestre da dati ottenuti in rocce vulcaniche, in collaborazione con lo Scripps Institution of Oceanography (USA).

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Le ricerche di paleomagnetismo e di magnetismo delle rocce vengono svolte con strumentazioni e tecniche sviluppate ed in uso nel dedicato Laboratorio di Paleomagnetismo dell'INGV.

4.2 Metodologie d'indagine

Le ricerche di paleomagnetismo si basano sulla raccolta di campioni orientati sul terreno o da perforazioni marine ed oceaniche. Gli studi sulle proprietà magnetiche fondamentali delle rocce, dei minerali e di altri materiali vengono svolti su campioni opportunamente preparati e sono propedeutici per una corretta applicazione dei dati paleomagnetici nei diversi settori della geofisica e per gli studi applicati alle ricostruzioni paleoclimatiche ed ambientali. Tutte le misure relative alle proprietà magnetiche e paleomagnetiche delle rocce, polveri, minerali e di altri materiali naturali sono effettuate con strumentazione specifica nel laboratorio di paleomagnetismo dell'INGV di Roma.

4.3 Dati acquisiti

Nel corso del 2011 il laboratorio di paleomagnetismo dell'INGV è stato costantemente operativo ed ha acquisito dati a pieno regime. Le misure svolte si riferiscono a diverse successioni sedimentarie dell'area Mediterranea (Alpi meridionali, Appennino, Calabria, Sicilia, Spagna; Malta), della catena andina (cordigliera Colombiana) e di entrambe le aree polari (Mare di Ross e margine Pacifico della penisola Antartica, per l'Antartide; Mare di Barents per l'Artide), nonché ai prodotti vulcanici di Pantelleria e delle isole Azzorre. Sono inoltre proseguite regolarmente le attività di campagna e di prelievo di campioni sul terreno. Sono state effettuate missioni di campionamento in Italia, in Spagna, in Bulgaria, nelle isole Azzorre ed in America Latina (Colombia), nonché alcuni campionamenti in continuo, mediante "u-channel", di carote provenienti da perforazioni effettuate su fondale marino e da vari bacini lacustri dell'Italia centrale. Inoltre, sono stati ospitati per brevi cicli di misura ricercatori da enti di ricerca ed università italiane e straniere. Infine, per quanto riguarda le attività di formazione, si sono svolte, in parte o totalmente, le fasi sperimentali di 3 tesi di dottorato.

4.4 Avanzamenti scientifici

Le ricerche svolte hanno portato avanzamenti scientifici nelle varie tematiche di tradizionale interesse del laboratorio. In particolare, si segnalano i contributi relativi a:

- la definizione delle rotazioni associate all'evoluzione geodinamica del bacino di Crotone (Speranza et al., 2011) e della cronologia della relativa successione sedimentaria Plio-Pleistocenica (Capraro et al, 2011);
- la studio della stratigrafia integrata di diverse sezioni stratigrafiche candiate alla definizione del Global Stratotype Section and Point (GSSP) di diversi piani stratigrafici del Cenozoico. In particolare, sono stati pubblicati i dati relativi alla sezione del Conero, candidata a GSSP del Langhiano (Miocene) (Iaccarino et al., 2011; Turco et al., 2011), alla sezioni di Gorrondatxe ed Otsakar, entrambe in Spagna, candidate a GSSP del Luteziano (Eocene) (Molina et al., 2011; Payros et al. 2011) ed alla sezione di Zumaia, anch'essa in Spagna, candidata a GSSP del Selandiano e del Tanetiano (Paleocene) (Schmitz et al., 2011);
- la ricostruzione delle variazioni di paleovariazione secolare (PSV) del campo magnetico terrestre nel corso degli ultimi 4000 anni nelle successione sedimentaria al largo di Augusta, con implicazioni per la datazione ad alta risoluzione di livelli che rappresentano paleotsunami (Sagnotti et al., 2011a);
- la ricostruzione delle variazioni di PSV del campo magnetico terrestre nel corso dell'Olocene nel mare di Barents, a sud delle isole Svalbard, con definizione di una prima curva di PVS regionale e la discussione delle implicazioni per i modelli del campo magnetico terrestre e per la datazione delle successioni che registrano l'ultima deglaciazione (Sagnotti et al., 2011b);
- lo studio dell'influenza dei batteri magnetotattici sulle proprietà magnetiche dei sedimenti pelagici (Roberts et al., 2011a) e la redazione di una sintesi aggiornata sulle proprietà magnetiche della greigite (Roberts et al., 2011b);
- una rivalutazione del catalogo storico geomagnetico italiano (D'Ajello Caracciolo et al., 2011), con implicazioni per la datazione paleomagnetica delle fasi di attività vulcanica mediante dati di PSV;

- la ricostruzione delle variazioni globali del livello marino, attraverso l'analisi dei sedimenti campionati durante la spedizione IODP 317, nel bacino di Canterbury, al largo della Nuova Zelanda (Fulthorpe et al., 2011).

4.5 Avanzamenti tecnologici

Sono state raffinate le tecniche di misura per i cicli di isteresi a bassa temperatura, tra la temperatura ambiente ed un minimo di 10 K. Le nuove capacità strumentali sono state testate su diverse tipologie di campioni di polveri sottili atmosferiche.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

105. Capraro, L., Massari, F., Rio, D., Fornaciari, E., Backman, J., Channell, J. E. T., Macrì, P., Prosser, G., Speranza, F. (2011). Chronology of the Lower-Middle Pleistocene succession of the south-western part of the Crotone Basin (Calabria, Southern Italy). Quat. Sci. Rev., 30, 9-10, 1185-1200. 10.1016/j.quascirev.2011.02.008. http://hdl.handle.net/2122/7031
113. Cattadori, M., Florindo, F., Rack, F. (2011). Short- and long-term effects in the school system of a research immersion experience for science educators: An example from ANDRILL (Antarctic Geological Drilling). Geosphere, 7, 6, 1331-1339. 10.1130/GES00678.1. http://hdl.handle.net/2122/7526
186. Di Stefano, A., Verducci, M., Cascella, A., Iaccarino, S. M. (2011). Calcareous plankton events at the Early/Middle Miocene transition of DSDP Hole 608: comparison with Mediterranean successions for definition of the Langhian GSSP. Stratigraphy, 8, 2-3. http://hdl.handle.net/2122/7637
213. Fielding, C. R., Browne, G. H., Field, B., Florindo, F., Harwood, D. M., Krissek, L. A., Levy, R. H., Panter, K. S., Passchier, S., Pekar, S. F. (2011). Sequence stratigraphy of the ANDRILL AND-2A drillcore, Antarctica: A long-term, ice-proximal record of Early to Mid-Miocene climate, sea-level and glacial dynamism. Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol., 305, 1-4, 337-351. 10.1016/j.palaeo.2011.03.026. http://hdl.handle.net/2122/7170
248. Iaccarino, S. M., Di Stefano, A., Foresi, L. M., Turco, E., Baldassini, N., Cascella, A., Da Prato, S., Ferraro, L., Gennari, R., Hilgen, F. J., Lirer, F., Maniscalco, R., Mazzei, R., Riforgiato, F., Russo, B., Sagnotti, L., Salvatorini, G., Speranza, F., Verducci, M. (2011). High-resolution integrated stratigraphy of the upper Burdigalian-lower Langhian in the Mediterranean: the Langhian historical stratotype and new candidate sections for defining its GSSP. Stratigraphy, 8, 2-3. http://hdl.handle.net/2122/7635
314. Molina, E., Alegret, L., Apellaniz, E., Bernaola, G., Caballero, F., Dinarès-Turell, J., Hardenbol, J., Heilmann-Clausen, C., Larrasoaña, J. C., Luterbacher, H., Monechi, S., Ortiz, S., Orue- Etxebarria, X., Payros, A., Pujalte, V., Rodríguez-Tovar, F. J., Tori, F., Tosquella, J., Uchman, A. (2011). The Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base of the Lutetian Stage at the Gorrondatxe section, Spain. Episodes, 34, 2, 86-108.http://hdl.handle.net/2122/7102
344. Passchier, S., Browne, G., Field, B., Fielding, C. R., Krissek, L. A., Panter, K., Pekar, S. F., ANDRILL-SMS Science Team,, (2011). Early and middle Miocene Antarctic glacial history from the sedimentary facies distribution in the AND-2A drill hole, Ross Sea, Antarctica. Geol. Soc. Am. Bull., 123, 11-12, 2352-2365. 10.1130/B30334.1. http://hdl.handle.net/2122/7528
346. Payros, A., Dinarès-Turell, J., Bernaola, G., Orue-Etxebarria, X., Apellaniz, E., Tosquella, J. (2011). On the age of the Early/Middle Eocene boundary and other related events: cyclostratigraphic refinements from the Pyrenean Otsakar section and the Lutetian GSSP. Geol. Mag., 148, 3, 442-460. 10.1017/S0016756810000890. http://hdl.handle.net/2122/7730
384. Roberts, A. P., Chang, L., Rowan, C. J., Horng, C.S., Florindo, F. (2011). Magnetic properties of sedimentary greigite (Fe3S4): an update. Rev. Geophys., 49, RG1002. 10.1029/2010RG000336. http://hdl.handle.net/2122/7012
385. Roberts, A. P., Florindo, F., Villa, G., Chang, L., Jovane, L., Bohaty, S. M., Larrasoaña, J. C., Heslop, D., Fitz Gerald, J. D. (2011). Magnetotactic bacterial abundance in pelagic marine environments is limited by organic carbon flux and availability of dissolved iron. Earth Planet. Sci. Lett., 310, 3-4, 441-452. 10.1016/j.epsl.2011.08.011. http://hdl.handle.net/2122/7169
394. Sagnotti, L., Macrì, P., Lucchi, R., Rebesco, M., Camerlenghi, A. (2011). A Holocene paleosecular variation record from the northwestern Barents Sea continental margin. Geochem. Geophys. Geosyst., 12, 11, Q11Z33. 10.1029/2011GC003810. http://hdl.handle.net/2122/7176
395. Sagnotti, L., Smedile, A., De Martini, P. M., Pantosti, D., Speranza, F., Winkler, A., Del Carlo, P., Bellucci, L. G., Gasperini, L. (2011). A continuous palaeosecular variation record of the last four millennia from the Augusta Bay (Sicily, Italy). Geophys. J. Int., 184, 1, 191-202. 10.1111/j.1365-246X.2010.04860.x. http://hdl.handle.net/2122/6913
402. Schmitz, B., Pujalte, V., Molina, E., Monechi, S., Orue-Etxebarria, X., Speijer, R. P., Alegret, L., Apellaniz, E., Arenillas, I., Aubry, M. P., Baceta, J. I., Berggren, W. A., Bernaola, G., Caballero, F., Clemmensen, A., Dinarès-Turell, J., Dupuis, C., Heilmann-Clausen, C., Orús, A. H., Knox, R. (2011). The Global Stratotype Sections and Points for the bases of the Selandian (Middle Paleocene) and Thanetian (Upper Paleocene) stages at Zumaia, Spain. Episodes, 34, 4, 220-243.http://hdl.handle.net/2122/7307
418. Speranza, F., Macrì, P., Rio, D., Fornaciari, E., Consolaro, C. (2011). Paleomagnetic evidence for a post–1.2 Ma disruption of the Calabria terrane: Consequences of slab breakoff on orogenic wedge tectonics. Geol. Soc. Am. Bull., 123, 5-6, 925–933. 10.1130/B30214.1. http://hdl.handle.net/2122/7178
435. Turco, E., Cascella, A., Gennari, R., Hilgen, F. J., Iaccarino, S. M., Sagnotti, L. (2011). Integrated stratigraphy of the

La Vedova section (Conero Riviera, Italy) and implications for the Burdigalian/Langhian boundary. Stratigraphy, 8, 2-3. http://hdl.handle.net/2122/7634

438. Venuti, A., Florindo, F., Caburlotto, A., Hounslow, M. W., Hillenbrand, C.-D., Strada, E., Talarico, F. M., Cavallo, A. (2011). Late Quaternary sediments from deep!sea sediment drifts on the Antarctic Peninsula Pacific margin: Climatic control on provenance of minerals. J. Geophys. Res., 116, B06104. 10.1029/2010JB007952. http://hdl.handle.net/2122/7047

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

506. D'Ajello Caracciolo, F., Pignatelli, A., Speranza, F., Meloni, A. (2011). A re-evaluation of the Italian historical geomagnetic catalogue: implications for paleomagnetic dating at active Italian volcanoes. Solid Earth, 2, 1, 65-74. 10.5194/se-2-65-2011. http://hdl.handle.net/2122/7064

598. Sagnotti, L. (2011). Magnetic Anisotropy. Encyclopedia of Solid Earth Geophysics, 717-729. http://hdl.handle.net/2122/7075

5.2b Tesi di laurea e dottorato

- Di Chiara A., Paleomagnetismo di rocce vulcaniche del Pleistocene Olocene: implicazioni per l'analisi della paleo-variazione secolare del campo magnetico terrestre - Tesi di Dottorato in Geofisica XXV Ciclo, Università di Bologna (RM2).
- Jimenez Diaz G., L'evoluzione della Cordigliera Orientale in Colombia attraverso metodi paleomagnetici, strutturali e modellistici - Tesi di Dottorto in Scienze Geologiche, Università di Roma Tre (RM2).
- Strada E., La transizione Eocene/Oligocene: il record magnetico in carote di sedimenti oceanici - Tesi di Dottorato in Scienze Polari, Università di Siena (RM2).

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[338] ANDRILL - UR10 (ANtarctic DRILLing - Rapporti Temporali tra Attività Vulcanica e Sedimentazione nell'Area McMurdo Sound - Ross Ice Shelf : Implicazioni Tettoniche e Paleoclimatiche - resp.: M. Pompilio).

[338] ANDRILL - UR20 (ANtarctic DRILLing - Rapporti Temporali tra Attività Vulcanica e Sedimentazione nell'Area McMurdo Sound - Ross Ice Shelf : Implicazioni Tettoniche e Paleoclimatiche - resp.: F. Florindo).

[482] EDI - Jaume Dinares - UR10 Dinares Turell Jaume - Evolucion de los dinosaurios en el este iberico y su entorno, durante el cretacico: registro estratigrafico y paleoambiental del maadtrichtiense pirenaico.

Obiettivo Specifico: 2.3. TTC

Laboratori di chimica e fisica delle rocce

Denominazione precedente: *Laboratori di chimica e fisica delle rocce*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *170,5*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
I laboratori di chimica e fisica delle rocce svolgono ricerche metodologiche, producono sviluppi tecnologici e forniscono il supporto analitico e sperimentale alle attività di monitoraggio ed alle ricerche geofisiche e vulcanologiche. Le misure e gli esperimenti sono utilizzati per la formulazione di modelli fisico-matematici e per la descrizione quantitativa dei processi sismogenetici e dei processi magmatici. I dati raccolti contribuiscono alla definizione dello stato di attività dei vulcani, degli scenari eruttivi ed alla valutazione della pericolosità.

1. Responsabile/i

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

RM1, BO, CT, NA-OV, PA, PI

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

CT
Il Laboratorio di Chimica fine, inattivo da diversi anni, è stato ordinato e riorganizzato per poi procedere con la messa a punto della metodologia per la determinazione del ferro bivalente attraverso titolazione con permanganato di potassio. Nel Laboratorio che ospiterà lo spettrometro ICP-MS, dopo una fase di progettazione, si è proceduto con i lavori di adeguamento. È stata completata la realizzazione della piccola petroteca nella sede di Catania, dove verrà temporaneamente archiviato il materiale dell'attività di monitoraggio, in attesa di essere trasferito alla petroteca principale di Nicolosi. Nel Laboratorio di microscopia ottica è stato acquistato un modulo software aggiuntivo (Extended Depth of Focus) per l'integrazione di più immagini acquisite su piani focali differenti. Nell'ambito del progetto PON-VULCAMED è stata presentata una proposta per la ristrutturazione e messa in sicurezza dei laboratori di sedimentologia e preparazione campioni. Il SEM-EDS è stato utilizzato per lo studio della composizione dei vetri e dei minerali nei prodotti vulcanici, è stato impegnato per un totale di 800 ore in attività di monitoraggio e 300 ore in attività ricerca. Lo spettrometro XRF, che misura il contenuto degli elementi maggiori e di alcuni elementi in tracce nelle rocce totali, opportunamente programmato per funzionare anche in orario extra-lavorativo, è stato utilizzato per circa 1000 ore per analisi degli elementi maggiori e circa 2000 ore per effettuare la calibrazione degli elementi in traccia (ancora in corso); il CAMSIZER, che esegue l'analisi granulometrica e morfologica/morfometrica dei prodotti piroclastici, è stato impegnato per un totale di 25 ore in attività di monitoraggio e 150 ore in attività di ricerca.

PA
È stato istallato e messo in funzione il sistema di crushing multicampione in sostituzione del sistema mono-campione, nell'ambito della linea di ricerca inerente lo studio delle abbondanze elementari ed isotopiche dei gas nobili in inclusioni fluide di vulcaniti. Tale sistema consente l'analisi sequenziale di 6 campioni di vulcaniti con un unico step di caricamento e degassaggio, consentendo pertanto di effettuare in un paio di giorni le analisi che con il sistema precedente potevano essere eseguite in una settimana. È stata acquistata ed istallata una lappatrice automatica per la preparazione dei campioni per le analisi LA-ICPMS. È stato completata l'istallazione dello spettrometro di massa multi-collettore per l'analisi in-situ dei gas nobili (abbondanze elementari ed isotopiche di He, Ne ed Ar) in singole inclusioni fluide, che dovrà essere collegato al laser di potenza nel corso del 2012, a seguito della realizzazione di un'apposita cella di ultra-alto-vuoto (UHV). È stata completata e messa in funzione la linea per l'estrazione e l'analisi isotopica della CO_2 intrappolata nelle inclusioni fluide in prodotti ignei. Sono in corso studi per la messa a punto di un metodo analitico per la misura della concentrazione del Bromo in prodotti ignei tramite LA-ICP-MS.

NA-OV
Nel laboratorio di Chimica Fine sono continuate le procedure di ottimizzazione e miglioramento della qualità delle analisi sono state effettuate prove di estrazione dello Sr da microcristalli di feldspato. Per il laboratorio di Spettrometria di Massa è stata revisionata la pompa turbo molecolare, sostituito il chiller di raffreddamento del magnete e della pompa turbo molecolare dello Spettrometro. I laboratori hanno ospitato, studenti di università italiane, tirocinanti, borsisti, ricercatori e tirocinanti del Corso di Protezione Civile.

RM1
I laboratori sperimentali e microanalitici sono stati frequentati dai ricercatori dell'Ente attraverso una opportuna calendarizzazione nell'ambito di oltre 40 progetti inerenti lo studio della meccanica dei terremoti, l'ambiente, mineralogia e la petrologia, le proprietà chimiche e fisiche di magmi e rocce. Circa 1.300 sono state le ore di analisi, mentre 140 sono gli esperimenti realizzati. L'attività formativa ha riguardato dottorati di ricerca e tesi di laurea provenienti da Università italiane e straniere.

PI
È stato installato un SEM tradizionale Zeiss EVO MA10 connesso con un sistema di micronalisi EDS (Isis-Oxford). Il SEM è entrato immediatamente in routine. La microanalisi è stata calibrata ed iniziata la fase di test e di comparazione con i dati prodotti da altri laboratori. Nella fornace tubolare verticale sono proseguiti gli esperimenti di alterazione ed ossidazione ad alta temperatura delle ceneri. Sono stati eseguiti ulteriori esperimenti di cristallizzazione a pressione atmosferica di magmi recenti etnei e stromboliani utilizzando buffer solidi per controllare la fugacità di ossigeno. Le composizioni dei vetri, misurate in collaborazione con la sezione di Catania, saranno utilizzati per calibrare geotermometri empirici da utilizzare nelle attività di monitoraggio. Si è messo in opera presso la sezione, un laboratorio per il campionamento ad alta risoluzione di speleotemi dotato di un sistema di micromilling and microdrilling controllato da computer (risol. fino a 100 micron). È proseguito lo sviluppo di metodi per le analisi tessiturali quantitative. In questo ambito, sono stati utilizzati microtomografi da laboratorio con sorgenti convenzionale di raggi X e linee di luce con sincrotrone come sorgente per tomografie di rocce vulcaniche di diversa composizione. Il laboratorio ha prodotto dati analitici e sperimentali di supporto alle ricerche di petrologia, vulcanologia fisica, tefrostatigrafia, caratterizzazione delle proprietà fisiche e chimiche delle rocce, condotte nell'ambito di progetti (PRIN, FIRB, Prociv) e di collaborazioni nazionali ed internazionali. Il laboratorio è stato utilizzato da dottorandi, laureandi e tirocinanti delle Università di Pisa, Urbino, Camerino, Palermo e Cagliari e da ricercatori stranieri.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

L'attività di monitoraggio svolta presso i laboratori dell'OE ha riguardato lo studio dei prodotti emessi nel corso dell'attività Etna del 2011 dal Cratere di Sud-Est (CSE) e dalla Bocca Nuova (BN), e dei prodotti eruttati dallo Stromboli. Lapilli e ceneri sono stati caratterizzati mediante analisi petrografiche e tessiturali, mineralogiche e composizionali (vetro della pasta di fondo e rocce totali), morfologiche e granulometriche. A Palermo sono state condotte analisi degli isotopi dei gas nobili sui prodotti dell'attività eruttiva etnea del 2006 e sono iniziate quelle relative ai prodotti del 2008, con l'obiettivo di definire le relazioni tra degassamento, cristallizzazione e rialimentazione profonda del sistema di alimentazione etneo. A Napoli sono state eseguite analisi isotopiche di rocce e minerali di campioni dell'attività 2009 e 2010 dell'Etna e dello Stromboli. La sezione Roma 1 ha condotto misure di terreno dell'attività eruttiva utilizzando telecamere ad alta velocità, termiche e microfoni. A Pisa è iniziato lo studio composizionale, mineralogico e tessiturale dei prodotti emessi durante l'eruzione sottomarina di El Hierro dell' Ottobre 2011 con particolare riguardo ai "lava ballon" ed alle "xenopomici" eruttate nel corso delle prime fasi eruttive.

4.2 Metodologie d'indagine

Analisi petrografiche, tessiturali e morfoscopiche tramite microscopia ottica ed elettronica ed elaborazione di immagini digitali. Microtomografia di rocce vulcaniche con sorgenti di raggi X convenzionale o luce di sincrotrone. Analisi granulometriche e dei fattori di forma dei clasti tramite vagliatura e Camsizer. Microanalisi delle fasi EMP-WDS e SEM–EDS e LA-ICP-MS Microanalisi dell'H_2O e CO_2 nei vetri tramite FT-IR e microsonda nucleare. Analisi chimiche tramite ICP-AES e MS. Analisi isotopiche (Sr, Nd, Pb) tramite TIMS e SIMS. Analisi isotopiche delle inclusioni fluide in minerali tramite spettrometria di massa e tecniche di crushing in linea ad ultra-alto-vuoto. Analisi quantitativa tramite spettrometria di massa di Ar e Ne in vetri basaltici estratti con tecniche di fusione. Analisi LA-ICPMS di elementi in tracce in cristalli e inclusioni di fuso.
Densità delle rocce tramite bilance e picnometri. Metodologie analitiche e sperimentali in campo geofisico e vulcanologico.

4.3 Dati acquisiti

Tessiturali, morfoscopici, granulometrici, chimici (elementi maggiori, tracce, isotopi (Sr-Nd) e volatili su rocce totali, minerali, xenoliti, e su diversi componenti di vulcaniti e di prodotti sperimentali relativi ai vulcani Italiani, islandesi, Vanuatu, Antartici, Reunion, Canarie. Velocità delle onde ultrasoniche su campioni di roccia ad HPHT. Proprietà fisiche di rocce sedimentarie e vulcaniche. Emissioni di Radon e velocità delle onde associate a processi di rottura in rocce sedimentarie. Porosità e permeabilità di rocce vulcaniche e sedimentarie. Immagini ad alta velocità di attività esplosiva e di ricadute di cenere. Abbondanze chimico-isotopiche degli isotopi dei gas nobili. A Palermo si sono effettuate analisi di abbondanze elementari ed isotopiche di gas nobili sui prodotti ignei post-miocenici della Tunisia, e nelle inclusioni fluide intrappolate in olivine, pirosseni e vetri vulcanici in prodotti esplosivi del vulcanismo sottomarino del Marsili,. Si sono infine effettuate le prime analisi isotopiche di CO_2 in inclusioni fluide dei prodotti dello Stromboli e degli Iblei, ed in vulcaniti delle Azzorre.

4.4 Avanzamenti scientifici

Come ogni anno il TTC ha fornito supporto analitico e sperimentale al monitoraggio dei vulcani, alle ricerche di geofisica, geologia, petrologia, petrologia sperimentale, geochimica dei magmi, vulcanologia fisica e vulcanologia sperimentale. I

principali avanzamenti scientifici sono riportati ampiamente nei paragrafi relativi ai TTC e OOSS che affrontano le suddette tematiche. Vengono qui di seguito riassunti solo quelli più strettamente legati alle proprietà chimiche e fisiche delle rocce.

CT
I laboratori hanno fornito il supporto analitico ad attività che studiano:

- i processi magmatici che hanno innescato fontana di lava del cratere di Sud-Est del 10 maggio 2008;
- le relazioni tra le emissioni di cenere avvenute dai Crateri di Sud-Est, Nord-Est e Bocca Nuova nel 2010 e gli eventi sismo-acustici correlati;
- i processi di differenziazione del magma nel sistema di alimentazione dell'Etna per comprenderne l'evoluzione temporale e le relazioni esistenti con lo scivolamento del fianco orientale del vulcano;
- la distribuzione di taglia di bombe vulcaniche emesse durante eventi di alta energia a Stromboli;
- i lisciviati di campioni di ceneri emessi nel periodo 2004-2009 da Stromboli;
- i fenomeni di aggregazione della cenere;
- lo sviluppo di una nuova procedura per la caratterizzazione della forma di particelle vulcaniche;
- gli xenoliti magmatici presenti nelle lave recenti dell'Etna e provenienti del corpo ad alta velocità (HVB) individuato mediante tomografia sismica;
- i processi eruttivi e i depositi di caduta del vulcano Eyjafjallajokull.

Inoltre, i dati prodotti nei laboratori hanno consentito di elaborare delle "Note tecniche" richieste dalla Provincia Regionale di Catania, per studiare i caratteri composizionali, i componenti, le modalità di trasporto e deposizione della cenere emessa durante le fontane di lava dal cratere di Sud-Est avvenute da gennaio a settembre 2011; dall'ANSV (Agenzia Nazionale per la Sicurezza del Volo) per descrivere e interpretare i caratteri mineralogici e tessiturali di materiale campionato nei "pitot" di un aeromobile.

PA
Tra i risultati più rilevanti, lo studio dei prodotti etnei in termini di composizione chimica-isotopica dei gas nobili incrociata con i patterns degli elementi in traccia ha consentito di ottenere una serie di vincoli composizionali sul mantello etneo, il quale sarebbe costituito da due endmember geochimicamente distinti e mostrerebbe notevoli analogie con il vicino mantello ibleo.

NA-OV
Sono state eseguite analisi isotopiche (Sr e Nd) di rocce totali dei Colli Albani, e di Alicudi, e sono proseguite le analisi isotopiche di rocce e minerali dei prodotti dei Campi Flegrei, Ischia, Pantelleria, Stromboli e Etna, e del vulcano Piton de la Fournaise (Reunion). Inoltre, sono state eseguite analisi di elementi volatili (H_2O e CO_2) di inclusioni silicatiche in minerali separati da prodotti recenti dei Campi Flegrei ed Ischia.

RM1
Nell'ambito di diversi progetti sono stati approfonditi gli studi sull'attività stromboliana e sulla genesi e risalita dei gas slug nei condotti vulcanici; realizzato un nuovo modello generale di viscosità dei magmi dei Campi Flegrei; condotti nuovi studi sperimentali sui processi di frizione sui piani di faglia e sulle emissioni di gas ad essi associati in rocce di diversa composizione; realizzati attraverso esperimenti analogici nuovi modelli di reologia complessa di fusi silicatici; raffinati i modelli teorico-sperimentali circa i processi di assimilazione carbonatica nei magmi utilizzando metodi isotopici (per ad esempio, Boro) e sono stati estesi anche al Vesuvio; investigati la cristallizzazione, differenziazione e separazione cristalli-liquido in camera magmatiche termicamente zonate che ha permesso di modellizzare i processi all'origine di importanti volumi di magma differenziato ma allo stesso tempo povero in cristalli.

PI
I dati prodotti dai laboratori hanno contribuito a ricostruire la storia eruttiva, l'evoluzione magmatica, il sistema di alimentazione, i tempi di residenza preeruttivi, meccanismi eruttivi e di messa in posto ed il paleombiente legati all'attività dei vulcani italiani, dell'Islanda, della Reunion, delle Vanuatu (Yasur e Ambryn, Mota Lava) e dell'Antartide (McMurdo volcanic province e Mare di Ross), delle Canarie (El Hierro) e Merapi.

4.5 Avanzamenti tecnologici

A Roma è stata realizzata la calibrazione della Quick Press per pressioni fino a 150 MPa. Alla pressa uniassiale è stato migliorato il nuovo setup sperimentale per la misura in situ delle emissioni di radon in funzione del tasso di deformazione. Nel laboratorio analogico è stato sviluppato un nuovo setup per lo studio della risalita di "gas slug". È stato realizzato un nuovo porta campioni per effettuare esperimenti al Rotay Shear apparatus in presenza di pressione di fluidi. È stata progettata ed è in corso di realizzazione una nuova pressa bi-triassiale per effettuare esperimenti su campioni di grandi dimensioni. A Pisa la messi in opera di i un sistema di micromilling and microdrilling ad alta risoluzione controllato da computer (risol. fino a 100 micron).

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

33. Bai, L., Baker, D. R., Polacci, M., Hill, R. J. (2011). In-situ degassing study on crystal-bearing Stromboli basaltic magmas: Implications for Stromboli explosions. Geophys. Res. Lett., 38, L17309. 10.1029/2011GL048540. http://hdl.handle.net/2122/7449
35. Baker, D. R., Polacci, M., LaRue, A. (2011). A study on the reproducibility of counting vesicles in volcanic rocks. Geosphere, 7, 1, 70-78. 10.1130/GES00553.1. http://hdl.handle.net/2122/7447
51. Bertagnini, A., Di Roberto, A., Pompilio, M. (2011). Paroxysmal activity at Stromboli: lessons from the past. Bull. Volcanol., 73, 9, 1229-1243. 10.1007/s00445-011-0470-3. http://hdl.handle.net/2122/7451
91. Callegari, A. M., Boiocchi, M., Bellatreccia, F., Caprilli, E., Medenbach, O., Cavallo, A. (2011). Capranicaite, (K,square)(Ca,Na)Al(4)B(4)Si(2)O(18): a new inosilicate from Capranica, Italy, with a peculiar topology of the periodic single chain [Si(2)O(6)]. Mineral. Mag., 75, 1, 33-43. 10.1180/minmag.2011.075.1.33. http://hdl.handle.net/2122/7597
101. Capitelli, F, Chita, G., Cavallo, A., Bellatreccia, F., Della Ventura, G. (2011). Crystal structure of Whiteite-(CaFeMg) from Crosscut Creek, Canada. Z. Kristall., 226, 731-738. 10.1524/zkri.2011.1393. http://hdl.handle.net/2122/7606
145. D'Oriano, C., Bertagnini, A., Pompilio, M. (2011). Ash erupted during normal activity at Stromboli (Aeolian Islands, Italy) raises questions on how the feeding system works. Bull. Volcanol., 73, 5, 471-477. 10.1007/s00445-010-0425-0. http://hdl.handle.net/2122/7483
153. Dallai, L., Cioni, R., Boschi, C., D'Oriano, C. (2011). Carbonate-derived CO_2 purging magma at depth: Influence on the eruptive activity of Somma-Vesuvius, Italy. Earth Planet. Sci. Lett., 310, 1-2, 84-95. 10.1016/j.epsl.2011.07.013. http://hdl.handle.net/2122/7573
185. Di Renzo, V., Arienzo, I., Civetta, L., D'Antonio, M., Tonarini, S., Di Vito, M. A., Orsi, G. (2011). The magmatic feeding system of the Campi Flegrei caldera: Architecture and temporal evolution. Chem. Geol., 281, 227-241. 10.1016/j.chemgeo.2010.12.010. http://hdl.handle.net/2122/7208
224. Freda, C., Gaeta, M., Giaccio, B., Marra, F., Palladino, D., Scarlato, P., Sottili, G. (2011). CO2-driven large mafic explosive eruptions: a case study from the Colli Albani Volcanic District (Italy). Bull. Volcanol., 73, 241-256. 10.1007/s00445-010-0406-3. http://hdl.handle.net/2122/7339
226. Gaeta, M., Freda, C., Marra, F., Di Rocco, T., Gozzi, F., Arienzo, I., Giaccio, B., Scarlato, P. (2011). Petrology of the most recent ultrapotassic magmas from the Roman Province (Central Italy). Lithos, 127, 298-308. 10.1016/j.lithos.2011.08.006. http://hdl.handle.net/2122/7175
251. Iezzi, G., Mollo, S., Torresi, G., Ventura, G., Cavallo, A., Scarlato, P. (2011). Experimental solidification of an andesitic melt by cooling. Chem. Geol., 283, 261-273. 10.1016/j.chemgeo.2011.01.024. http://hdl.handle.net/2122/7254
261. Kahl, M., Chakraborty, S., Costa, F., Pompilio, M. (2011). Dynamic plumbing system beneath volcanoes revealed by kinetic modeling, and the connection to monitoring data: An example from Mt. Etna. Earth Planet. Sci. Lett., 308, 1-2, 11-22. 10.1016/j.epsl.2011.05.008. http://hdl.handle.net/2122/7497
264. La Felice, S., Landi, P. (2011). The 2009 paroxysmal explosions at Stromboli (Italy): magma mixing and eruption dynamics. Bull. Volcanol., 73, 9, 1147-1154. 10.1007/s00445-011-0502-z. http://hdl.handle.net/2122/7522
305. Métrich, N., Allard, P., Aiuppa, A., Bani, P., Bertagnini, A., Shinohara, H., Parello, F., Di Muro, A., Garaebiti, E., Belhadj, O., Massare, D. (2011). Magma andVolatile Supply to Post-collapse Volcanism and Block Resurgence in Siwi Caldera (Tanna Island,Vanuatu Arc). J. Petrol., 52, 6, 1077-1105. 10.1093/petrology/egr019. http://hdl.handle.net/2122/7194
306. Métrich, N., Allard, P., Bertagnini, A., Di Muro, A. (2011). Comment on 'Conduit convection, magma mixing, and melt inclusion trends at persistent degassing volcanoes' by Fred Witham, published in Earth Planetary Science Letters (2011) 301, 345–352. Earth Planet. Sci. Lett., 306, 3-4, 306-308. 10.1016/j.epsl.2011.04.012. http://hdl.handle.net/2122/7510
312. Misiti, V., Vetere, F., Freda, C., Scarlato, P., Behrens, H., Mangiacapra, A., Dingwell, D. B. (2011). A general viscosity model of Campi Flegrei (Italy) melts. Chem. Geol., 290, 1-2, 50-59. 10.1016/j.chemgeo.2011.08.010. http://hdl.handle.net/2122/7249
316. Mollo, S., Lanzafame, G., Masotta, M., Iezzi, G., Ferlito, C., Scarlato, P. (2011). Cooling history of a dike as revealed by mineral chemistry: A case study from Mt. Etna volcano. Chem. Geol., 288, 39-52. 10.1016/j.chemgeo.2011.06.016. http://hdl.handle.net/2122/7243
317. Mollo, S., Putirka, K., Iezzi, G., Del Gaudio, P., Scarlato, P. (2011). Plagioclase–melt (dis)equilibrium due to cooling dynamics: Implications for thermometry, barometry and hygrometry. Lithos, 125, 221-235. 10.1016/j.lithos.2011.02.008. http://hdl.handle.net/2122/7247
318. Mollo, S., Tuccimei, P., Heap, M., Vinciguerra, S., Soligo, M., Castelluccio, M., Scarlato, P., Dingwell, D. (2011). Increase in radon emission due to rock failure: An experimental study. Geophys. Res. Lett., 38, L14304. 10.1029/2011GL047962. http://hdl.handle.net/2122/7246
319. Mollo, S., Vinciguerra, S., Iezzi, G., Iarocci, A., Scarlato, P., Heap, M., Dingwell, D. (2011). Volcanic edifice weakening via devolatilization reactions. Geophys. J. Int., 186, 1073-1077. 10.1111/j.1365-246X.2011.05097.x. http://hdl.handle.net/2122/7244
360. Pichavant, M., Pompilio, M., D'Oriano, C., Di Carlo, I. (2011). Petrography, mineralogy and geochemistry of a primitive pumice from Stromboli: implications for the deep feeding system. Eur. J. Mineral., 23, 4, 499-517. 10.1127/0935-1221/2011/0023-2109. http://hdl.handle.net/2122/7513
444. Voltolini, M., Zandomeneghi, D., Mancini, L., Polacci, M. (2011). Texture analysis of volcanic rock samples:

Quantitative study of crystals and vesicles shape preferred orientation from X-ray microtomography data. J. Volcanol. Geotherm. Res., 202, 1-2, 83-95. 10.1016/j.jvolgeores.2011.02.003. http://hdl.handle.net/2122/7547

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

523. Deegan, F. M., Troll, V. R., Freda, C., Misiti, V., Chadwick, J. (2011). Fast and furious: crustal CO2 release at Merapi volcano, Indonesia. Geology Today, 27, 2, 57-58. http://hdl.handle.net/2122/7251
541. Iarocci, A., Sciacca, U., Romeo, G., Mari, M., Misiti, V. (2011). Comportamento ad alta pressione di trasduttori piezoelettrici per applicazioni di geofisica sperimentale. Rapporti Tecnici INGV, 211, 1-20. http://hdl.handle.net/2122/7252
544. Lo Castro, M. D., Andronico, D., Cassisi, C., Montalto, P., Prestifilippo, M. (2011). Implementazione di una nuova procedura per caratterizzare la forma di particelle mediante misure al CAMSIZER e algoritmi di clustering. Quaderni di Geofisica INGV, 94, 1-19. http://hdl.handle.net/2122/7665
562. Nielsen, S. et al. (2011). Earthquake fault dynamics: Insights from laboratory experiments. Società Italiana di Fisica. http://hdl.handle.net/2122/7134

5.2b Tesi di laurea e dottorato

- Ambrosio F. A., Geochimica dei prodotti vulcanici di Pantelleria più giovani di 10Ka. Tesi di Laurea, Universtità di Napoli "Federico II" (NA-OV).
- Capponi A., PhD, Gas slugs explosion and Strombolian activity: from field-based high-speed imaging to analogexperiments (RM1).
- Castagna A., Master Thesis in Micro roughness of pseudotachylyte as a gauge of power dissipated during earthquakes, Uni Padova (RM1).
- Celata B., Graduate Thesis, Diffusione di Cr e Al in spinelli e cromiti, Università degli Studi di Roma "La Sapienza" (RM1).
- Chanard K., Master Thesis Geophysics Institut de Physique du Globe de Paris 2011, Influence of fault geometryon supershear laboratory earthquakes, Università di Padova, ENS Paris (RM1).
- Chiuppi L., Misura delle emissioni di radon durante la deformazione di provini di tufo sottoposti a stress uniassiale, Università degli Studi Roma Tre (RM1).
- Correale A., Studio di inclusioni vetrose e fluide in vulcaniti della Sicilia Orientale e dell'Etna - Tesi di Dottorato, Università di Palermo (PA).
- Costa M., Abbondanza di Bromo in inclusioni di fuso e plume vulcanici, ed inferenze su degassamento magmatico e budget globale - Tesi di Dottorato, Università di Palermo (PA).
- Del Bello E., PhD, Slug pressurization in strombolian eruptions: the investigation of the transition from passive to explosive degassing, Università Di Bologna (RM1).
- D'Eugenio C., Esperimenti di riscaldamento su ceneri naturali dell'eruzione del vulcano Eyjafjallajökull: trasformazioni tessiturali e composizionali - Tesi di Laurea Università di Pisa (PI).
- Di Piazza A., PhD, The evolution of Turrialba plumbing system, Università Roma Tre (RM1).
- Gozzi F., PhD, Geochimica e Reologia dei Magmi dei Colli Albani: Implicazioni nei Processi Petrogenetici e nei Meccanismi di Messa in Posto | Sapienza Università di Roma - Sapienza Università di Roma (RM1).
- Kinouani P. J., Alterazione di alta temperatura dei prodotti vulcanici :il caso di Stromboli e dell'Etna - Tesi di Laurea, Università di Pisa (PI).
- Lanzafame G., PhD, Cooling rate induced textural features of Etna magmas: field observations and experimental evidence, Università di Catania (RM1).
- Mancini S., Studio sperimentale per l'analisi in continuo delle emissioni di radon di tufi altamente porosi sottoposti a condizioni di carico uni assiale, Università degli Studi Roma Tre (RM1).
- Masotta M., PhD, Magma differentiation in shallow, thermally zoned magma chambers: the example of Sabatini Volcanic District (central Italy), Sapienza Università di Roma (RM1).
- Mazzeo F., Applicazione di tecniche microanalitiche per la risoluzione di problematiche petrologiche: casi studio dai vulcani dell'Italia centro-meridionale - Tesi di Dottorato, Universtità di Napoli "Federico II" (NA-OV).
- Mittempergher S., PhD, Physico-chemical processes in seismogenic faults: active and exhumed examples, Università di Universitè Joseph Fourier, Grenoble, Università di Padova (RM1).
- Prando F., Image analysis of fault rocks in limestones (Tre Monti Fault, Central Apennines, Italy), Università di Padova (RM1).
- Radica F., PhD, A crystal chemical study of cordierite, synthesis and stability at variable H2O and CO2 concentrations: geological and technological applications, Università Roma Tre (RM1).
- Raffaele V., Study of the mingling processes in the eruptive products from Panarea volcano (Aeolian Island), Università degli Studi di Roma (RM1).
- Rempe M., PhD, Determination of physico-chemical processes in the seismic cycle by means of field and experimental investigations, Università di Padova (RM1).
- Tornetta L., Master Thesis in Geology, High speed video recording of explosive activity at Stromboli volcano:particle ejection velocity (RM1).

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[280] AIRPLANE - UR6 Cocco Massimo - Piattaforma di ricerca multidisciplinare su terremoti e vulcani.
[364] USEMS - UR10 Piersanti Antonio - USEMS-Uncovering the Secrets of an Earthquake: Multydisciplinary Study of Physico-Chemical Processes During the Seismic Cycle.
[456] PRIN 2008 - Prot. n. 2008MC82JJ_002 - Scarlato - UR1O Scarlato Piergiorgio - PRIN 2008: Studio sperimentale dell'emissione di radon da parte di rocce sottoposte a stress meccanico e termico. Implicazione per la sorveglianza vulcanica e sismica.

Obiettivo Specifico: 2.4. TTC

Laboratori di geochimica dei fluidi

Denominazione precedente: *Laboratori di geochimica dei fluidi*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *165*

Descizione breve (da Piano Triennale 2011-2014):
Il compito primario di questo TTC è l'armonizzazione dell'attività dei quattro poli tecnologici attivi nel settore della geochimica dei fluidi all'interno dell'INGV, con lo specifico obiettivo di razionalizzare l'acquisizione di nuova strumentazione e il funzionamento dei laboratori stessi.

1. Responsabile/i

Salvatore Inguaggiato (PA)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

RM1, NA-OV, PA

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

I laboratori di Geochimica dei Fluidi svolgono un ruolo fondamentale nel supportare tutti i progetti di ricerca e di sorveglianza attivati dall'Ente. In particolare la sezione di Palermo ha supportato le varie sezioni dell'Ente eseguendo principalmente analisi isotopiche (He, C, $^{\delta}$D e $^{\delta 18}$O, $^{\delta 13}C_{idrocarburi}$) e chimiche (elementi in traccia). Inoltre, i laboratori hanno continuato la loro implementazione tecnologica sia in termini di up-grade o acquisto di nuove strumentazioni che di aumento dei parametri investigati. Il laboratorio chimico-isotopico di NA-OV ha prodotto analisi chimiche ed isotopiche per quanto concerne i gas ed i condensati fumarolici, i gas disciolti e le acque di falda, supportando i programmi di sorveglianza geochimica dei Vulcani Campani ed i progetti di ricerca dell'UF. Il laboratorio di geochimica di RM1, ha supportato le analisi chimiche dei campioni gas dai suoli dei progetti esterni ed istituzionali afferenti alla Unità Funzionale "Geochimica dei fluidi stoccaggio geologico e geotermia" in varie aree italiane per progetti di stoccaggio e geotermia (Val Padana, riminese, Sardegna, aquilano, alto Lazio, Sicilia-Etna). Nell'ambito di un progetto di collaborazione fra PA e l'Università di Heidelberg è stata completata la istallazione di una rete UV-scanning DOAS per la misura dei flussi di SO_2 nel plume di Stromboli.Nel quadro delle attività del progetto FIEL-Volcan è stata effettuata una campagna di misure con strumentazioni DOAS sul vulcano Colima (Volcan de Fuego) e due campagne di misure rispettivamente sui vulcani Etna e Stromboli. Nell'ambito delle ricerche svolte a Stromboli è stata effettuato il budget totale della CO_2 emessa in diverse forme dai fluidi (plume, suoli, acquifero (Inguaggiato et al. 2012b). All'interno dei programmi di innovazione tecnologica (allegato B Protezione Civile) e di un progetto DPC, il sistema di monitoraggio dell'isola di Vulcano (PA) è stato implementato con la istallazione di una stazione di flusso di CO_2 dai suoli in area sommitale (camera di accumulo). Inoltre nel quadro di un progetto europeo (NOVAC) per la quantificazione globale della SO_2 introdotta in atmosfera dai vulcani attivi è stato installato un UV-scanning DOAS per la misura del flusso di SO_2 del "plume" dell'Isola di Vulcano. Queste strumentazioni installate nel 2007-2008 hanno evidenziato la loro importanza strategica nel monitorare i cambi nell'attività solfatarica dell'isola di Vulcano ed i risultati sono stati oggetto di diversi contributi scientifici pubblicati su riviste internazionali (Inguaggiato et al. 2012a, 2012b; Vita et al. 2012). Inoltre, è stata attivata una collaborazione scientifica con l'Università della Colombia per il monitoraggio geochimico dei vulcani attivi colombiani (El Machin, Nevado del Ruiz). Nell'ambito di questa collaborazione è stato svolto un corso di formazione sul monitoraggio geochimico al personale afferente agli osservatori vulcanologici columbiani, e sono in corso gli studi per la caratterizzazione geochimica dei fluidi dei vulcani Nevado del Ruiz e El Machin. Questo è il primo passo per la realizzazione del sistema di monitoraggio geochimico di questi vulcani. Nell'ambito di un progetto europeo (NOVAC) relativi a misure telemetriche del "plume" dell'isola di Vulcano ed un progetto DPC volto all'implementazione del sistema di degassamento dai suoli in area sommitale la sezione di Palermo ha continuato gli studi. Nel corso del 2011 si è continuata l'acquisizione dei dati sul flusso di SO_2 in un vulcano a condotto chiuso. I dati acquisiti hanno permesso di evidenziare variazioni significative nell'attività solfatarica del sistema di Vulcano nella 2010 e nel 2011. Questi dati sono stati corroborati dalla contemporanea acquisizione in continuo dei flussi di CO_2 dai suoli in area sommitale che hanno evidenziato un aumento di un ordine di grandezza negli stessi periodi. Questi risultati confermano l'importanza, nell'ambito dei progetti di sorveglianza geochimica, dello studio dei parametri estensivi nelle aree sommitali dei vulcani.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

-

4.2 Metodologie d'indagine

-

4.3 Dati acquisiti

-

4.4 Avanzamenti scientifici

Nell'ambito della collaborazione scientifica fra la sezione di Palermo e l'Università di Quito (Ecuador) volto alla caratterizzazione geochimica delle aree geotermiche associate agli imponenti sistemi vulcanici delle Ande è stata realizzata una campagna geochimica nell'area vulcanica del Chacana. Inoltre sulla base delle conoscenze acquisite con gli studi precedenti sui vulcani Ecuadoriani, è stata realizzata in collaborazione con la Università di Quito la sorveglianza geochimica del vulcano Tungurahua ed i risultati (Inguaggiato et al. 2011) sono stati presentati al congresso internazionale di geochimica, ICGG 2011. Questo lavoro ha evidenziato e confermato le potenzialità investigative dei gas disciolti nelle falde termali associate ai sistemi vulcanici che nel caso specifico, a causa dell'imponenza (circa 6.000 metri di altitudine) rappresentano i siti ideali e più facilmente raggiungibili per effettuare una attività di sorveglianza geochimica. Il nuovo metodo analitico sviluppato nei laboratori di NA-OV permette la contemporanea determinazione della concentrazione di CO_2 e della sua composizione isotopica del carbonio in campioni di gas (plumes vulcanici) a concentrazioni di CO_2 molto basse (atmosferiche). In particolare, tale metodologia è stata applicata con successo al plume dell'Etna utilizzando come testing sites le aree crateriche di Vulcano e Solfatara, i risultati di questo studio sono stati pubblicati (Chiodini et al., 2011b). Sulla base dei risultati soddisfacenti ottenuti con il nuovo prototipo per la determinazione in continuo della CO_2 disciolta (PA) in acque naturali si è proseguita la sperimentazione con l'acquisizione dei dati dell'acquifero di Stromboli (Inguaggiato et al. 2011). Questo studio ha permesso di migliorare le conoscenze sui processi di interazione gas/acqua nei sistemi vulcanici attivi.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Nell'ambito dello sviluppo dal laboratorio di laser ablation di PA è stato installato un laser di potenza per la microablazione di materiali solidi, per analizzare le singole vescicole intrappolate nelle vulcaniti. Ciò è reso possibile grazie alla connessione del neo-acquisito laser di potenza con un spettrometro ICP-MS, che ha permesso di colmare l'attuale deficienza analitica dell'Ente in tale settore. Il sistema è adesso a regime ed in accordo con il piano di sviluppo originale del laboratorio di ablazione, il laser di potenza è stato collegato ad uno spettrometro di massa multi-collettore per l'analisi dei gas nobili nelle singole inclusioni fluide. Inoltre, è stato sviluppato metodo innovativo per la misura del $\delta^{13}CCO_2$ della CO_2 emessa dai suoli, al fine di consentire la determinazione simultanea del flusso di CO_2 dal suolo e della composizione isotopica del carbonio della CO_2 (di grande importanza per discriminarne l'origine). Questa metodologia, è basata sulla variazione, nel tempo, della concentrazione e della composizione isotopica del carbonio del CO_2 in una camera di accumulo appoggiata al suolo. Tale metodologia è stata applicata all'area di degassamento diffuso della Solfatara (DDS) permettendo di discriminare, in modo indipendente e più accurato rispetto ai tradizionali metodi statistici, le componenti biologica e idrotermale coinvolte nel processo di degassamento, evidenziando le strutture di degassamento attive nella DDS della Solfatara. Tale metodo è stato applicato con successo in altre aree vulcaniche (San Miguel, Azorre) e soggette a degassamento diffuso (Cenerente, Umbria puro componente vulcanico, altrimenti impossibile da determinare in sistemi vulcanici dove l'accesso per il campionamento diretto dei fluidi fumarolici non è permesso. Tale metodologia è stata applicata all'Etna utilizzando come testing sites le aree crateriche di Vulcano e Solfatara. I dati sono in corso di pubblicazione.
Inoltre, è stato realizzato un laboratorio mobile furgonato (RM1) attrezzato con strumentazioni per analisi geochimiche di campagna per interventi in aree vulcaniche/sismiche. Metodo di misura dei traccianti di iniezione con CO_2 industriali (Quattrocchi et al. 2010, report progetto ENI-GHG stoccaggio gas cortemaggiore) nei gas del suolo. Metodo di misura di isotopi del carbonio (RM1) nei riempimenti di precipitazione da fluidi in faglie italiane con spettrometria di massa accoppiata a gas cromatografia e "gas bench", in cooperazione con CNR-IGG di Pisa. Brevetto per un desorbitore di metano da carote di carbone (RM1).

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

5. Aiuppa, A., Shinohara, H., Tamburello, G., Giudice, G., Liuzzo, M., Moretti, R. (2011). Hydrogen in the gas plume of an open vent volcano, Mount Etna, Italy. J. Geophys. Res., 116, B10204. 10.1029/2011JB008461. http://hdl.handle.net/2122/7192
32. Bagnato, E., Aiuppa, A., Parello, F., Allard, P., Shinohara, H., Liuzzo, M., Giudice, G. (2011). New clues on the

contribution of Earth's volcanism to the global mercury cycle. Bull. Volcanol., 73, 5, 497-510. 10.1007/s00445-010-0419-y. http://hdl.handle.net/2122/7191

90. Caliro, S., Chiodini, G., Avino, R., Minopoli, C., Bocchino, B. (2011). Long time-series of chemical and isotopic compositions of Vesuvius fumaroles: evidence for deep and shallow processes. Ann. Geophys., 54, 2, 137-149. 10.4401/ag-5034. http://hdl.handle.net/2122/7212
120. Chiodini, G., Avino, R., Caliro, S., Minopoli, C. (2011). Temperature and pressure gas geoindicators at the Solfatara fumaroles (Campi Flegrei). Ann. Geophys., 54, 2, 151-160. 10.4401/ag-5002. http://hdl.handle.net/2122/7211
121. Chiodini, G., Caliro, S., Aiuppa, A., Avino, R., Granieri, D., Moretti, R., Parello, F. (2011). First $^{13}C/^{12}C$ isotopic characterisation of volcanic plume CO_2. Bull. Volcanol., 73, 5, 531-542. 10.1007/s00445-010-0423-2. http://hdl.handle.net/2122/7142
122. Chiodini, G., Caliro, S., Cardellini, C., Frondini, F., Inguaggiato, S., Matteucci, F. (2011). Geochemical evidence for and characterization of CO_2 rich gas sources in the epicentral area of the Abruzzo 2009 earthquakes. Earth Planet. Sci. Lett., 304, 389–398. 10.1016/j.epsl.2011.02.016. http://hdl.handle.net/2122/7039
126. Cinti, D., Procesi, M., Tassi, F., Montegrossi, G., Sciarra, A., Vaselli, O., Quattrocchi, F. (2011). Fluid geochemistry and geothermometry in the western sector of the Sabatini Volcanic District and the Tolfa Mountains (Central Italy). Chem. Geol., 160-181. 10.1016/j.chemgeo.2011.02.017. http://hdl.handle.net/2122/6968
165. De Paola, N., Chiodini, G., Hirose, T., Cardellini, C., Caliro, S., Shimamoto, T. (2011). The geochemical signature caused by earthquake propagation in carbonate-hosted faults. Earth Planet. Sci. Lett., 310, 225-232. 10.1016/j.epsl.2011.09.001. http://hdl.handle.net/2122/7237
255. Inguaggiato, S., Calderone, L., Inguaggiato, C., Morici, S., Vita, F. (2011). Dissolved CO_2 in natural waters: development of an automated monitoring system and first application to Stromboli volcano (Italy). Ann. Geophys., 54, 2, 209-218. 10.4401/ag-5180. http://hdl.handle.net/2122/7118
256. Inguaggiato, S., Mazot, A., Takeshi, O. (2011). Monitoring active volcanoes: The geochemical approach. Ann. Geophys., 54, 2, 115-119. 10.4401/ag-5187. http://hdl.handle.net/2122/7116
257. Inguaggiato, S., Shinohara, H., Fischer, T. (2011). Geochemistry of volcanic fluids : A special issue of the Bulletin of Volcanology in honour of Yuri A. Taran. Bull. Volcanol., 73, 369-371. 10.1007/s00445-011-0462-3. http://hdl.handle.net/2122/7114
258. Inguaggiato, S., Vita, F., Rouwet, D., Bobrowski, N., Morici, S., Sollami, A. (2011). Geochemical evidence of the renewal of volcanic activity inferred from CO_2 soil and SO_2 plume fluxes: the 2007 Stromboli eruption (Italy). Bull. Volcanol., 73, 443-456. 10.1007/s00445-010-0442-z. http://hdl.handle.net/2122/7113
300. Mazot, A., Rouwet, D., Taran, Y., Inguaggiato, S., Varley, N. (2011). CO_2 and He degassing at El Chichón volcano, Chiapas, Mexico: gas flux, origin and relationship with local and regional tectonics. Bull. Volcanol., 73, 423-441. 10.1007/s00445-010-0443-y. http://hdl.handle.net/2122/7115
305. Métrich, N., Allard, P., Aiuppa, A., Bani, P., Bertagnini, A., Shinohara, H., Parello, F., Di Muro, A., Garaebiti, E., Belhadj, O., Massare, D. (2011). Magma andVolatile Supply to Post-collapse Volcanism and Block Resurgence in Siwi Caldera (Tanna Island,Vanuatu Arc). J. Petrol., 52, 6, 1077-1105. 10.1093/petrology/egr019. http://hdl.handle.net/2122/7194

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

455. Aiuppa, A., Burton, M., Allard, P., Caltabiano, T., Giudice, G., Gurrieri, S., Liuzzo, M., Salerno, G. (2011). First observational evidence for the CO_2-driven origin of Stromboli's major explosions. Solid Earth, 2, 135-142. 10.5194/se-2-135-2011. http://hdl.handle.net/2122/7193
514. De Cesare, W., Scarpato, G., Buonocunto, C., Caputo, A., Capello, M., Avino, R., Roca, V., De Cicco, F., Pugliese, M.G., Sabbarese, C., Giudicepietro, F. (2011). Installazione di una stazione per la rivelazione continua radon mediante spettrometria alfa nella Solfatara di Pozzuoli. Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/7233

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[141] CIAMPINO – UR1 (Monitoraggio dei livelli di ^{222}Rn e CO_2 nelle falde acquifere e nei suoli della città di Ciampino. – resp.: L. Pizzino).

[442] FIEL-VOLCAN - UR10 Inguaggiato Salvatore - Osservazioni di campo, strumentali e studi sperimentali applicati a prevenire i disastri vulcanici: sviluppo di strumenti e metodi innovativi per lo studio dell'attività vulcanica.

[442] FIEL-VOLCAN - UR20 Taddeucci Jacopo - Osservazioni di campo, strumentali e studi sperimentali applicati a prevenire i disastri vulcanici: sviluppo di strumenti e metodi innovativi per lo studio dell'attività vulcanica.

[458] GEOTERMICA AB – UR10 (GEOTERMICA AB – Ricerca compilativa caratteristiche geologico-strutturali, idrologiche e geochimiche M. della Tolfa – resp.: D. Cinti).

Obiettivo Specifico: 2.5.

Laboratorio per lo sviluppo di sistemi di rilevamento sottomarini

Denominazione precedente: *Laboratorio per lo sviluppo di sistemi di rilevamento sottomarini*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *78*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
I sistemi osservativi multidisciplinari sottomarini completano la rete geofisica di monitoraggio del territorio. In questo OS viene sviluppata la tecnologia per l'adattamento all'ambiente marino di sensori realizzati per osservazioni in terra e vengono sviluppati prototipi, diversi dei quali già in funzione. Al Laboratorio, che ha sede presso l'Osservatorio INGV di Gibilmanna, è affidata la gestione della rete sismica sottomarina di pronto intervento nonché gli studi per l'estensione a mare della rete sismica terrestre.

1. Responsabile/i

Giuseppe D'Anna (CNT)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, RM2, CT, NA-OV, PA

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Nel Piano Triennale 2011-2013 figuravano tre attività distinte: la realizzazione ed il test del prototipo di un OBS da prospezione, la sostituzione degli *housing* in vetro dei sensori sismici che equipaggiavano gli OBS con housing di titanio e la campagna in Adriatico nell'ambito di un progetto europeo promosso dall'ENI.
Nel corso del 2011 presso l'OBS Lab di Gibilmanna sono stati fatti notevoli progressi nella soluzione di alcuni problemi legati allo sviluppo di un OBS da prospezione. In particolare sono state sperimentate diverse soluzioni per il livellamento automatico del sensore sismico. Tra le soluzione sperimentate, quella che ha dato migliori risultati risulta essere quella basata su un sistema basculante immerso in un gel siliconico ad altissima densità (1*106 CS). L'utilizzo di tale gel permette di avere un corretto livellamento del sensore e garantisce un buon accoppiamento tra la bentosfera, che andrà deposta sui sedimenti marini, e la terna di sensori a 4.5Hz. Le campagne OBS, condotte negli anni precedenti, e nelle quali gli strumenti avevano operato ad una profondità oltre i 2000 metri, avevano già evidenziato fenomeni di deformazione e fragilità nelle bentosfere in vetro. Tale comportamento ad altissime pressioni aveva in parte compromesso il corretto funzionamento delle basi autolivellanti, deformando le parti meccaniche delle stesse, ed aveva causato, in qualche occasione, intrusioni di acqua. Per ovviare agli intriseci problemi legati all'utilizzo del vetro, si è optato per soluzioni basate su bentosfere in titanio. Otto di questi sensori ricondizionati per la parte riguardante l'housing e 4 di essi ci sono stati consegnati alla fine del 2011.
Riguardo alla campagna di monitoraggio marino nell'ambito di un progetto promosso dal'ENI siamo ancora nella fase interlocutoria nel senso che si procede, in funzione delle richieste da parte dell'ENI, elaborando proposte per il monitoraggio sismo-acustico dell'area sulla quale insistono le loro piattaforme nell'offshore in Adriatico. Ad Agosto 2011, l'INGV, in qualità di coordinatore, ha partecipato alla stesura del progettodi potenziamento infrastrutturale EMSOMED nell'ambito del PON3. Tale progetto il cui obiettivo era quello di potenziare laboratori ed infrastrutture esistenti e localizzate in aree di convergenza (Campania, Sicilia, Puglia) ha visto il coinvolgimento oltre che dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia con tutte le unità che si occupano di ricerca e monitoraggio sottomarino (RIDGE di RM2, OBS Lab di Gibilmanna del CNT, l'U.P Centro di Ingegneria sismica e sismologia applicata e gruppi di ricerca di NA-OV, PA e CT), l'ENEA, la stazione zoologica di Napoli Anton Dohrn, l'ISPRA, il CERICT e l'Università di Palermo. Presso NA-OV, nel corso del 2011 è stato sviluppato un sistema di acquisizione dati, a basso consumo, da utilizzare in moduli sottomarini o per applicazioni che richiedono acquisitori con tali caratteristiche. È basato sul sistema operativo open-source Linux, ed è adatto per l'acquisizione di segnali da sensori multiparametrici. Il sistema è progettato per gestire sensori, con uscita analogica o digitale, con rate di acquisizione medio-basso (da 10 sps a 1 sample/10s). Il sistema si presenta a frame aperto ed è costituito da tre schede elettroniche impilabili una sull'altra. Il nucleo centrale del sistema è formato da una CPU del tipo ARM-9 a basso consumo montata su una scheda elettronica commerciale. Una seconda scheda elettronica ospita varie periferiche di I/O, due interfacce USB comandabili, tre porte seriali asincrone di tipo RS-232 ed una porta seriale asincrona half-duplex di tipo RS-485/RS-422. Su una terza scheda è presente un convertitore analogico-digitale a 12-bit ad otto canali multiplexati, utilizzato per monitorare i consumi elettrici della strumentazione e del sistema stesso. La scheda, inoltre, fornisce la misura della temperatura del sistema, la misura dell'inclinazione (tilt_X, tilt_Y), con la presenza di una bussola magnetica digitale per la misura dell'orientazione, e di un sensore di intrusione acqua. Infine, un connettore di espansione consente di collegare al sistema un'ulteriore scheda di estensione optoisolata con la presenza di linee digitali di I/O e di relè meccanici utili per comandare dispositivi esterni. È inoltre disponibile un'interfaccia seriale optoisolata di tipo I2C. Il modulo di alimentazione fornisce le tensioni di alimentazione di cui necessita il sistema. In collaborazione con i colleghi della sezione di geochimica di PA si è proceduto alla progettazione di dettaglio del modulo per la misura ed acquisizione di parametri geochimici ed operante a bassa profondità. Questo modulo verrà realizzato nell'ambito dell'accordo di programma quadro operante tra l'INGV e i Dipartimenti nazionale e regionale di protezione civile.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

I sistemi di monitoraggio attivi al 2011 sono rimasti invariati nel numero (sette OBS/H INGV) in quanto non è stato possibile avere una campagna marina per i test operativi dell'OBS/H versione B ormai pronto da mesi e che è stato adattato al nuovo housing in titanio dei sensori sismici. Nel corso del 2011 sono stati analizzati i dati raccolti durante la campagna di monitoraggio sismo-acustica condotta sul vulcano sottomarino Marsili nel 2010. I segnali di velocità, pressione e temperatura, registrati nei nove mesi di monitoraggio da un OBS/H deposto sulla spianata sommitale del Marsili, hanno permesso di confermare l' intensa e persistente attività sismo-vulcanica nel seamount scoperta durante la breve campagna del luglio 2006. Sono stati registrati numerosi eventi di chiara origine locale che sono stati classificati, sulla base delle caratteristiche tempo-spettrali, in eventi vulcano-tettonici di tipo A (589) e di tipo B (1952). I segnali registrati hanno confermato quanto già evidenziato nella prima breve campagna OBS/H del 2006, ovvero la presenza di una intensa attività, probabilmente legata ad un sistema vulcanico-idrotermale che necessiterebbe un monitoraggio sismo-acustico continuo a lungo termine per una completa caratterizzazione e lo studio del potenziale eruttivo e tsunamigenico. Sono stati inoltre analizzati i dati raccolti da un OBS/H deposto in prossimità dall'area epicentrale della sequenza sismica di Palermo del settembre 2002. L'OBS/H ha registrato numerosi eventi sismici non registrati dalla rete sismica nazionale. Tale sismicità è stata studiata con tecniche innovative di clustering e localizzata con algoritmi basati sull'analisi di polarizzazione dei segnali 3C registrati dal sensore sismico. Sono stati analizzati oltre 250 eventi che hanno permesso di caratterizzare alcune strutture sismogenetiche del Tirreno meridionale e di evidenziare una micro-sismicità generata da scorrimenti ripetuti dello stesso piano di faglia tali da generare multiplet sismologici.

4.2 Metodologie d'indagine

Sono state portate avanti diverse collaborazioni con ricercatori dell'Università di Palermo afferenti ai dipartimenti di Chimica e Fisica della Terra ed Applicazione, Informatica e Statistica. Le collaborazioni hanno permesso di sviluppare algoritmi per il taglio automatico delle forme d'onda registrate da OBS/H e il picking automatico delle principali fasi sismiche. Sono state testate con successo numerose tecniche di clustering basate sulla similitudine tra forme d'onda. È stata sviluppata una tecnica innovativa per l'orientazione a posteriori del sensore sismico degli OBS/H e per la localizzazione degli eventi registrati durante le campagne di monitoraggio sismico. È stata indagata tramite una metodologia innovativa la performance di localizzazione e la magnitudo di completezza della rete sismica nazionale. La medesima tecnica ha permesso di valutare il contributo alla localizzazione ipocentrale degli OBS/H deposti durante le passate campagne di monitoraggio.

4.3 Dati acquisiti

Sono stati acquisiti dati sismologici di rilevante interesse relativi a numerosi eventi sismici e scoppi effettuati per sismica attiva, registrati durante una campagna di monitoraggio sismico condotta nel Tirreno tramite la deposizione di 6 OBS/H. I dati acquisiti sono stati analizzati, le forme d'onda estratte dai segnali sismici e i parametri ipocentrali determinati dalla loro analisi sono stati inseriti in un apposito database sismologico. È stato inoltre creato un ampio database di segnali sismici registrati durante i numerosi test comparativi effettuati in laboratorio atti a valutare la performance dei sensori sismici utilizzati nelle campagne di monitoraggio OBS/H.

4.4 Avanzamenti scientifici

È stata confermata una intensa attività sismo-vulcanica generata dal vulcano sottomarino Marsili sicuramente legata ad un sistema vulcanico-idrotermale attivo. È stata individuata una microattività sismica nel distretto sud-tirrenico prossimo all'area epicentrale della sequenza sismica di Palermo 2002. Gli avanzamenti scientifici/tecnologici sono stati presentati in convegni nazionali (GNGTS e ICIAP 2011) e internazionali (OCEANS IEEE, ESC, AGU e EGU 2011) e pubblicati su riviste ISI, Rapporti Tecnici e atti di convegno.

4.5 Avanzamenti tecnologici

È stato realizzato un primo prototipo di OBS da prospezione. Le caratteristiche dello strumento, già realizzato e testato in laboratorio, possono così riassumersi: compatto, infatti è contenuto all'interno di una sfera in borosilicato da 13", terna di sensori sismici SM-6/U-B 4.5Hz 375Ohm, idrofono HTI-90-U con preamplificatore, digitalizzatore Guralp CD 24 con risoluzione effettiva di 22 bit, flash e radio beacon in versione OEM della Novatech, sganciatore burn-wire della ORE OFFSHORE. Tutti i sistemi di controllo sono stati scelti avendo cura che fossero compatibili con i sistemi di comunicazione e telecomandi già in nostro possesso poiché già utilizzati per gli OBS/H INGV.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

149. D'Alessandro, A., Luzio, D., D'Anna, G., Mangano, G. (2011). Seismic Network Evaluation through Simulation: An Application to the Italian National Seismic Network. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101, 3, 1213-1232. 10.1785/0120100066. http://hdl.handle.net/2122/7137
150. D'Alessandro, A., Papanastassiou, D., Baskoutas, I. (2011). Hellenic Unified Seismological Network: an evaluation of its performance through SNES method. Geophys. J. Int., 185, 1417-1430. 10.1111/j.1365-246X.2011.05018.x. http://hdl.handle.net/2122/7138

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

467. Benvegna, F., D'Alessandro, A., Lo Bosco, G., Luzio, D., Pinello, L., Tegolo, D. (2011). A new dissimilarity measure for clustering seismic signals. 16th International Conference on Image Analysis and Processing. http://hdl.handle.net/2122/7219
508. D'Alessandro, A., Mangano, G., D'Anna, G., Luzio, D. (2011). Analysis of the seismo-volcanic and hydrothermal activity recorded on the Marsili submarine volcano. S.O.S.: Sismic and other signal. http://hdl.handle.net/2122/7220
510. D'Anna, M. Ingrassia, T., Mangano, G., Nigrelli, V. (2011). Redesign of an auto-levelling base for submarine seismic sensor. IMProVe 2011 - International conference on Innovative Methods in Product Design. http://hdl.handle.net/2122/7752
519. De Paulis, R., Prati, C., Scirpoli, S., Rocca, F., Tesei, A., Sletner, P. A., Biagini, S., Guerrini, P., Gasparoni, F., Carmisciano, C., Locritani, M. (2011). SAS multipass interferometry for monitoring seabed deformation using a high-frequency imaging sonar. 2011 IEEE - Spain OCEANS - Proceedings of a meeting held 6-9 june 2011, Santander, Spain, 1, 673-683. http://hdl.handle.net/2122/7313
522. Decherchi, S., Leoncini, D., Gastaldo, P., Zunino, R., Faggioni, O., Soldani, M. (2011). Computational Intelligence Methods for Underwater Magnetic-based Protection Systems. Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks. http://hdl.handle.net/2122/7207
547. Mangano, Giorgio, D'Alessandro, Antonino, D'Anna, Giuseppe, (2011). Long term underwater monitoring of seismic areas: Design of an Ocean Bottom Seismometer with Hydrophone and its performance evaluation. OCEANS, 2011 IEEE - Spain.10.1109/Oceans-Spain.2011.6003609. http://hdl.handle.net/2122/7098

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[101] ESONET - UR1 Favali Paolo - European Seafloor Observatory NETwork.
[268] NERIES – UR5 (Network of Research Infrastructures for European Seismology – resp.: G. D'Anna).
[268] NERIES – UR8 (Network of Research Infrastructures for European Seismology – resp.: P. Favali).
[392] EMSO - UR10 Favali Paolo - EMSO - European Multidisciplinary Seafloor Observation.
[432] DS3F - UR10 De Santis Angelo - DS3F - The Deep Sea & Sub-Seafloor Frontier.

Obiettivo Specifico: 2.6. TTC

Laboratorio di gravimetria, magnetismo ed elettromagnetismo in aree attive

Denominazione precedente: *Laboratorio di gravimetria, magnetismo ed elettromagnetismo in aree attive*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *122*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo TTC nasce per coordinare le attività di osservazione dei segnali gravimetrici, magnetici ed elettromagnetici in aree attive. Le relative tecniche di osservazione e analisi, di grande rilevanza e largamente applicate anche in altri ambiti internazionali, vengono messe in atto in maniera coordinata alla scala nazionale dell'INGV grazie a questo TTC.

1. Responsabile/i

Ciro Del Negro (CT)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

RM2, CT, NA-OV

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Questo TTC promuove attività di applicazione e sviluppo di metodi magnetici, gravimetrici, elettrici ed elettromagnetici, al fine di contribuire alla conoscenza dell'evoluzione geodinamica di aree attive. Le reti gravimetriche dei Campi Flegrei, del Vesuvio, di Ischia, di Vulcano-Lipari e di Pantelleria, gestite dal Gruppo Gravimetria di NA-OV, hanno funzionato con continuità. Sono stati istituiti nuovi capisaldi nelle reti flegrea e vesuviana. Sono state eseguite sei campagne gravimetriche: 2 ai Campi Flegrei, 2 al Vesuvio e 2 a Pantelleria, Vulcano-Lipari. Sono stati acquisiti dati gravimetrici in continuo al Vesuvio, ed è stata installata una stazione gravimetrica ai Campi Flegrei. Nella Solfatara di Pozzuoli è stata eseguita una campagna congiunta di misure gravimetriche e altimetriche. In collaborazione con UP Geofisica e Tecnologie Marine (UP-GTM), Sede Portovenere, è stato ripristinato il gravimetro da fondo per indagini gravimetriche marine e iniziato uno studio per il suo utilizzo per la registrazione continua su fondale. In collaborazione con UP-GTM e INRiM-TO, è proseguito lo studio per la realizzazione di un gravimetro assoluto da campagna. In collaborazione con UniBO sono stati realizzati modelli ottenuti da analisi congiunta di dati gravimetrici, di deformazione e sismicità ai Campi Flegrei. In collaborazione con Usu Volcano Observatory, è stata fatta l'analisi e l'interpretazione congiunta di dati di deformazioni e sismicità in caldere. In collaborazione con CSIC-UCM Madrid, sono stati sviluppati modelli strutturali 3D da inversione di dati gravimetrici a Ischia e Campi Flegrei ed è stata eseguita l'inversione 3D congiunta di dati di deformazioni e variazioni di g ai Campi Flegrei. Insieme all'IMAA di Potenza e l'Università di Bari sono stai acquisiti dei sondaggi CSAMT nei Campi Flegrei, un profilo CSAMT sulla frana di Monte Murro (Basilicata) e nell'area di San Marco in Lamis, dove è stata eseguita anche della geoelettrica multipolare. Con il metodo della Cluster Analysis, è stata eseguita l'analisi di dati multiparametrici indiretti (Vp, Vs, Qp, Qs, resistività, variazioni di densità) ottenuti da inversioni, e diretti (porosità, permeabilità, Vp, Vs, ecc.) ottenuti da log di pozzi. L'Osservatorio Etneo di CT ha garantito il funzionamento delle reti permanenti di monitoraggio gravimetrico e magnetico dell'Etna e dello Stromboli. È continuata la cooperazione con RM2 e con il CNRS - OPG di Clermont-Ferrand con l'obiettivo di potenziare i dispositivi di monitoraggio magnetico ed elettrico dell'Etna. In particolare, a luglio è stato aggiornato il sistema di acquisizione della stazione magnetotellurica istallata presso l'osservatorio di Pizzi Deneri. Parallelamente, in collaborazione con RM2, è stato avviato uno studio GDS (Geomagnetic Deep Sounding) nell'area etnea mirato alla caratterizzazione elettromagnetica dell'edificio vulcanico. Lo studio ha richiesto l'istallazione, nel periodo da agosto a novembre, di due magnetometri vettoriali nella zona sommitale del vulcano. L'analisi dei dati, ancora in corso, permetterà di valutare l'efficienza del metodo e la sua ripetibilità durante il 2012. Grazie alla disponibilità del gravimetro assoluto FG5#238 di proprietà dell'ENI S.p.A., è stata effettuata una campagna di misure ibride (misure relative e assolute) che ha interessato alcune stazioni della rete gravimetrica dell'Etna. I dati gravimetrici acquisiti nell'ultimo decennio all'Etna sono stati analizzati congiuntamente con dati provenienti da altre discipline (deformazione del suolo, sismologia, e petrologia); ciò ha permesso di riconoscere e studiare alcuni processi vulcanici pre-sin e post eruttivi che hanno caratterizzato l'attività del vulcano degli ultimi anni. È stata garantita la gestione e l'aggiornamento della banca dati (http://ufgm.ct.ingv.it:8080) che raccoglie i dati gravimetrici e magnetici acquisiti all'Etna e allo Stromboli. L'UP Geofisica e Tecnologie Marine (UP-GTM), Sede Portovenere, ha condotto la campagna oceanografica MAVA11 in collaborazione con CNR-ISMAR e GNS (Nuova Zelanda). La campagna, realizzata con la R/V Urania del CNR, ha interessato i seamount Marsili, Palinuro, Vavilov ed Eolo dove sono stati acquisiti dati magnetici e gravimetrici da superficie; dati magnetici e Side Scan Sonar di profondità; dati multibeam e oceanografici e inoltre sono stati fatti campionamenti di acqua e sedimento. Si è svolta anche una campagna (Vavilov 2011) di misure marine nell'investigazione del seamount Vavilov del Tirreno in ambito CONAGEM. Durante la campagna di ricerca sono stati eseguiti due survey magnetometrici in aree di acquisizione caratterizzate da differente risoluzione e dimensione areale. Inoltre, sono stati eseguiti campionamenti durante le misure oceanografiche. Per la prima volta è stato combinato l'uso del Side Scan Sonar della Marina Militare con sensori

magnetici dell'INGV, avvicinandosi notevolmente alla sorgente del segnale. L'Istituto Idrografico della Marina ha rilevato con estremo dettaglio la batimetria dell'area, definendo anche le circolazioni delle correnti presenti intorno al vulcano.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

Le azioni del coordinamento sono state indirizzate verso l'applicazione di un approccio geofisico multidisciplinare che integri le osservazioni gravimetriche, magnetiche ed elettriche sia per i rilievi condotti nelle aree vulcaniche sottomarine delle isole Eolie e del golfo di Napoli sia per le reti di misura in continuo per il monitoraggio dei vulcani attivi siciliani e napoletani e dell'area sismica dell'Italia Centrale. Nell'ottica di portare rapidamente le osservazioni in continuo dei campi gravimetrico e magnetico a livelli d'applicazione di punta per il monitoraggio, è stata anche avviata la realizzazione di una banca dati che raccoglie i dati gravimetrici e magnetici. Attualmente sono stati archiviati tutti i dati acquisiti all'Etna dal 1997 e allo Stromboli dal 2003 e le registrazioni acquisite durante il terremoto di L'Aquila del 2009.

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

RM2 gestisce la rete magnetica in Abruzzo e Molise, composta da cinque stazioni (L'Aquila, Monte di Mezzo, Civitella Alfedena, Leonessa e Duronia), nelle quali il campo magnetico totale viene misurato con magnetometri a precessione nucleare. NA-OV gestisce le reti gravimetriche sui vulcani napoletani, a Vulcano e Isole Eolie. CT gestisce la rete gravimetrica dell'Etna, costituita da 84 capisaldi per misure discrete (di cui 13 assolute) e da 3 stazioni in continuo, e una stazione gravimetrica in registrazione continua a Stromboli. Inoltre, si occupa del mantenimento della rete magnetica dell'Etna, composta da 10 magnetometri scalari e 3 magnetometri vettoriali in registrazione continua, e della rete magnetica di Stromboli, formata da 3 stazioni gradiometriche. Infine, garantisce anche il funzionamento della rete geoelettrica, costituita da 3 stazioni in continuo, per la misura dei segnali di potenziale spontaneo all'Etna. I dati acquisiti sono regolarmente analizzati e presentati in rapporti periodici.

4.2 Metodologie d'indagine

Un ampio spettro di metodologie di indagini gravimetriche, magnetiche, elettriche ed elettromagnetiche è stato applicato per lo studio dell'evoluzione delle strutture tettoniche e vulcaniche nelle aree indagate. Periodiche campagne gravimetriche di misure in continuo e discreto sono effettuate per evidenziare variazioni di massa sub-superficiali legate a fenomeni vulcanici. In ambito sismo-magnetico e vulcano-magnetico, la registrazione delle variazioni dell'intensità del campo magnetico terrestre, può restituire importanti informazioni circa l'evoluzione temporale dei fenomeni che localmente alterano il campo magnetico. Le variazioni della resistività elettrica ottenute dai dati magnetotellurici acquisiti in continuo possono rivelare migrazioni di magma a diversa profondità.

4.3 Dati acquisiti

Dati gravimetrici relativi acquisiti nel corso di diverse campagne in area napoletana e alle isole Eolie. Misure assolute di g nell'area napoletana. Dati gravimetrici in continuo al Vesuvio e ai Campi Flegrei. All'Etna è stata condotta una campagna di misure ibride (misure relative e assolute) che ha interessato tutta la rete gravimetrica dell'Etna e sono state effettuate diverse campagne di misura lungo gli elementi della rete gravimetrica discreta. Durante l'estate è stato avviato uno studio GDS (Geomagnetic Deep Sounding) tramite l'installazione di due magnetometri vettoriali in area sommitale. La campagna di misure marine condotta nell'area del *seamount* Vavilov ha permesso di acquisire dati batimetrici di dettaglio e magnetometrici.

4.4 Avanzamenti scientifici

I dati gravimetrici ibridi ottenuti combinando gravimetri assoluti e relativi hanno permesso di raggiungere un buon compromesso tra efficienza e incertezza nelle misure gravimetriche. I dati acquisiti all'Etna dal 2007 ad oggi sono stati analizzati congiuntamente con dati di deformazione del suolo ed è stato possibile studiare alcuni processi vulcanici che hanno caratterizzato l'attività del vulcano degli ultimi anni. I dati magnetici acquisiti all'Etna sono stati analizzati congiuntamente con dati provenienti da altre discipline (deformazioni volumetriche delle rocce, immagini satellitari e termiche); ciò ha permesso di studiare la dinamica di alcune fontane di lava che hanno caratterizzato l'attività del vulcano durante il 2011. Sono stati sviluppati modelli numerici accoppiati che risolvono contemporaneamente: le equazioni dell'elastostatica per calcolare il campo di stress, l'equazione del campo magnetico per calcolare le anomalie piezomagnetiche indotte dal campo di stress, le equazione del campo di gravità. È stato ottenuto un approfondimento della conoscenza della dinamica e della struttura delle aree indagate.

4.5 Avanzamenti tecnologici

È stato sviluppato e aggiornato il sistema di acquisizione dati per le stazioni registratrici nell'area napoletana. È stata proseguita la costruzione di un sistema di controllo e gestione in remoto per stazioni gravimetriche registratrici. Nell'ambito di un progetto che fa capo alla UP di Portovenere, è proseguita la revisione del gravimetro da fondo di NA-OV da utilizzarsi nel corso di future prospezioni gravimetriche marine. Durante la campagna di misure marine denominata "Vavilov 2011" è stato utilizzato, per la prima volta, un Side Scan Sonar con sensori magnetici. Il sistema è

stato aggiornato nella telemetria e nell'ingegneria del sistema risultando più versatile ed utilizzabile su qualsiasi vettore navale anche i ridotte dimensioni. La sezione di Catania ha progettato e sviluppato un nuovo datalogger con risoluzione di 24 bit per l'acquisizione e la trasmissione (GSM, Wireless) di dati multiparametrici.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

75. Bonaccorso, A., Cannata, A., Corsaro, R. A., Di Grazia, G., Gambino, S., Greco, F., Miraglia, L., Pistorio, A. (2011). Multidisciplinary investigation on a lava fountain preceding a flank eruption: The 10 May 2008 Etna case. Geochem. Geophys. Geosyst., 12, 7, Q07009. 10.1029/2010GC003480. http://hdl.handle.net/2122/7590
96. Camacho, A. G., González, P. J., Fernández, J., Berrino, G. (2011). Simultaneous inversion of surface deformation and gravity changes by means of extended bodies with a free geometry: Application to deforming calderas. J. Geophys. Res., 116, B10401. 10.1029/2010JB008165, 2011. http://hdl.handle.net/2122/7151
181. Di Lorenzo, C., Palangio, P., Santarato, G., Meloni, A., Villante, U., Santarelli, L. (2011). Non-inductive components of electromagnetic signals associated with L'Aquila earthquake sequences estimated by means of inter-station impulse response functions. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 4, 1047-1055. 10.5194/nhess-11-1047-2011. http://hdl.handle.net/2122/7163
227. Gambetta, M., Armadillo, E., Carmisciano, C., Stefanelli, P., Cocchi, L., Caratori Tontini, F. (2011). Determining geophysical properties of a nearsurface cave through integrated microgravity vertical gradient and electrical resistivity tomography measurements. J. Cave Karst Stud., 73, 1, 11-15. 10.4311/jcks2009ex0091. http://hdl.handle.net/2122/7011
272. Ligi, M., Bonatti, E., Caratori Tontini, F., Cipriani, A., Cocchi, L., Schettino, A., Bortoluzzi, G., Ferrante, V., Khalil, S., Mitchell, N., Rasul, N. (2011). Initial burst of oceanic crust accretion in the Red Sea due to edge driven mantle convection. Geology, 39, 11, 1019-1022. 10.1130/G32243.1. http://hdl.handle.net/2122/7155
297. Masci, F. (2011). On the seismogenic increase of the ratio of the ULF geomagnetic field components. Phys. Earth Planet. Inter., 187, 1-2, 19-32. 10.1016/j.pepi.2011.05.001. http://hdl.handle.net/2122/7048
298. Masci, F. (2011). Brief communication "On the recent reaffirmation of ULF magnetic earthquakes precursors". Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11,8, 2193-2198. 10.5194/nhess-11-2193-2011. http://hdl.handle.net/2122/7101
367. Pistorio, A., Greco, F., Currenti, G., Napoli, R., Sicali, A., Del Negro, C., Fortuna, L. (2011). High-precision gravity measurements using absolute and relative. Ann. Geophys., 54, 5, 500-509. 10.4401/ag-5348. http://hdl.handle.net/2122/7457

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

471. Berrino, G., Yokoyama, I. (2011). Common geophysical characteristics of Campi Flegrei, Rabaul and Usu: Three volcanic events. Geofísica Internacional, 50, 4, 411-424. http://hdl.handle.net/2122/7147
473. Bortoluzzi, G., Aliani, S., Ligi, M., D'Oriano, F., Ferrante, V., Riminucci, F., Carmisciano, C., Cocchi, L., Muccini, F. (2011). Multidisciplinary Investigations at Panarea (Aeolian Islands) after the Exhalative Crisis of 2002. Volume DTA/06-2011, 1469-1486. http://hdl.handle.net/2122/7255
485. Carmisciano, C., Berrino, G., Cocchi, L., Muccini, F., Gasparoni, F., Furlan, F., De Paulis, R. (2011). Aggiornamento tecnologico e test funzionali del gravimetro da fondo LaCoste&Romberg modello U-HG24. Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/7250
538. Greco, F., Pistorio, A., Currenti, G., Del Negro, C., Napoli, R., Scandura, D. (2011). 4D Hybrid Microgravity Measurements: Two Case Studies of Monitoring at Mt. Etna Volcano and at a Gas Storage Reservoir in Northern Italy. Miscellanea INGV, 12, 47-50. http://hdl.handle.net/2122/7458

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

- Banca dati gravimentrici dell'Osservatorio Vesuviano (NA).
- Banca dati multiparametrica (gravità, magnetismo, potenziali spontanei) dell'Etna e dello Stromboli (CT).
- Dati magnetici e sismici in corrispondenza di alcuni terremoti di interesse (RM2).

5.4 Prodotti tecnologici

- Studio di fattibilità per la realizzazione di un gravimetro assoluto da campagna (RM2).
- Studio di fattibilità per la realizzazione di un gravimetro assoluto da campagna (NA).
- Progetto e sviluppo di datalogger con risoluzione di 24 bit (CT).

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[280] AIRPLANE - UR10 Zolesi Bruno - Piattaforma di ricerca multidisciplinare su terremoti e vulcani.
[312] PQ Sorv. Sicilia - UR30 Zolesi Bruno - Programma Quadro per l'attuazione del programma triennale della sorveglianza sismica e vulcanica in Sicilia.

Obiettivo Specifico: 3.1.

Fisica dei terremoti

Denominazione precedente: *Fisica dei terremoti*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *206*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
L'OS ha come tema centrale il processo sismogenetico. Le applicazioni riguardano la meccanica della sorgente sismica in tutti i suoi aspetti spaziali, geometrici e dinamici includendo la caratterizzazione del tensore momento dei terremoti vulcanici (Vulcano-tettonici, tremore,terremoti a bassa frequenza). L'OS affronta inoltre l'analisi statistica della sismicità, la quantificazione dell'energia rilasciata, lo studio delle interazioni tra faglie, lo studio del campo d'onda tramite arrays. La ricerca include la propagazione in strutture eterogenee (scattering elastico), con attenzione alle variazioni temporali dei parametri di propagazione associate a variazioni del campo di sforzo (velocità, attenuazione "splitting" delle onde di taglio).

1. Responsabile/i

Edoardo Del Pezzo (NA-OV), Rita Di Giovambattista (CNT), Stephan Nielsen (RM1)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, RM1, BO, NA-OV, PI

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Nel corso del 2011 la ricerca è stata condotta utilizzando osservazioni provenienti da esperimenti di laboratorio e dati rilevati da reti multisensoriali. In aggiunta, grazie alla collaborazione con il dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa e l'INFN, si sono avviati studi in sismologia rotazionale utilizzando i dati di un giroscopio laser installato presso VIRGO, l'antenna per onde gravitazionali dello European Gravitational Observatory di Cascina (PI). Sono stati ottenuti notevoli progressi nella modellazione dei fenomeni fisici con l'utilizzo di importanti risorse di calcolo. In particolare sono state sviluppate le linee di ricerca di seguito descritte:

<u>Sorgente sismica</u>
Tramite una tecnica di inversione non lineare di dati *strong motion* e geodetici (GPS e InSAR) è stato approfondito lo studio del processo sorgente del terremoto di L'Aquila, con particolare riguardo alla relazione tra proprietà reologiche della zona di faglia e le caratteristiche spazio-temporali della rottura. Tramite inversione non lineare di dati di tsunami e dati geodetici, è stata caratterizzata la sorgente del terremoto del Cile (Mw 8,8) del 2010, con implicazioni sulla relazione tra accoppiamento intersismico e distribuzione di slip nei gap sismici. Per il terremoto del Giappone del 2007, è stata quantificata l'incertezza aleatoria dovuta alla variabilità dei parametri cinematici della sorgente sismica sulla predizione di scenari di scuotimento sismici alla centrale nucleare di Kashiwazaki. Attraverso l'inversione congiunta di dati di tsunami e geodetici, è stato determinato il processo di rottura del disastroso terremoto del Giappone (Mw 9,0) dell'11 marzo 2011. Risultati di estrema rilevanza hanno mostrato come variazioni di temperatura prodotte da frictional heating possono alterare la ricorrenza di terremoti. Inoltre, è stato dimostrato il ruolo della variazione di porosità in modelli di rottura che contemplino la migrazione di fluidi.

<u>Attività di laboratorio</u>
Il 2011 è stato ricco di miglioramenti tecnici per l'apparato SHIVA e di nuovi esperimenti sull'attrito co-sismico: più di 250 test su rocce coesive e su polveri, in particolare dolomie, calcari, e infine su argille provenienti dalla faglia di Chelungpu, Taiwan, responsabile del terremoto di Chi Chi nel 1999. È stato effettuato Il collaudo di un nuovo vessel di pressurizzazione fluida, nonché prove di slip con sequenze di slittamento precursore fino all'instabilità. Gli esperimenti analogici di frattura dinamica si sono focalizzati sullo studio della radiazione proveniente da una faglia curva.

<u>Prodotti scientifici per la ricerca e le Istituzioni</u>
Grazie alle rinnovate risorse di calcolo, alcuni risultati scientifici sono stati incorporati in prodotti già disponibili ed utilizzabili dalla comunità scientifica, come il Catalogo Europeo Mediterraneo RCMT (http://www.bo.ingv.it/RCMT), e le soluzioni automatiche per tutti gli eventi che accadono nell'area euro-mediterranea con M>4,5 (http://autorcmt.bo.ingv.it/quicks.html). È stato completato lo studio della sismicità della zona di Cipro per la quale è disponibile un data set completo delle soluzioni dal 1977 al presente.

<u>Propagazione delle onde sismiche e caratterizzazione della propagazione in zone di faglia</u>
Le onde sismiche che si propagano in zone di faglia possono subire effetti di attenuazione, scattering, anisotropia e forte amplificazione dovuta a fenomeni di riflessione multipla all'interno delle zone di faglia. Tutti questi effetti sono stati studiati analizzando le registrazioni digitali dei terremoti di L'Aquila del 2009, permettendo di delineare la geometria e le proprietà elastiche della faglia in profondità. Sono state inoltre determinate le leggi di scala dello spettro sismico per i

terremoti della sequenza aquilana. Studi di attenuazione con dati recenti, come la recente crisi del Nord Italia del 2012, hanno permesso di stimare separatamente Qi e Qs (fattori di qualità per le P e per le S), determinandone la dipendenza dalla profondità, sulla base di un realistico modello di velocità. È stata ottenuta la separazione, in funzione della frequenza, dell'attenuazione intrinseca da quella per scattering in Pianura Padana.

Sismologia delle aree vulcaniche
Sono stati proposti importanti modelli innovativi per spiegare le relazioni tra l'attività vulcanica e la sismicità indotta. È stato elaborato un modello di rilascio dell'energia sismica durante l'episodio di "unrest" accaduto ai Campi Flegrei nel 1982-84. I recenti *micro-uplift* dei Campi Flegrei (1989-2010) sono stati interpretati in termini di trasferimenti multipli di fluidi. Sono state ottenute immagini della struttura dei Campi Flegrei da analisi tomografiche congiunte in velocità, attenuazione e scattering. È stata studiata l'energia associata ad eventi sismici non di doppia coppia, con un'applicazione al Colima. Sono proseguiti gli studi sui meccanismi di sorgente della sismicità vulcanica all'Etna.

Modellazione fisico-statistica dei terremoti
Un approccio geosistemico, che prevede lo studio olistico del sistema complesso che produce la sismicità di una certa regione sotto studio, ha permesso di evidenziare il significato fisico del valore b della Gutenberg- Richter in relazione all'entropia di Shannon di una sequenza sismica. Analizzando dati satellitari del flusso di calore latente emesso dalla superficie, è stata riscontrata una chiara anomalia precedente il terremoto M 7,1 in Nuova Zelanda, spiegandola con un modello fisico geosistemico. Un risultato importante è stato quello di attribuire un significato fisico al parametro b della legge di Gutenber-Richter in termini di entropia del sistema che produce la sismicità nella regione in studio (De Santis et al., 2011). Uno studio basato su un'analisi fisico-statistica del terremoto della Val Comino del 1984 ha permesso di comprendere l'evoluzione spazio-temporale di questa importante sequenza caratterizzata da due distinti mainshock (Milano e Di Giovambattista, 2011).

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Prodotti scientifici per la ricerca e le Istituzioni
Durante il 2011 si è contnuato ad aggiornare il Catalogo Europeo Mediterraneo degli RCMT (http://www.bo.ingv.it/RCMT), dalla cui Search Page è possibile scaricare tutte le soluzioni definitive e quelle "Quick", ovvero non ancora riviste. I dati sono disponibili fino al presente, con un massimo ritardo di un mese (Pondrelli et al., 2011). È stato anche portato a termine lo studio della sismicità della zona di Cipro, aggiungendo al dataset disponibile 18 nuovi momenti tensori per eventi di magnitudo moderata (Imprescia et al., 2011).

4.2 Metodologie d'indagine

Sorgente sismica, propagazione delle onde sismiche e caratterizzazione della propagazione in zone di faglia
Una metodologia per l'analisi semi-automatica del fenomeno della polarizzazione e birifrangenza delle onde sismiche È stata sviluppata ed è stata applicata a varie aree dell'Appennino, in particolare in Val D'Agri, nella zona dell'Aquilano e nella zona di Citta di Castello. I risultati sono stati confrontati con quelli prodotti da altri codici esistenti (Pastori et al. BGTA 2011). Sono state sviluppate nuove tecniche di imaging sismico, basate su cross-correlazione tra immagini della stessa area ottenute con metodi tomografici diversi (De Siena et al., 2011). È stata verificata l'utilità dell'applicazione dell'equazione del trasporto allo studio del campo d'onda nello spazio e nel tempo per applicazioni all' imaging di strutture fortemente eterogenee e complesse come le zone di faglia attiva e i vulcani (Del Pezzo et al., 2011). Sono state condotte analisi su leggi di scala generalizzate dello spettro sismico: lo studio delle leggi di scala degli eventi a bassa energia è un elemento importante per comprendere la dinamica della sorgente sismica nella sua interezza; l'estensione di questi studi a sorgenti vulcaniche costituisce una utile generalizzazione; a questo scopo sono state studiate le leggi di scala dello spettro per gli eventi sismici di bassa energia relativi alla sequenza sismica di L'Aquila, registrati dall'array profondo del Gran Sasso (Galluzzo et al., 2011). Sono state sviluppate metologie per il monitoraggio delle variazioni del campo degli sforzi. Le variazioni del campo degli sforzi possono essere misurate dalle variazioni dei parametri di propagazione, polarizzazione e bi-rifrangenza (*splitting*) indotte nei volumi di roccia; è stata sviluppata una metodologia automatica per lo studio dei parametri di *splitting* in aree tettonicamente ad alto rischio ed è stata applicata ai dati dell'array profondo del Gran Sasso (Zaccarelli et al., 2011).

Modellazione fisico-statistica dei terremoti
L'analisi di dati multi-parametrici richiede un approccio multi- ed inter-disciplinare: la geosistemica prevede la centralità della comprensione sia del processo fisico che dei principi statistici che sottendono i fenomeni in studio, attraverso strumenti universali di analisi spettrale ed entropica dei dati.

4.3 Dati acquisiti

Segnali sismici registrati da velocimetrici e accelerometrici da stazioni singole e multicanali a corto periodo ed a larga banda in formato numerico
Si sono condotti degli esperimenti di sismologia rotazionale utilizzando un'antenna sismica di 3 accelerometri ed un sismometro a larga banda co-locati con un giroscopio laser ad alta risoluzione. L'esperimento, condotto presso l'edificio centrale di EGO-VIRGO (losservatorio Gravitazionale Europeo), ha consentito la misura delle componenti rotazionali associate alle onde S, L e R per terremoti a distanze locale, regionale e telesismica.

4.4 Avanzamenti scientifici

Le attività descritte rappresentano una grande sfida scientifica a causa della complessità dei fenomeni e la gamma di scale investigate che vanno dal microscopico, ai terremoti moderati italiani fino ai più grandi distruttivi terremoti registrati nel mondo. Si tratta di una attività che collega gruppi di ricerca che si occupano di discipline complementari spesso nell'ambito di collaborazioni internazionali. Risultati scientifici rilevanti sono stati ottenuti in tutti gli ambiti e sono stati pubblicati su prestigiose riviste internazionali.

4.5 Avanzamenti tecnologici

È stato ideato insieme alla ditta VAREL un adattatore per portacampioni che consente di effettuare prove di usura sulle pastiglie di diamante usate nelle teste di perforazione dei pozzi, in particolare per l'industria petrolifera. Sono stati apportati migliramenti decisivi nel porta-campione per le polveri aggiungendo una flangia che lo collega diretamente a l'asse di rotazione prevenendo lo scivolamento spurio durante l'esperimento, Questo ha consentito di allargare il dominio di sforzi e velocità degli esperimenti effettuati su materiale non coesivo come argille e polveri di roccia. E avvenuto con successo il collaudo del vessel che consente di effettuare esperimenti di attrito ad alta velocità sotto pressione fluida fino a 15 MPa.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

3. Agostinetti, N. P., Bianchi, I., Amato, A., Chiarabba, C. (2011). Fluid migration in continental subduction: The Northern Apennines case study. Earth Planet. Sci. Lett., 302, 3-4, 267–278. 10.1016/j.epsl.2010.10.039. http://hdl.handle.net/2122/7827
13. Amato, A., Gallo, P., Mucciarelli, M. (2011). Introducing the special issue on the 2009 L'Aquila earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 3, 357-365. 10.4430/bgta0033. http://hdl.handle.net/2122/7836
27. Avallone, A., Marzario, M., Cirella, A., Piatanesi, A., Rovelli, A., Di Alessandro, C., D'Anastasio, E., D'Agostino, N., Giuliani, R., Mattone, M. (2011). Very high rate (10 Hz) GPS seismology for moderate-magnitude earthquakes: The case of theMw6.3 L'Aquila (central Italy) event. J. Geophys. Res., 116, B02305. 10.1029/2010JB007834. http://hdl.handle.net/2122/7799
53. Bestmann, M., Pennacchioni, G., Frank, G., Göken, M., de Wall, H. (2011). Pseudotachylyte in muscovite-bearing quartzite: Coseismic friction-induced melting and plastic deformation of quartz. J. Struct. Geol., 33, 2, 169-186. 10.1016/j.jsg.2010.10.009. http://hdl.handle.net/2122/7820
66. Bistacchi, A., Griffith, W. A., Smith, S., Di Toro, G., Jones, R., Nielsen, S. (2011). Fault roughness at seismogenic depths from LIDAR and photogrammetric analysis. Pure Appl. Geophys., 168, 2345-2363. 10.1007/s00024-011-0301-7. http://hdl.handle.net/2122/7638
67. Bizzarri, A. (2011). Dynamic seismic ruptures on melting fault zones. J. Geophys. Res., 116, B02310. 10.1029/2010JB007724. http://hdl.handle.net/2122/6941
68. Bizzarri, A. (2011). Temperature variations of constitutive parameters can significantly affect the fault dynamics. Earth Planet. Sci. Lett., 306, 272-278. 10.1016/j.epsl.2011.04.009. http://hdl.handle.net/2122/7010
69. Bizzarri, A. (2011). On the deterministic description of earthquakes. Rev. Geophys., 49, RG3002. 10.1029/2011RG000356. http://hdl.handle.net/2122/7085
102. Caporali, A., Barba, S., Carafa, M. M. C., Devoti, R., Pietrantonio, G., Riguzzi, F. (2011). Static stress drop as determined from geodetic strain rates and statistical seismicity. J. Geophys. Res., 116, B02410. 10.1029/2010JB007671. http://hdl.handle.net/2122/7855
107. Carafa, M. M. C., Barba, S. (2011). Determining rheology from deformation data: The case of central Italy. Tectonics, 30, TC2003. 10.1029/2010TC002680. http://hdl.handle.net/2122/7802
115. Chiarabba, C., De Gori, P., Amato, A. (2011). Do earthquake storms repeat in the Apennines of Italy?. Terr. Nova, 23, 5, 300-306. 10.1111/j.1365-3121.2011.01013.x. http://hdl.handle.net/2122/7806
116. Chiaraluce, L., Chiarabba, C., De Gori, P., Di Stefano, R., Improta, L., Piccinini, D., Schlagenhauf, A., Traversa, P., Valoroso, L., Voisin, C. (2011). The 2009 L'Aquila (central Italy) seismic sequence. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 3, 367-387. 10.4430/bgta0019. http://hdl.handle.net/2122/7780
117. Chiaraluce, L., Valoroso, L., Piccinini, D., Di Stefano, R., De Gori, P. (2011). The anatomy of the 2009 L'Aquila normal fault system (central Italy) imaged by high resolution foreshock and aftershock locations. J. Geophys. Res., 116, B12311. 10.1029/2011JB008352. http://hdl.handle.net/2122/7404
130. Collettini, C. (2011). The mechanical paradox of low-angle normal faults: Current understanding and open questions. Tectonophysics, 510, 253-268. 10.1016/j.tecto.2011.07.015. http://hdl.handle.net/2122/7782

138. Cucci, L., Tertulliani, A. (2011). Clues for a Relation between Rotational Effects Induced by the 2009 Mw 6.3 L'Aquila (Central Italy) Earthquake and Site and Source Effects. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101, 3, 1109-1120. 10.1785/0120100264. http://hdl.handle.net/2122/7781
154. D'Amico, S., Orecchio, B., Presti, D., Gervasi, A., Zhu, L., Guerra, I., Neri, G., Herrmann, R. B. (2011). Testing the stability of moment tensor solutions for small earthquakes in the Calabro-Peloritan Arc region (southern Italy). Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 2, 283-298. 10.4430/bgta0009. http://hdl.handle.net/2122/7798
157. De Barros, L., Lokmer, I., Bean, C. J., O'Brien, G. S., Saccorotti, G., Métaxian, J.-P., Zuccarello, L., Patanè, D. (2011). Source mechanism of long-period events recorded by a high-density seismic network during the 2008 eruption on Mount Etna. J. Geophys. Res., 116, B01304. 10.1029/2010JB007629. http://hdl.handle.net/2122/7575
164. De Natale, G., Crippa, B., Troise, C., Pingue, F. (2011). Abruzzo, Italy, Earthquakes of April 2009: Heterogeneous Fault-Slip Models and Stress Transfer from Accurate Inversion of ENVISAT-InSAR Data. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101, 5, 2340-2354. 10.1785/0120100220. http://hdl.handle.net/2122/7766
166. De Paola, N., Hirose, T., Mitchell, T., Di Toro, G., Viti, C., Shimamoto, T. (2011). Fault lubrication and earthquake propagation in thermally unstable rocks. Geology, 39, 35-38. 10.1130/G31398.1. http://hdl.handle.net/2122/7644
167. De Santis, A., Cianchini, G., Favali, P., Beranzoli, L., Boschi, E. (2011). The Gutenberg–Richter Law and Entropy of Earthquakes: Two Case Studies in Central Italy. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101, 3, 1386-1395. 10.1785/0120090390. http://hdl.handle.net/2122/7260
169. De Siena, L., Del Pezzo, E., Bianco, F. (2011). A scattering image of Campi Flegrei from the autocorrelation functions of velocity tomograms. Geophys. J. Int., 184, 1304-1310. 10.1111/j.1365-246X.2010.04911.x GJI. http://hdl.handle.net/2122/7036
170. Del Pezzo, E., Bianco, F., Marzorati, S., Augliera, P., D'Alema, E., Massa, M. (2011). Depth-dependent intrinsic and scattering seismic attenuation in north central Italy. Geophys. J. Int., 186, 1.10.1111/j.1365-246X.2011.05053.x. http://hdl.handle.net/2122/7025
179. Di Giacomo, D., Bindi, D., Parolai, S., Oth, A. (2011). Residual analysis of teleseismic P-wave energy magnitude estimates: inter- and intrastation variability. Geophys. J. Int., 185, 3, 1444-1454. 10.1111/j.1365-246X.2011.05019.x. http://hdl.handle.net/2122/7837
182. Di Luccio, F., Pino, N. A. (2011). Elementary seismological analysis applied to the April 6, 2009 L'Aquila mainshock and its larger aftershock. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 3, 389-406. 10.4430/bgta0030. http://hdl.handle.net/2122/7390
188. Di Stefano, R., Chiarabba, C., Chiaraluce, L., Cocco, M., De Gori, P., Piccinini, D., Valoroso, L. (2011). Fault zone properties affecting the rupture evolution of the 2009 (Mw 6.1) L'Aquila earthquake (central Italy): Insights from seismic tomography. Geophys. Res. Lett., 38, L10310. 10.1029/2011GL047365. http://hdl.handle.net/2122/7344
189. Di Toro, G., Han, R., Hirose, T., De Paola, N., Nielsen, S., Mizoguchi, K., Ferri, F., Cocco, M., Shimamoto, T. (2011). Fault lubrication during earthquakes. Nature, 471, 7339, 494-498. 10.1038/nature09838. http://hdl.handle.net/2122/7554
193. Doglioni, C., Barba, S., Carminati, E., Riguzzi, F. (2011). Role of the brittle–ductile transition on fault activation. Phys. Earth Planet. Inter., 184, 1-4, 160-161. 10.1016/j.pepi.2010.11.005. http://hdl.handle.net/2122/7843
211. Ferri, F., Di Toro, G., Han, R., Noda, H., Shimamoto, T., Quaresimin, M., De Rossi, N., Hirose, T. (2011). Low- to high-velocity frictional properties of the clay-rich gouges from the slipping zone of the 1963 Vaiont slide, northern Italy. J. Geophys. Res., 116, B09208. 10.1029/2011JB008338. http://hdl.handle.net/2122/7639
221. Fortin, J., Stanchits, S., Vinciguerra, S., Guéguen, Y. (2011). Influence of thermal and mechanical cracks on permeability and elastic wave velocities in a basalt from Mt. Etna volcano subjected to elevated pressure. Tectonophysics, 503, 60-74. 10.1016/j.tecto.2010.09.028. http://hdl.handle.net/2122/7847
231. Giacomuzzi, G., Chiarabba, C., De Gori, P. (2011). Linking the Alps and Apennines subduction systems: New constraints revealed by high-resolution teleseismic tomography. Earth Planet. Sci. Lett., 301, 531-543. 10.1016/j.epsl.2010.11.033. http://hdl.handle.net/2122/7834
233. Gratier, J. P., Richard, J., Renard, F., Mittempergher, S., Doan, M-L., Di Toro, G., Hadizadeh, J., Boullier, A-M. (2011). Pressure solution creep as a mechanism of aseismic sliding in active faults: evidence from the San Andreas Fault Observatory at Depth (SAFOD). Geology, 39, 1131-1134. 10.1130/G32073.1. http://hdl.handle.net/2122/7640
234. Gratier, J.- P., Richard, J., Renard, F., Mittempergher, S., Doan, M.- L., Di Toro, G., Hadizadeh, J., Boullier, A.- M. (2011). Aseismic sliding of active faults by pressure solution creep: Evidence from the San Andreas Fault Observatory at Depth. Geology, 39, 1131-1134. 10.1130/G32073.1. http://hdl.handle.net/2122/7770
245. Herrmann, R., Malagnini, L., Munafo, I. (2011). Regional Moment Tensors of the 2009 L'Aquila Earthquake Sequence. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101, 3, 975-993.http://hdl.handle.net/2122/6902
247. Hsu, Y., Simons, M., Williams, C., Casarotti, E. (2011). Three-dimensional FEM derived elastic Green's functions for the coseismic deformation of the 2005Mw8.7 Nias-Simeulue, Sumatra earthquake. Geochem. Geophys. Geosyst., 12, 7, Q07013. 10.1029/2011GC003553. http://hdl.handle.net/2122/7785
253. Ikari, M. J., Niemeijer, A. R., Marone, C. (2011). The role of fault zone fabric and lithification state on frictional strength, constitutive behavior, and deformation microstructure. J. Geophys. Res., 116, B08404. 10.1029/2011JB008264. http://hdl.handle.net/2122/7783
275. Lomax, A., Michelini, A. (2011). Tsunami early warning using earthquake rupture duration and P-wave dominant period: the importance of length and depth of faulting. Geophys. J. Int., 185, 1, 283-291. 10.1111/j.1365-246X.2010.04916.x. http://hdl.handle.net/2122/7789
276. Lombardi, A. M., Marzocchi, W. (2011). The Double Branching model for earthquake forecast applied to the Japanese seismicity. Earth Planets Space, 63, 187-195. 10.5047/eps.2011.02.001. http://hdl.handle.net/2122/7542
278. Lorito, S., Romano, F., Atzori, S., Tong, X., Avallone, A., McCloskey, J., Cocco, M., Boschi, E., Piatanesi, A. (2011). Limited overlap between the seismic gap and coseismic slip of the great 2010 Chile earthquake. Nat. Geosci., 4,

173-177. 10.1038/ngeo1073. http://hdl.handle.net/2122/6934
284. Maercklin, N., Zollo, A., Orefice, A., Festa, G., Emolo, A., De Matteis, R., Delouis, B., Bobbio, A. (2011). The Effectiveness of a Distant Accelerometer Array to Compute Seismic Source Parameters: The April 2009 L'Aquila Earthquake Case History. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101, 5, 2340-2354. 10.1785/0120100124. http://hdl.handle.net/2122/7772
309. Milano, G., Di Giovambattista, R. (2011). Seismicity at the border between Central and Southern Apennines (Italy): Re-evaluation of the early 1984 instrumental earthquake. Tectonophysics, 499, 1-4, 92-104. 10.1016/j.tecto.2010.12.008. http://hdl.handle.net/2122/7530
310. Miller, M. S., Piana Agostinetti, N. (2011). Erosion of the continental lithosphere at the cusps of the Calabrian arc: Evidence fromSreceiver functions analysis. Geophys. Res. Lett., 38, L23301. 10.1029/2011GL049455. http://hdl.handle.net/2122/7813
313. Mittempergher, S., Di Toro, G., Gratier, J. P., Hadizadeh, J, Smith, S. A. F., Spiess, R. (2011). Evidence of transient increases of fluid pressure 1 in SAFOD phase III cores. Geophys. Res. Lett., 39, L03301. 10.1029/2010GL046129. http://hdl.handle.net/2122/7642
329. Neri, M., Giammanco, S., Ferrera, E., Patanè, G., Zanon, V. (2011). Spatial distribution of soil radon as a tool to recognize active faulting on an active volcano: the example of Mt. Etna (Italy). J. Environ. Radioact., 102, 863-870. 10.1016/j.jenvrad.2011.05.002. http://hdl.handle.net/2122/7257
330. Niemeijer, A., Di Toro, G., Nielsen, S., Di Felice, F. (2011). Frictional melting of gabbro under extreme experimental conditions of normal stress, acceleration, and sliding velocity. J. Geophys. Res., 116, B07404. 10.1029/2010JB008181. http://hdl.handle.net/2122/7555
336. Orecchio, B., Presti, D., Totaro, C., Guerra, I., Neri, G. (2011). Imaging the velocity structure of the Calabrian Arc region (southern Italy) through the integration of different seismological data. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 4, 625-638.http://hdl.handle.net/2122/7849
354. Peter, D., Komatitsch, D., Luo, Y., Martin, R., Le Goff, N., Casarotti, E., Le Loher, P., Magnoni, F., Liu, Q., Blitz, C., Nissen-Meyer, T., Basini, P., Tromp, J. (2011). Forward and adjoint simulations of seismic wave propagation on fully unstructured hexahedral meshes. Geophys. J. Int., 186, 721-739. 10.1111/j.1365-246X.2011.05044.x. http://hdl.handle.net/2122/7566
356. Petrosino, S., Cusano, P., La Rocca, M., Galluzzo, D., Orozco-Rojas, J., Breton, M., Ibanez, J., Del Pezzo, E. (2011). Source location of long period seismicity at Volcàn de Colima, México. Bull. Volcanol., 73, 7, 887-898. 10.1007/s00445-011-0447-2. http://hdl.handle.net/2122/7032
365. Pino, N. A., Moretti, R., Allard, P., Boschi, E. (2011). Seismic precursors of a basaltic paroxysmal explosion track deep gas accumulation and slug upraise. J. Geophys. Res., 116, B02312. 10.1029/2009JB000826. http://hdl.handle.net/2122/7851
366. Pino, N. A. (2011). The analysis of historical seismograms: an important tool for seismic hazard assessment. Case histories from French and Italian earthquakes. Bull. Soc. Geol. Fr., 182, 4, 367-379. 10.2113/gssgfbull.182.4.367. http://hdl.handle.net/2122/7764
368. Pondrelli, S., Salimbeni, S., Morelli, A., Ekstrom, G., Postpischl, L., Vannucci, G., Boschi, E. (2011). European–Mediterranean Regional Centroid Moment Tensor catalog: Solutions for 2005-2008. Phys. Earth Planet. Inter., 74-81. 10.1016/j.pepi.2011.01.007. http://hdl.handle.net/2122/6963
369. Postpischl, L., Morelli, A., Pondrelli, S., Danececk, P. (2011). Standardization of Seismic Tomographic Models and Earthquake Focal Mechanisms Datasets Based on Web Technologies, Visualization with Keyhole Markup Language. Comput. Geosci., 37, 47-56. 101016/j.cageo.2010.05.006. http://hdl.handle.net/2122/7704
370. Postpischl, L., Morelli, A., Pondrelli, S., Danececk, P. (2011). Standardization of Seismic Tomographic Models and Earthquake Focal Mechanisms Datasets Based on Web Technologies, Visualization with Keyhole Markup Language. Comput. Geosci., 37, 47-56. 101016/j.cageo.2010.05.006. http://hdl.handle.net/2122/7704
371. Prattes, G., Schwingenschuh, K., Eichelberger, H. U., Magnes, W., Boudjada, M., Stachel, M., Vellante, M., Villante, U., Wesztergom, V., Nenovski, P. (2011). Ultra Low Frequency (ULF) European multi station magnetic field analysis before and during the 2009 earthquake at L'Aquila regarding regional geotechnical information. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 1959-1968. 10.5194/nhess-11-1959-2011. http://hdl.handle.net/2122/7791
380. Qin, K., Wu, L., De Santis, A., Wang, H. (2011). Surface latent heat flux anomalies before the MS 7.1 New Zealand earthquake 2010. Chin. Sci. Bull., 56, 31, 3273-3280. 10.1007/s11434-011-4680-z. http://hdl.handle.net/2122/7262
403. Schubnel, A., Nielsen, S., Taddeucci, J., Vinciguerra, S., Rao, S. (2011). Photo-acoustic study of subshear and supershear ruptures in the laboratory. Earth Planet. Sci. Lett., 308, 3-4, 424-432. 10.1016/j.epsl.2011.06.013. http://hdl.handle.net/2122/7556
413. Smith, S., Di Toro, G., Speiss, R., Billi, A. (2011). Principal Slip Zones in Limestone: Microstructural Characterization and Implications for the Seismic Cycle (Tre Monti Fault, Central Apennines, Italy). Pure Appl. Geophys., 168, 2365-2393. 10.1007/s00024-011-0267-5. http://hdl.handle.net/2122/7641
422. Stramondo, S., Del Frate, F., Picchiani, M., Schiavon, G. (2011). Seismic Source Quantitative Parameters Retrieval From InSAR Data and Neural Networks. IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, 49, 1, 96-104. 10.1109/TGRS.2010.2050776. http://hdl.handle.net/2122/7852
436. Valoroso, L., Improta, L., De Gori, P., Chiarabba, C. (2011). Upper crustal structure, seismicity and pore pressure variations in an extensional seismic belt through 3D and 4D VP and VP/VS models: The example of the Val d'Agri area (southern Italy). J. Geophys. Res., 116, B07303. 10.1029/2010JB007661. http://hdl.handle.net/2122/7320
443. Volpe, M., Melini, D., Piersanti, A. (2011). Trade-off between seismic source detail and crustal heterogeneities in spherical 3D finite element modeling: a 2004 Sumatra earthquake case study. Ann. Geophys., 54, 1, 91-103. 10.4401/ag-4639. http://hdl.handle.net/2122/7794

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

525. Del Pezzo, E., Bianco, F. (2011). Multi-Taper spectra: a Mathematica 8-TM function. Rapporti Tecnici INGV, 214, 1-20. http://hdl.handle.net/2122/7240
605. Scalera, G. (2011). South American Volcanoes and Great Earthquakes. Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. http://hdl.handle.net/2122/7746

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[280] AIRPLANE - UR6 Cocco Massimo - Piattaforma di ricerca multidisciplinare su terremoti e vulcani.
[364] USEMS - UR10 Piersanti Antonio - USEMS-Uncovering the Secrets of an Earthquake: Multydisciplinary Study of Physico-Chemical Processes During the Seismic Cycle.
[385] MIUR-PRIN 2007 - Del Pezzo – UR10 (Analisidi array del rumore sismico e delle onde di coda dei terremoti locali:studio delle variazioni temporali del campo di sforzo – resp.: E. Del Pezzo).
[435] SAGA-4-EPR - UR10 De Santis Angelo - SAGA-4-EPR - SAtellite/seafloor/Ground data Analyses for Earthquake Pattern Recognition - Analisi congiunta di dati satellite, su fondo mare e a terra per il riconoscimento di segnali geofisici anomali.
[457] GLASS - UR10 Piersanti Antonio - GLASS - InteGrated Laboratories to investigate the mechanics of ASeismic vs. Seismic faulting.
[487] Contratto SAIPEM - UR10 (Studio di sismicità indotta da reiniezione di acqua nel pozzo MA9 Val'd'Angri - resp.: C. Troise).

Obiettivo Specifico: 3.2.

Tettonica attiva

Denominazione precedente: *Tettonica attiva*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *295,5*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo OS fortemente pluridisciplinare promuove tutte le ricerche finalizzate a comprendere e quantificare la tettonica attiva. Include ricerche sulla deformazione crostale da dati di geodesia spaziale, dati di stress-in-situ, osservazioni sulle caratteristiche dei fluidi crostali e osservazioni dirette di terreno. Attraverso queste ricerche, le osservazioni paleosismologiche e la quantificazione della deformazione crostale fornisce dati di ingresso essenziali per le analisi di pericolosità sismica.

1. Responsabile/i

Nicola D'Agostino (RM1), Franco Italiano (PA), Daniela Pantosti (RM1)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, RM1, RM2, NA-OV, PA

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Il terremoto di L'Aquila del 2009 e la comprensione della tettonica attiva nell'area appenninica abbruzzese hanno continuato ad avere un ruolo di rilievo nelle attività di questo OS con studi geologici, geomorfologici, geochimici, geofisici e geodetici. Sono state completate o proseguite le seguenti attività: mappa geologica di dettaglio del sistema Paganica-S. Demetrio con definizione e analisi delle complessità interne; stima dei ratei di deformazione ed evoluzione tardo-quaternaria con ricostruzione delle curve di distribuzione dei rigetti lungo strike per scale di medio (100 ka) e lungo (2 Ma) periodo; *imaging* del bacino della media Valle dell'Aterno mediante tomografia a rifrazione della traversa sismica NE-SW di 7 km e avvio di analisi tomografica a riflessione per vincolare la geometria del basamento pre-quaternario; studio paleosismologico con riconoscimento di 4 paleoeventi di fagliazione superficiale ed 1 evento di paleoliquefazione; caratterizzazione della struttura sismogenetica di S. Pio; studio approfondito sul terremoto del 1762 (gemello dell'evento del 2009) che ridimensiona la magnitudo dell'evento e ipotizza la sorgente fra S. Demetrio e P. Picenze; studi su effetti rotazionali indotti dal terremoto su oggetti e manufatti, analisi quantitativa e relazioni con geologia del sito; studio della deformazione attiva volto alla comprensione delle discrepanze tra slip rates geologici e geodetici. Anche altre aree sono state oggetto delle attività per il riconoscimento e/o la caratterizzazione di strutture attive e potenzialmente sismogenetiche. Tra queste: indagini geologiche, geomorfologiche e paleomagnetiche nella Conca Subequana e definizione dell'evoluzione geologica quaternaria; indagini geomorfologiche lungo i versanti occidentali di M. Marine e M. Morrone per l'individuazione di siti paleosismologici; indagini geologico-strutturali e geomorfologiche lungo la faglia di Posta Fibreno-S. PietroI.; caratterizzazione e quantificazione multidisciplinare di deformazioni quaternarie della Faglia Altotiberina e imaging sismico ad alta risoluzione del bacino del Tevere; studi per il riconoscimento delle zone in deformazione nel Belice e relativa quantificazione con avvio di programma di datazione dei terrazzi fluviali/marini; studio sistematico delle faglie attive della Piana Campana e rilievi carbonatici bordieri con quantificazione di estensione e profondità di strutture sismogenetiche poco note e preparazione di database multiparametrico; approfondimento conoscenze zona costiera e dell'off-shore ionico della Calabria settentrionale con geomorfologia e campagna oceanografica; analisi archeosismologiche sull'antico insediamento di Jericho (Palestina) e riconoscimento delle evidenze di due terremoti. Nel 2011, il database DISS (http://diss.rm.ingv.it/diss/) è stato aggiornato con l'inserimento e approfondimento di sorgenti del margine dinarico, con particolare attenzione alle sorgenti di Croazia, Albania e Montenegro, delle Isole Ionie, del Mar Ionio, del Canale di Sicilia. È stato anche curato il coordinamento dell'estensione all'Europa del database nel quadro del progetto EC "SHARE", con l'inserimento di nuove sorgenti e l'aggiornamento di quelle esistenti. Le attività legate allo studio di stress attivo sono state: completamento di analisi e interpretazione di nuovi dati di pozzo e sismicità mediante nuove tecniche per differenziare le varie sorgenti di stress per l'aggiornamento della mappa italiana di stress attivo e del database del World Stress Map; completamento dello studio dei dati di stress nel progetto AnDrill; pianificazione delle misure di stress da effettuarsi nel pozzo pilota previsto nel progetto ICDP-CFDDP; valutazione dello stato di un pozzo profondo esistente da strumentare con array di geofoni per una migliore definizione della faglia Alto Tiberina (progetto ICDP-MOLE). Lo studio della deformazione attiva da GPS si è anche focalizzata sulle possibili eterogeneità nelle modalità di estensione crostale attraverso l'Appennino e alla possibile individuazione di aree di deficit di rilascio sismico rispetto ai tassi di accumulo geodetico. Per quanto riguarda lo studio geologico degli tsunami, quale effetto di terremoti attuali e del passato è stato effettuato lo studio dell'inondazione prodotta dallo tsunami nel marzo 2011 in Giappone tramite l'analisi di immagini da satellite ad alta risoluzione (ASTER) e dal confronto con immagini SAR (ENVISAT); è stata anche portata a termine l'integrazione di tutti i dati di tsunami raccolti sulla costa orientale della Sicilia che ha permesso la ricostruzione della storia delle inondazioni negli ultimi 4-5000 anni. Per quanto riguarda la comprensione dei rapporti tra faglie e fluidi e del ruolo della geochimica

nell'interpretazione dei fenomeni legati alla sismogenesi è stata studiata l'attività delle faglie North Anatolian (NAF), East Anatolian (EAF) e Dead Sea. I fluidi circolanti lungo la EAF tra Malatia e Erzurum (circa 380km) presentano marker magmatico segno di drenaggio di fluidi profondi dalla struttura litosferica della faglia; la faglia del Dead Sea mostra nel bacino di Hatay un degassamento di CO_2 in corrispondenza della faglia sepolta con fluidi circolanti caratterizzati da diffuso termalismo la cui origine è tuttora in studio. In Australia è attivo un progetto per la comprensione del ruolo delle strutture tettoniche attive nel trasferimento di energia termica convettiva dal mantello all'interno del Great Artesian Basin che sembra legato a graniti crostali o a strutture litosferiche. Nell'ambito di questo OS è proseguito anche il lavoro editoriale legato alla pubblicazione di tre volumi speciali: "Active tectonics in the Mediterranean and Europe: site studies and application of new methodologies" su Annals of Geophysics; "Marine and lake paleoseismology" su NHESS, e "Understanding the April 6th, 2009 L'Aquila earthquake: the geological contribution" su Italian Journal of Geosciences.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Dati geologici, geomorfologici, tettonici e geofisici sono stati raccolti analizzati e interpretati per la definizione di geometrie ed estensione di faglie attive, ratei di slip, paleosismicità e modellazione di sorgenti sismogenetiche da inserire in DISS. Innovativa è stata l'analisi di dati LiDAR per la costruzione di DEM ad alta risoluzione e dei dati stratigrafici, delle proprietà fisiche e chimiche dei sedimenti per il riconoscimento di paleotsunami. Lo studio della deformazione attiva ha comportato l'analisi di dati di perforazioni profonde per la definizione del campo di sforzi ed è proseguito con la densificazione e acquisizione di stazioni GPS non-INGV in aree di supposto gap sismico (Pollino) o di specifico interesse scientifico (Progetto Alta Val Tiberina - Airplane). Il sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni sottomarine al largo di Panarea è stato mantenuto attivo e migliorato con la proiezione dei dati in rete e il dialogo con il microPC a fondo mare per aggiornamenti software, modifiche dei tempi di acquisizione ecc.

4.2 Metodologie d'indagine

Le metodologie utilizzate sono quelle tipiche della geodesia, della geochimica dei fluidi e della geofisica (sismica e geoelettrica) affiancate a campagne di rilievo e misura con metodi propri della geologia classica, geomorfologia, stratigrafia del Quaternario, paleosismologia e telerilevamento. Innovativo l'uso di: elaborazioni DEM alta risoluzione da LiDAR, analisi proprietà fisiche dei depositi, tomografia a riflessione non-lineare per la modellazione delle fasi riflesse all'interfaccia substrato-depositi di bacino, nuove tecniche di analisi di dati di pozzo per differenziare diverse sorgenti di stress, analisi del campo gravimetrico regionale mediante il metodo MDA (Multiscale Derivative Analysis). I metodi geocronologici (rapporti isotopici, OSL, elementi cosmogenici, tefrocronologia, archeologia, ecc.) sono utilizzati per vincolare temporalmente gli elementi attivi studiati. L'attività tettonica sottomarina si avvale di metodologie basate su sistemi acustici con acquisizione e trasmissione in continuo dei dati delle emissioni gassose e l'emissione di CO_2 prodotta da stress sui carbonati viene valutata in laboratorio con metodologie sperimentali.

4.3 Dati acquisiti

Anche nel 2011 è stata acquisita una grande mole di dati geodetici, geologici, geofisici e geochimici riguardanti la zona colpita dal terremoto di L'Aquila del 2009, le aree limitrofe ed altre regioni attive sia in Italia che nel mediterraneo. I dati raccolti sono inseriti per la gran parte in banche dati fruibili all'interno dell'ente o in alcuni casi all'esterno. Tra i dati più innovativi raccolti sono le datazioni radiometriche e paleomagnetiche per la definizione dei tassi di sedimentazione, profili geofisici ad alta risoluzione per la caratterizzazione delle faglie attive, proprietà fisiche e chimiche di depositi quaternari e dati riguardanti la topografia, geomorfologia ed il reticolo fluviale. Nell'ambito di alcuni progetti in Turchia e in Australia, sono stati acquisiti dati relativi al degassamento lungo faglie attive.

4.4 Avanzamenti scientifici

È stato raffinato il modello di Faglia di Paganica responsabile del terremoto del 6 aprile 2009, aggiornata la cartografia geologica e geomorfologica dell'area Paganica-S. Demetrio e delle faglie limitrofe, definita l'architettura interna del bacino nell'area Bazzano-Paganica, stabilito un modello di segmentazione della faglia e della sua evoluzione, stimati i ratei di slip e ricostruita la storia paleosismica. L'analisi dei dati GPS ha consentito la definizione dei tassi di estensione e dei ratei di accumulo della deformazione secolare sulle principali strutture sismogenetiche dell'area e ha evidenziato discrepanze tra gli slip rates geologici e geodetici. È stato proposto un modello di segmentazione della Faglia Altotiberina, stimato il rateo di sollevamento regionale dell'area del Belice, definite strutture poco note che bordano M. Massico e M. di Avella, individuato il danneggiamento di manufatti indotto da due terremoti nell'antico insediamento di Jericho. È stato pubblicato l'aggiornamento del database DISS e realizzato un database multiparametrico di dati sismici, strutturali e gravimetrici relativo alla Piana Campana. È stata completata la mappatura dell'inondato e delle stime di run-up relative allo tsunami nel marzo 2011 in Giappone e caratterizzati i diversi tipi di tsunami (locali o regionali) che potrebbero colpire la Sicilia orientale. Sulla base di tettonica attiva, vulcanismo e rischi naturali associati al seamount Marsili sono stati discriminati eventi tettonici da degassamento (CO_2, CH_4 ed He) e verificata la potenziale produttività geotermica. Sono state definite le caratteristiche dei i fluidi circolanti lungo la EAF Dead Sea fault e nel Great Artesian Basin in Australia.

4.5 Avanzamenti tecnologici

-

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

4. Agostini, A., Bonini, M., Corti, G., Sani, F., Mazzarini, F. (2011). Fault architecture in the Main Ethiopian Rift and comparison with experimental models: Implications for rift evolution and Nubia-Somalia kinematics. Earth Planet. Sci. Lett., 301, 3-4, 479-492. 10.1016/j.epsl.2010.11.024. http://hdl.handle.net/2122/7412
41. Battaglia, M., Di Bari, M., Acocella, V., Neri, M. (2011). Dike emplacement and flank instability at Mount Etna: Constraints from a poro-elastic-model of flank collapse. J. Volcanol. Geotherm. Res., 199, 153-164. 10.1016/j.jvolgeores.2010.11.005. http://hdl.handle.net/2122/7002
56. Billi, A., Faccenna, C., Bellier, O., Minelli, L., Neri, G., Piromallo, C., Presti, D., Scrocca, D., Serpelloni, E. (2011). Recent tectonic reorganization of the Nubia-Eurasia convergent boundary heading for the closure of the western Mediterranean. Bull. Soc. Geol. Fr., 182, 4, 279-303. 10.2113/gssgfbull.182.4.279. http://hdl.handle.net/2122/6674
80. Bonini, L., Di Bucci, D., Toscani, G., Seno, S., Valensise, G. (2011). Reconciling deep seismogenic and shallow active faults through analogue modelling: the case of the Messina Straits (southern Italy). J. Geol. Soc., 168, 191-199. 10.1144/0016-76492010-055. http://hdl.handle.net/2122/6642
87. Bruno, P. P. G., Pazzaglia, F. J., Picotti, V. (2011). Evidence for active folding and faulting at the northern Apennines mountain front near Bologna, Italy from high resolution seismic reflection profiling. Geophys. Res. Lett., 38, L16302. 10.1029/2011GL047828. http://hdl.handle.net/2122/7816
107. Carafa, M. M. C., Barba, S. (2011). Determining rheology from deformation data: The case of central Italy. Tectonics, 30, TC2003. 10.1029/2010TC002680. http://hdl.handle.net/2122/7802
127. Cinti, F. R., Pantosti, D., De Martini, P. M., Pucci, S., Civico, R., Pierdominici, S., Cucci, L., Brunori, C. A., Pinzi, S., Patera, A. (2011). Evidence for surface faulting events along the Paganica fault prior to the 6 April 2009 L'Aquila earthquake (central Italy). J. Geophys. Res., 116, B07308. 10.1029/2010JB007988. http://hdl.handle.net/2122/7079
139. Cuffaro, M., Riguzzi, F., Scrocca, D., Doglioni, C. (2011). Coexisting tectonic settings: the example of the southern Tyrrhenian Sea. Int. J. Earth Sci., 100, 8, 1915-1924. 10.1007/s00531-010-0625-z. http://hdl.handle.net/2122/7405
146. D'Agostino, N., D'Anastasio, E., Gervasi, A., Guerra, I., Nedimovic, M. R., Seeber, L., Steckler, M. (2011). Forearc extension and slow rollback of the Calabrian Arc from GPS measurements. Geophys. Res. Lett., 38, L17304. 10.1029/2011GL048270. http://hdl.handle.net/2122/7100
147. D'Agostino, N., Mantenuto, S., D'Anastasio, E., Giuliani, R., Mattome, M., Calcaterra, S., Gambino, P., Bonci, L. (2011). Evidence for localized active extension in the central Apennines (Italy) from global positioning system observations. Geology, 39, 4, 291-294. 10.1130/G31796.1. http://hdl.handle.net/2122/7049
154. D'Amico, S., Orecchio, B., Presti, D., Gervasi, A., Zhu, L., Guerra, I., Neri, G., Herrmann, R. B. (2011). Testing the stability of moment tensor solutions for small earthquakes in the Calabro-Peloritan Arc region (southern Italy). Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 2, 283-298. 10.4430/bgta0009. http://hdl.handle.net/2122/7798
175. Di Bucci, D., Caputo, R., Mastronuzzi, G., Fracassi, U., Selleri, G., Sansò, P. (2011). Quantitative analysis of extensional joints in the southern Adriatic foreland (Italy), and the active tectonics of the Apulia region. J. Geodyn., 51, 141-155. 10.1016/j.jog.2010.01.012. http://hdl.handle.net/2122/7709
176. Di Bucci, D., Vannoli, P., Burrato, P., Fracassi, U., Valensise, G. (2011). Reply to: Comment on 'Insights from the Mw 6.3, 2009 L'Aquila earthquake (central Apennines) - Unveiling new seismogenic sources through their surface signatures: the adjacent San Pio Fault'. Terr. Nova, 421-423.http://hdl.handle.net/2122/7090
177. Di Bucci, D., Vannoli, P., Burrato, P., Fracassi, U., Valensise, G. (2011). Insights from the Mw 6.3, 2009 L'Aquila earthquake (central Apennines) - Unveiling new seismogenic sources through their surface signatures: the adjacent San Pio Fault. Terr. Nova, 23, 2, 108-115. 10.1111/j.1365-3121.2011.00990.x. http://hdl.handle.net/2122/7099
207. Falcucci, E., Gori, S., Moro, M., Pisani, A. R., Melini, D., Galadini, F., Fredi, P. (2011). The 2009 L'Aquila earthquake (Italy): what next in the region? Hints from stress diffusion analysis and normal fault activity. Earth Planet. Sci. Lett., 305, 350-358. 10.1016/j.epsl.2011.03.016. http://hdl.handle.net/2122/7139
225. Frepoli, A., Maggi, C., Cimini, G. B., Marchetti, A., Chiappini, M. (2011). Seismotectonic of Southern Apennines from recent passive seismic experiments. J. Geodyn., 51, 2-3, 110-124. 10.1016/j.jog.2010.02.007. http://hdl.handle.net/2122/7109
232. Gori, S., Giaccio, B., Galadini, F., Falcucci, E., Messina, P., Sposato, A., Dramis, F. (2011). Active normal faulting along the Mt. Morrone south-western slopes (central Apennines, Italy). Int. J. Earth Sci., 100, 157-171. 10.1007/s00531-009-0505-6. http://hdl.handle.net/2122/7767
240. Haller, K. M., Basili, R. (2011). Developing seismogenic source models based on geologic fault data. Seismol. Res. Lett., 82, 4, 519-525. 10.1785/gssrl.82.4.519. http://hdl.handle.net/2122/7184
301. Mazzarini, F., Musumeci, G., Cruden, A. R. (2011). Vein development during folding in the upper brittle crust: The case of tourmaline-rich veins of eastern Elba Island, northern Tyrrhenian Sea, Italy. J. Struct. Geol., 33, 10, 1509-1522. 10.1016/j.jsg.2011.07.001. http://hdl.handle.net/2122/7502
325. Musumeci, G., Mazzarini, F., Tiepolo, M., Di Vincenzo, G. (2011). UPb and 40Ar39Ar geochronology of Palaeozoic units in the northern Apennines: determining protolith age and alpine evolution using the Calamita Schist and Ortano Porphyroid. Geol. J., 46, 4, 288-310. 10.1002/gj.1266. http://hdl.handle.net/2122/7512
328. Neri, M., Acocella, V., Behncke, B., Giammanco, S., Mazzarini, F., Rust, D. (2011). Structural analysis of the eruptive fissures at Mount Etna (Italy). Ann. Geophys., 54, 5, 464-479. 10.4401/ag-5332.

http://hdl.handle.net/2122/7266
340. Palano, M., Cannavò, F., Ferranti, L., Mattia, M., Mazzella, M. E. (2011). Strain and stress fields in the Southern Apennines (Italy) constrained by geodetic, seismological and borehole data. Geophys. J. Int., 187, 1270-1282. 10.1111/j.1365-246X.2011.05234.x. http://hdl.handle.net/2122/7296
343. Passaro, S., Milano, G., Sprovieri, M., Ruggieri, S., Marsella, E. (2011). Quaternary still-stand landforms and relations with flank instability events of the Palinuro Bank (southeastern Tyrrhenian Sea). Quat. Int., 232, 1-2, 228-237. 10.1016/j.quaint.2010.08.006. http://hdl.handle.net/2122/7833
347. Pearce, M. A., Jones, R. R., Smith, S. A. F., McCaffrey, K .J. W. (2011). Quantification of fold curvature and fracturing using terrestrial laser scanning. AAPG Bull., 95, 771-794. 10.1306/11051010026. http://hdl.handle.net/2122/7826
361. Pierdominici, S., Mariucci, M. T., Montone, P. (2011). A study to constrain the geometry of an active fault in southern Italy through borehole breakouts and downhole logs. J. Geodyn., 52, 3-4.10.1016/j.jog.2011.02.006. http://hdl.handle.net/2122/6969
368. Pondrelli, S., Salimbeni, S., Morelli, A., Ekstrom, G., Postpischl, L., Vannucci, G., Boschi, E. (2011). European–Mediterranean Regional Centroid Moment Tensor catalog: Solutions for 2005–2008. Phys. Earth Planet. Inter., 74-81. 10.1016/j.pepi.2011.01.007. http://hdl.handle.net/2122/6963
374. Pucci, S., Pantosti, D., De Martini, P. M., Smedile, A., Munzi, M., Cirelli, E., Pentiricci, M., Musso, L. (2011). Environment-human relationships in historical times: The balance between urban development and natural forces at Leptis Magna (Libya). Quat. Sci. Rev., 242, 171-184. 10.1016/j.quaint.2011.03.050. http://hdl.handle.net/2122/7459
412. Smedile, A., De Martini, P. M., Pantosti, D., Bellucci, L., Del Carlo, P., Gasperini, L., Pirrotta, C., Polonia, A., Boschi, E. (2011). Possible tsunami signatures from an integrated study in the Augusta Bay offshore. Mar. Geol., 281, 1-13. 10.1016/j.margeo.2011.01.002. http://hdl.handle.net/2122/7428
431. Tognarelli, A., Stucchi, E. M., Musumeci, G., Mazzarini, F., Sani, F. (2011). Reprocessing of the CROP M12A seismic line focused on shallow-depth geological structures in the northern Tyrrhenian Sea. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 1, 23-38. http://hdl.handle.net/2122/7544

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

464. Barbano, M. S., De Martini, P. M., Pantosti, D., Smedile, A., Del Carlo, P., Gerardi, F., Guarnieri, P., Pirrotta, C. (2011). In search of Tsunami deposits along the eastern coast of Sicily (Italy): state of the art. Recent Progress on Earthquake Geology, 109-146. http://hdl.handle.net/2122/7589
497. Cavaliere, A., Danececk, P., Salimbeni, S., Danesi, S., Pondrelli, S., Serpelloni, E., Augliera, P., Franceschina, G., Lovati, S., Massa, M., Mariano, Maistrello, Pessina, V. (2011). OMBRA: Observing Montello BRoad Activity deployment of a temporary seismic network to study the deformation process across Montello fault (Eastern Alps). Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/7065
517. De Martini, P.M., Smedile, A., Pantosti, D. (2011). Combining inland and offshore paleotsunamis evidence: the Augusta Bay (eastern Sicily, ITALY) case study. CIESM, 2011- Marine geo-hazards in the Mediterranean. http://hdl.handle.net/2122/7445
561. Neri, M. (2011). Shallow dike emplacement and related hazard in central stratovolcanoes. Acta Vulcanologica, 22, 1-2, 53-56. http://hdl.handle.net/2122/7699
590. Raffaele, R., Hirn, A., Imposa, S., Scarfì, L. (2011). Lesser Antilles Subduction Zone Investigation by Using a Combined On-/Offshore Network. Miscellanea INGV, 9, 74-75. http://hdl.handle.net/2122/7583
602. Scalera, G., Cwojdzinski, S. (2011). Extended abstracts book of the Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. The Earth Expansion Evidence. http://hdl.handle.net/2122/7744
604. Scalera, G. (2011). Distensional Mediterranean and World Orogens – Their Possible Bearing to Mega-Dikes' Active Rising. Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. http://hdl.handle.net/2122/7745
607. Scalera, G. (2011). Biogenic/Abiogenic Hydrocarbons' Origin – Possible Role of Tectonically Active Belts. Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. http://hdl.handle.net/2122/7749

5.2b Tesi di laurea e dottorato

- Civico R., Integrating new and traditional approaches for the estimate of slip-rates of active faults: examples from the Mw 6.3, 2009 L'Aquila earthquake area, Central Italy - Tesi di Dottorato XXIV ciclo, Università di Bologna (RM1).

5.3 Banche dati

- Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.1.1. http://diss.rm.ingv.it/diss/ (RM1).

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[187] ILP – De Martini – UR1 (“Global and regional parameters of paleoseismology; implications for fault scaling and future earthquake hazard.” – resp.: D. Pantosti).
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR10 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: R. Devoti).
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR20 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: R. Di Stefano).
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR30 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp. G. Vannucci).
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR40 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: F. Galadini).
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR50 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: G. Zonno).
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR60 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: S. Barba).
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR70 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica resp.: C. Chiarabba).
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR80 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: R. Basili).
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR90 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp. A. Piatanesi).
[381] ASSESS - GALADINI - UR10 Galadini Fabrizio - ASSESS - CARATTERISTICHE CINEMATICHE DELLE FAGLIE ATTIVE MEDIANTE INDAGINI GEOMORFOLOGICHE E PALEOSISMOLOGICHE.
[389] SHARE - UR10 Valensise Gianluca - SHARE - Seismic Hazard Harmonization in Europe.

Obiettivo Specifico: 3.3.

Geodinamica e struttura dell'interno della Terra

Denominazione precedente: *Geodinamica e struttura dell'interno della Terra*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *220*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo OS affronta lo studio delle proprietà e della dinamica dell'interno terrestre attraverso la modellazione numerica e l'analisi della propagazione di onde sismiche e delle caratteristiche reologiche. Le ricerche, che coinvolgono numerosi settori disciplinari, vengono svolte a scala globale, continentale, regionale e locale, potendo così esplorare aspetti diversi e progressivamente più dettagliati della struttura terrestre.

1. Responsabile/i

Claudio Chiarabba (CNT), Carlo Giunchi (RM1), Stefania Danesi (BO)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, RM1, BO

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Le linee di ricerca dell'OS3.3 si sono orientate agli studi di struttura della Terra, deformazione e alla simulazione di propagazione di onde sismiche in mezzi complessi. Si sono registrati importanti progressi nella definizione dei caratteri della struttura crostale, litosferica e del mantello con particolare interesse per l'area EuroMediterranea. I modelli generati della struttura profonda hanno beneficiato dell'utilizzo di dati simologici (modelli di velocità e attenuazione delle onde P, S e di superficie) e offrono vincoli sempre di maggior dettaglio per la ricostruzione geodinamica dell'area Mediterranea.

Struttura della Terra e Geodinamica
Sono stati ottenuti avanzamenti significativi riguardo:

- modello di dettaglio 3D delle velocità P e S al di sotto del Mediterraneo centrale che introduce complessità utili per la geodinamica della regione;
- modelli 1D e 3D delle Vs da studi di receiver function alla scala dell'Appennino che hanno permesso di riconoscere I processi di delaminazione e flessione della litosfera di Adria al di sotto della catena;
- studio dell'anisotropia sismica con tecnica dello *shear wave splitting* per l'Appennino settentrionale e la placca Adria;
- analisi della sismicità locale dell'Appennino settentrionale;
- modelli di struttura crostale dei vulcani (Italiani e non) da tomografie sismiche in velocità e attenuazione e tecniche di *receiver function*;
- calcolo dei Regional Centroid Moment Tensors (RCMT) e aggiornamento del relativo catalogo;
- determinazione dei moduli elastici delle strutture di crosta superiore dell'area friulana e della Slovenia nord-orientale mediante analisi congiunta di dati sismologici e gravimetrici;
- parallelizzazione dei codici di calcolo del campo di gravità e di ottimizzazione congiunta dei parametri fisici di velocità di propagazione delle onde sismiche e di densità di massa;
- avvio dell'analisi di cross-correlazioni da rumore sismico ambientale, in Emilia Romagna e Appennino meridionale, per il monitoraggio delle variazioni di velocità;
- studio della sismicità locale dell'area del Montello (TV) per individuare eventuali faglie attive e strutture sismogeniche.

Modellazione geodinamica
Sono state numerose le analisi della deformazione co- e post-sismica registrata dalle stazioni GPS permanenti e semi-permanenti, al fine di ottenere vincoli sperimentali sulle caratteristiche reologiche dell'area attraverso modelli analitici di dislocazione e rilassamento. Inoltre, sono stati prodotti modelli della sorgente dei terremoti (italiani ed esteri: Christchurch e Darfield, Nuova Zelanda) da dati SAR in collaborazione per valutare l'esistenza di relazioni causa-effetto fra i due eventi. Sono state eseguite modellazioni analitiche delle variazioni postsismiche di livello marino registrate dal mareografo di Messina in seguito al terremoto del 1908. Sono stati sviluppati, in collaborazione con l'Università di Urbino, programmi e un codici parallelo per la soluzione della *sea level equation* ad alta risoluzione. Nell'ambito di un grant ISCRA-CINECA, il codice è stato applicato alla modellazione del tasso di sollevamento osservato tramite GPS in Groenlandia. Si è proceduto con lo studio del segnale topografico dell'Appennino, ricavato dall'analisi di Fourier delle lunghezze d'onda a 50, 100 e 150 km della topografia dell'Italia derivata da un grid con 800 m di passo. L'anomalia topografica (massimo topografico) è ben definita per lunghezze d'onda fino a 150 km.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

I dati registrati dalle reti sismiche permanenti e temporanee sono stati l'ossatura degli studi decisivi per l'approfondimento dei temi. Nuovi studi, come anche sviluppi di tecniche di analisi all'avanguardia di dati sismologici, applicazioni a tante aree della regione Mediterranea hanno permesso nuovi e sostanziali passi per la definizione della geodinamica mediterranea. Le principali applicazioni sono state quelle che hanno avuto in oggetto i dati acquisiti dalla Rete Sismica Nazionale. A scala locale sono stati usati dati provenienti da reti sismiche installate durante esperimenti temporanei condotti su zone di alto interesse sismotettonico (Cansiglio, Alto Adriatico). Inoltre, molto lavoro si è concentrato sull'acquisizione ed elaborazione di dati sul *test site* Alto Tiberina fault (ATF).

4.2 Metodologie d'indagine

Riportiamo di seguito le principali tecniche utilizzate e sviluppate:

- tecniche sismologiche di analisi di forme d'onda di terremoti locali e telesismici;
- tecniche di modellazione della propagazione delle onde sismiche in mezzi tridimensionali e complessi;
- tecniche di inversione di dati sismologici, non lineari e/o linearizzate, per il calcolo della struttura di velocità/attenuazione 1D e 3D;
- tecniche di calcolo, analisi, migrazione e inversione di *receiver functions*;
- tecniche non lineari di inversione di noise sismico;
- tecniche di analisi del tensore delle cross-correlazione per lo studio di in un mezzo anisotropo e studio delle polarizzazioni del segnale;
- tecniche di modellazione delle deformazioni post-sismiche, codici per la soluzione della *sea-level equation* ad alta risoluzione;
- tecniche di modellazione numerica.

4.3 Dati acquisiti

Durante il 2011 sono stati acquisiti dati sismologici di alta qualità da reti sismiche locali e a larga banda in zone di studio dell'Appennino (sito ATF) ed in altre campagne dedicate.

4.4 Avanzamenti scientifici

Numerosi sono stati gli avanzamenti conseguiti e testimoniati dalle Pubblicazioni scientifiche. In particolare evidenziamo:

- Modelli di velocità 3D a livello centro-Mediterraneo, Europeo.
- Modelli di velocità/attenuazione di dettaglio in zone di faglia e vulcani attivi.
- Modelli di propagazione anisotropica e vincoli sul flusso di mantello nella regione mediterranea.
- Modelli geodinamici di aree ad alto interesse.

4.5 Avanzamenti tecnologici

-

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

4. Agostini, A., Bonini, M., Corti, G., Sani, F., Mazzarini, F. (2011). Fault architecture in the Main Ethiopian Rift and comparison with experimental models: Implications for rift evolution and Nubia–Somalia kinematics. Earth Planet. Sci. Lett., 301, 3-4, 479-492. 10.1016/j.epsl.2010.11.024. http://hdl.handle.net/2122/7412
21. Anselmi, M., Govoni, A., De Gori, P., Chiarabba, C. (2011). Seismicity and velocity structures along the south-Alpine thrust front of the Venetian Alps (NE-Italy). Tectonophysics, 513, 1-4, 37-48. 10.1016/j.tecto.2011.09.023. http://hdl.handle.net/2122/7853
22. Anzidei, M., Antonioli, F., Benini, A., Lambeck, K., Sivan, D., Serpelloni, E., Stocchi, P. (2011). Sea level change and vertical land movements since the last two millennia along the coasts of southwestern Turkey and Israel. Quat. Int., 232, 1-2, 13-20. 10.1016/j.quaint.2010.05.005. http://hdl.handle.net/2122/7848
30. Baccheschi, P., Margheriti, L., Steckler, M., Boschi, E. (2011). Anisotropy patterns in the subducting lithosphere and in the mantle wedge. A case study: the Southern Italy subduction system. J. Geophys. Res., 116, B08306. 10.1029/2010JB007961. http://hdl.handle.net/2122/7401

38. Baldi, P., Casula, G., Cenni, N., Loddo, F., Pesci, A., Bacchetti, M. (2011). Vertical and horizontal crustal movements in central and northern Italy. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 4, 667-685. 10.4430/bgta0021. http://hdl.handle.net/2122/7342
56. Billi, A., Faccenna, C., Bellier, O., Minelli, L., Neri, G., Piromallo, C., Presti, D., Scrocca, D., Serpelloni, E. (2011). Recent tectonic reorganization of the Nubia-Eurasia convergent boundary heading for the closure of the western Mediterranean. Bull. Soc. Geol. Fr., 182, 4, 279-303. 10.2113/gssgfbull.182.4.279. http://hdl.handle.net/2122/6674
100. Cannelli, V., Melini, D., Devoti, R., Piersanti, A. (2011). Using publicly available GPS solutions for fast estimations of first-order source details from coseismic deformations. Ann. Geophys., 54, 454-461. 10.4401/ag-4885. http://hdl.handle.net/2122/7128
155. Danecek, P., Stich, D., Morelli, A. (2011). Images of the Iberian lithosphere from one local earthquake. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101, 881-887. 10.1785/0120100160. http://hdl.handle.net/2122/7688
156. D'Antonio, M. (2011). Lithology of the basement underlying the Campi Flegrei caldera: Volcanological and petrological constraints. J. Volcanol. Geotherm. Res., 200, 91-98. 10.1016/j.jvolgeores.2010.12.006. http://hdl.handle.net/2122/7832
173. Dessa, J.-X., Simon, S., Lelievre, M., Beslier, M.-O., Deschamps, A., Bethoux, N., Solarino, S., Sage, F., Eva, E., Ferretti, G., Bellier, O., Eva, C. (2011). The GROSMarin experiment: three dimensional crustal structure of the North Ligurian margin from refraction tomography and preliminary analysis of microseismic measurements. Bull. Soc. Geol. Fr., 182, 4, 305-321.http://hdl.handle.net/2122/7144
174. Devoti, R., Esposito, A., Pietrantonio, G., Pisani, A. R., Riguzzi, F. (2011). Evidence of large scale deformation patterns from GPS data in the Italian subduction boundary. Earth Planet. Sci. Lett., 311, 3-4, 230-241. 10.1016/j.epsl.2011.09.034. http://hdl.handle.net/2122/7201
187. Di Stefano, R., Bianchi, I., Ciaccio, M. G., Carrara, G., Kissling, E. (2011). Three-dimensional Moho topography in Italy: New constraints from receiver functions and controlled source seismology. Geochem. Geophys. Geosyst., 12, Q09006. 10.1029/2011GC003649. http://hdl.handle.net/2122/7696
194. Doglioni, C., Ismail-Zadeh, A., Panza, G., Riguzzi, F. (2011). Lithosphere–asthenosphere viscosity contrast and decoupling. Phys. Earth Planet. Inter., 189, 1-8. 10.1016/j.pepi.2011.09.006. http://hdl.handle.net/2122/7160
197. Elter, F. M., Elter, P., Eva, E., Kraus, R. K., Padovano, M., Solarino, S. (2011). Strike-slip geometry inferred from the seismicity of the Northern-Central. J. Geodyn., 52, 379-388. 10.1016/j.jog.2011.03.003. http://hdl.handle.net/2122/7143
204. Faccenna, C., Molin, P., Orecchio, B., Olivetti, V., Bellier, O., Funiciello, F., Minelli, L., Piromallo, C., Billi, A. (2011). Topography of the Calabria subduction zone (southern Italy): Clues for the origin of Mt. Etna. Tectonics, 30, TC1003. 10.1029/2010TC002694. http://hdl.handle.net/2122/6904
230. Gentili, S., Franceschina, G. (2011). High frequency attenuation of shear waves in Southeastern Alps and Northern Dinarides. Geophys. J. Int., 1393-1416. http://hdl.handle.net/2122/6964
231. Giacomuzzi, G., Chiarabba, C., De Gori, P. (2011). Linking the Alps and Apennines subduction systems: New constraints revealed by high-resolution teleseismic tomography. Earth Planet. Sci. Lett., 301, 531-543. 10.1016/j.epsl.2010.11.033. http://hdl.handle.net/2122/7834
246. Heuret, A., Lallemand, S., Funiciello, F., Piromallo, C., Faccenna, C. (2011). Physical characteristics of subduction interface type seismogenic zones revisited. Geochem. Geophys. Geosyst., 12, Q01004. 10.1029/2010GC003230. http://hdl.handle.net/2122/7319
265. Lambeck, K., Antonioli, F., Anzidei, M., Ferranti, L., Leoni, G., Scicchitano, G., Silenzi, S. (2011). Sea level change along the Italian coast during the Holocene and projections for the future. Quat. Int., 232, 1-2, 250-257. 10.1016/j.quaint.2010.04.026. http://hdl.handle.net/2122/7845
272. Ligi, M., Bonatti, E., Caratori Tontini, F., Cipriani, A., Cocchi, L., Schettino, A., Bortoluzzi, G., Ferrante, V., Khalil, S., Mitchell, N., Rasul, N. (2011). Initial burst of oceanic crust accretion in the Red Sea due to edge driven mantle convection. Geology, 39, 11, 1019-1022. 10.1130/G32243.1. http://hdl.handle.net/2122/7155
301. Mazzarini, F., Musumeci, G., Cruden, A. R. (2011). Vein development during folding in the upper brittle crust: The case of tourmaline-rich veins of eastern Elba Island, northern Tyrrhenian Sea, Italy. J. Struct. Geol., 33, 10, 1509-1522. 10.1016/j.jsg.2011.07.001. http://hdl.handle.net/2122/7502
315. Molinari, I., Morelli, A. (2011). EPcrust : A reference crustal model for the European plate. Geophys. J. Int., 185, 1, 352-364. 10.1111/j.1365-246X.2011.04940.x. http://hdl.handle.net/2122/6993
325. Musumeci, G., Mazzarini, F., Tiepolo, M., Di Vincenzo, G. (2011). UPb and 40Ar39Ar geochronology of Palaeozoic units in the northern Apennines: determining protolith age and alpine evolution using the Calamita Schist and Ortano Porphyroid. Geol. J., 46, 4, 288-310. 10.1002/gj.1266. http://hdl.handle.net/2122/7512
336. Orecchio, B., Presti, D., Totaro, C., Guerra, I., Neri, G. (2011). Imaging the velocity structure of the Calabrian Arc region (southern Italy) through the integration of different seismological data. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 4, 625-638.http://hdl.handle.net/2122/7849
349. Perrone, G., Eva, E., Cadoppi, P., Solarino, S., Fioraso, G. (2011). Seismotectonics of a low-deformation area: the central Western Alps (Italy). Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 2, 261-281. 10.4430/bgta0004. http://hdl.handle.net/2122/7420
396. Santini, S., Saggese, F., Megna, A., Mazzoli, S. (2011). A note on central-northern Marche seismicity: new focal mechanisms for events recorded in years 2003-2009. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 4, 639-649. 10.4430/bgta0025. http://hdl.handle.net/2122/7357
401. Schivardi, R., Morelli, A. (2011). EPmantle: a three-dimensional transversely isotropic model of the upper mantle under the European Plate. Geophys. J. Int., 185, 1, 469-484. 10.1111/j.1365-246X.2011.04953.x. http://hdl.handle.net/2122/7687
408. Seccia, D., Chiarabba, C., De Gori, P., Bianchi, I., Hill, D. (2011). Evidence for the contemporary magmatic system

beneath Long Valley Caldera from local earthquake tomography and receiver function analysis. J. Geophys. Res., 116, B12314. 10.1029/2011JB008471. http://hdl.handle.net/2122/7559
409. Serretti, P., Morelli, A. (2011). Seismic rays and traveltime tomography of strongly heterogeneous mantle structure: application to the Central Mediterranean. Geophys. J. Int., 187, 1708-1724. 10.1111/j.1365-246X.2011.05242.x. http://hdl.handle.net/2122/7689
414. Smith, S. A. F., Holdsworth, R. E., Collettini, C. (2011). Interactions between low-angle normal faults and plutonism in the upper crust: Insights from the Island of Elba, Italy. Geol. Soc. Am. Bull., 123, 329-346. 10.1130/B30200.1. http://hdl.handle.net/2122/7839
431. Tognarelli, A., Stucchi, E. M., Musumeci, G., Mazzarini, F., Sani, F. (2011). Reprocessing of the CROP M12A seismic line focused on shallow-depth geological structures in the northern Tyrrhenian Sea. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 1, 23-38.http://hdl.handle.net/2122/7544

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

601. Scalera, G. (2011). Roots of modern geodynamical views in Schiaparelli's thought – The volcano-seismic correlation events on the Andes. Memorie della Società Astronomica Italiana, 82, 2, 377-384. http://hdl.handle.net/2122/7748
602. Scalera, G., Cwojdzinski, S. (2011). Extended abstracts book of the Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. The Earth Expansion Evidence. http://hdl.handle.net/2122/7744
603. Scalera, G. Cwojdzinski, S. (2011). Earth Expansion Evidence: a Challenge for Geology, Geophysics and Astronomy. Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. http://hdl.handle.net/2122/7750
604. Scalera, G. (2011). Distensional Mediterranean and World Orogens – Their Possible Bearing to Mega-Dikes' Active Rising. Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. http://hdl.handle.net/2122/7745
605. Scalera, G. (2011). South American Volcanoes and Great Earthquakes. Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. http://hdl.handle.net/2122/7746
607. Scalera, G. (2011). Biogenic/Abiogenic Hydrocarbons' Origin – Possible Role of Tectonically Active Belts. Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. http://hdl.handle.net/2122/7749

5.2b Tesi di laurea e dottorato

- Tesi di Dottorato di Danilo Seccia (CNT).

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[213] PNRA – UR10 (Geomagnetismo e sismologia di osservatorio presso le basi scientifiche italiane (2002/2.5) – resp.: A. Morelli).
[268] NERIES – UR7 (Network of Research Infrastructures for European Seismology – resp.: A. Morelli).
[371] INGV-DPC S5 07-09 - UR10 (Test sites per il monitoraggio multidisciplinare di dettaglio - resp.: L. Chiaraluce).
[371] INGV-DPC S5 07-09 - UR20 (Test sites per il monitoraggio multidisciplinare di dettaglio - resp.: L. Margheriti).
[371] INGV-DPC S5 07-09 - UR30 (Test sites per il monitoraggio multidisciplinare di dettaglio - resp.: A. Avallone).
[371] INGV-DPC S5 07-09 - UR40 (Test sites per il monitoraggio multidisciplinare di dettaglio - resp.: A. Amato).
[371] INGV-DPC S5 07-09 – UR50 (Test sites per il monitoraggio multidisciplinare di dettaglio – resp.: L. Improta).
[423] QUEST - UR10 Morelli Andrea - Quantitative Estimation of Earth's Seismic Sources and Structures.
[459] EPOS - UR10 Cocco Massimo - European Plate Observing System.
[481] GENESI - DEC - UR10 Favali Paolo - GENESI - DEC - Ground European Network for Earth Science Interoperations - Digital Earth Community.

Obiettivo Specifico: 3.4.

Geomagnetismo

Denominazione precedente: *Geomagnetismo*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *41*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Le ricerche svolte in questo OS affrontano i problemi connessi con l'origine ed evoluzione del campo magnetico su diverse scale spazio-temporali. I temi portanti sono indirizzati a risolvere i fondamentali quesiti sulla dinamica che genera il campo nel nucleo fluido e allo studio delle anomalie magnetiche, che consentono di indagare le strutture crostali e la loro evoluzione.

1. Responsabile/i

Paola De Michelis (RM2)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico
RM2

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Lo studio della dinamica dei fluidi interni alla Terra svolge un ruolo molto importante nella comprensione dell'origine e dell'evoluzione spazio-temporale del campo geomagnetico. Un modo indiretto per ottenere informazioni sulla dinamica dei fluidi interni alla Terra può essere quello di studiare la variazione della lunghezza del giorno (Lenght of Day, LoD) nel corso degli anni. Tale variazione, conseguenza delle variazioni del momento angolare del nostro pianeta, offre indirettamente indicazioni sulla dinamica dei fluidi interni alla Terra e, dunque, sul campo geomagnetico da questi originato. In particolare, tra questi moti un ruolo particolarmente interessante occupano le cosiddette oscillazioni torsionali. Si tratta di moti fluidi che sembrano giocare un ruolo importante nell'origine del campo geomagnetico in quanto ritenuti responsabili di fenomeni quali, ad esempio, i jerk geomagnetici. A questo scopo, è stata studiata una nuova tecnica di analisi nota con il nome di Hilbert-Huang Transform (HHT), la quale è particolarmente adatta all'analisi di serie temporali non lineari e non stazionarie. Questa metodologia d'indagine è stata applicata alla serie temporale costituita dai valori annuali della variazione della lunghezza del giorno relativa agli ultimi 170 anni con lo scopo di individuare le frequenze caratteristiche proprie di questa serie. A seguito dell'elaborazione delle misure effettuate presso i capisaldi della rete magnetica italiana tra il 2009 ed il 2010, è stato portato avanti uno studio volto a valutare l'influenza dell'attività solare sulle misure magnetiche eseguite nel corso di due distinte campagne di misura che si sono tenute rispettivamente nel 1999/2000 e nel 2009/2010. Questo studio, che è consistito nella rimozione, dalle misure effettuate, del contributo proveniente dalle sorgenti interne al pianeta (usando il modello CHAOS3) e nel successivo confronto tra la distribuzione spaziale delle differenze tra le misure delle due campagne e la distribuzione spaziale della differenza di attività magnetica negli stessi anni, ha fornito indicazioni su come potrebbe essere ulteriormente migliorata l'accuratezza delle misure eseguite presso i capisaldi della rete magnetica italiana. Si è concluso il lavoro sull'aggiornamento del modello regionale ARM (Antarctic Reference Model-ARM), modello che rappresenta il campo magnetico principale in Antartide. Nel corso del 2011 è stata realizzata un'ampia prospezione geofisica (che ha incluso indagini magnetometriche, geoelettriche e georadar) sull'isola di Mozia (TR) all'interno di una rinnovata e fruttuosa collaborazione con il dipartimento di Scienze delle Antichità (La Sapienza). Gli interessanti risultati ottenuti sul campo sono stati pubblicati, mentre sono ancora in corso analisi specifiche sui recenti dati acquisiti durante la campagna di scavo 2011. Nel 2011 è stata infine completata la fase di stesura di una pubblicazione relativa ai dati acquisiti sul lago di Tunguska, in Siberia, in collaborazione con il CNR ISMAR di Bologna. L'UP "Geofisica e Tecnologie Marine", oltre a fornire la propria strumentazione magnetometrica durante il survey, ha elaborato i dati definendo una possibile interpretazione delle anomalie magnetiche derivate, attribuibili, quasi sicuramente, ad un impatto meteoritico.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Gli studi sulla LoD sono stati eseguiti utilizzando i valori annuali provenienti da una versione estesa e rielaborata della serie LUNAR97 che copre l'intervallo temporale 1832.5-2009.5. Questa sequenza di dati può essere scaricata dal sito ftp://euler.jpl.nas.gov/keof/combinations/2009. I dati della rete magnetica sono relativi a due distinte campagne di misura (1999-2000 e 2009-2011) effettuate sui capisaldi della rete magnetica italiana dal personale dell'UF di Geomagnetismo. Per quello che riguarda l'aggiornamento del modello ARM, non è stato necessario raccogliere ulteriori dati magnetici.

4.2 Metodologie d'indagine

Le frequenze caratteristiche presenti all'interno del segnale della variazione della lunghezza del giorno (LoD) sono state individuate utilizzando la trasformata di Hilbert-Huang (HHT). Questo metodo d'analisi, elaborato per esaminare dati non lineari e non stazionari, è particolarmente adatto a dare dei dati una rappresentazione tempo-frequenza-energia. Il metodo consiste di due parti: una scomposizione in modi empirici (Empirical Mode Decomposition - EMD) ed una successiva analisi spettrale di Hilbert (HSA). La parte fondamentale del metodo è la decomposizione in modi empirici che permette di estrarre direttamente l'energia associata alle varie scale temporali intrinseche al sistema. Inoltre, le funzioni ottenute dalla decomposizione possono essere utilizzate come base dell'espansione, lineare o non lineare, dei dati ed essendo quest'ultima costruita a partire dai dati stessi può essere considerata a tutti gli effetti una base di tipo adattivio e quindi estremamente efficiente. A ciascun modo ottenuto può essere successivamente applicata la trasformata di Hilbert che offre la possibilità di conoscere il valore della frequenza istantanea e dell'ampiezza di ciascuna componente in funzione del tempo. La rappresentazione finale dei risultati avviene attraverso un grafico tridimensionale, chiamato spettro di Hilbert, in cui, su di un grafico frequenza-tempo, è riportata la distribuzione dell'ampiezza del segnale. Lo studio per quantificare l'influenza dell'attività solare sulle misure della rete magnetica è stato svolto con l'ausilio del modello CHAOS3 il quale ha consentito di rimuovere, dai dati delle due distinte campagne di misura, la componente relativa al campo magnetico di origine interna al pianeta. Le distribuzioni spaziali dei due set di misure nonché la loro differenza sono state poi confrontate con le distribuzioni spaziali relative alla differenza dei livelli di attività magnetica sul territorio italiano negli anni interessati alle campagne di misura. Il modello ARM è basato sullo sviluppo in armoniche sferiche su calotta del potenziale del campo geomagnetico relativo al continente antartico. Una volta fissati una serie di opportuni paramenti che definiscono le caratteristiche dello sviluppo nello spazio e nel tempo, è possibile stimare i coefficienti di Gauss del modello con un fit ai minimi quadrati applicato su dati da osservatorio e da satellite.

4.3 Dati acquisiti

I dati acquisiti provengono per la maggior parte dai punti di misura gestiti dall'INGV, come gli osservatori geomagnetici su territorio italiano ed antartico, le stazioni magnetiche, quali quella presente a Lampedusa e le stazioni di ripetizione della rete magnetica nazionale ed albanese. A questi dati, provenienti da misure dirette, si affiancano poi dati sintetici derivati da modelli regionali e/o globali, come l'International Geomagnetic Reference Field (IGRF), al cui sviluppo contribuisce anche l'INGV.

4.4 Avanzamenti scientifici

L'utilizzo del metodo HHT ha permesso, con un'accuratezza migliore di quella ottenuta in passato con altre tecniche d'analisi, l'individuazione di alcune frequenze caratteristiche presenti nella serie temporale della variazione della lunghezza del giorno (LoD). Alcune di queste frequenze sembrerebbero legate ai periodi delle cosiddette oscillazioni torsionali, meccanismo col quale potrebbero essere generati, ad esempio, i jerk geomagnetici. In particolare, allo stato attuale, da questo studio sembrerebbe emergere che le frequenze caratteristiche della LoD abbiano tutte carattere prevalentemente non stazionario. I risultati relativi allo studio sui dati della rete magnetica sembrano indicare che parte delle misure eseguite durante la campagna del 1999-2000, ovvero durante un periodo di massima attività solare, siano parzialmente contaminate da campo magnetico di origine esterna al pianeta. Si suggerisce pertanto l'utilizzo di un maggior numero di stazioni variometriche per campagne di misura da eseguire durante periodi caratterizzati da maggiore attività solare. L'aggiornamento del modello ARM, ha permesso di conoscere lo stato attuale del campo magnetico e della variazione secolare su tutto il continente antartico.

4.5 Avanzamenti tecnologici

-

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

70. Blanco Montenegro, I., Nicolosi, I., Pignatelli, A., García, A., Chiappini, M. (2011). New evidence about the structure and growth of ocean island volcanoes from aeromagnetic data: The case of Tenerife, Canary Islands. J. Geophys. Res., 116, B03102. 10.1029/2010JB007646. http://hdl.handle.net/2122/7736
168. De Santis, A., Qamili, E., Cianchini, G. (2011). Ergodicity of the recent geomagnetic field. Phys. Earth Planet. Inter., 186, 3-4, 103-110. 10.1016/j.pepi.2011.04.008. http://hdl.handle.net/2122/7035
270. Lepidi, S., Cafarella, L., Pietrolungo, M., Di Mauro, D. (2011). Daily variation characteristics at polar geomagnetic observatories. Adv. Space Res., 48, 3, 521-528. 10.1016/j.asr.2011.03.039. http://hdl.handle.net/2122/7164
272. Ligi, M., Bonatti, E., Caratori Tontini, F., Cipriani, A., Cocchi, L., Schettino, A., Bortoluzzi, G., Ferrante, V., Khalil, S., Mitchell, N., Rasul, N. (2011). Initial burst of oceanic crust accretion in the Red Sea due to edge driven mantle convection. Geology, 39, 11, 1019-1022. 10.1130/G32243.1. http://hdl.handle.net/2122/7155
362. Pignatelli, A., Nicolosi, I., Carluccio, R., Chiappini, M., von Frese, R. (2011). Graphical interactive generation of gravity and magnetic fields. Comput. Geosci., 37, 4, 567-572. 10.1016/j.cageo.2010.10.003. http://hdl.handle.net/2122/7026
371. Prattes, G., Schwingenschuh, K., Eichelberger, H. U., Magnes, W., Boudjada, M., Stachel, M., Vellante, M.,

Villante, U., Wesztergom, V., Nenovski, P. (2011). Ultra Low Frequency (ULF) European multi station magnetic field analysis before and during the 2009 earthquake at L'Aquila regarding regional geotechnical information. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 1959-1968. 10.5194/nhess-11-1959-2011. http://hdl.handle.net/2122/7791

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

506. D'Ajello Caracciolo, F., Pignatelli, A., Speranza, F., Meloni, A. (2011). A re-evaluation of the Italian historical geomagnetic catalogue: implications for paleomagnetic dating at active Italian volcanoes. Solid Earth, 2, 1, 65-74. 10.5194/se-2-65-2011. http://hdl.handle.net/2122/7064
522. Decherchi, S., Leoncini, D., Gastaldo, P., Zunino, R., Faggioni, O., Soldani, M. (2011). Computational Intelligence Methods for Underwater Magnetic-based Protection Systems. Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks. http://hdl.handle.net/2122/7207
534. Fois, M., Biasini, F., Benedetti, G. (2011). Un nuovo sistema di alimentazione per l'Osservatorio Geomagnetico di Lampedusa. Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/7206

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[436] PRIN 2008 - SIM-MAG - UR10 De Santis Angelo - SIM-MAG - Orientamento magnetico negli uccelli: magnetorecezione, regioni cerebrali coinvolte nell'elaborazione degli stimoli magnetici e ruolo dei parametri geomagnetici nella navigazione.
[480] CPI ENI - Fabio Speranza - UR10 Speranza Fabio - CPI - Curie Point for Deep structural basin Interpretation.
[A3] E-MAG - UR10 (E-MAG Progetto Bilaterale Italia Albania "Modellazione del campo magnetico terrestre sulla base della teoria dei sistemi dinamici non lineari" - resp.: A. De Santis).

Obiettivo Specifico: 3.5.

Geologia e storia dei vulcani ed evoluzione dei magmi

Denominazione precedente: *Geologia e storia dei sistemi vulcanici*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *118*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Gli studi geologici, le indagini sull'origine, evoluzione e dinamica dei magmi e la raccolta dei dati sull'attività storica dei vulcani sono elementi fondamentali per la ricostruzione dei comportamenti eruttivi, per la formulazione degli scenari eruttivi e per la definizione della pericolosità sismica associata. Questo OS cura lo sviluppo di queste tematiche sui sistemi vulcanici, con particolare attenzione a quelli italiani.

1. Responsabile/i

Mauro Coltelli (CT), Patrizia Landi (PI), Giovanni Orsi (NA-OV)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

RM1, BO, CT, NA-OV, PI

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Le ricerche condotte nell'ambito di questo OS hanno l'obiettivo di ricostruire la storia eruttiva, morfologica e strutturale dei vulcani insieme all'evoluzione dei sistemi magmatici e alle dinamiche dei processi magmatici. La conoscenza dell'evoluzione nel tempo di un vulcano è la base indispensabile per ipotizzare possibili comportamenti futuri e quindi valutare la sua pericolosità, in particolare quella a lungo termine. Di seguito vengono riportati i risultati conseguiti per singolo vulcano o area vulcanica.

Ischia
Sono proseguiti sia studi su storia vulcanica e deformativa, che geochimico-isotopici per caratterizzare sorgenti e storia differenziativa dei magmi, in particolare di quelli degli ultimi 5 ka. Lo studio dei volatili nei magmi ha permesso di migliorare le conoscenze sulla struttura del sistema magmatico. È stata migliorata la definizione della pericolosità vulcanica a lungo termine.

Campi Flegrei
Sono proseguiti gli studi su storia vulcanica e deformativa degli ultimi 15 ka, e quelli geochimico-isotopici per definire struttura ed evoluzione del sistema magmatico. Sono terminati gli studi chimico-mineralogici e sui volatili dei magmi dell'eruzione Averno 2. È iniziato lo studio di terreno e di laboratorio per definire le relazioni temporali fra le eruzioni di Averno 2 e Solfatara. È stata migliorata la definizione della pericolosità vulcanica a lungo termine.

Vesuvio
È iniziato lo studio tessiturale e composizionale dei prodotti di eruzioni esplosive di media intensità dominate da emissione di cenere, comprese tra le eruzioni di Pompei e Pollena, per caratterizzarne la dinamica. Sono stati conclusi gli studi geochimici e isotopici su genesi ed evoluzione dei magmi delle eruzioni di Avellino, AP, Pompei, Pollena e 718 d.C. I risultati di esperimenti hanno corroborato l'ipotesi che l'assimilazione carbonatica è un processo magmatico importante.

Stromboli
Si sono conclusi gli studi geochimici dei magmi degli ultimi 2 ka e sui parossismi a grande scala. Sono stati condotti studi sperimentali per ricostruire le cinetiche di cristallizzazione e dissoluzione dei minerali e il loro effetto su vescicolazione e degassamento. Studi geologici, petrochimici e cronologici hanno consentito di ricostruire la storia degli ultimi 15 ka del settore NE.

Ustica
Sono proseguiti gli studi stratigrafici, strutturali, vulcanologici e petrologici.

Etna
È stata pubblicata una nuova carta geologica (1:50.000). Datazioni radiometriche di colate laviche hanno permesso di ricostruire la sequenza delle eruzioni laterali degli ultimi 2700 anni. Il quadro morfostrutturale del vulcano è stato aggiornato attraverso l'analisi di dati geologici, sismotettonici e morfologici, e compendiato nella nuova carta vulcano-tettonica (1:100.000). Uno studio geofisico e petrologico della fontana di lava del 10 maggio 2008, ha permesso di modellizzare i processi magmatici innescanti l'attività., applicando L'uso delle mappe di Kohonen e della tecnica "fuzzy clustering" ha consentito di classificare le vulcaniti del 1995-2005 e di distinguere magmi composizionalmente differenti.

Uno studio petrochimico e fisico ha permesso di identificare gli xenoliti magmatici inclusi in lave recenti provenienti dal corpo ad alta velocità (HVB) del substrato etneo. È stato concluso lo studio dei processi magmatici e delle loro possibili relazioni con la dinamica di scivolamento del fianco orientale nel 1995- 2005. Studi sperimentali su calcari hanno evidenziato il ruolo del substrato sedimentario in questa dinamica. È stata ricostruita la batimetria ad alta risoluzione del margine continentale Jonico prospiciente il vulcano ed è stata ipotizzata un'origine sottomarina per lo scivolamento del suo fianco orientale che favorirebbe il vulcanismo basaltico.

Pantelleria
Sono continuati sia gli studi geochimici e isotopici dei prodotti degli ultimi 50 Ka, e in particolare di quelli degli ultimi 15 ka, per definire origine e storia dei magmi peralcalini, contenuto in volatili, pressioni e dinamiche di risalita, che quelli per ricostruire la sequenza degli eventi vulcanici e deformativi degli ultimi 15 ka, e valutare la pericolosità vulcanica a lungo termine.

Colli Albani
Lo studio sistematico di colate laviche ha evidenziato la presenza di calcite nella pasta di fondo di alcuni depositi, e ha dimostrato che ha cristallizzato da un fuso carbonatico. L'esistenza di un fuso carbonatico ad alte T (~900°C) e Patm è garantita dalla presenza di fluoro come dimostrato dalla presenza di anfiboli, miche e fluorite.

Iblei
Sono continuate le indagini geologiche e stratigrafiche di dettaglio sui diatremi Miocenici della zona di Sortino che hanno permesso di ricostruire i meccanismi di eruzioni freatomagmatiche basaltiche in mare poco profondo.

Appennino centrale (Abruzzo)
Sono continuati gli studi su tefra affioranti in sezioni naturali e artificiali per ricostruzioni cronostratigrafiche.

Antartide (Mare di Ross)
È continuata la caratterizzazione del vulcanismo del Miocene Inferiore nell'area di McMurdo Sound attraverso lo studio dei sedimenti vulcanoclastici nella carota AND-2A, ed è iniziata la selezione delle carote prelevate nel Mare di Ross.

Vanuatu
È iniziato lo studio geochimico dei prodotti lavici e piroclastici del Mota Lava per ricostruire la genesi dei magmi. Sono stati completati gli studi sui processi di vescicolazione e permeabilità dei magmi di Ambrym.

Islanda
Sono proseguiti gli studi tessiturali e geochimici sui prodotti emessi durante l'eruzione dell'aprile-maggio 2010 del vulcano Eyjafjallajökull per caratterizzare i magmi e i loro processi di vescicolazione, e le dinamiche eruttive.

Canarie
È iniziato uno studio composizionale, mineralogico e tessiturale dei prodotti emessi.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Metodologie standard del rilevamento geologico delle unità litostratigrafiche e a limiti inconformi, approccio stratigrafico-storico-paleomagnetico, analisi geomorfologica quantitativa, interpretazione di foto aeree e immagini da satellite, analisi geocronologiche ($^{40}Ar/^{39}Ar$; ^{14}C-AMS), strutturali, stratigrafiche, stratimetriche, sedimentologiche, granulometriche, morfoscopiche (SEM), mineralogiche, petrografiche, composizionali (XRF, ICP-MS, ICP-AES, SEM+EDS, EMP+WDS, LAM-ICP-MS, SIMS, FT-IR, IBA, RAMAN), paleomagnetiche, isotopiche (TIMS). Indagini di petrologia sperimentale (piston cylinder). Analisi di dati LIDAR e da rilievi termici, modellazioni analogiche e analisti statistica multivariata.

4.2 Metodologie d'indagine

-

4.3 Dati acquisiti

I dati variano con le metodologie utilizzate e consistono in: sequenze stratigrafiche di corpi rocciosi; strutture tettoniche e vulcano-tettoniche, e loro distribuzione spazio-temporale; ricostruzioni cronostratigrafiche; caratteri sedimentologici di piroclastiti e morfologici dei loro componenti; volumi dei prodotti eruttati; distribuzione e frequenza dei centri eruttivi; isopache e isoplete di depositi piroclastici; frequenza di eventi vulcanici; parametri fisici di eruzioni; tessitura e mineralogia delle rocce; tessitura e composizione delle fasi minerali e dei vetri; concentrazione di elementi maggiori e in tracce in rocce totali e pasta di fondo; concentrazione di elementi maggiori e volatili in inclusioni silicatiche e vetri; rapporti isotopici (Sr, Nd, Pb) in rocce totali e fasi separate, datazioni assolute.

4.4 Avanzamenti scientifici

Le ricerche condotte nell'ambito di questo OS hanno portato a migliorare le conoscenze su diversi aspetti della geologia e dei processi vulcanici, magmatici e deformativi di vulcani sia italiani che ubicati in altre parti del mondo. I risultati ottenuti fanno parte anche di quel bagaglio di dati indispensabile per la valutazione della pericolosità a lungo termine di un vulcano attivo. Le ricerche condotte a Ischia, Campi Flegrei e Pantelleria hanno portato nuovi contributi sulla conoscenza della storia eruttiva più recente, sui processi deformativi, sulle caratteristiche di sorgente, struttura e dinamica dei magmi e sui processi pre- e sin-eruttivi, con conseguente miglioramento della valutazione della pericolosità vulcanica. Gli studi sul Vesuvio hanno permesso di migliorare la definizione delle sorgenti dei magmi e la conoscenza delle dinamiche eruttive. È stata corroborata l'ipotesi che l'assimilazione carbonatica è un processo magmatico importante per questo vulcano. A Stromboli sono state meglio definite le dinamiche magmatiche associate agli eventi esplosivi più energetici e l'attività fissurale degli ultimi 15 ka. Entrambi i fenomeni sono tra le attività a più alta pericolosità del vulcano. Un confronto tra l'attività dei vulcani di Stromboli e delle Vanuatu ha permesso di elaborare un'ipotesi sulle dinamiche eruttive in sistemi basaltici ad attività persistente. È stata migliorata la valutazione della pericolosità da invasione lavica nel settore NE dell'isola. Gli studi condotti sull'Etna hanno dato risultati molteplici. Un aggiornato quadro stratigrafico e geocronologico dell'edificio vulcanico e uno relativo al suo assetto morfo-strutturale sono compendiati in due nuove carte tematiche: una geologica (1:50.00) e una vulcano-tettonica (1:100.000). Sono stati modellizzati i processi magmatici che innescano l'attività eruttiva. I magmi del periodo 1995-2005 sono stati classificati e sono stati riconosciuti fusi a diversa composizione. È stata definita la provenienza dal corpo ad alta velocità sottostante il vulcano degli xenoliti magmatici in lave recenti. È stato riconosciuto il ruolo dei processi magmatici e del substrato sedimentario, e definita un'origine sottomarina per lo scivolamento del fianco E del vulcano che favorirebbe il vulcanismo basaltico. Ricostruzione della storia eruttiva dei diatremi di Sortino (Iblei) e definizione della possibilità di verificarsi di eruzioni freatomagmatiche fortemente esplosive in mare basso. Ai Colli Albani, miglioramento delle conoscenze sulle variazioni della sorgente dei magmi ultrapotassici e sulla loro evoluzione negli ultimi 600 ka. Riconoscimento di fusi carbonatici e della loro origine crostale. Ad Ustica, miglioramento delle conoscenze sulla storia del vulcano. In Antartide, caratterizzazione del vulcanismo del Miocene Inferiore nel McMurdo Sound, anche mirato a ricostruzioni paleoclimatiche. Nell'Appennino centrale (Abruzzo), studi su tefra distali hanno migliorato le ricostruzioni crono-stratigrafiche di alcuni vulcani. A Vanuatu, miglioramento delle conoscenze su genesi dei magmi del Mota Lava e processi di vescicolazione e permeabilità dei magmi di Ambrym. In Islanda, caratterizzazione dei magmi emessi nell'aprile-maggio 2010 dal vulcano Eyjafjallajökull e definizione dei processi di vescicolazione e delle dinamiche eruttive. Alle Canarie, caratterizzazione dei magmi emessi durante l'eruzione sottomarina di El Hierro.

4.5 Avanzamenti tecnologici

-

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

20. Andronico, D., Corsaro, R. A. (2011). Lava fountains during the episodic eruption of South-East Crater (Mt. Etna), 2000: insights into magma-gas dynamics within the shallow volcano plumbing system. Bull. Volcanol., 73, 1165-1178. 10.1007/s00445-011-0467-y. http://hdl.handle.net/2122/7550
24. Arienzo, I., Heumann, A., Wörner, G., Civetta, L., Orsi, G. (2011). Processes and timescales of magma evolution prior to the Campanian Ignimbrite eruption (Campi Flegrei, Italy). Earth Planet. Sci. Lett., 306, 217-228. 10.1016/j.epsl.2011.04.002. http://hdl.handle.net/2122/7735
37. Balassone, G., Talla, D., Beran, A., Mormone, A., Altomare, A., Moliterni, A., Mondillo, N., Saviano, M., Petti, C. (2011). Vesuvianite from Somma-Vesuvius volcano (southern Italy): chemical, X-ray diffraction and single-crystal polarized FTIR investigations. Period. Mineral., 80, 3, 369-364. 10.2451/2011PM0026. http://hdl.handle.net/2122/7801
41. Battaglia, M., Di Bari, M., Acocella, V., Neri, M. (2011). Dike emplacement and flank instability at Mount Etna: Constraints from a poro-elastic-model of flank collapse. J. Volcanol. Geotherm. Res., 199, 153-164. 10.1016/j.jvolgeores.2010.11.005. http://hdl.handle.net/2122/7002
46. Bemis, K., Walker, J., Borgia, A., Turrin, B., Neri, M., Swisher III, C. (2011). The growth and erosion of cinder cones in Guatemala and El Salvador: Models and statistics. J. Volcanol. Geotherm. Res., 201, 39-52. 10.1016/j.jvolgeores.2010.11.007. http://hdl.handle.net/2122/7000
50. Berrino, G., Yokoyama, I. (2011). Common geophysical characteristics of Campi Flegrei, Rabaul and Usu: Three volcanic events. Geofis. Int., 50, 4, 411-424.http://hdl.handle.net/2122/7790
51. Bertagnini, A., Di Roberto, A., Pompilio, M. (2011). Paroxysmal activity at Stromboli: lessons from the past. Bull. Volcanol., 73, 9, 1229-1243. 10.1007/s00445-011-0470-3. http://hdl.handle.net/2122/7451
84. Branca, S., Coltelli, M., Groppelli, G., Lentini, F. (2011). Geological map of Etna volcano, 1:50,000 scale. It. J. Geosc., 130, 3, 265-291. 10.3301/IJG.2011.15. http://hdl.handle.net/2122/7297
85. Branca, S., Coltelli, M., Groppelli, G. (2011). Geological evolution of a complex basaltic stratovolcano:. It. J. Geosc., 130, 3, 306-317. 10.3301/IJG.2011.13. http://hdl.handle.net/2122/7298
92. Calvari, S., Branca, S., Corsaro, R. A., De Beni, E., Miraglia, L., Norini, G., Wijbrans, J., Boschi, E. (2011). Reconstruction of the eruptive activity on the NE sector of Stromboli volcano: timing of flank eruptions since 15 ka. Bull. Volcanol., 73, 101-112. 10.1007/s00445-010-0412-5. http://hdl.handle.net/2122/6608

95. Calvari, S., Tanner, L. H. (2011). The Miocene Costa Giardini diatreme, Iblean Mountains, southern Italy: Model for maar-diatreme formation on a submerged carbonate platform. Bull. Volcanol., 73, 557-576. 10.1007/s00445-010-0436-x. http://hdl.handle.net/2122/7081
110. Carveni, P., Mele, G., Benfatto, S., Imposa, S., Salleo Puntillo, M. (2011). Chronicle of the 1865, NE flank eruption of Mt. Etna and geomorphologic survey of the Mts. Sartorius area. Bull. Volcanol., 73, 9, 1155-1162. 10.1007/s00445-011-0497-5. http://hdl.handle.net/2122/7172
111. Carveni, P., Mele, G., Benfatto, S., Imposa, S., Salleo Puntillo, M. (2011). Lava trees and tree molds ("cannon stones") of Mt. Etna. Bull. Volcanol., 73, 633-638. 10.1007/s00445-011-0446-3. http://hdl.handle.net/2122/7174
112. Cas, R., Giordano, G., Balsamo, F., Esposito, A., Lo Mastro, S. (2011). Hydrothermal Breccia Textures and Processes: Lisca Bianca Islet, Panarea Volcano, Aeolian Islands, Italy. Econ. Geol., 106, 3, 437-450.http://hdl.handle.net/2122/7846
119. Chiocci, F. L., Coltelli, M., Bosman, A., Cavallaro, D. (2011). Continental margin large-scale instability controlling the flank sliding of Etna volcano. Earth Planet. Sci. Lett., 305, 57-64. 10.1016/j.epsl.2011.02.040. http://hdl.handle.net/2122/7796
124. Cicchino, A. M. P., Zanella, E., De Astis, G., Lanza, R., Lucchi, F., Tranne, C. A., Airoldi, G., Mana, S. (2011). Rock magnetism and compositional investigation of Brown Tuffs deposits at Lipari and Vulcano (Aeolian Islands — Italy). J. Volcanol. Geotherm. Res., 208, 23-38. 10.1016/j.jvolgeores.2011.08.007. http://hdl.handle.net/2122/7424
128. Cioni, R., Bertagnini, A., Andronico, D., Cole, P. D., Mundula, F. (2011). The 512 AD eruption of Vesuvius: complex dynamics of a small scale subplinian event. Bull. Volcanol., 73, 7, 789-810. 10.1007/s00445-011-0454-3. http://hdl.handle.net/2122/7417
145. D'Oriano, C., Bertagnini, A., Pompilio, M. (2011). Ash erupted during normal activity at Stromboli (Aeolian Islands, Italy) raises questions on how the feeding system works. Bull. Volcanol., 73, 5, 471-477. 10.1007/s00445-010-0425-0. http://hdl.handle.net/2122/7483
153. Dallai, L., Cioni, R., Boschi, C., D'Oriano, C. (2011). Carbonate-derived CO_2 purging magma at depth: Influence on the eruptive activity of Somma-Vesuvius, Italy. Earth Planet. Sci. Lett., 310, 1-2, 84-95. 10.1016/j.epsl.2011.07.013. http://hdl.handle.net/2122/7573
158. De Beni, E., Branca, S., Coltelli, M., Groppelli, G., Wijbrans, J. R. (2011). $^{40}Ar/^{39}Ar$ isotopic dating of Etna volcanic succession. It. J. Geosc., 130, 3, 292-305. 10.3301/IJG.2011.14. http://hdl.handle.net/2122/7299
185. Di Renzo, V., Arienzo, I., Civetta, L., D'Antonio, M., Tonarini, S., Di Vito, M. A., Orsi, G. (2011). The magmatic feeding system of the Campi Flegrei caldera: Architecture and temporal evolution. Chem. Geol., 281, 227-241. 10.1016/j.chemgeo.2010.12.010. http://hdl.handle.net/2122/7208
191. Di Vito, M. A., Arienzo, I., Braia, G., Civetta, L., D'Antonio, M., Di Renzo, V., Orsi, G. (2011). The Averno 2 fissure eruption: a recent small-size explosive event at the Campi Flegrei Caldera (Italy). Bull. Volcanol., 73, 295-320. 10.1007/s00445-010-0417-0. http://hdl.handle.net/2122/7768
196. D'Oriano, C., Cioni, R., Bertagnini, A., Andronico, D., Cole, P. D. (2011). Dynamics of ash-dominated eruptions at Vesuvius: the post-512 AD AS1a event. Bull. Volcanol., 73, 6, 699-715. 10.1007/s00445-010-0432-1. http://hdl.handle.net/2122/7577
238. Guidoboni, E., Ciuccarelli, C. (2011). The Campi Flegrei caldera: historical revision and new data on seismic crises, bradyseisms, the Monte Nuovo eruption and ensuing earthquakes (twelfth century 1582 ad). Bull. Volcanol., 73, 6, 655-677. 10.1007/s00445-010-0430-3. http://hdl.handle.net/2122/7769
239. Guidoboni, E., Mariotti, D. (2011). Vesuvius: Earthquakes from 1600 up to the 1631 eruption. J. Volcanol. Geotherm. Res., 200, 3-4, 267-272. 10.1016/j.jvolgeores.2010.11.021. http://hdl.handle.net/2122/7803
259. Jackson, M. D., Ciancio Rossetto, P., Kosso, C. K., Buonfiglio, M., Marra, F. (2011). Building materials of the Theatre of Marcellus, Rome. Archaeometry, 53, 4, 728-742. 10.1111/j.1475-4754.2010.00570.x. http://hdl.handle.net/2122/7776
261. Kahl, M., Chakraborty, S., Costa, F., Pompilio, M. (2011). Dynamic plumbing system beneath volcanoes revealed by kinetic modeling, and the connection to monitoring data: An example from Mt. Etna. Earth Planet. Sci. Lett., 308, 1-2, 11-22. 10.1016/j.epsl.2011.05.008. http://hdl.handle.net/2122/7497
263. La Felice, S., Landi, P. (2011). A spatter-forming, large-scale paroxysm at Stromboli Volcano (Aeolian Islands, Italy): insight into magma evolution and eruption dynamics. Bull. Volcanol., 79, 9, 1393-1406. 10.1007/s00445-011-0476-x. http://hdl.handle.net/2122/7520
264. La Felice, S., Landi, P. (2011). The 2009 paroxysmal explosions at Stromboli (Italy): magma mixing and eruption dynamics. Bull. Volcanol., 73, 9, 1147-1154. 10.1007/s00445-011-0502-z. http://hdl.handle.net/2122/7522
267. Landi, P., Marchetti, E., La Felice, S., Ripepe, M., Rosi, M. (2011). Integrated petrochemical and geophysical data reveals thermal distribution of the feeding conduits at Stromboli volcano, Italy. Geophys. Res. Lett., 38, L08305. 10.1029/2010GL046296. http://hdl.handle.net/2122/7523
289. Marra, F., Deocampo, D., Jackson, M. D., Ventura, G. (2011). The Alban Hills and Monti Sabatini volcanic products used in ancient Roman masonry (Italy): An integrated stratigraphic, archaeological, environmental and geochemical approach. Earth-Sci. Rev., 115–136. 10.1016/j.earscirev.2011.06.005. http://hdl.handle.net/2122/7774
291. Martelli, M., Bianchini, G., Beccaluva, L., Rizzo, A. (2011). Helium and argon isotopic compositions of mantle xenoliths from Tallante and Calatrava, Spain. J. Volcanol. Geotherm. Res., 200, 18-26. 10.1016/j.jvolgeores.2010.11.015. http://hdl.handle.net/2122/6853
292. Marturano, A., Aiello, G., Barra, D. (2011). Evidence for Late Pleistocene uplift at the Somma-Vesuvius apron near Pompeii. J. Volcanol. Geotherm. Res., 202, 3-4, 211-227. 10.1016/j.jvolgeores.2011.02.010. http://hdl.handle.net/2122/7823
306. Métrich, N., Allard, P., Bertagnini, A., Di Muro, A. (2011). Comment on 'Conduit convection, magma mixing, and melt inclusion trends at persistent degassing volcanoes' by Fred Witham, published in Earth Planetary Science

Letters (2011) 301, 345–352. Earth Planet. Sci. Lett., 306, 3-4, 306-308. 10.1016/j.epsl.2011.04.012. http://hdl.handle.net/2122/7510
322. Mormone, A., Piochi, M., Bellatreccia, F., De Astis, G., Moretti, R., Della Ventura, G., Cavallo, A., Mangiacapra, A. (2011). A CO2-rich magma source beneath the Phlegraean Volcanic District (Southern Italy):. Chem. Geol., 287, 66-80. 10.1016/j.chemgeo.2011.05.019. http://hdl.handle.net/2122/7421
323. Mormone, A., Tramelli, A., Di Vito, M. A., Piochi, M., Troise, C., De Natale, G. (2011). Secondary hydrothermal minerals in buried rocks at the campi flegrei caldera, Italy: a possible tool to understand the rock-physics and to assess the state of the volcanic system. Period. Mineral., 80, 3, 385-406. 102451/2011PM0027. http://hdl.handle.net/2122/7422
328. Neri, M., Acocella, V., Behncke, B., Giammanco, S., Mazzarini, F., Rust, D. (2011). Structural analysis of the eruptive fissures at Mount Etna (Italy). Ann. Geophys., 54, 5, 464-479. 10.4401/ag-5332. http://hdl.handle.net/2122/7266
353. Pesci, A., Teza, G., Casula, G., Loddo, F., De Martino, P., Dolce, M., Obrizzo, F., Pingue, F. (2011). Multitemporal laser scanner-based observation of the Mt. Vesuvius crater: Characterization of overall geometry and recognition of landslide events. ISPRS-J. Photogramm. Remote Sens., 66, 327-336. 10.1016/j.isprsjprs.2010.12.002. http://hdl.handle.net/2122/7815
360. Pichavant, M., Pompilio, M., D'Oriano, C., Di Carlo, I. (2011). Petrography, mineralogy and geochemistry of a primitive pumice from Stromboli: implications for the deep feeding system. Eur. J. Mineral., 23, 4, 499-517. 10.1127/0935-1221/2011/0023-2109. http://hdl.handle.net/2122/7513
387. Rongo, R., Avolio, M. A., Behncke, B., D'Ambrosio, D., Di Gregorio, S., Lupiano, V., Neri, M., Spataro, W., Crisci, G. M. (2011). Defining high-detail hazard maps by a cellular automata approach: application to Mount Etna (Italy). Ann. Geophys., 54, 5, 568-578. 10.4401/ag-5340. http://hdl.handle.net/2122/7267
400. Scaillet, S., Rotolo, S. P., La Felice, S., Vita-Scaillet, G. (2011). High-resolution 40Ar/39Ar chronostratigraphy of the post-caldera (b20 ka) volcanic activity at Pantelleria, Sicily Strait. Earth Planet. Sci. Lett., 309, 280-290. 10.1016/j.epsl.2011.07.009. http://hdl.handle.net/2122/7126
415. Smith, V. C., Isaia, R., Pearce, N. J. G. (2011). Tephrostratigraphy and glass compositions of post-15 kyr Campi Flegrei eruptions: implications for eruption history and chronostratigraphic markers. Quat. Sci. Rev., 30, 3638-3660. 10.1016/j.quascirev.2011.07.012. http://hdl.handle.net/2122/7804
426. Tamburello, G., Kantzas, E. P., McGonigle, A. J. S., Aiuppa, A., Giudice, G. (2011). UV camera measurements of fumarole field degassing (La Fossa crater, Vulcano Island). J. Volcanol. Geotherm. Res., 199, 1-2, 47-52. 10.1016/j.jvolgeores.2010.10.004. http://hdl.handle.net/2122/7795
445. Wijbrans, J., Schneider, B., Kuiper, K., Calvari, S., Branca, S., De Beni, E., Norini, G., Corsaro, R. A., Miraglia, L. (2011). 40Ar/39Ar geochronology of Holocene basalts; examples from Stromboli, Italy. Quat. Geochronol., 6, 223-232. 10.1016/j.quageo.2010.10.003. http://hdl.handle.net/2122/7008
449. Zanchetta, G., Sulpizio, R., Roberts, N., Cioni, R., Eastwood, W. J., Siani, G., Caron, B., Paterne, M., Santacroce, R. (2011). Tephrostratigraphy, chronology and climatic events of the Mediterranean basin during the Holocene: An overview. Holocene, 21, 1, 33-52. 10.1177/0959683610377531. http://hdl.handle.net/2122/7586
452. Zhu, W., Baud, P., Vinciguerra, S., Wong, T. (2011). Micromechanics of brittle faulting and cataclastic flow in Alban Hills tuff. J. Geophys. Res., 116, B06209. 10.1029/2010JB008046. http://hdl.handle.net/2122/7830

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

464. Barbano, M. S., De Martini, P. M., Pantosti, D., Smedile, A., Del Carlo, P., Gerardi, F., Guarnieri, P., Pirrotta, C. (2011). In search of Tsunami deposits along the eastern coast of Sicily (Italy): state of the art. Recent Progress on Earthquake Geology, 109-146. http://hdl.handle.net/2122/7589
481. Campostrini, I., Demartin, F., Gramaccioli, C. M., Russo, M. (2011). Vulcano: tre secoli di mineralogia. http://hdl.handle.net/2122/7096
489. Castaldo, N., De Vita, S., Di Vito, M. A., Vecchio, G. (2011). Evidenze archeologiche e vulcanologiche di episodi ripetuti di colonizzazione e abbandono nel territorio nolano da parte dell'uomo a causa di eruzioni vulcaniche, dal Bronzo antico ad epoca romana tarda. Scienze naturali e Archeologia, il paesaggio antico: interazione uomo/ambiente ed eventi catastrofici, 62-67. http://hdl.handle.net/2122/7284
490. Castaldo, N., Di Vito, M. A., De Vita, S. (2011). Wechselwirkung zwischen Vulkantätigkeit und Siedlungs Siedlungsdynamik. Pompeji, Nola, Herculaneum, katastrophen am Vesuv, 52-59. http://hdl.handle.net/2122/7305
499. Chiodini, G., Russo, M. (2011). Le Fumarole di Vulcano. Vulcano: tre secoli di mineralogia, 65-73. http://hdl.handle.net/2122/7112
512. De Astis, G. (2011). Geologia - Inquadramento Geologico e Storia Eruttiva. Vulcano: tre secoli di mineralogia, 33-47. http://hdl.handle.net/2122/7408
521. De Vita, S., Di Vito, M. A., Marotta, E., Sansivero, F. (2011). Giorgio Buchner precursore del rapporto tra archeologia e vulcanologia: il ruolo delle determinazioni crono-archeologiche nella ricostruzione della storia vulcanica e deformativa recente dell'isola d'Ischia. Dopo giorgio Buchner. Studi e ricerche su pithekoussai, 75-95. http://hdl.handle.net/2122/7282
530. Di Vito, M. A., De Vita, S., Castaldo, N. (2011). Le tracce antropiche e gli eventi geologici tra 4000 anni dal presente e il 472 d.C. nel territorio tra Nola e Acerra. Territorio e archeologia nell'area dell'antico Clanis/Regi Lagni, 19-28. http://hdl.handle.net/2122/7283
531. Di Vito, M. A., Piochi, M., Mormone, A., Tramelli, A. (2011). Somma Vesuvius: the Volcano and the Observatory.

http://hdl.handle.net/2122/7204
561. Neri, M. (2011). Shallow dike emplacement and related hazard in central stratovolcanoes. Acta Vulcanologica, 22, 1-2, 53-56. http://hdl.handle.net/2122/7699
594. Russo, M., Campostrini, I., Castellano, F. (2011). Ritrovamento di Atacamite in cristalli al Vesuvio. Micro, 9, 62-63. http://hdl.handle.net/2122/7095
595. Russo, M., Campostrini, I. (2011). Nuove specie minerali al monte Somma: III. Mesolite. Micro, 9, 58-59. http://hdl.handle.net/2122/7094
596. Russo, M., Preite, D. (2011). Merlinoite del monte Somma: alcune precisazioni. Micro, 9, 64-65. http://hdl.handle.net/2122/7092
597. Russo, M., Preite, D. (2011). Nuove specie minerali al monte Somma: IV. Mullite. Micro, 9, 60-61. http://hdl.handle.net/2122/7093

5.2b Tesi di laurea e dottorato

- Gozzi F., Geochimica e Reologia dei Magmi dei Colli Albani: Implicazioni nei Processi Petrogenetici e nei Meccanismi di Messa in Posto - Tesi di Dottorato, Università di Roma "La Sapienza" (RM1).
- Mazzeo F., Applicazione di tecniche microanalitiche per la risoluzione di problematiche petrologiche: casi studio dai vulcani dell'Italia Centro-Meridionale - Tesi di Dottorato, Università di Napoli "Federico II" (NA).
- Romengo N., Relationships between mafic and felsic magmatism at Pantelleria: a petrological study on intermediate trachyte magmas - Tesi di Dottorato, Università di Palermo (PA).
- Ambrosio F.A., Geochimica dei prodotti vulcanici di Pantelleria più giovani di 10 Ka - Tesi di Laurea Specialistica, Università di Napoli "Federico II" (NA).
- Pellegrino A., Rapporti tra vulcanesimo e sedimentazione nell'area di Costa Giardini e Cozzo Ferrante (Sortino, Monti Iblei, Sicilia) - Tesi di Laurea Specialistica, Università di Catania (CT).
- Scateni B., Studio delle ceneri dell'eruzione del 2010 del vulcano Eyjafjallajökull (Islanda): relazioni tra parametri morfologici e stile eruttivo - Tesi di Laurea Triennale, Università di Pisa (PI).

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[280] AIRPLANE - UR4 Neri Augusto - Piattaforma di ricerca multidisciplinare su terremoti e vulcani.
[338] ANDRILL - UR10 (ANtarctic DRILLing - Rapporti Temporali tra Attività Vulcanica e Sedimentazione nell'Area McMurdo Sound - Ross Ice Shelf : Implicazioni Tettoniche e Paleoclimatiche - resp.: M. Pompilio).
[338] ANDRILL - UR20 (ANtarctic DRILLing - Rapporti Temporali tra Attività Vulcanica e Sedimentazione nell'Area McMurdo Sound - Ross Ice Shelf : Implicazioni Tettoniche e Paleoclimatiche - resp.: F. Florindo).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR10 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei – resp.: L. Civetta).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR20 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei – resp. G. Chiodini).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR30 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei – resp.: W. Marzocchi).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR40 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei – resp.: C. Freda).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR50 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei – resp.: G. Saccorotti).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR60 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei - resp.: E. Del Pezzo).
[374] INGV-DPC V3 LAVA 07-09 – UR10 (Realizzazione della mappa di pericolosità da colate di lava all'Etna, e messa a punto di un metodo di aggiornamento dinamico – resp.: C. Del Negro).
[374] INGV-DPC V3 LAVA 07-09 – UR20 (Realizzazione della mappa di pericolosità da colate di lava all'Etna, e messa a punto di un metodo di aggiornamento dinamico – resp.: M. Favalli).
[374] INGV-DPC V3 LAVA 07-09 – UR30 (Realizzazione della mappa di pericolosità da colate di lava all'Etna, e messa a punto di un metodo di aggiornamento dinamico – resp.: V. Lombardo).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR10 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: R. Azzaro).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR20 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: O.M.G. Cocina).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR30 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: C. Federico).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR40 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: C. Giunchi).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR50 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: F. Mazzarini).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR60 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: G. Puglisi).
[393] TySEc – UR10 (Tyrrhenian seamounts eco systems:an integrated study – resp.: G. Berrino).

Obiettivo Specifico: 3.6.

Fisica del vulcanismo

Denominazione precedente: *Fisica del vulcanismo*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *203*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
La comprensione della fisica dei processi eruttivi presuppone lo sviluppo di modelli dinamici basati su equazioni fondamentali e la loro verifica sperimentale. Questo OS affronta la fisica del vulcanismo studiando gli equilibri liquido-solido-gas nei magmi, i sistemi idrotermali, la termodinamica dei magmi, le proprietà dei condotti di risalita nonché la dinamica della dispersione e ricaduta della cenere vulcanica, delle colate laviche, dei flussi piroclastici e dei collassi delle colonne vulcaniche.

1. Responsabile/i

Paolo Papale (PI)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

BO, CT, NA-OV, PI

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Sono proseguiti gli studi di Fisica del Vulcanismo secondo gli obiettivi indicati precedentemente, con risultati importanti in tutti i campi di ricerca perseguiti. È stata studiata attraverso simulazioni numeriche con il codice GALES l'evoluzione della pressione in sistemi magmatici durante il trasferimento di magma ricco in gas verso camere magmatiche superficiali. I risultati hanno mostrato andamenti non intuitivi che contraddicono le frequenti assunzioni. In particolare, è stata evidenziata una tendenza alla diminuzione della pressione nelle parti superficiali del sistema magmatico, e aumento di pressione nelle zone profonde di provenienza del magma. In riferimento all'attività parossistica di Stromboli durante fasi effusive è stato proposto un modello concettuale che vincola l'avvio della fase esplosiva al raggiungimento di una soglia di volume effusivo emesso, connessa alla graduale decompressione del sistema di alimentazione. All'Etna sono stati vincolati gli accumuli e i movimenti del magma in un lungo periodo di ricarica (1993-2000) attraverso l'analisi congiunta delle variazioni deformative e gravimetriche prodotte dalle sorgenti. Sempre all'Etna, sono stati condotti studi multidisciplinari sui processi che caratterizzano le fontane di lava succedutesi numerose negli ultimi anni. La deformazione indotta da accumulo di magma È stata studiata ricostruendo la stratificazione interna dell'Etna sia in 2D che in 3D. Nel caso del modello 3D sono state considerate le principali strutture che contribuiscono al partizionamento della deformazione superficiale in blocchi distinti. I risultati suggeriscono un ruolo preponderante della stratificazione reologica e dello stato di sforzo iniziale. Nel caso specifico in cui si considerino le proprietà frizionali delle formazioni geologiche campionate in situ, si evidenzia anche una dipendenza dalla storia deformativa. È proseguito lo studio della circolazione idrotermale in area vulcanica utilizzando il simulatore geotermico TOUGH2. Lo studio degli osservabili geofisici prodotti dalla circolazione dei fluidi è stato esteso per includere il calcolo delle variazioni di resistività elettrica in funzione della saturazione d'acqua nel sottosuolo (applicazione alla Solfatara dei Campi Flegrei). È stato inoltre condotto uno studio per valutare l'influenza delle variazioni giornaliere delle condizioni ambientali (P,T) sul degassamento diffuso di anidride carbonica dai suoli. Un modello numerico gas-particelle per la studio dell'interazione tra onde di shock e particelle è stato applicato per lo studio delle fasi iniziali di eruzioni esplosive, confrontando i risultati del modello con esperimenti di laboratorio in apparati ti tipo shock-tube. Tali confronti permettono di interpretare e quantificare il contributo delle forze di drag e di pressione nell'accelerazione di particelle di varie dimensioni. Un nuovo modello multifase (2 pressioni, 2 velocità) è stato sviluppato per lo studio della dinamica di risalita in condotti vulcanici per eruzioni esplosive ed effusive. Studi preliminari effettuati con tale modello hanno permesso di analizzare il ruolo del disequilibrio nel degassamento e cristallizzazione durante la risalita del magma. Il codice CPIUCPIUC, sviluppato per simulare la dinamica di un sistema integrato (camera+condotto+colonna) è stato accoppiato ad un codice MATLAB per un'analisi di sensibilità di alcuni dati di output che descrivono la colonna rispetto ai parametri di input del modello. Tale strumento è stato applicato alle eruzioni esplosive dei vulcani Vulsini per interpretare la transizione da una colonna sostenuta ad una collassante in termini di evoluzione della geometria del condotto o del contenuto in volatili. Attraverso l'uso di un modello computazionale multifase è stata simulata e analizzata la dinamica di non-equilibrio cinetico in correnti piroclastiche diluite e l'effetto della stratificazione nell'interazione con la topografia. Il modello è stato applicato alla simulazione del blast del Mt. St. Helens del 1980 ottenendo un buon riscontro con i dati geologici. Il modello è stato inoltre aggiornato introducendo una nuova condizione al contorno per quantificare la deposizione di particelle al suolo e implementando un nuovo modello reologico basato sulla teoria cinetica di miscele gas-particelle. È stato ulteriormente sviluppato il codice PDAC, migliorandone la formulazione numerica e portando l'accuratezza temporale al secondo ordine. Parallelamente, è stato formulato un modello quasi-omogeneo di miscela eruttiva in condizioni diluite, per l'applicazione allo studio della turbolenza nei plumes vulcanici. È stato concluso il confronto tra i risultati del modello VOL-CALPUFF e l'analisi multi spettrale della nube vulcanica islandese (eruzione dell' Eyjafjallajokul del 2010). Lo

stesso modello è stato utilizzato per la simulazione dei processi di dispersione di gas vulcanici (SO_2) all'Etna con l'obiettivo di stimare i principali parametri eruttivi (altezza colonna, flusso). Confronti quantitativi con misure da remoto di concentrazione di gas (rete FLAME e sensore MODIS) sono alla base di questo studio. Due studi effettuati sia su plume piccoli a Santorini (Grecia) che su plume di media intensità alla Soufriere di Guadaloupe (Lesser Antilles) hanno messo in evidenza come l'altezza possa variare anche del 50% in presenza di vento. Infine, il modello è stato utilizzato per la generazione di depositi "sintetici" su cui sono stati costruiti diversi data set (campionando in modo random il deposito). Diverse tecniche di interpolazione sono state applicate a questi dati per stimare volume eruttato e granulometria. Infine, attraverso il modello FALL3D è stato analizzato il trasporto di ceneri delle eruzioni dei vulcani messicani El Chichon del 1982 e Volcan de Colima del 1913 ed È stata effettuata la simulazione del trasporto delle ceneri dell'eruzione dell'Ignimbrite Campana (Campi Flegrei) su scala globale.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

-

4.2 Metodologie d'indagine

Le metodologie d'indagine utilizzate sono prevalentemente quelle della modellistica fisico-matematica e simulazione numerica, complementate da studi multi-disciplinari (geofisica e geochimica in aree vulcaniche, vulcanologia sperimentale, ricerche di terreno e di laboratorio; ecc.). Un ruolo importante è ricoperto dalla programmazione e calcolo parallelo, mediante l'utilizzo di clusters presso l'INGV o di risorse di calcolo presso partner esterni, per eseguire calcoli di dimensioni tali da eccedere le capacità computazionali oggi disponibili nell'ente. Altrettanto rilevanti sono le tecniche di visualizzazione e analisi dati, che utilizzano software specifici. Infine, un ruolo importante è rappresentato dall'insieme di tecniche informatiche necessarie per l'opportuno storaggio e rapido recupero di grandi moli di dati prodotti dalle simulazioni numeriche.

4.3 Dati acquisiti

-

4.4 Avanzamenti scientifici

Gli avanzamenti scientifici sono più estesamente descritti al punto 3 relativo agli obiettivi raggiunti, e possono essere sintetizzati nei seguenti:

- miglior comprensione delle dinamiche magmatiche sub-superficiali, in particolare in relazione alle variazioni di quantità in grado di produrre osservabili in superficie;
- avanzamenti nella comprensione delle relazioni tra trasferimenti di magmi e osservabili ai vulcani Etna e Stromboli;
- avanzamenti nella comprensione delle dinamiche di circolazione dei fluidi in sistemi geotermali;
- avanzamenti nello studio delle dinamiche comprimibili durante la risalita dei magmi in eruzioni esplosive, e nelle relazioni tra risalita dei magmi e dinamiche eruttive superficiali;
- avanzamenti nella modellazione e simulazione di correnti di densità e di plume vulcanici, con riscontri attraverso applicazioni a casi reali particolarmente ben noti.

4.5 Avanzamenti tecnologici

-

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

10. Aloisi, M., Mattia, M., Ferlito, C., Palano, M., Bruno, V., Cannavò, F. (2011). Imaging the multi-level magma reservoir at Mt. Etna volcano (Italy). Geophys. Res. Lett., 38, L16306. 10.1029/2011GL048488. http://hdl.handle.net/2122/7288
19. Andò, B., Coltelli, M., Prestifilippo, M., Scollo, S. (2011). A Lab-Scale Experiment to Measure Terminal Velocity of Volcanic Ash. IEEE Trans. Instrum. Meas., 60, 4, 1340-1347. 10.1109/TIM.2010.2090690. http://hdl.handle.net/2122/7664
34. Baker, D. R., Moretti, R. (2011). Modeling the Solubility of Sulfur in Magmas: A 50-Year Old Geochemical Challenge. Rev. Mineral. Geochem., 73, 1, 167-213. 10.2138/rmg.2011.73.7. http://hdl.handle.net/2122/7822
37. Balassone, G., Talla, D., Beran, A., Mormone, A., Altomare, A., Moliterni, A., Mondillo, N., Saviano, M., Petti, C.

(2011). Vesuvianite from Somma-Vesuvius volcano (southern Italy): chemical, X-ray diffraction and single-crystal polarized FTIR investigations. Period. Mineral., 80, 3, 369-364. 10.2451/2011PM0026. http://hdl.handle.net/2122/7801

41. Battaglia, M., Di Bari, M., Acocella, V., Neri, M. (2011). Dike emplacement and flank instability at Mount Etna: Constraints from a poro-elastic-model of flank collapse. J. Volcanol. Geotherm. Res., 199, 153-164. 10.1016/j.jvolgeores.2010.11.005. http://hdl.handle.net/2122/7002
42. Bebbington, M., Marzocchi, W. (2011). Stochastic models for earthquake triggering of volcanic eruptions. J. Geophys. Res., 116, B05204. 10.1029/2010JB008114. http://hdl.handle.net/2122/7293
43. Belardinelli, M. E., Bizzarri, A., Berrino, G., Ricciardi, G. P. (2011). A model for seismicity rates observed during the 1982–1984 unrest at Campi Flegrei caldera (Italy). Earth Planet. Sci. Lett., 302, 3-4, 287-298. 10.1016/j.epsl.2010.12.015. http://hdl.handle.net/2122/6932
45. Belousov, A., Behncke, B., Belousova, M. (2011). Generation of pyroclastic flows by explosive interaction of lava flows with ice/water-saturated substrate. J. Volcanol. Geotherm. Res., 202, 1-2, 60–72. 10.1016/j.jvolgeores.2011.01.004. http://hdl.handle.net/2122/7829
46. Bemis, K., Walker, J., Borgia, A., Turrin, B., Neri, M., Swisher III, C. (2011). The growth and erosion of cinder cones in Guatemala and El Salvador: Models and statistics. J. Volcanol. Geotherm. Res., 201, 39-52. 10.1016/j.jvolgeores.2010.11.007. http://hdl.handle.net/2122/7000
50. Berrino, G., Yokoyama, I. (2011). Common geophysical characteristics of Campi Flegrei, Rabaul and Usu: Three volcanic events. Geofis. Int., 50, 4, 411-424.http://hdl.handle.net/2122/7790
57. Bilotta, G., Russo, G., Herault, A., Del Negro, C. (2011). Moving least-squares corrections for smoothed particle hydrodynamics. Ann. Geophys., 54, 5, 622-633. 10.4401/ag-5344. http://hdl.handle.net/2122/7602
58. Bilotta, G., Rustico, E., Herault, A., Vicari, A., Russo, G., Del Negro, C., Gallo, G. (2011). Porting and optimizing MAGFLOW on CUDA. Ann. Geophys., 54, 5, 580-591. 10.4401/ag-5341. http://hdl.handle.net/2122/7603
73. Bonaccorso, A., Bonforte, A., Currenti, G., Del Negro, C., Di Stefano, A., Greco, F. (2011). Magma storage, eruptive activity and flank instability: inferences from ground deformation and gravity changes during the 1993-2000 recharging of mt. Etna volcano. J. Volcanol. Geotherm. Res., 200, 3-4. http://hdl.handle.net/2122/6661
74. Bonaccorso, A., Caltabiano, T., Currenti, G., Del Negro, C., Gambino, S., Ganci, G., Giammanco, S., Greco, F., Pistorio, A., Salerno, G., Spampinato, S., Boschi, E. (2011). Dynamics of a lava fountain revealed by geophysical, geochemical and thermal satellite measurements: The case of the 10 April 2011 Mt Etna eruption. Geophys. Res. Lett., 38, L24307. 10.1029/2011GL049637. http://hdl.handle.net/2122/7285
103. Cappello, A., Vicari, A., Del Negro, C. (2011). Retrospective validation of a lava flow hazard map for Mount Etna volcano. Ann. Geophys., 54, 5, 634-640. 10.4401/ag-5345. http://hdl.handle.net/2122/7598
109. Carlino, S., Somma, R., Troise, C., De Natale, G. (2011). The geothermal exploration of Campanian volcanoes: Historical review and future development. Renew. Sust. Energ. Rev., 16, 1, 1004-1030. 10.1016/j.rser.2011.09.023. http://hdl.handle.net/2122/7264
125. Cimarelli, C., Costa, A., Mueller, S., Mader, H. M. (2011). Rheology of magmas with bimodal crystal size and shape distributions: Insights from analog experiments. Geochem. Geophys. Geosyst., 12, 7, Q07024. 10.1029/2011GC003606. http://hdl.handle.net/2122/7599
134. Convertito, V., Zollo, A. (2011). Assessment of pre-crisis and syn-crisis seismic hazard at Campi Flegrei and Mt. Vesuvius volcanoes, Campania, southern Italy. Bull. Volcanol., 73, 767–783. 10.1007/s00445-011-0455-2. http://hdl.handle.net/2122/7771
136. Corradini, S., Merucci, L., Folch, A. (2011). Volcanic Ash Cloud Properties: Comparison Between MODIS Satellite Retrievals and FALL3D Transport Model. IEEE Geosci. Remote Sens. Lett., 8, 2, 248-252. 10.1109/LGRS.2010.2064156. http://hdl.handle.net/2122/7805
141. Currenti, G., Napoli, R., Del Negro, C. (2011). Toward a realistic deformation model of the 2008 magmatic intrusion at Etna from combined DInSAR and GPS observations. Earth Planet. Sci. Lett., 312, 22-27. 10.1016/j.epsl.2011.09.058. http://hdl.handle.net/2122/7572
142. Currenti, G., Napoli, R., Di Stefano, A., Greco, F., Del Negro, C. (2011). 3D integrated geophysical modeling for the 2008 magma intrusion at Etna: Constraints on rheology and dike overpressure. Phys. Earth Planet. Inter., 185, 44-52. 10.1016/j.pepi.2011.01.002. http://hdl.handle.net/2122/7574
148. Dal Negro, C., Gresta, S. (2011). The lava flow invasion hazard map at Mount Etna and methods for its dynamic update. Ann. Geophys., 54, 5, 462-463. 10.4401/ag-5517. http://hdl.handle.net/2122/7793
156. D'Antonio, M. (2011). Lithology of the basement underlying the Campi Flegrei caldera: Volcanological and petrological constraints. J. Volcanol. Geotherm. Res., 200, 91-98. 10.1016/j.jvolgeores.2010.12.006. http://hdl.handle.net/2122/7832
162. De Martino, S., Palo, M., Cimini, G. B. (2011). A statistical study of the Stromboli volcano explosion quakes before and during 2002-2003 eruptive crisis. J. Geophys. Res., 116, B04303. 10.1029/2010JB008047. http://hdl.handle.net/2122/7333
172. Dellino, P., De Astis, G., La Volpe, L., Mele, D., Sulpizio, R. (2011). Quantitative hazard assessment of phreatomagmatic eruptions at Vulcano (Aeolian Islands, Southern Italy) as obtained by combining stratigraphy, event statistics and physical modelling. J. Volcanol. Geotherm. Res., 201, 1-4, 364-384. 10.1016/j.jvolgeores.2010.06.009. http://hdl.handle.net/2122/7828
199. Esposti Ongaro, T., Widiwijayanti, C., Clarke, A. B., Voight, B., Neri, A. (2011). Multiphase-flow numerical modeling of the 18 May 1980 lateral blast at Mount St. Helens, USA. Geology, 39, 6, 535-538. 10.1130/G31865.1. http://hdl.handle.net/2122/7479
209. Favalli, M., Tarquini, S., Fornaciai, A. (2011). DOWNFLOW code and LIDAR technology for lava flow analysis and hazard assessment at Mount Etna. Ann. Geophys., 54, 5, 552-566. 10.4401/ag-5339.

http://hdl.handle.net/2122/7487
214. Filippucci, M., Tallarico, A., Dragoni, M. (2011). Conditions for crust and tube formation in lava flows with power-law rheology. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 2, 309-319. 10.4430/bgta0008. http://hdl.handle.net/2122/7792
221. Fortin, J., Stanchits, S., Vinciguerra, S., Guéguen, Y. (2011). Influence of thermal and mechanical cracks on permeability and elastic wave velocities in a basalt from Mt. Etna volcano subjected to elevated pressure. Tectonophysics, 503, 60-74. 10.1016/j.tecto.2010.09.028. http://hdl.handle.net/2122/7847
229. Ganci, G., Vicari, A., Fortuna, L., Del Negro, C. (2011). The HOTSAT volcano monitoring system based on combined use of SEVIRI and MODIS multispectral data. Ann. Geophys., 54, 5, 544-550. 10.4401/ag-5338. http://hdl.handle.net/2122/7595
241. Harris, A., Favalli, M., Wright, R., Garbeil, H. (2011). Hazard assessment at Mount Etna using a hybrid lava flow inundation model and satellite-based land classification. Nat. Hazards, 58, 3, 1001-1027. 10.1007/s11069-010-9709-0. http://hdl.handle.net/2122/7496
243. Heap, M. J., Baud, P., Meredith, P. G., Vinciguerra, S., Bell, A. F., Main, I. G. (2011). Brittle creep in basalt and its application to time-dependent volcano deformation. Earth Planet. Sci. Lett., 307, 1-2, 71–82. 10.1016/j.epsl.2011.04.035. http://hdl.handle.net/2122/7775
244. Herault, A., Bilotta, G., Vicari, A., Rustico, E., Del Negro, C. (2011). Numerical simulation of lava flow using a GPU SPH model. Ann. Geophys., 54, 5, 600-620. 10.4401/ag-5343. http://hdl.handle.net/2122/7604
252. Iezzi, G., Tribaudino, M., Ventura, G., Margiolaki, I. (2011). The high-temperature P21/m -> C2/m phase transitions in synthetic amphiboles along the richterite-(BMg)-richterite join. Am. Miner., 96, 2-3, 353-363. 10.2138/am.2011.3559. http://hdl.handle.net/2122/7777
288. Marini, L., Moretti, R., Accornero, M. (2011). Sulfur Isotopes in Magmatic-Hydrothermal Systems, Melts, and Magmas. Rev. Mineral. Geochem., 73, 1, 423-492. 10.2138/rmg.2011.73.14. http://hdl.handle.net/2122/7857
290. Marsella, M. A., Scifoni, S., Coltelli, M., Proietti, C. (2011). Quantitative analysis of the 1981 and 2001 Etna flank eruptions: a contribution for future hazard evaluation and mitigation. Ann. Geophys., 54, 5, 492-498. 10.4401/ag-5334. http://hdl.handle.net/2122/7301
322. Mormone, A., Piochi, M., Bellatreccia, F., De Astis, G., Moretti, R., Della Ventura, G., Cavallo, A., Mangiacapra, A. (2011). A CO_2-rich magma source beneath the Phlegraean Volcanic District (Southern Italy). Chem. Geol., 287, 66-80. 10.1016/j.chemgeo.2011.05.019. http://hdl.handle.net/2122/7421
328. Neri, M., Acocella, V., Behncke, B., Giammanco, S., Mazzarini, F., Rust, D. (2011). Structural analysis of the eruptive fissures at Mount Etna (Italy). Ann. Geophys., 54, 5, 464-479. 10.4401/ag-5332. http://hdl.handle.net/2122/7266
365. Pino, N. A., Moretti, R., Allard, P., Boschi, E. (2011). Seismic precursors of a basaltic paroxysmal explosion track deep gas accumulation and slug upraise. J. Geophys. Res., 116, B02312. 10.1029/2009JB000826. http://hdl.handle.net/2122/7851
383. Rinaldi, A. P., Todesco, M., Vandemeulebrouck, J., Revil, A., Bonafede, M. (2011). Electrical conductivity, ground displacement, gravity changes, and gas flow at Solfatara crater (Campi Flegrei caldera, Italy): Results from numerical modeling. J. Volcanol. Geotherm. Res., 207, 3-4, 93-105. 10.1016/j.jvolgeores.2011.07.008. http://hdl.handle.net/2122/7809
387. Rongo, R., Avolio, M. A., Behncke, B., D'Ambrosio, D., Di Gregorio, S., Lupiano, V., Neri, M., Spataro, W., Crisci, G. M. (2011). Defining high-detail hazard maps by a cellular automata approach: application to Mount Etna (Italy). Ann. Geophys., 54, 5, 568-578. 10.4401/ag-5340. http://hdl.handle.net/2122/7267
391. Rustico, E., Bilotta, G., Herault, A., Del Negro, C., Gallo, G. (2011). Scalable multi-GPU implementation of the MAGFLOW simulator. Ann. Geophys., 54, 5, 592-599. 10.4401/ag-5342. http://hdl.handle.net/2122/7605
415. Smith, V. C., Isaia, R., Pearce, N. J. G. (2011). Tephrostratigraphy and glass compositions of post-15 kyr Campi Flegrei eruptions: implications for eruption history and chronostratigraphic markers. Quat. Sci. Rev., 30, 3638–3660. 10.1016/j.quascirev.2011.07.012. http://hdl.handle.net/2122/7804
425. Tallarico, A., Dragoni, M., Filippucci, M., Piombo, A., Santini, S., Valerio, A. (2011). Cooling of a channeled lava flow with non-Newtonian rheology: crust formation and surface radiance. Ann. Geophys., 54, 5, 510-520. 10.4401/ag-5335. http://hdl.handle.net/2122/7800
432. Trasatti, E., Bonafede, M., Ferrari, C., Giunchi, C., Berrino, G. (2011). On deformation sources in volcanic areas: Modeling the Campi Flegrei (Italy) 1982–84 unrest. Earth Planet. Sci. Lett., 306, 3-4, 175-185. 10.1016/j.epsl.2011.03.033. http://hdl.handle.net/2122/6989
434. Troiano, A., Di Giuseppe, M. G., Petrillo, Z., Troise, C., De Natale, G. (2011). Ground deformation at calderas driven by fluid injection: modelling unrest episodes at Campi Flegrei (Italy). Geophys. J. Int., 187, 2, 833–847. 10.1111/j.1365-246X.2011.05149.x. http://hdl.handle.net/2122/7838
439. Vicari, A., Bilotta, G., Bonfiglio, S., Cappello, A., Ganci, G., Herault, A., Rustico, E., Gallo, G., Del Negro, C. (2011). LAV@HAZARD: A Web-Gis interface for volcanic hazard assessment. Ann. Geophys., 54, 5, 662-670. 10.4401/ag-5347. http://hdl.handle.net/2122/7593
440. Vicari, A., Ganci, G., Behncke, B., Cappello, A., Neri, M., Del Negro, C. (2011). Near real-time forecasting of lava flow hazards during the 12-13 January 2011 Etna eruption. Geophys. Res. Lett., 38, L13317. 10.1029/2011GL047545, 2011. http://hdl.handle.net/2122/7258
452. Zhu, W., Baud, P., Vinciguerra, S., Wong, T. (2011). Micromechanics of brittle faulting and cataclastic flow in Alban Hills tuff. J. Geophys. Res., 116, B06209. 10.1029/2010JB008046. http://hdl.handle.net/2122/7830

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

466. Barsotti, S., Bignami, C., Buongiorno, M. F., Corradin, S., Doumaz, F., Guerrieri, L., Merucci, L., Musacchio, M., Nannipieri, L., Neri, A., Piscini, A., Silvestri, M., Spanu, A., Spinetti, C., Stramondo, S., Wegmuller, U. (2011). SAFER Response to Eyjafjallajökull and Merapi Volcanic Eruptions. In: 'Let's embrace space' Space Research achievements under the 7th Framework Programme, Edit by European Commission, DG Enterprise and Industry. Let's embrace space, 212-222. http://hdl.handle.net/2122/7646
531. Di Vito, M. A., Piochi, M., Mormone, A., Tramelli, A. (2011). Somma Vesuvius: the Volcano and the Observatory. http://hdl.handle.net/2122/7204
536. Ganci, G., Vicari, A., Bonfiglio, S., Gallo, G., Del Negro, C. (2011). A texton-based cloud detection algorithm for MSG-SEVIRI multispectral images. Geomatics, Natural Hazards and Risk, 2, 3, 279-290. 10.1080/19475705.2011.578263. http://hdl.handle.net/2122/7601
561. Neri, M. (2011). Shallow dike emplacement and related hazard in central stratovolcanoes. Acta Vulcanologica, 22, 1-2, 53-56. http://hdl.handle.net/2122/7699

5.2b Tesi di laurea e dottorato

- Carcano S., Numerical modeling of explosive eruptions and pyroclastic density currents - Ph.D in Mathematics, Politecnico di Milano (2011-) (PI).
- Cerminara M., The theory of turbulent dispersed multiphase flow applied to explosive volcanic eruptions via Large-Eddy Simulation methods - Ph.D. in Mathematics, Scuola Normale Superiore di Pisa (2011-) (PI).
- Di Stefano A., Next generation of numerical models for inferring the volcano dynamics from geophysical observations - Tesi di Dottorato di Ricerca in Ingegneria Elettronica, Automatica e del Controllo dei Sistemi Complessi, XXIV Ciclo (CT).
- Nespoli M., Laghi vulcanici e circolazione idrotermale, simulazioni numeriche per lo studio del vulcano Poás (Costa Rica) - Corso di Laurea in Fisica, Università di Bologna (BO).
- Oppo D., Studio dei vulcani di fango per la definizione della migrazione dei fluidi profondi - Dottorato in Scienze della Terra, Università di Bologna - Ciclo XXIV, 04/A2 (BO).
- Orsucci S., Multiphase flow dynamics of pyroclastic density currents - Ph.D. in Applied Physics, Università di Pisa (2011-) (PI).
- Re G., Modellizzazione e simulazione numerica di flussi gravitativi superficiali - Tirocinio formativo per l'Università di Pisa, Corso di laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche (2011) (PI).
- Rinaldi A.P., Modeling hydrotehrmal system: deriving observable and hydrothermal instability in volcanic and non volcanic settings - Dottorato in Geofisica, Università di Bologna - Ciclo XXIII, GEO/1 (BO).
- Saglimbene S., Analisi e modellazione di dati interferometrici satellitari in aree vulcaniche - Tesi di Laurea in Ingegneria Elettronica, Università di Catania (CT).
- Tescione I., Modellazione numerica del sistema geotermico di Torre Alfina - Corso di Laurea in Geologia del territorio e delle risorse, Università di Roma Tre (BO).

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[280] AIRPLANE - UR4 Neri Augusto - Piattaforma di ricerca multidisciplinare su terremoti e vulcani.
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR10 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei – resp.: L. Civetta).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR20 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei – resp. G. Chiodini).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR30 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei – resp.: W. Marzocchi).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR40 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei – resp.: C. Freda).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR50 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei – resp.: G. Saccorotti).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR60 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei - resp.: E. Del Pezzo).
[373] INGV-DPC V2 PAROXYSM 07-09 – UR10 (Definizione dei precursori attesi per eventi maggiori, parossismi e attività effusiva al vulcano Stromboli – resp.: A. Bertagnini).
[373] INGV-DPC V2 PAROXYSM 07-09 – UR20 (Definizione dei precursori attesi per eventi maggiori, parossismi e

attività effusiva al vulcano Stromboli – resp.: S. Calvari).
[373] INGV-DPC V2 PAROXYSM 07-09 – UR30 (Definizione dei precursori attesi per eventi maggiori, parossismi e attività effusiva al vulcano Stromboli – resp. M.L. Carapezza).
[373] INGV-DPC V2 PAROXYSM 07-09 – UR40 (Definizione dei precursori attesi per eventi maggiori, parossismi e attività effusiva al vulcano Stromboli – resp.: F. Doumaz).
[373] INGV-DPC V2 PAROXYSM 07-09 – UR50 (Definizione dei precursori attesi per eventi maggiori, parossismi e attività effusiva al vulcano Stromboli – resp.: M. Martini).
[373] INGV-DPC V2 PAROXYSM 07-09 – UR60 (Definizione dei precursori attesi per eventi maggiori, parossismi e attività effusiva al vulcano Stromboli – resp.: M. Mattia).
[373] INGV-DPC V2 PAROXYSM 07-09 – UR70 (Definizione dei precursori attesi per eventi maggiori, parossismi e attività effusiva al vulcano Stromboli – resp.: A.L. Rizzo).
[374] INGV-DPC V3 LAVA 07-09 – UR10 (Realizzazione della mappa di pericolosità da colate di lava all'Etna, e messa a punto di un metodo di aggiornamento dinamico – resp.: C. Del Negro).
[374] INGV-DPC V3 LAVA 07-09 – UR20 (Realizzazione della mappa di pericolosità da colate di lava all'Etna, e messa a punto di un metodo di aggiornamento dinamico – resp.: M. Favalli).
[374] INGV-DPC V3 LAVA 07-09 – UR30 (Realizzazione della mappa di pericolosità da colate di lava all'Etna, e messa a punto di un metodo di aggiornamento dinamico – resp.: V. Lombardo).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR10 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: R. Azzaro).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR20 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: O.M.G. Cocina).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR30 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: C. Federico).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR40 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: C. Giunchi).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR50 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: F. Mazzarini).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR60 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: G. Puglisi).
[376] INGV-DPC V5 SPEED 07-09 – UR10 (Progetti scientifici previsti dalla Convenzione tra il DPC e la Regione Campania stipulata il 21.07.2006 – resp.: E. Del Pezzo).
[376] INGV-DPC V5 SPEED 07-09 – UR20 (Progetti scientifici previsti dalla Convenzione tra il DPC e la Regione Campania stipulata il 21.07.2006 – resp.: G. Macedonio).
[382] INGV-DPC V6 07-09 – UR10 (Progetti scientifici previsti dalla Convenzione tra il DPC e la Regione Campania stipulata il 21.07.2006 – resp.: G. De Natale).
[386] MIUR-PRIN 2007 – Moretti – UR10 (Termodinamica e cinetica del degassamento magmatico:osservazioni, sperimentazioni e modellizzazione – resp.: R. Moretti).
[415] CONTRIBUTO Istituto Banco di Napoli - UR10 (Campi Flegrei DEEP Drilling Project - resp.: G. De Natale).
[430] GEISER - Progetto UE De Natale - UR10 De Natale Giuseppe - Progetto UE GEISER: Geothermal Engineering Integrating Mitigation of Induced Seismicity in Reservoirs - De Natale.
[448] MAMMA - UR10 Neri Augusto - Magma Ascent Mathematical Modelling and Analysis.
[454] PRIN 2008 - AshErupt - UR10 Pompilio Massimo Nicola - Studio sperimentale della cristallizzazione sineruttiva e dell' alterazione di alta temperatura dei prodotti delle eruzioni dominate da emissione di cenere.

Obiettivo Specifico: 3.7

Dinamica del clima e dell'oceano

Denominazione precedente: *Dinamica del clima e dell'oceano*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *15*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo OS affronta lo studio delle interazioni fra atmosfera ed oceano, consentendo di affrontare i temi della variabilità dinamica del clima a scale annuali ed interannuali. Si tratta di un tema oggi dominante nelle applicazioni della climatologia alla conoscenza dell'evoluzione del clima, così come tale evoluzione viene percepita sia nell'ambito scientifico che a livello di opinione pubblica.

1. Responsabile/i

Simona Masina (BO)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

BO

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Le attività di ricerca sono state in prevalenza dedicate alla conclusione del set di simulazioni relative al Coupled Model Intercomparison Project (CMIP5) previsto come contributo al prossimo rapporto (AR5) dell'IPCC. Le simulazioni sono state effettuate sia con il modello ad alta risoluzione spaziale (CMCC-CM,T159L31) che con il modello con stratosfera ad alta risoluzione (CMCC-CMS, T63L95). Sono state inoltre prodotte simulazioni con il modello accoppiato che comprende il ciclo del carbonio ad una risoluzione orizzontale più bassa ma con l'aggiunta dei processi dinamici della bassa stratosfera (CMCC-CESM, T31L39). In particolare con quest'ultimo si sono prodotti un controllo pre-industriale completato (275 anni), una simulazione storica (1850-2005) e uno scenario RCP8.5 (2006-2100). Durante il 2011 si è effettuato circa il 70% del processamento dei dati relativi alle simulazioni CMIP5. I risultati hanno evidenziato la capacità del modello fisico ad alta risoluzione spaziale CMCC-CM di rappresentare l'andamento della temperatura media globale a 2m di altezza rispetto alle osservazioni. Negli scenari l'andamento della temperatura media globale a 2m di altezza subisce un incremento variabile tra 2 e 5°C rispetto al clima attuale, in dipendenza dal tipo di scenario scelto per la simulazione fino al 2100. I due scenari di clima futuro scelti per il CMIP5 (RCP4.5/RCP8.5) portano a valori superiori/inferiori di concentazione di CO_2 nell'aria alla fine del 21mo secolo rispetto al precedente esperimento SRES A1B (CMIP3). Il sistema di previsioni decadali che utilizza il modello CMCC-CM si basa su un ensemble di tre membri, le cui condizioni iniziali vengono perturbate utlizzando un set di rianalisi oceaniche che differiscono per il metodo di assimilazione e per il data set assimilato. Il set di previsioni condotte seguendo il protocollo CMIP5 ha utilizzato forzanti osservati per il periodo 1960-2005 e lo scenario RCP4.5 per il periodo di forecast 2006-2035. Per quanto riguarda il sistema di previsioni stagionali (non oggetto della partecipazione a CMIP5), in aggiunta alle condizioni iniziali dell'oceano implementate nella precedente versione, il sistema (Seasonal Prediction System, CMCC-SPS) si È arricchito dell'inizializzazione delle variabili prognostiche atmosferiche tramite le reanalisi ERA-interim. Le simulazioni del CMCC-SPS si sono svolte nella prima parte dell'anno, mentre i mesi centrali sono stati dedicati al post-processing dei dati. Particolare attenzione È stata dedicata alla variabilità interna del modello, per individuare eventuali limiti intrinseci sulla predicibilità di alcune regioni geografiche, e sulla variabilità interannuale per il confronto con i dati osservati. Il sistema implementato rappresenta la prima fase della creazione di un sistema operativo di previsione stagionale. Per le attività sul modello oceanico globale NEMO ad una risoluzione orizzontale di ¼°, i principali sforzi sono stati indirizzati al miglioramento dei forzanti superficiali con coefficienti correttivi climatologici, ed è stata completata l'implementazione del modello di ghiaccio marino LIM2 (sia la parte dinamica che termodinamica) accoppiata a NEMO. Con lo stesso modello È stata prodotta una ricostruzione dello stato globale del mare per l'era altimetrica (1993-2009) che servirà come base per successive calibrazioni e miglioramenti del sistema di assimilazione e del modello oceanico Anche l'accoppiamento con il modello di biogeochimica marina BFM è stato aggiornato alle nuove versioni. Le simulazioni vengono effettuate sia nell'oceano globale ad alta e bassa risoluzione (¼° e 2°) che nel Mediterraneo con la stessa configurazione fisica usata dal Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa. Sono proseguite le attività di analisi dei risultati del modello di sistema terra (ESM), focalizzandosi sui cambiamenti della produzione primaria nel Pacifico equatoriale separandoli dalle variazioni indotte dalla variabilità climatica naturale, e sull'analisi dell'interazione tra ozono stratosferico e flussi di CO_2 nell'Oceano Meridionale. Sono stati individuati meccanismi di scambio di ferro tra le zone subtropicali ed il Pacifico equatoriale che potrebbero rendere l'ecosistema della regione meno vulnerabile ai cambiamenti climatici. Il modello ESM è stato usato anche per alcuni studi preliminari di geoingegneria, valutando il rilascio di carbonio antropogenico dall'oceano a seguito di azioni idealizzate di rimozione programmata di CO_2 atmosferica. L'analisi di eventi estremi in temperatura nel Sud America, svolta in collaborazione con il CIMA (Buenos Aires), ha mostrato come sia la fase sia l'intensità del forcing tropicale ne influenzino la frequenza. Questi risultati sono in parte spiegati da strutture di circolazione a larga scala e dalle teleconnessioni tra le regioni tropicali e quelle extra-tropicali. Nei tropici una relazione

molto forte esiste tra ENSO e il monsone Indiano (ISM). Nel modello accoppiato la relazione tra ISM e il dipolo dell'oceano Indiano è più realistica che in un modello solo atmosferico evidenziando come gli effetti accoppiati e gli scambi oceano-atmosfera siano molto importanti. Il Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa nel sistema MFS-EU ha finalizzato il lavoro di implementazione del forzante di pressione atmosferica ed ha sviluppato un modulo di assimilazione dati coerente con il nuovo sistema. La prima versione del sistema di previsione accoppiato onde correnti è diventato operativo e sono continuati gli studi di variabilità del livello del Mar Mediterraneo per il periodo 1960-2008. Lo sviluppo, l'implementazione e la calibrazione di una tecnica di Super-Ensemble da applicare ai modelli di circolazione del Mar Mediterraneo è stato finalizzato. Il lavoro sulla produzione delle nuove rianalisi effettuate con il nuovo modello MFS-EU è continuato con particolari studi sulle parametrizzazione dei processi di scambio all-interfaccia aria-mare.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

-

4.2 Metodologie d'indagine

Il modello accoppiato PELAGOS che contiene il modello oceanico NEMO ed il modello biogeochimico BFM è stato usato per verificare statisticamente l'esistenza di province biogeochimiche nell'oceano globale che abbiano caratteristiche fisiche e biogeochimiche coerenti (Vichi et al., 2011). I risultati hanno mostrato che il modello è in grado di riprodurre le caratteristiche di base di queste regioni oceaniche e che questa metodologia permetterebbe di verificare il funzionamento dei modelli riducendo la necessità di raccogliere grandi quantità di dati. L'analisi dei risultati preliminari delle nuove rianalisi del mar Mediterraneo con il nuovo sistema MFS-EU per il periodo 1985-2010, ha portato a rivedere il data-set osservativo utilizzato dallo schema di assimilazione, in particolari si È passati dall'utilizzo del dataset MEDATLAS all'utilizzo del dataset SeadataNet. Questo ha portato ad un considerevole aumento del numero di osservazioni utilizzate. Lo studio ha anche portato a rivedere alcune parametrizzazione dei flussi superficiali.

4.3 Dati acquisiti

-

4.4 Avanzamenti scientifici

Il modello accoppiato sviluppato al CMCC, grazie all'alta risoluzione spaziale ed all'alta frequenza di accoppiamento tra la componente atmosferica e quella oceanica, ha permesso di investigare la relazione tra i cicloni tropicali ed il trasporto meridionale di calore in oceano. L'analisi ha evidenziato che anche la componente direttamente legata all'azione del vento alla superficie (Ekman driven), e non solo l'effetto di rimescolamento delle acque, ha un effetto significativo sul trasporto di calore durante la stagione dei cicloni tropicali. Tale effetto però non si propaga nel tempo in quanto interessa solo gli strati superficiali dell'oceano (Scoccimarro et al. 2011). Una analisi dello skill del sistema di previsioni decadali è stata condotta sui risultati delle simulazioni di *hindcast* e *forecast*. Le concluisioni principali di tale analisi sono documentate in un articolo scientifico appena accetato (Bellucci et al., in stampa). Sono state usate le simulazioni CMIP5 dell'ESM che includono una rappresentazione realistica della dinamica stratosferica e dei processi radiativi legati all'ozono (modello "high-top") per fare una analisi delle interazioni tra stratosfera e ciclo del carbonio. I risultati sono stati confrontati con una versione del modello che include una rappresentazione parziale della dinamica stratosferica (modello "low-top") e presentati in un articolo (Cagnazzo et al., sottomesso) che illustra il possible impatto dei cambiamenti nella dinamica stratosferica e dell'accoppiamento troposfera-stratosfera sui flussi di carbonio medi annuali soprattutto nell'Oceano Meridionale che risulterebbe un minore assorbitore di CO_2 atmosferica di quanto previsto.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Le principali attività del 2011 a livello di oceano globale si sono focalizzate sulla messa a punto delle configurazioni sia del sistema di assimilazione che del modello oceanico globale NEMO ad ¼ di risoluzione orizzontale. Il sistema di assimilazione globale è stato implementato a partire dal sistema 3DVAR operativo nel Mediterranean Forecasting System. Attualmente il sistema supporta l'assimilazione di tutte le osservazioni in-situ, delle osservazioni altimetriche e di quelle di temperatura superficiale del mare da satellite. Le attivitè di sviluppo svolte in quest'anno sono principalmente consistite nel calcolo e rifinimento delle covarianze degli errori del modello, implementando un raggio di correlazione orizzontale degli errori del modello variabile nello spazio. Inoltre sono state migliorate la caratterizzazione degli errori delle osservazioni e le pratiche di preprocessamento delle osservazioni; è stata completata la parallelizzazione del codice 3DVAR, e sono stati eseguiti molti test di validazione del sistema di assimilazione. È iniziata la preparazione della versione pubblica di rilascio del modello biogeochimico BFM (Biogoechemical Flux Model, htpp://bfm.cmcc.it), che viene sviluppata nell'ambito di un accordo di programma tra diversi istituti italiani. Il codice open source è predisposto per includere diversi tipi di gruppi funzionali biologici e può essere accoppiato con diversi modelli di circolazione generale

oceanica. Il gruppo di Oceanografia Operativa ha continuato lo sviluppo della nuova versione del modello che include l'accoppiamento del modello di circolazione oceanica con quello di onde. Inoltre È iniziato lo sviluppo di un nuovo modello del bacino mediterraneo ad una risoluzione orizzontale di 1/24 di grado. Questo ha portato ad un utilizzo intensivo di macchine di calcolo con architettura dedicata al calcolo parallelo con relativo sviluppo ed ottimizzazione dei codici in questa direzione.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

7. Alessandri, A., Borrelli, A., Gualdi, S., Scoccimarro, E., Masina, S. (2011). Tropical Cyclone Count Forecasting Using a Dynamical Seasonal Prediction System: Sensitivity to Improved Ocean Initialization. J. Clim., 24, 2963–2982. 10.1175/2010JCLI3585.1. http://hdl.handle.net/2122/7322
22. Anzidei, M., Antonioli, F., Benini, A., Lambeck, K., Sivan, D., Serpelloni, E., Stocchi, P. (2011). Sea level change and vertical land movements since the last two millennia along the coasts of southwestern Turkey and Israel. Quat. Int., 232, 1-2, 13-20. 10.1016/j.quaint.2010.05.005. http://hdl.handle.net/2122/7848
23. Anzidei, M., Antonioli, F., Lambeck, K., Benini, A., Soussi, M., Lakhdar, R. (2011). New insights on the relative sea level change during Holocene along the coasts of Tunisia and western Libya from archaeological and geomorphological markers. Quat. Int., 232, 5-12. 10.1016/j.quaint.2010.03.018. http://hdl.handle.net/2122/7812
39. Baneschi, I., Piccini, L., Regattieri, E., Isola, I., Guidi, M., Lotti, L., Mantelli, F., Menichetti, M., Drysdale, R. N., Zanchetta, G. (2011). Hypogean microclimatology and hydrology of the 800-900m a.s.l. level in the Monte Corchia Cave (Tuscany Italy) - preliminary consideration and implications for paleoclimatological studies. Acta Carsologica, 40, 1, 175-187.http://hdl.handle.net/2122/7450
40. Barreiro, M., Cherchi, A., Masina, S. (2011). Climate sensitivity to changes in ocean heat transport. J. Clim., 24, 19, 5015–5030. 10.1175/JCLI-D-10-05029.1. http://hdl.handle.net/2122/7062
44. Bellafiore, D., Guarnieri, A., Grilli, F., Penna, P., Bortoluzzi, G., Giglio, F., Pinardi, N. (2011). Study of the hydrodynamical processes in the Boka Kotorska Bay with a finite element model. Dyn. Atmos. Oceans, 52, 1-2, 298-321. 10.1016/j.dynatmoce.2011.03.005. http://hdl.handle.net/2122/7856
49. Berline, L., Stemman, L., Vichi, M., Lombard, F., Gorsky, G. (2011). Impact of appendicularians on detritus and export fluxes: a model approach at Dyfamed site. J. Plankton Res., 33, 6, 855-872. 10.1093/plankt/fbq16. http://hdl.handle.net/2122/7625
114. Cherchi, A., Alessandri, A., Masina, S., Navarra, A. (2011). Effects of increased CO_2 levels on monsoons. Clim. Dyn., 37, 83-101. 10.1007/s00382-010-0801-7. http://hdl.handle.net/2122/7061
129. Colleoni, F., Liakka, J., Krinner, G., Jakobsson, M., Masina, S., Peyaud, V. (2011). The sensitivity of the Late Saalian (140 ka) and LGM (21 ka) Eurasian ice sheets to sea surface conditions. Clim. Dyn., 37, 531-553. 10.1007/s00382-010-0870-7. http://hdl.handle.net/2122/7742
131. Colonese, A. C., Zanchetta, G., Drysdale, R. N., Fallick, A. E., Manganelli, G., Lo Vetro, D., Martini, F., Di Giuseppe, Z. (2011). Stable isotope composition of Late Pleistocene-Holocene Eobania vermiculata (Müller, 1774) (Pulmonata, Stylommatophora) shells from the Central Mediterranean basin: Data from Grotta d'Oriente (Favignana, Sicily). Quat. Sci. Rev., 244, 76-87. 10.1016/j.quaint.2011.04.035. http://hdl.handle.net/2122/7474
262. Klaić, Z. B., Pasarić, Z., Beg Paklar, G., Oddo, P. (2011). Coastal sea responses to atmospheric forcings at two different resolutions. Ocean Sci., 7, 521–532. 10.5194/os-7-521-2011. http://hdl.handle.net/2122/7788
265. Lambeck, K., Antonioli, F., Anzidei, M., Ferranti, L., Leoni, G., Scicchitano, G., Silenzi, S. (2011). Sea level change along the Italian coast during the Holocene and projections for the future. Quat. Int., 232, 1-2, 250-257. 10.1016/j.quaint.2010.04.026. http://hdl.handle.net/2122/7845
299. Masina, S., Di Pietro, P., Storto, A., Navarra, A. (2011). Global ocean re-analyses for climate applications. Dyn. Atmos. Oceans, 52, 341–366. 10.1016/j.dynatmoce.2011.03.006. http://hdl.handle.net/2122/7562
331. Nilsson, J. A. U., Dobricic, S., Pinardi, N., Taillandier, V., Poulain, P.-M. (2011). On the assessment of Argo float trajectory assimilation in the Mediterranean Forecasting System. Ocean Dyn., 61, 10, 1475-1490. 10.1007/s10236-011-0437-0. http://hdl.handle.net/2122/7817
333. Oddo, P., Guarnieri, A. (2011). A study of the hydrographic conditions in the Adriatic Sea from numerical modelling and direct observations (2000–2008). Ocean Sci., 7, 549–567. 10.5194/os-7-549-2011. http://hdl.handle.net/2122/7765
345. Patara, L., Masina, S., Visbeck, M., Krahmann, G., Vichi, M. (2011). Marine biogeochemical responses to the North Atlantic Oscillation in a coupled climate model. J. Geophys. Res., 116, C07023. 10.1029/2010JC006785. http://hdl.handle.net/2122/7629
382. Ribolini, A., Aguirre, M., Baneschi, I., Consoloni, I., Fucks, E., Isola, I., Mazzarini, F., Pappalardo, M., Zanchetta, G., Bini, M. (2011). Holocene Beach Ridges and Coastal Evolution in the Cabo Raso Bay (Atlantic Patagonian Coast, Argentina). J. Coast. Res., 27, 5, 973-983. 10.2112/JCOASTRES-D-10-00139.1. http://hdl.handle.net/2122/7532
389. Roxy, M., Gualdi, S., Drbohlav, H-K. L., Navarra, A. (2011). Seasonality in the relationship between El Nino and Indian Ocean dipole. Clim. Dyn., 37, 1-2, 221-236. 10.1007/s00382-010-0876-1. http://hdl.handle.net/2122/7850
390. Ruhl, H. A., Andrè, M., Beranzoli, L., Çagatay, M. N., Colaço, A., Cannat, M., Dañobeitia, J. J., Favali, P., Géli, L., Gillooly, M., Greinert, J., Hall, P. O. J., Huber, R., Karstensen, J., Lampitt, R. S., Larkin, K. E., Lykousis, V., Mienert, J., Miranda, J. M., Person, R. (2011). Societal need for improved understanding of climate change, anthropogenic impacts, and geo-hazard warning drive development of ocean observatories in European Seas. Prog. Oceanogr., 91, 1-33. 10.1016/j.pocean.2011.05.001. http://hdl.handle.net/2122/7104
405. Scoccimarro, E., Gualdi, S., Bellucci, A., Sanna, A., Fogli, P. G., Vichi, M., Oddo, P., Navarra, A. (2011). Effects of

Tropical Cyclones on Ocean Heat Transport in a High-Resolution Coupled General Circulation Model. J. Clim., 24, 4368-4384. 10.1175/2011JCLI4104.1. http://hdl.handle.net/2122/7329
411. Simoncelli, S., Pinardi, N., Oddo, P., Mariano, A. J., Montanari, G., Rinaldi, A., Deserti, M. (2011). Coastal Rapid Environmental Assessment in the Northern Adriatic Sea. Dyn. Atmos. Oceans, 52, 250-283. 10.1016/j.dynatmoce.2011.04.004. http://hdl.handle.net/2122/7787
416. Sorgente, R., Olita, A., Oddo, P., Fazioli, L., Ribotti, A. (2011). Numerical simulation and decomposition of kinetic energy in the Central Mediterranean: insight on mesoscale circulation and energy conversion. Ocean Sci., 7, 503-519. 10.5194/os-7-503-2011. http://hdl.handle.net/2122/7811
420. Storto, A., Dobricic, S., Masina, S., Di Pietro, P. (2011). Assimilating Along-Track Altimetric Observations through Local Hydrostatic Adjustment in a Global Ocean Variational Assimilation System. Mon. Weather Rev., 139, 3, 738-754. 10.1175/2010MWR3350.1. http://hdl.handle.net/2122/7588
441. Vichi, M., Allen, J. I., Masina, S., Hardman-Mountford, N. (2011). The emergence of ocean biogeochemical provinces: a quantitative assessment and a diagnostic for model evaluation. Glob. Biogeochem. Cycle, 25, GB2005. 10.1029/2010GB003867. http://hdl.handle.net/2122/7628
442. Vichi, M., Manzini, E., Fogli, P. G., Alessandri, A., Patara, L., Scoccimarro, E., Masina, S., Navarra, A. (2011). Global and regional ocean carbon uptake and climate change: sensitivity to a substantial mitigation scenario. Clim. Dyn., 37, 1929-1947. 10.1007/s00382-011-1079-0. http://hdl.handle.net/2122/7325
449. Zanchetta, G., Sulpizio, R., Roberts, N., Cioni, R., Eastwood, W. J., Siani, G., Caron, B., Paterne, M., Santacroce, R. (2011). Tephrostratigraphy, chronology and climatic events of the Mediterranean basin during the Holocene: An overview. Holocene, 21, 1, 33-52. 10.1177/0959683610377531. http://hdl.handle.net/2122/7586
450. Zappa, G., Lucarini, V., Navarra, A. (2011). Baroclinic Stationary Waves in Aquaplanet Models. J. Atmos. Sci., 68, 5, 1023-1040. 10.1175/2011JAS3573.1. http://hdl.handle.net/2122/7773
451. Zhornyak, L. V., Zanchetta, G., Drysdale, R. N., Hellstrom, J. C., Isola, I., Regattieri, A., Piccini, L., Baneschi, I., Couchoud, I. (2011). Stratigraphic evidence for a "pluvial phase" between ca 8200–7100 ka from Renella cave (Central Italy). Quat. Sci. Rev., 40, 3-4, 409-417. 10.1016/j.quascirev.2010.12.003. http://hdl.handle.net/2122/7587

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

539. Guidoboni, E., Navarra, A., Boschi, E., Bianchi, M. G., Ciuccarelli, C., Comastri, A., Lorusso, D., Mariotti, D., Pistoresi, M. (2011). The spiral of climate. Civilizations of the Mediterranean and Climate Change in History. http://hdl.handle.net/2122/7369
546. Madonia, P. (2011). Monitoring climatic changes and carbon cycle in canyons and caves: the C6 project. Journal of Environmental Science and Engineering, 5, 3, 281-288. http://hdl.handle.net/2122/6974
610. Scoccimarro, E., Gualdi, S., Sanna, A., Bucchignani, E., Montesarchio, M. (2011). Extreme events in high resolution CMCC regional and global climate models. CMCC research papers. http://hdl.handle.net/2122/7327
622. Zanchetta, G., Isola, I., Piccini, L., Dini, A. (2011). The Corchia Cave (Alpi Apuane): a 2 Ma long temporal window on the Earth climate. Geological Field Trips, 3, 2.1, 1-55. 10.3301/GFT.2011.02. http://hdl.handle.net/2122/7649

5.2b Tesi di laurea e dottorato

- Lecci R., The Atlantic thermohaline circulation in extreme climatad esempio - Tesi di Dottorato in Science and Management of Climate Change, Università Cà Foscari, Venezia (BO).

5.3 Banche dati

Vedi OS5.4.

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[313] ECOOP – UR10 (European Costal-Shelf Sea Operational Observing and Forecasting System – resp.: N. Pinardi).
[314] CIRCE - UR10 Navarra Antonio - CIRCE - CLIMATE CHANGE AND IMPACT RESEARCH: MEDITERRANEAN ENVIRONMENT.
[316] PRIMI – UR10 (Progetto Pilota Inquinamento Marino da Idrocarburi – resp.: N. Pinardi).
[317] ETCWATER – UR10 (European Topic Centre on WATER – resp.: N. Pinardi).
[320] Dati oceanografici - ENI - UR10 Pinardi Nadia - Fornitura dati oceanografici previsionali.
[324] SESAME BO - UR10 Vichi Marcello - SESAME - SOUTHERN EUROPEAN SEAS: ASSESSING AND MODELLING ECOSYSTEM CHANGES.

Obiettivo Specifico: 3.8.

Geofisica per l'ambiente

Denominazione precedente: *Geofisica per l'ambiente*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *71*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Lo studio del cambiamento climatico globale non può prescindere da una accurata conoscenza del clima in epoche passate, un tema affrontato dall'INGV con indagini glaciologiche e magnetiche in particolare in Antartide. Lo studio dell'inquinamento, la detezione di fusti tossici e la riqualificazione delle aree inquinate vengono affrontate in questo OS con tecniche di indagine geofisiche integrate.

1. Responsabile/i

Cesidio Bianchi (RM2), Leonardo Sagnotti (RM2)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

RM2

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Gli obiettivi raggiunti nel campo della geofisica ambientale nel corso del 2011, con riferimento ai principali risultati attesi nel triennio, possono essere sintetizzati nei paragrafi seguenti.

Glaciologia
Le misure effettuate in Antartide durante la campagna 2011-2012, intorno al sito di perforazione di Dome Concordia sono state analizzate e confrontate con le misure delle precedenti campagne allo scopo d'ottenere una dettagliata conoscenza dell'interfaccia ghiaccio/acqua e ghiaccio/roccia nell'area di perforazione EPICA. Con il miglioramento della risoluzione del Radio Echo Sounding (RES), si è riusciti a visualizzare un doppio eco dal fondo, ad ulteriore conferma della presenza di una sottile interfaccia d'acqua sul fondo del sito di perforazione. Tale risultato è stato reso possibile dalle migliorie strumentali apportate al sistema RES presso il Laboratorio di Geofisica Ambientale dell'INGV. Gli strumenti di sondaggio utilizzati sono dei radar ad impulsi codificati che, penetrando nel ghiaccio, permettono di definire la posizione e la morfologia del fondo roccioso. È stata anche aggiunta una ulteriore possibilità con l'impiego del doppio impulso in trasmissione. Alla mappa del fondo nella zona di indagine, che ha rivelato la presenza di piccoli rilievi dell'ordine del centinaio di metri, si aggiungono dunque anche informazioni di carattere idrologico. Queste informazioni hanno portato alla pubblicazione di una prima mappa delle zone umide e bagnate del fondo roccioso e sono servite alla definizione dell'interfaccia mettendo in relazione i dati della conduttività misurata dalla carota di EPICA con le attenuazioni del segnale radar. Le tecniche di misura utilizzate hanno permesso di selezionare differenti frequenze, lunghezze di impulso, filtraggi per le differenti profondità d'indagine. Il risultato è stato quello di ottenere un accurato rilevamento della stratigrafia elettromagnetica dell'area, da integrare a quella esistente relativa al sito di perforazione. Pertanto continua lo studio per arrivare ad un'accurata datazione delle stratificazioni isocrone interne del ghiaccio rivelate dal radar. Sulla base delle esperienze dei rilevamenti su ghiacciaio continentale è proseguita inoltre la collaborazione con il progetto SHARE-PAPRIKA (Consorzio EV-K2-CNR) per effettuare misure di spessore di ghiaccio sul ghiacciaio del Baltoro (K2). Tale missione è stata preparata eseguendo vari test della strumentazione realizzata e infine provata sui ghiacciai italiani dello Stelvio con opportuni voli eseguiti tramite elicottero. Lo scopo di questo progetto è quello del monitoraggio della portata di uno dei più grandi ghiacciai temperati del mondo. A tal fine, si è reso necessario lo sviluppo di uno strumento adatto per caratteristiche tecniche e configurazione di acquisizione, alle difficili condizioni ambientali e logistiche. Tale sviluppo è già stato intrapreso con l'esecuzione di due campagne di test sul ghiacciaio dello Stelvio confrontando diversi tipi di strumenti e configurazioni di acquisizione. Inoltre, è stato aggiornato il database di radioglaciologia, contenente tutte le informazioni relative alle misure RES acquisite nell'ambito del Progetto Nazionale Ricerche in Antartide (PNRA) che includono le misure della campagna del 2011-2012. In particolare, con questo upgrade, il database fornisce le principali informazioni di ciascuna misura: anno, missione, identificativo del volo, nome del profilo, direzione acquisizione, latitudine, longitudine.

Magnetismo ambientale
Sono proseguite le ricerche sui due principali campi di applicazione delle misure di magnetismo delle rocce a tematiche di carattere ambientale. Il primo campo di applicazione concerne l'utilizzo delle proprietà magnetiche misurate in sequenze stratigrafiche sedimentarie, quali indicatori di variazioni climatiche e ambientali nel corso del passato geologico. Il secondo è relativo all'applicazione delle misure magnetiche allo studio dell'inquinamento atmosferico da polveri sottili (*particulate matter* – PM). Per quanto riguarda le applicazioni alle ricostruzioni paleoambientali e paleoclimatiche, è stata effettuata una nuova analisi dei dati relativi alla successione stratigrafica del sondaggio CRP-3, nel Mare di Ross (Antartide), che ha permesso di raffinare il modello di età e di discutere le implicazioni per la

ricostruzione della dinamica del clima durante il maggior evento di raffreddamento globale del Cenozoico, al passaggio Eocene-Oligocene. È stato anche analizzato nel dettaglio un altro intervallo critico del Cenozoico, quello relativo ad uno dei brevi eventi ipertermali del Paleocene, verificatosi al tetto del Chron C27n e registrato nelle successioni sedimentarie di Spagna e Bulgaria. È stata sviluppata l'analisi dei dati relativi ai due ultimi cicli glaciali, registrati nelle carote campionate al largo della Nuova Zelanda durante la spedizione IODP 317, e all'ultima deglaciazione, registrata nelle carote campionate nel Mare di Barents. È stato inoltre impostato uno studio dei sedimenti glaciomarini deposti nel Mare di Ross negli ultimi 50ka, finalizzato alla ricostruzione delle fluttuazioni dell'estensione dei ghiacci durante l'ultima glaciazione. Infine, è stato svolto un corso ad invito sul magnetismo ambientale in occasione del 2° meeting del LatinMag (l'associazione latino-americana di geomagnetismo e paleomagnetismo), svoltosi a novembre in Argentina. Per quanto riguarda le applicazioni allo studio dell'inquinamento atmosferico da polveri sottili, sono state effettuate misure ed analisi finalizzate alla determinazione del contributo della frazione magnetica ultrafine (quella con diametro inferiore ai 30nm, caratterizzata da proprietà superparamagnetiche) nelle polveri atmosferiche di origine antropica. Per queste analisi ci si è avvalsi della nuova strumentazione installata nel laboratorio di paleomagnetismo, che consente di effettuare misure di isteresi magnetica anche a basse temperature (fino a 10K).

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

I sistemi di monitoraggio utilizzati per il rilevamento glaciologico sono sostanzialmente due tipi di radar. Il primo sistema utilizza un RES aerotrasportato e si presta alle campagne di misura per il sondaggio profondo nei ghiacciai continentali raggiungendo il bedrock allo scopo di esplorare laghi sub glaciali, determinare la topografia del bedrock e le sezioni dei ghiacciai di sbocco della piattaforma continentale. Il secondo sistema può utilizzare sia un sistema GPR che un sistema RES, trasportati da mezzi terrestri cingolati, per eseguire misure a scala locale allo scopo di rilevare le stratificazioni più superficiali. Le ricerche paleoclimatiche e di magnetismo ambientale vengono svolte principalmente con strumentazioni e tecniche sviluppate ed in uso nel Laboratorio di Paleomagnetismo (si veda OS 2.2).

4.2 Metodologie d'indagine

Nell'ambito della radio-glaciologia, ci si avvale soprattutto di tecniche di "remote sensing" in quanto tali indagini devono essere estese su scala continentale. Le analisi dei rilievi sono state eseguite applicando metodi d'analisi elettromagnetica, sia nella valutazione dei tempi di ritardo che dell'ampiezze dei segnali. Tali metodi d'analisi hanno contribuito a definire alcune caratteristiche delle aree investigate (spessori e stratificazioni della calotta glaciale, topografia del bedrock). Gli studi sul paleoclima vengono sviluppati integrando i dati relativi alle variazioni stratigrafiche nelle proprietà magnetiche dei sedimenti con vari altri dati stratigrafici, al fine di definire tempi e ratei di evoluzione dei cambiamenti climatici. Nelle ricerche sull'inquinamento atmosferico, si misurano le proprietà magnetiche delle polveri sottili al fine di ottenerne una caratterizzazione originale in funzione della loro sorgente e della distribuzione spaziale e temporale.

4.3 Dati acquisiti

<u>Glaciologia</u>
Sono stati acquisiti nuovi dati dei ghiacciai temperati alpini. I risultati delle misure, eseguite con l'ausilio di un elicottero, sono stati pre-elaborati e correttamente geo-referenziati per un più facile impiego nelle future analisi.

<u>Magnetismo ambientale</u>
Sono stati acquisiti dati sperimentali su sedimenti recuperati mediante perforazioni del fondo marino al largo delle isole Svalbard e campionati in sequenze stratigrafiche affioranti in Spagna ed in Bulgaria. Sono inoltre iniziati studi integrati sui sedimenti dei laghi reatini. Sono proseguite inoltre le misure sulla caratterizzazione delle proprietà magnetiche delle polveri sottili atmosferiche, per lo studio dell'inquinamento in ambiente urbano. In particolare, sono stati acquisiti i primi dati sperimentali sulle proprietà di isteresi di diverse popolazioni di polveri sottili a temperature variabili tra temperatura ambiente e 10K. Sono state effettuate infine ricerche di magnetismo ambientale associate a prospezioni geofisiche e a studi geoarcheologici, con campagne di misura nell'insediamento Punico di Mozia, in Sicilia ed in insediamenti dell'età del Bronzo in Israele.

4.4 Avanzamenti scientifici

<u>Glaciologia</u>
Le elaborazioni dei dati RES ottenuti nell'ultima campagna di misura, hanno mostrato una ravvicinata duplice riflessione dal fondo, imputabile a una doppia interfaccia acqua-roccia ghiaccio-acqua che conferma una ipotesi a suo tempo avanzata nello studio dell'interfaccia in presenza d'acqua.

Magnetismo ambientale
Sono stati pubblicati vari contributi relativi alle ricostruzioni paleoclimatiche di periodi critici del Cenozoico, con analisi di ciclostratigrafia integrata in sequenze del Mediterraneo e dei margini peri-Antartici. Sono state sviluppate le ricerche volte alla determinazione sperimentale del contributo della frazione magnetica ultra-fine (con diametro aerodinamico inferiore ai 30nm) delle polveri sottili atmosferiche.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Glaciologia
I risultati delle campagne per i test in volo sui ghiacciai alpini non profondi, hanno permesso di effettuare delle specifiche modifiche sul prototipo realizzato l'anno precedente. In particolare si è aggiunta la possibilità di velocizzare il "pulse repetition rate" in maniera da rendere lo strumento compatibile con i percorsi brevi dei ghiacciai alpini, mantenendo un congruo numero d'integrazioni sul segnale. Ad evitare problemi di saturazione dell'impulso ricevuto, si è provveduto ad aggiungere un canale supplementare al ricevitore radar e un doppio impulso di diversa durata, per meglio osservare la profondità del ghiacciaio mantenendo la giusta risoluzione in "range".

Magnetismo ambientale
È stata collaudata, messa a punto ed utilizzata una nuova procedura strumentale ed analitica che permette di effettuare misure di isteresi a basse temperature, fino ad un minimo di 10K. Questa caratteristica è importante per gli studi sulle proprietà magnetiche delle polveri sottili atmosferiche, in quanto consente di analizzare il contributo dei minerali superparamagnetici, ossia delle particelle di dimensioni ultra-fini.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

1. Aciego, S., Bourdon, B., Schwander, J., Baur, H., Forieri, A. (2011). Toward a radiometric ice clock: uranium ages of the Dome C ice core. Quat. Sci. Rev., 30, 19-20, 2389-2397. 10.1016/j.quascirev.2011.06.008. http://hdl.handle.net/2122/7786
47. Benhamou, S., Sudre, J., Bourjea, J., Ciccione, S., De Santis, A., Luschi, P. (2011). The Role of Geomagnetic Cues in Green Turtle Open Sea Navigation. PLoS One, 6, 10, e26672. 10.1371/journal.pone.0026672. http://hdl.handle.net/2122/7209
64. Bindschadler, R., Choi, H., Wichlacz, A., Bingham, R., Bohlander, J., Brunt, K., Corr, H., Drews, R., Fricker, H., Hall, M., Hindmarsh, R., Kohler, J., Padman, L., Rack, W., Rotschky, G., Urbini, S., Vornberger, P., Young, N. (2011). Getting around Antarctica: new high-resolution mappings of the grounded and freely-floating boundaries of the Antarctic ice sheet created for the International Polar Year. Cryosphere, 5, 3, 569-588. 10.5194/tc-5-569-2011. http://hdl.handle.net/2122/7248
88. Buttinelli, M., Procesi, M., Cantucci, B., Quattrocchi, F., Boschi, E. (2011). The geo-database of caprock quality and deep saline aquifers distribution for geological storage of CO_2 in Italy. Energy, 36, 2968-2983. 10.1016/j.energy.2011.02.041. http://hdl.handle.net/2122/7332
113. Cattadori, M., Florindo, F., Rack, F. (2011). Short- and long-term effects in the school system of a research immersion experience for science educators: An example from ANDRILL (Antarctic Geological Drilling). Geosphere, 7, 6, 1331-1339. 10.1130/GES00678.1. http://hdl.handle.net/2122/7526
183. Di Mauro, D., Alfonsi, L., Sapia, V., Nigro, L., Marchetti, M. (2011). First Field Magnetometer Investigation at the Phoenician Island of Mozia (Trapani), Northwestern Sicily: Preliminary Results. Archaeol. Prospect., 18, 3, 215-222. 10.1002/arp 417. http://hdl.handle.net/2122/7156
213. Fielding, C. R., Browne, G. H., Field, B., Florindo, F., Harwood, D. M., Krissek, L. A., Levy, R. H., Panter, K. S., Passchier, S., Pekar, S. F. (2011). Sequence stratigraphy of the ANDRILL AND-2A drillcore, Antarctica: A long-term, ice-proximal record of Early to Mid-Miocene climate, sea-level and glacial dynamism. Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol., 305, 1-4, 337-351. 10.1016/j.palaeo.2011.03.026. http://hdl.handle.net/2122/7170
219. Folco, L., Di Martino, M., El Barkooky, A., D'Orazio, M., Lethy, A., Urbini, S., Nicolosi, I., Hafez, M., Cordier, C., van Ginneken, M., Zeoli, A., Radwan, A. M., El Khrepy, S., El Gabry, M., Gomaa, M., Barakat, A. A., Serra, R., El Sharkawi, M. (2011). Kamil Crater (Egypt): Ground truth for small-scale meteorite impacts on Earth. Geology, 39, 2, 179-182. 10.1130/G31624.1. http://hdl.handle.net/2122/7013
342. Parisi, S., Paternoster, M., Perri, F., Mongelli, G. (2011). Source and mobility of minor and trace elements in a volcanic aquifer system: Mt. Vulture (southern Italy). J. Geochem. Explor., 100, 3, 233-244. 10.1016/j.gexplo.2011.06.010. http://hdl.handle.net/2122/7854
344. Passchier, S., Browne, G., Field, B., Fielding, C. R., Krissek, L. A., Panter, K., Pekar, S. F., ANDRILL-SMS Science Team, (2011). Early and middle Miocene Antarctic glacial history from the sedimentary facies distribution in the AND-2A drill hole, Ross Sea, Antarctica. Geol. Soc. Am. Bull., 123, 11-12, 2352-2365. 10.1130/B30334.1. http://hdl.handle.net/2122/7528
362. Pignatelli, A., Nicolosi, I., Carluccio, R., Chiappini, M., von Frese, R. (2011). Graphical interactive generation of gravity and magnetic fields. Comput. Geosci., 37, 4, 567–572. 10.1016/j.cageo.2010.10.003. http://hdl.handle.net/2122/7026
384. Roberts, A. P., Chang, L., Rowan, C. J., Horng, C. S., Florindo, F. (2011). Magnetic properties of sedimentary greigite (Fe3S4): an update. Rev. Geophys., 49, RG1002. 10.1029/2010RG000336. http://hdl.handle.net/2122/7012

386. Roberts, J. L., Warner, R. C., Young, D., Wright, A., van Ommen, T. D., Blankenship, D. D., Siegert, M., Young, N. W., Tabacco, I. E., Forieri, A., Passerini, A., Zirizzotti, A., Frezzotti, M. (2011). Refined broad-scale sub-glacial morphology of Aurora Subglacial Basin, East Antarctica derived by an ice-dynamics-based interpolation scheme. Cryosphere, 5, 3, 551-560. 10.5194/tc-5-551-2011. http://hdl.handle.net/2122/7732
393. Saccorotti, G., Piccinini, D., Cauchie, L., Fiori, I. (2011). Seismic Noise by Wind Farms: A Case Study from the Virgo Gravitational Wave Observatory, Italy. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101, 2, 568–578. 10.1785/0120100203. http://hdl.handle.net/2122/7580
410. Settimi, A. (2011). Performance of electrical spectroscopy using a RESPER probe to measure salinity and water content of concrete and terrestrial soil. Ann. Geophys., 54, 4, 400-413. 10.4401/ag-4966. http://hdl.handle.net/2122/7135
453. Zirizzotti, A., Cafarella, L., Urbini, S. (2011). Ice and Bedrock Characteristics Underneath Dome C (Antarctica) From Radio Echo Sounding Data Analysis. IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, 49, 12 Part 1, 1-7. 10.1109/TGRS.2011.2160551. http://hdl.handle.net/2122/7273

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

506. D'Ajello Caracciolo, F., Pignatelli, A., Speranza, F., Meloni, A. (2011). A re-evaluation of the Italian historical geomagnetic catalogue: implications for paleomagnetic dating at active Italian volcanoes. Solid Earth, 2, 1, 65-74. 10.5194/se-2-65-2011. http://hdl.handle.net/2122/7064
543. Lepidi, S., Meloni, A., Palangio, P., Yumoto, K. (2011). The contribution of L'Aquila (Italy) Geomagnetic Observatory to MAGDAS project. Sun and Geosphere, 6, 2, 49-53. http://hdl.handle.net/2122/7245

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

- Zirizzotti Achille e Lili Cafarella, Italian Radio Echo Sounding data in Antarctica, available at http://labtel2.rm.ingv.it/antarctica (RM2).

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[280] AIRPLANE - UR9 Chiappini Massimo - Piattaforma di ricerca multidisciplinare su terremoti e vulcani.
[338] ANDRILL - UR10 (ANtarctic DRILLing - Rapporti Temporali tra Attività Vulcanica e Sedimentazione nell'Area McMurdo Sound - Ross Ice Shelf : Implicazioni Tettoniche e Paleoclimatiche - resp.: M. Pompilio).
[338] ANDRILL - UR20 (ANtarctic DRILLing - Rapporti Temporali tra Attività Vulcanica e Sedimentazione nell'Area McMurdo Sound - Ross Ice Shelf : Implicazioni Tettoniche e Paleoclimatiche - resp.: F. Florindo).
[384] MASTER RISCHIO AMBIENTALE - UR10 Del Negro Ciro - Master in Analisi, Monitoraggio e Mitigazione del Rischio Ambientale.
[404] Dati Gravimetrici -ENI- - UR10 Del Negro Ciro - Acquisizione dati gravimetrici continui.
[426] EGO-INGV – UR10 (Convenzione per consulenza scientifica volta a valutare l'entità delle vibrazioni indotte dal Parco Eolico esistente – resp.: G. Saccorotti).
[429] ENI - DATI OPEN - UR10 Carmisciano Cosmo - ENI - DATI OPEN - Acquisizione ed elaborazione dati gravimetrici/Gradiometrici e Magnetometrici.
[429] ENI - DATI OPEN - UR20 Iannaccone Giovanni - ENI - DATI OPEN - Acquisizione ed elaborazione dati gravimetrici/Gradiometrici e Magnetometrici.

Obiettivo Specifico: 3.9.

Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale

Denominazione precedente: *Fisica della magnetosfera, ionosfera e meteorologia spaziale*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *48,5*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo OS affronta tutti quei temi che rientrano nella migliore comprensione delle relazioni Sole-Terra. Le ricerche sono finalizzate sia ad una migliore conoscenza dell'ambiente elettromagnetico terrestre, sia a valutare le conseguenze economico-sociali che possono derivare da forti perturbazioni magneto-ionosferiche nell'ambito del cosiddetto "space weather".

1. Responsabile/i

Giorgiana De Franceschi (RM2), Paola De Michelis (RM2)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

RM2

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Gli obiettivi raggiunti nell'ambito di questo OS sono sintetizzabili nei seguenti punti:

- Studio della relazione esistente tra tempeste e sottotempeste magnetiche attraverso l'approccio basato sulla teoria dell'informazione. I risultati ottenuti mostrano che il flusso d'informazione tra queste due classi di fenomeni magnetosferici dipende dal livello di attività magnetica globale. Se è vero infatti che una sequenza di sottotempeste può portare allo sviluppo di tempeste moderate, è anche vero che le tempeste intense guidano il verificarsi di sottotempeste.
- Studio della natura intermittente delle serie temporali degli indici geomagnetici ed in particolare studio della struttura multifrattale delle stesse attraverso l'analisi delle proprietà di scala degli incrementi degli indici in funzione della loro ampiezza.
- Studio, alle alte latitudini, delle pulsazioni magnetiche di bassa frequenza e delle caratteristiche della variazione diurna del campo geomagnetico. L'analisi comparata dei dati registrati presso diverse stazioni di osservazione presenti all'interno della calotta polare, ha mostrato che le pulsazioni hanno origine preferenzialmente nella regione prossima alla cuspide polare e in quella rivolta verso la coda geomagnetica e che la morfologia della variazione diurna, come anche la sua dipendenza dai parametri propri del vento solare, dipende fortemente dalla posizione della stazione di osservazione rispetto all'ovale aurorale.
- Sviluppo di un modello regionale di forecasting (IFERM), in grado di fornire previsioni di foF2 con un anticipo di 3 ore in condizioni magneto-ionosferiche non quiete. Questo modello è costituito da 13 distinti modelli locali per la previsione della frequenza critica dello strato F2 (foF2) in 13 stazioni ionosferiche sparse nell'area Europea. Ciascun modello locale è stato rappresentato da un set di coefficienti di regressione calcolati per le 24 ore, per i 12 mesi dell'anno e per 3 diversi livelli di attività magnetica. Globalmente i 13 modelli locali costituiscono un modello regionale di forecasting (IFERM).
- Terminati i test relativi al modello di now casting IRI-SIRMUP-P (modello che fornisce in tempo quasi reale matrici 3D di densità elettronica della ionosfera sull'area del Mediterraneo) su periodi magneticamente disturbati prendendo in considerazione, come sorgente di dati in tempo reale, più di 2 stazioni.
- Studio sulla variabilità ionosferica, utilizzando i dati di Roma e Gibilmanna, considerando tanto periodi caratterizzati da una bassa attività solare quanto da una alta.
- Miglioramento del software Coerenza per la determinazione dei tempi di coerenza massimi della ionosfera.
- Studi sulla probabilità di occorrenza dello strato F1.
- Studio di un impulsivo aumento notturno di densità elettronica, caratterizzato da una forte compressione della ionosfera, su una larga regione del Sud America, in corrispondenza della cresta sud dell'anomalia ionosferica equatoriale, per bassi valori dell'attività solare e magnetica. L'analisi di dati di diversa tipologia (ionosonda, GPS, C-NOFS campo elettrico) ha evidenziato che tale fenomenologia sembra essere strettamente connessa con la propagazione di onde atmosferiche di gravità in ionosfera.
- Studio delle variazioni della densità elettronica (NmF2), all'altezza del picco dello strato ionosferico F2, nei mesi estivi ed invernali e con il ciclo solare utilizzando osservazioni diurne di scatter radar incoerente misurate nella stazione di Millstone Hill (42.6 N, 288.5 E). È stato mostrato che il valore di NmF2 varia linearmente con l'attività solare in inverno e presenta un effetto di saturazione in estate. Per comprendere tali variazioni stagionali si sono ricavati alcuni parametri termosferici, quali la temperatura neutra termosferica e la composizione di alcune specie chimiche ([O], $[O_2]$, $[N_2]$), per poter stimare il loro effettivo contributo alle variazioni della densità elettronica osservate nello strato ionosferico F2.

- Studio delle fluttuazioni rapide di TEC (Total Electron Content) e delle relative irregolarità ionosferiche che ha consentito la catalogazione delle diverse condizioni che innescano o inibiscono le scintillazioni sui segnali GNSS. Tale analisi, svolta sia sui dati acquisiti a latitudini polari che equatoriali in entrambi gli emisferi ed applicata sia su base statistica che su casi-studio, è volta alla formulazione di algoritmi di previsione degli effetti dannosi sui sistemi di navigazione e posizionamento.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Per gli studi magnetosferici sono state utilizzate le misure di campo magnetico registrate presso osservatori siti in entrambe le regioni polari unitamente ai dati di vento solare, di campo magnetico interplanetario e quelli relativi alle serie temporali di diversi indici geomagnetici. Il monitoraggio del TEC e delle scintillazioni ionosferiche è avvenuto tramite ricevitori GPS ad alta frequenza di campionamento in grado di fornire sia il dato grezzo che quello processato in tempo reale e integrato su intervalli da 15 secondi a un minuto. Nel 2011 alle stazioni esistenti a medie, basse ed alte latitudini si è aggiunta la stazione di misura di Lampedusa. Il database utilizzato per lo sviluppo di IFERM è costituito dai dati dell'indice di attività magnetica integrato ap(τ), dall'indice di attività solare F10.7, dalle misure della frequenza critica dello strato F2 e dai valori quieti di riferimento di questa collezionati nel periodo gennaio 1955 – dicembre 2003 in 13 osservatori ionosferici situati nell'area Europea. Per i test relativi al modello di now casting IRI-SIRMUP-P sono stati utilizzati parametri ionosferici e profili verticali di densità elettronica, ottenuti tramite l'inversione degli ionogrammi effettuata dal software Autoscala, nelle stazioni di Roma e Gibilmanna, profili di densità elettronica generati dal modello IRI-SIRMUP e dal modello IRI standard nell'area del Mediterraneo nonché profili di densità elettronica ottenuti dall'inversione degli ionogrammi effettuata da ARTIST nelle stazioni di El Arenosillo, Roquetes e San Vito. Per gli altri studi ionosferici sono stati utilizzati dati raccolti presso le stazioni ionosferiche di Roma, Gibilmanna, Tucumán (Argentina), Cachoeira Paulista e São José dos Campos (Brasile).

4.2 Metodologie d'indagine

L'analisi della relazione tra tempeste e sottotempeste magnetiche è stata affrontata utilizzando un approccio basato sull'analisi del trasferimento d'informazione attraverso l'analisi della "transfer entropy" che fornisce informazioni sulla relazione causa-effetto esistente tra i due processi. Lo studio della propagazione delle pulsazioni geomagnetiche di bassa frequenza è stato invece effettuato con una analisi di correlazione e con una spettrale incrociata utilizzando i dati di diversi osservatori antartici. Lo studio delle irregolarità ionosferiche e delle scintillazioni si è avvalso di varie metodologie d'indagine: la Ground Based Scintillation Climatology, sviluppata interamente all'INGV, per l'analisi statistica dell'occorrenza delle irregolarità e delle scintillazioni; l'applicazione di modelli empirici e semi-empirici per lo sviluppo di tecniche di previsione e di mitigazione della corruzione dei segnali di navigazione e posizionamento; l'analisi, anche tramite wavelet, dei dati acquisiti durante casi studio particolarmente rilevanti.

4.3 Dati acquisiti

I dati acquisiti riguardano le misure di TEC e di scintillazione, i dati relativi ai parametri ionosferici e di assorbimento registrati in continuo presso le stazioni di monitoraggio dell'alta atmosfera ionizzata gestite dall'INGV (medie latitudini e regioni polari) ed infine i dati automaticamente generati dal programma Autoscala nelle stazioni ionosferiche di Roma Gibilmanna e Tucuman (Argentina).

4.4 Avanzamenti scientifici

Gli studi condotti sulle pulsazioni magnetiche di bassa frequenza hanno fornito informazioni sulle modalità di generazione e propagazione di quest'ultime. Le conoscenze sull'origine e sulla dinamica delle irregolarità ionosferiche che producono scintillazione sui segnali satellitari sono state migliorate permettendo la proposta di nuovi approcci volti alla previsione e alla mitigazione degli effetti dannosi sui sistemi di navigazione e posizionamento. Sono state elaborate nuove mappe di previsione di foF2 nell'area Europea con un tempo massimo di previsione di 3 ore in diverse condizioni di attività geomagnetica. Il modello IRI-SIRMUP-P è riuscito a fornire una rappresentazione complessiva della ionosfera in condizioni disturbate migliore di quella ottenuta con il modello climatologico IRI-URSI. Si è inoltre evidenziato che, a latitudini equatoriali, aumenti impulsivi notturni di densità elettronica, caratterizzati da una forte compressione della ionosfera, possono essere strettamente connessi con la propagazione di onde atmosferiche di gravità in ionosfera. Infine, altre caratteristiche osservate nella variazione dei parametri ionosferici sono state comprese come ad esempio l'effetto di saturazione osservato nel periodo estivo in corrispondenza del massimo solare sulla variazioni della densità elettronica nello strato ionosferico F2 nonché l'origine della sua variazione semi-annuale registrata sia a Roma che a Gibilmanna.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Gli avanzamenti tecnologici riguardano la collaborazione con alcuni partner internazionali per l'implementazione di software originali su ricevitori GNSS di nuova generazione multi costellazione e multifrequenza allo scopo di mitigare gli effetti di corruzione sui segnali satellitari.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

8. Alfonsi, Lu., Spogli, L., De Franceschi, G., Romano, V., Aquino, M., Dodson, A., Mitchell, C. N. (2011). Bipolar climatology of GPS ionospheric scintillation at solar minimum. Radio Sci., 46, RS0D05. 10.1029/2010RS004571. http://hdl.handle.net/2122/7037
9. Alfonsi, Lu., Spogli, L., Tong, J. R., De Franceschi, G., Romano, V., Bourdillon, A., Le Huy, M., Mitchell, C. N. (2011). GPS scintillation and TEC gradients at equatorial latitudes in April 2006. Adv. Space Res., 47, 10, 1750–1757. 10.1016/j.asr.2010.04.020. http://hdl.handle.net/2122/7015
54. Bianchi, C., Settimi, A., Scotto, C., Azzarone, A., Lozito, A. (2011). A method to test HF ray tracing algorithm in the ionosphere by means of the virtual time delay. Adv. Space Res., 48, 10, 1600-1605. 10.1016/j.asr.2011.07.020. http://hdl.handle.net/2122/7136
132. Consolini, G., De Michelis, P. (2011). Rank ordering multifractal analysis of the auroral electrojet index. Nonlinear Process Geophys., 18, 3, 277-285. 10.5194/npg-18-277-2011. http://hdl.handle.net/2122/7165
133. Consolini, G., De Michelis, P. (2011). Relative ordering in the radial evolution of solar wind turbulence: the S-Theorem approach. Ann. Geophys. GER, 29, Special Issue, 2317-2326. 10.5194/angeo-29-2317-2011. http://hdl.handle.net/2122/7310
163. De Michelis, P., Consolini, G., Materassi, M., Tozzi, R. (2011). An information theory approach to the storm substorm relationship. J. Geophys. Res., 116, A08225. 10.1029/2011JA016535. http://hdl.handle.net/2122/7166
220. Forte, B., Materassi, M., Alfonsi, Lu., Romano, V., De Franceschi, G., Spalla, P. (2011). Optimum parameter for estimating phase fluctuations on transionospheric signals at high latitudes. Adv. Space Res., 47, 12, 2188–2193. 10.1016/j.asr.2010.04.033. http://hdl.handle.net/2122/7022
307. Mikhailov, A. V., Perrone, L. (2011). On the mechanism of seasonal and solar cycle NmF2 variations: A quantitative estimate of the main parameters contribution using incoherent scatter radar observations. J. Geophys. Res., 116, A03319. 10.1029/2010JA016122. http://hdl.handle.net/2122/7072
357. Pezzopane, M., Fagundes, P. R., Ciraolo, L., Correia, E., Cabrera, M. A., Ezquer, R. G. (2011). Unusual nighttime impulsive foF2 enhancement below the southern anomaly crest under geomagnetically quiet conditions. J. Geophys. Res., 116, A12314. 10.1029/2011JA016593. http://hdl.handle.net/2122/7239
358. Pezzopane, M., Pietrella, M., Pignatelli, A., Zolesi, B., Cander, L. R. (2011). Assimilation of autoscaled data and regional and local ionospheric models as input source for a real-time 3-D IRI modeling. Radio Sci., 46, RS5009. 10.1029/2011RS004697. http://hdl.handle.net/2122/7152
372. Prikryl, P., Spogli, L., Jayachandran, P. T., Kinrade, J., Mitchell, C. N., Ning, B., Li, G., Cilliers, P. J., Terkildsen, M., Danskin, D. W., Spanswick, E., Weatherwax, A. T., Bristow, W. A., Alfonsi, Lu., De Franceschi, G., Romano, V., Ngwira, C. M., Opperman, B. D. L. (2011). Interhemispheric comparison of GPS phase scintillation at high latitudes during the magnetic-cloud-induced geomagnetic storm of 5–7 April 2010. Ann. Geophys. GER, 29, 12, 2287-2304. 10.5194/angeo-29-2287-2011. http://hdl.handle.net/2122/7272
407. Scotto, C. (2011). Estimation of probability of occurrence of F1 layer or L condition using tables and electron density profile models. Adv. Space Res., 48, 2053-2056. 10.1016/j.asr.2011.08.019. http://hdl.handle.net/2122/7315

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

456. Alfonsi, Lu., Liu, L. (2011). Structure and Dynamics of Ionospheric Plasma. International Journal of Geophysics - Special Issue, 1-2. 10.1155/2011/952104. http://hdl.handle.net/2122/7287
592. Romano, V., Bougard, B., Aquino, M., Galera Monico, J. F., Willems, T., Solé, M. (2011). Investigation of low latitude scintillations in Brazil within the cigala project. Proocedings of the 3rd International Colloquium on Scientific and Fundamental Aspects of the Galileo Programme, Copenaghen 2011, 326. http://hdl.handle.net/2122/7393
620. Veettil Sreeja, V., Aquino, M., Forte, B., Elmas, Z., Hancock, C., De Franceschi, G., Alfonsi, Lu., Spogli, L., Romano, V., Bougard, B., Galera Monico, J. F., Wernik, A. W., Sleewaegen, J. M., Canto´, A., Da Silva, E. F. (2011). Tackling ionospheric scintillation threat to GNSS in Latin America. J. Space Weather Space Clim., 1, 1, A05. 10.1051/swsc/2011005. http://hdl.handle.net/2122/7203

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

- eSWua: wwww.eswua.ingv.it (RM2).

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[131] ASI-OLIMPO - UR10 Romeo Giovanni - Attività per il programma OLIMPO.
[134] ASI-BOOMERANG - UR10 Romeo Giovanni - Attivita' per la missione B2K5 del programma BOOMERANG.
[256] LOTHAR - UR10 - LOTHAR - FATT LOTHAR-FATT Studio di fattibilità di un radar HF ad onda ionosferica per la sorveglianza del mediterraneo, con caratteristiche LPI.
[265] CONV. TELEDIFE 2006 - UR1 Zolesi Bruno - Convenzione tra la Direzione Generale delle Telecomunicazioni, dell'informatica e delle Tecnologie Avanzate del Ministero della Difesa e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
[409] LOTHAR-FATT - UR10 Zolesi Bruno - LOTHAR-FATT Studio di fattibilità di un radar HF ad onda ionosferica per la sorveglianza del mediterraneo, con caratteristiche LPI.
[433] CIGALA - UR10 De Franceschi Giorgiana - CIGALA - Concept for Ionospheric-Scintillation Mitigation for Professional GNSS in Latin America.
[450] COLLABORAZIONE BASE THULE – UR10 (COLLABORAZIONE BASE THULE – resp.: G. Muscari).
[463] AUTOSCALA IZMIRAN – UR10 (AUTOSCALA IZMIRAN Software per l'interpretazione automatica della traccia di uno ionogramma tramite un modello adattivo – resp.: C. Scotto).
[464] AUTOSCALA - SRC - UR10 Pezzopane Michael - AUTOSCALA SRC - Software per l'interpretazione automatica della traccia di uno ionogramma tramite un modello adattivo.

Obiettivo Specifico: 3.10.

Storia e archeologia applicate alle Scienze della Terra

Denominazione precedente: *Storia e archeologia applicate alle Scienze della Terra*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *64*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Le ricerche svolte in questo OS mirano a creare un alveo comune alle ricerche che usano il metodo storico e archeologico per migliorare le conoscenze nel lungo periodo su terremoti, eruzioni, cambiamenti climatici ed eventi idrogeologici, valutandone anche l'impatto antropico e ambientale. Dato il carattere innovativo dei metodi e delle procedure utilizzate, questo OS punta anche ad aprire un confronto allargato con altre sedi della ricerca storica e archeologica esterne all'INGV, favorendo scambi di opinini ed esperienze su metodi, obiettivi e stimolando nuove ricerche multidisciplinari.

1. Responsabile/i

Viviana Castelli (BO), Giovanni Ricciardi (NA-OV)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

AC, RM1, RM2, BO, CT, MI, NA-OV

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Questo OS mira al miglioramento delle conoscenze di lungo periodo sui fenomeni naturali (terremoti, eruzioni vulcaniche, eventi climatici e idrogeologici) in Italia e nel bacino mediterraneo e alla valutazione del loro impatto antropico e ambientale mediante ricerche multidisciplinari svolte anche in collaborazione con enti di ricerca italiani ed esteri. Nel settore sismologico sono state completate diverse iniziative a scala nazionale e regionale per il miglioramento del database macrosismico italiano. Uno studio sistematico di 227 terremoti sconosciuti ai cataloghi parametrici nazionali o presenti in essi con parametri sottostimati (distribuiti in tutto il territorio italiano tra il XIII e il XX secolo) ha reso disponibili circa 1500 nuovi punti d'intensità macrosismica. Nell'ambito del progetto Interreg HAREIA lo studio speditivo di alcune decine di terremoti presenti nel catalogo CPTI con parametri derivanti da un catalogo parametrico regionale dell'Italia Nord-Orientale ha portato al loro sistematico ridimensionamento. Nell'ambito dell'estensione temporale del Catalogo Macrosismico dei Terremoti Etnei (CMTE) al periodo 1600-1831 è stato prodotto uno studio approfondito sui terremoti concomitanti con l'eruzione etnea del 1669 che ha permesso un significativo miglioramento delle conoscenze su tale sequenza sismica. Sono stati inoltre conclusi studi di dettaglio sui terremoti del 1511 (Alpi orientali), del 1762 (Poggio Picenze), del 1881 (Abruzzo), del 1901 (area del Garda) e del 1943 (Marche meridionali). È arrivata alla fase conclusiva la revisione critica dei dataset macrosismici dei terremoti del 1348 (Villaco) e 1695 (Asolo) ed è stata avviata quella del terremoto "multiplo" del 1349. Gli approfondimenti di ricerca avviati in ambito abruzzese dopo il terremoto aquilano del 2009 hanno portato a una revisione critica complessiva dei dati storici e archeologici disponibili sulla sismicità dell'Aquilano nel periodo anteriore al Cinquecento. In area mediterranea sono proseguite la raccolta e l'analisi critica di dati storico-macrosismici su terremoti della penisola balcanica, con particolare attenzione alla Dalmazia (Croazia) e alla Grecia. Sono stati inoltre avviati uno studio della sismicità storica del settore occidentale del Golfo di Corinto (Grecia) dall'antichità al XIX secolo (in collaborazione con gli istituti francesi CNRS e ENS) e uno studio della sismicità dell'area di Van (Turchia orientale) in collaborazione con il Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (Istanbul). Sono stati inoltre svolti studi di dettaglio di alcuni eventi medievali: il terremoto del 1186 (Francia meridionale) è stato significativamente rivalutato; quello del 1276 (Romania) è stato dimostrato falso. Come contributo allo studio dell'impatto antropico degli eventi sismici, in occasione del 150° anniversario dell'Unità d'Italia è stato pubblicato uno studio delle ricadute sociali dei grandi terremoti del periodo unitario. Nel settore vulcanologico, in area campana sono stati svolti, in collaborazione con la Soprintendenza Archeologica Speciale di Napoli e Pompei, studi multidisciplinari su sequenze in scavo del periodo antico, ricerche su fonti storiche medievali e moderne uno studio dei processi deformativi degli ultimi 5000 anni in area napoletano-flegrea e uno studio dell'impatto di fenomeni concomitanti/indotti dalle eruzioni (alluvioni, lahars, frane) sulle comunità locali. È stata inoltre svolta attività di informazione, formazione e divulgazione che si è esplicata nell'organizzazione di seminari, mostre ed escursioni sul campo. In area etnea, a valle della compilazione del il catalogo macrosismico dell'Etna per il periodo 1600-1831, è stato affrontato lo studio delle fonti storiche della grande eruzione del 1669, evento che, per quanto ampiamente studiato, appare non ben conosciuto dal punto di vista dei fenomeni sismici concomitanti. La ricerca, svolta su una trentina di biblioteche ed archivi sia in Italia che all'estero, ha riguardato essenzialmente le relazioni giornalistiche contemporanee, tipologia di fonti primarie in precedenza non del tutto esplorate, ma dal significativo contenuto informativo. È stata acquisita una trentina di testi di cui è stata effettuata la trascrizione, la traduzione (per quelle inglesi, francesi e portoghesi) e l'analisi critica. Nel settore della climatologia storica è stata pubblicata la traduzione inglese del volume "Nella spirale del clima" pubblicato nel 2010 da Guidoboni et al. Nel settore della geoarcheologia è proseguita, in collaborazione col Ministero per i Beni e le Attività Culturali, "l'analisi delle caratteristiche geologiche di sito del Tempio di

Antonino e Faustina nel Foro Romano (oggi chiesa di S. Lorenzo in Miranda, Roma) finalizzata alla predisposizione di una "carta di identità geologica" del bene monumentale oggetto d'indagine; tale attività afferisce anche all'OS 4.1. È stato inoltre avviato uno studio preliminare del sito geoarcheologico di Carsulae (TR), provvedendo in primo luogo a una ricerca bibliografica finalizzata alla raccolta di dati su terremoti non presenti in catalogo, a sopralluoghi di inquadramento geomorfologico e idrogeologico dell'area e a indagini conoscitive per testare le tecniche geofisiche da applicare nel seguito. Nel Messinese è stato svolto uno studio delle delle evidenze geoarcheologiche dell'antico Portus Pelori. Nel settore degli studi urbanistici sono state svolte ricerche storiche finalizzate alla miglior definizione di scenari di danno relativi a terremoti, eruzioni, alluvioni in area vesuviana, flegrea e ischitana. Infine, nell'ambito di una collaborazione con l'Associazione Italiana di Storia Urbana sono state intraprese attività finalizzate alla ricostruzione di scenari di danno storici in relazione a Catania (per l'eruzione del 1669), Costantinopoli, Il Cairo e L'Aquila.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

La revisione sistematica di terremoti minori e lo studio speditivo di tracce di eventi non conosciuti alla tradizione sismologica e ai moderni cataloghi parametrici mira a migliorare la definizione delle caratteristiche della sismicità del passato e si configura sempre più come una rete rivolta al passato. L'approccio è particolarmente significativo in ambito locale, sia per approfondire le conoscenze su forti terremoti, sia per migliorare le conoscenze sulla sismicità minore.

4.2 Metodologie d'indagine

-

4.3 Dati acquisiti

Per il territorio italiano è stato acquisito un blocco di circa 1.500 nuovi punti d'intensità macrosismica con relativa documentazione. L'inventariazione dei dati resi disponibili dagli studi svolti sull'Italia nordorientale e l'area etnea e su singoli terremoti storici significativi arricchirà ulteriormente il database macrosismico nazionale. Nuovi dati e relativa documentazione sono stati acquisiti anche per Croazia, Grecia, Turchia, Francia.

4.4 Avanzamenti scientifici

L'insieme degli studi e dei dati di base relativi ai numerosi terremoti studiati costituisce un contributo prezioso all'aggiornamento del database macrosismico e del catalogo parametrico (TTC 5.1, banche dati e metodi macrosismici) ed è un elemento decisivo per il miglioramento delle stime di pericolosità sismica.

4.5 Avanzamenti tecnologici

-

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

23. Anzidei, M., Antonioli, F., Lambeck, K., Benini, A., Soussi, M., Lakhdar, R. (2011). New insights on the relative sea level change during Holocene along the coasts of Tunisia and western Libya from archaeological and geomorphological markers. Quat. Int., 232, 5-12. 10.1016/j.quaint.2010.03.018. http://hdl.handle.net/2122/7812
97. Camassi, R., Caracciolo, C. H., Castelli, V., Slejko, Dario, (2011). The 1511 Eastern Alps earthquakes: a critical update and comparison of existing macroseismic datasets. J. Seismol., 15, 191-213. 10.1007/s10950-010-9220-9. http://hdl.handle.net/2122/7797
239. Guidoboni, E., Mariotti, D. (2011). Vesuvius: Earthquakes from 1600 up to the 1631 eruption. J. Volcanol. Geotherm. Res., 200, 3-4, 267-272. 10.1016/j.jvolgeores.2010.11.021. http://hdl.handle.net/2122/7803
266. Lancaster, L., Sottili, G., Marra, F., Ventura, G. (2011). Provenancing of lightweight volcanic stones used in ancient roman concrete vaulting: evidence from Rome. Archaeometry, 53, 4, 707-727. 10.1111/j.1475-4754.2010.00565.x. http://hdl.handle.net/2122/7819
326. Muttoni, G., Scardia, G., Kent, D. V., Morsiani, E., Tremolada, F., Cremaschi, M., Peretto, C. (2011). First dated human occupation of Italy at ~0.85Ma during the late Early Pleistocene climate transition. Earth Planet. Sci. Lett., 307, 3-4, 241-252. 10.1016/j.epsl.2011.05.025. http://hdl.handle.net/2122/7825

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

489. Castaldo, N., De Vita, S., Di Vito, M. A., Vecchio, G. (2011). Evidenze archeologiche e vulcanologiche di episodi ripetuti di colonizzazione e abbandono nel territorio nolano da parte dell'uomo a causa di eruzioni vulcaniche, dal Bronzo antico ad epoca romana tarda. Scienze naturali e Archeologia, il paesaggio antico: interazione uomo/ambiente ed eventi catastrofici, 62-67. http://hdl.handle.net/2122/7284
490. Castaldo, N., Di Vito, M. A., De Vita, S. (2011). Wechselwirkung zwischen Vulkantätigkeit und Siedlungs Siedlungsdynamik. Pompeji, Nola, Herculaneum, katastrophen am Vesuv, 52-59. http://hdl.handle.net/2122/7305
521. De Vita, S., Di Vito, M. A., Marotta, E., Sansivero, F. (2011). Giorgio Buchner precursore del rapporto tra archeologia e vulcanologia: il ruolo delle determinazioni crono-archeologiche nella ricostruzione della storia vulcanica e deformativa recente dell'isola d'Ischia. Dopo giorgio Buchner. Studi e ricerche su pithekoussai, 75-95. http://hdl.handle.net/2122/7282
527. Di Capua, G., Peppoloni, S. (2011). Una scheda per la risposta sismica locale: la carta di identità geologica di un bene monumentale/archeologico. Roma Archæologia: interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico. Terzo Rapporto di Roberto Cecchi. http://hdl.handle.net/2122/7553
530. Di Vito, M. A., De Vita, S., Castaldo, N. (2011). Le tracce antropiche e gli eventi geologici tra 4000 anni dal presente e il 472 d.C. nel territorio tra Nola e Acerra. Territorio e archeologia nell'area dell'antico Clanis/Regi Lagni, 19-28. http://hdl.handle.net/2122/7283
540. Guidoboni, E., Valensise, G. (2011). Il peso economico e sociale dei disastri sismici in Italia negli ultimi 150 anni. http://hdl.handle.net/2122/7627
591. Ricciardi, G. P. (2011). Diario del Monte Vesuvio (Fragments). Variantology 5 - Neapolitan Affairs - On Deep Time Relations of Arts, Sciences and Technologies, 10-37. http://hdl.handle.net/2122/7083

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[465] GEM - UR10 Albini Paola - GEM - GLOBAL COMPONENTS "GLOBAL EARTHQUAKE HISTORY".

Obiettivo Specifico: 4.1.

Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica

Denominazione precedente: *Metodologie sismologiche per l'ingegneria sismica*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *230*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo OS sviluppa gli aspetti metodologici globalmente riferibili al settore internazionalmente conosciuto come "engineering seismology". In particolare cura gli aspetti di interesse specifico per l'ingegneria sismica, quali ad esempio le relazioni di attenuazione di parametri strumentali del moto del suolo e le metodologie di valutazione della risposta locale.

1. Responsabile/i

Giovanni Iannaccone (NA-OV), Giuliano Milana (RM1), Gaetano Zonno (MI)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

AC, RM1, MI, NA-OV

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Le attività riguardano lo sviluppo e l'applicazione di metodologie riferibili alla "Engineering Seismology". I principali obiettivi raggiunti nel 2010 riguardano: pericolosità sismica, sismogrammi sintetici, leggi di scala dei terremoti, stima in tempo reale del moto ed early-warning, effetti di sito, banca dati accelerometrica. Le ricerche sono state sviluppate principalmente nell'ambito di progetti sismologici e vulcanologici finanziati dal DPC, dall'Unione Europea, e dal MIUR. Si sono conclusi i progetti sismologici e vulcanologici della convenzione triennale INGV-DPC 2007-2009 e completati gli studi avviati a seguito del terremoto di L'Aquila. Nell'ambito del progetto INGV-DPC S1 sono state realizzate le mappe di Massimo Scuotimento Osservabile per il territorio nazionale per differenti parametri di scuotimento al fine di caratterizzare il potenziale simogenetico delle sorgenti del "Database of Individual Seismogenic Sources". Nell'ambito del progetto INGV-DPC S4, si sono svolte attività di ricerca relative ai dati strong motion presenti nella banca dati ITACA. In particolare, il dataset accelerometrico è stato utilizzato per mettere a punto una nuova procedura per il processamento dei dati che garantisca la compatibilità tra accelerazione, velocità e spostamento; individuare le registrazioni accelerometriche con valori di picco superiori a una prefissata soglia e studiarne le caratteristiche; proporre nuovi schemi di classificazione dei siti; individuare siti accelerometrici con andamenti peculiari, dovuti a situazioni geomorfologiche specifiche; calibrare le equazioni predittive del moto del suolo in termini di picchi di accelerazione, velocità e ordinate spettrali. Nell'ambito degli studi degli effetti di sito previsti dal progetto S4, è proseguita l'analisi dei dati sismometrici, raccolti durante le campagne di monitoraggio dei bacini del Fucino e di Norcia e della collina di Narni. Si sono indagate le caratteristiche di alcuni siti accelerometrici italiani con tecniche di array mono e bidimensionali. Sono proseguiti gli studi sul terremoto aquilano, indagando gli effetti della sorgente sul campo macrosismo e gli effetti di sito, sia delle stazioni accelerometriche del transetto della Valle dell'Aterno, sia delle stazioni temporanee installate nella zona epicentrale. Nel centro storico di L'Aquila sono continuate le attività finalizzate alla caratterizzazione dei profili di Vs utilizzando l'analisi congiunta di dati di microtremore e di array sismici mono e bidimensionali. In particolare si è investigato l'effetto delle dimensioni spaziali degli array nella risoluzione in profondità dei modelli di velocità ottenuti tramite tecniche di inversione. Sono continuate le attività di modellazione numerica bidimensionale della risposta sismica per il centro storico di L'Aquila. Nell'ambito del progetto Reluis, sono state realizzate le simulazioni per i terremoti di scenario relativi al terremoto dell'Irpinia del 1980 e ne è stata investigata la variabilità. Per il progetto vulcanologico V4 è stato sviluppato il programma PROSCEN che simula mappe di scuotimento in termini di intensità per il versante occidentale dell'Etna. Utilizzando i dati delle stazioni sismiche dell'Appennino meridionale sono state calcolate le equazioni predittive del moto del suolo per eventi di magnitudo medio-piccola (ML < 4.0). È stata sviluppata una tecnica per la stima in tempo-reale della geometria di faglia per forti terremoti analizzando i dati di picco del moto del suolo e la funzione direttività. La tecnica è finalizzata al miglioramento della determinazione delle mappe di scuotimento del suolo che oggi vengono calcolate utilizzando l'approssimazione di sorgente puntiforme. È stato effettuato uno studio della pericolosità sismica in ambiente vulcanico producendo le equazioni predittive del moto del suolo sia in termini di parametri di picco che di ordinate spettrali da utilizzare nelle aree del Vesuvio e dei Campi Flegrei. È stata implementata una nuova tecnica per il calcolo della pericolosità sismica nel fase sin-eruttiva. Tale tecnica è stata applicata alle aree vulcaniche del Vesuvio e dei Campi Flegrei per la generazione di mappe di pericolosità dipendenti dal tempo. È stata completata la mappa di amplificazione locale per il Vesuvio, integrando le funzioni empiriche di effetti di sito con altre informazioni vulcanologiche e sismologiche e con dati stratigrafici, analisi di foto aree e di laboratorio. Ancora al Vesuvio, sono state studiate le componenti spettrali a banda stretta nell'intervallo di frequenza 1-10Hz che possono mascherare i picchi di risonanza dovuti ad effetti di sito. Dall'analisi del microtremore si è ulteriormente dettagliata la struttura superficiale della Solfatara e si sono stimati effetti di sito e modello di velocità (fino ad una profondità di 50-60m) nell'area di S. Fele (Appennino meridionale). Il rumore sismico è stato studiato anche per stimare gli effetti delle

vibrazioni strutturali di un edificio che ospita una cabina realizzata per accogliere un'apparecchiatura medica. È stato realizzato uno studio delle leggi di scala per microterremoti acquisiti dall'array sotterraneo Underseis situato nei Laboratori Nazionali del Gran Sasso. È proseguito lo sviluppo di metodologie per l'early warning simico ed è stata avviata una sperimentazione in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Fisiche (Università di Napoli) e la società AMRA scarl e basata sulla rete ISNet. Tale sperimentazione è stata svolta con più approcci: utilizzando piccoli terremoti, limitatamente alla verifica dei tempi di reazione del sistema; in modalità off-line utilizzando registrazioni di terremoti di altre reti sismiche;utilizzando sismogrammi sintetici calcolati alle stazioni della rete. Queste sperimentazioni hanno permesso di verificare l'efficienza dell'infrastruttura per lo sviluppo di metodologie per l'early warning simico e delle specifiche procedure software implementate.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

È stata analizzata una grande quantità di dati *strong-motion* e *weak-motion* e di rumore ambientale. In particolare, si sono raccolti e parzialmente analizzati i dati sismici e di rumore ambientale registrati dalla rete sismica temporanea installata sull'isola di Cefalonia (Grecia) nell'ambito del progetto europeo NERA. Obiettivo della rete era lo studio dell'amplificazione sismica in un bacino sedimentario di piccole dimensioni.
Sono stati raccolti ed analizzati i dati della rete ISNet finalizzata all'Early Warning sismico. Si sono raccolti ed analizzati dati di rumore ambientale, anche attraverso l'uso di array sismici, nel centro storico di L'Aquila ed in sei siti abruzzesi. In quest'ultimo caso l'obiettivo dello studio era la valutazione della risposta sismica locale in siti occupati da beni monumentali di pregio. Si sono raccolti ed elaborati dati elettromagnetici *time domain* (TDEM) sempre finalizzati alla stima delle caratteristiche geometriche dei terreni sedimentari di copertura.

4.2 Metodologie d'indagine

Le metodologie d'analisi maggiormente utilizzate sono: studio della dispersione delle onde superficiali con tecniche MASW sia attive che passive ed array 1D e 2D. Si sono utilizzate tecniche fk, high resolution fk, Re.Mi, ed ESAC; inversione delle curve di dispersione delle onde superficiali tramite algoritmi genetici; applicazione di tecniche spettrali a singola stazione (HVSR) su dati di microtremore e su eventi sismici volte alla determinazione delle frequenze di risonanza dei siti; applicazione di tecniche spettrali con sito di riferimento (SSR) su eventi sismici volte alla determinazione delle funzioni di trasferimento in ampiezza dei siti; modellazione alle differenze finite ed agli elementi finiti (WISA) della risposta sismica di mezzi eterogenei; generazione di sismogrammi sintetici in campo completo (COMPSYN) finalizzati allo studio degli spostamenti nel campo vicino; generazione di sismogrammi sintetici con tecniche ibride deterministico-stocastiche finalizzate alla costruzione di scenari sismici.

4.3 Dati acquisiti

Si sono acquisiti di rumore ambientale con array sismici nei seguenti siti: Campli, Corfinio, San Clemente a Casauria, Chieti, Campli, Celano, L'Aquila.

4.4 Avanzamenti scientifici

I risultati più rilevanti e gli aspetti maggiormente innovativi hanno riguardato: l'estensione delle equazioni predittive del moto del suolo per i parametri di picco alle ordinate spettrali per periodo selezionati; la definizione di modelli di velocità sismiche del sottosuolo e la caratterizzazione degli effetti di sito in aree di interesse di numerosi progetti; il confronto tra tecniche sismologiche di superficie e dati provenienti da indagini geotecniche in foro; l'ulteriore sviluppo di metodologie di analisi dati in tempo reale per applicazioni di *early warning* sismico.

4.5 Avanzamenti tecnologici

-

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

15. Ameri, G., Bindi, D., Pacor, F., Galadini, F. (2011). The 2009 April 6, Mw 6.3, L'Aquila (central Italy) earthquake: finite-fault effects on intensity data. Geophys. J. Int., 186, 2, 837-851. 10.1111/j.1365-246X.2011.05069.x. http://hdl.handle.net/2122/7466
16. Ameri, G., Emolo, A., Pacor, F., Gallovic, F. (2011). Ground Motion Simulations for the M 6.9 Irpinia 1980 Earthquake (Southern Italy) and Scenario Events. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101, 3, 1136-1151. 10.1785/0120100231. http://hdl.handle.net/2122/7469

17. Ameri, G., Oth, A., Pilz, M., Bindi, D., Parolai, S., Luzi, L., Mucciarelli, M., Cultrera, G. (2011). Separation of source and site effects by Generalized Inversion Technique using the aftershock recordings of the 2009 L'Aquila earthquake. Bull. Earthq. Eng., 9, 3, 717-739. 10.1007/s10518-011-9248-4. http://hdl.handle.net/2122/7400
48. Bergamaschi, F., Cultrera, G., Luzi, L., Azzara, R. M., Ameri, G., Augliera, P., Bordoni, P., Cara, F., Cogliano, R., D'Alema, E., Di Giacomo, D., Di Giulio, G., Fodarella, A., Franceschina, G., Galadini, F., Gallipoli, M. R., Gori, S., Harabaglia, P., Ladina, C., Lovati, S. (2011). Evaluation of site effects in the Aterno river valley (Central Italy) from aftershocks of the 2009 L'Aquila earthquake. Bull. Earthq. Eng.,Special Issue 2011: L'Aquila Earthquake (2011), 697-715. http://hdl.handle.net/2122/6843
52. Bertrand, E., Duval, A.M., Régnier, J., Azzara, R.M., Bergamaschi, F., Bordoni, P., Cara, F., Cultrera, G., Di Giulio, G., Milana, G., Salichon, J. (2011). Site effects of the Roio basin, L'Aquila. Bull. Earthq. Eng., 9, 3, 809–823. 10.1007/s10518-011-9254-6. http://hdl.handle.net/2122/7371
59. Bindi, D., Luzi, L., Pacor, F., Paolucci, R. (2011). Identification of accelerometric stations in ITACA with distinctive features in their seismic response. Bull. Earthq. Eng., 9, 6, 1921-1939. 10.1007/s10518-011-9271-5. http://hdl.handle.net/2122/7516
60. Bindi, D., Luzi, L., Parolai, S., Di Giacomo, D., Monachesi, G. (2011). Site effects observed in alluvial basins: the case of Norcia (Central Italy). Bull. Earthq. Eng., 9, 6, 1941-1959. 10.1007/s10518-011-9273-3. http://hdl.handle.net/2122/7612
61. Bindi, D., Mayfield, M., Parolai, S., Tyagunov, S., Begaliev, U. T., Abdrakhmatov, K., Moldobekov, B., Zschau, J. (2011). Towards an improved seismic risk scenario for Bishkek, Kyrgyz Republic. Soil Dyn. Earthq. Eng., 31, 3, 521-525. 10.1016/j.soildyn.2010.08.009. http://hdl.handle.net/2122/6515
62. Bindi, D., Pacor, F., Luzi, L., Puglia, R., Massa, M., Ameri, G., Paolucci, R. (2011). Ground motion prediction equations derived from the Italian Strong Motion Database. Bull. Earthq. Eng., 9, 6, 1899-1920. 10.1007/s10518-011-9313-z. http://hdl.handle.net/2122/7515
63. Bindi, D., Parolai, S., Oth, A., Abdrakhmatov, K., Muraliev, A., Zschau, J. (2011). Intensity prediction equations for Central Asia. Geophys. J. Int., 187, 327–337. 10.1111/j.1365-246X.2011.05142.x. http://hdl.handle.net/2122/7844
71. Bohm, G., Luzi, L., Galadini, F. (2011). Tomographic depth seismic velocity model below the plain of Norcia (Italy) for site effect studies. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 2, 197-209. 10.4430/bgta0002. http://hdl.handle.net/2122/7617
81. Bordoni, P., Haines, J., Milana, G., Marcucci, S., Cara, F., Di Giulio, G. (2011). Seismic response of L'Aquila downtown from comparison between 2D synthetics spectral ratios of SH, P-SV and Rayleigh waves and observations of the 2009 earthquake sequence. Bull. Earthq. Eng., 9, 3, 761-781. 10.1007/s10518-011-9247-5. http://hdl.handle.net/2122/7391
106. Cara, F., Di Giulio, G., Cavinato, G. P., Famiani, D., Milana, G. (2011). Seismic characterization and monitoring of Fucino Basin (Central Italy). Bull. Earthq. Eng., 9, 6.10.1007/s10518-011-9282-2. http://hdl.handle.net/2122/7029
138. Cucci, L., Tertulliani, A. (2011). Clues for a Relation between Rotational Effects Induced by the 2009 Mw 6.3 L'Aquila (Central Italy) Earthquake and Site and Source Effects. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101, 3, 1109-1120. 10.1785/0120100264. http://hdl.handle.net/2122/7781
140. Cultrera, G., Mucciarelli, M., Parolai, S. (2011). The L'Aquila earthquake - A view of site effects and building behavior from temporary networks. Bull. Earthq. Eng., 9, 691-695. 10.1007/s10518-011-9270-6. http://hdl.handle.net/2122/7779
143. Cusano, P., Bobbio, A., Festa, G., Petrosino, S., Rombetto, S. (2011). Analysis of seismic noise to check the mechanical isolation. Ann. Geophys., 54, 3, 223-233. 10.4401/ag-4774. http://hdl.handle.net/2122/7070
178. Di Capua, G., Lanzo, G., Pessina, V., Peppoloni, S., Scasserra, G. (2011). The recording stations of the Italian strong motion network: geological information and site classification. Bull. Earthq. Eng., 9, 6, 1779-1796. 10.1007/s10518-011-9326-7. http://hdl.handle.net/2122/7345
180. Di Giulio, G., Marzorati, S., Bergamaschi, F., Bordoni, P., Cara, F., D'Alema, E., Ladina, C., Massa, M. (2011). Local variability of the ground shaking during the 2009 L'Aquila earthquake (April 6, 2009-Mw 6.3): the case study of Onna and Monticchio villages. Bull. Earthq. Eng., 3, 9, 783-807. 10.1007/s10518-011-9243-9. http://hdl.handle.net/2122/7392
198. Emolo, A., Convertito, V., Cantore, L. (2011). Ground-motion predictive equations for low-magnitude earthquakes in the Campania–Lucania area, Southern Italy. J. Geophys. Eng., 8, 1, 46. 10.1088/1742-2132/8/1/007. http://hdl.handle.net/2122/7841
206. Faenza, L., Michelini, A. (2011). Regression analysis of MCS intensity and ground motion spectral accelerations (SAs) in Italy. Geophys. J. Int., 186, 3, 1415-1430. 10.1111/j.1365-246X.2011.05125.x. http://hdl.handle.net/2122/7302
222. Foti, S., Parolai, S., Bergamo, P., Di Giulio, G., Maraschini, M., Milana, G., Picozzi, M., Puglia, R. (2011). Surface wave surveys for seismic site characterizationof accelerometric stations in ITACA. Bull. Earthq. Eng., 6, 9, 1797–1820. 10.1007/s10518-011-9306-y. http://hdl.handle.net/2122/7363
240. Haller, K. M., Basili, R. (2011). Developing seismogenic source models based on geologic fault data. Seismol. Res. Lett., 82, 4, 519-525. 10.1785/gssrl.82.4.519. http://hdl.handle.net/2122/7184
249. Iervolino, I., Chioccarelli, E., Convertito, V. (2011). Engineering design earthquakes from multimodal hazard disaggregation. Soil Dyn. Earthq. Eng., 31, 9, 1212-1231. 10.1016/j.soildyn.2011.05.001. http://hdl.handle.net/2122/7810
250. Iervolino, I., Galasso, C., Paolucci, R., Pacor, F. (2011). Engineering ground motion record selection in the ITalian ACcelerometric Archive. Bull. Earthq. Eng., 9, 6, 1761-1778. 10.1007/s10518-011-9300-4. http://hdl.handle.net/2122/7615
269. Lanzo, G., Tallini, M., Milana, G., Di Capua, G., Del Monaco, F., Pagliaroli, A., Peppoloni, S. (2011). The Aterno valley strong-motion array: seismiccharacterization and determination of subsoil model. Bull. Earthq. Eng., 6, 9,

1855-1875. 10.1007/s10518-011-9301-3. http://hdl.handle.net/2122/7365
279. Lovati, S., Bakavoli, M., Massa, M., Ferretti, G., Pacor, F., Paolucci, R., Haghshenas, E., Kamalian, M. (2011). Estimation of topographical effects at Narni ridge (Central Italy): comparisons between experimental results and numerical modelling. Bull. Earthq. Eng., 9, 1987-2005. 10.1007/s10518-011-9315-x. http://hdl.handle.net/2122/7498
281. Luzi, L., Puglia, R., Pacor, F., Gallipoli, M. R., Bindi, D., Mucciarelli, M. (2011). Proposal for a soil classification based on parameters alternative or complementary to Vs,30. Bull. Earthq. Eng., 9, 6, 1877-1898. 10.1007/s10518-011-9274-2. http://hdl.handle.net/2122/7614
285. Malagnini, L., Akinci, A., Mayeda, K., Munafo, I., Herrmann, R. B., Mercuri, A. (2011). Characterization of earthquake-induced ground motion from the L'Aquila seismic sequence of 2009, Italy. Geophys. J. Int., 184, 1, 325-337. 10.1111/j.1365-246X.2010.04837.x. http://hdl.handle.net/2122/6700
296. Marzorati, S., Ladina, C., Falcucci, E., Gori, S., Saroli, M., Ameri, G., Galadini, F. (2011). Site effects "on the rock": the case of Castelvecchio Subequo (L'Aquila, central Italy). Bull. Earthq. Eng., 9, 3, 841-868. 10.1007/s10518-011-9263-5. http://hdl.handle.net/2122/7140
308. Milana, G., Azzara, R. M., Bertrand, E., Bordoni, P., Cara, F., Cogliano, R., Cultrera, G., Di Giulio, G., Duval, A. M., Fodarella, A., Marcucci, S., Pucillo, S., Régnier, J., Riccio, G. (2011). The contribution of seismic data in microzonation studiesfor downtown L'Aquila. Bull. Earthq. Eng., 9, 3, 741–759. 10.1007/s10518-011-9246-6. http://hdl.handle.net/2122/7367
337. Pacor, F., Ameri, G., Bindi, D., Luzi, L., Massa, M., Paolucci, R., Smerzini, C. (2011). Characteristics of strong ground motions from the L'Aquila (Mw = 6.3) earthquake and its strongest aftershocks. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 3, 471-490. 10.4430/bgta0032. http://hdl.handle.net/2122/7508
341. Panzera, F., Rigano, R., Lombardo, G., Cara, F., Di Giulio, G., Rovelli, A. (2011). The role of alternating outcrops of sediments and basaltic lavas on seismic urban scenario: the study case of Catania, Italy. Bull. Earthq. Eng., 9, 2, 411-439. 10.1007/s10518-010-9202-x. http://hdl.handle.net/2122/7784
375. Puglia, R., Albarello, D., Gorini, A., Luzi, L., Marcucci, S., Pacor, F. (2011). Extensive characterization of Italian accelerometric stations from single-station ambient-vibration measurements. Bull. Earthq. Eng., 9, 6, 1821-1838. 10.1007/s10518-011-9305-z. http://hdl.handle.net/2122/7671
376. Puglia, R., Ditommaso, R., Pacor, F., Mucciarelli, M., Luzi, L., Bianca, M. (2011). Frequency variation in site response as observed from strong motion data of the L'Aquila (2009) seismic sequence. Bull. Earthq. Eng., 9, 3, 869-892. 10.1007/s10518-011-9266-2. http://hdl.handle.net/2122/7672
377. Puglia, R., Tokeshi, K., Picozzi, M., D'Alema, E., Parolai, S., Foti, S. (2011). Interpretation of microtremor 2D array data using Rayleigh and Love waves: the case study of Bevagna (central Italy). Near Surf. Geophys., 9, 6, 529-540. 10.3997/1873-0604.2011031. http://hdl.handle.net/2122/7670
398. Satriano, C., Elia, L., Martino, C., Lancieri, M., Zollo, A., Iannaccone, G. (2011). PRESTo, the earthquake early warning system for Southern Italy: Concepts, capabilities and future perspectives. Soil Dyn. Earthq. Eng., 31, 137-153. 10.1016/j.soildyn.2010.06.008. http://hdl.handle.net/2122/7279

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

476. Cadet, H., Cultrera, G., De Rubeis, V., Bard, P.-Y. (2011). Rayleigh-wave dispersion curve: a proxy for site effect estimation?. 4th IASPEI / IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion. http://hdl.handle.net/2122/7492
520. De Rubeis, V., Cultrera, G., Cadet, H., Bard, P.Y., Theodoulidis, N. (2011). Statistical estimation of earthquake site response from noise recordings. 4th IASPEI / IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion. http://hdl.handle.net/2122/7491
526. Di Capua, G., Peppoloni, S. (2011). Conoscere la pericolosità sismica di un territorio. PONTE - Mensile di Progettazione, Gestione e Tecnica per Costruire, 5, 41-47. http://hdl.handle.net/2122/7541
527. Di Capua, G., Peppoloni, S. (2011). Una scheda per la risposta sismica locale: la carta di identità geologica di un bene monumentale/archeologico. Roma Archæologia: interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico. Terzo Rapporto di Roberto Cecchi. http://hdl.handle.net/2122/7553
528. Di Capua, G., Peppoloni, S., Amanti, M., Cipolloni, C., Conte, G., Avola, D., Del Buono, A., Borgomeo, E., Negri Arnoldi, C., Scrivieri, S. (2011). Il Progetto SEE-GeoForm: uno strumento per la consultazione di dati geologici e di pericolosità sismica riferiti all'intero territorio nazionale. ANIDIS 2011. http://hdl.handle.net/2122/7529
529. Di Giulio, G., Cara, F., Milana, G., Gaudiosi, I. (2011). The deep structure of the L'Aquila basin investigated using array measurements. 4th IASPEI / IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion. http://hdl.handle.net/2122/7177
552. Massa, M., Lovati, S., Marzorati, S., Augliera, P. (2011). Seismic Ground Motion Amplifications Estimated by Means of Spectral Ratio Techniques: Examples for Different Geological and Morphological Settings. Earth and Environmental Sciences, 195-218. http://hdl.handle.net/2122/7477
587. Podestà, S., Conte, R., Compagnoni, M., Di Capua, G., Di Giulio, G., Marchetti, M., Milana, G., Passalacqua, R., Peppoloni, S., Pergalani, F. (2011). Microzonazione sismica di un centro abitato di piccole dimensioni: il caso studio di Sant'Agata Fossili (AL). ANIDIS 2011. http://hdl.handle.net/2122/7533
612. Selva, Jacopo, Kakderi, Kalliopi, Alexoudi, Maria, Pitilakis, Kyriazis, (2011). Seismic performance of a system of interdependent lifeline and infrastructure components. 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering. http://hdl.handle.net/2122/7380

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[268] NERIES – UR1 (Network of Research Infrastructures for European Seismology – resp.: M. Cocco).
[326] ANKARA - UR10 Cocco Massimo - ANKARA - VALUTAZIONE E RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO DI GRANDI OPERE INFRASTRUTTURALI.
[369] INGV-DPC S3 07-09 – UR10 (Valutazione rapida dei parametri e degli effetti dei forti terremoti in Italia e nel Mediterraneo – resp.: A. Michelini).
[369] INGV-DPC S3 07-09 – UR20 (Valutazione rapida dei parametri e degli effetti dei forti terremoti in Italia e nel Mediterraneo – resp.: S. Pondrelli).
[369] INGV-DPC S3 07-09 - UR30 (Valutazione rapida dei parametri e degli effetti dei forti terremoti in Italia e nel Mediterraneo - resp. P. Augliera).
[370] INGV-DPC S4 07-09 - UR10 (Banca dati accelerometrica italiana - resp. L. Luzi).
[370] INGV-DPC S4 07-09 - UR20 (Banca dati accelerometrica italiana - resp. G. Milana).
[390] ITSAK-GR – UR10 (ITSAK-GR – P.N.029627 – International Transfer of Seismological Advanced Knowledge and Geophysical Research – resp.: M. Cocco).
[402] Convenz. Agenzia Protez. Civile ER-INGV - UR10 Camassi Romano - Convenz. quadro quinquennale tra l'Agenzia Regionale di Protezione Civile e L'INGV per il supporto tecnico, scientifico ed informativo nelle attività di protezione civile di competenza.
[402] Convenzione Agenzia Protezione Civile ER-INGV - UR20 Cattaneo Marco - Convenzione quadro quinquennale tra l'Agenzia Regionale di Protezione Civile e L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia per il supporto tecnico, scientifico ed informativ.
[441] Attività in ambito RISKNAT - UR10 Di Capua Giuseppe - Attività tecnico scientifica inserita nell'ambito delle azioni progettuali previste nel Programma Operativo di Cooperazione Transfrontaliera ALCOTRA 2007-2013 - Progetto Strategico Transfrontaliero sui rischi naturali (RISKNAT) - Volet C, Attività 6. Microzonazione sismica di II livello nel comune di Sant'Agata Fossili (AL).
[445] SWISSNUCLEAR – UR10 (SWISSNUCLEAR – resp.: A. Michelini).
[455] Valutazione del rischio sismico territoriale - UR10 Di Capua Giuseppe - Valutazione del rischio sismico territoriale
[477] NERA - UR10 Michelini Alberto - Network of European Research Infrastructures for Earthquake Risk Assessment and Mitigation.
[477] NERA - UR20 Piatanesi Alessio - Network of European Research Infrastructures for Earthquake Risk Assessment and Mitigation.
[477] NERA - UR30 Luzi Lucia - Network of European Research Infrastructures for Earthquake Risk Assessment and Mitigation.
[486] ReLUIS - UR10 Pacor Francesca - ReLUIS - Aspetti ingegneristici nell'input sismico.
[497] ReLUIS-Marzocchi - UR10 Marzocchi Warner - ReLUIS - Strategie di Riduzione del Rischio a Medio Termine su Scala Regionale.

Obiettivo Specifico: 4.2.

Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale

Denominazione precedente: *Modelli per la stima della pericolosità sismica a scala nazionale*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *145*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo TTC cura l'aggiornamento dei metodi di sismicità, di sismogenesi, di attenuazione ecc. necessari per le stime di pericolosità a scala nazionale, includendo tra gli altri dati geologici di varia natura e a varie scale, dati sismotettonici, dati sui maremoti. Aggiorna inoltre i modelli di calcolo della pericolosità a scala nazionale e il database di pericolosità sismica di supporto alla normativa sismica.

1. Responsabile/i

Roberto Basili (RM1), Carlo Meletti (MI)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, RM1, BO, CT, MI

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Le attività di questo TTC sono strettamente collegate con la realizzazione e l'aggiornamento di modelli e stime della pericolosità sismica, anche ai fini della loro applicazione in politiche di protezione civile. Pertanto si tratta di attività in larga parte finanziate nell'ambito di progetti DPC. Nel 2011, il riordino dell'Ente, la selezione di una nuova dirigenza, l'interruzione della convenzione con il DPC e il suo successivo rinnovo previsto nel corso del 2012 non hanno consentito di avviare nuove iniziative a livello nazionale. Le attività sui dati e modelli per la pericolosità sismica a scala nazionale sono state nel 2011 quelle che erano già avviate nel 2010. Un gruppo di lavoro dell'Ente ha rilasciato un modello di occorrenza di forti terremoti in Italia utilizzabile da parte di DPC per l'individuazione delle aree in cui concentrare i finanziamenti previsti dalla Legge 77/2009 per la riduzione del rischio sismico di edifici pubblici e privati attraverso l'abbattimento della vulnerabilità. Il DPC ha richiesto di predisporre stime *time-dependent* che indichino le aree in cui adesso è più probabile l'accadimento di terremoti forti. Queste stime si sono avvalse dei modelli di occorrenza di terremoti elaborati nel corso del Progetto S2 (2007-2009). Si tratta di attività di carattere sperimentale e con un profondo livello di innovazione, che potranno avere ulteriori importanti sviluppi nei prossimi anni. L'INGV partecipa al progetto europeo SHARE coordinando l'intero Work Package 3. Nel corso del 2011 sono stati rilasciati i prodotti più importanti per la realizzazione del modello di pericolosità sismica dell'area euro-mediterranea. Tra i prodotti inerenti il TTC citiamo il modello aggiornato delle sorgenti areali, il database delle sorgenti sismogenetiche che copre ora l'intera l'area euro-mediterranea, la mappa dello *strain rate* anelastico calcolato da modelli agli elementi finiti, il modello della distribuzione della massima magnitudo attesa; tutti elementi determinanti nel calcolo della pericolosità sismica. In SHARE si adotterà un albero logico in cui il modello classico di zone (per l'Italia verrà utilizzato lo stesso modello ZS9 definito per la mappa di pericolosità sismica MPS04) sarà posto in alternativa a modelli cosiddetti a sismicità diffusa e altri che combinano faglie e zone di background. Questi ultimi utilizzeranno al massimo la struttura del database delle sorgenti sismogenetiche DISS. Questo tipo di approccio da un lato valorizza il contributo dell'indagine geologica alla pericolosità sismica, dall'altro concentra sulle strutture riconosciute i valori massimi di scuotimento atteso, al contrario delle zone in cui la pericolosità sismica viene "spalmata" sull'intera superficie della zona. Le prime mappe basate su questi modelli di sorgenti sismiche sono attese per i primi mesi del 2012. Il modello della massima magnitudo attesa in Europa è il risultato di uno studio che ha verificato i diversi approcci utilizzati a livello mondiale e che ha portato alla definizione di una procedura trasparente e riproducibile, per quanto validata anche da giudizio esperto. L'importanza di questo parametro nella stima della pericolosità sismica è cruciale sia per i lunghi periodi di ritorno, considerando gli eventi estremi che potrebbero non essere riportati nei cataloghi sismici oppure non riconosciuti negli studi geologici sulle faglie attive, sia per periodi di ritorno più brevi incidendo sui tassi di occorrenza. Il codice CRISIS per la stima della pericolosità sismica, realizzato nel progetto S2 (2007-2009), è stato ulteriormente aggiornato con lo sviluppo di applicazioni di contorno che lo alimentano producendone l'input partendo da dati di base vari. Sono state messe a punto alcune nuove funzionalità, quali strumenti per il *declustering* dei cataloghi sismici, per la valutazione della completezza di un catalogo seguendo un approccio statistico o per calcolare i tassi di sismicità di una zona sorgente secondo le procedure di fit più comunemente utilizzate. Nell'ambito della stima della pericolosità da tsunami, lo sviluppo delle procedure di calcolo farà sì che le varie incertezze del sistema vengano trattate con la costruzione di un albero logico integrato da alberi degli eventi. Inoltre a differenza della pericolosità sismica, è fondamentale l'input geologico anche di potenziali sorgenti situate a grande distanza dal sito di interesse. Una volta messa a punto la metodologia, queste stime potranno essere estese alle coste dell'intera penisola italiana. Per quanto riguarda il database DISS, oltre al consueto aggiornamento dei dati di base, è stato predisposto un nuovo livello informativo adatto a contenere i dati di base sulle zone di subduzione del Mediterraneo. È stato realizzato uno studio che ha consentito di allineare reciprocamente il modello concettuale del DISS e quello adottato dallo USGS per i calcoli di pericolosità sismica. L'esperimento CSEP, svolto come collaborazione

volontaria e gratuita tra gruppi di ricerca che in tutto il mondo sviluppano modelli di occorrenza di terremoti, prosegue nell'effettuare confronti tra i modelli e i terremoti che si verificano realmente. L'esperimento sull'area test italiana è iniziato il 1 agosto 2009 e mette a confronto 18 modelli di occorrenza, basati su un approccio sia *time-dependent* che *time-independent*. Nel 2011 è iniziata la partecipazione al Programma Regionale di GEM per l'America del Sud, allo scopo di contribuire allo sviluppo del progetto e alla comunicazione tra le diverse agenzie che lavorano nell'ambito della pericolosità sismica e del rischio sismico (ULA e FUNVISIS in Venezuela, INGEOMINAS e Universidad Nacional in Colombia, IGEPN in Ecuador, IGP in Peru, INPRES in Argentina, SSN Universidad de Chile) e il segretariato di GEM. Sono stati organizzati due workshop per mettere insieme le istituzioni coinvolte e per fare lo stato dell'arte della pericolosità e rischio sismico nella regione.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

Il TTC è stato istituito ex-novo a inizio 2010. Le prime attività furono rivolte al censimento delle iniziative presenti all'interno dell'Ente dal cui esame è risultato che ci sono molte attività scientifiche che non hanno un riconoscimento in nessun OS e che sono di interesse per i modelli di pericolosità. È però anche vero che la ridefinizione del TTC è limitata a un ambito specifico. Il TTC risente inoltre del fatto che le attività recenti sono state sviluppate nell'ambito di progetti finanziati dal DPC. Con la fine della convenzione INGV-DPC 2007-2009 e in assenza di progetti (riattivati nel 2012) manca la possibilità di proseguire o rilanciare tali attività. Una ulteriore ragione per la parziale stasi di attività è la mancanza di un dispositivo normativo per l'aggiornamento periodico della mappa di pericolosità di riferimento nazionale. Questi aspetti suggeriscono la necessità di definire un sistema di coordinamento permanente che coinvolga maggiormente i ricercatori nel TTC.

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

-

4.2 Metodologie d'indagine

-

4.3 Dati acquisiti

È proseguita l'attività di sviluppo e implementazione del database delle sorgenti sismogenetiche DISS. Il gruppo di lavoro DISS ha pubblicato a luglio 2010 la versione 3.1.1 del database, accessibile attraverso il sito http://diss.rm.ingv.it/diss, che include i risultati delle ricerche svolte nell'ambito del progetto S1 della Convenzione DPC-INGV. Tutte le versioni precedenti sono sempre scaricabili dallo stesso sito. È stata inoltre pubblicata online la versione preliminare del database delle sorgenti sismogenetiche del progetto SHARE sul sito http://diss.rm.ingv.it/SHARE/ che contiene informazioni anche sulle faglie situate nelle aree a più elevata pericolosità sismica d'Europa (quali Grecia e Turchia). Sempre nell'ambito del progetto S1 è stata acquisita una gran mole di dati confluiti in un database geografico (http://labgis.gm.ingv.it/progettoS1_07_09/). Si rende necessaria quindi la pianificazione di attività volte all'aggiornamento e la manutenzione di questo database in modo da non vanificare gli sforzi fatti, non disperdere i dati e le risorse impiegate e, soprattutto, evitare di ripetere l'operazione dall'inizio in progetti futuri. In particolare si sottolinea l'importanza di curare dati particolarmente importanti la cui raccolta non è coordinata in altri TTC, come ad esempio i dati sull'orientazione degli assi di stress, sul flusso di calore, e sulle proprietà della stratificazione crostale (Vp, Vs, densità, spessori).

4.4 Avanzamenti scientifici

Il codice CRISIS è uno strumento di calcolo per la stima della pericolosità sismica. Si tratta di un codice sviluppato originariamente da UNAM (Università Autonoma del Messico) a cui INGV ha contribuito significativamente nel corso dell'ultimo progetto S2; è "open source" e distribuito gratuitamente alla comunità scientifica per scopi non commerciali. Tra gli sviluppi più importanti vanno citate una serie di funzioni che consentono l'utilizzo di modelli di occorrenza dei terremoti non poissoniani che finora erano scarsamente utilizzabili in questo tipo di stime. È per esempio possibile ora adottare modelli *time-dependent* su faglie, anche con interazione tra le stesse, oppure la combinazione tra modelli caratteristici su faglie e modelli *smoothed seismicity*, grazie alla messa a punto di un nuovo modello dati e allo sviluppo di routine che possono gestire modelli non parametrici.
Il codice è stato utilizzato per predisporre le stime preliminari contenute nel documento proposto a DPC per rispondere alle esigenze dell'applicazione della L.77/2009.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Continua anche sotto questo aspetto lo sviluppo di nuovi strumenti, finalizzati alla archiviazione e gestione di grosse moli di dati, nonché alla elaborazione degli stessi. In questo settore, inoltre, si rendono via via disponibili nuove basi di dati, che spesso richiedono un continuo aggiornamento degli strumenti informatici anche rispetto alle nuove tecnologie. Trattandosi di dati georeferenziati il ricorso alla tecnologia GIS o WebGIS è molto importante; se da un lato consente

una migliore gestione dei dati stessi, dall'altro permette la più rapida ed efficiente diffusione degli stessi. In particolare, sia per la diffusione dei valori di pericolosità sismica, sia per la gestione e visualizzazione del database delle sorgenti sismogenetiche DISS si è fatto uso di applicazioni WebGIS che rendono i dati accessibili via web. Le due applicazioni usano programmi diversi a causa delle diverse esigenze degli utenti, che il raggiunto livello di *know-how* consente di servire al meglio.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

240. Haller, K. M., Basili, R. (2011). Developing seismogenic source models based on geologic fault data. Seismol. Res. Lett., 82, 4, 519-525. 10.1785/gssrl.82.4.519. http://hdl.handle.net/2122/7184
260. Jordan, T., Chen, Y.-T., Gasparini, P., Madariaga, R., Main, I., Marzocchi, W., Papadopoulos, G., Yamaoka, K., Zschau, J. (2011). Operational Earthquake Forecasting: State of Knowledge and Guidelines for Implementation. Ann. Geophys., 54, 4, 315-391. 10.4401/ag-5350. http://hdl.handle.net/2122/7442
278. Lorito, S., Romano, F., Atzori, S., Tong, X., Avallone, A., McCloskey, J., Cocco, M., Boschi, E., Piatanesi, A. (2011). Limited overlap between the seismic gap and coseismic slip of the great 2010 Chile earthquake. Nat. Geosci., 4, 173-177. 10.1038/ngeo1073. http://hdl.handle.net/2122/6934
294. Marzocchi, W., Zechar, J. D. (2011). Earthquake forecasting and earthquake prediction: different approaches for obtaining the best model. Seismol. Res. Lett., 82, 442-448. 10.1785/gssrl.82.3.442. http://hdl.handle.net/2122/7290
295. Marzocchi, W., Zhuang, J. (2011). Statistics between mainshocks and foreshocks in Italy and Southern California. Geophys. Res. Lett., 38, L09310. 10.1029/2011GL047165. http://hdl.handle.net/2122/7292
406. Scollo, S., Prestifilippo, M., Coltelli, M., Spata, G. (2011). A statistical approach to evaluate the tephra deposit and ash concentration from PUFF model forecasts. J. Volcanol. Geotherm. Res., 200, 129-142. 10.1016/j.jvolgeores.2010.12.004. http://hdl.handle.net/2122/7440
423. Stucchi, M., Meletti, C., Montaldo, V., Crowley, H., Calvi, G. M., Boschi, E. (2011). Seismic Hazard Assessment (2003–2009) for the Italian Building Code. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101, 4, 1885-1911. 10.1785/0120100130. http://hdl.handle.net/2122/7500
446. Woessner, J., Hainzl, S., Marzocchi, W., Werner, M. J., Lombardi, A. M., Catalli, F., Enescu, B., Cocco, M., Gerstenberger, M., Wiemer, S. (2011). A retrospective comparative forecast test on the 1992 Landers sequence. J. Geophys. Res., 116, B05305. 10.1029/2010JB007846. http://hdl.handle.net/2122/7294

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

548. Martinelli, F., Meletti, C. (2011). CrisisWeb User Manual. D 1.2.b. http://hdl.handle.net/2122/6533
549. Martinelli, F., Meletti, C. (2011). CrisisWeb Installation Manual. D 1.2.c. http://hdl.handle.net/2122/6535

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[280] AIRPLANE - UR2 Stucchi Massimiliano - Piattaforma di ricerca multidisciplinare su terremoti e vulcani.
[280] AIRPLANE - UR5 Valensise Gianluca - Piattaforma di ricerca multidisciplinare su terremoti e vulcani.
[326] ANKARA - UR10 Cocco Massimo - ANKARA - VALUTAZIONE E RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO DI GRANDI OPERE INFRASTRUTTURALI.
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR10 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: R. Devoti).
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR20 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: R. Di Stefano).
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR30 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp. G. Vannucci).
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR40 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: F. Galadini).
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR50 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: G. Zonno).

[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR60 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: S. Barba).
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR70 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica resp.: C. Chiarabba).
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR80 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: R. Basili).
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR90 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp. A. Piatanesi).
[368] INGV-DPC S2 07-09 – UR10 (Realizzazione di un modello dinamico sperimentale di valutazione della pericolosità sismica a scala nazionale – resp.: C. Meletti).
[368] INGV-DPC S2 07-09 – UR20 (Realizzazione di un modello dinamico sperimentale di valutazione della pericolosità sismica a scala nazionale – resp.: W. Marzocchi).
[369] INGV-DPC S3 07-09 – UR10 (Valutazione rapida dei parametri e degli effetti dei forti terremoti in Italia e nel Mediterraneo – resp.: A. Michelini).
[369] INGV-DPC S3 07-09 – UR20 (Valutazione rapida dei parametri e degli effetti dei forti terremoti in Italia e nel Mediterraneo – resp.: S. Pondrelli).
[369] INGV-DPC S3 07-09 - UR30 (Valutazione rapida dei parametri e degli effetti dei forti terremoti in Italia e nel Mediterraneo - resp. P. Augliera).
[371] INGV-DPC S5 07-09 - UR10 (Test sites per il monitoraggio multidisciplinare di dettaglio - resp.: L. Chiaraluce).
[371] INGV-DPC S5 07-09 - UR20 (Test sites per il monitoraggio multidisciplinare di dettaglio - resp.: L. Margheriti).
[371] INGV-DPC S5 07-09 - UR30 (Test sites per il monitoraggio multidisciplinare di dettaglio - resp.: A. Avallone).
[371] INGV-DPC S5 07-09 - UR40 (Test sites per il monitoraggio multidisciplinare di dettaglio - resp.: A. Amato).
[371] INGV-DPC S5 07-09 – UR50 (Test sites per il monitoraggio multidisciplinare di dettaglio – resp.: L. Improta).
[389] SHARE - UR10 Valensise Gianluca - SHARE - Seismic Hazard Harmonization in Europe.
[402] Convenz. Agenzia Protez. Civile ER-INGV - UR10 Camassi Romano - Convenz. quadro quinquennale tra l'Agenzia Regionale di Protezione Civile e L'INGV per il supporto tecnico, scientifico ed informativo nelle attività di protezione civile di competenza.
[402] Convenzione Agenzia Protezione Civile ER-INGV - UR20 Cattaneo Marco - Convenzione quadro quinquennale tra l'Agenzia Regionale di Protezione Civile e L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia per il supporto tecnico, scientifico ed informativo.
[451] FIRB Selva - UR10 Selva Jacopo - QUANTIFICAZIONE DEL MULTI-RISCHIO CON APPROCCIO BAYESIANO: UN CASO STUDIO PER I RISCHI NATURALI DELLA CITTA' DI NAPOLI.
[451] FIRB Selva - UR20 Faenza Licia - QUANTIFICAZIONE DEL MULTI-RISCHIO CON APPROCCIO BAYESIANO: UN CASO STUDIO PER I RISCHI NATURALI DELLA CITTA' DI NAPOLI.
[461] Convenzione Regione Marche 2010 - UR10 Selvaggi Giulio - Convenzione tra Regione Marche ed Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia per il supporto tecnico, scientifico ed informativo nelle attività di Protezione Civile di competenza regionale - Anno 2010.
[465] GEM - UR10 Albini Paola - GEM - GLOBAL COMPONENTS "GLOBAL EARTHQUAKE HISTORY".
[497] ReLUIS-Marzocchi - UR10 Marzocchi Warner - ReLUIS - Strategie di Riduzione del Rischio a Medio Termine su Scala Regionale.
[502] OSCAR Conv. Prov. AR - UR10 (Conv. tra Prov. AREZZO e INGV per la diffusione e trasf. info dati prodotti dall'Oss. di AR a supporto dell' agg. del quadro rischio sismico del piano prov. integr. della Prot. Civ.e il contr. nell'attività di divulg.e formaz. rischio sismico - resp.: R.M. Azzara).

Obiettivo Specifico: 4.3. TTC

Scenari di pericolosità vulcanica

Denominazione precedente: *Scenari di pericolosità vulcanica*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *130*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
La stima della pericolosità vulcanica si basa sull'integrazione di conoscenze osservative e sperimentali con modelli fisico-matematici che descrivono la dinamica dei processi pre-, sin-, e post-eruttivi pericolosi. Obiettivo del presente TTC è la definizione di scenari di pericolosità vulcanica per fornire stime quantitative dell'evoluzione spazio-temporale dei principali fenomeni pericolosi nei vulcani attivi italiani. Ricadono in questo OS attività di consulenza relativa ai vulcani attivi italiani a favore di diversi soggetti istituzionali.

1. Responsabile/i

Gianni Macedonio (NA-OV)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, RM1, BO, CT, NA-OV, PA, PI

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

L'obiettivo di questo TTC è l'implementazione di procedure per l'analisi della pericolosità vulcanica utilizzando osservazioni di terreno, dati satellitari, prove di laboratorio, modelli fisico-matematici e metodi statistici. Relativamente agli studi sulla dispersione e deposizione di cenere e tephra, nel 2011, nell'ambito del progetto UPNV, il modello VOL-CALPUFF è stato quotidianamente utilizzato per la produzione di mappe previsionali di dispersione di cenere in aria e di ricaduta al suolo per tre scenari eruttivi ipotizzati all'Etna. Nell'ambito del progetto CASAVA (ANR) il modello è stato applicato per simulazioni di tipo Monte Carlo a La Soufriere di Guadaloupe (Lesser Antilles). Per questo vulcano, mappe di pericolosità di ricaduta di cenere e curve di probabilità di eccedenza di deposito al suolo sono state prodotte per uno scenario di tipo sub-Pliniano (1530 AD). I risultati del modello sono stati inoltre utilizzati come dato di input per lo studio di vulnerabilità dell'abitato dell'Isola di Guadaloupe. Utilizzando il modello di dispersione FALL3D, per la prima volta, È stata effettuata la simulazione del trasporto delle ceneri dell'eruzione dell'Ignimbrite Campana (Campi Flegrei) su scala globale, confrontando i dati dei depositi in Europa e Asia. I risultati contribuiscono alla comprensione delle possibili cause che hanno portato all'estinzione dell'Homo di Neanderthal. Nel 2011, è stata avviata una procedura per il confronto tra le stime di cenere da satellite (MODIS) e modelli di trasporto (FALL3D). Inoltre, è stata realizzata una procedura per la stima di cenere utilizzando reti neurali, ed è in fase di sviluppo un'analoga procedura per la stima dell'SO_2, anch'essa basata su reti neurali. Altri studi hanno permesso la stima di cenere ed SO_2 nei plumes vulcanici utilizzando immagini satellitari polari (MODIS) e geostazionari (MSG-SEVIRI). Le procedure sono state applicate alle eruzioni del 2011 dell'Etna (Italia), Grimsvotn (Islanda) e Pujehue (Cile). Infine, è stata completata la validazione delle stime del flusso di SO_2 utilizzando strumentazione satellitare (MODIS) e misure da terra effettuate mediante la rete fissa FLAME presente sull'Etna. Nel 2011, è continuato lo studio della dinamica delle colate piroclastiche prodotte da eruzioni Pliniane ai Campi Flegrei tramite il modello multifase PDAC. Le simulazioni hanno particolarmente analizzato l'effetto della posizione della bocca eruttiva sulla propagazione delle colate e l'effetto della deposizione di particelle sull'area invasa dai flussi. È stato inoltre avviato lo studio della dinamica di flussi piroclastici prodotti dal collasso di una colonna sub-Pliniana al vulcano La Soufrière de Guadeloupe (FR) e da un blast vulcanico alla Montagne Pelée (Guadeloupe, FR), finalizzato alla valutazione della pericolosità e del rischio vulcanico nelle Antille. È stato ulteriormente raffinato un albero degli eventi del Vesuvio e dei Campi Flegrei finalizzato alla stima della loro pericolosità a lungo termine. Per quanto riguarda gli studi di pericolosità vulcanica all'Etna, è stato condotto uno studio multidisciplinare per un'ampia valutazione dell'hazard connesso alle fasi dell'avvio dell'ultima eruzione laterale del 2008. La modellazione dei dati geofisici ha permesso di vincolare la sorgente e i meccanismi eruttivi, mentre le simulazioni dei flussi lavici e della dispersione della cenere hanno fornito utili informazioni per la valutazione del rischio. Il sistema HOTSAT per il monitoraggio vulcanico basato sull'analisi di immagini satellitari multi-sensore (MODIS, AVHRR e SEVIRI) è stato applicato agli eventi parossistici del 2011 dell'Etna per stimare il tasso eruttivo o "time average discharge rate" (TADR). Durante il 2011, in collaborazione con il gruppo del Prof. Nicola Spinelli del Dipartimento di Fisica dell'Università di Napoli "Federico II", è stata avviata la realizzazione di una stazione lidar sull'Etna. È stato installato un LIDAR dell'Università presso l'Osservatorio Astrofisico di Catania e si sono analizzati i dati ottenuti durante l'attività di emissione di cenere dell'Etna del 15 Novembre 2010. Sono stati analizzati diversi dati raccolti dal sensore Multi-angle Imaging SpectroRadiometer (MISR) durante alcune eruzione dell'Etna. È inoltre continuato il progetto VAMOS SEGURO finanziato dal Programma Operativo Italia-Malta 2007-2013. Tale progetto dovrà realizzare una sistema di monitoraggio e previsione delle ceneri vulcaniche nell'area transfrontaliera. In collaborazione con l'INAF di Catania sono stati analizzati dei campioni di cenere utilizzando spettroscopia IR. Le esplosioni stromboliane del Vulcano Yasur (isole Vanuatu) sono state analizzate tramite un nuovo setup di campagna che comprende due telecamere ad alta velocità nel

visibile e nel termico e due microfoni, determinando la velocità di uscita e la temperatura del gas eruttivi, e le associate emissioni acustiche. Lo studio al SEM di ceneri del Vulcano Stromboli campionate da esplosioni direttamente osservate e misurate con le telecamere ad alta velocità ha consentito di distinguere diversi meccanismi di frammentazione del magma. È stato approfondito il ruolo dei fluidi idrotermali nella generazione di segnali osservabili in superficie. In particolare, è stato introdotto il calcolo delle variazioni di resistività elettrica associate alla circolazione idrotermale. È stata valutata l'influenza delle fluttuazioni giornaliere delle condizioni atmosferiche sul degassamento diffuso dai suoli, con un'applicazione al vulcano Fogo (Azzorre). Entrambi gli studi sono tendono ad una migliore interpretazione dei dati di monitoraggio, nell'ottica di un'analisi multiparametrica.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Nel 2011 sono stati raccolte ed analizzate serie temporali di dati topografici all'Etna, acquisiti con tecniche LIDAR (rilievi del 2004, 2005, 2006, 2007) o derivate da cartografie tecniche esistenti (1986, 1998). Dati LIDAR sono stati raccolti anche durante due fontane di lava dell'Etna, mentre dati di cenere vulcanica sono stati raccolti utilizzando un interferometro FTIR nel range tra 7000 e 600 cm^{-1}. Ulteriori dati satellitari MISR sono stati acquisiti durante alcune eruzioni dell'Etna.

4.2 Metodologie d'indagine

Una parte degli studi finalizzati alla stima della pericolosità vulcanica si sono basati sullo sviluppo e applicazione di modelli numerici in grado di descrivere la dinamica del processo vulcanico nel tempo e su un dominio multidimensionale (ad esempio, i modelli PUFF, VOL-CALPUFF, FALL3D, HAZMAP per la dispersione delle ceneri e i modelli DOWNFLOW e MAGFLOW per le colate laviche). D'altra parte, sono state ulteriormente sviluppate le tecniche di analisi della pericolosità vulcanica basate sulla definizione degli alberi degli eventi e probabilistiche basate su metodi statistici ed elicitazione degli esperti. Altre metodologie e tecniche di indagine hanno riguardato il reperimento dei dati: tecniche lidar per l'analisi del particolato atmosferico, spettroscopia infrarosso, uso di software MINX per analisi dati MISR, ecc.

4.3 Dati acquisiti

-

4.4 Avanzamenti scientifici

I modelli FALL3D e HAZMAP sono stati utilizzati per analizzare il trasporto di ceneri delle eruzioni dei vulcani messicani El Chichon del 1982 e Volcan de Colima del 1913. Per tener conto dell'ulteriore peso sui tetti delle abitazioni causato dell'acqua piovana assorbita dalle ceneri vulcaniche in caso di eruzioni esplosive (in Campania), è stato implementato un semplice modello che tiene conto della porosità dei depositi e delle piogge medie e massime nell'area di studio. Relativamente all'Etna, è stata realizzata la mappa di pericolosità da invasione di colate laviche per il Cratere di Sud-Est. Relativamente ai modelli probabilistici, è stato avviato lo studio della distribuzione di probabilità delle taglie eruttive e della probabilità spaziale di apertura di bocche ad Ischia. È continuata l'applicazione del BET_VH al vulcano Misti per multi-hazard da lahars, ceneri, balistici, base surges e flussi piroclastici. Inoltre, è stato approfondito lo studio mirato alla quantificazione della pericolosità dei flussi piroclastici prodotti da eruzioni sub-Pliniane al Vesuvio in modo da ottenere una mappa probabilistica che tenga conto anche della variabilità della posizione della bocca eruttiva. Ai Campi Flegrei è continuato lo studio mirato alla ricostruzione dell'attività eruttiva della Terza Epoca al fine di stimare la distribuzione di probabilità di apertura bocche e le probabilità di accadimento dei diversi scenari eruttivi attesi. È stato inoltre completato un nuovo modello di "elicitazione degli esperti" in grado di produrre stime più accurate di una variabile incognita con particolare riferimento al valore mediano.

4.5 Avanzamenti tecnologici

È stata avviata la parallelizzazione del modello PUFF e sono state sviluppate tecniche per la valutazione della concentrazione attraverso un metodo statistico per confronto con altri modelli di dispersione di cenere vulcanica. Alcuni studi hanno permesso una maggiore comprensione del contenuto aerosolico presente all'interno delle nubi eruttive. È stato completato un software che permette di utilizzare il modello VOL-CALPUFF per la produzione di mappe previsionali di dispersione e deposizione di cenere da qualsiasi vulcano al mondo. È continuato un lavoro di re-ingegnerizzazione del codice di calcolo parallelo PDAC per aumentarne l'accuratezza. Il simulatore MAGFLOW è stato implementato su schede grafiche (GPU) sfruttando l'architettura CUDA sviluppata da NVIDIA. Inoltre, è stata effettuata un'analisi di sensitività approfondita sui parametri fisici e reologici che controllano la funzione di evoluzione di MAGFLOW per verificare l'affidabilità del modello e migliorarne l'applicabilità nella previsione di scenari eruttivi. Nel 2011 è iniziato lo sviluppo della nuova interfaccia grafica del BET_VH, con l'obiettivo di renderlo disponibile per diversi sistemi operativi, compatibile con database di codici per la modellazione di processi vulcanici ad accesso libero (tipo Vhub), e maggiormente user-friendly, sia dal punto di vista della gestione dell'input dei dati, che della visualizzazione dei risultati.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

41. Battaglia, M., Di Bari, M., Acocella, V., Neri, M. (2011). Dike emplacement and flank instability at Mount Etna: Constraints from a poro-elastic-model of flank collapse. J. Volcanol. Geotherm. Res., 199, 153-164. 10.1016/j.jvolgeores.2010.11.005. http://hdl.handle.net/2122/7002
51. Bertagnini, A., Di Roberto, A., Pompilio, M. (2011). Paroxysmal activity at Stromboli: lessons from the past. Bull. Volcanol., 73, 9, 1229-1243. 10.1007/s00445-011-0470-3. http://hdl.handle.net/2122/7451
57. Bilotta, G., Russo, G., Herault, A., Del Negro, C. (2011). Moving least-squares corrections for smoothed particle hydrodynamics. Ann. Geophys., 54, 5, 622-633. 10.4401/ag-5344. http://hdl.handle.net/2122/7602
58. Bilotta, G., Rustico, E., Herault, A., Vicari, A., Russo, G., Del Negro, C., Gallo, G. (2011). Porting and optimizing MAGFLOW on CUDA. Ann. Geophys., 54, 5, 580-591. 10.4401/ag-5341. http://hdl.handle.net/2122/7603
78. Bonasia, R., Capra, L., Costa, A., Macedonio, G., Saucedo, R. (2011). Tephra fallout hazard assessment for a Plinian eruption scenario at Volcán de Colima (Mexico). J. Volcanol. Geotherm. Res., 203, 12-22. 10.1016/j.jvolgeores.2011.03.006. http://hdl.handle.net/2122/7230
103. Cappello, A., Vicari, A., Del Negro, C. (2011). Retrospective validation of a lava flow hazard map for Mount Etna volcano. Ann. Geophys., 54, 5, 634-640. 10.4401/ag-5345. http://hdl.handle.net/2122/7598
104. Cappello, A., Vicari, A., Del Negro, C. (2011). Assessment and modeling of lava flow hazard on Mt. Etna volcano. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52, 2, 299-308. 10.4430/bgta0003. http://hdl.handle.net/2122/7697
119. Chiocci, F. L., Coltelli, M., Bosman, A., Cavallaro, D. (2011). Continental margin large-scale instability controlling the flank sliding of Etna volcano. Earth Planet. Sci. Lett., 305, 57–64. 10.1016/j.epsl.2011.02.040. http://hdl.handle.net/2122/7796
128. Cioni, R., Bertagnini, A., Andronico, D., Cole, P. D., Mundula, F. (2011). The 512 AD eruption of Vesuvius: complex dynamics of a small scale subplinian event. Bull. Volcanol., 73, 7, 789-810. 10.1007/s00445-011-0454-3. http://hdl.handle.net/2122/7417
136. Corradini, S., Merucci, L., Folch, A. (2011). Volcanic Ash Cloud Properties: Comparison Between MODIS Satellite Retrievals and FALL3D Transport Model. IEEE Geosci. Remote Sens. Lett., 8, 2, 248-252. 10.1109/LGRS.2010.2064156. http://hdl.handle.net/2122/7805
137. Costa, A., Gottsmann, J., Melnik, O., Sparks, R. S. J. (2011). A stress-controlled mechanism for the intensity of very large magnitude explosive eruptions. Earth Planet. Sci. Lett., 310, 161-166. 10.1016/j.epsl.2011.07.024. http://hdl.handle.net/2122/7592
148. Dal Negro, C., Gresta, S. (2011). The lava flow invasion hazard map at Mount Etna and methods for its dynamic update. Ann. Geophys., 54, 5, 462-463. 10.4401/ag-5517. http://hdl.handle.net/2122/7793
172. Dellino, P., De Astis, G., La Volpe, L., Mele, D., Sulpizio, R. (2011). Quantitative hazard assessment of phreatomagmatic eruptions at Vulcano (Aeolian Islands, Southern Italy) as obtained by combining stratigraphy, event statistics and physical modelling. J. Volcanol. Geotherm. Res., 201, 1-4, 364-384. 10.1016/j.jvolgeores.2010.06.009. http://hdl.handle.net/2122/7828
199. Esposti Ongaro, T., Widiwijayanti, C., Clarke, A. B., Voight, B., Neri, A. (2011). Multiphase-flow numerical modeling of the 18 May 1980 lateral blast at Mount St. Helens, USA. Geology, 39, 6, 535-538. 10.1130/G31865.1. http://hdl.handle.net/2122/7479
209. Favalli, M., Tarquini, S., Fornaciai, A. (2011). DOWNFLOW code and LIDAR technology for lava flow analysis and hazard assessment at Mount Etna. Ann. Geophys., 54, 5, 552-566. 10.4401/ag-5339. http://hdl.handle.net/2122/7487
217. Flandoli, F., Giorgi, E., Aspinall, W. P., Neri, A. (2011). Comparison of a new expert elicitation model with the Classical Model, equal weights and single experts, using a cross-validation technique. Reliab. Eng. Syst. Saf., 96, 10, 1292-1310. 10.1016/j.ress.2011.05.012. http://hdl.handle.net/2122/7488
229. Ganci, G., Vicari, A., Fortuna, L., Del Negro, C. (2011). The HOTSAT volcano monitoring system based on combined use of SEVIRI and MODIS multispectral data. Ann. Geophys., 54, 5, 544-550. 10.4401/ag-5338. http://hdl.handle.net/2122/7595
241. Harris, A., Favalli, M., Wright, R., Garbeil, H. (2011). Hazard assessment at Mount Etna using a hybrid lava flow inundation model and satellite-based land classification. Nat. Hazards, 58, 3, 1001-1027. 10.1007/s11069-010-9709-0. http://hdl.handle.net/2122/7496
244. Herault, A., Bilotta, G., Vicari, A., Rustico, E., Del Negro, C. (2011). Numerical simulation of lava flow using a GPU SPH model. Ann. Geophys., 54, 5, 600-620. 10.4401/ag-5343. http://hdl.handle.net/2122/7604
360. Pichavant, M., Pompilio, M., D'Oriano, C., Di Carlo, I. (2011). Petrography, mineralogy and geochemistry of a primitive pumice from Stromboli: implications for the deep feeding system. Eur. J. Mineral., 23, 4, 499-517. 10.1127/0935-1221/2011/0023-2109. http://hdl.handle.net/2122/7513
365. Pino, N. A., Moretti, R., Allard, P., Boschi, E. (2011). Seismic precursors of a basaltic paroxysmal explosion track deep gas accumulation and slug upraise. J. Geophys. Res., 116, B02312. 10.1029/2009JB000826. http://hdl.handle.net/2122/7851
387. Rongo, R., Avolio, M. A., Behncke, B., D'Ambrosio, D., Di Gregorio, S., Lupiano, V., Neri, M., Spataro, W., Crisci, G. M. (2011). Defining high-detail hazard maps by a cellular automata approach: application to Mount Etna (Italy). Ann. Geophys., 54, 5, 568-578. 10.4401/ag-5340. http://hdl.handle.net/2122/7267
391. Rustico, E., Bilotta, G., Herault, A., Del Negro, C., Gallo, G. (2011). Scalable multi-GPU implementation of the MAGFLOW simulator. Ann. Geophys., 54, 5, 592-599. 10.4401/ag-5342. http://hdl.handle.net/2122/7605
424. Taddeucci, J., Scarlato, P., Montanaro, C., Cimarelli, C., Del Bello, E., Freda, C., Andronico, D., Gudmundsson, M.

T., Dingwell, B. D. (2011). Aggregation-dominated ash settling from the Eyjafjallajökull volcanic cloud illuminated by field and laboratory high-speed imaging. Geology, 39, 891–894. 10.1130/G32016.1. http://hdl.handle.net/2122/7546
429. Tarquini, S., Favalli, M. (2011). Mapping and DOWNFLOW simulation of recent lava flow fields at Mount Etna. J. Volcanol. Geotherm. Res., 204, 1-4, 27-39. 10.1016/j.jvolgeores.2011.05.001. http://hdl.handle.net/2122/7545
439. Vicari, A., Bilotta, G., Bonfiglio, S., Cappello, A., Ganci, G., Herault, A., Rustico, E., Gallo, G., Del Negro, C. (2011). LAV@HAZARD: A Web-Gis interface for volcanic hazard assessment. Ann. Geophys., 54, 5, 662-670. 10.4401/ag-5347. http://hdl.handle.net/2122/7593
440. Vicari, A., Ganci, G., Behncke, B., Cappello, A., Neri, M., Del Negro, C. (2011). Near real-time forecasting of lava flow hazards during the 12–13 January 2011 Etna eruption. Geophys. Res. Lett., 38, L13317. 10.1029/2011GL047545, 2011. http://hdl.handle.net/2122/7258

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

466. Barsotti, S., Bignami, C., Buongiorno, M. F., Corradin, S., Doumaz, F., Guerrieri, L., Merucci, L., Musacchio, M., Nannipieri, L., Neri, A., Piscini, A., Silvestri, M., Spanu, A., Spinetti, C., Stramondo, S., Wegmuller, U. (2011). SAFER Response to Eyjafjallajökull and Merapi Volcanic Eruptions. In: 'Let's embrace space' Space Research achievements under the 7th Framework Programme, Edit by European Commission, DG Enterprise and Industry. Let's embrace space, 212-222. http://hdl.handle.net/2122/7646
536. Ganci, G., Vicari, A., Bonfiglio, S., Gallo, G., Del Negro, C. (2011). A texton-based cloud detection algorithm for MSG-SEVIRI multispectral images. Geomatics, Natural Hazards and Risk, 2, 3, 279-290. 10.1080/19475705.2011.578263. http://hdl.handle.net/2122/7601
561. Neri, M. (2011). Shallow dike emplacement and related hazard in central stratovolcanoes. Acta Vulcanologica, 22, 1-2, 53-56. http://hdl.handle.net/2122/7699
601. Scalera, G. (2011). Roots of modern geodynamical views in Schiaparelli's thought – The volcano-seismic correlation events on the Andes. Memorie della Società Astronomica Italiana, 82, 2, 377-384. http://hdl.handle.net/2122/7748
605. Scalera, G. (2011). South American Volcanoes and Great Earthquakes. Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. http://hdl.handle.net/2122/7746

5.2b Tesi di laurea e dottorato

- Bernini D., Analysis of Strombolian eruption dynamics from infrared surveillance videos - Master Thesis in Geodinamica, Geofisica e Vulcanologia, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Supervisori: Palladino D.M., Taddeucci J. (RM1).
- Camaldo C., The exit velocity of pyroclasts in Strombolian eruptions - Master Thesis in Geodinamica, Geofisica e Vulcanologia, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Supervisori: Palladino D.M., Taddeucci J. (RM1).
- Capponi A., Gas slugs explosion and Strombolian activity: from field-based high-speed imaging to analog experiments - Tesi di dottorato, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Supervisori: Palladino D.M., Taddeucci J. (RM1).
- Del Bello E., Slug pressurization in strombolian eruptions: the investigation of the transition from passive to explosive degassing - Tesi di Dottorato, Università Di Bologna, Supervisori: Scarlato P., Taddeucci J. (RM1).
- Nespoli M., Laghi vulcanici e circolazione idrotermale, simulazioni numeriche per lo studio del vulcano Poás (Costa Rica) - Corso di Laurea in Fisica, Università di Bologna (BO).
- Oppo D., Studio dei vulcani di fango per la definizione della migrazione dei fluidi profondi - Dottorato in Scienze della Terra, Università di Bologna (BO).
- Rinaldi A.P., Modeling hydrotehrmal system: deriving observable and hydrothermal instability in volcanic and non volcanic settings - Dottorato in Geofisica, Università di Bologna (BO).
- Rustico E., Fluid Dynamics Simulations on Multi-GPU Systems - Tesi di dottorato, Dottorato in Informatica, Università di Catania (CT).
- Tescione I., Modellazione numerica del sistema geotermico di Torre Alfina - Corso di Laurea in Geologia del territorio e delle risorse, Università Roma Tre (BO).
- Tornetta L., High speed video recording of explosive activity at Stromboli volcano: particle ejection velocity - Master Thesis in Geologia, Università degli Studi Roma Tre, Supervisori: De Rita D., Taddeucci J. (RM1).

5.3 Banche dati

- http://ctmgweb.ct.ingv.it/joomla (WEB-GIS Lav@Hazard, protetto da password) (CT).
- Portale Volcanic Modelling and Simulation Gateway (VMSG) http://vmsg.pi.ingv.it (PI).

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[280] AIRPLANE - UR4 Neri Augusto - Piattaforma di ricerca multidisciplinare su terremoti e vulcani.
[329] ASI SRV - UR10 Buongiorno Maria Fabrizia - Progetto Pilota Sistema Rischio Vulcanico.
[333] Arizona Univ. – Pisa – UR10 (Subcontract of collaborative research: Rapid Decompression of pressurized magma

and laterally-directed blasts – resp.: A. Neri).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR10 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei – resp.: L. Civetta).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR20 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei – resp. G. Chiodini).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR30 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei – resp.: W. Marzocchi).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR40 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei – resp.: C. Freda).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR50 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei – resp.: G. Saccorotti).
[372] INGV-DPC V1 UNREST 07-09 – UR60 (Realizzazione di un metodo integrato per la definizione delle fasi di unrest ai Campi Flegrei - resp.: E. Del Pezzo).
[373] INGV-DPC V2 PAROXYSM 07-09 – UR10 (Definizione dei precursori attesi per eventi maggiori, parossismi e attività effusiva al vulcano Stromboli – resp.: A. Bertagnini).
[373] INGV-DPC V2 PAROXYSM 07-09 – UR20 (Definizione dei precursori attesi per eventi maggiori, parossismi e attività effusiva al vulcano Stromboli – resp.: S. Calvari).
[373] INGV-DPC V2 PAROXYSM 07-09 – UR30 (Definizione dei precursori attesi per eventi maggiori, parossismi e attività effusiva al vulcano Stromboli – resp. M.L. Carapezza).
[373] INGV-DPC V2 PAROXYSM 07-09 – UR40 (Definizione dei precursori attesi per eventi maggiori, parossismi e attività effusiva al vulcano Stromboli – resp.: F. Doumaz).
[373] INGV-DPC V2 PAROXYSM 07-09 – UR50 (Definizione dei precursori attesi per eventi maggiori, parossismi e attività effusiva al vulcano Stromboli – resp.: M. Martini).
[373] INGV-DPC V2 PAROXYSM 07-09 – UR60 (Definizione dei precursori attesi per eventi maggiori, parossismi e attività effusiva al vulcano Stromboli – resp.: M. Mattia).
[373] INGV-DPC V2 PAROXYSM 07-09 – UR70 (Definizione dei precursori attesi per eventi maggiori, parossismi e attività effusiva al vulcano Stromboli – resp.: A.L. Rizzo).
[374] INGV-DPC V3 LAVA 07-09 – UR10 (Realizzazione della mappa di pericolosità da colate di lava all'Etna, e messa a punto di un metodo di aggiornamento dinamico – resp.: C. Del Negro).
[374] INGV-DPC V3 LAVA 07-09 – UR20 (Realizzazione della mappa di pericolosità da colate di lava all'Etna, e messa a punto di un metodo di aggiornamento dinamico – resp.: M. Favalli).
[374] INGV-DPC V3 LAVA 07-09 – UR30 (Realizzazione della mappa di pericolosità da colate di lava all'Etna, e messa a punto di un metodo di aggiornamento dinamico – resp.: V. Lombardo).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR10 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: R. Azzaro).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR20 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: O.M.G. Cocina).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR30 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: C. Federico).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR40 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: C. Giunchi).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR50 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: F. Mazzarini).
[375] INGV-DPC V4 FLANK 07-09 – UR60 (Pericolosità connessa alla dinamica di fianco all'Etna – resp.: G. Puglisi).
[376] INGV-DPC V5 SPEED 07-09 – UR10 (Progetti scientifici previsti dalla Convenzione tra il DPC e la Regione Campania stipulata il 21.07.2006 – resp.: E. Del Pezzo).
[376] INGV-DPC V5 SPEED 07-09 – UR20 (Progetti scientifici previsti dalla Convenzione tra il DPC e la Regione Campania stipulata il 21.07.2006 – resp.: G. Macedonio).
[382] INGV-DPC V6 07-09 – UR10 (Progetti scientifici previsti dalla Convenzione tra il DPC e la Regione Campania stipulata il 21.07.2006 – resp.: G. De Natale).
[393] TySEc – UR10 (Tyrrhenian seamounts eco systems:an integrated study – resp.: G. Berrino).
[415] CONTRIBUTO Istituto Banco di Napoli - UR10 (Campi Flegrei DEEP Drilling Project - resp.: G. De Natale).
[430] GEISER - Progetto UE De Natale - UR10 De Natale Giuseppe - Progetto UE GEISER: Geothermal Engineering Integrating Mitigation of Induced Seismicity in Reservoirs - De Natale.
[442] FIEL-VOLCAN - UR10 Inguaggiato Salvatore - Osservazioni di campo, strumentali e studi sperimentali applicati a prevenire i disastri vulcanici: sviluppo di strumenti e metodi innovativi per lo studio dell'attività vulcanica.
[442] FIEL-VOLCAN - UR20 Taddeucci Jacopo - Osservazioni di campo, strumentali e studi sperimentali applicati a prevenire i disastri vulcanici: sviluppo di strumenti e metodi innovativi per lo studio dell'attività vulcanica.
[443] PRIN 2008 - Prot.n. 2008LFPRFC-002 - ORSI - UR10 Orsi Giovanni - PRIN 2008: Ricostruzione di eruzioni complesse dei Campi Flegrei e di Ischia. Resp. Orsi.
[448] MAMMA - UR10 Neri Augusto - Magma Ascent Mathematical Modelling and Analysis.
[451] FIRB Selva - UR10 Selva Jacopo - QUANTIFICAZIONE DEL MULTI-RISCHIO CON APPROCCIO BAYESIANO: UN CASO STUDIO PER I RISCHI NATURALI DELLA CITTA' DI NAPOLI.
[451] FIRB Selva - UR20 Faenza Licia - QUANTIFICAZIONE DEL MULTI-RISCHIO CON APPROCCIO BAYESIANO: UN CASO STUDIO PER I RISCHI NATURALI DELLA CITTA' DI NAPOLI.
[456] PRIN 2008 - Prot. n. 2008MC82JJ_002 - Scarlato - UR1O Scarlato Piergiorgio - PRIN 2008: Studio sperimentale dell'emissione di radon da parte di rocce sottoposte a stress meccanico e termico. Implicazione per la sorveglianza vulcanica e sismica.

Obiettivo Specifico: 4.4.

Scenari e mitigazione del rischio ambientale

Denominazione precedente: *Scenari e mitigazione del rischio ambientale*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *16*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Lo sviluppo delle attività in campo ambientale ha portato l'INGV a impegnarsi anche nel complesso campo dei rischi provenienti da fattori ambientali. Ricadono in questo OS temi di grande rilevanza sociale come la detezione di inquinanti di varia natura nel sottosuolo e nelle acque e gli studi-pilota sul tema del sequestro e dello stoccaggio geologico della CO_2.

1. Responsabile/i

Marco Marchetti (RM2), Fedora Quattrocchi (RM1)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

RM1, RM2

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Nel 2011 il Laboratorio di Geofisica Ambientale si è occupato principalmente di fornire supporto tecnico-scientifico ai rilievi geofisici eseguiti dal personale del Corpo Forestale dello Stato (CFS) su siti sospetti di interramento di rifiuti, nell'ambito delle attività relative all'individuazione di inquinanti nel sottosuolo con metodologie geofisiche. Sono state eseguite pertanto numerose indagini geofisiche (magnetometriche) su tutto il territorio nazionale utilizzando i magnetometri in dotazione al Corpo, per individuare rifiuti interrati. I rilievi hanno interessato varie provincie d'Italia (VB, AL, AR, FI, RO, AV, FR, AQ, LI, SO, PZ, RC, CE). Personale dell'INGV e del CFS ha lavorato a stretto contatto fornendo supporto tecnico-scientifico al personale operante in campo durante l'esecuzione dei rilievi stessi. Per ogni indagine sono stati elaborati ed interpretati in tempo reale i dati geofisici così acquisiti in modo da poter intervenire rapidamente nel caso dell'individuazione di rifiuti interrati. Personale dell'INGV è intervenuto su un sito nel comune di Casal di Principe (CE) per caratterizzare dal punto di vista geofisico una discarica abusiva individuata dai rilievi precedentemente descritti prima di eseguire lo scavo per gli accertamenti diretti. Nell'ambito del progetto finanziato dalla Regione Puglia con fondi comunitari (PR.O.B.A. - Prospezione Ordigni Basso Adriatico), nel corso del 2011 sono proseguiti, da parte della UP "Geofisica e Tecnologie Marine", alcuni studi ed elaborazioni sui dati acquisiti, finalizzate alla catalogazione degli oggetti ritrovati in relazione alla loro segnatura magnetica per migliorare il modello in previsione di possibili ulteriori attività. Allo scopo sono stati effettuati ulteriori test di taratura in aree marine spezzine. Nel 2011 è continuata l'attività dell'Osservatorio CCS (CO_2 *Capture and Storage*) con sede presso la Fondazione Sviluppo Sostenibile, di cui INGV fa parte, con il suo rappresentante Fedora Quattrocchi e l'attività EERA (European Energy Research Alleance) su CCS, con riunioni, documenti, ecc. È proseguita l'attività di Fedora Quattrocchi in qualità di esperto presso IEA (International Energy Agency) al fine di produrre documenti che facciano il punto sullo stato dell'arte del gap di ricerca insieme alle altre filiere energetiche: efficienza energetica, rinnovabili, ecc. Sul piano dei progetti operativi, finanziati da fondi esterni, dopo la consegna della relazione finale dello screening dei siti di stoccaggio geologico di CO_2 nell'intorno delle centrali Edison S.p.A. (Convenzione CCS in acquiferi salini) continua il lavoro con questa Società. Sono stati conclusi i report per contratto/convenzione con GDF Gaz De France e ci si sta concentrando su un sito in particolare nel nord Italia. Sul fronte del Progetto stoccaggio geologico CO_2 Raffinerie SARAS S.p.A. in Sardegna la convenzione è proseguita su argomento geotermia, avendo trovato interessanti riscontri sul campo. Proseguono i progetti con ENI ed ENEL nel campo dello stoccaggio geologico di CO_2 (Cortemaggiore, Porto Tolle). Parallelamente in Val Padana la UF 3 è entrata nel Progetto ENEL SIGMA sul *siting* padano ed ha terminato la prima fase di screening del Progetto Stoccaggio gas naturale ENEL Romanengo, che presenta problematiche scientifiche simili rispetto allo stoccaggio geologico di CO_2 in Val Padana, soprattutto dopo il terremoto in Emilia (sono stati sottomessi diversi lavori, tra cui un GRL che mette in luce il profilo crostale in relazione ai terremoti e lavori più prettamente rivolti alla verifica del rapporto fluidi/sismicità). È stata svolta una trattativa con il Governo per il Progetto Promecas Stoccaggio CO_2 nel carbone Sulcis e adesso si sta ridimensionando il progetto stesso a causa della crisi economica, con la riduzione dei fondi rispetto al previsto. Su ECBM due persone della UF sono state in Australia per collaborazioni scientifiche. Patrocinato dal Ministero dello Sviluppo Economico è stato organizzato il 39th Course of the International School of Geophysics (Direttore Prof. Enzo Boschi) presso la Fondazione e Centro di Cultura Scientifica "Ettore Majorana", Erice (TP), 25 settembre-1 ottobre 2012 dal titolo: "Understanding Geological Systems for Geothermal Energy", Sponsor INGV, CNR, UGI e Magma Energy, Patrocinio MSE, INFN, ISPRA, Assocarboni e Fondazione Sviluppo Sostenibile. Completati i lavori e le pubblicazioni per il terremoto di L'Aquila del 6 aprile 2009: sono stati studiati i transienti geochimici associati alla sequenza, utilizzandola anche come un caso di studio di "CO_2 analogue", dal momento che è presente una zona di faglia, sono presenti fluidi in profondità ricchi di CO_2, esiste un'aree di risorgenza nel reatino, non lontana dal segmento sismogenetico attivato di Campotosto. La UF ha avviato diversi progetti geotermici con operatori nazionali ed internazionali (Tampieri, AB

Geotermica) e con il CNR è stata svolta la prima tranche del Progetto Geotermia VIGOR e del Progetto Geotermia ATLANTE. Sono state avviate le trattative per un progetto geotermico nel salernitano, anche grazie all'interessamento della Fondazione TTS (Think Thank Security). Si è concluso il Progetto FIRB Roma sull'applicazione delle pompe di calore a bassa entalpia ed il Progetto di geotermia a media-alta entalpia (STAGE) in Messico.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Monitoraggi e misure geochimiche e geofisiche sono state svolte nella aree di Cortemaggiore (Progetto ENI GHG) e in zona Alto Adriatico (Progetto EEPR ZEPT ENEL) con diverse centinaia di punti di campionamento e prelievo. Il materiale è ancora confidenziale (proprietà ENI ed ENEL). Analogamente per il Progetto Stoccaggio CO_2 della Raffinerie Saras S.p.A. in area Sulcis in Sardegna (Progetto ECBM Promecas Sulcis) è stata completata una tesi di dottorato in collaborazione con Università di Cagliari. È stata avviata una tesi di dottorato in aree siciliane, campane, pugliesi e calabre nell'ambito del Progetto CNR Geotermia VIGOR.

4.2 Metodologie d'indagine

Il monitoraggio dei siti di stoccaggio CO_2 è stato sia di tipo geochimico che geofisico. Quello geofisico fa riferimento ad elaborazione di dati sismici per molteplici finalità (tomografia sismica, anisoptropia sismica, receiver function per studio dei profili crostali e sequenze sismiche associate, ecc.; vedi anche GRL Malagnini et al. su regione Emilia Romagna, recentemente pubblicato). Poi vi sono i monitoraggi geochimici. Oltre all'uso dei traccianti chimici in questo tipo di stoccaggio, la prospezione dei gas nel suolo consiste nella interpretazione delle misure dei flussi e delle concentrazioni di alcune specie gassose (geogas) che possono essere originate da sorgenti profonde e/o superficiali nella crosta e nel mantello terrestre e che migrano poi dagli strati profondi verso la superficie. I flussi (espressi in g/m^2/giorno), sono misurati alla superficie del suolo stesso, con metodi spesso facenti uso di camere di accumulo di varia grandezza e natura mentre i dati di concentrazione fanno riferimento a campioni di gas raccolti nella zona insatura del terreno ad una profondità di circa 60-70cm dal piano campagna, dove si ritiene minima l'interferenza delle due geosfere circostanti (atmosfera e acquiferi superficiali). Attraverso lo studio della distribuzione nei suoli e negli acquiferi superficiali di specie gassose che possono avere un'origine endogena (come ad esempio CO_2, CH_4, radon, elio) è possibile ottenere informazioni sui processi geologici che danno origine a produzione di gas in profondità e, soprattutto, sulle strutture tettoniche responsabili della migrazione dei gas verso la superficie, in particolare in occasione di eventi sismici. Nel caso dello stoccaggio geologico di CO_2, ovviamente, la sorgente di parte di questi geogas potrebbe essere lo stesso serbatoio di stoccaggio a seguito di anni di iniezione di CO_2 industriale, come nel caso del progetto Weyburn, in Canada, che comunque non mostra evidenza di fuoriuscite di CO_2 (Strutt et al., 2004; Jones et al., 2005, 2006 ed è stato sottoposto di recente un lavoro Jones et al., 2012, vedi bibliografia). I metodi dei gas nel suolo, preferibilmente se accompagnati dai gas disciolti negli acquiferi superficiali, costituiscono il presupposto che è alla base dell'applicazione della prospezione geochimica dei gas in diversi ambiti. La presenza di discontinuità tettoniche a maggiore permeabilità, che mettono in comunicazione i gas profondi/stoccati con gli strati più superficiali (acquiferi superficiali e suoli, Quattrocchi et al., 2012 vedi bibliografia) determina la presenza di anomalie dei gas al suolo nella zona non satura del terreno che possono riflettere la presenza faglie "cieche" sepolte (Quattrocchi et al., 2012 sul caso L'Aquila), invisibili con i tradizionali metodi di indagine geologica e geofisica. Insieme ai gas del suolo le prospezioni devono essere svolte anche negli acquiferi superficiali per avere una idea regionale e di più ampio raggio dei processi di degassamento in atto nelle geosfere superficiali (bibliografia pregressa quale: Salvi et al., 2000; Baubron et al, 2002; Angelone et al, 2004; Voltattorni et al, 2006, Voltattorni et al. 2009 e tutta la bibliografia 2011 e 2012 riportata). Anomalie di geogas in corrispondenza di linee di frattura, faglia ed incroci tra esse sono infatti accompagnate da concentrazioni anomale dei gas disciolti nelle falde acquifere e, se presenti, da sorgenti d'acqua che rilasciano direttamente i gas in atmosfera quando sgorgano in superficie (Chiodini et al., 1999; 2000; Siracusa e Quattrocchi, 2007). Tali zone di faglia sono definite "geochimicamente attive" (Quattrocchi, 1999; Salvi et al., 2000), cioè zone caratterizzate dalla presenza di anomalie di uno o più parametri geochimici, in relazione ai valori del background regionale, che indicano risalita di fluidi profondi lungo percorsi a permeabilità maggiore. Le anomalie possono variare nello spazio e nel tempo, in particolare in corrispondenza di eventi sismici durante i quali aumenta la permeabilità delle faglie. Le strutture di degassamento naturali sono manifestazioni di superficie (DDS - Diffuse Degassing Structures); espressione di processi di produzione di grandi quantità di geogas negli strati geologici profondi, tali gas risalgono poi verso la superficie attraverso sistemi di faglie e fratture permeabili. Tali strutture possono essere studiate come "analoghi naturali" (CO_2 analogues) nel contesto dello stoccaggio geologico della CO_2, non solo per la valutazione dei rischi locali legati a potenziali fughe di CO_2, ma anche perché lo studio di questi siti può essere un valido strumento per comprendere al meglio i meccanismi di migrazione dei gas nel sottosuolo (nello spazio e nel tempo), nonché per sviluppare nuovi strumenti utili per la selezione e il monitoraggio di qualsiasi sito di stoccaggio geologico proposto per il sequestro della CO_2, compresi sistemi di monitoraggio in continuo (Lombardi et al., 2006; 2009; Lombardi e Voltattorni, 2010; Annunziatellis et al., 2008; Voltattorni et al., 2006; 2009; Quattrocchi et al., 2008 e tutta la bibliografia 2011 e 2012 riportata).

4.3 Dati acquisiti

Sono stati acquisiti migliaia di dati geochimici e di registrazioni sismiche di dettaglio sulle aree di stoccaggio geologico di CO_2 (campagne di Baseline – pre-iniezione). I dati sono ancora confidenziali (ENI, ENEL, SARAS, SEI Saline Ioniche). Dati per geotermia e stoccaggi geologici di CO_2, gas naturale, scorie nucleari sono presenti su piattaforma ArcGIS. Sono stati prodotti dei Report confidenziali su siti di stoccaggio gas naturale e CO_2 per diverse compagnie elettriche e petrolifere (ENI, STOGIT, ENEL, Gaz De France, Edison, Raffinerie SARAS, ecc.) e su siti di geotermia applicata (Raffinerie Saras, Tampieri, Geotermica AB, Progetto CNR VIGOR geotermia, ecc.). Nel campo delle ricerche ambientali sono proseguite le indagini geofisiche effettuate per conto del Nucleo Operativo Ecologico dei Carabinieri e del Corpo Forestale dello Stato per individuare rifiuti sepolti in alcuni siti segnalati. Sono stati quindi acquisiti numerosi dati geofisici del sottosuolo nelle aree investigate con realizzazione di mappe tematiche.

4.4 Avanzamenti scientifici

È stato pubblicato sulla rivista Applied Energy un lavoro su sinergie e conflitti dell'uso del sottosuolo per stoccaggio CO_2, metano, scorie nucleari e geotermia, con particolare riferimento a Lazio e Campania ed altri lavori sono stati sottomessi sull'argomento. Sono stati sottomessi diversi altri lavori su stoccaggio CO_2 e gas naturale e geotermia. Sono continuate le misure sperimentali multidisciplinari in vari siti italiani (Alto Adriatico entroterra, Cortemaggiore, Lazio sud Italia per la geotermia, ecc.) impiegando differenti strumentazioni geofisiche e geochimiche.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Sono state installate 3 stazioni geochimiche in continuo nell'area aquilana (Paganica, S. Gregorio, S. Pio delle Camere). Un furgone Wolksvagen 4 ruote motrici è stato attrezzato per campagne geochimiche aree sismiche, vulcaniche, di stoccaggi e geotermia. Da parte dell'UP Geofisica e tecnologie marine è stato completato l'allestimento dell'imbarcazione per rilievi geofisici in aree costiere attraverso l'installazione di un palo per rilievi multibeam, una piccola gru di poppa per la messa a mare e recupero di strumentazione e la predisposizione di un sistema floating per il magnetogradiometro marino SeaQuest di proprietà di INGV. A partire dal 2012 è in previsione l'assemblaggio di un ROV per ispezioni e piccoli interventi subacquei.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

65. Bisson, M., Piccinini, S., Zanchetta, G. (2011). A Multidisciplinary GIS-Based Approach for Mapping Paleoriver Migration: A Case Study of the Serchio River (Lucca Alluvial Plain, Tuscany). GISci. Remote Sens., 48, 4, 566-582. 10.2747/1548-1603.48.4.566. http://hdl.handle.net/2122/7423
88. Buttinelli, M., Procesi, M., Cantucci, B., Quattrocchi, F., Boschi, E. (2011). The geo-database of caprock quality and deep saline aquifers distribution for geological storage of CO_2 in Italy. Energy, 36, 2968-2983. 10.1016/j.energy.2011.02.041. http://hdl.handle.net/2122/7332
190. Di Trapani, F. P., Di Maggio, C., Madonia, P. (2011). The role of volcanic and anthropogenic activities in controlling the erosion processes at Vulcano island (Italy). Geogr. Fis. Din. Quat., 34, 1, 89-94. http://hdl.handle.net/2122/7097
218. Floor, G. H., Calabrese, S., Roman-Ross, G., D'Alessandro, W., Aiuppa, A. (2011). Selenium mobilization in soils due to volcanic derived acid rain: An example from Mt Etna volcano, Sicily. Chem. Geol., 289, 2, 235-244. 10.1016/j.chemgeo.2011.08.004. http://hdl.handle.net/2122/7158
334. Oldenburg, C. M., Rinaldi, A. P. (2011). Buoyancy Effects on Upward Brine Displacement Caused by CO_2 Injection. Transp. Porous Media, 87, 2, 525-540. 10.1007/s11242-010-9699-0. http://hdl.handle.net/2122/7778
355. Petrini, R., Slejko, F., Lutman, A., Pison, S., Franceschini, G., Zini, L., Italiano, F., Galic, A. (2011). Natural arsenic contamination in waters from the Pesariis village, NE Italy. Environ. Earth Sci., 62, 481-491. 10.1007/s12665-010-0541-3. http://hdl.handle.net/2122/7814

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

472. Bizzarri, A., Crupi, P., de Lorenzo, S., Loddo, M. (2011). Time occurrence of earthquake instabilities in rate– and state–dependent friction models. Rapporti Tecnici INGV, 192, 1-20. http://hdl.handle.net/2122/7016
477. Calabrese, S., D'Alessandro, W., Parello, F., Bellomo, S., Brusca, L. (2011). Application of the moss bag miomonitoring technique in an active volcanic environment (Mt. Etna, Italy). 11th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements. http://hdl.handle.net/2122/7053
618. Tarragoni, C., Martarelli, L., Pierdominici, S., Roma, M., Boni, C. F. (2011). A proposal for compiling quantitative hydrogeological maps. Rend. Online Soc. Geol. It., 14, 75-85. 10.3301/ROL.2011.07. http://hdl.handle.net/2122/7033

5.2b Tesi di laurea e dottorato

- Di Lucia E., Esplorazione geofisica del sottosuolo in campo geologico-ambientale: applicazioni del metodo geoelettrico e magnetometrico - Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio, Università di Cassino (RM2).
- Di Ponio A., Esplorazione geofisica del sottosuolo in campo ambientale: applicazioni del metodo magnetometrico e geoelettrico - Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio, Università di Cassino (RM2).

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[86] STOGIT - Monitoraggio Cortemaggiore - UR10 Quattrocchi Fedora - Test di iniezione di CO_2 in un livello del giacimento di Cortemaggiore: Monitoraggio dei gas del suolo e degli acquiferi superficiali.
[255] RIVARA MODENA – UR1 (Studio sul background di degassamento naturale del sito di stoccaggio gas naturale di Rivera Modena – resp.: F. Quattrocchi).
[255] RIVARA MODENA - UR20 Sciarra Alessandra - Studio sul background di degassamento naturale del sito di stoccaggio gas naturale di Rivera Modena.
[309] ENEL – ALTO LAZIO – UR10 (Studio fattibilità stoccaggio geologico CO_2 Alto Lazio – resp.: F. Quattrocchi).
[341] SEI - Saline Ioniche - UR10 Quattrocchi Fedora - Studio di fattibilità per lo stoccaggio geologico di CO_2 nei dintorni del polo energetico di Saline Ioniche (RC).
[347] SIGRIS - UR10 Salvi Stefano - SIGRIS - SIstema di osservazione spaziale per la Gestione del RIschio Sismico.
[353] AUV – UR10 (Esecuzione dei servizi di supporto tecnico/scientifico ed operativo per l'individuazione del materiale geofisico, l'assistenza tecnica e scientifica – resp.: C. Carmisciano).
[358] TERRAFIRMA - UR10 Stramondo Salvatore - SERVICE CONSOLIDATION ACTION OF THE EARTHWATCH.
[380] SARAS - UR10 Quattrocchi Fedora - Studio di fattibilità per lo stoccaggio geologico di CO_2 nei dintorni della Raffineria SARAS in Sardegna.
[383] ENEL PORTO TOLLE - UR10 Quattrocchi Fedora - Individuazione di siti idonei al confinamento geologico della CO_2 prodotta dagli impianti di generazione elettrica ENEL nell'area dell'Alto Adriatico.
[384] MASTER RISCHIO AMBIENTALE - UR10 Del Negro Ciro - Master in Analisi, Monitoraggio e Mitigazione del Rischio Ambientale.
[387] PROBA - UR10 Carmisciano Cosmo - PROSPEZIONE ORDIGNI BASSO ADRIATICO.
[396] SORVEGLIANZA GEOCHIMICA REGIONE PIEMONTE - UR10 Galli Gianfranco - Attività di monitoraggio geochimico per lo studio dell'attività sismica nell'area di Nizza-Monferrato (AT).
[397] INSAS – ENI – UR10 (INSAS – Misure complementari per rilievi con Sonar InSas – resp.: C. Carmisciano).
[398] RIDUZIONE RISCHIO EMISSIONE GAS REGIONE LAZIO - UR10 Carapezza Maria Luisa - Verifica efficacia delle operazioni di messa in sicurezza a Cava dei Selci (Marino) e valutazione pericolosità emissione gas endogeni area Colli Albani, provincia di Viterbo e lago di Posta Fibreno (Frosinone) + Parco della Mola.
[399] STeGE - UR10 Voltattorni Nunzia - The application of soil gas technique to geothermal exploration: study of "hidden" potential geothermal systems.
[411] ERG - UR10 (Studio di fattibilità di impianti geotermici nei Campi Flegrei - resp.: C. Troise).
[412] SAFER Buongiorno - UR10 Buongiorno Maria Fabrizia - SERVICES AND APPLICATIONS FOR EMERGENCY RESPONSE.
[416] STOGIT - MI - UR10 Augliera Paolo - STOGIT - REALIZZAZIONE DI UN MONITORAGGIO DELLA MICROSISMICITA' NATURALE E/O INDOTTA NELL'AREA POOL A DEL GIACIMENTO DI CORTEMAGGIORE NELL'AMBITO DEL PROGETTO PILOTA DI CAMPO.
[419] Convenzione Comune Colli a Volturno - UR10 Milano Girolamo - Osservatorio Ambientale permanente della Biodiversità Comune di Colli a Volturno.
[438] RISMED-WALL - UR10 Gagliano Candela Esterina - sub-progetto WALL (water and land legacy)- lotta alla desertificazione:tecniche locali per un uso efficiente della risorsa idrica e del suolo; uso sostenibile delle falde acquifere e coinvolgimento degli attori locali nel miglior utilizzo delle risorse.
[446] SIMPAS - POR - De Natale - UR10 De Natale Giuseppe - SIMPAS - Sistemi Innovativi di misura per la protezione dell'ambiente e della salute - Resp. De Natale.
[447] Fondi MEF - Decreto 48528 del 9/6/2010 e 5164 del 25/02/2010 - UR10 Cantucci Barbara - Contributi MEF a valere sul Fondo per la tutela dell'ambiente e lo sviluppo del territorio.
[447] Fondi MEF - Decreto 48528 del 9/6/2010 e 5164 del 25/02/2010 - UR20 Favara Rocco - Contributi MEF a valere sul Fondo per la tutela dell'ambiente e lo sviluppo del territorio.
[449] ZEPT ENEL - UR10 Quattrocchi Fedora - ZEPT ENEL monitoraggio CO_2 storage.
[451] FIRB Selva - UR10 Selva Jacopo - QUANTIFICAZIONE DEL MULTI-RISCHIO CON APPROCCIO BAYESIANO: UN CASO STUDIO PER I RISCHI NATURALI DELLA CITTA' DI NAPOLI.
[451] FIRB Selva - UR20 Faenza Licia - QUANTIFICAZIONE DEL MULTI-RISCHIO CON APPROCCIO BAYESIANO:

UN CASO STUDIO PER I RISCHI NATURALI DELLA CITTA' DI NAPOLI.

[452] Consulenza monitoraggio Vico Equense – Intini Angelo SRL – UR10 (Contratto consulenza monitoraggio vibrazioni del suolo Vico Equense – resp.: M. Martini).

[453] Convenzione Parco delle Madonie - UR10 Nigro Fabrizio - Collaborazione svolta a sviluppare un modello scientifico professionalizzante rivolto allo studio dell'assetto geologico ed idrogeologico dell'area delle Madonie.

[456] PRIN 2008 - Prot. n. 2008MC82JJ_002 - Scarlato - UR1O Scarlato Piergiorgio - PRIN 2008: Studio sperimentale dell'emissione di radon da parte di rocce sottoposte a stress meccanico e termico. Implicazione per la sorveglianza vulcanica e sismica.

[462] CONVENZIONE CONSORGAS S.r.l. - INGV - UR10 Braun Thomas - Analisi geochimiche e di subsidenza in prossimità del Pozzo Pieve S. Stefano 1 (PSS1).

[484] ENI- Contratto di Ricerca Nr. 3500011331 - UR10 Quattrocchi Fedora - Attività sulle opzioni nazionali di applicazione della tecnologia CCS.

[487] Contratto SAIPEM - UR10 (Studio di sismicità indotta da reiniezione di acqua nel pozzo MA9 Val'd'Angri - resp.: C. Troise).

[496] REGIONE LAZIO - Carapezza - UR10 (Valutazione della pericolosità da emissione di gas endogeno (CO_2, H_2S, Rn) nel territorio della Regione Lazio e relativa perimetrazione nelle aree nei Comuni di Ciampino, Marino e Roma e nelle aree indiziate nel restante territorio regionale - resp.: M.L. Carapezza).

Obiettivo Specifico: 4.5.

Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi

Denominazione precedente: *Studi sul degassamento naturale e sui gas petroliferi*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *56,5*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
L'OS include le ricerche sull'origine, migrazione ed emissione in atmosfera di gas endogeni e petroliferi e sui loro effetti sull'ambiente e sul clima (CO_2, CH_4 come gas serra e idrocarburi come inquinanti fotochimici). Le manifestazioni gassose sulla superficie terrestre possono costituire un rischio per la popolazione e le infrastrutture. L'interpretazione dell'origine degli idrocarburi e della CO_2 riveste particolare importanza nelle ricerche petrolifere e tettoniche L'OS cura i rapporti con gli organismi ambientali per gli inventari delle sorgenti di gas serra, e si avvale di collaborazioni internazionali con i massimi esperti del settore.

1. Responsabile/i

Giovanni Chiodini (NA-OV), Giuseppe Etiope (RM2)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

RM1, RM2, CT, NA-OV, PA, PI

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Le ricerche sull'origine, migrazione ed emissione in atmosfera di gas endogeni e petroliferi hanno fornito nel 2011 una significativa produzione scientifica, con 17 pubblicazioni su riviste JCR. NA-OV ha condotto i seguenti studi:

- applicazione di geoindicatori gassosi allo studio dei Campi Flegrei (Chiodini et al., 2011);
- emissioni gassose del Vesuvio (Caliro et al., 2011);
- evoluzione nel tempo delle quantità di CO_2 disciolta nel lago di Albano; tale studio ha evidenziato un evento di degassamento anomalo avvenuto alla fine degli anni '80 in concomitanza con l'ultima crisi sismica dei Colli Albani (Chiodini et al., 2011);
- studio del rilascio di CO_2 durante eventi sismici che coinvolgono rocce carbonatiche, attraverso prove di laboratorio di frizione ad alta velocità (De Paola et al., 2011);
- studio di dettaglio del processo di degassamento che interessa l'area carbonatica Narnese-Amerina; tale studio suggerisce che il trasporto di calore attraverso l'emissione di fluidi può essere dominante rispetto a quello trasmesso per conduzione e che l'attuale mappa del flusso di calore d'Italia, basata sulla sola conduzione, può essere affetta da notevoli errori.

RM1 ha iniziato, in collaborazione con il CNR-IGG di Pisa, una nuova attività per la ricerca di strutture con degassamento di CO_2 (ed altri geogas) nel suolo e negli acquiferi su alcune faglie attive in Abruzzo; nell'area di Gubbio sono iniziate indagini su una particolare area con emissioni anomale di H_2S. RM1 ha inoltre eseguito ricerche per la valutazione della pericolosità da emissione di gas endogeno (CO_2, H_2S, Rn) nel territorio della regione Lazio e relativa perimetrazione nelle aree dei Comuni di Ciampino, Marino e Roma, grazie ad una Convenzione con la Regione Lazio-Direzione Regionale Ambiente. Analoghe ricerche sono iniziate in Costa Rica (Vulcano Turrialba) e Grecia (Santorini). A CT e PI è stato realizzato uno studio basato sul degassamento del radon dai suoli del versante orientale dell'Etna, confrontando i dati acquisiti con la distribuzione ipocentrale dei terremoti. Lo studio ha consentito di mettere a punto una metodologia di indagine per individuare faglie sismogenetiche sepolte sotto coperture laviche recenti. Le stazioni radon in continuo poste in prossimità della sommità dell'Etna e del Rift di NE hanno fornito dati utili per il monitoraggio dell'attività vulcanica e sismica, soprattutto a partire dal mese di Gennaio 2011, contemporaneamente con la ripresa di attività esplosiva al Cratere di Sud-Est ed alla Bocca Nuova. Rilievi di radon e CO_2 dai suoli hanno consentito l'identificazione di faglie connesse con l'instabilità di fianco del settore SE dell'apparato etneo. Sull'Etna sono proseguite le misure periodiche di flusso di CO_2 dai suoli. I risultati hanno mostrato variazioni temporali correlabili con la dinamica profonda del magma nei sistemi di alimentazione del vulcano. Gli studi sui gas petroliferi (idrocarburi leggeri come metano, etano e propano), effettuati da RM2, hanno fornito nuovi risultati sull'origine abiogenica di gas prodotti in rocce ultramafiche (ofioliti; Etiope et al., 2011). È stata scoperta, in particolare, una forma di metano abiogenico mai individuata finora, prodotta a basse temperature (al di sotto di 50°C). Tale risultato ha notevoli implicazioni per lo studio dell'origine del metano su Marte. La Società petrolifera Brasiliana PETROBRAS ha commissionato uno studio all'INGV inerente la genesi di questo metano abiogenico. Le ricerche sono in corso in vari paesi, come Stati Uniti, Grecia e Romania, in collaborazione con la NASA, l'Agenzia Spaziale Europea e varie università europee. Sono stati completati e pubblicati, infine, gli studi sulle manifestazioni gassose di Salton Sea, in California, in collaborazione con l'Università di Oslo (Mazzini et al, 2011), e dei vulcani di fango in Giappone (Etiope et al, 2011). Ad Ottobre del 2011 è iniziato un nuovo

progetto PRIN-MIUR "Emissioni geologiche di idrocarburi in atmosfera in Italia", con l'obiettivo di censire le principali manifestazioni superficiali di idrocarburi in Italia e l'emissione totale di metano in atmosfera a livello nazionale. Nell'ambito degli studi sul metano in aree geotermiche (PA), sono continuati i campionamenti delle manifestazioni gassose in Grecia, per una loro caratterizzazione geochimica e per l'eventuale definizione del rischio connesso. In particolare, è stato effettuato uno studio sull'impatto della risalita di grandi quantità di CO_2 sulla qualità delle acque sotterranee dell'area di Florina. Nell'ambito di una tesi di dottorato in geochimica (Università di Palermo) sono stati effettuati prelievi di campioni di suolo in aree di alto flusso di metano in aree geotermiche (Pantelleria – Italia e Sousaki – Grecia) per la determinazione dell'attività microbiologica degli stessi.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

-

4.2 Metodologie d'indagine

Le principali metodologie per lo studio del degassamento naturale di anidride carbonica e metano si basano su misure del flusso gassoso dal terreno, sia da emissioni puntuali (vents, macro-seeps), sia da emissioni diffuse (microseepage) effettuate principalmente con la tecnica della scatola di accumulo. Il gas viene analizzato sia in laboratorio, sia direttamente in campo, tramite sensori portatili. Gli studi sull'origine dei gas si basano principalmente su analisi in gascromatografia e spettrometria di massa, effettuate nei laboratori dell'INGV e, per gli idrocarburi, in laboratori internazionali altamente specializzati (ad esempio, Isotech Lab, Illinois).

4.3 Dati acquisiti

La principale tipologia di dati acquisiti è relativa ai flussi di CO_2 e CH_4, misurati direttamente o stimati, sia localmente che a scala regionale, e a dati sulla composizione molecolare e isotopica delle diverse specie gassose, per determinarne l'origine. Dopo un opportuno controllo di qualità, i dati vengono elaborati statisticamente e graficamente per la realizzazione di mappe e diagrammi. In particolare, nel 2010 sono state applicate nuove tecniche di interpretazione dell'origine degli idrocarburi gassosi, basate su modelli di generazione del gas termogenico (GOR Isotope modelling). La maggior parte dei dati acquisiti, sia di CO_2 che quelli relativi agli idrocarburi, è stata oggetto di pubblicazioni internazionali.

4.4 Avanzamenti scientifici

Gli studi sui gas petroliferi (idrocarburi leggeri come metano, etano e propano), effettuati da RM2, hanno fornito nuovi risultati sull'origine abiogenica di gas prodotti in rocce ultramafiche (ofioliti; Etiope et al., 2011). È stata scoperta, in particolare, una forma di metano abiogenico mai individuata finora, prodotta a basse temperature (al di sotto di 50°C). Tale risultato ha notevoli implicazioni per lo studio dell'origine del metano su Marte. La società petrolifera brasiliana PETROBRAS ha commissionato uno studio all'INGV inerente la genesi di questo metano abiogenico. Le ricerche sono in corso in vari paesi, come Stati Uniti, Grecia e Romania, in collaborazione con la NASA, l'Agenzia Spaziale Europea e varie università europee.

4.5 Avanzamenti tecnologici

-

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

90. Caliro, S., Chiodini, G., Avino, R., Minopoli, C., Bocchino, B. (2011). Long time-series of chemical and isotopic compositions of Vesuvius fumaroles: evidence for deep and shallow processes. Ann. Geophys., 54, 2, 137-149. 10.4401/ag-5034. http://hdl.handle.net/2122/7212
120. Chiodini, G., Avino, R., Caliro, S., Minopoli, C. (2011). Temperature and pressure gas geoindicators at the Solfatara fumaroles (Campi Flegrei). Ann. Geophys., 54, 2, 151-160. 10.4401/ag-5002. http://hdl.handle.net/2122/7211
122. Chiodini, G., Caliro, S., Cardellini, C., Frondini, F., Inguaggiato, S., Matteucci, F. (2011). Geochemical evidence for and characterization of CO2 rich gas sources in the epicentral area of the Abruzzo 2009 earthquakes. Earth Planet. Sci. Lett., 304, 389–398. 10.1016/j.epsl.2011.02.016. http://hdl.handle.net/2122/7039
152. D'Alessandro, W., Brusca, L., Kyriakopoulos, K., Martelli, M., Michas, G., Papadakis, G., Salerno, F. (2011). Diffuse hydrothermal methane output and evidence of methanotrophic activity within the soils at Sousaki (Greece). Geofluids, 11, 97–107. 10.1111/j.1468-8123.2010.00322.x. http://hdl.handle.net/2122/6935

165. De Paola, N., Chiodini, G., Hirose, T., Cardellini, C., Caliro, S., Shimamoto, T. (2011). The geochemical signature caused by earthquake propagation in carbonate-hosted faults. Earth Planet. Sci. Lett., 310, 225-232. 10.1016/j.epsl.2011.09.001. http://hdl.handle.net/2122/7237
200. Etiope, G., Baciu, C., Schoell, M. (2011). Extreme methane deuterium, nitrogen and helium enrichment in natural gas from the Homorod seep (Romania). Rapporti Tecnici INGV, 280, 1-2, 89-96. 10.1016/j.chemgeo.2010.10.019. http://hdl.handle.net/2122/7005
201. Etiope, G., Nakada, R., Tanaka, K., Yoshida, N. (2011). Gas seepage from Tokamachi mud volcanoes, onshore Niigata Basin (Japan): Origin, post-genetic alterations and CH_4-CO_2 fluxes. Appl. Geochem., 26, 3, 348-359. 10.1016/j.apgeochem.2010.12.008. http://hdl.handle.net/2122/7014
202. Etiope, G., Oehler, D. Z., Allen, C. C. (2011). Methane emissions from Earth's degassing: Implications for Mars. Planet Space Sci., 59, 2-3, 182-195. 10.1016/j.pss.2010.06.003. http://hdl.handle.net/2122/7027
203. Etiope, G., Schoell, M., Hosgörmez, H. (2011). Abiotic methane flux from the Chimaera seep and Tekirova ophiolites (Turkey): Understanding gas exhalation from low temperature serpentinization and implications for Mars. Earth Planet. Sci. Lett., 310, 1-2, 96-104. 10.1016/j.epsl.2011.08.001. http://hdl.handle.net/2122/7167
223. Fourré, E., Di Napoli, R., Aiuppa, A., Parello, F., Gaubi, E., Jean-Baptiste, P., Allard, P., Calabrese, S., Mamou, A. Ben, (2011). Regional variations in the chemical and helium–carbon isotope composition of geothermal fluids across Tunisia. Chem. Geol., 288, 1-2, 67-85. 10.1016/j.chemgeo.2011.07.003. http://hdl.handle.net/2122/7835
302. Mazzini, A., Svensen, H., Etiope, G., Onderdonk, N., Banks, D. (2011). Fluid origin, gas fluxes and plumbing system in the sediment-hosted Salton Sea Geothermal System (California, USA). J. Volcanol. Geotherm. Res., 205, 3-4, 67-83. 10.1016/j.jvolgeores.2011.05.008. http://hdl.handle.net/2122/7168
329. Neri, M., Giammanco, S., Ferrera, E., Patanè, G., Zanon, V. (2011). Spatial distribution of soil radon as a tool to recognize active faulting on an active volcano: the example of Mt. Etna (Italy). J. Environ. Radioact., 102, 863-870. 10.1016/j.jenvrad.2011.05.002. http://hdl.handle.net/2122/7257
334. Oldenburg, C. M., Rinaldi, A. P. (2011). Buoyancy Effects on Upward Brine Displacement Caused by CO2 Injection. Transp. Porous Media, 87, 2, 525-540. 10.1007/s11242-010-9699-0. http://hdl.handle.net/2122/7778
335. Oppenheimer, C., Moretti, R., Kyle, P. R., Eschenbacher, A., Lowenstern, J. B., Hervig, R. L., Dunbar, N. W. (2011). Mantle to surface degassing of alkalic magmas at Erebus volcano, Antarctica. Earth Planet. Sci. Lett., 306, 261-271. 10.1016/j.epsl.2011.04.005. http://hdl.handle.net/2122/7831

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

484. Caramanna, G., Voltattorni, N., Maroto-Valer, M. M. (2011). Is Panarea Island (Italy) a valid and cost-effective natural laboratory for the development of detection and monitoring techniques for submarine CO2 seepage?. Greenhouse Gas Science and Technology, 1, 3, 200-210. 10.1002/ghg.28. http://hdl.handle.net/2122/7321
509. D'Alessandro, W., Bellomo, S., Brusca, L., Karakazanis, S., Kyriakopoulos, K., Liotta, M. (2011). The impact on water quality of the high carbon dioxide contents of the groundwater in the area of Florina (N. Greece). Advances in the Research of Aquatic Environment - vol. 2, 135-143. http://hdl.handle.net/2122/7159
514. De Cesare, W., Scarpato, G., Buonocunto, C., Caputo, A., Capello, M., Avino, R., Roca, V., De Cicco, F., Pugliese, M.G., Sabbarese, C., Giudicepietro, F. (2011). Installazione di una stazione per la rivelazione continua radon mediante spettrometria alfa nella Solfatara di Pozzuoli. Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/7233
588. Quattrocchi, F., Galli, G., Gasparini, A., Magno, L., Pizzino, L., Sciarra, A., Voltattorni, N. (2011). Very slightly anomalous leakage of CO_2, CH_4 and radon along the main activated faults of the strong L'Aquila earthquake (Magnitude 6.3, Italy). Implications for risk assessment monitoring tools & public acceptance of CO2 and CH4 underground storage. Energy Procedia, 4, 4067-4075. 10.1016/j.egypro.2011.02.349. http://hdl.handle.net/2122/7323
607. Scalera, G. (2011). Biogenic/Abiogenic Hydrocarbons' Origin – Possible Role of Tectonically Active Belts. Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. http://hdl.handle.net/2122/7749
621. Voltattorni, N., Cinti, D., Galli, G., Lombardi, S., Pizzino, L., Sciarra, A., Quattrocchi, F. (2011). Study of natural analogues for the comprehension of gas migration mechanisms. Miscellanea INGV, 12, 87-91. http://hdl.handle.net/2122/7328

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[141] CIAMPINO – UR1 (Monitoraggio dei livelli di ^{222}Rn e CO_2 nelle falde acquifere e nei suoli della città di Ciampino. – resp.: L. Pizzino).
[255] RIVARA MODENA – UR1 (Studio sul background di degassamento naturale del sito di stoccaggio gas naturale di Rivera Modena – resp.: F. Quattrocchi).
[255] RIVARA MODENA - UR20 Sciarra Alessandra - Studio sul background di degassamento naturale del sito di stoccaggio gas naturale di Rivera Modena.
[355] FIRB Geotermia Roma – UR20 (Sviluppo e applicazione di impianti alimentati da risorse geotermiche per il riscaldamento e il condizionamento di ambienti nella città di Roma – resp.: M.L. Carapezza).
[396] SORVEGLIANZA GEOCHIMICA REGIONE PIEMONTE - UR10 Galli Gianfranco - Attività di monitoraggio geochimico per lo studio dell'attività sismica nell'area di Nizza-Monferrato (AT).
[398] RIDUZIONE RISCHIO EMISSIONE GAS REGIONE LAZIO - UR10 Carapezza Maria Luisa - Verifica efficacia delle operazioni di messa in sicurezza a Cava dei Selci (Marino) e valutazione pericolosità emissione gas endogeni area Colli Albani, provincia di Viterbo e lago di Posta Fibreno (Frosinone) + Parco della Mola.
[399] STeGE - UR10 Voltattorni Nunzia - The application of soil gas technique to geothermal exploration: study of "hidden" potential geothermal systems.
[406] HYPOX - UR10 Etiope Giuseppe - HYPOX - In situ monitoring of oxygen depletion in hypoxic ecosystems of coastal and open seas, and land-locked water bodies.
[411] ERG - UR10 (Studio di fattibilità di impianti geotermici nei Campi Flegrei - resp.: C. Troise).
[430] GEISER - Progetto UE De Natale - UR10 De Natale Giuseppe - Progetto UE GEISER: Geothermal Engineering Integrating Mitigation of Induced Seismicity in Reservoirs - De Natale.
[444] PRIN 2008 - Prot.n. 2008S89Y8R_002 - Chiodini - UR10 Chiodini Giovanni - Progetto Prin 2008:Osservazione multidisciplinare e modellazione fisica del processo di degassamento terrestre – Chiodini.
[449] ZEPT ENEL - UR10 Quattrocchi Fedora - ZEPT ENEL monitoraggio CO_2 storage.
[458] GEOTERMICA AB – UR10 (GEOTERMICA AB – Ricerca compilativa caratteristiche geologico-strutturali, idrologiche e geochimiche M. della Tolfa – resp.: D. Cinti).
[484] ENI- Contratto di Ricerca Nr. 3500011331 - UR10 Quattrocchi Fedora - Attività sulle opzioni nazionali di applicazione della tecnologia CCS.
[496] REGIONE LAZIO - Carapezza - UR10 (Valutazione della pericolosità da emissione di gas endogeno (CO_2, H_2S, Rn) nel territorio della Regione Lazio e relativa perimetrazione nelle aree nei Comuni di Ciampino, Marino e Roma e nelle aree indiziate nel restante territorio regionale - resp.: M.L. Carapezza).

Obiettivo Specifico: 4.6

Oceanografia operativa per la valutazione dei rischi in aree marine

Denominazione precedente: *Oceanografia operativa per la valutazione dei rischi in aree marine*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *15*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo OS ha come tema centrale lo sviluppo e il mantenimento di un sistema di monitoraggio e previsioni marine basato su modelli numerici le cui simulazioni vengono corrette con osservazioni sia in situ che da satellite. Il sistema opera in tempo reale e rilascia regolarmente tramite protocolli prestabiliti dati di supporto alle attività di gestione delle emergenze in mare e al monitoraggio dell'ambiente marino in generale. L'OS si realizza all'interno del Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa, che coordina le attività tra INGV e OGS, ENEA, CNR, CoNiSMA, Istituto Idrografico della Marina, Ufficio Spazio Aereo e Meteorologia, ARPA Emilia-Romagna e ISPRA.

1. Responsabile/i

Giovanni Coppini (BO)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

RM2, BO

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Il Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa (GNOO) ha mantenuto operativi i servizi di previsione per il Mar Mediterraneo, MFS e per il Mar Adriatico, AFS. Per il Mediterraneo sono stai mantenuti entrambi i servizi sia quello nazionale che e; stand alone (MFS-nazionale) che quello europeo inserito nel sistema di previsione oceanografica del sistema marino di GMES (MFS-europeo). I due sistemi differiscono per il modello numerico utilizzato e per le condizioni al contorno naperto nell'Atlantico. Entarmbi i sistemi producono ogni giorno le previsioni giornaliere per i successivi 10 giorni e per quello nazionale su richiesta anche prodotti orari. Una volta alla settimana i sistemi MFS vengono re-inizializzati per poter correggere, tramite uno schema di assimilazione, il modello numerico, utilizzando tutti i dati disponibili sia in situ che da satellite. Tutti i giorni le nuove previsioni vengono visualizzate sui siti: http://gnoo.bo.ingv.it/mfs (MFS-nazionale), http://gnoo.bo.ingv.it/myocean/ e http://www.myocean.eu (MFS-EU) e http://gnoo.bo.ingv.it/afs (AFS). Su questi siti web si trova anche una descrizione aggiornata delle caratteristiche del sistema, dei prodotti di previsioni e un avisualizzazione grafica delle validazione dei prodotti e delle mappe di alcuni campi selezionati. GNOO sviluppa, per l'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA), indicatori del clima e ambientali (ad esempio, lunghe serie temporali di anomalie della temperatura superficiale del mare e trend di clorofilla), parte di questo lavoro utilizza prodotti di MFS-europeo definendo così parte dei prodotti specifiici che il sistmea europeo MyOcean rilascia su richiesta di utenti particolari. GNOO fornisce supporto nella gestione delle emergenze in mare da sversamenti di idrocarburi ed ha un accordo di collaborazione con il Rempec (Regional marine pollution Emergency Responce Center for the Mediterranean Sea). Con REMPEC viene mantenuto l'Emergency Responce Office (ERO), diretto dal GNOO, per coordinare il supporto operativo nelle emergenze in mare e nell'ambito di operazioni di anti-inquinamento. Il modello di dispersione degli inquinanti è stato aggiornato in modo da poter usare gli ultimi pordotti orari rilasciati sai sistemi MFS e AFS. Sono continuate le attività per la parametrizzazione dell'effetto delle onde sul trasporto degli idrocarburi. È stato aggiornato il prototipo di sistema di previsione degli idrocarburi automatizzato. GNOO ha supportato la Guardia Costiera italiana in diverse azioni di ricerca e soccorso di dispersi in mare, fornendo previsioni sulle condizioni ambientali attuali e previste e sulle possibili traiettorie che potrebbero seguire particelle lanciate nel punto di incidente. Per quanto riguarda le attività sul modello oceanico globale NEMO ad una risoluzione orizzontale di ¼°, i principali sforzi sono stati indirizzati al miglioramento dei forzanti superficiali con coefficienti correttivi climatologici, ed è stata completata l'implementazione del modello di ghiaccio marino LIM2 (sia la parte dinamica che termodinamica) accoppiata a NEMO. Con lo stesso modello È stata prodotta una ricostruzione dello stato globale del mare per l'era altimetrica (1993-2009) che servirà come base per successive calibrazioni e miglioramenti del sistema di assimilazione e del modello oceanico. Nel 2011, l'UP "Geofisica e Tecnologie Marine" ha proseguito lo studio della dinamica e delle condizioni idrografiche dei tratti di mare attorno al promontorio di Portofino con l'obiettivo di correlare i risultati ottenuti con le caratteristiche dell'ecosistema. L'UP ha partecipato, con proprio personale, alle campagne oceanografiche: Campagna oceanografica AUVG a bordo di NO Odin Finder, realizzata nel Mar Ligure per test di nuova strumentazione (AUVG) e rilievi geofisici ed oceanografici nel Dicembre 2011; campagna oceanografica VAVILOV11 a bordo della Nave Amm. Magnaghi della Marina Militare, realizzata nel Mar Tirreno per campionamenti geofisici e oceanografici nell'area del Seamount Vaviov in Settembre – Ottobre 2011; campionamento di seep offshore. In questo caso l'UP ha partecipato al campionamento di un seep di metano in zona Fontespina (Civitanova Marche) in collaborazione con "UF Ricerche InterDisciplinari GEo-marine" dell'INGV in Giugno 2011. Inoltre, è stata avviata una collaborazione con "UP Centro di Ingegneria Sismica e Sismologia Applicata (CISSA)" di NA-OV nell'ambito del "Progetto Cumas". Nel corso del 2011 INGV ed UNIGE hanno concorso ad un bando di finanziamento della Regione Liguria e si sono aggiudicati un Dottorato di Ricerca in Scienze

Ambientali (Scienza del Mare) - XXVI Ciclo: Integrazione di approcci hi-tech e low-tech per il monitoraggio degli habitat di interesse comunitario in Liguria. Il Dottorato è partito e durerà fino al 2013. Nel 2012 sono previste campagne oceanografiche in ambito CONAGEM con navi della Marina Militare. L'UF RIDGE, acquisisce serie temporali oceanografiche per mezzo degli osservatori di tipo GEOSTAR. I dati acquisiti sono sistematizzati nel data base MOIST (http://moist.rm.ingv.it) consutabile via web. GNOO continua la sua azione di coordinamento a livello Italiano e Mediterraneo al fine di sviluppare e rafforzare i sistemi di previsioni e osservativi del Mediterraneo e le applicazioni da essi derivati.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Il sistema di monitoraggio e previsione è operativo in tempo reale e rilascia regolarmente i suo prodotti tramite protocolli prestabiliti. Il sistema di monitoraggio e previsione si basa sui modelli numerici le cui simulazioni vengono corrette, tramite le tecniche di assimilazione dati, con osservazioni sia in situ che da satellite (Temperatura, Salinità, livello del mare, ecc.). Per il mantenimento del sistema è quindi necessario un continuo miglioramento e aggiornamento delle sue componenti assieme al mantenimento del sistema osservativo che fornisce i dati per l'assimilazione. Il sistema di dissseminazione dei prosotti di MFS-europeo È stato modificato in modo da potrsi connettre al sistema centralizzzato di MyOcean. I prodotti dei sistemi di previsione sia per il Mediterraneo che per l'Adriatico vengono utilizzati per sviluppare applicazioni operative per la gestione delle emergenze in mare. Le attività di Oceanografia Globale includono l'implementazione di un modello oceanico di circolazione generale e di un sistema di assimilazione di dati. L'U.F. RIDGE, in occasione delle campagne di monitoraggio con osservatori multiparametrici di tipo GEOSTAR acquisce parametri oceanografici a fondo mare in siti di interesse del Mediterraneo (Isole Eolie-Panarea). L'osservatorio NEMO-SN1 (Sicilia orientale) è stato aggiornato e arricchito anche di nuovi sensori oceanografici (ad esempio, ADCP). La fase di test è stata conclusa e l'osservatorio è pronto per essere deposto e cablato nuovamente (trasferimento dati in real-time).

4.2 Metodologie d'indagine

Il sistema di monitoraggio e previsione si basa sui modelli numerici le cui simulazioni vengono corrette, tramite le tecniche di assimilazione dati, con osservazioni sia in situ che da satellite (Temperatura, Salinità, livello del mare, ecc.). Il sistema di assimilazione dati è il 3DVAR e viene costantemente aggiornato. I modelli idrodinamici utilizzati sono OPA, NEMO per i due sistemi operativi nel Mar Mediterraneo e POM per il sistema operativo nel Mar Adriatico. Il sistema di rianalisi globali si basa su modelli numerici le cui simulazioni vengono corrette, tramite le tecniche di assimilazione dati, con osservazioni sia in situ che da satellite (Temperatura, Salinità, livello del mare, ecc.). Il nuovo sistema di assimilazione dati è il 3DVAR. I modelli idrodinamici utilizzati sono OPA e NEMO. L'UP Geofisica e Tecnologie Marine di Porto Venere utilizza tecnologie innovative quali il modulo MEDUSA, in collaborazione con UF RIDGE, SEPTR (Shallow water Environmental Profiler in Trawl-safe Real-time configuration), gliders e dati da satellite.

4.3 Dati acquisiti

È necessario raccogliere con procedure operative in tempo reale tutte le osservazioni da satellite e da dati in-situ disponibili per il Mediterraneo e l'Adriatico presso il centro di calcolo del GNOO. Questi dati sono vitali sia per la porduzione delle analisi operative che servono per l'inizializzazione dei campi di previsione che per la validazione dei prodotti di previsione. È stato sviluppata una nuova rete con i partners del Mediterraneo per poter ricevere in tempo reale i dati da boe fisse sia costiere che di mare profondo per i dati di temperatura, salinità, correnti e boe ondametriche. Questi dati non vengono assimilati ma vengono utilizzati solo per la validazione dei prodotti. I dati provenienti dagli osservatori sottomarini, messi disposizione della comunità scientifica attraverso un portale web MOIST dedicato (http://moist.rm.ingv.it), consultabile via web, vengono integrati dove possibile alle altre osservazioni oceanografiche.

4.4 Avanzamenti scientifici

Il sistema MFS-EU nell'ambito del progetto Europeo MYOCEAN ha introdotto il modulo del modello d'onda per poter calcolare in maniera più accurata lo sforzo del vento alla superficie del mare. È stato sviluppato il modulo pre-operativo per l'assimilazione di profili di temperatura e salinità da dati glider. Sono stati sviluppati ulteriormente i software specifici accoppiati ai sistemi di previsioni per simulare le traiettorie dei corpi in mare e la dispersione di idrocarburi.

Le principali attività del 2011 a livello di oceano globale si sono focalizzate sulla messa a punto delle configurazioni sia del sistema di assimilazione che del modello oceanico globale NEMO ad ¼ di risoluzione orizzontale. Il sistema di assimilazione globale è stato implementato a partire dal sistema 3DVAR operativo nel Mediterranean Forecasting System. Attualmente il sistema supporta l'assimilazione di tutte le osservazioni in-situ e delle osservazioni altimetriche. Le attività di sviluppo sono principalmente consistite nel calcolo e miglioramento delle covarianze degli errori del modello, implementando un raggio di correlazione orizzontale degli errori del modello variabile nello spazio. Dalle

campagne di monitoraggio con osservatori effettuate dall'UF RIDGE è stato possibile studiare su scala annuale il regime delle correnti profonde in un sito del Golfo di Cadice, una regione di estremo interesse oceanografico per gli scambi tra Mediterraneo e Atlantico, e nel sito Ionio Occidentale importante per gli scambi tra Ionio e Tirreno.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Per AFS e MFS è stato sviluppato un software web-based per la validazione dei prodotti. È stato reso operativo il meccaniscmo di distribuzione dei dati del sistema europeo MyOceean basato sul software sviluppato appositamente dai partners del progetto, HOA-MOTU con la sola funzionalità di *subsetter*. Viene mantenuta anche la distribuzione dei prodotti via ftp, http e thredds. È stata completata la parallelizzazione del codice 3DVAR accoppiato a NEMO globale ad ¼ di risoluzione orizzontale e sono stati eseguiti molti test di validazione del sistema di assimilazione. Sono state inoltre migliorate le tecniche di preprocessamento delle osservazioni. Il personale dell'UP "Geofisica e Tecnologie Marine" della sede INGV di Porto Venere ha sviluppato ricerche utilizzando tecnologie innovative quali SEPTR (Shallow water Environmental Profiler in Trawl-safe Real-time configuration), gliders e dati da satellite. Inoltre, è stato migliorato il codice del simulatore utilizzato per la definizione di strategie di campionamento ottimale. Il GNOO ha incrementato il sistema di storage su dischi. Il sistema di Calcolo del GNOO È attualmente formato da:

- tre nodi NEC SX6;
- un nodo NEC SX8;
- un cluster LinuxNetworx 34 nodi;
- tre macchine di calcolo IBM X3755;

Il sistema di memorizzazione ed archiviazione dati È costituito dai seguenti elementi:

- EMC2 Celerra NS20;
- due macchine gestione archivio IBM X3650;
- storage disco e tape.

Il sistema di accesso ai dati è costituito da due server HP Proliant DL380 G5, tramite i quali vengono forniti servizi di accesso ai dati tramite i protocolli HTTP, FTP ed OPeNDAP. I due nodi condividono un volume disco su storage esterno HP MSA500 G2. Ciascuno di questi è configurato come indicato nelle tabelle seguenti.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

2. Adani, M., Dobricic, S., Pinardi, N. (2011). Quality Assessment of a 1985–2007 Mediterranean Sea Reanalysis. J. Atmos. Ocean. Technol., 28, 4, 569-59. 10.1175/2010JTECHO798.1. http://hdl.handle.net/2122/7824
44. Bellafiore, D., Guarnieri, A., Grilli, F., Penna, P., Bortoluzzi, G., Giglio, F., Pinardi, N. (2011). Study of the hydrodynamical processes in the Boka Kotorska Bay with a finite element model. Dyn. Atmos. Oceans, 52, 1-2, 298-321. 10.1016/j.dynatmoce.2011.03.005. http://hdl.handle.net/2122/7856
135. Coppini, G., De Dominicis, M., Zodiatis, G., Lardner, R., Pinardi, N., Santoleri, R., Colella, S., Bignami, F., Hayes, D. R., Soloviev, D., Georgiou, G., Kallos, G. (2011). Hindcast of oil-spill pollution during the Lebanon crisis in the Eastern Mediterranean, July–August 2006. Mar. Pollut. Bull., 62, 1, 140–153. 10.1016/j.marpolbul.2010.08.021. http://hdl.handle.net/2122/7842
208. Favali, P., Beranzoli, L., Italiano, F., Migneco, E., Musumeci, M., Papaleo, R. (2011). NEMO-SN1 observatory developments in view of the European Research Infrastructures EMSO and KM3NeT. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. A-Accel. Spectrom. Dect. Assoc. Equip., 626-627, s53-s56. 10.1016/j.nima.2010.06.248. http://hdl.handle.net/2122/6480
311. Milliff, R. F., Bonazzi, A., Wikle, C. K., Pinardi, N., Berliner, L. M. (2011). Ocean ensemble forecasting. Part I: Ensemble Mediterranean winds from a Bayesian hierarchical model. Q. J. R. Meteorol. Soc., 137, 858-878. 10.1002/qj.767. http://hdl.handle.net/2122/7808
331. Nilsson, J. A. U., Dobricic, S., Pinardi, N., Taillandier, V., Poulain, P.-M. (2011). On the assessment of Argo float trajectory assimilation in the Mediterranean Forecasting System. Ocean Dyn., 61, 10, 1475-1490. 10.1007/s10236-011-0437-0. http://hdl.handle.net/2122/7817
333. Oddo, P., Guarnieri, A. (2011). A study of the hydrographic conditions in the Adriatic Sea from numerical modelling and direct observations (2000–2008). Ocean Sci., 7, 549–567. 10.5194/os-7-549-2011. http://hdl.handle.net/2122/7765
363. Pinardi, N., Bonazzi, A., Dobricic, S., Milliff, R. F., Wikle, C. K., Berliner, L. M. (2011). Ocean ensemble forecasting. Part II: Mediterranean Forecast System response. Q. J. R. Meteorol. Soc., 137, 879-893. 10.1002/qj.816. http://hdl.handle.net/2122/7807
411. Simoncelli, S., Pinardi, N., Oddo, P., Mariano, A. J., Montanari, G., Rinaldi, A., Deserti, M. (2011). Coastal Rapid Environmental Assessment in the Northern Adriatic Sea. Dyn. Atmos. Oceans, 52, 250-283. 10.1016/j.dynatmoce.2011.04.004. http://hdl.handle.net/2122/7787
416. Sorgente, R., Olita, A., Oddo, P., Fazioli, L., Ribotti, A. (2011). Numerical simulation and decomposition of kinetic energy in the Central Mediterranean: insight on mesoscale circulation and energy conversion. Ocean Sci., 7, 503-519. 10.5194/os-7-503-2011. http://hdl.handle.net/2122/7811

420. Storto, A., Dobricic, S., Masina, S., Di Pietro, P. (2011). Assimilating Along-Track Altimetric Observations through Local Hydrostatic Adjustment in a Global Ocean Variational Assimilation System. Mon. Weather Rev., 139, 3, 738-754. 10.1175/2010MWR3350.1. http://hdl.handle.net/2122/7588

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

537. Grandi, A., Teruzzi, A., Fratianni, C., Drudi, M., Korres, G., Tonani, M. (2011). Product User Manual. MYO-WP-PUM. http://hdl.handle.net/2122/7758
563. Nilsson, J., Fratianni, C., Vladyslav, L., Teruzzi, A., Grandi, A., Adani, M., Korres, G., Pinardi, N., Tonani, M. (2011). MyOcean Scietific Calibration Report for WP9-Med-MFC. MYO-WP9-ScR. http://hdl.handle.net/2122/7757
564. Nilsson, J., Vladyslav, L., Grandi, A., Teruzzi, A., Bolzon, G., Drudi, M., Tonani, M., Oddo, P., Adani, M., Dobricic, S., Fratianni, C. (2011). MyOcean Scientific Validation Report (ScVR) for WP9 – Med-MFC. MYO-WP9-ScVR. http://hdl.handle.net/2122/7756

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

- http://www.myocea.eu (BO).
- http://gnoo.bo.ingv.it/mfs (BO).
- http://gnoo.bo.ingv.it/afs (BO).
- http://gnoo.bo.ingv.it/myocean (BO).

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[90] SEADATANET - UR1 Pinardi Nadia - SEADATANET - A PAN-EUROPEAN INFRASTRUCTURE FOR OCEAN AND MARINE DATA MANAGEMENT.
[313] ECOOP – UR10 (European Costal-Shelf Sea Operational Observing and Forecasting System – resp.: N. Pinardi).
[316] PRIMI – UR10 (Progetto Pilota Inquinamento Marino da Idrocarburi – resp.: N. Pinardi).
[317] ETCWATER – UR10 (European Topic Centre on WATER – resp.: N. Pinardi).
[388] MYOCEAN - UR10 Pinardi Nadia - Development and pre-operational validation of GMES Marine Core Services.
[417] Convenzione IAMC/CNR-INGV – UR10 (Convenzione scientifica per realizzazione sistema integrato per gestione emergenze ambientali da inquinamento marino da idrocarburi nello stretto internazionale delle Bocche di Bonifacio – resp.: N. Pinardi).

Obiettivo Specifico: 5.1. TTC

Banche dati e metodi macrosismici

Denominazione precedente: *Banche dati e metodi macrosismici*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *121*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo TTC garantisce la miglior armonizzazione nel settore della archiviazione e disseminazione dei dati storico/macrosismici e dei cataloghi parametrici dei terremoti. Opera inoltre per promuovere e migliorare l'integrazione con le altre attività che l'INGV svolge nel settore delle banche dati.

1. Responsabile/i
Romano Camassi (BO), Andrea Rovida (MI)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico
RM1, BO, CT, MI

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Dopo il periodo di sperimentazione della versione CPTI10beta è stata pubblicata la versione CPTI11. La nuova versione del catalogo contiene 3182 terremoti nella finestra temporale 1000-2006. Il catalogo si riferisce a DBMI11, descritto più sotto, per quanto riguarda i dati macrosismici e su una base di dati strumentali arricchita rispetto a quella di CPTI04 mediante l'utilizzo dei cataloghi parametrici e bollettini strumentali più aggiornati. In aggiunta, il catalogo contiene anche record relativi a foreshock e repliche per cui sono disponibili dati macrosismici e/o strumentali. Per quanto riguarda la struttura, per i terremoti per cui sono disponibili parametri sia macrosismici sia strumentali vengono fornite entrambe le determinazioni con la aggiunta di un insieme di valori di default. Inoltre, per alcune decine di terremoti, principalmente offshore, i parametri macrosismici sono stati determinati con il metodo di Bakun & Wentworth (1997), e sono identificati con la sigla BW ni campi relativi. Rispetto alla precedente versione CPTI04, il numero di terremoti è aumentato di circa il 25%; il numero di eventi con parametri basati su dati macrosismici è passato dal 40% al 50% circa. Anche per quanto riguarda il Database Macrosismico Italiano, dopo la sperimentazione di DBMI10beta nel 2011 è stata pubblicata la versione DBMI11. Rispetto a DBMI04 (la precedente versione pubblica) il contenuto del database è stato aggiornato con dati macrosismici provenienti da studi pubblicati a tutto il 2007, in particolare da studi storico-macrosismici e rilievi macrosismici prodotti sia dall'INGV sia da altri autori, dal Catalogo Macrosismico dei Terremoti Etnei e da una selezione di dati del bollettino macrosismico INGV. I nuovi studi hanno fornito dati per terremoti nuovi o conosciuti ma in precedenza privi di dati di intensità. DBMI11 contiene 86071 dati di intensità relativi a 1684 terremoti; il numero di terremoti è aumentato del 60% circa e il numero di dati di intensità del 50% circa rispetto al contenuto di DBMI04. È stato poi completato lo studio relativo a 227 terremoti non noti ai cataloghi parametrici o scarsamente documentati, mettendo a disposizione un insieme di circa 1500 dati di intensità. Un contributo al miglioramento del database macrosismico è venuto, nell'ambito del progetto Interreg HAREIA, dallo studio, con metodologia speditiva, di alcune decine di terremoti presenti nel catalogo CPTI sulla base di un catalogo parametrico regionale dell'Italia Nord-Orientale, studio che ha sistematicamente ridimensionato gli eventi in questione. Il lavoro finalizzato all'ampliamento a ritroso del Catalogo Macrosismico dei Terremoti Etnei (CMTE) ha prodotto uno studio approfondito e nuovi dati di base sui terremoti concomitanti con l'eruzione etnea del 1669. Nell'ambito del progetto EU SHARE è stato pubblicato il catalogo SHEEC, contenente 4722 terremoti di area europea nella finestra temporale 1000-1899. La selezione dei terremoti e dei relativi dati macrosismici è interamente basata sull'archivio europeo AHEAD (Archive of European Earthquake Data), di cui è continuata l'implementazione nell'ambito del progetto. SHEEC fornisce parametri omogeneamente ottenuti: i) dalla parametrizzazione di dati macrosismici mediante l'utilizzo di metodi opportunamente calibrati in cinque diverse regioni europee; e ii) dall'omogeneizzazione dei parametri forniti dai più recenti cataloghi regionali. Le coordinate epicentrali sono scelte a giudizio esperto fra i due insiemi descritti, mentre la magnitudo è determinata mediante un sistema di media pesata. Il catalogo è stato rilasciato insieme a una stima della sua completezza ottenuta dalla combinazione di metodi storici e statistici. Dopo la pubblicazione di SHEEC è proseguita la collaborazione con il progetto per il pieno utilizzo del catalogo in sede di valutazione dell'hazard. In collaborazione con il Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (Istanbul), nell'ambito del progetto EMME (Earthquake Model of the Middle East Region) è stato realizzato il catalogo denominato EMME-NW (1000-1899) per il territorio della Turchia oltre i 32°E di longitudine. Il catalogo è stato compilato, a partire da cataloghi esistenti, nel modo più omogeneo possibile con SHEEC per quanto riguarda la determinazione della magnitudo. Il limitato tempo a disposizione ha permesso una revisione speditiva delle informazioni di base sui singoli terremoti, risultando nell'identificazione ed eliminazione di numerosi eventi falsi e/o duplicati. Sono continuate le attività sul progetto "Tools for compiling the Global Earthquake History", nell'ambito di GEM (Global Earthquake Model). È stata compilata la versione aggiornata del catalogo mondiale GLHECAT (Global Large Historical Earthquake Catalogue M≥7.0, 1000-1903), a partire dai cataloghi regionali di riferimento. Parallelamente sono iniziati la strutturazione e il popolamento dell'archivio degli studi storico-macrosismici relativi ai 684 terremoti in catalogo, secondo il modello sviluppato per l'archivio europeo AHEAD. La compilazione dell'archivio è stata inizialmente focalizzata sulle aree in cui erano già esistenti collaborazioni con istituzioni e/o progetti in corso (SHARE per

l'Europa e EMME per il Medio-Oriente) o in cui sono state avviate apposite collaborazioni (parte settentrionale del Sud America, Caraibi, ex-URSS, Asia centrale).

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

La banca dati europea AHEAD è stata arricchita di dati storico-macrosismici di nuova e vecchia pubblicazione non ancora inventariati. L'infrastruttura del database è stata ulteriormente consolidata per permettere la gestione e analisi dei dati da parte dei diversi ricercatori coinvolti. La gestione in parallelo del database residente sul server è ora giudicata affidabile. Molti aspetti sono ora gestibili più intuitivamente grazie a maschere d'inserimento dati realizzate su pagine web. Grazie alla maggiore integrazione del sistema di gestione dei dati dell'archivio è stata resa più agevole l'analisi dei dati d'intensità macrosismica. È per esempio possibile eseguire in maniera automatizzata la generazione dei parametri del terremoto da questi dati. Sono proseguite le collaborazioni con alcuni istituti europei per l'implementazione di database macrosismici regionali (IM in Portogallo, IGN a Madrid, IGC a Barcellona, BGS in Gran Bretagna, NIEP in Romania, UoA e ITSAK in Grecia,). Oltre al database macrosismico dell'IGC dedicato alla Catalogna, è ora pubblico anche il database macrosismico dell'IGN che copre l'intera penisola Iberica.

4.2 Metodologie d'indagine

-

4.3 Dati acquisiti

Sul piano europeo la banca dati AHEAD è stata aggiornata per allinearsi ai dati pubblicati con la nuova versione del DBMI11. Altri dati sono arrivati dal contributo dei diversi ricercatori coinvolti nei progetti in corso e da indagini di ricercatori INGV svolte ad hoc. Sono stati acquisiti nuovi dati e relativa documentazione per i seguenti paesi: Portogallo, Spagna, Slovenia, Romania, Bulgaria e Grecia. Per il progetto GEM è iniziata l'archiviazione dei cataloghi parametrici di terremoti a livello globale, integrando il materiale già archiviato in AHEAD relativo ai soli terremoti d'interesse. Indagini di dettaglio sono state iniziate sulle seguenti aree: Turchia, Medio Oriente, Siberia, Kamchatka, Himalaya, Caraibi e la parte nord del Sud America.

4.4 Avanzamenti scientifici

In collaborazione con W. Bakun (USGS, Menlo Park, California, US) è stato sviluppato un sistema originale di determinazione dei parametri del terremoto da dati macrosismici che utilizza in modo pesato i risultati di tre metodi indipendenti (Boxer, MEEP, Bakun and Wentworth).

4.5 Avanzamenti tecnologici

Il consolidamento della struttura del database che compone AHEAD ha reso più affidabili le attività sui dati di base, siano esse condotte da applicativi desktop attraverso canali ODBC che da applicativi web. La struttura delle tabelle è ora in grado di gestire trasparentemente la porzione italiana, rendendo più agevoli le attività collegate al catalogo CPTI e relativa banca dati d'intensità DBMI. È stato ulteriormente ottimizzato lo strumento per la generazione automatizzabile di parametri quali epicentro e magnitudo dei terremoti a partire dai dati d'intensità macrosismica. È possibile scegliere fra tre codici di calcolo, BOXER, Bakun & Wentworth o MEEP, ognuno dei quali può avere una calibrazione configurabile dall'utente. Il sistema è ritenuto ancora in fase di sperimentazione e il suo utilizzo non è possibile dall'esterno della rete Intranet. Gli strumenti per la generazione automatica di grafici e diagrammi esplicativi dedicati ai parametri derivanti dall'elaborazione dei dati d'intensità sono stati ottimizzati per permettere una migliore analisi dei risultati ottenuti. MIDOP, lo strumento per la pubblicazione online di dati d'intensità storico-macrosismici, è stato ulteriormente sviluppato nel corso del 2011 per coprire un'area geografica più ampia relativa all'Europa allargata al Medio Oriente: sono stati risolti alcuni bug, aggiunte nuove funzionalità ed è stato ottimizzato lo standard XML usato per la pubblicazione dei dati. Molte funzioni sono state riscritte per meglio sfruttare l'ormai consolidato formato grafico SVG (Scalable Vector Graphic) in combinazione con il linguaggio Javascript grazie al quale è possibile modificare in tempo reale ogni oggetto grafico rappresentato. Il sito web del DBMI11 è stato generato con la nuova versione di MIDOP rendendone così la consultazione ancora più intuitiva e veloce. Per il progetto GEM è stato realizzato un prototipo sia del database sia del sito web per la consultazione dell'archivio mondiale. La soluzione adottata si basa su un database MySQL e un'interfaccia web che sfrutta le librerie geografiche di Google (Google Maps API) che ha permesso di realizzare in tempi brevi una piattaforma soddisfacente a fronte di un limitato investimento nello sviluppo software.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

29. Azzaro, R., D'Amico, S., Tuvè, T. (2011). Estimating the magnitude of historic earthquakes from macroseismic intensity data: new relationships for the volcanic region of Mount Etna (Italy). Seismol. Res. Lett., 82, 4, 533-544. 10.1785/gssrl.82.4.533. http://hdl.handle.net/2122/7681
36. Bakun, W. H., Gomez Capera, A. A., Stucchi, M. (2011). Epistemic uncertainty in the location and magnitude of earthquakes in Italy from macroseismic data. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101, 2712-2725. 10.1785/0120110118. http://hdl.handle.net/2122/7531
97. Camassi, R., Caracciolo, C. H., Castelli, V., Slejko, Dario, (2011). The 1511 Eastern Alps earthquakes: a critical update and comparison of existing macroseismic datasets. J. Seismol., 15, 191-213. 10.1007/s10950-010-9220-9. http://hdl.handle.net/2122/7797

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

479. Camassi, R., Castelli, V., Molin, D., Bernardini, F., Caracciolo, C. H., Ercolani, E., Postpischl, L. (2011). Materiali per un catalogo dei terremoti italiani: eventi sconosciuti, rivalutati o riscoperti. Quaderni di Geofisica INGV, 96, 1-53. http://hdl.handle.net/2122/7387
480. Camassi, R., Rossi, A., Tertulliani, A., Pessina, V., Caracciolo, C. H. (2011). il terremoto del 30 Ottobre 1901 e la sismicità del versante occidentale del Garda. Quaderni di Geofisica INGV, 88, 1-32. http://hdl.handle.net/2122/7478
545. Locati, M., Camassi, R., Stucchi, M. (2011). Database Macrosismico Italiano 2011. http://hdl.handle.net/2122/7673
593. Rovida, A., Camassi, R., Gasperini, P., Stucchi, M. (2011). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione CPTI11. http://hdl.handle.net/2122/7674

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

- Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, http://emidius.mi.ingv.it/CPTI (MI).
- M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (a cura di), 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11 (MI, BO).
- GdL AHEAD, (2011), Archive of Historical EArthquake Data 1000–1900 (AHEAD). Milano, http://www.emidius.eu/AHEAD/ (MI).
- GdL SHEEC, (2011), SHare European Earthquake Catalogue 1000–1900 (SHEEC). Milano, http://www.emidius.eu/SHARE/task3_1/SHEEC/ (MI).

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[268] NERIES – UR6 (Network of Research Infrastructures for European Seismology – resp.: M. Stucchi)
[280] AIRPLANE - UR2 Stucchi Massimiliano - Piattaforma di ricerca multidisciplinare su terremoti e vulcani
[280] AIRPLANE - UR5 Valensise Gianluca - Piattaforma di ricerca multidisciplinare su terremoti e vulcani
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR10 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: R. Devoti)
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR20 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: R. Di Stefano)
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR30 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp. G. Vannucci)
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR40 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: F. Galadini)
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR50 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: G. Zonno)
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR60 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: S. Barba)
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR70 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica resp.: C. Chiarabba)
[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR80 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp.: R. Basili)

[367] INGV-DPC S1 07-09 – UR90 (Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica – resp. A. Piatanesi)
[368] INGV-DPC S2 07-09 – UR10 (Realizzazione di un modello dinamico sperimentale di valutazione della pericolosità sismica a scala nazionale – resp.: C. Meletti)
[368] INGV-DPC S2 07-09 – UR20 (Realizzazione di un modello dinamico sperimentale di valutazione della pericolosità sismica a scala nazionale – resp.: W. Marzocchi)
[369] INGV-DPC S3 07-09 – UR10 (Valutazione rapida dei parametri e degli effetti dei forti terremoti in Italia e nel Mediterraneo – resp.: A. Michelini)
[369] INGV-DPC S3 07-09 – UR20 (Valutazione rapida dei parametri e degli effetti dei forti terremoti in Italia e nel Mediterraneo – resp.: S. Pondrelli)
[369] INGV-DPC S3 07-09 - UR30 (Valutazione rapida dei parametri e degli effetti dei forti terremoti in Italia e nel Mediterraneo - resp. P. Augliera)
[401] ASSESS - UR10 Camassi Romano - Studio della sismicità storica per la realizzazione di un archivio storico macrosismico avanzato per il Friuli

Obiettivo Specifico: 5.2. TTC

Banche dati di sismologia strumentale

Denominazione precedente: *Banche dati di sismologia strumentale*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *378*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo TTC ha il compito di armonizzare e potenziare le iniziative di archiviazione e disseminazione dei dati sismologici strumentali acquisiti dall'INGV e di assicurare la piena integrazione con le altre attività che l'INGV svolge nel settore delle banche dati, sia a scala nazionale che a scala europea e globale.

1. Responsabile/i

Lucia Luzi (MI), Francesco Mele (CNT)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, BO, CT, MI, NA-OV

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Questo TTC ha il compito di armonizzare e potenziare le iniziative di archiviazione e disseminazione dei dati sismologici strumentali acquisiti dall'INGV e di assicurare la piena integrazione con le altre attività che l'INGV svolge nel settore delle banche dati, sia a scala nazionale che a scala europea e globale. Inoltre, cura la costruzione di infrastrutture che permettano la condivisione in tempo reale e l'archiviazione distribuita di dati sismologici e accelerometrici.

Scala nazionale e internazionale
Nel corso del 2011 l'INGV ha archiviato complessivamente 5,3 TB di segnali sismici, sia velocimetrici (79%) che accelerometrici (21%). Le attività di aggiornamento dei data base sismologici hanno principalmente riguardato il calcolo dei parametri ipocentrali di ISIDe (http://iside.rm.ingv.it/) che conta, alla fine del 2011, oltre 79.000 eventi, e la revisione dei parametri ipocentrali di oltre 14.600 eventi registrati dalla Rete Sismica Nazionale nel 2010. L'operatività del database accelerometrico italiano ITACA è stata garantita senza aggiornamenti. Nell'ambito del progetto europeo NERA, il nodo INGV di EIDA (European Integrated Data Archive per la distribuzione di segnali continui di velocimetri e accelerometri) è stato esteso a 412 stazioni appartenenti a tutte le reti permanenti e temporanee INGV (con esclusione delle stazioni in aree vulcaniche); sono incluse anche 55 stazioni al di fuori del territorio nazionale. L'acquisizione e l'archiviazione centralizzata dei dati accelerometrici hanno permesso la creazione di un database il cui popolamento avviene in modo semi-automatico a partire dalla lista di eventi pubblicata in ISIDe. Il database (DYNA-archive, http://dyna.mi.ingv.it/DYNA-archive/) contiene circa 1.250 forme d'onda, relative a 143 eventi sismici registrati nel periodo 2008–2011 da 106 stazioni, ed i metadati ad esse associati. Il sistema real-time di analisi dei segnali AIDA (Advanced Italian Data Acquisition for Seismology) è stato reso operativo per il servizio di sorveglianza sismica nazionale; esso comprende un sistema di calcolo automatico del momento tensore su scala regionale i cui risultati sono pubblicati in http://cnt.rm.ingv.it/tdmt.html. Durante il 2011 è proseguito l'aggiornamento del Catalogo Europeo Mediterraneo di RCMT (http://www.bo.ingv.it/RCMT) che permette di consultare e ottenere tutte le soluzioni riviste da un sismologo con un ritardo massimo di un mese; inoltre è stata creata una pagina web dedicata alle sole soluzioni automatiche "Quick RCMT" (http://autorcmt.bo.ingv.it/quicks.html) non riviste dal sismologo, ma disponibili poche decine di minuti dopo l'evento. In ambito internazionale è proseguita la collaborazione con i progetti europei NERA, EUDAT ed EPOS.

Scala regionale
MI ha contribuito dal Novembre 2011 al nodo INGV di EIDA con 15 stazioni accelerometriche con trasmissione dei dati in continuo. La rete RAIS, gestita dalla sezione, nel 2011 ha registrato 44 eventi, nell'intervallo di magnitudo 2,1-4,7, per un totale di 1.008 forme d'onda. CT ha garantito l'aggiornamento degli archivi dei terremoti, inserendo i parametri di riferimento di 1028 scosse localizzate, con oltre 15.000 letture di fasi P ed S riviste, (http://www.ct.ingv.it/ufs/analisti/). Due sono state le sequenze sismiche importanti: la prima ha interessato nei mesi di giugno-agosto i Monti Nebrodi (ME) con oltre 2500 eventi registrati, la seconda ha interessato l'area dell'Avampaese Ibleo (SR) ed ha fatto registrare nel mese di ottobre oltre 160 eventi. Inoltre ha avuto inizio la realizzazione e la fase di test di un nuovo programma di analisi, localizzazione e mappatura degli eventi sismici (SeismOffice). NA-OV ha aggiornato e gestito i sistemi e DB esistenti (GeoVes, Speed,WBSM, Eolo), ha proseguito nel miglioramento di SUM (Sistema informatico Unificato per il Monitoraggio) per quanto riguara lo sviluppo del sistema server (su piattaforma LAMP) per la gestione dei dati multiparametrici acquisiti dai sistemi di monitoraggio sismico e vulcanico. Questo sistema garantisce una rapida ed efficiente consultazione ed estrazione dei dati, sia per le attività istituzionali di sorveglianza dei vulcani attivi nella regione campana e isole vicine, che per quelle di ricerca scientifica dell'Ente. Nell'ambito di tale attività è stato sviluppato il DB Plinio, dedicato specificamente ai dati sismici e integrato con SUM. Il sistema WBSM ha subito sostanziali modifiche che

hanno portato ad una nuova versione in cui sono stati migliorati la portabilità del sistema e altri aspetti del DB. I dati sono attualmente accessibili, tramite interfaccia web, dal D.P.C. Nazionale e dal Centro Funzionale Multirischio della Protezione Civile della Regione Campania. La sede di Ancona ha gestito la Rete Sismometrica Integrata dell'Italia Centro-Orientale (ReSIICO), composta da 93 stazioni in registrazione real-time, ha garantito gli aggiornamenti del data set dei meccanismi focali degli eventi registrati con un numero di polarità>30 (http://ingvan.protezionecivile.marche.it/BB/home.html e realizzato il Catalogo dei Terremoti dell'Italia Centro Orientale dal 2002 al 2008 (http://ingvan.protezionecivile.marche.it/CICO1D/home.html). Infine ha pubblicato i dati originali e le elaborazioni routinarie dell'anno 2009 relative alle sole stazioni 'regionali' dial-up (http://protezionecivile.regione.marche.it/dbrsm/index.htm).

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

È stato reso operativo per il servizio di sorveglianza sismica nazionale il sistema real-time di analisi dei segnali AIDA (Advanced Italian Data Acquisition for Seismology); esso include una installazione del sistema Earthworm, una nuova versione di SisPick!2 (analisi interattiva dei segnali) e un sistema di memorizzazione in data-basad esempio, Le informazioni in tempo reale prodotte sono rese immediatamente disponibili sui siti web ISIDe (http://iside.rm.ing.it/), CNT (http://cnt.rm.ingv.it/) e TDMT (http://cnt.rm.ingv.it/tdmt.html). Per l'analisi in tempo quasi-reale dei meccanismi di sorgente è stata creata presso BO una pagina web dedicata alle soluzioni Quick-RCMT (http://autorcmt.bo.ingv.it/quicks.html), in cui vengono pubblicate nell'immediato le soluzioni automatiche, ripubblicate, dopo la revisione, in http://www.bo.ingv.it/RCMT. Ha avuto inizio lo sviluppo di un software per il processamento delle forme d'onda accelerometriche che consente di ottenere i record di velocità e spostamento per integrazione dei segnali accelerometrici. I segnali processati vengono poi distribuiti attraverso il database DYNA per applicazioni di ingegneria sismica ed *engineering seismology*. Presso CT ha avuto inizio la realizzazione e la fase di test di un nuovo programma di localizzazione e mappatura degli eventi sismici (SeismOffice).

4.2 Metodologie d'indagine

-

4.3 Dati acquisiti

Nel corso del 2011 sono stati acquisiti 5,3 TByte di dati dalle varie reti, nazionali e regionali. I segnali accelerometrici rappresentano 1,1 TByte del totale acquisito. Il database parametrico ISIDe (http://iside.rm.ingv.it/) alla fine del 2011, comprende oltre 79.000 eventi, con oltre 16.000 eventi registrati nell'anno 2011. Il database accelerometrico dei dati INGV (DYNA-archive, http://dyna.mi.ingv.it/DYNA-archive/), è stato popolato con circa 1.250 forme d'onda, relative a 143 eventi sismici registrati da 106 stazioni nel periodo febbraio 2008-luglio 2011, ed i metadati ad esse associati. Il Catalogo Europeo Mediterraneo dei RCMT (http://www.bo.ingv.it/RCMT), è stato incrementato con l'inserimento di circa 90 eventi con magnitudo momento compresa tra 4,0 e 6,2. Il nodo INGV di EIDA (European Integrated Data Archive), per la distribuzione di segnali continui di velocimetri e accelerometri, è stato ampliato con l'inserimento di 412 stazioni appartenenti alle reti permanenti e temporanee INGV (con esclusione delle stazioni in aree vulcaniche). CT ha aggiornamento gli archivi sismologici, inserendo i parametri di riferimento di 1.028 terremoti. Sono stati inoltre archiviati oltre 2.500 eventi della sequenza sismica dei Monti Nebrodi (ME) ed oltre 160 eventi della sequenza sismica che ha interessato l'area dell'Avampaese Ibleo (SR). NA-OV ha acquisito 1,5 TB di dati dalla rete sismica permanente delle aree vulcaniche napoletane così suddivisi:

- stazioni sismiche a corto periodo ed a larga banda: 1,2 TB;
- microfoni infrasonici: 145 GB;
- dilatometri: 45 GB;
- accelerometri: 150 GB.

Inoltre, sono stati acquisiti 300 GB dalle stazioni della Rete Sismica Broadband di Stromboli. In totale sono stati archiviati i segnali sismici e i dati parametrici di 920 eventi locali registrati dalla rete sismica permanente (804 terremoti, 34 esplosioni artificiali, 39 frane, 43 eventi di altra natura). La Rete Sismometrica Integrata dell'Italia centro-orientale ha registrato 7.747 eventi di magnitudo compresa tra 1,1 e 3,9, per un totale di 98.607 fasi P, 92.500 fasi S e 1.537.488 forme d'onda utilizzati per il calcolo dei meccanismi focali degli eventi con almeno 30 polarità registrate, disponibili all'indirizzo http://ingvan.protezionecivile.marche.it/BB/home.html.

4.4 Avanzamenti scientifici

-

4.5 Avanzamenti tecnologici

Il sistema AIDA è stato interfacciato a procedure di restituzione dell'informazione gestita con i seguenti data-bases: SeisNet, che include l'informazione sulla strumentazione della Rete Sismica Nazionale, SeisEv, interrogato da ISIDe, che include l'informazione parametrica dei terremoti analizzati con AIDA e Mole, in *real time*, che opera da tramite tra il sistema Earthworm e gli altri db. È stato sviluppato un software per il download automatico dei dati accelerometrici dal portale EIDA in seguito alla comunicazione di un evento sismico da parte di CNT. Il software consente il popolamento automatico del database DYNA con i parametri di localizzazione e la magnitudo fornita da CNT e con i metadati delle stazioni presenti in EIDA. Presso NA-OV è proseguito il miglioramento di SUM (Sistema informatico Unificato per il Monitoraggio) per la gestione dei dati multiparametrici acquisiti dai sistemi di monitoraggio sismico e vulcanico. In questo ambito è stato sviluppato il database Plinio per il monitoraggio sismologico del Vesuvio, dei Campi Flegrei e Ischia. È in fase di realizzazione un nuovo data base, che favorirà la consultazione e il download dei dati originali della rete ReSIIco e i risultati delle elaborazioni di routine.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

195. Dolce, M., Pacor, F., Paolucci, R. (2011). Foreword to the special issue on the ITACA strong motion database. Bull. Earthq. Eng., 9, 6, 1717-1721. 10.1007/s10518-011-9328-5. http://hdl.handle.net/2122/7509
338. Pacor, F., Paolucci, R., Ameri, G., Massa, M., Puglia, R. (2011). Italian strong motion records in ITACA: overview and record processing. Bull. Earthq. Eng., 9, 6, 1741-1759. 10.1007/S10518-011-9295-x. http://hdl.handle.net/2122/7476
339. Pacor, F., Paolucci, R., Luzi, L., Sabetta, F., Spinelli, A., Gorini, A., Nicoletti, M., Marcucci, S., Filippi, L., Dolce, M. (2011). Overview of the Italian strong Motion database ITACA 1.0. Bull. Earthq. Eng., 9, 6, 1723-1739. 10.1007/s10518-011-9327-6. http://hdl.handle.net/2122/7464

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

487. Cassisi, C., Montalto, P., Pulvirenti, A., Aliotta, M., Cannata, A. (2011). PYDBSCAN un software per il clustering di dati. Rapporti Tecnici INGV, 182, 1-22. http://hdl.handle.net/2122/7425

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

- European Integrated Data Archive: http://eida.rm.ingv.it/.
- Italian Seismic Instrumental and parametric Data-basE: http://iside.rm.ingv.it/.
- Bollettino Sismico Italiano, bollettino della Rete Sismica Nazionale dal 2002 ad oggi, http://bollettinosismico.rm.ingv.it/.
- Working Group ITACA (2009): Data Base of the Italian strong motion records: http://itaca.mi.ingv.it.
- DYNA-archive (DYNamic Accelerometric archive): http://dyna.mi.ingv.it/DYNA-archive/.
- Data Base della Rete Accelerometrica in Italia Settentrionale: http://rais.mi.ingv.it/.
- Catalogo dei meccanismi focali dei terremoti mediterranei RCMT: http://www.bo.ingv.it/RCMT/.
- Momenti tensori regionali rapidi Quick RCMT: http://autorcmt.bo.ingv.it/quicks.html.
- Beach Balls, il data set dei meccanismi focali dell'Italia centro-orientale per eventi con più di 30 polarità (dal 2009): http://ingvan.protezionecivile.marche.it/BB/home.html.
- Catalogo dei terremoti della Sicilia Orientale: http://www.ct.ingv.it/Sismologia/Analisti/catalogolist.php
- CICO1D, Catalogo dei terremoti dell'Italia centrale dal 2002 al 2008: http://ingvan.protezionecivile.marche.it/CICO1D/home.html.
- EOLO - Automatic seismic monitoring of Stromboli. http://Eolo.ov.ingv.it.
- GeoVes, rdb della rete sismica delle aree vulcaniche napoletane (ad uso interno) WBSM, rdb dei risultati delle analisi automatiche degli eventi sismici in area napoletana (ad uso interno).
- SPARTACO, rdb per l'analisi e l'archiviazione in tempo reale dei dati acquisiti dall'array sismico installato al Vesuvio (ad uso interno).
- Plinio: monitoraggio sismologico del Vesuvio, Campi Flegrei Ischia. http://sismolab.ov.ingv.it/sismo/index.php.

5.4 Prodotti tecnologici

- Il database dei dati originali ed elaborati registrati dalle stazioni sismometriche dial-up della Regione Marche: http://protezionecivile.regione.marche.it/dbrsm/index.htm.

- MOLE, real-time messaging data-base for Earthworm (MOLE working-group 2010, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, CNT).

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[268] NERIES – UR3 (Network of Research Infrastructures for European Seismology – resp.: S. Mazza).
[268] NERIES – UR4 (Network of Research Infrastructures for European Seismology – resp.: G. Ferrari).
[370] INGV-DPC S4 07-09 - UR10 (Banca dati accelerometrica italiana - resp. L. Luzi).
[370] INGV-DPC S4 07-09 - UR20 (Banca dati accelerometrica italiana - resp. G. Milana).

Obiettivo Specifico: 5.3. TTC

Banche dati vulcanologiche

Denominazione precedente: *Banche dati vulcanologiche*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *34*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo TTC ha il compito di organizzare, armonizzare a scala pienamente nazionale e potenziare le attività di archiviazione e disseminazione dei dati acquisiti dall'INGV sui vulcani e sull'attività vulcanica.

1. Responsabile/i

Stefano Branca (CT), Sandro De Vita (NA-OV), Paolo Papale (PI)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, CT, NA-OV, PA, PI

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Sulla base delle esperienze acquisite nell'ambito dei progetti già citati nella relazione dello scorso anno, sia in ambito della World Organization of Volcano Observatories (WOVO), sia con il Consorzio internazionale costituito da EPOS: European Plate Observing System - un importante investimento infrastrutturale della Comunità Europea nel campo della sismologia e della vulcanologia - si è proceduto al continuo lavoro di partecipazione a standard Europei, attraverso una diretta interazione con i database relativi ai progetti citati. La problematica è stata affrontata mettendo in campo le esperienze maturate da DIVO (Database of Italian Volcanoes) che viene proposto quale riferimento, per la parte INGV, alle suddette attività. Un altro esempio di interazione su grande scala è rappresentato dal progetto MED-SUV (ccordinato da INGV), nella sua fase di proposizione. Scopo del progetto è la realizzazione dei cosiddetti SUPERSITES italiani: Etna e Vesuvio / Area Flegrea per lo scambio internazionale di informazioni. In perfetto accordo con EPOS, MED-SUV intende rappresentare un riferimento vulcanologico per la comunità internazionale e questo presuppone l'utilizzo di standard imposti dalla Comunità Europea di livello ISO e dalle direttive Geo-GEOSS (i.e. INSPIRE). Ancora una volta la piattaforma proposta implementa un modello di database relazionale, basato sul sistema MySQL che permette un rapido interscambio di tutte le informazioni presenti all'interno del database e la divulgazione delle stesse in standard.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

Il processo di riordino dell'Ente, con le alterne vicende vissute nel corso dell'ultimo anno, ha inevitabilmente comportato un rallentamento nella realizzazione degli obiettivi previsti e ha condotto a una frammentazione negli sforzi dei singoli ricercatori, che ha reso più difficoltoso il coordinamento trasversale. In particolare, alcune delle attività previste, volte proprio a migliorare il coordinamento e a stimolare la partecipazione hanno subito una battuta di arresto. Obiettivo primario per il prossimo anno sarà pertanto quello di riprendere le fila del discorso interrotto, ripartendo da quanto sin qui realizzato. In particolare si prevede di portare a termine la campagna di presentazione del nuovo sistema istituzionale di banca dati vulcanologica, e di sensibilizzazione al suo pieno utilizzo da parte di tutte le componenti vulcanologiche dell'Istituto, attraverso una serie di seminari tecnici da tenersi presso tutte le sedi dove si svolgono ricerche in campo vulcanologico.

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

-

4.2 Metodologie d'indagine

-

4.3 Dati acquisiti

-

4.4 Avanzamenti scientifici

-

4.5 Avanzamenti tecnologici

-

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

322. Mormone, A., Piochi, M., Bellatreccia, F., De Astis, G., Moretti, R., Della Ventura, G., Cavallo, A., Mangiacapra, A. (2011). A CO_2-rich magma source beneath the Phlegraean Volcanic District (Southern Italy). Chem. Geol., 287, 66-80. 10.1016/j.chemgeo.2011.05.019. http://hdl.handle.net/2122/7421
328. Neri, M., Acocella, V., Behncke, B., Giammanco, S., Mazzarini, F., Rust, D. (2011). Structural analysis of the eruptive fissures at Mount Etna (Italy). Ann. Geophys., 54, 5, 464-479. 10.4401/ag-5332. http://hdl.handle.net/2122/7266

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

554. Montalto, P., D'Amico, S., Aliotta, M., Amore, M. (2011). Progetto di una banca dati multidisciplinare: il progetto europeo VOLUME come caso di studio. Rapporti Tecnici INGV, 187, 1-18. http://hdl.handle.net/2122/7427
608. Scarpato, G. (2011). Nuovo sistema per le localizzazioni automatiche degli eventi sismici basato su tecnologie web: NewWBSM. Rapporti Tecnici INGV, 195, 1-38. http://hdl.handle.net/2122/7278

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

-

Obiettivo Specifico: 5.4.

Banche dati di geomagnetismo, aeronomia, clima e ambiente

Denominazione precedente: *Banche dati di geomagnetismo, aeronomia, clima e ambiente*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *35*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo OS armonizza la raccolta sistematica di parametri dell'alta atmosfera e di misure effettuate presso gli osservatori geomagnetici, anche per l'approntamento di informazioni sullo "space weather", di dati della rete magnetica, di dati riguardanti la glaciologia, la climatologia, l'oceanografia operativa e altre attività ambientali. L'OS cura la gestione di banche dati che permettano un'efficace diffusione dei dati verso il mondo della ricerca, le istituzioni e la società.

1. Responsabile/i

Giorgiana De Franceschi (RM2), Silvio Gualdi (BO)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

RM2, BO

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Sono state mantenute ed ampliate le banche dati e il database relativi all'analisi tridimensionale delle variabili fisiche del Mediterraneo (MFS) e dell'Adriatico (AFS) a cui si accede tramite ftp e THREDDS (Thematic Realtime Environmental Distributed Data Services). I dati provengono dalla banca dati Medar-Medatlas e Mater e da quella delle analisi fatte con il sistema di previsione MFS. A ciascuna climatologia è associato il campo dell'errore statistico calcolato tramite la tecnica di interpolazione ottimale. Due sistemi globali di assimilazione di dati oceanici, Optimal Interpolator (OI), nel quale vengono assimilati esclusivamente profili di temperatura e salinità , e 3D-VAR, che include anche dati di anomalie di sea-level, sono in uso per inizializzare la componente oceanica di un sistema di previsioni decadali. Nell'ambito dei progetti europei GENESI-DEC e ENVRI e in collaborazione con il CNT, le serie di dati da osservatori sottomarini INGV sono confluite nel sistema informativo MOIST-Multidisciplinary Oceanic Information SysTtem (moist.rm.ingv.it). Tale sistema raccoglie anche i metadati relativi alle misure acquisite a fondo mare e consente di accedere ai dati e visualizzare le serie temporali per sito geografico, per intervalli temporali, per sensore o tipo di misura e per progetto/esperimento/campagna. Il sistema informativo include anche il data-base dei sensori utilizzati (Sensor Registry) realizzato secondo le linee guida del Data Management di ESONET. Il sistema MOIST, accessibile dal sito web di EMSO (www.emso-eu.org), è interoperabile rispetto ad altri sistemi informativi dedicati alle misure in ambiente marino (ad esempio, PANGEA, http://www.pangaea.de) Nell'ambito del progetto ESONET e in prosecuzione nell'ambito del progetto FIRB 'SMO', È proseguita la realizzazione di un portale dedicato ai dati provenienti in tempo reale dalla stazione geofisica sottomarina dell'osservatorio NEMO-SN1. Sono stati eseguiti i sondaggi ionosferici verticali di routine dagli osservatori permanenti di Roma, Gibilmanna (PA) e MZS(Antartide). I dati dagli osservatori nazionali sono stati archiviati, pubblicati sugli annuari ionosferici, distribuiti agli utenti ed inviati a World Data Centers. In regione polare sono proseguite le misure riometriche (MZS, Antartide) e il monitoraggio del TEC e scintillazione ionosferica in Artide (Ny Alesund/ Logyearbyen- Svalbard- Norvegia) e Antartide (MZS e Concordia) attraverso i GISTM network (GPS Ionospheric Scintillation and TEC Monitor). Similarmente tale monitoraggio È stato effettuato alle basse latitudini sempre mediante ricevitori GISTM presso l'Università Tecnologica di Chania (Creta-Grecia) presso l'Università di Tucuman (Argentina) e presso il nuovo sito di Lampedusa. Tutti i dati archiviati hanno costituito la base per il continuo popolamento del db dedicato allo Space Weather nell'ambito del progetto eSWua. È continuata la raccolta e l'archiviazione dei dati al minuto delle tre componenti cartesiane e dell'intensità totale del campo magnetico terrestre presso gli osservatori geomagnetici italiani di Castello Tesino, Duronia, L'Aquila e Lampedusa e, sul territorio antartico, presso gli osservatori situati a MZS e Dome C. Sul sito INGV, http://roma2.rm.ingv.it/it/risorse/osservatori_geomagnetici, sono visibili i dati raccolti presso tutti gli osservatori magnetici, i bollettini preliminari per il 2011 relativi all'osservatorio di Castello Tesino, gli annuari digitali dell'osservatorio Antartico a MZS e l'annuario 2011 di Duronia. L'archivio dati 2011 del progetto europeo MEM è accessibile tramite il sito ufficiale del progetto. La banca dati per la condivisione di dati elettromagnetici e gravimetrici collegabili al sisma di L'Aquila del 6 Aprile 2009 si è arricchita dei contributi di altri organismi di ricerca e accessibili sul sito RM2. Nell'ambito del Progetto Nazionale Ricerche in Antartide (PNRA) È stato realizzato IRES (Italian Radio Echo Sounding), un database contenente i dati di radar glaciologia dell'INGV. Per facilitare l'utilizzo del database è stata realizzata una applicazione WEB GIS che permette di visualizzare su una mappa dell'Antartide i percorsi effettuati, da terra e in volo, durante le campagne di misure radar dal 1995 al 2003 (http://labtel2.rm.ingv.it/antarctica/). Utilizzando questa applicazione è possibile visualizzare le principali informazioni contenute nel database necessarie per la corretta interpretazione delle misure radar: caratteristiche strumentali e percorso effettuato. Grazie al contratto di collaborazione avviato nel 2011, è stato possibile rianalizzare in modo omogeneo tutti i dati acquisiti nelle differenti campagne di misura, anche se con strumentazione dalle caratteristiche differenti. Questo ci permetterà di effettuare un confronto omogeneo dei dati per ulteriori analisi comparate dei ghiacciai.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Lo stato fisico dell'oceano globale, del Mediterraneo e dell'Adriatico è analizzato per mezzo di simulazioni e assimilazione dati in situ e da satellite. La dotazione attuale di sistemi di monitoraggio di fondo mare comprende 6 moduli osservatorio multiparametrici sottomarini corredati dal sistema MEDUSA per il monitoraggio chimico sia in situ sia spaziale (cast). I sistemi di monitoraggio ionosferico sono costituiti da ionosonde, riometri e ricevitori GPS. Software specifici originali sono in continuo sviluppo (ad esempio, GBSC-Ground Based Scintillation Climatology) per l'analisi dei dati e per lo sviluppo di tool da implementare sul data base eSWua Ulteriori sviluppi del software "AUTOSCALA" per lo scaling automatico di ionogrammi antartici sono in progress. Gli osservatori geomagnetici sono equipaggiati con sistemi magnetometrici scalari e/o vettoriali. Esistono archivi specifici e programmi di gestione di tali dati. È ancora in fase di perfezionamento la costruzione di una risorsa web per la distribuzione in quasi real time di un nuovo indice magnetico polare (PM, Polar Magnetic) in collaborazione con la NASA (USA), che ha importanti ricadute per studi e indagini nell'ambito dello Space Weather. Vengono utilizzate tecniche radar per lo studio delle caratteristiche morfologiche del fondo dei ghiacciai. Dalle caratteristiche degli eco ricevuti si ottengono informazioni sullo stato fisico e morfologico delle stratificazioni interne e del fondo roccioso. La strumentazione radar utilizzata, viene completamente sviluppata presso i laboratori dell'INGV.

4.2 Metodologie d'indagine

Le rianalisi globali oceaniche sono aggiornate continuamente e vengono prodotte anche con il sistema di assimilazione grazie all'implementazione a bassa risoluzione dello schema variazionale sviluppato nel corso 2010. L'assimilazione utilizza un data-set osservazionale che include anche, a partire dagli anni '90, dati di altimetria oltre ai profili di temperatura e salinità. Le osservazioni di alta atmosfera ionizzata vengono processate e aggiornate in tempo quasi reale. Dal monitoraggio dei diversi parametri si ottengono grafici temporali e mappe spazio/temporali delle condizioni ionosferiche su scala regionale. Le osservazioni a latitudini polari sono acquisite e in parte processate su server locali e quindi trasmesse, archiviate e processate su server nell'ambito di eSWua. Particolari e originali tecniche di analisi sono in continuo sviluppo per quanto riguarda la tomografia ionosferica, la climatologia di scintillazione ionosferica, le tecniche di scaling automatico dello ionogramma. Dai magnetogrammi acquisiti sono estratte le medie orarie, diurne e mensili, infine quella annuale dell'anno in questione. Metodologie più sofisticate sono in continuo sviluppo e applicate per l'analisi spazio-temporale dei dati geomagnetici in relazione a particolari studi. Le tracce radar acquisite durante le campagne di misura sui ghiacciai antartici vengono acquisite, a seconda delle estensioni dei ghiaccia da analizzare, con misure da terra o in volo. Nelle misure da terra si utilizza un gatto delle nevi con la strumentazione radar montata internamente al veicolo e le antenne trasportate con delle slitte a seguito. Nelle misure in volo la strumentazione viene montata all'interno del veicolo e le antenne montate sotto le ali dell'aereo.

4.3 Dati acquisiti

È continuata l'acquisizione di dati osservati in-situ di temperatura e salinità per il Mar Mediterraneo e Adriatico. Dati geofisici e oceanografici da osservatori di fondo mare sono stati acquisiti in ulteriori esperimenti nel Golfo di Cadice, nel Mar di Marmara e nel Mar Nero. I dati di alta-atmosfera acquisiti si riferiscono ai parametri di sondaggio ionosferico verticale e obliquo, di rumore cosmico, di TEC e scintillazione ionosferica. I dati geomagnetici acquisiti sono le medie al minuto del campo magnetico totale, le componenti cartesiane X,Y,Z, la declinazione magnetica e l'inclinazione. Insieme a questi dati, sono archiviati anche i valori relativi all'indice di attività magnetica K che vengono calcolati utilizzando i soli dati registrati presso dell'osservatorio magnetico di L'Aquila. I dati RES sono stati raccolti ed ordinati all'interno di un database di radio glaciologia contenente tutte le informazioni relative alle missioni ed alle misure acquisite in Antartide con il radar dal 1995 al 2003. Le nuove elaborazioni riguardano i dati delle campagne antartiche 1995-1996, 1997-1998, 1999-2000, 2001-2002, 2003-2004, 2009-2010 e 2011-2012. Questi ultimi verranno presto pubblicati e successivamente aggiunti al database.

4.4 Avanzamenti scientifici

Dall'analisi dei dati radar, in particolare dallo studio delle ampiezze degli eco ricevuti sono state ricavate informazioni sulle caratteristiche fisiche dell'interfaccia ghiaccio fondo roccioso che hanno permesso l'individuazione delle zone asciutte e bagnate intorno al sito di perforazione EPICA presso la stazione Concordia in Antartide.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Tutti i sistemi osservativi sperimentali, di accesso e processamento delle osservazioni multiparametriche di questo Obiettivo Specifico sono stati aggiornati e mantenuti al più alto grado di efficienza, come confermato dal notevole numero di accessi giornalieri da diverse istituzioni nel mondo. La strumentazione radar viene continuamente aggiornata e sviluppata per migliorare le caratteristiche di risoluzione e potenza del radar ad inviluppo utilizzato. Nuove tecniche di

modulazione digitale del segnale trasmesso sono state applicate al trasmettitore, mentre al ricevitore e al sistema di acquisizione è stato aggiunto un canale fortemente attenuato per ridurre la saturazione del segnale ricevuto dalla superficie del ghiaccio.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

88. Buttinelli, M., Procesi, M., Cantucci, B., Quattrocchi, F., Boschi, E. (2011). The geo-database of caprock quality and deep saline aquifers distribution for geological storage of CO_2 in Italy. Energy, 36, 2968-2983. 10.1016/j.energy.2011.02.041. http://hdl.handle.net/2122/7332
357. Pezzopane, M., Fagundes, P. R., Ciraolo, L., Correia, E., Cabrera, M. A., Ezquer, R. G. (2011). Unusual nighttime impulsive foF2 enhancement below the southern anomaly crest under geomagnetically quiet conditions. J. Geophys. Res., 116, A12314. 10.1029/2011JA016593. http://hdl.handle.net/2122/7239
420. Storto, A., Dobricic, S., Masina, S., Di Pietro, P. (2011). Assimilating Along-Track Altimetric Observations through Local Hydrostatic Adjustment in a Global Ocean Variational Assimilation System. Mon. Weather Rev., 139, 3, 738-754. 10.1175/2010MWR3350.1. http://hdl.handle.net/2122/7588

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

-

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

- http://www.ecmwf.int/research/EU_projects/ENACT/ocean_analyses/index.html (BO).
- http://www.ecmwf.int/research/EU_projects/ENSEMBLES/data/ingvan_disclaimer2.htm (BO).
- http://www.bo.ingv.it/mfstep (BO).
- http://gnoo.bo.ingv.it/afs (BO).
- http://ensemblad esempio,ecmwf.int/thredds/ocean/ingv/catalog.html (BO).
- http://Moist.rm.ingv.it (RM2).

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

-

Obiettivo Specifico: 5.5. TTC

Sistema Informativo Territoriale

Denominazione precedente: *Sistema Informativo Territoriale*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *49,5*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo TTC risponde alla necessità di censire e armonizzare il notevole patrimonio di dati e iniziative in corso presso l'INGV nel settore delle banche dati territoriali. Attraverso la realizzazione di sistemi di immagazzinamento, diffusione e rappresentazione dei dati e attraverso il loro continuo aggiornamento, questo TTC garantisce un contributo irrinunciabile a supporto delle decisioni in materia di mitigazione dei rischi ambientali nei diversi campi d'azione dell'INGV.

1. Responsabile/i

Fawzi Doumaz (CNT), Maria Teresa Pareschi (PI), Giuseppe Vilardo (NA-OV)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, NA-OV, PI

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Le attività realizzate nel corso del 2011 hanno avuto quale obiettivo principale l'ulteriore miglioramento degli strumenti dedicati alla conoscenza, all'analisi ed alla rappresentazione del territorio al fine di rispondere alla necessità di mettere a disposizione della comunità scientifica strumenti sempre più raffinati da impiegare per lo sviluppo di specifiche applicazioni di ricerca scientifica ed a supporto delle decisioni in materia di mitigazione dei rischi ambientali nei diversi campi d'azione dell'INGV. Le realizzazioni sviluppate nel corso dell'anno sono state articolate nelle tre seguenti principali linee di azione:

1) manutenzione ed aggiornamento delle base dati topo-morfologiche di riferimento e delle basi dati informative a carattere tematico;
2) sviluppo di procedure di analisi, rappresentazione di dati territoriali;
3) potenziamento tecnologico e diffusione dei dati.

Tra le produzioni di basi di riferimento topo-morfologiche si annoverano mappe topografiche, batimetrie e modelli digitali del terreno ad altissima risoluzione spaziale, nonché informazioni territoriali derivanti dalla digitalizzazione di foto aeree ad alta risoluzione. In tale contesto, PI ha provveduto a quanto segue:

1) digitalizzazione da pellicola con risoluzione di 1.800 dpi di oltre 530 fotogrammi del complesso vulcanico del Vesuvio e del comune di Castellamare di Stabia (NA), acquisiti nel marzo 1997 con voli ad alta quota (scala 1:13.000-1:15.000) ed a bassa quota (scala 1:8.000);
2) recupero, in formato digitale, della cartografia a scala nominale 1:2.000 e 1:5.000 e della relativa documentazione riguardante gli elementi di precisione cartografica (capisaldi di inquadramento, vertici di raffittimento e punti fotografici di appoggio, realizzata da rilievi aerofotogrammetrici effettuati nel 1999 di alcuni comuni vesuviani (Cercola, San Sebastiano, San Giorgio a Cremano, Portici, Ercolano, Massa di Somma, Pompei).

Particolare interesse è stato rivolto dal Laboratorio di Geomatica e Cartografia dell'Osservatorio Vesuviano all'acquisizione ed alla elaborazione di dati ed informazioni territoriali per aree soggette a significative modificazioni morfologiche. Ad esempio, per l'area in frana di Montaguto sono stati realizzati ed analizzati modelli digitali del terreno ad altissima risoluzione da rilievi Lidar multi temporali (sorvoli 2006, 2009, 2010, 2011). Sempre nell'ambito dell'aggiornamento delle basi cartografiche di riferimento per la definizione ed il perfezionamento degli scenari di pericolosità vulcanica si sottolinea la creazione del modello altimetrico dell'intera area dei Campi Flegrei, compreso il suo settore sommerso, nonché l'acquisizione dei modelli digitali del terreno (risoluzione spaziale 5m) e della cartografia numerica in formato vettoriale (in scala 1:5.000; aggiornamento 2004) delle aree vulcaniche della Regione Campania. Le attività di diffusione dei dati territoriali hanno riguardato principalmente la manutenzione ed il perfezionamento del sistema di diffusione di dati cartografici e territoriali in formato digitale sviluppato dal CNT. In particolare, nel corso dell'anno, il CNT ha provveduto ad assicurare il regolare ed ininterrotto funzionamento del servizio di distribuzione di dati geografici curando al contempo l'incremento delle prestazioni dei sistemi HD/SW al fine di migliorare sia la flessibilità dell'intero impianto tecnologico sia la capacità di immagazzinamento e di gestione dei dati memorizzati. Sempre presso la sede romana, al fine di soddisfare le esigenze di un numero sempre crescente di utenti, è stato poi sviluppato un nuovo portale per la condivisione delle banche dati territoriali all'interno dell'Istituto. Tale portale, denominato "Openmap" (http://openmap.rm.ingv.it/openmap) e che a breve andrà a sostituire il portale Kahrita operativo sin dal 2006, si basa su di una versione del CMS (Sistema di Gestione di Contenuti) più sicura e stabile. Rispetto alla versione precedente è

stata poi migliorata l'interfaccia grafica, sono stati aggiunti nuovi contenuti e rubriche ed è stato implementato un nuovo modulo per la registrazione on-line degli utenti. Si sottolinea infine che, in considerazione dell' estrema diffusione che si è avuta negli ultimi anni all'interno del nostro Istituto delle tecnologie informatiche per l'analisi e trattamento di dati territoriali in ambiente GIS, il CNT ha curato la stipula di un contratto con la ESRI-Italia per l'utilizzo distribuito del software ArcGIS nell'intero Ente. Attualmente infatti, tutte le licenze un tempo attivate presso le varie sedi dell'Ente risultano accorpate in un unico contratto di manutenzione che, in configurazione "SITE", consente di disporre di un numero illimitato di licenze complete di tutti i moduli aggiuntivi ed utilizzabili non solo su postazioni di lavoro fisse, ma anche installabili su dispositivi mobili tramite attivazione di una specifica licenza di tipo "borrow" e di durata annuale.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Per quanto riguarda sistemi di analisi dei dati sono state sviluppate/applicate le seguenti tecnologie:

- tecniche anaglifiche per esplorare via web modelli digitali del terreno. La tecnica consiste nel memorizzare due immagini leggermente sfalsate usando due colori cromaticamente opposti, il tutto, nel contesto di una mole notevole di dati territoriali quali il modello del terreno d'Italia TINITALY/01, in modo opportuno per una agevole consultazione su web. Per dettagli, si rimanda all'articolo pubblicato nel 2011 su Computer & Geoscience da Tarquini , Vinci, Doumaz,. Fornaciai, Nannipieri, o anche a due rapporti tecnici dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (numeri 174 e 181 del 2011);
- approccio multidisciplinare per identificare paleo-idrografie, grazie all'integrazione di cartografia storica, immagini da satellite e dati di campagna in ambiente GIS, con una applicazione al sito archeologico di Luni, nel bacino del Magra, pubblicato nel 2011 sull'International Journal of Geographical Information Science da Bini e Bisson.

4.2 Metodologie d'indagine

Per quanto riguarda il laboratorio di Geomatica e Cartografia dell'Osservatorio Vesuviano, si sottolineano gli avanzamenti ottenuti:

- nell'ottimizzazione delle tecniche di processamento di dati altimetrici ad altissima risoluzione spaziale per la caratterizzazione morfometrica quantitativa di aree sottoposte a rischio idrogeologico;
- il miglioramento delle tecniche di filtraggio e modellazione di dati di deformazione del suolo prodotti da elaborazione di dati satellitari rilevati da sistemi SAR.

4.3 Dati acquisiti

SIT Provincia di Napoli, dati LiDAR aereo (2009) progetto CECOSCA (Centro per il Controllo Satellitare delle Cave) per le seguenti porzioni di territorio: Isola d'Ischia, Campi Flegrei, Vesuvio.

4.4 Avanzamenti scientifici

Nel contesto dello sviluppo ed ottimizzazione di metodiche d'indagine finalizzate alla produzione ed analisi di mappe tematiche, si sottolineano i risultati ottenuti dal post-processamento e l'analisi multi-temporale di dati LiDAR da aereo dell'area in frana di Montaguto (AV). La produzione e l'analisi di mappe tematiche prodotte da dati LiDAR multitemporali ad altissima risoluzione spaziale ha consentito il riconoscimento e la parametrizzazione di morfologie riconducibili a specifiche caratteristiche del fenomeno franoso. L'applicazione della tecnologia LiDAR da aereo nei suoi complessivi aspetti di acquisizione, pre e post- processamento realizzati secondo approcci multi temporali ha consentito, oltre ad una stima dei volumi coinvolti nel movimento di massa, di parametrizzare l'evoluzione topografica e morfometrica della frana, di distinguere zone caratterizzate da differenti meccanismi di movimento/flusso, e di evidenziare gli effetti dovuti a fenomeni naturali ed antropici compresi gli interventi di messa in sicurezza. I risultati ottenuti hanno confermato che tale tecnica di telerilevamento risulta essere particolarmente idonea per lo studio ed il monitoraggio di frane complesse e/o flussi gravitativi (ad esempio, debris-flow) di tipo attivo che presentano ampia estensione geografica dei fenomeni.

4.5 Avanzamenti tecnologici

-

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

65. Bisson, M., Piccinini, S., Zanchetta, G. (2011). A Multidisciplinary GIS-Based Approach for Mapping Paleoriver

Migration: A Case Study of the Serchio River (Lucca Alluvial Plain, Tuscany). GISci. Remote Sens., 48, 4, 566-582. 10.2747/1548-1603.48.4.566. http://hdl.handle.net/2122/7423
88. Buttinelli, M., Procesi, M., Cantucci, B., Quattrocchi, F., Boschi, E. (2011). The geo-database of caprock quality and deep saline aquifers distribution for geological storage of CO_2 in Italy. Energy, 36, 2968-2983. 10.1016/j.energy.2011.02.041. http://hdl.handle.net/2122/7332
429. Tarquini, S., Favalli, M. (2011). Mapping and DOWNFLOW simulation of recent lava flow fields at Mount Etna. J. Volcanol. Geotherm. Res., 204, 1-4, 27-39. 10.1016/j.jvolgeores.2011.05.001. http://hdl.handle.net/2122/7545
437. Ventura, G., Vilardo, G., Terranova, C., Bellucci Sessa, E. (2011). Tracking and evolution of complex active landslides by multi-temporal airborne LiDAR data: The Montaguto landslide (Southern Italy). Remote Sens. Environ., 115, 12, 3237-3248. 10.1016/j.rse.2011.07.007. http://hdl.handle.net/2122/7197

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

526. Di Capua, G., Peppoloni, S. (2011). Conoscere la pericolosità sismica di un territorio. PONTE - Mensile di Progettazione, Gestione e Tecnica per Costruire, 5, 41-47. http://hdl.handle.net/2122/7541
528. Di Capua, G., Peppoloni, S., Amanti, M., Cipolloni, C., Conte, G., Avola, D., Del Buono, A., Borgomeo, E., Negri Arnoldi, C., Scrivieri, S. (2011). Il Progetto SEE-GeoForm: uno strumento per la consultazione di dati geologici e di pericolosità sismica riferiti all'intero territorio nazionale. ANIDIS 2011. http://hdl.handle.net/2122/7529
559. Moschillo, R., Pignone, M., Nostro, C. (2011). 150 anni di storia sismica. http://hdl.handle.net/2122/7059
583. Pignone, M., Moschillo, R. (2011). GEOSIS: dall'Earthquake Report al webGIS. Quaderni di Geofisica INGV, 94, 1-45. http://hdl.handle.net/2122/7077
584. Pignone, M., Moschillo, R. (2011). GEOSIS web. Atti 15a Conferenza Nazionale ASITA. http://hdl.handle.net/2122/7489
585. Pignone, M., Moschillo, R. (2011). GEOSIS web. http://hdl.handle.net/2122/7495
600. Sansivero, F., Vilardo, G., De Martino, P., Chiodini, G. (2011). Analysis of temperature time series from thermal IR continuous monitoring network (TIIMNet) at Campi Flegrei Caldera in the period 2004-2011. XXX GNGTS. http://hdl.handle.net/2122/7418
616. Tarquini, S., Favalli, M. (2011). Capturing full resolution perspective and stereo views of large DEMs. Rapporti Tecnici INGV, 181, 1-18. http://hdl.handle.net/2122/7648
617. Tarquini, S., Nannipieri, L., Favalli, M. (2011). A website to explore the TINITALY/01 DEM. Rapporti Tecnici INGV, 174, 1-20. http://hdl.handle.net/2122/7647
619. Terranova, C., Vilardo, G., Bellucci Sessa, E., Pepe, M., Ventura, G. (2011). Analisi multitemporale (2006-2010) di dati LiDAR da aereo sulla frana attiva di Montaguto (AV). Geoitalia 2011, 34, 19-25. 10.1474/Geoitalia-34-12. http://hdl.handle.net/2122/6996

5.2b Tesi di laurea e dottorato

- Piedepalumbo M., Realizzazione di un modello bati-altimetrico e caratterizzazione geomorfologica del Golfo di Pozzuoli - Tesi (Correlatore: G. Vilardo) in Telerilevamento delle Risorse Ambientali del corso di Laurea in Valutazione e Controllo Ambientale per l'A.A. 2010/2011 - Università di Salerno (NA-OV).
- Gianardi R., Trasformazione di alcune informazioni geologiche acquisite in modalità tradizionale (rilevamento su carta) in una banca dati georeferita attraverso l'utilizzo di una piattaforma GIS. La zona di studio è l'area vesuviana di Torre del Greco - Tirocinio svolto presso l'INGV di Pisa (Tutor: M. Bisson; durata: 50 ore, Luglio 2011) per il Corso di Laurea in Scienze Geologiche – Triennale (PI).
- Gisfredi C., Creazione di un database per una carta geo-archeologica nell'area di Luni antica - Tirocinio svolto presso l'INGV di Pisa (Tutor: M. Bisson; durata: 125 ore, Novembre-Dicembre 2011) per il Corso di Laurea in Scienze Geologiche – Triennale (PI).

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

-

Obiettivo Specifico: 5.6. TTC

Attività di Sala Operativa

Denominazione precedente: *Attività di Sala Operativa*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *374*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo TTC rende ragione e quantifica l'attività del numeroso personale INGV che presta regolarmente attività di sorveglianza nelle diverse Sale Operative dell'ente. Esso si propone inoltre di rappresentare una sede permanente per il confronto e l'armonizzazione delle procedure utilizzate nella prassi quotidiana delle Sale Operative, promuovendo un maggior scambio di informazioni tra le sale stesse.

1. Responsabile/i

Alberto Basili (CNT)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

CNT, CT, NA-OV

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

RM
Nel corso dell'anno 2011, sono stati localizzati dagli addetti al turno e memorizzati in archivio 16.371 eventi. Una parte di essi hanno superato la soglia di avvertibilità e sono stati di conseguenza comunicati in tempi rapidissimi alla sala operativa della Protezione Civile. Particolarmente importante è stata la sequenza sismica avvenuta nell'appennino forlivese. Iniziata con poche scosse all'inizio dell'anno si è intensificata nei mesi di Maggio-Giugno-Luglio, raggiungendo a fine anno il numero di 668. Il valore massimo di magnitudo (4.0) è stato raggiunto il 12 Luglio. L'attività dei ricercatori e tecnici informatici che si dedicano al miglioramento del servizio di sorveglianza sismica è stata concentrata su una sostanziale ristrutturazione dei programmi di acquisizione ed archiviazione e si sono poste le basi per il passaggio al nuovo sistema (Earthworm). In particolare SisPick (per l'analisi off-line delle forme d'onda) e Locator (il pacchetto per la localizzazione) sono stati modificati per interagire con il database e non più con i filad esempio, Analoga ristrutturazione è stata realizzata per il software denominato "SisMap" (per la visualizzazione dei risultati di localizzazione realizzata in ambiente GIS). L'analisi della sismicità in tempo quasi reale si è arricchita di una procedura semi-automatica per il calcolo dei momenti tensori, che per ora è in modalità *off-line*. È stato implementato un nuovo algoritmo per la scelta delle stazioni da usare nell'inversione per la stima del momento tensore, basato sull'ottimizzazione del gap azimutale e della copertura in funzione della distanza. Nel corso dell'anno sono stati sistemati nuovi monitor e applicativi nella postazione del turnista tecnico per la realizzazione di un ambiente unificato per il controllo del flusso e della qualità dei dati provenienti da tipologie di stazioni e di vettori trasmissivi diversi (Nanometrics, Gaia-SitLink, Internet). Il turnista "Tecnico di Sala" ha ora un nuovo strumento di visualizzazione e di gestione delle informazioni di stazione e dei guasti (SeisFace), integrato con gli altri sistemi di monitoraggio del funzionamento delle stazioni. Molto lavoro è stato svolto per la realizzazione e l'insediamento di un nuovo sistema di disaster recovery con la sede Irpinia di Grottaminarda (AV). Per tali scopi è stato condotto un intenso lavoro di ristrutturazione e una progettazione completa di vari sistemi di ridondanza dei computer e dei servizi, che ha la sua chiave di volta in un sistema di database condiviso nella sede di Roma e in quella di Grottaminarda. I nuovi sistemi di disaster recovey e di backup dell'archivio dati sismologici saranno operativi a partire dal 2012.

NA-OV
Nel 2011 è iniziata la ristrutturazione della sala di monitoraggio per realizzarne l'ampliamento. Verso la fine dell'anno sono iniziati i lavori edili. Prima dell'inizio dei lavori è stato acquisito un video-wall e attivato in fase di test. Il supporto del video-wall è stato progettato e realizzato in modo che risulti riposizionabile, in funzione delle necessità del progetto della sala. È stato progettato e parzialmente realizzato un sistema per l'allestimento della sala che migliora i sistemi di ancoraggio e rende più compatta la distribuzione dei monitor utilizzati per la visualizzazione dei segnali geofisici e geochimici, per rappresentare in forma grafica i risultati delle analisi automatiche e per i programmi di controllo dell'integrità dei sistemi. Inoltre, è stata effettuata una sperimentazione per l'utilizzo di mini desktop PC dedicati all'esecuzione di programmi che richiedono modeste performance della macchina, ma sono continuamente attivi per scopo di monitoraggio. Per questa sperimentazione è stato utilizzato un sistema che permette il controllo di sottoinsiemi di mini PC attraverso un'unica postazione remota. Sono stati infine sviluppati e sperimentati ulteriori programmi di analisi automatica in tempo reale dei parametri significativi, ai fini del monitoraggio dei vulcani, e programmi per il controllo dei sistemi remoti.

CT
L'anno 2011 è stato caratterizzato dall'upgrade e dallo sviluppo dei sistemi di acquisizione e visualizzazione dati, con

particolare riferimento all'ottimizzazione del sistema di controllo e gestione del video-wall presente in Sala Operativa. Riguardo la gestione dei dati, la loro acquisizione e visualizzazione, trattandosi di un sistema modulare, è stato dato spazio alla creazione dell'applicativo, chiamato "Wallmanager", descritto in maniera più approfondita nella relazione annuale all'interno del Settore Tematico 1. L'obiettivo principale è stato lo sviluppo della piattaforma di tipo multicanale capace di integrare più informazioni di diversa natura con standard univoci, basata su un protocollo di comunicazione delle informazioni. I risultati di queste elaborazioni costituiscono messaggi passati al sistema che propone e gestisce allarmi in Sala Operativa, secondo opportune soglie. Queste ultime sono attivate da stringhe di comando preformattate che il sistema di controllo riceve ed interpreta, il tutto in nuovo quadro sinottico di Sala Operativa di tipo multifunzione. Riguardo la gestione delle informazioni Web, il nuovo portale dell'Osservatorio Etneo è stato realizzato e si è proceduto alla realizzazione della piattaforma di controllo e gestione delle parti istituzionali per tutti i siti realizzati. Dal personale UFSO sono state effettuati seminari a tema e docenze per stage formativi. Sono stati seguiti numerosi studenti sia per il percorso di laurea triennale che per le lauree magistrali. Il Personale UFSO è coinvolto in diversi progetti di ambito nazionale ed internazionale e sono state effettuate le selezioni per il progetto che riguarda il Servizio Civile Nazionale dal momento che alcuni candidati svolgeranno la propria attività all'interno della UFSO di Catania.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

Il coordinamento avviene mediante scambio di informazioni dettagliate riguardanti l'organizzazione delle sale operative, informazioni sull'organizzazione dei turni di sorveglianza, l'implementazione di nuovi algoritmi e procedure attinenti le sale operative di RM, NA-OV e CT tra i responsabili di Sala (Dott.ssa Flora Giudicepietro per la sala operativa di NA-OV e Dott. Danilo Reitano per la sala operativa di CT).

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

-

4.2 Metodologie d'indagine

-

4.3 Dati acquisiti

-

4.4 Avanzamenti scientifici

-

4.5 Avanzamenti tecnologici

-

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

304. Messina, A., Langer, H. (2011). Pattern recognition of volcanic tremor data on Mt. Etna (Italy) with KKAnalysis — A software program for unsupervised classification. Comput. Geosci., 37, 7, 953-961. 10.1016/j.cageo.2011.03.015. http://hdl.handle.net/2122/7645

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

608. Scarpato, G. (2011). Nuovo sistema per le localizzazioni automatiche degli eventi sismici basato su tecnologie web: NewWBSM. Rapporti Tecnici INGV, 195, 1-38. http://hdl.handle.net/2122/7278

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

-

Obiettivo Specifico: 5.7.

Consulenze in favore di istituzioni nazionali e attività nell'ambito di trattati internazionali

Denominazione precedente: *Consulenze in favore di istituzioni nazionali e attività nell'ambito di trattati internazionali*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *110,5*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo OS raggruppa attività di consulenza scientifica e tecnologica a favore di ministeri ed altre istituzioni, tra cui spicca il Ministero della Difesa, che beneficia di servizi nel settore geomagnetico e della radiopropagazione. Rilievi geomagnetici sono alla base di consulenze sull'inquinamento ambientale. Inoltre da diversi anni l'INGV fornisce consulenze scientifico-tecnologiche a favore del Ministero Affari Esteri (MAE), sia nell'ambito di trattati come il Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty (CTBT), sia nel quadro di rapporti bilaterali con paesi evoluti e in via di sviluppo. L'INGV fornisce inoltre supporto scientifico nel quadro di iniziative dell'ONU e dell'UNESCO.

1. Responsabile/i

Massimo Chiappini (RM2), Bruno Zolesi (RM2)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

AC, CNT, RM2, CT

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Grandi committenti istituzionali, sia nazionali che internazionali, hanno usufruito di consulenze di elevato valore scientifico e tecnologico che hanno riguardato la fornitura di elaborazioni o pareri di alto livello. In alcuni casi, tali attività hanno presentato un carattere di sensibilità e confidenzialità per la natura dei temi trattati. Non tutte le iniziative potranno pertanto essere dettagliate nel presente rapporto. Da decenni, l'attività di consulenza scientifica in favore di Ministeri ed istituzioni nazionali ha rappresentato un impegno rilevante da parte dei ricercatori, dei tecnologi e di altro personale dell'INGV. Il Ministero della Difesa e il MIUR beneficiano, in varie forme, di servizi nel settore del magnetismo terrestre, della radio propagazione e della cooperazione scientifica tra enti ed istituzioni. All'interno di una pluriennale convenzione tra l'INGV e il Ministero della Difesa è continuata la produzione di diagrammi di previsione per la radiopropagazione ionosferica in onda corta fornita ad oltre 200 indirizzi delle FFAA. La convenzione prevede anche corsi di aggiornamento sul tema della Fisica e della radiopropagazione ionosferica dedicati al personale civile e militare del Ministero della Difesa. Recentemente insieme ai seminari della durata giornaliera con un carattere tutorial si sono aggiunti corsi settimanali di oltre 30 ore di lezione in aula per un numero limitato di partecipanti . Tali corsi intensivi affrontano le tematiche della radio propagazione più profondamente e sono seguiti da un test valutativo. Lo studio di fattibilità di un radar trans orizzonte svolto all'interno di una collaborazione coordinata dal CNIT, Consorzio Inter Universitario per le Telecomunicazioni, e commissionato inizialmente dalla Marina Militare e poi da TELEDIFE si è concluso con successo. È ora allo studio la seconda fase che prevede la costruzione di un prototipo dimostratore. Sono proseguite le attività istituzionali sancite dalla Legge n. 197 del 24/7/2003 in materia di verifica del Trattato internazionale per la proibizione totale degli Esperimenti Nucleari. Ai sensi di tale Legge, infatti, l'INGV svolge un ruolo istituzionale nel servizio di consulenza tecnico-scientifica per il Dicastero della Farnesina. Su base nazionale, il sistema di verifica è basato sulla realizzazione e sul mantenimento di un Centro che si occupi degli aspetti tecnici di comunicazione ed interfaccia tecnico-scientifica qualificata con l'Organizzazione internazionale (CTBTO) che ha sede presso le Nazioni Unite e che cura il monitoraggio geofisico e radionuclidico sull'intero pianeta. Il miglioramento e l'applicazione di numerose tecniche geofisiche previste dal Trattato, per l'individuazione di eventuali violazioni al Trattato hanno rappresentato finora punti di forte interesse sia da parte delle Nazioni Unite che della Farnesina. L'INGV ha inoltre messo in atto soluzioni tecnologiche innovative necessarie al funzionamento del Centro ed ha garantito la connettività in alta affidabilità con il centro internazionale di Vienna. La partecipazione ai tavoli tecnici di esperti qualificati dell'Ente, presso la sede delle Nazioni Unite per la preparazione delle procedure operative necessarie al funzionamento del regime di verifica del Trattato, ha costituito una rilevante attività tecnico-scientifica che garantisce forte visibilità al nostro Paese e accresce la credibilità dell'INGV in ambito internazionale. Complessivamente tali attività costituiscono un valido esempio di penetrazione del mercato intellettuale italiano nelle organizzazioni internazionali, in linea con la politica estera del Governo. Nel 2011 sono state effettuate misure in Italia e nel Congo (Brazaville) in ottemperanza all'Accordo di collaborazione con il Department of Defence of the United States of America, the "National Geospatial Intelligence Agency" (NGA). Le misure sono finalizzate alla raccolta di dati gravimetrici in Italia e nel mondo per il supporto e lo sviluppo dell'Earth Gravitational Model (geoide ad alta risoluzione basato su EGM08). Il loan Program è stato integrato, nel 2011, con l'acquisizione di un ulteriore gravimetro terrestre che NGA ha messo a disposizione dell'INGV. Sono state effettuate docenze al Corso di formazione per Vice Ispettori del Corpo Forestale dello Stato e per Commissari presso al Scuola Superiore Amministrazione dell'Interno presso la scuola CFS di Cittaducale (RI) su Illeciti ambientali e indagini geofisico ambientali.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

L'INGV ha effettuato, nell'ambito di un programma congiunto con la Regione Basilicata, misure di parametri ambientali effettuate con lo spettrometro gamma da elicottero. Tali indagini radiometriche hanno messo in luce un rilevante problema ambientale. È stata riscontrata infatti la presenza di radiazione ionizzante nell'intorno di un impianto sperimentale. Le valutazioni sono ancora al vaglio degli esperti e delle autorità. Dato il carattere sensibile dei dati e delle analisi, la circostanza necessita valutazioni approfondite in merito alla divulgazione dei risultati. Sono all'attivo accordi di consulenza specifici con: Distretto Ligure delle Tecnologie Marine, Polo Universitario della Spezia, Centro Internazionale di Studi Ambientali e Turistici del Comune di Porto Venere, Autorità Portuale della Spezia, Comune della Spezia, Assessorato all'Ambiente. Su richiesta del Comune di Varese Ligure (SP), l'INGV ha eseguito una serie di misure geofisiche ambientali finalizzate a rilevare il fondo elettromagnetico a radiofrequenza generato da una nuova installazione di telefonia mobile situata nel Comune. Alcune consulenze fornite a beneficio dell'organizzazione internazionale delle Nazioni Unite per il controllo delle esplosioni nucleari (CTBTO) prevedono l'acquisizione di dati dalla rete di monitoraggio internazionale. Tali dati vengono archiviati e trattati in un centro di calcolo dedicato descritto nel seguito. Come precedentemente accennato, il personale che tratta questa tipologia di dati è vincolato alla tutela della confidenzialità e a garantire la sicurezza delle informazioni di cui dispone.

4.2 Metodologie d'indagine

L'attività di consulenza in favore della Farnesina prevede il perfezionamento della qualità e l'incremento delle performance nella verifica del Trattato per la messa al bando degli esperimenti nucleari, utilizzando software e modelli fisico matematici sviluppati autonomamente dal nucleo tecnico-scientifico dedicato dell'INGV. Inoltre, le consulenze fornite all'organizzazione internazionale CTBTO hanno riguardato l'utilizzo di numerose tecniche geofisiche di esplorazione, nonché l'applicazione di vari algoritmi sviluppati per l'imaging del sottosuolo durante le visite ispettive su un territorio oggetto di sospetto test nucleare sotterraneo. Con fondi messi a disposizione dall'UE e con un Meeting a cui hanno partecipato i massimi esperti al mondo sul tema, l'INGV ha fornito raccomandazioni sulle tecniche multi spettrali da impiegare nel corso di una ispezione. Nell'ambito del progetto di ricerca finanziato dell'Eni SpA denominato 2500006721, "Servizi di supervisione, acquisizione ed elaborazione dati gravimetrici/gradiometrici e magnetometrici", l'INGV ha fornito nel 2011 un supporto tecnico scientifico ed operativo per un AUV finalizzato all'acquisizione di dati geofisici su fondali marini ad alta profondità (>3000m). Nel 2011 sono stati ultimati i test in acque sicure.

4.3 Dati acquisiti

L'INGV ha svolto attività di monitoraggio in campi di produzione e stoccaggio gas con metodi gravimetrici. L'attività prevalente è stata effettuata nella Repubblica del Congo - Brazaville nei campi M'BOUNDI e ZINGALI. In ambito CONAGEM, COordinamento NAzionale per la GEofisica Marina, nel 2011 è stata effettuata una campagna marina denominata Vavilov 2011; una ricerca autofinanziata dall'INGV e realizzata grazie al supporto della Marina Militare italiana e dell'Istituto Idrografico della Marina. L'obiettivo è lo studio dei principali apparati seamount del Tirreno. I dati acquisiti per le varie istituzione legate alla Difesa e alla sicurezza, quelli nell'ambito di alcuni Trattati internazionali così come quelli acquisiti nel quadro degli accordi con la Nato e con l'ENI, come da normativa vigente, sono soggetti a confidenzialità. Essi pertanto non possono essere dettagliati nel presente rapporto di attività.

4.4 Avanzamenti scientifici

Nell'ambito dell'attività di consulenza svolta per il Dicastero della Farnesina, per le tematiche legate alla sicurezza esterna, alla non proliferazione e al disarmo, sono state messe a punto procedure software per la caratterizzazione di una evento, sia esso sismico, infrasonico o idroacustico, registrato dalla rete di monitoraggio internazionale (IMS) in una qualunque parte della superficie terrestre. Tali procedure sono inserite in un sistema esperto, al momento in fase di test, che ha la funzione di aiutare il decisore (l'Autorità Nazionale) a intraprendere iniziative di carattere politico. Parallelamente sono proseguite le analisi relative a partire dalle informazioni relative alle forme d'onda di test nucleari del passato, a disposizione del nucleo tecnico operativo dell'INGV che si occupa di verifica di Trattati internazionali.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Affinché il livello di affidabilità dei servizi forniti ai grandi committenti istituzionali si mantenga sempre elevato, il centro elaborazione dati dedicato alle attività svolte in collaborazione con alcuni dicasteri è in continua evoluzione e ammodernamento. L'infrastruttura di virtualizzazione, già realizzata negli anni precedenti e che ha rappresentato una rilevante innovazione nel campo della progettazione di centri di calcolo, è stata potenziata sia lato hardware, con l'utilizzo di componenti di ultima generazione, che software, mediante l'aggiornamento dell'*hypervisor* dalla versione 3 (VI3) alla 4 (Vsphere). Si è potuto consolidare così servizi installati sui più recenti sistemi operativi, come MS Windows 7 e la famiglia di distribuzioni linux derivanti da RedHat EL versioni 5 e 6. Va ricordato che il consolidamento dei servizi

mediante la tecnologia della virtualizzazione ed il cloud computing rappresenta un paradigma che permette una riduzione significativa dei costi sia dal punto di vista dell'hardware che in termini di gestione quotidiana.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

225. Frepoli, A., Maggi, C., Cimini, G. B., Marchetti, A., Chiappini, M. (2011). Seismotectonic of Southern Apennines from recent passive seismic experiments. J. Geodyn., 51, 2-3, 110-124. 10.1016/j.jog.2010.02.007. http://hdl.handle.net/2122/7109
362. Pignatelli, A., Nicolosi, I., Carluccio, R., Chiappini, M., von Frese, R. (2011). Graphical interactive generation of gravity and magnetic fields. Comput. Geosci., 37, 4, 567–572. 10.1016/j.cageo.2010.10.003. http://hdl.handle.net/2122/7026

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

-

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[147] CONV. MIN. ESTERI - DOTT. MASSIMO CHIAPPINI - UR1 Chiappini Massimo - Convenzione tra INGV e Ministero degli Affari Esteri per attività previste dal Trattato sulla Messa al Bando Totale degli Esperimenti Nucleari.

Obiettivo Specifico: 5.8. TTC

Biblioteche ed editoria

Denominazione precedente: *Biblioteche ed editoria*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *178,5*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo TTC cura tutti gli aspetti organizzativi e pratici per lo scambio di informazioni e documentazione scientifica che una moderna biblioteca distribuita può fornire, rendendo di fatto il sistema bibliotecario INGV un servizio nazionale e internazionale d'eccellenza nei settori di competenza. Inoltre cura tutta l'editoria dell'INGV, con la sola eccezione degli Annals of Geophysics.

1. Responsabile/i

Anna Grazia Chiodetti (AC), Luigi Cucci (RM1)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

AC, CNT, RM1, RM2, BO, CT, MI, NA-OV, PA, PI

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Il polo bibliotecario INGV è costituito dalla Biblioteca Centrale della sede di RM e da 6 biblioteche organizzate nelle sezioni territoriali. Le biblioteche, nel 2011, hanno favorito la consultazione di materiale con vincoli di conservazione grazie al recupero digitale di documenti rari e d'interesse storico-antiquario. La biblioteca di Roma ha fornito 350 articoli alle biblioteche italiane aderenti al Progetto Nilde del CNR (per un totale di 4.500 pagine) in un tempo medio di fornitura di 0,2 giorni. La struttura ne ha ricevuti 250 (per un totale 3.200 pagine). I prestiti interbibliotecari sono stati 100. Il personale della struttura ha gestito la stipula di tutti gli abbonamenti in formato elettronico dell'Ente. Il personale ha completato il recupero degli articoli scientifici della rivista Annals of Geophysics dal 1948 ad oggi grazie allo scanner planetario acquisito nel 2010. La biblioteca di PI gestisce il proprio catalogo in accordo con le biblioteche dell'Ateneo pisano e ha consolidato la collaborazione a livello locale con le biblioteche dell'università. Nella biblioteca di MI si è provveduto al rinnovo di tutti gli abbonamenti alle riviste in formato cartaceo e all'inserimento del materiale corrispondente nel database di gestione, che risulta aggiornato a partire dal 2008. Attualmente la biblioteca di sezione dispone di 24 periodici consultabili in formato cartaceo e così suddivisi per argomento: geologia; geofisica e sismologia; sismologia storica; ingegneria sismica e geotecnica; computer science; divulgazione scientifica. La biblioteca INGV di NA-OV ha gestito il *Document Delivery* per i ricercatori della sezione richiedendo 138 articoli alle altre biblioteche e ne ha inviati 51 a strutture e ricercatori esterni all'INGV. Il personale ha garantito l'inserimento dei dati bibliografici dell'Ente per la sua sezione e ha provveduto alla stipula degli abbonamenti di sezione e all'acquisto di monografie per il costante sviluppo delle raccolte librarie locali. Il personale della biblioteca di BO ha completato tutte le operazioni di catalogazione del fondo documentario ex SGA e provveduto alla sua definitiva collocazione nelle collezioni librarie della sezione. Il personale della biblioteca di PA ha svolto le attività di Document Delivery, acquisto e gestione di monografie, servizio di reference per il personale interno ed esterno. In sezione si è provveduto al rinnovo degli abbonamenti, acquisendo due nuove riviste: Journal of Environmental Quality, Journal of Environmental Monitoring. La biblioteca di CT, attraverso il suo personale, ha gestito i rinnovi degli abbonamenti alle riviste della sezione, ha curato il Document Delivery e ha supportato il personale di ricerca su tutti gli aspetti relativi alla bibliografia della produzione scientifica interna conservando i PDF degli articoli. La biblioteca ha assistito ricercatori e studenti esterni nelle ricerche bibliografiche sui vulcani siciliani. Infine la biblioteca ha seguito la catalogazione e distribuzione locale del materiale divulgativo dell'Osservatorio Etneo. La biblioteca della sede INGV di Porto Venere ha organizzato alcuni eventi di divulgazione scientifica come il "Caffè in Biblioteca": incontro tra i ricercatori e la popolazione per parlare di scienza e "I grandi temi della filosofia della scienza", in cui si è parlato delle principali teorie di filosofia della scienza del primo '900, fornendo utili spunti di lettura al pubblico. Nel 2011 si è svolto anche il I Convegno Nazionale sulla Storia dell'Oceanografia, patrocinato dalla HOS e da INGV, che ha visto la partecipazione di numerosi cultori della disciplina. Nel 2012 è prevista la pubblicazione di un CD dell'INGV dedicato all'evento. Nel 2011 la rivista Annals of Geophysics ha pubblicato i 6 fascicoli previsti dalla programmazione editoriale dell'anno e il sito della rivista ha avuto circa 2.000 contatti al mese. L'attività editoriale interna dell'INGV è affidata al Comitato Editoriale Nazionale (CEN). Il CEN è attualmente composto da un Coordinatore scientifico, un Editorial Board formato da 15 membri afferenti a tutte le Sezioni dell'Ente per garantire multidisciplinarietà, ed una Segreteria di Redazione composta da due persone, responsabili della parte operativa e gestionale. Il CEN pianifica l'attività editoriale in base alle indicazioni del Piano Triennale e lavora in sinergia con il TTC5.8 - Biblioteche ed Editoria, e con gli OS5.9-Formazione e Informazione e OS5.10-Sistema Web. Nel 2011 sono stati pubblicati 10 Quaderni di Geofisica (9 nel 2010), 42 Rapporti Tecnici (50 nel 2010), e 4 Miscellanee (4 nel 2010). Il numero e la qualità delle pubblicazioni dell'anno appena trascorso confermano ulteriormente che l'Editoria interna INGV è considerata un'importante vetrina di molte attività tecnologiche e di ricerca dell'Ente. In particolare, per quanto riguarda i Rapporti Tecnici si evidenzia la sottomissione di molti lavori nel campo dello sviluppo di codici e di interfacce Web, della

progettazione di strumenti, e di campagne di acquisizione di dati sismologici, mentre la maggioranza dei Quaderni di Geofisica ha riguardato lavori nel campo della geodesia e della sismologia. Si ricorda inoltre che tutte e tre le collane nel corso del 2011 sono state dotate di ISSN, ovvero di un codice internazionale che identifica i periodici, permette di standardizzare le classificazioni, e consente a tali riviste di essere valutate in sede ANVUR. Si segnala infine che sono ancora in fase di studio e di definizione, anche a causa del prolungarsi del processo di ricambio ai vertici dell'Ente, alcune importanti iniziative riguardanti le attività di questo OS, quali la nomina del Direttore delle riviste INGV e l'ipotesi di far diventare l'INGV editore.

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

Il coordinamento gestisce separatamente le attività bibliotecarie e quelle editoriali attraverso due gruppi di lavoro separati. Non si sono riscontrate difficoltà nella gestione trasversale delle attività. Il settore Biblioteche del TTC5.8 è gestito da un comitato composto dai bibliotecari delle sezioni dell'Ente, dai rappresentanti di tutte le sezioni e coordinato dalla responsabile della biblioteca di RM. Il settore Editoria del TTC è gestito da un gruppo informale di lavoro composto dal coordinatore, dal responsabile del Centro Editoriale Nazionale e dalla Segreteria di Redazione; il gruppo di lavoro si avvale della collaborazione del Centro Servizi Scientifici, Tecnici e Culturali dell'Istituto.

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

-

4.2 Metodologie d'indagine

-

4.3 Dati acquisiti

-

4.4 Avanzamenti scientifici

-

4.5 Avanzamenti tecnologici

-

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

-

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

486. Cascone, M., Falsaperla, S., Mangiagli, S. (2011). S.O.S.: Seismic and other signals - Abstracts volume. http://hdl.handle.net/2122/7161
614. Settimi, A. (2011). Il campo elettromagnetico nei cristalli fotonici unidimensionali - Studio alle frequenze ottiche tramite la teoria dei Quasi Normal Modes. http://hdl.handle.net/2122/7020

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

-

Obiettivo Specifico: 5.9.

Formazione e informazione

Denominazione precedente: *Formazione e informazione*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *318,5*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Questo OS cura le strutture museali esistenti e sviluppa i nuovi progetti in corso di avvio in questo ambito. Inoltre coordina i meccanismi di divulgazione delle attività dell'INGV, con particolare riferimento a quelle svolte presso la sede di Roma, o comprese quelle on-line. Gestisce le attività svolte a favore delle scuole e, in sinergia con il TTC "Biblioteche ed editoria", la partecipazione a mostre e congressi in cui l'INGV è presente con un proprio spazio espositivo.

1. Responsabile/i

Giuliana D'Addezio (RM1), Susanna Falsaperla (CT), Rosella Nave (NA-OV)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

AC, CNT, RM1, RM2, BO, CT, MI, NA-OV, PA, PI

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Nel corso del 2011 sono stati raggiunti con generale successo tutti gli obiettivi previsti. Nell'ambito dell'OS sono stati ideati, coordinati e realizzati progetti divulgativi, eventi e manifestazioni che hanno coinvolto le sezioni anche in iniziative a carattere nazionale. In generale si rileva una notevole risposta di partecipazione e coinvolgimento ed un consistente aumento del numero di utenti raggiunti.

Servizi formativi per le scuole

RM
è stata potenziata l'offerta e sono stati attivati laboratori didattici di vulcanologia e sismologia per un totale di 3.080 alunni presenti. È stato lanciato il concorso per il calendario 2012 per le scuole elementari ed il concorso per brevi racconti "Parole di Terra" per le scuole secondarie di primo grado. È proseguito il progetto "Tutte je munne trèma... Je nò!" per le scuole della provincia di Frosinone che ha coinvolto 17 scuole e circa 240 insegnanti.

CT e NA-OV
Sono continuati i programmi con le scuole, anche nell'ambito di progetti PON.

Sede Irpinia (Grottaminarda)
riavviato il programma di visite per le scuole che ha ospitato circa 700 alunni.

Sede Arezzo
È stata avviata la collaborazione con alcune scuole primarie ed incontri didattici con gli studenti

Museo Geofisico di Rocca di Papa
Nonostante i lavori di ristrutturazione il totale dei visitatori è stato di 4.720.

Osservatorio Geofisico di Lipari
L'attività divulgativa ha coinvolto oltre 300 visitatori.

Centri informativi delle Eolie
Nel periodo estivo di apertura a Vulcano l'affluenza è stata di 1.392 persone, mentre in poco più di due mesi sono state 6.582 le presenze a Stromboli.

In altre sedi è stata svolta un'intensa attività divulgativa presso le scuole. Ricercatori INGV hanno fatto parte del Comitato Scientifico delle Olimpiadi di Scienze della Terra (IESO 2011).

Strutture espositive e museali
Dal 19 al 21/01/2011 è stata allestita la mostra "Catastrofi Naturali" al Festival della Scienza di Roma - La Fine del Mondo: istruzioni per l'uso. La stessa mostra è stata allestita dal 30/06 al 2/07/2011 a Torino in occasione della manifestazione PROTEC. In collaborazione con l'Ecomuseo delle acque di Gemona è stata allestita la mostra "Terremoti" per i 35 anni dal Terremoto del Friuli. La mostra al Festival della Scienza di Genova "Come è profondo il mare, la geofisica in acqua" ha visto la partecipazione di quasi tutte le sezione e ha registrato circa 8.000 visitatori dal

21/10 al 2/11/2011. Presso la Città della Scienza di Napoli, nell'ambito di "Futuro Remoto", dal 10/11 e fino 31/01/2012 è stata allestita parte della mostra di Genova. Presso il Museo Regionale delle Scienze di Torino è stata realizzata una mostra delle medaglie di lava della collezione di NA-OV. Inoltre, nell'ambito della Convenzione con il Parco Campo dei Fiori (Varese) è stata allestita la mostra "Un Viaggio lungo 300 milioni di anni", rivolta alle scuole primarie e secondarie; presso il Comune di Arezzo è stata allestita la mostra "La settimana della Terra: una mostra alla scoperta delle dinamiche del nostro pianeta".

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Le principali attività svolte nell'ambito dell'OS sono generalmente monitorate attraverso un sistema di registrazione delle presenze per le visite scolastiche e per l'accesso alle strutture museali. Le principali iniziative formative hanno previsto parallelamente un sistema di monitoraggio dell'impatto formativo, alcuni attraverso la somministrazione e l'analisi di questionari.

4.2 Metodologie d'indagine

Le iniziative con una forte caratterizzazione istituzionale e condivise dalla maggior parte delle sezioni e sedi (quali la "Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica") sono state proposte in modo omogeneo e riconoscibile, attraverso una pagina web comune e l'utilizzo di un progetto grafico unico per locandine e brochur. I progetti formativi hanno normalmente interagito con competenze specialistiche esterne e numerose sono le collaborazioni avviate per la progettazione e la gestione di eventi informativi.

4.3 Dati acquisiti

Sia le iniziative informative, collegate principalmente ad alcuni eventi quali la "Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica" e "La notte europea del ricercatore", che i progetti formativi veri e propri, hanno interagito con un numero di utenti molto elevato. Nel caso delle iniziative informative e dei percorsi museali, il numero di utenti monitorati ha superato le 30.000 presenze, mentre i diversi progetti formativi, che richiedono solitamente un impegno molto maggiore e continuativo, hanno coinvolto circa 12.000 utenti.

4.4 Avanzamenti scientifici

Nel 2011 non si segnalano particolari avanzamenti sul fronte della qualificazione delle iniziative informative. Le strutture aperte al pubblico e i percorsi museali veri e propri non hanno visto miglioramenti significativi.

4.5 Avanzamenti tecnologici

Sul versante tecnologico si registra una maggiore attenzione per quanto riguarda utilizzo di tecnologie avanzate per il contribuito tecnico-scientifico alla ideazione e realizzazione di installazioni scenografiche e multimediali didattico-divulgative in occasione di mostre ed eventi, anche attraverso la realizzazione di filmati 3D scientifico-divulgativi.

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

-

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

468. Berenguer, J.L., Baroux, E., Laurenti, A., Larroque, C., Courboulex, F., Solarino, S., Leputh, J., Salichon, J., Trevisan, J., Simonetti, N., Migeon, S. (2011). Terremoti come e perchè. http://hdl.handle.net/2122/6983
469. Berenguer, J.L., Baroux, E., Laurenti, A., Larroque, C., Courboulex, F., Solarino, S., Leputh, J., Salichon, J., Trevisan, J., Simonetti, N., Migeon, S. (2011). Tremblements de terre, Comment et porquoi. Special: Seisme Ligure du 23 Fevrier 1887. http://hdl.handle.net/2122/6984
470. Berenguer, J.L., Baroux, E., Laurenti, A., Larroque, C., Courboulex, F., Solarino, S., Leputh, J., Salichon, J., Trevisan, J., Simonetti, N., Migeon, S. (2011). Earthquakes, The hows and whys. Focus on The February 23, 1887 Ligurian earthquake. http://hdl.handle.net/2122/6986
491. Castelli, V. (2011). Per non dimenticare. Un censimento di rituali sismici collettivi in Italia. Ambiente, rischio sismico e prevenzione nella storia d'Italia. http://hdl.handle.net/2122/7359

502. Crescimbene, M., La Longa, F., Lanza, T. (2011). The Science of rumors. Geoitalia 2011. http://hdl.handle.net/2122/7653
515. De Lucia, M., Russo, M., Ricciardi, G.P. (2011). 120 anni di storia dell'Italia e del Vesuvio nella collezione di medaglie di lava vesuviana dell'Osservatorio Vesuviano. Geoitalia 2011. http://hdl.handle.net/2122/7253
516. De Lucia, M., Russo, M. (2011). 120 years of Italian and Vesuvius history in the lava medals collection of the Osservatorio Vesuviano. Geoitalia 2011.10.1474/Epitome.04.0532. Geoitalia2011. http://hdl.handle.net/2122/7228
532. Esposito, A., Esposito, A. M. (2011). On Speech and Gestures Synchrony. Analysis of Verbal and Nonverbal Communication and Enactment, 252-272.http://hdl.handle.net/2122/7280
542. La Longa, F., Camassi, R., Crescimbene, M. (2011). Strategies for seismic risk reduction: outreaching scientific knowledge or promoting awareness, to educate?. Geoitalia 2011. http://hdl.handle.net/2122/7652
566. Peppoloni, S. (2011). Che cosa significa "Geoetica"? Dentro le parole, il senso dell'attività del geologo. Geoitalia 2011, 34, 12-13. http://hdl.handle.net/2122/7548
567. Peppoloni, S. (2011). Il paesaggio geologico di Camiz. Hortus, rivista di Architettura, 4, 41, Online. http://hdl.handle.net/2122/7551
568. Peppoloni, S. (2011). Geoetica: dibattito in corso e nuove prospettive. Professione geologo, Notiziario (Ordine dei Geologi del Lazio), 29, 24-25. http://hdl.handle.net/2122/7552
569. Peppoloni, S. (2011). Il paesaggio geologico di San Vito Romano. Convegno "San Vito Romano: storia e città". http://hdl.handle.net/2122/7538
603. Scalera, G. Cwojdzinski, S. (2011). Earth Expansion Evidence: a Challenge for Geology, Geophysics and Astronomy. Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. http://hdl.handle.net/2122/7750
606. Scalera, G. (2011). If Space is Material, What Inertia Should Be?. Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. http://hdl.handle.net/2122/7747

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

[413] DIP.TE.RIS-INGV - UR10 (Contratto tra Dip.Te.Ris ed INGV Sezione di Bologna per l'edizione di tre volumi a carattere divulgativo sui temi della sismologia e della climatologia, nell'ambito del progetto O3E - resp.: R. Camassi).
[431] TERRA DINAMICA - UR10 Di Mauro Domenico - TERRA DINAMICA - Il pianeta si racconta, un percorso geofisico illustrato da DVD multimediali.
[434] INGV – R. e D. – UR10 (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Ricerca e Divulgazione – resp.: C. Gasparini).
[437] Progetto riduzione rischio sismico - UR10 Nostro Concetta - Tutte je munne trèma....Je no! Formazione e Informazione nelle scuole della provincia di Frosinone.
[439] CONVENZIONE PROVINCIA DI NAPOLI-MUSEO – UR10 (Progetto di riqualificazione ed ampliamento degli spazi espositivi dell'Osservatorio Vesuviano Museo – resp.: M. Martini).
[440] SAVE THE CHILDREN – UR10 (Co-progettazione e realizzazione di attività di formazione sul tema del diritto alla conoscenza, alla sicurezza e alla riduzione dei rischi naturali, con l'obiettivo di far crescere la consapevolezza dei rischi e assumere un ruolo attivo nella loro riduzione – rersp.: C. Nostro).
[460] Progetto Irpinia - UR10 Pignone Maurizio - Progetto Irpinia " Nei luoghi del terremoti.....23 novembre 1980/2010"
[466] Non Chiamarmi Terremoto - UR10 Camassi Romano - Non chiamarmi terremoto. Percorsi di riflessione sulla prevenzione del rischio.
[478] INGV - L'AquilAltra - UR10 La Longa Federica - Co-progettazione e realizzazione di attività educative nell'ambito del progetto "L'AquilAltra".
[485] La Terra si racconta in 3D - UR10 D'Addezio Giuliana - La Terra si racconta in 3D: Cose c'e' sotto? Un percorso didattico composto da filmati tridimensionali realizzati dagli studenti con il supporto tecnico-scientifico dell'INGV. Gli studenti, con la loro creatività, realizzeranno dei filmati 3D scientifici da condividere con altre scuole e con chiunque abbia interesse ad approfondire la cnoscenza della Terra.
[502] OSCAR Conv. Prov. AR - UR10 (Conv. tra Prov. AREZZO e INGV per la diffusione e trasf. info dati prodotti dall'Oss. di AR a supporto dell' agg. del quadro rischio sismico del piano prov. integr. della Prot. Civ.e il contr. nell'attività di divulg.e formaz. rischio sismico - resp.: R.M. Azzara).

Obiettivo Specifico: 5.10.

Sistema web

Denominazione precedente: *Sistema web*
Mesi/persona assegnati nel Piano Triennale 2011-2013: *73,5*

Descrizione breve (da Piano Triennale 2011-2013):
Il sistema di comunicazione costituito dai siti Internet rappresenta oggi un elemento fondamentale della vita di una struttura di ricerca aperta ed efficiente. Questo TTC punta a garantire la migliore organizzazione e sviluppo del sito INGV anche in considerazione del suo importantissimo ruolo in occasione delle emergenze sismiche e vulcaniche.

1. Responsabile/i

Massimilano Stucchi (MI), Mario Locati (MI), Fabrizio Meroni (MI)

2. Sezioni che hanno concorso alle attività dell'Obiettivo Specifico

AC, CNT, RM1, RM2, CT, MI, NA-OV, PA, PI

3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2011 con riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2011-2013

Le attività descritte in questo rendiconto riguardano principalmente la ristrutturazione del sito web dell'Istituto; riguardano inoltre la gestione dei siti di sezione e dei vari progetti collegati. Nel corso del 2010 il sito web dell'istituto, allora gestito da RM, aveva visto acutizzarsi il proprio malfunzionamento, dovuto a problemi di connettività della sede e alla configurazione del software di gestione. Tale situazione era stata affrontata con la creazione di un apposito gruppo di lavoro ("WebTeam") presso MI che, attraverso una serie di operazioni descritte più avanti, ha portato il sito stesso a garantire, a partire dai primi mesi del 2011, un livello di sicurezza e affidabilità rassicuranti. Nel maggio 2011 il coordinamento della politica editoriale via web dell'Ente è stato affidato da un decreto del Presidente ad un Comitato di Redazione Web ("WebCom"), con l'incarico di:

- definire le linee guida della politica editoriale dell'Ente via web;
- promuovere lo sviluppo omogeneo dei diversi settori permanenti;
- promuovere attività specifiche, a termine, e individuarne i referenti;
- promuovere i rapporti con l'utenza, scientifica e non;
- definire i contenuti della homepage, ecc.

"WebCom" aveva in sostanza il compito di bilanciare due obiettivi:

- quello principale di un ente di ricerca, e cioè la disseminazione, nel più breve tempo possibile, di informazioni scientifiche aggiornate;
- quello che sembra attirare maggiormente i ricercatori dell'Ente, e cioè la comunicazione di tipo divulgativo.

L'attività principale del 2011 di "WebCom" ha riguardato la riorganizzazione del sito web nazionale, in stretta collaborazione con il "WebTeam" per gli aspetti tecnologici, che vengono rendicontati nel TTC2.1. Il sistema web INGV è composto da svariati siti che funzionano in modo indipendente tra loro: pertanto "WebCom" ha riformulato il concetto alla base del portale www.ingv.it, sviluppando un sito snello, e per questo più sicuro, finalizzato essenzialmente a smistare i visitatori verso contenuti residenti altrove, e ad essere in grado di resistere ai quei picchi di richieste, tipici ad esempio delle emergenze sismiche. In particolare, il nuovo modello si basa sull'idea di suddividere i contenuti in settori corrispondenti alla nuova strutturazione INGV: terremoti, vulcani, ambiente, con l'aggiunta dei contenuti istituzionali e della comunicazione. A questi settori dovevano corrispondere server autonomi, gestiti da sotto-redazioni autonome. Dall'analisi sistematica degli accessi al sito nazionale emerge la conferma che il grosso degli accessi si verifica in occasione di eventi sismici. Questo fenomeno ha motivi oggettivi (il terremoto è un fenomeno improvviso) e soggettivi (in caso di eruzioni l'utente tende a visitare i siti di NA e CT). L'accesso alle altre tematiche resta sostanzialmente stabile e minoritario. Purtroppo, si deve notare che il sito di CNT, sul quale in occasione di terremoto converge la domanda più elevata, presenta da anni significative latenze, legate al sito stesso e ai tradizionali problemi di connettività della sede di RM, che hanno compromesso in parte l'immagine del sistema web INGV. Lo sviluppo dei settori autonomi è proceduto con esiti alterni. Nel corso del 2011 sono stati messi a punto i siti dedicati ai contenuti dell'Amministrazione Centrale e dell'Ufficio Stampa. Per quanto riguarda il primo, sono stati effettuati aggiornamenti nella sezione "Organi e Strutture"; è stata riorganizzata la sezione "Opportunità di lavoro", in particolare i concorsi pubblici, dove ora si trovano in evidenza sia il bando pubblico apparso in Gazzetta Ufficiale, che la commissione nominata, la graduatoria ed i risultati per ciascun concorso. Per il settore stampa è stata data in *outsourcing* la gestione della rassegna stampa. La *homepage* del sito ha visto alcune ristrutturazioni, culminate nella versione attuale. I settori "vulcani" e "ambiente" non sono andati oltre l'analisi dello stato dell'arte, mentre il settore terremoti ha sviluppato iniziative parziali, tra le quali lo sviluppo del canale

youtube/ingvterremoti, pubblicando 27 nuovi video, che hanno portato a un totale di visualizzazioni superiore a 340.000 nell'anno, con 642 nuovi iscritti al canale. Il numero totale di visitatori della sola *homepage* nel corso del 2011 è stato di 5 milioni e mezzo. Va anche osservato che le statistiche stesse segnalano che il sito www.ingv.it è considerato sempre più affidabile, in quanto viene raggiunto in misura sempre maggiore da bookmark, piuttosto che da motori di ricerca. Per quanto riguarda le attività delle sezioni:

- sono state pubblicate, a cura di CNT e in tempo quasi reale, informazioni sui terremoti in corso. Per quelli di M>2 vengono fornite mappe specifiche per ogni evento;
- è stata sperimentata, con successo, la distribuzione dei dati dei terremoti attraverso Twitter ed un'applicazione per iPhone, seguita ormai da decine di migliaia di utenti;
- è stato realizzato il nuovo sito di NA-OV con il CMS Joomla, basato su piattaforma LAMP;
- è stato realizzato il nuovo sito di PI e il canale YouTube evivo2011 per ampliare la fruibilità dei filmati del DVD divulgativo EVIVO – Eruzioni virtuali al super computer, in collaborazione con BO e CINECA;
- attraverso il sito di CT sono stati resi disponibili, poche ore dopo l'evento, aggiornamenti su episodi eruttivi parossistici ed attività esplosiva dell'Etna e sugli eventi esplosivi ed effusivi più importanti dello Stromboli;
- è stato sviluppato eriador.pa.ingv.it, sito a cura di PA per la visualizzazione grafica di parametri geochimici e di servizio delle stazioni remote;
- è stato sviluppato, a cura di RM2 il nuovo portale di dati geomagnetici provenienti dagli osservatori di Castello Tesino, L'Aquila e Lampedusa e antartici (stazione Mario Zucchelli e Concordia).

3.a Modalità del coordinamento trasversale ed eventuali difficoltà incontrate

-

4. Descrizione attività

4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

-

4.2 Metodologie d'indagine

-

4.3 Dati acquisiti

-

4.4 Avanzamenti scientifici

Nel 2011 è proseguito lo studio da parte di "WebTeam" di soluzioni tecniche per risolvere i problemi di carattere tecnologico in modo da consentire il ripristino della piena funzionalità del sito web INGV. Il primo passo è stato il trasferimento del sito web nazionale da server esterni all'istituto (Newgenesys) ai server di MI, cui era stata nel frattempo allargata la banda di connessione a Internet. Durante tale processo sono state studiate le caratteristiche del CMS Plone al fine di identificare in dettaglio le criticità dell'infrastruttura sia dal punto di vista software che hardware. Sono state individuate limitazione dovute alla versione del software utilizzato che serializza l'accesso al database dei contenuti (Zope). Ciò ha reso necessaria un'approfondita fase di calibrazione del software anche tramite la creazione di istanze multiple del CMS (ZEOClient) con l'obiettivo di aumentare per quanto possibile le performance e quindi il numero di accessi concorrenti. L'adozione del software ZEOClient (che è legata al numero di core fisici della CPU), pur migliorando la situazione, non ha risolto il problema in modo definitivo. La soluzione che ha ripristinato il corretto funzionamento del sito web INGV ricevuto in gestione è stata l'installazione di un HTTP accelerator realizzato tramite il software Varnish opportunamente configurato. In collaborazione con "WebCom" si è parallelamente proceduto alla progressiva parcellizzazione del vecchio portale INGV rispetto alle diverse aree di contenuto. Il sito è stato riorganizzato al fine di ottenere una struttura modulare seguendo le seguenti modalità:

- sono stati istituiti tre settori scientifici (ambiente, vulcani, terremoti) e altri dedicati alla stampa, alla comunicazione e alle attività istituzionali;
- i relativi webserver sono stati resi indipendenti e pertanto potranno essere collocati anche separatamente in qualunque struttura dell'istituto che vorrà prenderli in gestione;
- "WebTeam" ha sempre garantito l'operatività dei webserver residenti a Milano in attesa di una loro ricollocazione definitiva;
- l'home page www.ingv.it è stata disegnata con il compito di reindirizzare gli utenti verso i contenuti veri e propri dei diversi settori. L'impostazione è a cura del "WebCom" e la gestione è a cura di "WebTeam".

A seguito della segnalazione notificata al Presidente da parte dell'Osservatorio sull'Accessibilità dei servizi erogati dalle P.A. tramite Web, il sito INGV è stato nel frattempo rivisto per soddisfare le specifiche richieste dalle leggi vigenti. Il 10 e

l'11 marzo 2011 i terremoti giapponesi hanno fornito un importante test di funzionamento del nuovo sistema in corso di realizzazione. Gli accessi sono stati 3,5 volte più numerosi del normale il 10 marzo e 6 volte più alti l'11 marzo (terremoto più forte e tsunami). L'11 maggio, in occasione della "previsione Bendandi" del terremoto a Roma, gli accessi sono stati addirittura superiori. L'evento che ha ricevuto il maggior numero di visitatori, permettendo in questo modo di collaudare la struttura dell'homepage, è stato il terremoto in Piemonte del 25 luglio 2011 (ML 4,3). In questa occasione l'homepage ha retto a circa 100.000 visitatori giornalieri con tempi di risposta entro i 50 millisecondi e dalle analisi effettuate all'infrastruttura non si sono riscontrati colli di bottiglia, mostrando anzi di poter reggere ad un potenziale di carico di visitatori ben maggiori. Per la gestione delle diverse istanze settoriali è stata fatta una ricerca per l'adozione di una nuova piattaforma CMS. È stato testato il CMS Joomla, una piattaforma giudicata più performante e flessibile e al tempo stesso più diffusa all'interno dell'Istituto. Grazie a questo CMS è ora possibile ipotizzare anche soluzioni di ridondanza dei siti web, operazione estremamente complessa con il software precedente. La sperimentazione ha inoltre previsto l'accoppiamento del CMS Joomla con un sistema di protezione (il software Nginx), *caching* e *reverse proxy* opportunamente configurato per funzionare al meglio anche in caso di un elevato numero di richieste concorrenti. La nuova strutturazione del sito web INGV è stata implementata in maniera modulare tramite l'adozione di macchine virtuali indipendenti. Ogni istanza del sito (www.ingv.it, istituto.ingv.it, www.ingv.it/ufficio-stampa, comunicazione.ingv.it, ambiente.ingv.it, vulcani.ingv.it, terremoti.ingv.it) ha una propria macchina virtuale in cui è presente il sistema operativo, un CMS dedicato e uno strato software di protezione attentamente calibrato sulle esigenze di ciascun sito. Tali macchine virtuali sono state realizzate in modo da poter essere ospitate su server diversi, ciascuno allocabile in una o più sedi dell'istituto o presso *hosting* esterni. Tale struttura hardware e software, oltre ad essere estremamente modulare e scalabile, rende di fatto il sistema poco vulnerabile ed adattabile in funzione delle esigenze dell'Istituto e delle risorse a disposizione del progetto.

4.5 Avanzamenti tecnologici

-

5. Prodotti

5.1 Pubblicazioni JCR

-

5.2 Altre pubblicazioni

5.2a Pubblicazioni non JCR

608. Scarpato, G. (2011). Nuovo sistema per le localizzazioni automatiche degli eventi sismici basato su tecnologie web: NewWBSM. Rapporti Tecnici INGV, 195, 1-38. http://hdl.handle.net/2122/7278
616. Tarquini, S., Favalli, M. (2011). Capturing full resolution perspective and stereo views of large DEMs. Rapporti Tecnici INGV, 181, 1-18. http://hdl.handle.net/2122/7648
617. Tarquini, S., Nannipieri, L., Favalli, M. (2011). A website to explore the TINITALY/01 DEM. Rapporti Tecnici INGV, 174, 1-20. http://hdl.handle.net/2122/7647

5.2b Tesi di laurea e dottorato

-

5.3 Banche dati

-

5.4 Prodotti tecnologici

-

6. Elenco progetti e convenzioni che hanno fornito supporto finanziario a questo Obiettivo Specifico

-

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



Pubblicazioni 2011

Introduzione

La produzione scientifica dei ricercatori e tecnologi dell'INGV si concretizza ogni anno in un gran numero di articoli pubblicati su riviste internazionali e nazionali, nonché libri, dispense, rapporti tecnici, banche dati, siti web e altro. In questa sezione vengono riassunte tutte le pubblicazioni completate nel 2011 in cui almeno un coautore è un ricercatore o un tecnologo dell'INGV, suddivise in due grandi categorie:

- **Articoli pubblicati nel 2011 su riviste JCR** – Si tratta di articoli pubblicati su riviste inserite nel *Journal of Citation Reports* (JCR) e per le quali esiste una valutazione di impatto elaborata a cura dell'ISI (*Institute of Scientific Information*). Per il 2011 sono state censite 453 pubblicazioni appartenenti a questa categoria.

- **Altre pubblicazioni** – Include articoli scientifici o di argomento tecnologico apparsi su riviste non inserite nel *Journal of Citation Reports* (JCR); rapporti tecnici e tecnico-scientifici, ad esempio elaborati a conclusione di un progetto, convenzione o consulenza come parte degli obblighi contrattuali; articoli pubblicati in volumi monografici dedicati a convegni o a uno specifico tema scientifico o tecnologico; banche-dati di varia natura, fruibili mediante supporto informatico o direttamente attraverso Internet. Per il 2011 sono state censite 169 pubblicazioni appartenenti a questa categoria.

Ogni pubblicazione è univocamente contrassegnata da un codice identificativo. Lo stesso codice è riportato alla fine della scheda dell'Obiettivo Specifico a cui quella pubblicazione fa riferimento o contribuisce, o dal quale scaturisce. Si noti che la lista degli articoli pubblicati su riviste JCR si può considerare completa per il 2011, essendo stata elaborata attraverso un censimento minuzioso che si è concluso nel maggio 2012. Essa non include però le pubblicazioni che, pur essendo state accettate per la stampa nel 2011, sono poi apparse nel 2012. Viceversa, la lista delle "altre pubblicazioni", che include articoli pubblicati su riviste non-JCR ma anche molte altre tipologie di pubblicazione, è per sua natura incompleta.

Per il quarto anno le pubblicazioni sono state censite esclusivamente attraverso Earth-prints (http://www.earth-prints.org/), un archivio Open Access creato e mantenuto dall'INGV a partire dal 2004. L'archivio è uno strumento innovativo aperto a tutti i ricercatori di qualunque nazionalità che operano nel campo della geofisica. Esso consente di archiviare manoscritti, materiali provenienti da workshop e conferenze, rapporti tecnici, poster e abstract, prodotti web, permettendo a chiunque una facile ricerca attraverso numerose chiavi di accesso e la successiva estrazione dei documenti di interesse in formato elettronico.

1. Articoli pubblicati nel 2011 su riviste JCR

1. Aciego, S., Bourdon, B., Schwander, J., Baur, H., Forieri, A. (2011). Toward a radiometric ice clock: uranium ages of the Dome C ice core. Quat. Sci. Rev., 30,19-20, 2389-2397. 10.1016/j.quascirev.2011.06.008. http://hdl.handle.net/2122/7786
2. Adani, M., Dobricic, S., Pinardi, N. (2011). Quality Assessment of a 1985–2007 Mediterranean Sea Reanalysis. J. Atmos. Ocean. Technol., 28,4, 569-59. 10.1175/2010JTECHO798.1. http://hdl.handle.net/2122/7824
3. Agostinetti, N. P., Bianchi, I., Amato, A., Chiarabba, C. (2011). Fluid migration in continental subduction: The Northern Apennines case study. Earth Planet. Sci. Lett., 302,3-4, 267–278. 10.1016/j.epsl.2010.10.039. http://hdl.handle.net/2122/7827
4. Agostini, A., Bonini, M., Corti, G., Sani, F., Mazzarini, F. (2011). Fault architecture in the Main Ethiopian Rift and comparison with experimental models: Implications for rift evolution and Nubia–Somalia kinematics. Earth Planet. Sci. Lett., 301,3-4, 479-492. 10.1016/j.epsl.2010.11.024. http://hdl.handle.net/2122/7412
5. Aiuppa, A., Shinohara, H., Tamburello, G., Giudice, G., Liuzzo, M., Moretti, R. (2011). Hydrogen in the gas plume of an open-vent volcano, Mount Etna, Italy. J. Geophys. Res., 116, B10204. 10.1029/2011JB008461. http://hdl.handle.net/2122/7192
6. Albini, P. (2011). The true case of the 1276 fake earthquake. Seismol. Res. Lett., 82,1, 111-114. 10.1785/gssrl.82.1.111. http://hdl.handle.net/2122/6962
7. Alessandri, A., Borrelli, A., Gualdi, S., Scoccimarro, E., Masina, S. (2011). Tropical Cyclone Count Forecasting Using a Dynamical Seasonal Prediction System: Sensitivity to Improved Ocean Initialization. J. Clim., 24, 2963–2982. 10.1175/2010JCLI3585.1. http://hdl.handle.net/2122/7322
8. Alfonsi, Lu., Spogli, L., De Franceschi, G., Romano, V., Aquino, M., Dodson, A., Mitchell, C. N. (2011). Bipolar climatology of GPS ionospheric scintillation at solar minimum. Radio Sci., 46, RS0D05. 10.1029/2010RS004571. http://hdl.handle.net/2122/7037
9. Alfonsi, Lu., Spogli, L., Tong, J. R., De Franceschi, G., Romano, V., Bourdillon, A., Le Huy, M., Mitchell, C. N. (2011). GPS scintillation and TEC gradients at equatorial latitudes in April 2006. Adv. Space Res., 47,10, 1750–1757. 10.1016/j.asr.2010.04.020. http://hdl.handle.net/2122/7015
10. Aloisi, M., Mattia, M., Ferlito, C., Palano, M., Bruno, V., Cannavò, F. (2011). Imaging the multi-level magma reservoir at Mt. Etna volcano (Italy). Geophys. Res. Lett., 38, L16306. 10.1029/2011GL048488. http://hdl.handle.net/2122/7288
11. Aloisi, M., Mattia, M., Monaco, C., Pulvirenti, F. (2011). Magma, faults, and gravitational loading at Mount Etna: The 2002–2003 eruptive period. J. Geophys. Res., 116, B05203. 10.1029/2010JB007909. http://hdl.handle.net/2122/7001
12. Alparone, S., Barberi, G., Bonforte, A., Maiolino, V., Ursino, A. (2011). Evidence of multiple strain fields beneath the eastern flank of Mt. Etna volcano (Sicily, Italy) deduced from seismic and geodetic data during 2003–2004. Bull. Volcanol., 73, 869-885. 10.1007/s00445-011-0456-1. http://hdl.handle.net/2122/7446
13. Amato, A., Gallo, P., Mucciarelli, M. (2011). Introducing the special issue on the 2009 L'Aquila earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,3, 357-365. 10.4430/bgta0033. http://hdl.handle.net/2122/7836
14. Ambrosi, G., Ambrosino, F., Battiston, R., Bross, A., Callier, S., Cassese, F., Castellini, G., Ciaranfi, R., Cozzolino, F., D'Alessandro, R., De La Taille, C., Iacobucci, G., Marotta, A., Masone, V., Martini, M., Nishiyama, R., Noli, P., Orazi, M., Parascandolo, P., Passeggio, G. (2011). The MU-RAY project: Volcano radiography with cosmic-ray muons. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. A-Accel. Spectrom. Dect. Assoc. Equip., 628,1, 120-123. 10.1016/j.nima.2010.06.299. http://hdl.handle.net/2122/7741
15. Ameri, G., Bindi, D., Pacor, F., Galadini, F. (2011). The 2009 April 6, Mw 6.3, L'Aquila (central Italy) earthquake: finite-fault effects on intensity data. Geophys. J. Int., 186,2, 837–851. 10.1111/j.1365-246X.2011.05069.x. http://hdl.handle.net/2122/7466
16. Ameri, G., Emolo, A., Pacor, F., Gallovic, F. (2011). Ground-Motion Simulations for the M 6.9 Irpinia 1980 Earthquake (Southern Italy) and Scenario Events. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101,3, 1136-1151. 10.1785/0120100231. http://hdl.handle.net/2122/7469
17. Ameri, G., Oth, A., Pilz, M., Bindi, D., Parolai, S., Luzi, L., Mucciarelli, M., Cultrera, G. (2011). Separation of source and site effects by Generalized Inversion Technique using the aftershock recordings of the 2009 L'Aquila earthquake. Bull. Earthq. Eng., 9,3, 717-739. 10.1007/s10518-011-9248-4. http://hdl.handle.net/2122/7400
18. Amici, S., Wooster, M. J., Piscini, A. (2011). Multi-resolution spectral analysis of wildfire potassium emission signatures using laboratory, airborne and spaceborne remote sensing. Remote Sens. Environ., 115,8, 1811–1823. 10.1016/j.rse.2011.02.022. http://hdl.handle.net/2122/7818
19. Andò, B., Coltelli, M., Prestifilippo, M., Scollo, S. (2011). A Lab-Scale Experiment to Measure Terminal Velocity of Volcanic Ash. IEEE Trans. Instrum. Meas., 60,4, 1340 - 1347. 10.1109/TIM.2010.2090690. http://hdl.handle.net/2122/7664
20. Andronico, D., Corsaro, R. A. (2011). Lava fountains during the episodic eruption of South-East Crater (Mt. Etna), 2000: insights into magma-gas dynamics within the shallow volcano plumbing system. Bull. Volcanol., 73, 1165-1178. 10.1007/s00445-011-0467-y. http://hdl.handle.net/2122/7550
21. Anselmi, M., Govoni, A., De Gori, P., Chiarabba, C. (2011). Seismicity and velocity structures along the south-Alpine thrust front of the Venetian Alps (NE-Italy). Tectonophysics, 513,1-4, 37-48. 10.1016/j.tecto.2011.09.023. http://hdl.handle.net/2122/7853
22. Anzidei, M., Antonioli, F., Benini, A., Lambeck, K., Sivan, D., Serpelloni, E., Stocchi, P. (2011). Sea level change and vertical land movements since the last two millennia along the coasts of southwestern Turkey and Israel. Quat. Int., 232,1-2, 13-20. 10.1016/j.quaint.2010.05.005. http://hdl.handle.net/2122/7848
23. Anzidei, M., Antonioli, F., Lambeck, K., Benini, A., Soussi, M., Lakhdar, R. (2011). New insights on the relative sea

level change during Holocene along the coasts of Tunisia and western Libya from archaeological and geomorphological markers. Quat. Int., 232, 5-12. 10.1016/j.quaint.2010.03.018. http://hdl.handle.net/2122/7812

24. Arienzo, I., Heumann, A., Wörner, G., Civetta, L., Orsi, G. (2011). Processes and timescales of magma evolution prior to the Campanian Ignimbrite eruption (Campi Flegrei, Italy). Earth Planet. Sci. Lett., 306, 217-228. 10.1016/j.epsl.2011.04.002. http://hdl.handle.net/2122/7735
25. Atzori, S., Antonioli, A. (2011). Optimal fault resolution in geodetic inversion of coseismic data. Geophys. J. Int., 529-538.http://hdl.handle.net/2122/6863
26. Augliera, P., Massa, M., D'Alema, E., Marzorati, S. (2011). RAIS: a real time strong-motion network in northern Italy. Ann. Geophys., 54, 23-34. 10.4401/ag-4855. http://hdl.handle.net/2122/7366
27. Avallone, A., Marzario, M., Cirella, A., Piatanesi, A., Rovelli, A., Di Alessandro, C., D'Anastasio, E., D'Agostino, N., Giuliani, R., Mattone, M. (2011). Very high rate (10 Hz) GPS seismology for moderate-magnitude earthquakes: The case of theMw6.3 L'Aquila (central Italy) event. J. Geophys. Res., 116, B02305. 10.1029/2010JB007834. http://hdl.handle.net/2122/7799
28. Azzaro, R., Barbano, M. S., D'Amico, S., Tuvè, T., Scarfì, L., Mostaccio, A. (2011). The L'Aquila 2009 earthquake: an application of the European Macroseismic Scale to the damage survey in the epicentral area. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,3, 561-581. 10.4430/bgta0012. http://hdl.handle.net/2122/7679
29. Azzaro, R., D'Amico, S., Tuvè, T. (2011). Estimating the magnitude of historic earthquakes from macroseismic intensity data: new relationships for the volcanic region of Mount Etna (Italy). Seismol. Res. Lett., 82,4, 533-544. 10.1785/gssrl.82.4.533. http://hdl.handle.net/2122/7681
30. Baccheschi, P., Margheriti, L., Steckler, M., Boschi, E. (2011). Anisotropy patterns in the subducting lithosphere and in the mantle wedge. A case study: the Southern Italy subduction system. J. Geophys. Res., 116, B08306. 10.1029/2010JB007961. http://hdl.handle.net/2122/7401
31. Bagnato, E., Aiuppa, A., Andronico, D., Cristaldi, A., Liotta, M., Brusca, L., Miraglia, L. (2011). Leachate analyses of volcanic ashes from Stromboli volcano: A proxy for the volcanic gas plume composition?. J. Geophys. Res., 116, D17204. 10.1029/2010JD015512. http://hdl.handle.net/2122/7123
32. Bagnato, E., Aiuppa, A., Parello, F., Allard, P., Shinohara, H., Liuzzo, M., Giudice, G. (2011). New clues on the contribution of Earth's volcanism to the global mercury cycle. Bull. Volcanol., 73,5, 497-510. 10.1007/s00445-010-0419-y. http://hdl.handle.net/2122/7191
33. Bai, L., Baker, D. R., Polacci, M., Hill, R. J. (2011). In-situ degassing study on crystal-bearing Stromboli basaltic magmas: Implications for Stromboli explosions. Geophys. Res. Lett., 38, L17309. 10.1029/2011GL048540. http://hdl.handle.net/2122/7449
34. Baker, D. R., Moretti, R. (2011). Modeling the Solubility of Sulfur in Magmas: A 50-Year Old Geochemical Challenge. Rev. Mineral. Geochem., 73,1, 167-213. 10.2138/rmg.2011.73.7. http://hdl.handle.net/2122/7822
35. Baker, D. R., Polacci, M., LaRue, A. (2011). A study on the reproducibility of counting vesicles in volcanic rocks. Geosphere, 7,1, 70-78. 10.1130/GES00553.1. http://hdl.handle.net/2122/7447
36. Bakun, W. H., Gomez Capera, A. A., Stucchi, M. (2011). Epistemic uncertainty in the location and magnitude of earthquakes in Italy from macroseismic data. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101, 2712-2725. 10.1785/0120110118. http://hdl.handle.net/2122/7531
37. Balassone, G., Talla, D., Beran, A., Mormone, A., Altomare, A., Moliterni, A., Mondillo, N., Saviano, M., Petti, C. (2011). Vesuvianite from Somma-Vesuvius volcano (southern Italy): chemical, X-ray diffraction and single-crystal polarized FTIR investigations. Period. Mineral., 80,3, 369-364. 10.2451/2011PM0026. http://hdl.handle.net/2122/7801
38. Baldi, P., Casula, G., Cenni, N., Loddo, F., Pesci, A., Bacchetti, M. (2011). Vertical and horizontal crustal movements in central and northern Italy. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,4, 667-685. 10.4430/bgta0021. http://hdl.handle.net/2122/7342
39. Baneschi, I., Piccini, L., Regattieri, E., Isola, I., Guidi, M., Lotti, L., Mantelli, F., Menichetti, M., Drysdale, R. N., Zanchetta, G. (2011). Hypogean microclimatology and hydrology of the 800-900m a.s.l. level in the Monte Corchia Cave (Tuscany Italy) - preliminary consideration and implications for paleoclimatological studies. Acta Carsologica, 40,1, 175-187.http://hdl.handle.net/2122/7450
40. Barreiro, M., Cherchi, A., Masina, S. (2011). Climate sensitivity to changes in ocean heat transport. J. Clim., 24,19, 5015–5030. 10.1175/JCLI-D-10-05029.1. http://hdl.handle.net/2122/7062
41. Battaglia, M., Di Bari, M., Acocella, V., Neri, M. (2011). Dike emplacement and flank instability at Mount Etna: Constraints from a poro-elastic-model of flank collapse. J. Volcanol. Geotherm. Res., 199, 153-164. 10.1016/j.jvolgeores.2010.11.005. http://hdl.handle.net/2122/7002
42. Bebbington, M., Marzocchi, W. (2011). Stochastic models for earthquake triggering of volcanic eruptions. J. Geophys. Res., 116, B05204. 10.1029/2010JB008114. http://hdl.handle.net/2122/7293
43. Belardinelli, M. E., Bizzarri, A., Berrino, G., Ricciardi, G. P. (2011). A model for seismicity rates observed during the 1982–1984 unrest at Campi Flegrei caldera (Italy). Earth Planet. Sci. Lett., 302,3-4, 287-298. 10.1016/j.epsl.2010.12.015. http://hdl.handle.net/2122/6932
44. Bellafiore, D., Guarnieri, A., Grilli, F., Penna, P., Bortoluzzi, G., Giglio, F., Pinardi, N. (2011). Study of the hydrodynamical processes in the Boka Kotorska Bay with a finite element model. Dyn. Atmos. Oceans, 52,1-2, 298-321. 10.1016/j.dynatmoce.2011.03.005. http://hdl.handle.net/2122/7856
45. Belousov, A., Behncke, B., Belousova, M. (2011). Generation of pyroclastic flows by explosive interaction of lava flows with ice/water-saturated substrate. J. Volcanol. Geotherm. Res., 202,1-2, 60–72. 10.1016/j.jvolgeores.2011.01.004. http://hdl.handle.net/2122/7829
46. Bemis, K., Walker, J., Borgia, A., Turrin, B., Neri, M., Swisher III, C. (2011). The growth and erosion of cinder cones in Guatemala and El Salvador: Models and statistics. J. Volcanol. Geotherm. Res., 201, 39-52. 10.1016/j.jvolgeores.2010.11.007. http://hdl.handle.net/2122/7000

47. Benhamou, S., Sudre, J., Bourjea, J., Ciccione, S., De Santis, A., Luschi, P. (2011). The Role of Geomagnetic Cues in Green Turtle Open Sea Navigation. PLoS One, 6,10, e26672. 10.1371/journal.pone.0026672. http://hdl.handle.net/2122/7209
48. Bergamaschi, F., Cultrera, G., Luzi, L., Azzara, R. M., Ameri, G., Augliera, P., Bordoni, P., Cara, F., Cogliano, R., D'Alema, E., Di Giacomo, D., Di Giulio, G., Fodarella, A., Franceschina, G., Galadini, F., Gallipoli, M. R., Gori, S., Harabaglia, P., Ladina, C., Lovati, S. (2011). Evaluation of site effects in the Aterno river valley (Central Italy) from aftershocks of the 2009 L'Aquila earthquake. Bull. Earthq. Eng.,Special Issue 2011: L'Aquila Earthquake (2011), 697-715.http://hdl.handle.net/2122/6843
49. Berline, L., Stemman, L., Vichi, M., Lombard, F., Gorsky, G. (2011). Impact of appendicularians on detritus and export fluxes: a model approach at Dyfamed site. J. Plankton Res., 33,6, 855-872. 10.1093/plankt/fbq16. http://hdl.handle.net/2122/7625
50. Berrino, G., Yokoyama, I. (2011). Common geophysical characteristics of Campi Flegrei, Rabaul and Usu: Three volcanic events. Geofis. Int., 50,4, 411-424.http://hdl.handle.net/2122/7790
51. Bertagnini, A., Di Roberto, A., Pompilio, M. (2011). Paroxysmal activity at Stromboli: lessons from the past. Bull. Volcanol., 73,9, 1229-1243. 10.1007/s00445-011-0470-3. http://hdl.handle.net/2122/7451
52. Bertrand, E., Duval, A.M., Régnier, J., Azzara, R.M., Bergamaschi, F., Bordoni, P., Cara, F., Cultrera, G., Di Giulio, G., Milana, G., Salichon, J. (2011). Site effects of the Roio basin, L'Aquila. Bull. Earthq. Eng., 9,3, 809–823. 10.1007/s10518-011-9254-6. http://hdl.handle.net/2122/7371
53. Bestmann, M., Pennacchioni, G., Frank, G., Göken, M., de Wall, H. (2011). Pseudotachylyte in muscovite-bearing quartzite: Coseismic friction-induced melting and plastic deformation of quartz. J. Struct. Geol., 33,2, 169-186. 10.1016/j.jsg.2010.10.009. http://hdl.handle.net/2122/7820
54. Bianchi, C., Settimi, A., Scotto, C., Azzarone, A., Lozito, A. (2011). A method to test HF ray tracing algorithm in the ionosphere by means of the virtual time delay. Adv. Space Res., 48,10, 1600-1605. 10.1016/j.asr.2011.07.020. http://hdl.handle.net/2122/7136
55. Bianchini, G., Palchetti, L., Muscari, G., Fiorucci, I., Di Girolamo, P., Di Iorio, T. (2011). Water vapor sounding with the far infrared REFIR-PAD spectroradiometer from a high-altitude ground-based station during the ECOWAR campaign. J. Geophys. Res., 116, D02310. 10.1029/2010JD014530. http://hdl.handle.net/2122/6979
56. Billi, A., Faccenna, C., Bellier, O., Minelli, L., Neri, G., Piromallo, C., Presti, D., Scrocca, D., Serpelloni, E. (2011). Recent tectonic reorganization of the Nubia-Eurasia convergent boundary heading for the closure of the western Mediterranean. Bull. Soc. Geol. Fr., 182,4, 279-303. 10.2113/gssgfbull.182.4.279. http://hdl.handle.net/2122/6674
57. Bilotta, G., Russo, G., Herault, A., Del Negro, C. (2011). Moving least-squares corrections for smoothed particle hydrodynamics. Ann. Geophys., 54,5, 622-633. 10.4401/ag-5344. http://hdl.handle.net/2122/7602
58. Bilotta, G., Rustico, E., Herault, A., Vicari, A., Russo, G., Del Negro, C., Gallo, G. (2011). Porting and optimizing MAGFLOW on CUDA. Ann. Geophys., 54,5, 580-591. 10.4401/ag-5341. http://hdl.handle.net/2122/7603
59. Bindi, D., Luzi, L., Pacor, F., Paolucci, R. (2011). Identification of accelerometric stations in ITACA with distinctive features in their seismic response. Bull. Earthq. Eng., 9,6, 1921-1939. 10.1007/s10518-011-9271-5. http://hdl.handle.net/2122/7516
60. Bindi, D., Luzi, L., Parolai, S., Di Giacomo, D., Monachesi, G. (2011). Site effects observed in alluvial basins: the case of Norcia (Central Italy). Bull. Earthq. Eng., 9,6, 1941-1959. 10.1007/s10518-011-9273-3. http://hdl.handle.net/2122/7612
61. Bindi, D., Mayfield, M., Parolai, S., Tyagunov, S., Begaliev, U. T., Abdrakhmatov, K., Moldobekov, B., Zschau, J. (2011). Towards an improved seismic risk scenario for Bishkek, Kyrgyz Republic. Soil Dyn. Earthq. Eng., 31,3, 521-525. 10.1016/j.soildyn.2010.08.009. http://hdl.handle.net/2122/6515
62. Bindi, D., Pacor, F., Luzi, L., Puglia, R., Massa, M., Ameri, G., Paolucci, R. (2011). Ground motion prediction equations derived from the Italian Strong Motion Database. Bull. Earthq. Eng., 9,6, 1899-1920. 10.1007/s10518-011-9313-z. http://hdl.handle.net/2122/7515
63. Bindi, D., Parolai, S., Oth, A., Abdrakhmatov, K., Muraliev, A., Zschau, J. (2011). Intensity prediction equations for Central Asia. Geophys. J. Int., 187, 327–337. 10.1111/j.1365-246X.2011.05142.x. http://hdl.handle.net/2122/7844
64. Bindschadler, R., Choi, H., Wichlacz, A., Bingham, R., Bohlander, J., Brunt, K., Corr, H., Drews, R., Fricker, H., Hall, M., Hindmarsh, R., Kohler, J., Padman, L., Rack, W., Rotschky, G., Urbini, S., Vornberger, P., Young, N. (2011). Getting around Antarctica: new high-resolution mappings of the grounded and freely-floating boundaries of the Antarctic ice sheet created for the International Polar Year. Cryosphere, 5,3, 569-588. 10.5194/tc-5-569-2011. http://hdl.handle.net/2122/7248
65. Bisson, M., Piccinini, S., Zanchetta, G. (2011). A Multidisciplinary GIS-Based Approach for Mapping Paleoriver Migration: A Case Study of the Serchio River (Lucca Alluvial Plain, Tuscany). GISci. Remote Sens., 48,4, 566-582. 10.2747/1548-1603.48.4.566. http://hdl.handle.net/2122/7423
66. Bistacchi, A., Griffith, W. A., Smith, S., Di Toro, G., Jones, R., Nielsen, S. (2011). Fault roughness at seismogenic depths from LIDAR and photogrammetric analysis. Pure Appl. Geophys., 168, 2345-2363. 10.1007/s00024-011-0301-7. http://hdl.handle.net/2122/7638
67. Bizzarri, A. (2011). Dynamic seismic ruptures on melting fault zones. J. Geophys. Res., 116, B02310. 10.1029/2010JB007724. http://hdl.handle.net/2122/6941
68. Bizzarri, A. (2011). Temperature variations of constitutive parameters can significantly affect the fault dynamics. Earth Planet. Sci. Lett., 306, 272-278. 10.1016/j.epsl.2011.04.009. http://hdl.handle.net/2122/7010
69. Bizzarri, A. (2011). On the deterministic description of earthquakes. Rev. Geophys., 49, RG3002. 10.1029/2011RG000356. http://hdl.handle.net/2122/7085
70. Blanco Montenegro, I., Nicolosi, I., Pignatelli, A., García, A., Chiappini, M. (2011). New evidence about the structure and growth of ocean island volcanoes from aeromagnetic data: The case of Tenerife, Canary Islands. J. Geophys. Res., 116, B03102. 10.1029/2010JB007646. http://hdl.handle.net/2122/7736

71. Bohm, G., Luzi, L., Galadini, F. (2011). Tomographic depth seismic velocity model below the plain of Norcia (Italy) for site effect studies. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,2, 197-209. 10.4430/bgta0002. http://hdl.handle.net/2122/7617
72. Bonaccorso, A., Bonforte, A., Calvari, S., Del Negro, C., Di Grazia, G., Ganci, G., Neri, M., Vicari, A., Boschi, E. (2011). The initial phases of the 2008–2009 Mount Etna eruption: A multidisciplinary approach for hazard assessment. J. Geophys. Res., 116, B03203. 10.1029/2010JB007906. http://hdl.handle.net/2122/7009
73. Bonaccorso, A., Bonforte, A., Currenti, G., Del Negro, C., Di Stefano, A., Greco, F. (2011). Magma storage, eruptive activity and flank instability: inferences from ground deformation and gravity changes during the 1993-2000 recharging of mt. Etna volcano. J. Volcanol. Geotherm. Res., 200,3-4. http://hdl.handle.net/2122/6661
74. Bonaccorso, A., Caltabiano, T., Currenti, G., Del Negro, C., Gambino, S., Ganci, G., Giammanco, S., Greco, F., Pistorio, A., Salerno, G., Spampinato, S., Boschi, E. (2011). Dynamics of a lava fountain revealed by geophysical, geochemical and thermal satellite measurements: The case of the 10 April 2011 Mt Etna eruption. Geophys. Res. Lett., 38, L24307. 10.1029/2011GL049637. http://hdl.handle.net/2122/7285
75. Bonaccorso, A., Cannata, A., Corsaro, R. A., Di Grazia, G., Gambino, S., Greco, F., Miraglia, L., Pistorio, A. (2011). Multidisciplinary investigation on a lava fountain preceding a flank eruption: The 10 May 2008 Etna case. Geochem. Geophys. Geosyst., 12,7, Q07009. 10.1029/2010GC003480. http://hdl.handle.net/2122/7590
76. Bonadonna, C., Genco, R., Gouhier, M., Pistolesi, M., Cioni, R., Alfano, F., Hoskuldsson, A., Ripepe, M. (2011). Tephra sedimentation during the 2010 Eyjafjallajökull eruption (Iceland) from deposit, radar, and satellite observations. J. Geophys. Res., 116, B12202. 10.1029/2011JB008462. http://hdl.handle.net/2122/7456
77. Bonanno, A., Palano, M., Privitera, E., Gresta, S., Puglisi, G. (2011). Magma intrusion mechanisms and redistribution of seismogenic stress at Mt. Etna volcano (1997–1998). Terr. Nova, 23, 339-348. 10.1111/j.1365-3121.2011.01019.x. http://hdl.handle.net/2122/7295
78. Bonasia, R., Capra, L., Costa, A., Macedonio, G., Saucedo, R. (2011). Tephra fallout hazard assessment for a Plinian eruption scenario at Volcán de Colima (Mexico). J. Volcanol. Geotherm. Res., 203, 12-22. 10.1016/j.jvolgeores.2011.03.006. http://hdl.handle.net/2122/7230
79. Bonforte, A., Guglielmino, F., Coltelli, M., Ferretti, A., Puglisi, G. (2011). Structural assessment of Mount Etna volcano from Permanent Scatterers analysis. Geochem. Geophys. Geosyst., 12,2, Q02002. 10.1029/2010GC003213. http://hdl.handle.net/2122/7021
80. Bonini, L., Di Bucci, D., Toscani, G., Seno, S., Valensise, G. (2011). Reconciling deep seismogenic and shallow active faults through analogue modelling: the case of the Messina Straits (southern Italy). J. Geol. Soc., 168, 191-199. 10.1144/0016-76492010-055. http://hdl.handle.net/2122/6642
81. Bordoni, P., Haines, J., Milana, G., Marcucci, S., Cara, F., Di Giulio, G. (2011). Seismic response of L'Aquila downtown from comparison between 2D synthetics spectral ratios of SH, P-SV and Rayleigh waves and observations of the 2009 earthquake sequence. Bull. Earthq. Eng., 9,3, 761-781. 10.1007/s10518-011-9247-5. http://hdl.handle.net/2122/7391
82. Bragato, P., Di Bartolomeo, P., Pesaresi, D., Plasencia Linares, M. P., Saraò, A. (2011). Acquiring, archiving, analyzing and exchanging seismic data in real time at the Seismological Research Center of the OGS in Italy. Ann. Geophys., 54,1, 67-75. 10.4401/ag-4958. http://hdl.handle.net/2122/7667
83. Bragato, P. L., Sugan, M., Augliera, P., Massa, M., Vuan, A., Saraò, A. (2011). Moho reflection effects in the Po plain (Northern Italy) observed from instrumental and intensity data. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101, 2142-2152. 10.1785/0120100257. http://hdl.handle.net/2122/7368
84. Branca, S., Coltelli, M., Groppelli, G., Lentini, F. (2011). Geological map of Etna volcano, 1:50,000 scale. It. J. Geosc., 130,3, 265-291. 10.3301/IJG.2011.15. http://hdl.handle.net/2122/7297
85. Branca, S., Coltelli, M., Groppelli, G. (2011). Geological evolution of a complex basaltic stratovolcano:. It. J. Geosc., 130,3, 306-317. 10.3301/IJG.2011.13. http://hdl.handle.net/2122/7298
86. Brancato, A., Gresta, S., Alparone, S., Andronico, D., Bonforte, A., Caltabiano, T., Cocina, O., Corsaro, R. A., Cristofolini, R., Di Grazia, G., Distefano, G., Ferlito, C., Gambino, S., Giammanco, S., Greco, F., Napoli, R., Sandri, L., Selva, J., Tusa, G., Viccaro, M. (2011). Application of BET_EF to Mount Etna: a retrospective analysis (years 2001-2005). Ann. Geophys., 54,5, 642-661. 10.4401/ag-5346. http://hdl.handle.net/2122/7473
87. Bruno, P. P. G., Pazzaglia, F. J., Picotti, V. (2011). Evidence for active folding and faulting at the northern Apennines mountain front near Bologna, Italy from high resolution seismic reflection profiling. Geophys. Res. Lett., 38, L16302. 10.1029/2011GL047828. http://hdl.handle.net/2122/7816
88. Buttinelli, M., Procesi, M., Cantucci, B., Quattrocchi, F., Boschi, E. (2011). The geo-database of caprock quality and deep saline aquifers distribution for geological storage of CO2 in Italy. Energy, 36, 2968-2983. 10.1016/j.energy.2011.02.041. http://hdl.handle.net/2122/7332
89. Calabrese, S., Aiuppa, A., Allard, P., Bagnato, E., Bellomo, S., Brusca, L., D'Alessandro, W., Parello, F. (2011). Atmospheric sources and sinks of volcanogenic elements in a basaltic volcano (Etna, Italy). Geochim. Cosmochim. Acta, 75,23, 7401-7425. 10.1016/j.gca.2011.09.040. http://hdl.handle.net/2122/7189
90. Caliro, S., Chiodini, G., Avino, R., Minopoli, C., Bocchino, B. (2011). Long time-series of chemical and isotopic compositions of Vesuvius fumaroles: evidence for deep and shallow processes. Ann. Geophys., 54,2, 137-149. 10.4401/ag-5034. http://hdl.handle.net/2122/7212
91. Callegari, A. M., Boiocchi, M., Bellatreccia, F., Caprilli, E., Medenbach, O., Cavallo, A. (2011). Capranicaite, (K,square)(Ca,Na)Al(4)B(4)Si(2)O(18): a new inosilicate from Capranica, Italy, with a peculiar topology of the periodic single chain [Si(2)O(6)]. Mineral. Mag., 75,1, 33-43. 10.1180/minmag.2011.075.1.33. http://hdl.handle.net/2122/7597
92. Calvari, S., Branca, S., Corsaro, R. A., De Beni, E., Miraglia, L., Norini, G., Wijbrans, J., Boschi, E. (2011). Reconstruction of the eruptive activity on the NE sector of Stromboli volcano: timing of flank eruptions since 15 ka. Bull. Volcanol., 73, 101-112. 10.1007/s00445-010-0412-5. http://hdl.handle.net/2122/6608
93. Calvari, S., Salerno, G. G., Spampinato, L., Gouhier, M., La Spina, A., Pecora, E., Harris, A. J. L., Labazuy, P.,

Biale, E., Boschi, E. (2011). An unloading foam model to constrain Etna's 11–13 January 2011 lava fountaining episode. J. Geophys. Res., 116, B11207. 10.1029/2011JB008407. http://hdl.handle.net/2122/7198
94. Calvari, S., Spampinato, L., Bonaccorso, A., Oppenheimer, C., Rivalta, E., Boschi, E. (2011). Lava effusion – a slow fuse for paroxysms at Stromboli volcano?. Earth Planet. Sci. Lett., 301, 317-323. 10.1016/j.epsl.2010.11.015. http://hdl.handle.net/2122/6489
95. Calvari, S., Tanner, L. H. (2011). The Miocene Costa Giardini diatreme, Iblean Mountains, southern Italy: Model for maar-diatreme formation on a submerged carbonate platform. Bull. Volcanol., 73, 557–576. 10.1007/s00445-010-0436-x. http://hdl.handle.net/2122/7081
96. Camacho, A. G., González, P. J., Fernández, J., Berrino, G. (2011). Simultaneous inversion of surface deformation and gravity changes by means of extended bodies with a free geometry: Application to deforming calderas. J. Geophys. Res., 116, B10401. 10.1029/2010JB008165, 2011. http://hdl.handle.net/2122/7151
97. Camassi, R., Caracciolo, C. H., Castelli, V., Slejko, Dario, (2011). The 1511 Eastern Alps earthquakes: a critical update and comparison of existing macroseismic datasets. J. Seismol., 15, 191–213. 10.1007/s10950-010-9220-9. http://hdl.handle.net/2122/7797
98. Cannata, A., Montalto, P., Aliotta, M., Cassisi, C., Pulvirenti, A., Privitera, E., Patanè, D. (2011). Clustering and classification of infrasonic events atMount Etna using pattern recognition techniques. Geophys. J. Int., 185, 253-264. 10.1111/j.1365-246X.2011.04951.x. http://hdl.handle.net/2122/7213
99. Cannata, A., Sciotto, M., Spampinato, L., Spina, L. (2011). Insights into explosive activity at closely-spaced eruptive vents using infrasound signals: Example of Mt. Etna 2008 eruption. J. Volcanol. Geotherm. Res., 208, 1-11. 10.1016/j.jvolgeores.2011.09.003. http://hdl.handle.net/2122/7215
100. Cannelli, V., Melini, D., Devoti, R., Piersanti, A. (2011). Using publicly available GPS solutions for fast estimations of first-order source details from coseismic deformations. Ann. Geophys., 54, 454-461. 10.4401/ag-4885. http://hdl.handle.net/2122/7128
101. Capitelli, F, Chita, G., Cavallo, A., Bellatreccia, F., Della Ventura, G. (2011). Crystal structure of Whiteite-(CaFeMg) from Crosscut Creek, Canada. Z. Kristall., 226, 731-738. 10.1524/zkri.2011.1393. http://hdl.handle.net/2122/7606
102. Caporali, A., Barba, S., Carafa, M. M. C., Devoti, R., Pietrantonio, G., Riguzzi, F. (2011). Static stress drop as determined from geodetic strain rates and statistical seismicity. J. Geophys. Res., 116, B02410. 10.1029/2010JB007671. http://hdl.handle.net/2122/7855
103. Cappello, A., Vicari, A., Del Negro, C. (2011). Retrospective validation of a lava flow hazard map for Mount Etna volcano. Ann. Geophys., 54,5, 634-640. 10.4401/ag-5345. http://hdl.handle.net/2122/7598
104. Cappello, A., Vicari, A., Del Negro, C. (2011). Assessment and modeling of lava flow hazard on Mt. Etna volcano. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,2, 299-308. 10.4430/bgta0003. http://hdl.handle.net/2122/7697
105. Capraro, L., Massari, F., Rio, D., Fornaciari, E., Backman, J., Channell, J. E. T., Macrì, P., Prosser, G., Speranza, F. (2011). Chronology of the Lower-Middle Pleistocene succession of the south-western part of the Crotone Basin (Calabria, Southern Italy). Quat. Sci. Rev., 30,9-10, 1185-1200. 10.1016/j.quascirev.2011.02.008. http://hdl.handle.net/2122/7031
106. Cara, F., Di Giulio, G., Cavinato, G. P., Famiani, D., Milana, G. (2011). Seismic characterization and monitoring of Fucino Basin (Central Italy). Bull. Earthq. Eng., 9,6.10.1007/s10518-011-9282-2. http://hdl.handle.net/2122/7029
107. Carafa, M. M. C., Barba, S. (2011). Determining rheology from deformation data: The case of central Italy. Tectonics, 30, TC2003. 10.1029/2010TC002680. http://hdl.handle.net/2122/7802
108. Carapezza, M. L., Barberi, F., Ranaldi, M., Ricci, T., Tarchini, L. (2011). Diffuse CO2 soil degassing and CO2 and H2S air concentration and related hazard at Vulcano Island (Aeolian arc, Italy). J. Volcanol. Geotherm. Res., 207,3-4, 130-144. 10.1016/j.jvolgeores.2011.06.010. http://hdl.handle.net/2122/7415
109. Carlino, S., Somma, R., Troise, C., De Natale, G. (2011). The geothermal exploration of Campanian volcanoes: Historical review and future development. Renew. Sust. Energ. Rev., 16,1, 1004-1030. 10.1016/j.rser.2011.09.023. http://hdl.handle.net/2122/7264
110. Carveni, P., Mele, G., Benfatto, S., Imposa, S., Salleo Puntillo, M. (2011). Chronicle of the 1865, NE flank eruption of Mt. Etna and geomorphologic survey of the Mts. Sartorius area. Bull. Volcanol., 73,9, 1155-1162. 10.1007/s00445-011-0497-5. http://hdl.handle.net/2122/7172
111. Carveni, P., Mele, G., Benfatto, S., Imposa, S., Salleo Puntillo, M. (2011). Lava trees and tree molds ("cannon stones") of Mt. Etna. Bull. Volcanol., 73, 633–638. 10.1007/s00445-011-0446-3. http://hdl.handle.net/2122/7174
112. Cas, R., Giordano, G., Balsamo, F., Esposito, A., Lo Mastro, S. (2011). Hydrothermal Breccia Textures and Processes: Lisca Bianca Islet, Panarea Volcano, Aeolian Islands, Italy. Econ. Geol., 106,3, 437-450.http://hdl.handle.net/2122/7846
113. Cattadori, M., Florindo, F., Rack, F. (2011). Short- and long-term effects in the school system of a research immersion experience for science educators: An example from ANDRILL (Antarctic Geological Drilling). Geosphere, 7,6, 1331-1339. 10.1130/GES00678.1. http://hdl.handle.net/2122/7526
114. Cherchi, A., Alessandri, A., Masina, S., Navarra, A. (2011). Effects of increased CO2 levels on monsoons. Clim. Dyn., 37, 83-101. 10.1007/s00382-010-0801-7. http://hdl.handle.net/2122/7061
115. Chiarabba, C., De Gori, P., Amato, A. (2011). Do earthquake storms repeat in the Apennines of Italy?. Terr. Nova, 23,5, 300–306. 10.1111/j.1365-3121.2011.01013.x. http://hdl.handle.net/2122/7806
116. Chiaraluce, L., Chiarabba, C., De Gori, P., Di Stefano, R., Improta, L., Piccinini, D., Schlagenhauf, A., Traversa, P., Valoroso, L., Voisin, C. (2011). The 2009 L'Aquila (central Italy) seismic sequence. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,3, 367-387. 10.4430/bgta0019. http://hdl.handle.net/2122/7780
117. Chiaraluce, L., Valoroso, L., Piccinini, D., Di Stefano, R., De Gori, P. (2011). The anatomy of the 2009 L'Aquila normal fault system (central Italy) imaged by high resolution foreshock and aftershock locations. J. Geophys. Res., 116, B12311. 10.1029/2011JB008352. http://hdl.handle.net/2122/7404
118. Chini, M., Cinti, F. R., Stramondo, S. (2011). Co-seismic surface effects from very high resolution panchromatic

images: the case of the 2005 Kashmir (Pakistan) earthquake. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 931–943. 10.5194/nhess-11-931-2011. http://hdl.handle.net/2122/6980
119. Chiocci, F. L., Coltelli, M., Bosman, A., Cavallaro, D. (2011). Continental margin large-scale instability controlling the flank sliding of Etna volcano. Earth Planet. Sci. Lett., 305, 57–64. 10.1016/j.epsl.2011.02.040. http://hdl.handle.net/2122/7796
120. Chiodini, G., Avino, R., Caliro, S., Minopoli, C. (2011). Temperature and pressure gas geoindicators at the Solfatara fumaroles (Campi Flegrei). Ann. Geophys., 54,2, 151-160. 10.4401/ag-5002. http://hdl.handle.net/2122/7211
121. Chiodini, G., Caliro, S., Aiuppa, A., Avino, R., Granieri, D., Moretti, R., Parello, F. (2011). First 13C/12C isotopic characterisation of volcanic plume CO2. Bull. Volcanol., 73,5, 531-542. 10.1007/s00445-010-0423-2. http://hdl.handle.net/2122/7142
122. Chiodini, G., Caliro, S., Cardellini, C., Frondini, F., Inguaggiato, S., Matteucci, F. (2011). Geochemical evidence for and characterization of CO2 rich gas sources in the epicentral area of the Abruzzo 2009 earthquakes. Earth Planet. Sci. Lett., 304, 389–398. 10.1016/j.epsl.2011.02.016. http://hdl.handle.net/2122/7039
123. Ciaramella, A., De Lauro, E., Falanga, M., Petrosino, S. (2011). Automatic detection of long-period events at Campi Flegrei Caldera (Italy). Geophys. Res. Lett., 38, 5. 10.1029/2011GL049065. http://hdl.handle.net/2122/7127
124. Cicchino, A. M. P., Zanella, E., De Astis, G., Lanza, R., Lucchi, F., Tranne, C. A., Airoldi, G., Mana, S. (2011). Rock magnetism and compositional investigation of Brown Tuffs deposits at Lipari and Vulcano (Aeolian Islands — Italy). J. Volcanol. Geotherm. Res., 208, 23-38. 10.1016/j.jvolgeores.2011.08.007. http://hdl.handle.net/2122/7424
125. Cimarelli, C., Costa, A., Mueller, S., Mader, H. M. (2011). Rheology of magmas with bimodal crystal size and shape distributions: Insights from analog experiments. Geochem. Geophys. Geosyst., 12,7, Q07024. 10.1029/2011GC003606. http://hdl.handle.net/2122/7599
126. Cinti, D., Procesi, M., Tassi, F., Montegrossi, G., Sciarra, A., Vaselli, O., Quattrocchi, F. (2011). Fluid geochemistry and geothermometry in the western sector of the Sabatini Volcanic District and the Tolfa Mountains (Central Italy). Chem. Geol., 160-181. 10.1016/j.chemgeo.2011.02.017. http://hdl.handle.net/2122/6968
127. Cinti, F. R., Pantosti, D., De Martini, P. M., Pucci, S., Civico, R., Pierdominici, S., Cucci, L., Brunori, C. A., Pinzi, S., Patera, A. (2011). Evidence for surface faulting events along the Paganica fault prior to the 6 April 2009 L'Aquila earthquake (central Italy). J. Geophys. Res., 116, B07308. 10.1029/2010JB007988. http://hdl.handle.net/2122/7079
128. Cioni, R., Bertagnini, A., Andronico, D., Cole, P. D., Mundula, F. (2011). The 512 AD eruption of Vesuvius: complex dynamics of a small scale subplinian event. Bull. Volcanol., 73,7, 789-810. 10.1007/s00445-011-0454-3. http://hdl.handle.net/2122/7417
129. Colleoni, F., Liakka, J., Krinner, G., Jakobsson, M., Masina, S., Peyaud, V. (2011). The sensitivity of the Late Saalian (140 ka) and LGM (21 ka) Eurasian ice sheets to sea surface conditions. Clim. Dyn., 37, 531-553. 10.1007/s00382-010-0870-7. http://hdl.handle.net/2122/7742
130. Collettini, C. (2011). The mechanical paradox of low-angle normal faults: Current understanding and open questions. Tectonophysics, 510, 253-268. 10.1016/j.tecto.2011.07.015. http://hdl.handle.net/2122/7782
131. Colonese, A. C., Zanchetta, G., Drysdale, R. N., Fallick, A. E., Manganelli, G., Lo Vetro, D., Martini, F., Di Giuseppe, Z. (2011). Stable isotope composition of Late Pleistocene-Holocene Eobania vermiculata (Müller, 1774) (Pulmonata, Stylommatophora) shells from the Central Mediterranean basin: Data from Grotta d'Oriente (Favignana, Sicily). Quat. Sci. Rev., 244, 76-87. 10.1016/j.quaint.2011.04.035. http://hdl.handle.net/2122/7474
132. Consolini, G., De Michelis, P. (2011). Rank ordering multifractal analysis of the auroral electrojet index. Nonlinear Process Geophys., 18,3, 277-285. 10.5194/npg-18-277-2011. http://hdl.handle.net/2122/7165
133. Consolini, G., De Michelis, P. (2011). Relative ordering in the radial evolution of solar wind turbulence: the S-Theorem approach. Ann. Geophys. GER, 29,Special Issue, 2317-2326. 10.5194/angeo-29-2317-2011. http://hdl.handle.net/2122/7310
134. Convertito, V., Zollo, A. (2011). Assessment of pre-crisis and syn-crisis seismic hazard at Campi Flegrei and Mt. Vesuvius volcanoes, Campania, southern Italy. Bull. Volcanol., 73, 767–783. 10.1007/s00445-011-0455-2. http://hdl.handle.net/2122/7771
135. Coppini, G., De Dominicis, M., Zodiatis, G., Lardner, R., Pinardi, N., Santoleri, R., Colella, S., Bignami, F., Hayes, D. R., Soloviev, D., Georgiou, G., Kallos, G. (2011). Hindcast of oil-spill pollution during the Lebanon crisis in the Eastern Mediterranean, July–August 2006. Mar. Pollut. Bull., 62,1, 140–153. 10.1016/j.marpolbul.2010.08.021. http://hdl.handle.net/2122/7842
136. Corradini, S., Merucci, L., Folch, A. (2011). Volcanic Ash Cloud Properties: Comparison Between MODIS Satellite Retrievals and FALL3D Transport Model. IEEE Geosci. Remote Sens. Lett., 8,2, 248-252. 10.1109/LGRS.2010.2064156. http://hdl.handle.net/2122/7805
137. Costa, A., Gottsmann, J., Melnik, O., Sparks, R. S. J. (2011). A stress-controlled mechanism for the intensity of very large magnitude explosive eruptions. Earth Planet. Sci. Lett., 310, 161-166. 10.1016/j.epsl.2011.07.024. http://hdl.handle.net/2122/7592
138. Cucci, L., Tertulliani, A. (2011). Clues for a Relation between Rotational Effects Induced by the 2009 Mw 6.3 L'Aquila (Central Italy) Earthquake and Site and Source Effects. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101,3, 1109-1120. 10.1785/0120100264. http://hdl.handle.net/2122/7781
139. Cuffaro, M., Riguzzi, F., Scrocca, D., Doglioni, C. (2011). Coexisting tectonic settings: the example of the southern Tyrrhenian Sea. Int. J. Earth Sci., 100,8, 1915-1924. 10.1007/s00531-010-0625-z. http://hdl.handle.net/2122/7405
140. Cultrera, G., Mucciarelli, M., Parolai, S. (2011). The L'Aquila earthquake—A view of site effects and building behavior from temporary networks. Bull. Earthq. Eng., 9, 691-695. 10.1007/s10518-011-9270-6. http://hdl.handle.net/2122/7779
141. Currenti, G., Napoli, R., Del Negro, C. (2011). Toward a realistic deformation model of the 2008 magmatic intrusion at Etna from combined DInSAR and GPS observations. Earth Planet. Sci. Lett., 312, 22-27. 10.1016/j.epsl.2011.09.058. http://hdl.handle.net/2122/7572

142. Currenti, G., Napoli, R., Di Stefano, A., Greco, F., Del Negro, C. (2011). 3D integrated geophysical modeling for the 2008 magma intrusion at Etna: Constraints on rheology and dike overpressure. Phys. Earth Planet. Inter., 185, 44-52. 10.1016/j.pepi.2011.01.002. http://hdl.handle.net/2122/7574
143. Cusano, P., Bobbio, A., Festa, G., Petrosino, S., Rombetto, S. (2011). Analysis of seismic noise to check the mechanical isolation. Ann. Geophys., 54,3, 223-233. 10.4401/ag-4774. http://hdl.handle.net/2122/7070
144. D'Auria, L., Giudicepietro, F., Aquino, I., Borriello, G., Del Gaudio, C., Lo Bascio, D., Martini, M., Ricciardi, G. P., Ricciolino, P., Ricco, C. (2011). Repeated fluid-transfer episodes as a mechanism for the recent dynamics of Campi Flegrei caldera (1989–2010). J. Geophys. Res., 116, B04313. 10.1029/2010JB007837. http://hdl.handle.net/2122/7202
145. D'Oriano, C., Bertagnini, A., Pompilio, M. (2011). Ash erupted during normal activity at Stromboli (Aeolian Islands, Italy) raises questions on how the feeding system works. Bull. Volcanol., 73,5, 471-477. 10.1007/s00445-010-0425-0. http://hdl.handle.net/2122/7483
146. D'Agostino, N., D'Anastasio, E., Gervasi, A., Guerra, I., Nedimovic, M. R., Seeber, L., Steckler, M. (2011). Forearc extension and slow rollback of the Calabrian Arc from GPS measurements. Geophys. Res. Lett., 38, L17304. 10.1029/2011GL048270. http://hdl.handle.net/2122/7100
147. D'Agostino, N., Mantenuto, S., D'Anastasio, E., Giuliani, R., Mattome, M., Calcaterra, S., Gambino, P., Bonci, L. (2011). Evidence for localized active extension in the central Apennines (Italy) from global positioning system observations. Geology, 39,4, 291-294. 10.1130/G31796.1. http://hdl.handle.net/2122/7049
148. Dal Negro, C., Gresta, S. (2011). The lava flow invasion hazard map at Mount Etna and methods for its dynamic update. Ann. Geophys., 54,5, 462-463. 10.4401/ag-5517. http://hdl.handle.net/2122/7793
149. D'Alessandro, A., Luzio, D., D'Anna, G., Mangano, G. (2011). Seismic Network Evaluation through Simulation: An Application to the Italian National Seismic Network. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101,3, 1213-1232. 10.1785/0120100066. http://hdl.handle.net/2122/7137
150. D'Alessandro, A., Papanastassiou, D., Baskoutas, I. (2011). Hellenic Unified Seismological Network: an evaluation of its performance through SNES method. Geophys. J. Int., 185, 1417-1430. 10.1111/j.1365-246X.2011.05018.x. http://hdl.handle.net/2122/7138
151. D'Alessandro, W., Bellomo, S., Bonfanti, P., Brusca, L., Longo, M. (2011). Salinity variations in the water resources fed by the Etnean volcanic aquifers (Sicily, Italy): natural vs. anthropogenic causes. Environ. Monit. Assess., 173,1, 431-446. 10.1007/s10661-010-1397-4. http://hdl.handle.net/2122/6556
152. D'Alessandro, W., Brusca, L., Kyriakopoulos, K., Martelli, M., Michas, G., Papadakis, G., Salerno, F. (2011). Diffuse hydrothermal methane output and evidence of methanotrophic activity within the soils at Sousaki (Greece). Geofluids, 11, 97–107. 10.1111/j.1468-8123.2010.00322.x. http://hdl.handle.net/2122/6935
153. Dallai, L., Cioni, R., Boschi, C., D'Oriano, C. (2011). Carbonate-derived CO2 purging magma at depth: Influence on the eruptive activity of Somma-Vesuvius, Italy. Earth Planet. Sci. Lett., 310,1-2, 84-95. 10.1016/j.epsl.2011.07.013. http://hdl.handle.net/2122/7573
154. D'Amico, S., Orecchio, B., Presti, D., Gervasi, A., Zhu, L., Guerra, I., Neri, G., Herrmann, R. B. (2011). Testing the stability of moment tensor solutions for small earthquakes in the Calabro-Peloritan Arc region (southern Italy). Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,2, 283-298. 10.4430/bgta0009. http://hdl.handle.net/2122/7798
155. Danecek, P., Stich, D., Morelli, A. (2011). Images of the Iberian lithosphere from one local earthquake. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101, 881-887. 10.1785/0120100160. http://hdl.handle.net/2122/7688
156. D'Antonio, M. (2011). Lithology of the basement underlying the Campi Flegrei caldera: Volcanological and petrological constraints. J. Volcanol. Geotherm. Res., 200, 91–98. 10.1016/j.jvolgeores.2010.12.006. http://hdl.handle.net/2122/7832
157. De Barros, L., Lokmer, I., Bean, C. J., O'Brien, G. S., Saccorotti, G., Métaxian, J.-P., Zuccarello, L., Patanè, D. (2011). Source mechanism of long-period events recorded by a high-density seismic network during the 2008 eruption on Mount Etna. J. Geophys. Res., 116, B01304. 10.1029/2010JB007629. http://hdl.handle.net/2122/7575
158. De Beni, E., Branca, S., Coltelli, M., Groppelli, G., Wijbrans, J. R. (2011). 40Ar/39Ar isotopic dating of Etna volcanic succession. It. J. Geosc., 130,3, 292-305. 10.3301/IJG.2011.14. http://hdl.handle.net/2122/7299
159. De Gori, P., Chiarabba, C., Giampiccolo, E., Arevalo, C.-M., Patanè, D. (2011). Body wave attenuation heralds incoming eruptions at Mount Etna. Geology, 39, 503-506. 10.1130/G31993.1. http://hdl.handle.net/2122/7291
160. De Gregorio, S., Camarda, M., Longo, M., Cappuzzo, S., Giudice, G., Gurrieri, S. (2011). Long-term continuous monitoring of the dissolved CO2 performed by using a new device in groundwater of the Mt. Etna (southern Italy). Water Res., 45,9, 3005-3011. 10.1016/j.watres.2011.03.028. http://hdl.handle.net/2122/6977
161. De Martino, S., Falanga, M., Palo, P., Montalto, P., Patanè, Domenico, (2011). Statistical analysis of the volcano seismicity during the 2007 crisis. J. Geophys. Res., 116, B09312. 10.1029/2010JB007503. http://hdl.handle.net/2122/7426
162. De Martino, S., Palo, M., Cimini, G. B. (2011). A statistical study of the Stromboli volcano explosion quakes before and during 2002-2003 eruptive crisis. J. Geophys. Res., 116, B04303. 10.1029/2010JB008047. http://hdl.handle.net/2122/7333
163. De Michelis, P., Consolini, G., Materassi, M., Tozzi, R. (2011). An information theory approach to the storm-substorm relationship. J. Geophys. Res., 116, A08225. 10.1029/2011JA016535. http://hdl.handle.net/2122/7166
164. De Natale, G., Crippa, B., Troise, C., Pingue, F. (2011). Abruzzo, Italy, Earthquakes of April 2009: Heterogeneous Fault-Slip Models and Stress Transfer from Accurate Inversion of ENVISAT-InSAR Data. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101,5, 2340–2354. 10.1785/0120100220. http://hdl.handle.net/2122/7766
165. De Paola, N., Chiodini, G., Hirose, T., Cardellini, C., Caliro, S., Shimamoto, T. (2011). The geochemical signature caused by earthquake propagation in carbonate-hosted faults. Earth Planet. Sci. Lett., 310, 225-232. 10.1016/j.epsl.2011.09.001. http://hdl.handle.net/2122/7237
166. De Paola, N., Hirose, T., Mitchell, T., Di Toro, G., Viti, C., Shimamoto, T. (2011). Fault lubrication and earthquake

propagation in thermally unstable rocks. Geology, 39, 35-38. 10.1130/G31398.1. http://hdl.handle.net/2122/7644
167. De Santis, A., Cianchini, G., Favali, P., Beranzoli, L., Boschi, E. (2011). The Gutenberg–Richter Law and Entropy of Earthquakes: Two Case Studies in Central Italy. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101,3, 1386-1395. 10.1785/0120090390. http://hdl.handle.net/2122/7260
168. De Santis, A., Qamili, E., Cianchini, G. (2011). Ergodicity of the recent geomagnetic field. Phys. Earth Planet. Inter., 186,3-4, 103-110. 10.1016/j.pepi.2011.04.008. http://hdl.handle.net/2122/7035
169. De Siena, L., Del Pezzo, E., Bianco, F. (2011). A scattering image of Campi Flegrei from the autocorrelation functions of velocity tomograms. Geophys. J. Int., 184, 1304-1310. 10.1111/j.1365-246X.2010.04911.x GJI. http://hdl.handle.net/2122/7036
170. Del Pezzo, E., Bianco, F., Marzorati, S., Augliera, P., D'Alema, E., Massa, M. (2011). Depth-dependent intrinsic and scattering seismic attenuation in north central Italy. Geophys. J. Int., 186,1.10.1111/j.1365-246X.2011.05053.x. http://hdl.handle.net/2122/7025
171. Dell'Acqua, F., Bignami, C., Chini, M., Lisini, G., Polli, D., Stramondo, S. (2011). Earthquake rapid mapping by satellite remote sensing data: L'Aquila April 6th, 2009 event. IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Observ. Remote Sens., 4,4, 935-943. 10.1109/JSTARS.2011.2162721. http://hdl.handle.net/2122/7431
172. Dellino, P., De Astis, G., La Volpe, L., Mele, D., Sulpizio, R. (2011). Quantitative hazard assessment of phreatomagmatic eruptions at Vulcano (Aeolian Islands, Southern Italy) as obtained by combining stratigraphy, event statistics and physical modelling. J. Volcanol. Geotherm. Res., 201,1-4, 364-384. 10.1016/j.jvolgeores.2010.06.009. http://hdl.handle.net/2122/7828
173. Dessa, J.-X., Simon, S., Lelievre, M., Beslier, M.-O., Deschamps, A., Bethoux, N., Solarino, S., Sage, F., Eva, E., Ferretti, G., Bellier, O., Eva, C. (2011). The GROSMarin experiment: three dimensional crustal structure of the North Ligurian margin from refraction tomography and preliminary analysis of microseismic measurements. Bull. Soc. Geol. Fr., 182,4, 305-321.http://hdl.handle.net/2122/7144
174. Devoti, R., Esposito, A., Pietrantonio, G., Pisani, A. R., Riguzzi, F. (2011). Evidence of large scale deformation patterns from GPS data in the Italian subduction boundary. Earth Planet. Sci. Lett., 311,3-4, 230-241. 10.1016/j.epsl.2011.09.034. http://hdl.handle.net/2122/7201
175. Di Bucci, D., Caputo, R., Mastronuzzi, G., Fracassi, U., Selleri, G., Sansò, P. (2011). Quantitative analysis of extensional joints in the southern Adriatic foreland (Italy), and the active tectonics of the Apulia region. J. Geodyn., 51, 141-155. 10.1016/j.jog.2010.01.012. http://hdl.handle.net/2122/7709
176. Di Bucci, D., Vannoli, P., Burrato, P., Fracassi, U., Valensise, G. (2011). Reply to: Comment on 'Insights from the Mw 6.3, 2009 L'Aquila earthquake (central Apennines) - Unveiling new seismogenic sources through their surface signatures: the adjacent San Pio Fault'. Terr. Nova, 421-423.http://hdl.handle.net/2122/7090
177. Di Bucci, D., Vannoli, P., Burrato, P., Fracassi, U., Valensise, G. (2011). Insights from the Mw 6.3, 2009 L?Aquila earthquake (central Apennines) - Unveiling new seismogenic sources through their surface signatures: the adjacent San Pio Fault. Terr. Nova, 23,2, Pages: 108–115. 10.1111/j.1365-3121.2011.00990.x. http://hdl.handle.net/2122/7099
178. Di Capua, G., Lanzo, G., Pessina, V., Peppoloni, S., Scasserra, G. (2011). The recording stations of the Italian strong motion network: geological information and site classification. Bull. Earthq. Eng., 9,6, 1779-1796. 10.1007/s10518-011-9326-7. http://hdl.handle.net/2122/7345
179. Di Giacomo, D., Bindi, D., Parolai, S., Oth, A. (2011). Residual analysis of teleseismic P-wave energy magnitude estimates: inter- and intrastation variability. Geophys. J. Int., 185,3, 1444-1454. 10.1111/j.1365-246X.2011.05019.x. http://hdl.handle.net/2122/7837
180. Di Giulio, G., Marzorati, S., Bergamaschi, F., Bordoni, P., Cara, F., D'Alema, E., Ladina, C., Massa, M. (2011). Local variability of the ground shaking during the 2009 L'Aquila earthquake (April 6, 2009—Mw 6.3): the case study of Onna and Monticchio villages. Bull. Earthq. Eng., 3,9, 783-807. 10.1007/s10518-011-9243-9. http://hdl.handle.net/2122/7392
181. Di Lorenzo, C., Palangio, P., Santarato, G., Meloni, A., Villante, U., Santarelli, L. (2011). Non-inductive components of electromagnetic signals associated with L'Aquila earthquake sequences estimated by means of inter-station impulse response functions. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11,4, 1047-1055. 10.5194/nhess-11-1047-2011. http://hdl.handle.net/2122/7163
182. Di Luccio, F., Pino, N. A. (2011). Elementary seismological analysis applied to the April 6, 2009 L'Aquila mainshock and its larger aftershock. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,3, 389-406. 10.4430/bgta0030. http://hdl.handle.net/2122/7390
183. Di Mauro, D., Alfonsi, L., Sapia, V., Nigro, L., Marchetti, M. (2011). First Field Magnetometer Investigation at the Phoenician Island of Mozia (Trapani), Northwestern Sicily: Preliminary Results. Archaeol. Prospect., 18,3, 215-222. 10.1002/arp 417. http://hdl.handle.net/2122/7156
184. Di Napoli, R., Martorana, R., Orsi, G., Aiuppa, A., Camarda, M., De Gregorio, S., Gagliano Candela, E., Luzio, D., Messina, N., Pecoraino, G., Bitetto, M., De Vita, S., Valenza, M. (2011). The structure of a hydrothermal system from an integrated geochemical, geophysical, and geological approach: The Ischia Island case study. Geochem. Geophys. Geosyst., 12,7, Q07017. 10.1029/2010GC003476. http://hdl.handle.net/2122/7157
185. Di Renzo, V., Arienzo, I., Civetta, L., D'Antonio, M., Tonarini, S., Di Vito, M. A., Orsi, G. (2011). The magmatic feeding system of the Campi Flegrei caldera: Architecture and temporal evolution. Chem. Geol., 281, 227-241. 10.1016/j.chemgeo.2010.12.010. http://hdl.handle.net/2122/7208
186. Di Stefano, A., Verducci, M., Cascella, A., Iaccarino, S. M. (2011). Calcareous plankton events at the Early/Middle Miocene transition of DSDP Hole 608: comparison with Mediterranean successions for definition of the Langhian GSSP. Stratigraphy, 8,2-3, xxx-xxx.http://hdl.handle.net/2122/7637
187. Di Stefano, R., Bianchi, I., Ciaccio, M. G., Carrara, G., Kissling, E. (2011). Three-dimensional Moho topography in Italy: New constraints from receiver functions and controlled source seismology. Geochem. Geophys. Geosyst., 12,

Q09006. 10.1029/2011GC003649. http://hdl.handle.net/2122/7696
188. Di Stefano, R., Chiarabba, C., Chiaraluce, L., Cocco, M., De Gori, P., Piccinini, D., Valoroso, L. (2011). Fault zone properties affecting the rupture evolution of the 2009 (Mw 6.1) L'Aquila earthquake (central Italy): Insights from seismic tomography. Geophys. Res. Lett., 38, L10310. 10.1029/2011GL047365. http://hdl.handle.net/2122/7344
189. Di Toro, G., Han, R., Hirose, T., De Paola, N., Nielsen, S., Mizoguchi, K., Ferri, F., Cocco, M., Shimamoto, T. (2011). Fault lubrication during earthquakes. Nature, 471,7339, 494-498. 10.1038/nature09838. http://hdl.handle.net/2122/7554
190. Di Trapani, F. P., Di Maggio, C., Madonia, P. (2011). The role of volcanic and anthropogenic activities in controlling the erosion processes at Vulcano island (Italy). Geogr. Fis. Din. Quat., 34,1, 89-94.http://hdl.handle.net/2122/7097
191. Di Vito, M. A., Arienzo, I., Braia, G., Civetta, L., D'Antonio, M., Di Renzo, V., Orsi, G. (2011). The Averno 2 fissure eruption: a recent small-size explosive event at the Campi Flegrei Caldera (Italy). Bull. Volcanol., 73, 295–320. 10.1007/s00445-010-0417-0. http://hdl.handle.net/2122/7768
192. Diliberto, I. S. (2011). Long-term variations of fumarole temperatures on Vulcano Island (Italy). Ann. Geophys., 54,2, 175-185. 10.4401/ag-5183. http://hdl.handle.net/2122/7117
193. Doglioni, C., Barba, S., Carminati, E., Riguzzi, F. (2011). Role of the brittle–ductile transition on fault activation. Phys. Earth Planet. Inter., 184,1-4, 160-161. 10.1016/j.pepi.2010.11.005. http://hdl.handle.net/2122/7843
194. Doglioni, C., Ismail-Zadeh, A., Panza, G., Riguzzi, F. (2011). Lithosphere–asthenosphere viscosity contrast and decoupling. Phys. Earth Planet. Inter., 189, 1-8. 10.1016/j.pepi.2011.09.006. http://hdl.handle.net/2122/7160
195. Dolce, M., Pacor, F., Paolucci, R. (2011). Foreword to the special issue on the ITACA strong motion database. Bull. Earthq. Eng., 9,6, 1717-1721. 10.1007/s10518-011-9328-5. http://hdl.handle.net/2122/7509
196. D'Oriano, C., Cioni, R., Bertagnini, A., Andronico, D., Cole, P. D. (2011). Dynamics of ash-dominated eruptions at Vesuvius: the post-512 AD AS1a event. Bull. Volcanol., 73,6, 699-715. 10.1007/s00445-010-0432-1. http://hdl.handle.net/2122/7577
197. Elter, F. M., Elter, P., Eva, E., Kraus, R. K., Padovano, M., Solarino, S. (2011). Strike-slip geometry inferred from the seismicity of the Northern-Central. J. Geodyn., 52, 379-388. 10.1016/j.jog.2011.03.003. http://hdl.handle.net/2122/7143
198. Emolo, A., Convertito, V., Cantore, L. (2011). Ground-motion predictive equations for low-magnitude earthquakes in the Campania–Lucania area, Southern Italy. J. Geophys. Eng., 8,1, 46. 10.1088/1742-2132/8/1/007. http://hdl.handle.net/2122/7841
199. Esposti Ongaro, T., Widiwijayanti, C., Clarke, A. B., Voight, B., Neri, A. (2011). Multiphase-flow numerical modeling of the 18 May 1980 lateral blast at Mount St. Helens, USA. Geology, 39,6, 535-538. 10.1130/G31865.1. http://hdl.handle.net/2122/7479
200. Etiope, G., Baciu, C., Schoell, M. (2011). Extreme methane deuterium, nitrogen and helium enrichment in natural gas from the Homorod seep (Romania). Rapporti Tecnici INGV, 280,1-2, 89-96. 10.1016/j.chemgeo.2010.10.019. http://hdl.handle.net/2122/7005

201. Etiope, G., Nakada, R., Tanaka, K., Yoshida, N. (2011). Gas seepage from Tokamachi mud volcanoes, onshore Niigata Basin (Japan): Origin, post-genetic alterations and CH4–CO2 fluxes. Appl. Geochem., 26, 3, 348-359. 10.1016/j.apgeochem.2010.12.008. http://hdl.handle.net/2122/7014
202. Etiope, G., Oehler, D. Z., Allen, C. C. (2011). Methane emissions from Earth's degassing: Implications for Mars. Planet Space Sci., 59,2-3, 182-195. 10.1016/j.pss.2010.06.003. http://hdl.handle.net/2122/7027
203. Etiope, G., Schoell, M., Hosgörmez, H. (2011). Abiotic methane flux from the Chimaera seep and Tekirova ophiolites (Turkey): Understanding gas exhalation from low temperature serpentinization and implications for Mars. Earth Planet. Sci. Lett., 310,1-2, 96-104. 10.1016/j.epsl.2011.08.001. http://hdl.handle.net/2122/7167
204. Faccenna, C., Molin, P., Orecchio, B., Olivetti, V., Bellier, O., Funiciello, F., Minelli, L., Piromallo, C., Billi, A. (2011). Topography of the Calabria subduction zone (southern Italy): Clues for the origin of Mt. Etna. Tectonics, 30, TC1003. 10.1029/2010TC002694. http://hdl.handle.net/2122/6904
205. Faenza, L., Lauciani, V., Michelini, A. (2011). Rapid determination of the shakemaps for the L'Aquila main shock: a critical analysis. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,3, 407-425. 10.4430/bgta0020. http://hdl.handle.net/2122/7303
206. Faenza, L., Michelini, A. (2011). Regression analysis of MCS intensity and ground motion spectral accelerations (SAs) in Italy. Geophys. J. Int., 186,3, 1415-1430. 10.1111/j.1365-246X.2011.05125.x. http://hdl.handle.net/2122/7302
207. Falcucci, E., Gori, S., Moro, M., Pisani, A. R., Melini, D., Galadini, F., Fredi, P. (2011). The 2009 L'Aquila earthquake (Italy): what next in the region? Hints from stress diffusion analysis and normal fault activity. Earth Planet. Sci. Lett., 305, 350-358. 10.1016/j.epsl.2011.03.016. http://hdl.handle.net/2122/7139
208. Favali, P., Beranzoli, L., Italiano, F., Migneco, E., Musumeci, M., Papaleo, R. (2011). NEMO-SN1 observatory developments in view of the European Research Infrastructures EMSO and KM3NeT. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. A-Accel. Spectrom. Dect. Assoc. Equip., 626-627, s53-s56. 10.1016/j.nima.2010.06.248. http://hdl.handle.net/2122/6480
209. Favalli, M., Tarquini, S., Fornaciai, A. (2011). DOWNFLOW code and LIDAR technology for lava flow analysis and hazard assessment at Mount Etna. Ann. Geophys., 54,5, 552-566. 10.4401/ag-5339. http://hdl.handle.net/2122/7487
210. Federico, C., Camarda, M., De Gregorio, S., Gurrieri, S. (2011). Long-term record of CO2 degassing along Mt. Etna's flanks and its relationship with magma dynamics and eastern flank instability. Geochem. Geophys. Geosyst., 12,10, Q10002. 10.1029/2011GC003601. http://hdl.handle.net/2122/7286
211. Ferri, F., Di Toro, G., Han, R., Noda, H., Shimamoto, T., Quaresimin, M., De Rossi, N., Hirose, T. (2011). Low- to high-velocity frictional properties of the clay-rich gouges from the slipping zone of the 1963 Vaiont slide, northern Italy. J. Geophys. Res., 116, B09208. 10.1029/2011JB008338. http://hdl.handle.net/2122/7639

212. Ferro, A., Gambino, S., Panepinto, S., Falzone, G., Laudani, G., Ducarme, B. (2011). High Precision Tilt Observation at Mt. Etna Volcano, Italy. Acta Geophys., 59,3, 618-632. 10.2478/s11600-011-0003-7. http://hdl.handle.net/2122/7613
213. Fielding, C. R., Browne, G. H., Field, B., Florindo, F., Harwood, D. M., Krissek, L. A., Levy, R. H., Panter, K. S., Passchier, S., Pekar, S. F. (2011). Sequence stratigraphy of the ANDRILL AND-2A drillcore, Antarctica: A long-term, ice-proximal record of Early to Mid-Miocene climate, sea-level and glacial dynamism. Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol., 305,1-4, 337-351. 10.1016/j.palaeo.2011.03.026. http://hdl.handle.net/2122/7170
214. Filippucci, M., Tallarico, A., Dragoni, M. (2011). Conditions for crust and tube formation in lava flows with power-law rheology. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,2, 309-319. 10.4430/bgta0008. http://hdl.handle.net/2122/7792
215. Fiorani, L., Colao, F., Palucci, A., Poreh, D., Giudice, G., Aiuppa, A. (2011). First-time lidar measurement of water vapor flux in a volcanic plume. Opt. Commun., 284, 1295–1298. 10.1016/j.optcom.2010.10.082. http://hdl.handle.net/2122/6912
216. Fiorucci, I., Muscari, G., de Zafra, R. L. (2011). Revising the retrieval technique of a long-term stratospheric HNO3 data set: from a constrained matrix inversion to the optimal estimation algorithm. Quaderni di Geofisica INGV, 29,7, 1317-1330. 10.5194/angeo-29-1317-2011. http://hdl.handle.net/2122/7076
217. Flandoli, F., Giorgi, E., Aspinall, W. P., Neri, A. (2011). Comparison of a new expert elicitation model with the Classical Model, equal weights and single experts, using a cross-validation technique. Reliab. Eng. Syst. Saf., 96,10, 1292-1310. 10.1016/j.ress.2011.05.012. http://hdl.handle.net/2122/7488
218. Floor, G. H., Calabrese, S., Roman-Ross, G., D'Alessandro, W., Aiuppa, A. (2011). Selenium mobilization in soils due to volcanic derived acid rain: An example from Mt Etna volcano, Sicily. Chem. Geol., 289,2, 235–244. 10.1016/j.chemgeo.2011.08.004. http://hdl.handle.net/2122/7158
219. Folco, L., Di Martino, M., El Barkooky, A., D'Orazio, M., Lethy, A., Urbini, S., Nicolosi, I., Hafez, M., Cordier, C., van Ginneken, M., Zeoli, A., Radwan, A. M., El Khrepy, S., El Gabry, M., Gomaa, M., Barakat, A. A., Serra, R., El Sharkawi, M. (2011). Kamil Crater (Egypt): Ground truth for small-scale meteorite impacts on Earth. Geology, 39,2, 179-182. 10.1130/G31624.1. http://hdl.handle.net/2122/7013
220. Forte, B., Materassi, M., Alfonsi, Lu., Romano, V., De Franceschi, G., Spalla, P. (2011). Optimum parameter for estimating phase fluctuations on transionospheric signals at high latitudes. Adv. Space Res., 47,12, 2188–2193. 10.1016/j.asr.2010.04.033. http://hdl.handle.net/2122/7022
221. Fortin, J., Stanchits, S., Vinciguerra, S., Guéguen, Y. (2011). Influence of thermal and mechanical cracks on permeability and elastic wave velocities in a basalt from Mt. Etna volcano subjected to elevated pressure. Tectonophysics, 503, 60–74. 10.1016/j.tecto.2010.09.028. http://hdl.handle.net/2122/7847
222. Foti, S., Parolai, S., Bergamo, P., Di Giulio, G., Maraschini, M., Milana, G., Picozzi, M., Puglia, R. (2011). Surface wave surveys for seismic site characterizationof accelerometric stations in ITACA. Bull. Earthq. Eng., 6,9, 1797–1820. 10.1007/s10518-011-9306-y. http://hdl.handle.net/2122/7363
223. Fourré, E., Di Napoli, R., Aiuppa, A., Parello, F., Gaubi, E., Jean-Baptiste, P., Allard, P., Calabrese, S., Mamou, A. Ben, (2011). Regional variations in the chemical and helium–carbon isotope composition of geothermal fluids across Tunisia. Chem. Geol., 288,1-2, 67-85. 10.1016/j.chemgeo.2011.07.003. http://hdl.handle.net/2122/7835
224. Freda, C., Gaeta, M., Giaccio, B., Marra, F., Palladino, D., Scarlato, P., Sottili, G. (2011). CO2-driven large mafic explosive eruptions: a case study from the Colli Albani Volcanic District (Italy). Bull. Volcanol., 73, 241-256. 10.1007/s00445-010-0406-3. http://hdl.handle.net/2122/7339
225. Frepoli, A., Maggi, C., Cimini, G. B., Marchetti, A., Chiappini, M. (2011). Seismotectonic of Southern Apennines from recent passive seismic experiments. J. Geodyn., 51,2-3, 110-124. 10.1016/j.jog.2010.02.007. http://hdl.handle.net/2122/7109
226. Gaeta, M., Freda, C., Marra, F., Di Rocco, T., Gozzi, F., Arienzo, I., Giaccio, B., Scarlato, P. (2011). Petrology of the most recent ultrapotassic magmas from the Roman Province (Central Italy). Lithos, 127, 298-308. 10.1016/j.lithos.2011.08.006. http://hdl.handle.net/2122/7175
227. Gambetta, M., Armadillo, E., Carmisciano, C., Stefanelli, P., Cocchi, L., Caratori Tontini, F. (2011). Determining geophysical properties of a nearsurface cave through integrated microgravity vertical gradient and electrical resistivity tomography measurements. J. Cave Karst Stud., 73,1, 11-15. 10.4311/jcks2009ex0091. http://hdl.handle.net/2122/7011
228. Gambino, S., Bonforte, A., Carnazzo, A., Falzone, G., Ferrari, F., Ferro, A., Guglielmino, F., Laudani, G., Maiolino, V., Puglisi, G. (2011). Displacement across the Trecastagni Fault (Mt. Etna) and induced seismicity: the October 2009 to January 2010 episode. Ann. Geophys., 54,4, 414-423. 10.4401/ag-4841. http://hdl.handle.net/2122/7591
229. Ganci, G., Vicari, A., Fortuna, L., Del Negro, C. (2011). The HOTSAT volcano monitoring system based on combined use of SEVIRI and MODIS multispectral data. Ann. Geophys., 54,5, 544-550. 10.4401/ag-5338. http://hdl.handle.net/2122/7595
230. Gentili, S., Franceschina, G. (2011). High frequency attenuation of shear waves in Southeastern Alps and Northern Dinarides. Geophys. J. Int., 1393-1416.http://hdl.handle.net/2122/6964
231. Giacomuzzi, G., Chiarabba, C., De Gori, P. (2011). Linking the Alps and Apennines subduction systems: New constraints revealed by high-resolution teleseismic tomography. Earth Planet. Sci. Lett., 301, 531–543. 10.1016/j.epsl.2010.11.033. http://hdl.handle.net/2122/7834
232. Gori, S., Giaccio, B., Galadini, F., Falcucci, E., Messina, P., Sposato, A., Dramis, F. (2011). Active normal faulting along the Mt. Morrone south-western slopes (central Apennines, Italy). Int. J. Earth Sci., 100, 157–171. 10.1007/s00531-009-0505-6. http://hdl.handle.net/2122/7767
233. Gratier, J. P., Richard, J., Renard, F., Mittempergher, S., Doan, M-L., Di Toro, G., Hadizadeh, J., Boullier, A-M. (2011). Pressure solution creep as a mechanism of aseismic sliding in active faults: evidence from the San Andreas Fault Observatory at Depth (SAFOD). Geology, 39, 1131-1134. 10.1130/G32073.1. http://hdl.handle.net/2122/7640
234. Gratier, J.- P., Richard, J., Renard, F., Mittempergher, S., Doan, M.- L., Di Toro, G., Hadizadeh, J., Boullier, A.- M.

(2011). Aseismic sliding of active faults by pressure solution creep: Evidence from the San Andreas Fault Observatory at Depth. Geology, 39, 1131-1134. 10.1130/G32073.1. http://hdl.handle.net/2122/7770
235. Grillo, B., Braitenberg, C., Devoti, R., Nagy, I. (2011). The study of karstic aquifers by geodetic measurements in bus de la genziana station – cansiglio plateau (northeastern Italy). Acta Carsologica, 40,1, 161-173.http://hdl.handle.net/2122/7200
236. Guglielmino, F., Bignami, C., Bonforte, A., Briole, P., Obrizzo, F., Puglisi, G., Stramondo, S., Wegmuller, U. (2011). Analysis of satellite and in situ ground deformation data integrated by the SISTEM approach: the April 3, 2010 earthquake along the Pernicana fault (Mt. Etna - Italy) case study. Earth Planet. Sci. Lett., 312, 327–336. 10.1016/j.epsl.2011.10.028. http://hdl.handle.net/2122/7407
237. Guglielmino, F., Nunnari, G., Puglisi, G., Spata, A. (2011). Simultaneous and Integrated Strain Tensor Estimation from geodetic and satellite deformation Measurements (SISTEM) to obtain three-dimensional displacements maps. IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, 49,6, 1815-1826. 10.1109/TGRS.2010.2103078. http://hdl.handle.net/2122/7406
238. Guidoboni, E., Ciuccarelli, C. (2011). The Campi Flegrei caldera: historical revision and new data on seismic crises, bradyseisms, the Monte Nuovo eruption and ensuing earthquakes (twelfth century 1582 ad). Bull. Volcanol., 73,6, 655-677. 10.1007/s00445-010-0430-3. http://hdl.handle.net/2122/7769
239. Guidoboni, E., Mariotti, D. (2011). Vesuvius: Earthquakes from 1600 up to the 1631 eruption. J. Volcanol. Geotherm. Res., 200,3-4, 267-272. 10.1016/j.jvolgeores.2010.11.021. http://hdl.handle.net/2122/7803
240. Haller, K. M., Basili, R. (2011). Developing seismogenic source models based on geologic fault data. Seismol. Res. Lett., 82,4, 519-525. 10.1785/gssrl.82.4.519. http://hdl.handle.net/2122/7184
241. Harris, A., Favalli, M., Wright, R., Garbeil, H. (2011). Hazard assessment at Mount Etna using a hybrid lava flow inundation model and satellite-based land classification. Nat. Hazards, 58,3, 1001-1027. 10.1007/s11069-010-9709-0. http://hdl.handle.net/2122/7496
242. Harris, A. J. L., Steffke, A., Calvari, S., Spampinato, L. (2011). Thirty years of satellite-derived lava discharge rates at Etna: Implications for steady volumetric output. J. Geophys. Res., 116, B08204. 10.1029/2011JB008237. http://hdl.handle.net/2122/7080
243. Heap, M. J., Baud, P., Meredith, P. G., Vinciguerra, S., Bell, A. F., Main, I. G. (2011). Brittle creep in basalt and its application to time-dependent volcano deformation. Earth Planet. Sci. Lett., 307,1-2, 71–82. 10.1016/j.epsl.2011.04.035. http://hdl.handle.net/2122/7775
244. Herault, A., Bilotta, G., Vicari, A., Rustico, E., Del Negro, C. (2011). Numerical simulation of lava flow using a GPU SPH model. Ann. Geophys., 54,5, 600-620. 10.4401/ag-5343. http://hdl.handle.net/2122/7604
245. Herrmann, R., Malagnini, L., Munafo, I. (2011). Regional Moment Tensors of the 2009 L'Aquila Earthquake Sequence. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101,3, 975-993.http://hdl.handle.net/2122/6902
246. Heuret, A., Lallemand, S., Funiciello, F., Piromallo, C., Faccenna, C. (2011). Physical characteristics of subduction interface type seismogenic zones revisited. Geochem. Geophys. Geosyst., 12, Q01004. 10.1029/2010GC003230. http://hdl.handle.net/2122/7319
247. Hsu, Y., Simons, M., Williams, C., Casarotti, E. (2011). Three-dimensional FEM derived elastic Green's functions for the coseismic deformation of the 2005Mw8.7 Nias-Simeulue, Sumatra earthquake. Geochem. Geophys. Geosyst., 12,7, Q07013. 10.1029/2011GC003553. http://hdl.handle.net/2122/7785
248. Iaccarino, S. M., Di Stefano, A., Foresi, L. M., Turco, E., Baldassini, N., Cascella, A., Da Prato, S., Ferraro, L., Gennari, R., Hilgen, F. J., Lirer, F., Maniscalco, R., Mazzei, R., Riforgiato, F., Russo, B., Sagnotti, L., Salvatorini, G., Speranza, F., Verducci, M. (2011). High-resolution integrated stratigraphy of the upper Burdigalian-lower Langhian in the Mediterranean: the Langhian historical stratotype and new candidate sections for defining its GSSP. Stratigraphy, 8,2-3, xxx-xxx.http://hdl.handle.net/2122/7635
249. Iervolino, I., Chioccarelli, E., Convertito, V. (2011). Engineering design earthquakes from multimodal hazard disaggregation. Soil Dyn. Earthq. Eng., 31,9, 1212–1231. 10.1016/j.soildyn.2011.05.001. http://hdl.handle.net/2122/7810
250. Iervolino, I., Galasso, C., Paolucci, R., Pacor, F. (2011). Engineering ground motion record selection in the ITalian ACcelerometric Archive. Bull. Earthq. Eng., 9,6, 1761-1778. 10.1007/s10518-011-9300-4. http://hdl.handle.net/2122/7615
251. Iezzi, G., Mollo, S., Torresi, G., Ventura, G., Cavallo, A., Scarlato, P. (2011). Experimental solidification of an andesitic melt by cooling. Chem. Geol., 283, 261–273. 10.1016/j.chemgeo.2011.01.024. http://hdl.handle.net/2122/7254
252. Iezzi, G., Tribaudino, M., Ventura, G., Margiolaki, I. (2011). The high-temperature P21/m -> C2/m phase transitions in synthetic amphiboles along the richterite-(BMg)-richterite join. Am. Miner., 96,2-3, 353-363. 10.2138/am.2011.3559. http://hdl.handle.net/2122/7777
253. Ikari, M. J., Niemeijer, A. R., Marone, C. (2011). The role of fault zone fabric and lithification state on frictional strength, constitutive behavior, and deformation microstructure. J. Geophys. Res., 116, B08404. 10.1029/2011JB008264. http://hdl.handle.net/2122/7783
254. Imposa, S., Mele, G. (2011). Ground Penetrating Radar Survey Inside the S. Agata Cathedral of Catania (Eastern Sicily). Int. J. Archit. Herit., 5, 188–197. 10.1080/15583050903487625. http://hdl.handle.net/2122/7173
255. Inguaggiato, S., Calderone, L., Inguaggiato, C., Morici, S., Vita, F. (2011). Dissolved CO2 in natural waters: development of an automated monitoring system and first application to Stromboli volcano (Italy). Ann. Geophys., 54,2, 209-218. 10.4401/ag-5180. http://hdl.handle.net/2122/7118
256. Inguaggiato, S., Mazot, A., Takeshi, O. (2011). Monitoring active volcanoes: The geochemical approach. Ann. Geophys., 54,2, 115-119. 10.4401/ag-5187. http://hdl.handle.net/2122/7116
257. Inguaggiato, S., Shinohara, H., Fischer, T. (2011). Geochemistry of volcanic fluids : A special issue of the Bulletin of Volcanology in honour of Yuri A. Taran. Bull. Volcanol., 73, 369-371. 10.1007/s00445-011-0462-3.

http://hdl.handle.net/2122/7114
258. Inguaggiato, S., Vita, F., Rouwet, D., Bobrowski, N., Morici, S., Sollami, A. (2011). Geochemical evidence of the renewal of volcanic activity inferred from CO2 soil and SO2 plume fluxes: the 2007 Stromboli eruption (Italy). Bull. Volcanol., 73, 443-456. 10.1007/s00445-010-0442-z. http://hdl.handle.net/2122/7113
259. Jackson, M. D., Ciancio Rossetto, P., Kosso, C. K., Buonfiglio, M., Marra, F. (2011). Building materials of the Theatre of Marcellus, Rome. Archaeometry, 53,4, 728–742. 10.1111/j.1475-4754.2010.00570.x. http://hdl.handle.net/2122/7776
260. Jordan, T., Chen, Y.-T., Gasparini, P., Madariaga, R., Main, I., Marzocchi, W., Papadopoulos, G., Yamaoka, K., Zschau, J. (2011). Operational Earthquake Forecasting: State of Knowledge and Guidelines for Implementation. Ann. Geophys., 54,4, 315-391. 10.4401/ag-5350. http://hdl.handle.net/2122/7442
261. Kahl, M., Chakraborty, S., Costa, F., Pompilio, M. (2011). Dynamic plumbing system beneath volcanoes revealed by kinetic modeling, and the connection to monitoring data: An example from Mt. Etna. Earth Planet. Sci. Lett., 308,1-2, 11-22. 10.1016/j.epsl.2011.05.008. http://hdl.handle.net/2122/7497
262. Klaić, Z. B., Pasarić, Z., Beg Paklar, G., Oddo, P. (2011). Coastal sea responses to atmospheric forcings at two different resolutions. Ocean Sci., 7, 521–532. 10.5194/os-7-521-2011. http://hdl.handle.net/2122/7788
263. La Felice, S., Landi, P. (2011). A spatter-forming, large-scale paroxysm at Stromboli Volcano (Aeolian Islands, Italy): insight into magma evolution and eruption dynamics. Bull. Volcanol., 79,9, 1393-1406. 10.1007/s00445-011-0476-x. http://hdl.handle.net/2122/7520
264. La Felice, S., Landi, P. (2011). The 2009 paroxysmal explosions at Stromboli (Italy): magma mixing and eruption dynamics. Bull. Volcanol., 73,9, 1147-1154. 10.1007/s00445-011-0502-z. http://hdl.handle.net/2122/7522
265. Lambeck, K., Antonioli, F., Anzidei, M., Ferranti, L., Leoni, G., Scicchitano, G., Silenzi, S. (2011). Sea level change along the Italian coast during the Holocene and projections for the future. Quat. Int., 232,1-2, 250-257. 10.1016/j.quaint.2010.04.026. http://hdl.handle.net/2122/7845
266. Lancaster, L., Sottili, G., Marra, F., Ventura, G. (2011). Provenancing of lightweight volcanic stones used in ancient roman concrete vaulting: evidence from Rome. Archaeometry, 53,4, 707-727. 10.1111/j.1475-4754.2010.00565.x. http://hdl.handle.net/2122/7819
267. Landi, P., Marchetti, E., La Felice, S., Ripepe, M., Rosi, M. (2011). Integrated petrochemical and geophysical data reveals thermal distribution of the feeding conduits at Stromboli volcano, Italy. Geophys. Res. Lett., 38, L08305. 10.1029/2010GL046296. http://hdl.handle.net/2122/7523
268. Langer, H., Falsaperla, S., Messina, A., Spampinato, S., Behncke, B. (2011). Detecting imminent eruptive activity at Mt Etna, Italy, in 2007–2008 through pattern. J. Volcanol. Geotherm. Res., 200,1-2, 1-17. 10.1016/j.jvolgeores.2010.11.019. http://hdl.handle.net/2122/6878
269. Lanzo, G., Tallini, M., Milana, G., Di Capua, G., Del Monaco, F., Pagliaroli, A., Peppoloni, S. (2011). The Aterno valley strong-motion array: seismiccharacterization and determination of subsoil model. Bull. Earthq. Eng., 6,9, 1855–1875. 10.1007/s10518-011-9301-3. http://hdl.handle.net/2122/7365
270. Lepidi, S., Cafarella, L., Pietrolungo, M., Di Mauro, D. (2011). Daily variation characteristics at polar geomagnetic observatories. Adv. Space Res., 48,3, 521-528. 10.1016/j.asr.2011.03.039. http://hdl.handle.net/2122/7164
271. Lepidi, S., Cafarella, L., Pietrolungo, M., Santarelli, L. (2011). Azimuthal propagation of Pc5 geomagnetic field pulsations in the southern polar cap. Adv. Space Res., 47,6, 966-977. 10.1016/j.asr.2010.10.027. http://hdl.handle.net/2122/7024
272. Ligi, M., Bonatti, E., Caratori Tontini, F., Cipriani, A., Cocchi, L., Schettino, A., Bortoluzzi, G., Ferrante, V., Khalil, S., Mitchell, N., Rasul, N. (2011). Initial burst of oceanic crust accretion in the Red Sea due to edge driven mantle convection. Geology, 39,11, 1019-1022. 10.1130/G32243.1. http://hdl.handle.net/2122/7155
273. Lo Bue, N., Vangriesheim, A., Khripounoff, A., Soltwedel, T. (2011). Anomalies of oxygen measurements performed with Aanderaa optodes. J. Oper. Oceanogr., 4,2, 29-39.http://hdl.handle.net/2122/7242
274. Lolli, B., Gasperini, P., Boschi, E. (2011). Time variations of aftershock decay parameters of the 2009 April 6 L'Aquila (central Italy) earthquake: evidence of the emergence of a negative exponential regime superimposed to the power law. Geophys. J. Int., 185, 764–774. 10.1111/j.1365-246X.2011.04967.x. http://hdl.handle.net/2122/7609
275. Lomax, A., Michelini, A. (2011). Tsunami early warning using earthquake rupture duration and P-wave dominant period: the importance of length and depth of faulting. Geophys. J. Int., 185,1, 283-291. 10.1111/j.1365-246X.2010.04916.x. http://hdl.handle.net/2122/7789
276. Lombardi, A. M., Marzocchi, W. (2011). The Double Branching model for earthquake forecast applied to the Japanese seismicity. Earth Planets Space, 63, 187-195. 10.5047/eps.2011.02.001. http://hdl.handle.net/2122/7542
277. Lombardo, V., Silvestri, M., Spinetti, C. (2011). Near real-time routine for volcano monitoring using infrared satellite data. Ann. Geophys., 54, 522-534. 10.4401/ag-5336. http://hdl.handle.net/2122/7728
278. Lorito, S., Romano, F., Atzori, S., Tong, X., Avallone, A., McCloskey, J., Cocco, M., Boschi, E., Piatanesi, A. (2011). Limited overlap between the seismic gap and coseismic slip of the great 2010 Chile earthquake. Nat. Geosci., 4, 173-177. 10.1038/ngeo1073. http://hdl.handle.net/2122/6934
279. Lovati, S., Bakavoli, M., Massa, M., Ferretti, G., Pacor, F., Paolucci, R., Haghshenas, E., Kamalian, M. (2011). Estimation of topographical effects at Narni ridge (Central Italy): comparisons between experimental results and numerical modelling. Bull. Earthq. Eng., 9, 1987-2005. 10.1007/s10518-011-9315-x. http://hdl.handle.net/2122/7498
280. Lupton, J., de Ronde, C., Sprovieri, M., Baker, E., Bruno, P., Italiano, F., Walker, S., Faure, K., Leybourne, M., Britten, K., Greene, R. (2011). Active hydrothermal discharge on the submarine Aeolian Arc. J. Geophys. Res., 116, B02102. 10.1029/2010JB007738. http://hdl.handle.net/2122/7120
281. Luzi, L., Puglia, R., Pacor, F., Gallipoli, M. R., Bindi, D., Mucciarelli, M. (2011). Proposal for a soil classification based on parameters alternative or complementary to Vs,30. Bull. Earthq. Eng., 9,6, 1877-1898. 10.1007/s10518-011-9274-2. http://hdl.handle.net/2122/7614

282. Madonia, P., Grassa, F., Cangemi, M., Musumeci, C. (2011). Geomorphological and geochemical characterization of the August 11, 2008 mud volcano eruption at S. Barbara village (Sicily, Italy) and its possible relationship with seismic activity. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 1545-1557. 10.5194/nhess-11-1545-2011. http://hdl.handle.net/2122/7006
283. Madonia, P., Pecoraino, G., Sammarco, C. (2011). Georeferenced cartography dataset of the La Fossa crater fumarolic field at Vulcano Island (Aeolian Archipelago, Italy): conversion and comparison of data from local to global positioning methods. Ann. Geophys., 54,3, 297-303. 10.4401/ag-4941. http://hdl.handle.net/2122/7066
284. Maercklin, N., Zollo, A., Orefice, A., Festa, G., Emolo, A., De Matteis, R., Delouis, B., Bobbio, A. (2011). The Effectiveness of a Distant Accelerometer Array to Compute Seismic Source Parameters: The April 2009 L'Aquila Earthquake Case History. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101,5, 2340-2354. 10.1785/0120100124. http://hdl.handle.net/2122/7772
285. Malagnini, L., Akinci, A., Mayeda, K., Munafo, I., Herrmann, R. B., Mercuri, A. (2011). Characterization of earthquake-induced ground motion from the L'Aquila seismic sequence of 2009, Italy. Geophys. J. Int., 184,1, 325-337. 10.1111/j.1365-246X.2010.04837.x. http://hdl.handle.net/2122/6700
286. Marchetti, M., Settimi, A. (2011). Integrated geophysical measurements on a test site for detection of buried steel drums. Ann. Geophys., 54,1, 105-114. 10.4401/ag-4846. http://hdl.handle.net/2122/6982
287. Margheriti, L., Chiaraluce, L., Voisin, C., Cultrera, G., Govoni, A., Moretti, M., Bordoni, P., Luzi, L., Azzara, R., Valoroso, L., Di Stefano, R., Mariscal, A., Improta, L., Pacor, F., Milana, G., Mucciarelli, M., Parolai, S., Amato, A., Chiarabba, C., De Gori, P. (2011). Rapid response seismic networks in Europe: the lesson learned from L'Aquila earthquake emergency. Ann. Geophys., 54,4, 392-399. 10.4401/ag-4953. http://hdl.handle.net/2122/7399
288. Marini, L., Moretti, R., Accornero, M. (2011). Sulfur Isotopes in Magmatic-Hydrothermal Systems, Melts, and Magmas. Rev. Mineral. Geochem., 73,1, 423-492. 10.2138/rmg.2011.73.14. http://hdl.handle.net/2122/7857
289. Marra, F., Deocampo, D., Jackson, M. D., Ventura, G. (2011). The Alban Hills and Monti Sabatini volcanic products used in ancient Roman masonry (Italy): An integrated stratigraphic, archaeological, environmental and geochemical approach. Earth-Sci. Rev., 115–136. 10.1016/j.earscirev.2011.06.005. http://hdl.handle.net/2122/7774
290. Marsella, M. A., Scifoni, S., Coltelli, M., Proietti, C. (2011). Quantitative analysis of the 1981 and 2001 Etna flank eruptions: a contribution for future hazard evaluation and mitigation. Ann. Geophys., 54,5, 492-498. 10.4401/ag-5334. http://hdl.handle.net/2122/7301
291. Martelli, M., Bianchini, G., Beccaluva, L., Rizzo, A. (2011). Helium and argon isotopic compositions of mantle xenoliths from Tallante and Calatrava, Spain. J. Volcanol. Geotherm. Res., 200, 18-26. 10.1016/j.jvolgeores.2010.11.015. http://hdl.handle.net/2122/6853
292. Marturano, A., Aiello, G., Barra, D. (2011). Evidence for Late Pleistocene uplift at the Somma-Vesuvius apron near Pompeii. J. Volcanol. Geotherm. Res., 202,3-4, 211–227. 10.1016/j.jvolgeores.2011.02.010. http://hdl.handle.net/2122/7823
293. Marzano, F. S., Mori, S., Chini, M., Pulvirenti, L., Pierdicca, N., Montopoli, M., Weinman, J. A. (2011). Potential of High-resolution Detection and Retrieval of Precipitation Fields from X-band Spaceborne Synthetic Aperture Radar over land. Hydrol. Earth Syst. Sci., 15, 859-875. 10.5194/hess-15-859-2011. http://hdl.handle.net/2122/7317
294. Marzocchi, W., Zechar, J. D. (2011). Earthquake forecasting and earthquake prediction: different approaches for obtaining the best model. Seismol. Res. Lett., 82, 442-448. 10.1785/gssrl.82.3.442. http://hdl.handle.net/2122/7290
295. Marzocchi, W., Zhuang, J. (2011). Statistics between mainshocks and foreshocks in Italy and Southern California. Geophys. Res. Lett., 38, L09310. 10.1029/2011GL047165. http://hdl.handle.net/2122/7292
296. Marzorati, S., Ladina, C., Falcucci, E., Gori, S., Saroli, M., Ameri, G., Galadini, F. (2011). Site effects "on the rock": the case of Castelvecchio Subequo (L'Aquila, central Italy). Bull. Earthq. Eng., 9,3, 841-868. 10.1007/s10518-011-9263-5. http://hdl.handle.net/2122/7140
297. Masci, F. (2011). On the seismogenic increase of the ratio of the ULF geomagnetic field components. Phys. Earth Planet. Inter., 187,1-2, 19-32. 10.1016/j.pepi.2011.05.001. http://hdl.handle.net/2122/7048
298. Masci, F. (2011). Brief communication "On the recent reaffirmation of ULF magnetic earthquakes precursors". Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11,8, 2193-2198. 10.5194/nhess-11-2193-2011. http://hdl.handle.net/2122/7101
299. Masina, S., Di Pietro, P., Storto, A., Navarra, A. (2011). Global ocean re-analyses for climate applications. Dyn. Atmos. Oceans, 52, 341– 366. 10.1016/j.dynatmoce.2011.03.006. http://hdl.handle.net/2122/7562
300. Mazot, A., Rouwet, D., Taran, Y., Inguaggiato, S., Varley, N. (2011). CO2 and He degassing at El Chichón volcano, Chiapas, Mexico: gas flux, origin and relationship with local and regional tectonics. Bull. Volcanol., 73, 423-441. 10.1007/s00445-010-0443-y. http://hdl.handle.net/2122/7115
301. Mazzarini, F., Musumeci, G., Cruden, A. R. (2011). Vein development during folding in the upper brittle crust: The case of tourmaline-rich veins of eastern Elba Island, northern Tyrrhenian Sea, Italy. J. Struct. Geol., 33,10, 1509-1522. 10.1016/j.jsg.2011.07.001. http://hdl.handle.net/2122/7502
302. Mazzini, A., Svensen, H., Etiope, G., Onderdonk, N., Banks, D. (2011). Fluid origin, gas fluxes and plumbing system in the sediment-hosted Salton Sea Geothermal System (California, USA). J. Volcanol. Geotherm. Res., 205,3-4, 67-83. 10.1016/j.jvolgeores.2011.05.008. http://hdl.handle.net/2122/7168
303. Merucci, L., Burton, M., Corradini, S., Salerno, G. G. (2011). Reconstruction of SO2 flux emission chronology from space-based measurements. J. Volcanol. Geotherm. Res., 206, 80-87. 10.1016/j.jvolgeores.2011.07.002. http://hdl.handle.net/2122/7336
304. Messina, A., Langer, H. (2011). Pattern recognition of volcanic tremor data on Mt. Etna (Italy) with KKAnalysis — A software program for unsupervised classification. Comput. Geosci., 37,7, 953-961. 10.1016/j.cageo.2011.03.015. http://hdl.handle.net/2122/7645
305. Métrich, N., Allard, P., Aiuppa, A., Bani, P., Bertagnini, A., Shinohara, H., Parello, F., Di Muro, A., Garaebiti, E., Belhadj, O., Massare, D. (2011). Magma andVolatile Supply to Post-collapse Volcanism and Block Resurgence in Siwi Caldera (Tanna Island,Vanuatu Arc). J. Petrol., 52,6, 1077-1105. 10.1093/petrology/egr019.

http://hdl.handle.net/2122/7194
306. Métrich, N., Allard, P., Bertagnini, A., Di Muro, A. (2011). Comment on 'Conduit convection, magma mixing, and melt inclusion trends at persistent degassing volcanoes' by Fred Witham, published in Earth Planetary Science Letters (2011) 301, 345–352. Earth Planet. Sci. Lett., 306,3-4, 306-308. 10.1016/j.epsl.2011.04.012. http://hdl.handle.net/2122/7510
307. Mikhailov, A. V., Perrone, L. (2011). On the mechanism of seasonal and solar cycle NmF2 variations: A quantitative estimate of the main parameters contribution using incoherent scatter radar observations. J. Geophys. Res., 116, A03319. 10.1029/2010JA016122. http://hdl.handle.net/2122/7072
308. Milana, G., Azzara, R. M., Bertrand, E., Bordoni, P., Cara, F., Cogliano, R., Cultrera, G., Di Giulio, G., Duval, A. M., Fodarella, A., Marcucci, S., Pucillo, S., Régnier, J., Riccio, G. (2011). The contribution of seismic data in microzonation studiesfor downtown L'Aquila. Bull. Earthq. Eng., 9,3, 741–759. 10.1007/s10518-011-9246-6. http://hdl.handle.net/2122/7367
309. Milano, G., Di Giovambattista, R. (2011). Seismicity at the border between Central and Southern Apennines (Italy): Re-evaluation of the early 1984 instrumental earthquake. Tectonophysics, 499,1-4, 92-104. 10.1016/j.tecto.2010.12.008. http://hdl.handle.net/2122/7530
310. Miller, M. S., Piana Agostinetti, N. (2011). Erosion of the continental lithosphere at the cusps of the Calabrian arc: Evidence fromSreceiver functions analysis. Geophys. Res. Lett., 38, L23301. 10.1029/2011GL049455. http://hdl.handle.net/2122/7813
311. Milliff, R. F., Bonazzi, A., Wikle, C. K., Pinardi, N., Berliner, L. M. (2011). Ocean ensemble forecasting. Part I: Ensemble Mediterranean winds from a Bayesian hierarchical model. Q. J. R. Meteorol. Soc., 137, 858–878. 10.1002/qj.767. http://hdl.handle.net/2122/7808
312. Misiti, V., Vetere, F., Freda, C., Scarlato, P., Behrens, H., Mangiacapra, A., Dingwell, D. B. (2011). A general viscosity model of Campi Flegrei (Italy) melts. Chem. Geol., 290,1-2, 50-59. 10.1016/j.chemgeo.2011.08.010. http://hdl.handle.net/2122/7249
313. Mittempergher, S., Di Toro, G., Gratier, J. P., Hadizadeh, J, Smith, S. A. F., Spiess, R. (2011). Evidence of transient increases of fluid pressure 1 in SAFOD phase III cores. Geophys. Res. Lett., 39, L03301. 10.1029/2010GL046129. http://hdl.handle.net/2122/7642
314. Molina, E., Alegret, L., Apellaniz, E., Bernaola, G., Caballero, F., Dinarès-Turell, J., Hardenbol, J., Heilmann-Clausen, C., Larrasoaña, J. C., Luterbacher, H., Monechi, S., Ortiz, S., Orue- Etxebarria, X., Payros, A., Pujalte, V., Rodríguez-Tovar, F. J., Tori, F., Tosquella, J., Uchman, A. (2011). The Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base of the Lutetian Stage at the Gorrondatxe section, Spain. Episodes, 34,2, 86-108.http://hdl.handle.net/2122/7102
315. Molinari, I., Morelli, A. (2011). EPcrust : A reference crustal model for the European plate. Geophys. J. Int., 185,1, 352-364. 10.1111/j.1365-246X.2011.04940.x. http://hdl.handle.net/2122/6993
316. Mollo, S., Lanzafame, G., Masotta, M., Iezzi, G., Ferlito, C., Scarlato, P. (2011). Cooling history of a dike as revealed by mineral chemistry: A case study from Mt. Etna volcano. Chem. Geol., 288, 39-52. 10.1016/j.chemgeo.2011.06.016. http://hdl.handle.net/2122/7243
317. Mollo, S., Putirka, K., Iezzi, G., Del Gaudio, P., Scarlato, P. (2011). Plagioclase–melt (dis)equilibrium due to cooling dynamics: Implications for thermometry, barometry and hygrometry. Lithos, 125, 221–235. 10.1016/j.lithos.2011.02.008. http://hdl.handle.net/2122/7247
318. Mollo, S., Tuccimei, P., Heap, M., Vinciguerra, S., Soligo, M., Castelluccio, M., Scarlato, P., Dingwell, D. (2011). Increase in radon emission due to rock failure: An experimental study. Geophys. Res. Lett., 38, L14304. 10.1029/2011GL047962. http://hdl.handle.net/2122/7246
319. Mollo, S., Vinciguerra, S., Iezzi, G., Iarocci, A., Scarlato, P., Heap, M., Dingwell, D. (2011). Volcanic edifice weakening via devolatilization reactions. Geophys. J. Int., 186, 1073–1077. 10.1111/j.1365-246X.2011.05097.x. http://hdl.handle.net/2122/7244
320. Morelli, D., Immé, G., Altamore, I., Aranzulla, M., Cammisa, S., Catalano, R., Giammanco, S., La Delfa, S., Mangano, G., Neri, M., Patané, G., Rosselli Tazzer, A. (2011). Radiation measurements as tool for environmental and geophysics studies on volcano-tectonic areas. Riv. Nuovo Cimento, 34 C,1, 155-165. 10.1393/ncc/i2011-10823-0. http://hdl.handle.net/2122/7675
321. Morelli, D., Immè, G., Altamore, I., Cammisa, S., Giammanco, S., La Delfa, S., Mangano, G., Neri, M., Patanè, G. (2011). Radionuclide measurements, viad ifferent methodologies, as tool for geophysical studies on Mt. Etna. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. A-Accel. Spectrom. Dect. Assoc. Equip., 652, 911-914. 10.1016/j.nima.2011.01.172. http://hdl.handle.net/2122/7256
322. Mormone, A., Piochi, M., Bellatreccia, F., De Astis, G., Moretti, R., Della Ventura, G., Cavallo, A., Mangiacapra, A. (2011). A CO2-rich magma source beneath the Phlegraean Volcanic District (Southern Italy):. Chem. Geol., 287, 66-80. 10.1016/j.chemgeo.2011.05.019. http://hdl.handle.net/2122/7421
323. Mormone, A., Tramelli, A., Di Vito, M. A., Piochi, M., Troise, C., De Natale, G. (2011). Secondary hydrothermal minerals in buried rocks at the campi flegrei caldera, Italy: a possible tool to understand the rock-physics and to assess the state of the volcanic system. Period. Mineral., 80,3, 385-406. 102451/2011PM0027. http://hdl.handle.net/2122/7422
324. Moro, M., Chini, M., Saroli, M. M., Atzori, S., Stramondo, S., Salvi, S. (2011). Analysis of large, seismically induced, gravitational deformations imaged by high-resolution COSMO-SkyMed synthetic aperture radar. Geology, 39,6, 527–530. 10.1130/G31748.1. http://hdl.handle.net/2122/7349
325. Musumeci, G., Mazzarini, F., Tiepolo, M., Di Vincenzo, G. (2011). UPb and 40Ar39Ar geochronology of Palaeozoic units in the northern Apennines: determining protolith age and alpine evolution using the Calamita Schist and Ortano Porphyroid. Geol. J., 46,4, 288-310. 10.1002/gj.1266. http://hdl.handle.net/2122/7512
326. Muttoni, G., Scardia, G., Kent, D. V., Morsiani, E., Tremolada, F., Cremaschi, M., Peretto, C. (2011). First dated

human occupation of Italy at ~0.85Ma during the late Early Pleistocene climate transition. Earth Planet. Sci. Lett., 307,3-4, 241–252. 10.1016/j.epsl.2011.05.025. http://hdl.handle.net/2122/7825
327. Napoli, R., Currenti, G., Del Negro, C., Di Stefano, A., Greco, F., Boschi, E. (2011). Magnetic features of the magmatic intrusion that occurred in the 2007 eruption at Stromboli Island (Italy). Bull. Volcanol., 73, 1311–1322. 10.1007/s00445-011-0473-0. http://hdl.handle.net/2122/7465
328. Neri, M., Acocella, V., Behncke, B., Giammanco, S., Mazzarini, F., Rust, D. (2011). Structural analysis of the eruptive fissures at Mount Etna (Italy). Ann. Geophys., 54,5, 464-479. 10.4401/ag-5332. http://hdl.handle.net/2122/7266
329. Neri, M., Giammanco, S., Ferrera, E., Patanè, G., Zanon, V. (2011). Spatial distribution of soil radon as a tool to recognize active faulting on an active volcano: the example of Mt. Etna (Italy). J. Environ. Radioact., 102, 863-870. 10.1016/j.jenvrad.2011.05.002. http://hdl.handle.net/2122/7257
330. Niemeijer, A., Di Toro, G., Nielsen, S., Di Felice, F. (2011). Frictional melting of gabbro under extreme experimental conditions of normal stress, acceleration, and sliding velocity. J. Geophys. Res., 116, B07404. 10.1029/2010JB008181. http://hdl.handle.net/2122/7555
331. Nilsson, J. A. U., Dobricic, S., Pinardi, N., Taillandier, V., Poulain, P.-M. (2011). On the assessment of Argo float trajectory assimilation in the Mediterranean Forecasting System. Ocean Dyn., 61,10, 1475-1490. 10.1007/s10236-011-0437-0. http://hdl.handle.net/2122/7817
332. O'Brien, G. S., Lokmer, I., De Barros, L., Bean, C. J., Saccorotti, G., Metaxian, J. P., Patanè, D. (2011). Time reverse location of seismic long-period events recorded on Mt Etna. Geophys. J. Int., 184,1, 452-462. 10.1111/j.1365-246X.2010.04851.x. http://hdl.handle.net/2122/7579
333. Oddo, P., Guarnieri, A. (2011). A study of the hydrographic conditions in the Adriatic Sea from numerical modelling and direct observations (2000–2008). Ocean Sci., 7, 549–567. 10.5194/os-7-549-2011. http://hdl.handle.net/2122/7765
334. Oldenburg, C. M., Rinaldi, A. P. (2011). Buoyancy Effects on Upward Brine Displacement Caused by CO2 Injection. Transp. Porous Media, 87,2, 525-540. 10.1007/s11242-010-9699-0. http://hdl.handle.net/2122/7778
335. Oppenheimer, C., Moretti, R., Kyle, P. R., Eschenbacher, A., Lowenstern, J. B., Hervig, R. L., Dunbar, N. W. (2011). Mantle to surface degassing of alkalic magmas at Erebus volcano, Antarctica. Earth Planet. Sci. Lett., 306, 261–271. 10.1016/j.epsl.2011.04.005. http://hdl.handle.net/2122/7831
336. Orecchio, B., Presti, D., Totaro, C., Guerra, I., Neri, G. (2011). Imaging the velocity structure of the Calabrian Arc region (southern Italy) through the integration of different seismological data. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,4, 625-638.http://hdl.handle.net/2122/7849
337. Pacor, F., Ameri, G., Bindi, D., Luzi, L., Massa, M., Paolucci, R., Smerzini, C. (2011). Characteristics of strong ground motions from the L'Aquila (Mw = 6.3) earthquake and its strongest aftershocks. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,3, 471 - 490. 10.4430/bgta0032. http://hdl.handle.net/2122/7508
338. Pacor, F., Paolucci, R., Ameri, G., Massa, M., Puglia, R. (2011). Italian strong motion records in ITACA: overview and record processing. Bull. Earthq. Eng., 9,6, 1741-1759. 10.1007/S10518-011-9295-x. http://hdl.handle.net/2122/7476
339. Pacor, F., Paolucci, R., Luzi, L., Sabetta, F., Spinelli, A., Gorini, A., Nicoletti, M., Marcucci, S., Filippi, L., Dolce, M. (2011). Overview of the Italian strong Motion database ITACA 1.0. Bull. Earthq. Eng., 9,6, 1723-1739. 10.1007/s10518-011-9327-6. http://hdl.handle.net/2122/7464
340. Palano, M., Cannavò, F., Ferranti, L., Mattia, M., Mazzella, M. E. (2011). Strain and stress fields in the Southern Apennines (Italy) constrained by geodetic, seismological and borehole data. Geophys. J. Int., 187, 1270-1282. 10.1111/j.1365-246X.2011.05234.x. http://hdl.handle.net/2122/7296
341. Panzera, F., Rigano, R., Lombardo, G., Cara, F., Di Giulio, G., Rovelli, A. (2011). The role of alternating outcrops of sediments and basaltic lavas on seismic urban scenario: the study case of Catania, Italy. Bull. Earthq. Eng., 9,2, 411-439. 10.1007/s10518-010-9202-x. http://hdl.handle.net/2122/7784
342. Parisi, S., Paternoster, M., Perri, F., Mongelli, G. (2011). Source and mobility of minor and trace elements in a volcanic aquifer system: Mt. Vulture (southern Italy). J. Geochem. Explor., 100,3, 233-244. 10.1016/j.gexplo.2011.06.010. http://hdl.handle.net/2122/7854
343. Passaro, S., Milano, G., Sprovieri, M., Ruggieri, S., Marsella, E. (2011). Quaternary still-stand landforms and relations with flank instability events of the Palinuro Bank (southeastern Tyrrhenian Sea). Quat. Int., 232,1-2, 228-237. 10.1016/j.quaint.2010.08.006. http://hdl.handle.net/2122/7833
344. Passchier, S., Browne, G., Field, B., Fielding, C. R., Krissek, L. A., Panter, K., Pekar, S. F., ANDRILL-SMS Science Team, (2011). Early and middle Miocene Antarctic glacial history from the sedimentary facies distribution in the AND-2A drill hole, Ross Sea, Antarctica. Geol. Soc. Am. Bull., 123,11-12, 2352-2365. 10.1130/B30334.1. http://hdl.handle.net/2122/7528
345. Patara, L., Masina, S., Visbeck, M., Krahmann, G., Vichi, M. (2011). Marine biogeochemical responses to the North Atlantic Oscillation in a coupled climate model. J. Geophys. Res., 116, C07023. 10.1029/2010JC006785. http://hdl.handle.net/2122/7629
346. Payros, A., Dinarès-Turell, J., Bernaola, G., Orue-Etxebarria, X., Apellaniz, E., Tosquella, J. (2011). On the age of the Early/Middle Eocene boundary and other related events: cyclostratigraphic refinements from the Pyrenean Otsakar section and the Lutetian GSSP. Geol. Mag., 148,3, 442-460. 10.1017/S0016756810000890. http://hdl.handle.net/2122/7730
347. Pearce, M. A., Jones, R. R., Smith, S. A. F., McCaffrey, K .J. W. (2011). Quantification of fold curvature and fracturing using terrestrial laser scanning. AAPG Bull., 95, 771-794. 10.1306/11051010026. http://hdl.handle.net/2122/7826
348. Peiffer, L., Taran, Y., Lounejeva, E., Solis-Pichardo, G., Rouwet, D., Bernard-Romero, R. (2011). Tracing thermal aquifers of El Chichón volcano-hydrothermal system (México) with 87Sr/86Sr, Ca/Sr and REE. Miscellanea INGV,

205,3-4, 55-66. 10.1016/j.volgeores.2011.06.004. http://hdl.handle.net/2122/7078
349. Perrone, G., Eva, E., Cadoppi, P., Solarino, S., Fioraso, G. (2011). Seismotectonics of a low-deformation area: the central Western Alps (Italy). Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,2, 261-281. 10.4430/bgta0004. http://hdl.handle.net/2122/7420
350. Perrone, L., Mikhailov, A. V., Korsunova, L. P. (2011). FORMOSAT-3/COSMIC E region observations and daytime foE at middle latitudes. J. Geophys. Res., 116, A06307. 10.1029/2010JA016411. http://hdl.handle.net/2122/7073
351. Pesaresi, D. (2011). The EGU2010 SM1.3 Seismic Centers Data Acquisition session: an introduction to Antelope, EarthWorm and SeisComP, and their use around the World. Ann. Geophys., 54,1, 1-7. 10.4401/ag-4972. http://hdl.handle.net/2122/7666
352. Pesci, A., Casula, G., Boschi, E. (2011). Laser scanning the Garisenda and Asinelli towers in Bologna (Italy): detailed deformation patterns of two ancient leaning buildings. J. Cult. Herit., 117-127.http://hdl.handle.net/2122/6877
353. Pesci, A., Teza, G., Casula, G., Loddo, F., De Martino, P., Dolce, M., Obrizzo, F., Pingue, F. (2011). Multitemporal laser scanner-based observation of the Mt. Vesuvius crater: Characterization of overall geometry and recognition of landslide events. ISPRS-J. Photogramm. Remote Sens., 66, 327–336. 10.1016/j.isprsjprs.2010.12.002. http://hdl.handle.net/2122/7815
354. Peter, D., Komatitsch, D., Luo, Y., Martin, R., Le Goff, N., Casarotti, E., Le Loher, P., Magnoni, F., Liu, Q., Blitz, C., Nissen-Meyer, T., Basini, P., Tromp, J. (2011). Forward and adjoint simulations of seismic wave propagation on fully unstructured hexahedral meshes. Geophys. J. Int., 186, 721-739. 10.1111/j.1365-246X.2011.05044.x. http://hdl.handle.net/2122/7566
355. Petrini, R., Slejko, F., Lutman, A., Pison, S., Franceschini, G., Zini, L., Italiano, F., Galic, A. (2011). Natural arsenic contamination in waters from the Pesariis village, NE Italy. Environ. Earth Sci., 62, 481–491. 10.1007/s12665-010-0541-3. http://hdl.handle.net/2122/7814
356. Petrosino, S., Cusano, P., La Rocca, M., Galluzzo, D., Orozco-Rojas, J., Breton, M., Ibanez, J., Del Pezzo, E. (2011). Source location of long period seismicity at Volcàn de Colima, México. Bull. Volcanol., 73,7, 887-898. 10.1007/s00445-011-0447-2. http://hdl.handle.net/2122/7032
357. Pezzopane, M., Fagundes, P. R., Ciraolo, L., Correia, E., Cabrera, M. A., Ezquer, R. G. (2011). Unusual nighttime impulsive foF2 enhancement below the southern anomaly crest under geomagnetically quiet conditions. J. Geophys. Res., 116, A12314. 10.1029/2011JA016593. http://hdl.handle.net/2122/7239
358. Pezzopane, M., Pietrella, M., Pignatelli, A., Zolesi, B., Cander, L. R. (2011). Assimilation of autoscaled data and regional and local ionospheric models as input source for a real-time 3-D IRI modeling. Radio Sci., 46, RS5009. 10.1029/2011RS004697. http://hdl.handle.net/2122/7152
359. Picchiani, M., Chini, M., Corradini, S., Merucci, L., Sellitto, P., Del Frate, F., Stramondo, S. (2011). Volcanic ash detection and retrievals using MODIS data by means of. Atmos. Meas. Tech., 4, 2619–2631. 10.5194/amt-4-2619-2011. http://hdl.handle.net/2122/7434
360. Pichavant, M., Pompilio, M., D'Oriano, C., Di Carlo, I. (2011). Petrography, mineralogy and geochemistry of a primitive pumice from Stromboli: implications for the deep feeding system. Eur. J. Mineral., 23,4, 499-517. 10.1127/0935-1221/2011/0023-2109. http://hdl.handle.net/2122/7513
361. Pierdominici, S., Mariucci, M. T., Montone, P. (2011). A study to constrain the geometry of an active fault in southern Italy through borehole breakouts and downhole logs. J. Geodyn., 52,3-4.10.1016/j.jog.2011.02.006. http://hdl.handle.net/2122/6969
362. Pignatelli, A., Nicolosi, I., Carluccio, R., Chiappini, M., von Frese, R. (2011). Graphical interactive generation of gravity and magnetic fields. Comput. Geosci., 37,4, 567–572. 10.1016/j.cageo.2010.10.003. http://hdl.handle.net/2122/7026
363. Pinardi, N., Bonazzi, A., Dobricic, S., Milliff, R. F., Wikle, C. K., Berliner, L. M. (2011). Ocean ensemble forecasting. Part II: Mediterranean Forecast System response. Q. J. R. Meteorol. Soc., 137, 879–893. 10.1002/qj.816. http://hdl.handle.net/2122/7807
364. Pingue, F., Petrazzuoli, S. M., Obrizzo, F., Tammaro, U., De Martino, P., Zuccaro, G. (2011). Monitoring system of buildings with high vulnerability in presence of slow ground deformations (The Campi Flegrei, Italy, case). Measurement, 44, 1628-1644. 10.1016/j.measurement.2011.06.015. http://hdl.handle.net/2122/7129
365. Pino, N. A., Moretti, R., Allard, P., Boschi, E. (2011). Seismic precursors of a basaltic paroxysmal explosion track deep gas accumulation and slug upraise. J. Geophys. Res., 116, B02312. 10.1029/2009JB000826. http://hdl.handle.net/2122/7851
366. Pino, N. A. (2011). The analysis of historical seismograms: an important tool for seismic hazard assessment. Case histories from French and Italian earthquakes. Bull. Soc. Geol. Fr., 182,4, 367-379. 10.2113/gssgfbull.182.4.367. http://hdl.handle.net/2122/7764
367. Pistorio, A., Greco, F., Currenti, G., Napoli, R., Sicali, A., Del Negro, C., Fortuna, L. (2011). High-precision gravity measurements using absolute and relative. Ann. Geophys., 54,5, 500-509. 10.4401/ag-5348. http://hdl.handle.net/2122/7457
368. Pondrelli, S., Salimbeni, S., Morelli, A., Ekstrom, G., Postpischl, L., Vannucci, G., Boschi, E. (2011). European–Mediterranean Regional Centroid Moment Tensor catalog: Solutions for 2005–2008. Phys. Earth Planet. Inter., 74-81. 10.1016/j.pepi.2011.01.007. http://hdl.handle.net/2122/6963
369. Postpischl, L., Morelli, A., Pondrelli, S., Danececk, P. (2011). Standardization of Seismic Tomographic Models and Earthquake Focal Mechanisms Datasets Based on Web Technologies, Visualization with Keyhole Markup Language. Comput. Geosci., 37, 47-56. 101016/j.cageo.2010.05.006. http://hdl.handle.net/2122/7704
370. Postpischl, L., Morelli, A., Pondrelli, S., Danececk, P. (2011). Standardization of Seismic Tomographic Models and Earthquake Focal Mechanisms Datasets Based on Web Technologies, Visualization with Keyhole Markup Language. Comput. Geosci., 37, 47-56. 101016/j.cageo.2010.05.006. http://hdl.handle.net/2122/7704

371. Prattes, G., Schwingenschuh, K., Eichelberger, H. U., Magnes, W., Boudjada, M., Stachel, M., Vellante, M., Villante, U., Wesztergom, V., Nenovski, P. (2011). Ultra Low Frequency (ULF) European multi station magnetic field analysis before and during the 2009 earthquake at L'Aquila regarding regional geotechnical information. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 1959-1968. 10.5194/nhess-11-1959-2011. http://hdl.handle.net/2122/7791
372. Prikryl, P., Spogli, L., Jayachandran, P. T., Kinrade, J., Mitchell, C. N., Ning, B., Li, G., Cilliers, P. J., Terkildsen, M., Danskin, D. W., Spanswick, E., Weatherwax, A. T., Bristow, W. A., Alfonsi, Lu., De Franceschi, G., Romano, V., Ngwira, C. M., Opperman, B. D. L. (2011). Interhemispheric comparison of GPS phase scintillation at high latitudes during the magnetic-cloud-induced geomagnetic storm of 5–7 April 2010. Ann. Geophys. GER, 29,12, 2287-2304. 10.5194/angeo-29-2287-2011. http://hdl.handle.net/2122/7272
373. Proietti, C., De Beni, E., Coltelli, M., Branca, S. (2011). The flank eruption history of Etna (1610-2006) as a constraint on lava flow hazard. Ann. Geophys., 54,5, 480-490. 10.4401/ag-5333. http://hdl.handle.net/2122/7300
374. Pucci, S., Pantosti, D., De Martini, P. M., Smedile, A., Munzi, M., Cirelli, E., Pentiricci, M., Musso, L. (2011). Environment-human relationships in historical times: The balance between urban development and natural forces at Leptis Magna (Libya). Quat. Sci. Rev., 242, 171-184. 10.1016/j.quaint.2011.03.050. http://hdl.handle.net/2122/7459
375. Puglia, R., Albarello, D., Gorini, A., Luzi, L., Marcucci, S., Pacor, F. (2011). Extensive characterization of Italian accelerometric stations from single-station ambient-vibration measurements. Bull. Earthq. Eng., 9,6, 1821-1838. 10.1007/s10518-011-9305-z. http://hdl.handle.net/2122/7671
376. Puglia, R., Ditommaso, R., Pacor, F., Mucciarelli, M., Luzi, L., Bianca, M. (2011). Frequency variation in site response as observed from strong motion data of the L'Aquila (2009) seismic sequence. Bull. Earthq. Eng., 9,3, 869-892. 10.1007/s10518-011-9266-2. http://hdl.handle.net/2122/7672
377. Puglia, R., Tokeshi, K., Picozzi, M., D'Alema, E., Parolai, S., Foti, S. (2011). Interpretation of microtremor 2D array data using Rayleigh and Love waves: the case study of Bevagna (central Italy). Near Surf. Geophys., 9,6, 529-540. 10.3997/1873-0604.2011031. http://hdl.handle.net/2122/7670
378. Pulvirenti, L., Chini, M., Pierdicca, N., Guerriero, L., Ferrazzoli, P. (2011). Flood monitoring using multi-temporal COSMO-SkyMed data: Image segmentation and signature interpretation. Remote Sens. Environ., 115, 990-1002. 10.1016/j.rse.2010.12.002. http://hdl.handle.net/2122/7435
379. Pulvirenti, L., Pierdicca, N., Chini, M., Guerriero, L. (2011). An algorithm for operational flood mapping from Synthetic Aperture Radar (SAR) data based on the fuzzy logic. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 529-540. 10.5194/nhess-11-529-2011. http://hdl.handle.net/2122/7314
380. Qin, K., Wu, L., De Santis, A., Wang, H. (2011). Surface latent heat flux anomalies before the MS 7.1 New Zealand earthquake 2010. Chin. Sci. Bull., 56,31, 3273-3280. 10.1007/s11434-011-4680-z. http://hdl.handle.net/2122/7262
381. Revil, A., Finizola, A., Ricci, T., Delcher, E., Peltier, A., Barde-Cabusson, S., Avard, G., Bailly, T., Bennati, L., Byrdina, S., Colonge, J., Di Gangi, F., Douillet, G., Lupi, M., Letort, J., Tsang Hin Sun, E. (2011). Hydrogeology of Stromboli volcano, Aeolian Islands (Italy) from the interpretation of resistivity tomograms, self-potential, soil temperature and soil CO2 concentration measurements. Geophys. J. Int., 186,3, 1078-1094. 10.1111/j.1365-246X.2011.05112.x. http://hdl.handle.net/2122/7082
382. Ribolini, A., Aguirre, M., Baneschi, I., Consoloni, I., Fucks, E., Isola, I., Mazzarini, F., Pappalardo, M., Zanchetta, G., Bini, M. (2011). Holocene Beach Ridges and Coastal Evolution in the Cabo Raso Bay (Atlantic Patagonian Coast, Argentina). J. Coast. Res., 27,5, 973-983. 10.2112/JCOASTRES-D-10-00139.1. http://hdl.handle.net/2122/7532
383. Rinaldi, A. P., Todesco, M., Vandemeulebrouck, J., Revil, A., Bonafede, M. (2011). Electrical conductivity, ground displacement, gravity changes, and gas flow at Solfatara crater (Campi Flegrei caldera, Italy): Results from numerical modeling. J. Volcanol. Geotherm. Res., 207,3-4, 93–105. 10.1016/j.jvolgeores.2011.07.008. http://hdl.handle.net/2122/7809
384. Roberts, A. P., Chang, L., Rowan, C. J., Horng, C.-S., Florindo, F. (2011). Magnetic properties of sedimentary greigite (Fe3S4): an update. Rev. Geophys., 49, RG1002. 10.1029/2010RG000336. http://hdl.handle.net/2122/7012
385. Roberts, A. P., Florindo, F., Villa, G., Chang, L., Jovane, L., Bohaty, S. M., Larrasoaña, J. C., Heslop, D., Fitz Gerald, J. D. (2011). Magnetotactic bacterial abundance in pelagic marine environments is limited by organic carbon flux and availability of dissolved iron. Earth Planet. Sci. Lett., 310,3-4, 441-452. 10.1016/j.epsl.2011.08.011. http://hdl.handle.net/2122/7169
386. Roberts, J. L., Warner, R. C., Young, D., Wright, A., van Ommen, T. D., Blankenship, D. D., Siegert, M., Young, N. W., Tabacco, I. E., Forieri, A., Passerini, A., Zirizzotti, A., Frezzotti, M. (2011). Refined broad-scale sub-glacial morphology of Aurora Subglacial Basin, East Antarctica derived by an ice-dynamics-based interpolation scheme. Cryosphere, 5,3, 551-560. 10.5194/tc-5-551-2011. http://hdl.handle.net/2122/7732
387. Rongo, R., Avolio, M. A., Behncke, B., D'Ambrosio, D., Di Gregorio, S., Lupiano, V., Neri, M., Spataro, W., Crisci, G. M. (2011). Defining high-detail hazard maps by a cellular automata approach: application to Mount Etna (Italy). Ann. Geophys., 54,5, 568-578. 10.4401/ag-5340. http://hdl.handle.net/2122/7267
388. Rouwet, D., Tassi, F. (2011). Geochemical monitoring of volcanic lakes. A generalized box model for active crater lakes. Ann. Geophys., 54,2, 161-173. 10.4401/ag-5035. http://hdl.handle.net/2122/7060
389. Roxy, M., Gualdi, S., Drbohlav, H-K. L., Navarra, A. (2011). Seasonality in the relationship between El Nino and Indian Ocean dipole. Clim. Dyn., 37,1-2, 221-236. 10.1007/s00382-010-0876-1. http://hdl.handle.net/2122/7850
390. Ruhl, H. A., Andrè, M., Beranzoli, L., Çagatay, M. N., Colaço, A., Cannat, M., Dañobeitia, J. J., Favali, P., Géli, L., Gillooly, M., Greinert, J., Hall, P. O. J., Huber, R., Karstensen, J., Lampitt, R. S., Larkin, K. E., Lykousis, V., Mienert, J., Miranda, J. M., Person, R. (2011). Societal need for improved understanding of climate change, anthropogenic impacts, and geo-hazard warning drive development of ocean observatories in European Seas. Prog. Oceanogr., 91, 1-33. 10.1016/j.pocean.2011.05.001. http://hdl.handle.net/2122/7104
391. Rustico, E., Bilotta, G., Herault, A., Del Negro, C., Gallo, G. (2011). Scalable multi-GPU implementation of the

MAGFLOW simulator. Ann. Geophys., 54,5, 592-599. 10.4401/ag-5342. http://hdl.handle.net/2122/7605
392. Saccorotti, G., Piccinini, D., Braun, T. (2011). Narrow-band, transient signals in Central Apennines, Italy: hints for underground fluid migration?. Geophys. J. Int., 187,2, 918-928. 10.1111/j.1365-246X.2011.05180.x. http://hdl.handle.net/2122/7582
393. Saccorotti, G., Piccinini, D., Cauchie, L., Fiori, I. (2011). Seismic Noise by Wind Farms: A Case Study from the Virgo Gravitational Wave Observatory, Italy. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101,2, 568–578. 10.1785/0120100203. http://hdl.handle.net/2122/7580
394. Sagnotti, L., Macrì, P., Lucchi, R., Rebesco, M., Camerlenghi, A. (2011). A Holocene paleosecular variation record from the northwestern Barents Sea continental margin. Geochem. Geophys. Geosyst., 12,11, Q11Z33. 10.1029/2011GC003810. http://hdl.handle.net/2122/7176
395. Sagnotti, L., Smedile, A., De Martini, P. M., Pantosti, D., Speranza, F., Winkler, A., Del Carlo, P., Bellucci, L. G., Gasperini, L. (2011). A continuous palaeosecular variation record of the last four millennia from the Augusta Bay (Sicily, Italy). Geophys. J. Int., 184,1, 191 - 202. 10.1111/j.1365-246X.2010.04860.x. http://hdl.handle.net/2122/6913
396. Santini, S., Saggese, F., Megna, A., Mazzoli, S. (2011). A note on central-northern Marche seismicity: new focal mechanisms for events recorded in years 2003-2009. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,4, 639-649. 10.4430/bgta0025. http://hdl.handle.net/2122/7357
397. Sartini, L., Simeone, F., Pani, P., Lo Bue, N., Marinaro, G., Grubich, A., Lobko, A., Etiope, G., Capone, A., Favali, P., Gasparoni, F., Bruni, F. (2011). GEMS: Underwater spectrometer for long-term radioactivity measurements. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. A-Accel. Spectrom. Dect. Assoc. Equip., 626-627, S145–S147. 10.1016/j.nima.2010.06.248. http://hdl.handle.net/2122/7028
398. Satriano, C., Elia, L., Martino, C., Lancieri, M., Zollo, A., Iannaccone, G. (2011). PRESTo, the earthquake early warning system for Southern Italy: Concepts, capabilities and future perspectives. Soil Dyn. Earthq. Eng., 31, 137-153. 10.1016/j.soildyn.2010.06.008. http://hdl.handle.net/2122/7279
399. Sawyer, G. M., Salerno, G. G., Le Blond, J. S., Martin, R. S., Spampinato, L., Roberts, T. J, Mather, T. A., Witt, M. L. I., Tsanev, V. I., Oppenheimer, C. (2011). Gas and aerosol emissions from Villarrica volcano, Chile. J. Volcanol. Geotherm. Res., 203, 62-75. 10.1016/j.jvolgeores.2011.04.003. http://hdl.handle.net/2122/7340
400. Scaillet, S., Rotolo, S. P., La Felice, S., Vita-Scaillet, G. (2011). High-resolution 40Ar/39Ar chronostratigraphy of the post-caldera (b20 ka) volcanic activity at Pantelleria, Sicily Strait. Earth Planet. Sci. Lett., 309, 280-290. 10.1016/j.epsl.2011.07.009. http://hdl.handle.net/2122/7126
401. Schivardi, R., Morelli, A. (2011). EPmantle: a three-dimensional transversely isotropic model of the upper mantle under the European Plate. Geophys. J. Int., 185,1, 469-484. 10.1111/j.1365-246X.2011.04953.x. http://hdl.handle.net/2122/7687
402. Schmitz, B., Pujalte, V., Molina, E., Monechi, S., Orue-Etxebarria, X., Speijer, R. P., Alegret, L., Apellaniz, E., Arenillas, I., Aubry, M. P., Baceta, J. I., Berggren, W. A., Bernaola, G., Caballero, F., Clemmensen, A., Dinarès-Turell, J., Dupuis, C., Heilmann-Clausen, C., Orús, A. H., Knox, R. (2011). The Global Stratotype Sections and Points for the bases of the Selandian (Middle Paleocene) and Thanetian (Upper Paleocene) stages at Zumaia, Spain. Episodes, 34,4, 220-243.http://hdl.handle.net/2122/7307
403. Schubnel, A., Nielsen, S., Taddeucci, J., Vinciguerra, S., Rao, S. (2011). Photo-acoustic study of subshear and supershear ruptures in the laboratory. Earth Planet. Sci. Lett., 308,3-4, 424–432. 10.1016/j.epsl.2011.06.013. http://hdl.handle.net/2122/7556
404. Sciotto, M., Cannata, A., Di Grazia, G., Gresta, S., Privitera, E., Spina, L. (2011). Seismoacoustic investigations of paroxysmal activity at Mt. Etna volcano: New insights into the 16 November 2006 eruption. J. Geophys. Res., 116, B09301. 10.1029/2010JB008138. http://hdl.handle.net/2122/7214
405. Scoccimarro, E., Gualdi, S., Bellucci, A., Sanna, A., Fogli, P. G., Vichi, M., Oddo, P., Navarra, A. (2011). Effects of Tropical Cyclones on Ocean Heat Transport in a High-Resolution Coupled General Circulation Model. J. Clim., 24, 4368–4384. 10.1175/2011JCLI4104.1. http://hdl.handle.net/2122/7329
406. Scollo, S., Prestifilippo, M., Coltelli, M., Spata, G. (2011). A statistical approach to evaluate the tephra deposit and ash concentration from PUFF model forecasts. J. Volcanol. Geotherm. Res., 200, 129-142. 10.1016/j.jvolgeores.2010.12.004. http://hdl.handle.net/2122/7440
407. Scotto, C. (2011). Estimation of probability of occurrence of F1 layer or L condition using tables and electron density profile models. Adv. Space Res., 48, 2053-2056. 10.1016/j.asr.2011.08.019. http://hdl.handle.net/2122/7315
408. Seccia, D., Chiarabba, C., De Gori, P., Bianchi, I., Hill, D. (2011). Evidence for the contemporary magmatic system beneath Long Valley Caldera from local earthquake tomography and receiver function analysis. J. Geophys. Res., 116, B12314. 10.1029/2011JB008471. http://hdl.handle.net/2122/7559
409. Serretti, P., Morelli, A. (2011). Seismic rays and traveltime tomography of strongly heterogeneous mantle structure: application to the Central Mediterranean. Geophys. J. Int., 187, 1708–1724. 10.1111/j.1365-246X.2011.05242.x. http://hdl.handle.net/2122/7689
410. Settimi, A. (2011). Performance of electrical spectroscopy using a RESPER probe to measure salinity and water content of concrete and terrestrial soil. Ann. Geophys., 54,4, 400-413. 10.4401/ag-4966. http://hdl.handle.net/2122/7135
411. Simoncelli, S., Pinardi, N., Oddo, P., Mariano, A. J., Montanari, G., Rinaldi, A., Deserti, M. (2011). Coastal Rapid Environmental Assessment in the Northern Adriatic Sea. Dyn. Atmos. Oceans, 52, 250– 283. 10.1016/j.dynatmoce.2011.04.004. http://hdl.handle.net/2122/7787
412. Smedile, A., De Martini, P. M., Pantosti, D., Bellucci, L., Del Carlo, P., Gasperini, L., Pirrotta, C., Polonia, A., Boschi, E. (2011). Possible tsunami signatures from an integrated study in the Augusta Bay offshore. Mar. Geol., 281, 1-13. 10.1016/j.margeo.2011.01.002. http://hdl.handle.net/2122/7428

413. Smith, S., Di Toro, G., Speiss, R., Billi, A. (2011). Principal Slip Zones in Limestone: Microstructural Characterization and Implications for the Seismic Cycle (Tre Monti Fault, Central Apennines, Italy). Pure Appl. Geophys., 168, 2365–2393. 10.1007/s00024-011-0267-5. http://hdl.handle.net/2122/7641
414. Smith, S. A. F., Holdsworth, R. E., Collettini, C. (2011). Interactions between low-angle normal faults and plutonism in the upper crust: Insights from the Island of Elba, Italy. Geol. Soc. Am. Bull., 123, 329-346. 10.1130/B30200.1. http://hdl.handle.net/2122/7839
415. Smith, V. C., Isaia, R., Pearce, N. J. G. (2011). Tephrostratigraphy and glass compositions of post-15 kyr Campi Flegrei eruptions: implications for eruption history and chronostratigraphic markers. Quat. Sci. Rev., 30, 3638–3660. 10.1016/j.quascirev.2011.07.012. http://hdl.handle.net/2122/7804
416. Sorgente, R., Olita, A., Oddo, P., Fazioli, L., Ribotti, A. (2011). Numerical simulation and decomposition of kinetic energy in the Central Mediterranean: insight on mesoscale circulation and energy conversion. Ocean Sci., 7, 503–519. 10.5194/os-7-503-2011. http://hdl.handle.net/2122/7811
417. Spampinato, L., Calvari, S., Oppenheimer, C., Boschi, E. (2011). Volcano surveillance using infrared cameras. Earth-Sci. Rev., 106, 63-91. 10.1016/j.earscirev.2011.01.003. http://hdl.handle.net/2122/6971
418. Speranza, F., Macrì, P., Rio, D., Fornaciari, E., Consolaro, C. (2011). Paleomagnetic evidence for a post–1.2 Ma disruption of the Calabria terrane: Consequences of slab breakoff on orogenic wedge tectonics. Geol. Soc. Am. Bull., 123,5-6, 925–933. 10.1130/B30214.1. http://hdl.handle.net/2122/7178
419. Steffke, A. M., Harris, A. J. L., Burton, M. R., Caltabiano, T., Salerno, G.G. (2011). Coupled use of COSPEC and satellite measurements to define the volumetric balance during effusive eruptions at Mt. Etna, Italy. J. Volcanol. Geotherm. Res., 205, 47-53. 10.1016/j.jvolgeores.2010.06.004. http://hdl.handle.net/2122/7341
420. Storto, A., Dobricic, S., Masina, S., Di Pietro, P. (2011). Assimilating Along-Track Altimetric Observations through Local Hydrostatic Adjustment in a Global Ocean Variational Assimilation System. Mon. Weather Rev., 139,3, 738-754. 10.1175/2010MWR3350.1. http://hdl.handle.net/2122/7588
421. Stramondo, S., Chini, M., Bignami, C., Salvi, S., Atzori, S. (2011). X- C- L-Band DInSAR investigation of the April 6th, 2009, Abruzzi earthquake. IEEE Geosci. Remote Sens. Lett., 8,1, 49-53. 10.1109/LGRS.2010.2051015. http://hdl.handle.net/2122/6893
422. Stramondo, S., Del Frate, F., Picchiani, M., Schiavon, G. (2011). Seismic Source Quantitative Parameters Retrieval From InSAR Data and Neural Networks. IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, 49,1, 96-104. 10.1109/TGRS.2010.2050776. http://hdl.handle.net/2122/7852
423. Stucchi, M., Meletti, C., Montaldo, V., Crowley, H., Calvi, G. M., Boschi, E. (2011). Seismic Hazard Assessment (2003–2009) for the Italian Building Code. Bull. Seismol. Soc. Amer., 101,4, 1885–1911. 10.1785/0120100130. http://hdl.handle.net/2122/7500
424. Taddeucci, J., Scarlato, P., Montanaro, C., Cimarelli, C., Del Bello, E., Freda, C., Andronico, D., Gudmundsson, M. T., Dingwell, B. D. (2011). Aggregation-dominated ash settling from the Eyjafjallajökull volcanic cloud illuminated by field and laboratory high-speed imaging. Geology, 39, 891–894. 10.1130/G32016.1. http://hdl.handle.net/2122/7546
425. Tallarico, A., Dragoni, M., Filippucci, M., Piombo, A., Santini, S., Valerio, A. (2011). Cooling of a channeled lava flow with non-Newtonian rheology: crust formation and surface radiance. Ann. Geophys., 54,5, 510-520. 10.4401/ag-5335. http://hdl.handle.net/2122/7800
426. Tamburello, G., Kantzas, E. P., McGonigle, A. J. S., Aiuppa, A., Giudice, G. (2011). UV camera measurements of fumarole field degassing (La Fossa crater, Vulcano Island). J. Volcanol. Geotherm. Res., 199,1-2, 47-52. 10.1016/j.jvolgeores.2010.10.004. http://hdl.handle.net/2122/7795
427. Tamburello, G., Kantzas, E. P., McGonigle, A. J. S., Aiuppa, A. (2011). Vulcamera: a program for measuring volcanic SO2 using UV cameras. Ann. Geophys., 54,2, 219-221. 10.4401/ag-5181. http://hdl.handle.net/2122/7146
428. Tamburello, G., McGonigle, A. J. S., Kantzas, E. P., Aiuppa, A. (2011). Recent advances in ground-based ultraviolet remote sensing of volcanic SO2 fluxes. Ann. Geophys., 54,2, 199-208. 10.4401/ag-5179. http://hdl.handle.net/2122/7145
429. Tarquini, S., Favalli, M. (2011). Mapping and DOWNFLOW simulation of recent lava flow fields at Mount Etna. J. Volcanol. Geotherm. Res., 204,1-4, 27-39. 10.1016/j.jvolgeores.2011.05.001. http://hdl.handle.net/2122/7545
430. Tertulliani, A., Arcoraci, L., Berardi, M., Bernardini, F., Camassi, R., Castellano, C., Del Mese, S., Ercolani, E., Graziani, L., Leschiutta, I., Rossi, A., Vecchi, M. (2011). An application of EMS98 in a medium-sized city: The case of L'Aquila (Central Italy) after the April 6, 2009 Mw 6.3 earthquake. Bull. Earthq. Eng., 9,1, 67-80. 10.1007/s10518-010-9188-4. http://hdl.handle.net/2122/7023
431. Tognarelli, A., Stucchi, E. M., Musumeci, G., Mazzarini, F., Sani, F. (2011). Reprocessing of the CROP M12A seismic line focused on shallow-depth geological structures in the northern Tyrrhenian Sea. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52,1, 23-38.http://hdl.handle.net/2122/7544
432. Trasatti, E., Bonafede, M., Ferrari, C., Giunchi, C., Berrino, G. (2011). On deformation sources in volcanic areas: Modeling the Campi Flegrei (Italy) 1982–84 unrest. Earth Planet. Sci. Lett., 306,3-4, 175-185. 10.1016/j.epsl.2011.03.033. http://hdl.handle.net/2122/6989
433. Trasatti, E., Kyriakopoulos, C., Chini, M. (2011). Finite element inversion of DInSAR data from the Mw 6.3 L'Aquila earthquake, 2009 (Italy). Geophys. Res. Lett., 38, L08306. 10.1029/2011GL046714. http://hdl.handle.net/2122/7318
434. Troiano, A., Di Giuseppe, M. G., Petrillo, Z., Troise, C., De Natale, G. (2011). Ground deformation at calderas driven by fluid injection: modelling unrest episodes at Campi Flegrei (Italy). Geophys. J. Int., 187,2, 833–847. 10.1111/j.1365-246X.2011.05149.x. http://hdl.handle.net/2122/7838
435. Turco, E., Cascella, A., Gennari, R., Hilgen, F. J., Iaccarino, S. M., Sagnotti, L. (2011). Integrated stratigraphy of the La Vedova section (Conero Riviera, Italy) and implications for the Burdigalian/Langhian boundary. Stratigraphy, 8,2-3, xxx-xxx.http://hdl.handle.net/2122/7634
436. Valoroso, L., Improta, L., De Gori, P., Chiarabba, C. (2011). Upper crustal structure, seismicity and pore pressure

variations in an extensional seismic belt through 3-D and 4-D VP and VP/VS models: The example of the Val d'Agri area (southern Italy). J. Geophys. Res., 116, B07303. 10.1029/2010JB007661. http://hdl.handle.net/2122/7320
437. Ventura, G., Vilardo, G., Terranova, C., Bellucci Sessa, E. (2011). Tracking and evolution of complex active landslides by multi-temporal airborne LiDAR data: The Montaguto landslide (Southern Italy). Remote Sens. Environ., 115,12, 3237–3248. 10.1016/j.rse.2011.07.007. http://hdl.handle.net/2122/7197
438. Venuti, A., Florindo, F., Caburlotto, A., Hounslow, M. W., Hillenbrand, C.-D., Strada, E., Talarico, F. M., Cavallo, A. (2011). Late Quaternary sediments from deep!sea sediment drifts on the Antarctic Peninsula Pacific margin: Climatic control on provenance of minerals. J. Geophys. Res., 116, B06104. 10.1029/2010JB007952. http://hdl.handle.net/2122/7047
439. Vicari, A., Bilotta, G., Bonfiglio, S., Cappello, A., Ganci, G., Herault, A., Rustico, E., Gallo, G., Del Negro, C. (2011). LAV@HAZARD: A Web-Gis interface for volcanic hazard assessment. Ann. Geophys., 54,5, 662-670. 10.4401/ag-5347. http://hdl.handle.net/2122/7593
440. Vicari, A., Ganci, G., Behncke, B., Cappello, A., Neri, M., Del Negro, C. (2011). Near-real-time forecasting of lava flow hazards during the 12–13 January 2011 Etna eruption. Geophys. Res. Lett., 38, L13317. 10.1029/2011GL047545, 2011. http://hdl.handle.net/2122/7258
441. Vichi, M., Allen, J. I., Masina, S., Hardman-Mountford, N. (2011). The emergence of ocean biogeochemical provinces: a quantitative assessment and a diagnostic for model evaluation. Glob. Biogeochem. Cycle, 25, GB2005. 10.1029/2010GB003867. http://hdl.handle.net/2122/7628
442. Vichi, M., Manzini, E., Fogli, P. G., Alessandri, A., Patara, L., Scoccimarro, E., Masina, S., Navarra, A. (2011). Global and regional ocean carbon uptake and climate change: sensitivity to a substantial mitigation scenario. Clim. Dyn., 37, 1929–1947. 10.1007/s00382-011-1079-0. http://hdl.handle.net/2122/7325
443. Volpe, M., Melini, D., Piersanti, A. (2011). Trade-off between seismic source detail and crustal heterogeneities in spherical 3D finite element modeling: a 2004 Sumatra earthquake case study. Ann. Geophys., 54,1, 91-103. 10.4401/ag-4639. http://hdl.handle.net/2122/7794
444. Voltolini, M., Zandomeneghi, D., Mancini, L., Polacci, M. (2011). Texture analysis of volcanic rock samples: Quantitative study of crystals and vesicles shape preferred orientation from X-ray microtomography data. J. Volcanol. Geotherm. Res., 202,1-2, 83-95. 10.1016/j.jvolgeores.2011.02.003. http://hdl.handle.net/2122/7547
445. Wijbrans, J., Schneider, B., Kuiper, K., Calvari, S., Branca, S., De Beni, E., Norini, G., Corsaro, R. A., Miraglia, L. (2011). 40Ar/39Ar geochronology of Holocene basalts; examples from Stromboli, Italy. Quat. Geochronol., 6, 223-232. 10.1016/j.quageo.2010.10.003. http://hdl.handle.net/2122/7008
446. Woessner, J., Hainzl, S., Marzocchi, W., Werner, M. J., Lombardi, A. M., Catalli, F., Enescu, B., Cocco, M., Gerstenberger, M., Wiemer, S. (2011). A retrospective comparative forecast test on the 1992 Landers sequence. J. Geophys. Res., 116, B05305. 10.1029/2010JB007846. http://hdl.handle.net/2122/7294
447. Wooster, M. J., Freeborn, P. H., Archibald, S., Oppenheimer, C., Roberts, G. J., Smith, T. E. L., Govender, N., Burton, M., Palumbo, I. (2011). Field determination of biomass burning emission ratios and factors via open-path FTIR spectroscopy and fire radiative power assessment: headfire, backfire and residual smouldering combustion in African savannahs. Atmos. Chem. Phys., 11,22, 11591-11615. 10.5194/acp-11-11591-2011. http://hdl.handle.net/2122/7549
448. Zaccarelli, L., Shapiro, N. M., Faenza, L., Soldati, G., Michelini, A. (2011). Variations of crustal elastic properties during the 2009 L'Aquila earthquake inferred from cross correlations of ambient seismic noise. Geophys. Res. Lett., 38, L24304. 10.1029/2011GL049750. http://hdl.handle.net/2122/7304
449. Zanchetta, G., Sulpizio, R., Roberts, N., Cioni, R., Eastwood, W. J., Siani, G., Caron, B., Paterne, M., Santacroce, R. (2011). Tephrostratigraphy, chronology and climatic events of the Mediterranean basin during the Holocene: An overview. Holocene, 21,1, 33-52. 10.1177/0959683610377531. http://hdl.handle.net/2122/7586
450. Zappa, G., Lucarini, V., Navarra, A. (2011). Baroclinic Stationary Waves in Aquaplanet Models. J. Atmos. Sci., 68,5, 1023–1040. 10.1175/2011JAS3573.1. http://hdl.handle.net/2122/7773
451. Zhornyak, L. V., Zanchetta, G., Drysdale, R. N., Hellstrom, J. C., Isola, I., Regattieri, A., Piccini, L., Baneschi, I., Couchoud, I. (2011). Stratigraphic evidence for a "pluvial phase" between ca 8200–7100 ka from Renella cave (Central Italy). Quat. Sci. Rev., 40,3-4, 409-417. 10.1016/j.quascirev.2010.12.003. http://hdl.handle.net/2122/7587
452. Zhu, W., Baud, P., Vinciguerra, S., Wong, T. (2011). Micromechanics of brittle faulting and cataclastic flow in Alban Hills tuff. J. Geophys. Res., 116, B06209. 10.1029/2010JB008046. http://hdl.handle.net/2122/7830
453. Zirizzotti, A., Cafarella, L., Urbini, S. (2011). Ice and Bedrock Characteristics Underneath Dome C (Antarctica) From Radio Echo Sounding Data Analysis. IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, 49,12 Part 1, 1-7. 10.1109/TGRS.2011.2160551. http://hdl.handle.net/2122/7273

2. Articoli pubblicati nel 2011 su riviste non-JCR e altre pubblicazioni

454. Abruzzese, L., De Luca, G., Cattaneo, M., Cecere, G., Cardinale, V., Castagnozzi, A., D'Ambrosio, C., Delladio, A., Demartin, M., Falco, L., Franceschi, D., Govoni, A., Memmolo, A., Migliari, F., Minichiello, F., Moretti, M., Moschillo, R., Pignone, M., Selvaggi, G., Zarrilli, L. (2011). La Rete sismica Mobile in telemetria satellitare (Re.Mo.Tel.).177. http://hdl.handle.net/2122/6960
455. Aiuppa, A., Burton, M., Allard, P., Caltabiano, T., Giudice, G., Gurrieri, S., Liuzzo, M., Salerno, G. (2011). First observational evidence for the CO2-driven origin of Stromboli's major explosions. Solid Earth, 2, 135-142. 10.5194/se-2-135-2011. http://hdl.handle.net/2122/7193
456. Alfonsi, Lu., Liu, L. (2011). Structure and Dynamics of Ionospheric Plasma. International Journal of Geophysics - Special Issue, 1-2. 10.1155/2011/952104. http://hdl.handle.net/2122/7287
457. Andronico, Daniele, Cristaldi, Antonio, Lo Castro, Maria Deborah, Scollo, Simona, Ciancitto, Francesco, Distefano,

Salvatore, Lodato, Luigi, (2011). Il parossismo del 12-13 gennaio 2011 al Cratere di SE: caratteristiche del deposito di caduta. http://hdl.handle.net/2122/7663
458. Andronico, D., Lo Castro, M. D., Scollo, S. (2011). Il parossismo del 5-6 agosto 2011 al Cratere di SE: caratteristiche del deposito di caduta.UFVG2011. http://hdl.handle.net/2122/7658
459. Andronico, D., Lo Castro, M. D., Scollo, S. (2011). Il parossismo del 30 luglio 2011 al Cratere di SE: caratteristiche del deposito di caduta.UFVG2011. http://hdl.handle.net/2122/7659
460. Andronico, D., Lo Castro, M.D. (2011). Analisi tessiturale della cenere emessa nel corso del parossismo del 9 luglio 2011 al Cratere di SE. http://hdl.handle.net/2122/7660
461. Andronico, D., Lo Castro, M.D. (2011). Analisi tessiturale della cenere emessa dalla Bocca Nuova il 17 giugno 2011. http://hdl.handle.net/2122/7662
462. Augliera, P., D'Alema, E., Franceschina, G., Marzorati, S., Massa, M., Marchesi, E., Marzorati, D. (2011). Micro-Seismicity Monitoring for a Cushion Gas Storage Project in Italy. Miscellanea INGV,12, 12.http://hdl.handle.net/2122/7576
463. Augliera, P., Franceschina, G., Massa, M., Lovati, S., D'Alema, E., Marzorati, S. (2011). Livelli di detezione da stazioni sismiche in pozzo. Miscellanea INGV,10, 68-71.http://hdl.handle.net/2122/7388
464. Barbano, M. S., De Martini, P. M., Pantosti, D., Smedile, A., Del Carlo, P., Gerardi, F., Guarnieri, P., Pirrotta, C. (2011). In search of Tsunami deposits along the eastern coast of Sicily (Italy): state of the art. Recent Progress on Earthquake Geology, 109-146.http://hdl.handle.net/2122/7589
465. Barraclough, D. R., De Santis, A. (2011). Repeat Station Activities. Geomagnetic Observations and Models, 45-55.http://hdl.handle.net/2122/7261
466. Barsotti, S., Bignami, C., Buongiorno, M. F., Corradin, S., Doumaz, F., Guerrieri, L., Merucci, L., Musacchio, M., Nannipieri, L., Neri, A., Piscini, A., Silvestri, M., Spanu, A., Spinetti, C., Stramondo, S., Wegmuller, U. (2011). SAFER Response to Eyjafjallajökull and Merapi Volcanic Eruptions. In: 'Let's embrace space' Space Research achievements under the 7th Framework Programme, Edit by European Commission, DG Enterprise and Industry. Let's embrace space, 212-222.http://hdl.handle.net/2122/7646
467. Benvegna, F., D'Alessandro, A., Lo Bosco, G., Luzio, D., Pinello, L., Tegolo, D. (2011). A new dissimilarity measure for clustering seismic signals. 16th International Conference on Image Analysis and Processing. http://hdl.handle.net/2122/7219
468. Berenguer, J.L., Baroux, E., Laurenti, A., Larroque, C., Courboulex, F., Solarino, S., Leputh, J., Salichon, J., Trevisan, J., Simonetti, N., Migeon, S. (2011). Terremoti come e perchè. http://hdl.handle.net/2122/6983
469. Berenguer, J.L., Baroux, E., Laurenti, A., Larroque, C., Courboulex, F., Solarino, S., Leputh, J., Salichon, J., Trevisan, J., Simonetti, N., Migeon, S. (2011). Tremblements de terre, Comment et porquoi. Special: Seisme Ligure du 23 Fevrier 1887. http://hdl.handle.net/2122/6984
470. Berenguer, J.L., Baroux, E., Laurenti, A., Larroque, C., Courboulex, F., Solarino, S., Leputh, J., Salichon, J., Trevisan, J., Simonetti, N., Migeon, S. (2011). Earthquakes, The hows and whys. Focus on The February 23, 1887 Ligurian earthquake. http://hdl.handle.net/2122/6986
471. Berrino, G., Yokoyama, I. (2011). Common geophysical characteristics of Campi Flegrei, Rabaul and Usu: Three volcanic events. Geofísica Internacional, 50,4, 411-424.http://hdl.handle.net/2122/7147
472. Bizzarri, A., Crupi, P., de Lorenzo, S., Loddo, M. (2011). Time occurrence of earthquake instabilities in rate– and state–dependent friction models. Rapporti Tecnici INGV,192, 1-20.http://hdl.handle.net/2122/7016
473. Bortoluzzi, G., Aliani, S., Ligi, M., D'Oriano, F., Ferrante, V., Riminucci, F., Carmisciano, C., Cocchi, L., Muccini, F. (2011). Multidisciplinary Investigations at Panarea (Aeolian Islands) after the Exhalative Crisis of 2002. Volume DTA/06-2011, 1469-1486.http://hdl.handle.net/2122/7255
474. Bucci, A., Rao, S. (2011). Test-box per accelerometro Episensor FBA ES-T. Rapporti Tecnici INGV,209, 1-20.http://hdl.handle.net/2122/7717
475. Buonocunto, C., D'Auria, L., Caputo, A., Martini, M., Orazi, M. (2011). The InfraCyrus infrasound sensor. Rapporti Tecnici INGV,188, 1-16.http://hdl.handle.net/2122/7306
476. Cadet, H., Cultrera, G., De Rubeis, V., Bard, P.-Y. (2011). Rayleigh-wave dispersion curve: a proxy for site effect estimation?. 4th IASPEI / IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion. http://hdl.handle.net/2122/7492
477. Calabrese, S., D'Alessandro, W., Parello, F., Bellomo, S., Brusca, L. (2011). Application of the moss bag miomonitoring technique in an active volcanic environment (Mt. Etna, Italy). 11th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements. http://hdl.handle.net/2122/7053
478. Calvari, S. (2011). Monitoring eruptive activity through web-cameras network and thermal mapping. Acta Vulcanologica, 22,1-2, 47-52.http://hdl.handle.net/2122/7698
479. Camassi, R., Castelli, V., Molin, D., Bernardini, F., Caracciolo, C. H., Ercolani, E., Postpischl, L. (2011). Materiali per un catalogo dei terremoti italiani: eventi sconosciuti, rivalutati o riscoperti. Quaderni di Geofisica INGV,96, 1-53.http://hdl.handle.net/2122/7387
480. Camassi, R., Rossi, A., Tertulliani, A., Pessina, V., Caracciolo, C. H. (2011). il terremoto del 30 Ottobre 1901 e la sismicità del versante occidentale del Garda. Quaderni di Geofisica INGV,88, 1-32.http://hdl.handle.net/2122/7478
481. Campostrini, I., Demartin, F., Gramaccioli, C. M., Russo, M. (2011). Vulcano : tre secoli di mineralogia. http://hdl.handle.net/2122/7096
482. Cannavò, F., Palano, M. (2011). PlatEMotion: a Matlab® Tool for Geodetic Reference Frame Definition. Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/7289
483. Capello, M., Caputo, A., Orazi, M., Scarpato, G., Peluso, R., Buonocunto, C., Torello, V., De Cesare, W., D'Auria, L., Giudicepietro, F. (2011). Il sito multiparametrico dell'Osservatorio Geofisico di Casamicciola Terme (Ischia). Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/7276
484. Caramanna, G., Voltattorni, N., Maroto-Valer, M. M. (2011). Is Panarea Island (Italy) a valid and cost-effective

natural laboratory for the development of detection and monitoring techniques for submarine CO2 seepage?. Greenhouse Gas Science and Technology, 1,3, 200-210. 10.1002/ghg.28. http://hdl.handle.net/2122/7321
485. Carmisciano, C., Berrino, G., Cocchi, L., Muccini, F., Gasparoni, F., Furlan, F., De Paulis, R. (2011). Aggiornamento tecnologico e test funzionali del gravimetro da fondo LaCoste&Romberg modello U-HG24. Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/7250
486. Cascone, M., Falsaperla, S., Mangiagli, S. (2011). S.O.S.: Seismic and other signals - Abstracts volume -. http://hdl.handle.net/2122/7161
487. Cassisi, C., Montalto, P., Pulvirenti, A., Aliotta, M., Cannata, A. (2011). PYDBSCAN un software per il clustering di dati. Rapporti Tecnici INGV,182, 1-22.http://hdl.handle.net/2122/7425
488. Castagnozzi, A. (2011). Dimensionamento elettrico di una stazione di acquisizione dati.208. http://hdl.handle.net/2122/7486
489. Castaldo, N., De Vita, S., Di Vito, M. A., Vecchio, G. (2011). Evidenze archeologiche e vulcanologiche di episodi ripetuti di colonizzazione e abbandono nel territorio nolano da parte dell'uomo a causa di eruzioni vulcaniche, dal Bronzo antico ad epoca romana tarda. Scienze naturali e Archeologia, il paesaggio antico: interazione uomo/ambiente ed eventi catastrofici, 62-67.http://hdl.handle.net/2122/7284
490. Castaldo, N., Di Vito, M. A., De Vita, S. (2011). Wechselwirkung zwischen Vulkantätigkeit und Siedlungs Siedlungsdynamik. Pompeji, Nola, Herculaneum, katastrophen am Vesuv, 52-59.http://hdl.handle.net/2122/7305
491. Castelli, V. (2011). Per non dimenticare. Un censimento di rituali sismici collettivi in Italia. Ambiente, rischio sismico e prevenzione nella storia d'Italia. http://hdl.handle.net/2122/7359
492. Casula, G., Pesci, A., Bianchi, M. G. (2011). Calcolo di un modello di marea oceanica di alta precisione da dati della stazione mareografica di Terra Nova Bay in Antartide. http://hdl.handle.net/2122/6985
493. Casula, G., Pesci, A., Boschi, E. (2011). Soluzioni indipendenti di reti GPS effettuate con vari programmi scientifici: l'importanza della divulgazione delle informazioni. Quaderni di Geofisica INGV,91, 1-19.http://hdl.handle.net/2122/7004
494. Cattaneo, C., Moretti, M. (2011). riassunti estesi del I° workshop tecnico. Monitoraggio sismico del territorio nazionale: stato dell'arte e sviluppo delle reti di monitoraggio sismico. Miscellanea INGV,10. http://hdl.handle.net/2122/7362
495. Cattaneo, M., D'Alema, E., Frapiccini, M., Marzorati, S., Monachesi, G. (2011). Sistemi di alimentazione della rete Alta Val Tiberina. Miscellanea INGV,10, 91-93.http://hdl.handle.net/2122/7569
496. Cattaneo, M., D'Alema, E., Frapiccini, M., Marzorati, S., Monachesi, G. (2011). Acquisizione presso la sede di Ancona. Miscellanea INGV,10, 124-127.http://hdl.handle.net/2122/7571
497. Cavaliere, A., Danececk, P., Salimbeni, S., Danesi, S., Pondrelli, S., Serpelloni, E., Augliera, P., Franceschina, G., Lovati, S., Massa, M., Mariano, Maistrello, Vera, Pessina, (2011). OMBRA: Observing Montello BRoad Activity deployment of a temporary seismic network to study the deformation process across Montello fault (Eastern Alps). Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/7065
498. Cavaliere, A., Danecek, P., Salimbeni, S., Danesi, S., Pondrelli, S., Serpelloni, E., Augliera, P., Franceschina, G., Lovati, S., Massa, M., Maistrello, M., Pessina, V. (2011). OMBRA: Observing Montello BRoad Activity. Una rete temporanea per lo studio dei processi di deformazione attraverso la faglia del Montello (Alpi orientali). Miscellanea INGV,10, 65-67.http://hdl.handle.net/2122/7398
499. Chiodini, G., Russo, M. (2011). Le Fumarole di Vulcano. Vulcano : tre secoli di mineralogia, 65 - 73.http://hdl.handle.net/2122/7112
500. Cogliano, R. (2011). CAW: cad on line per W.I.S.A. - Introduzione e guida all'uso. http://hdl.handle.net/2122/6931
501. Coltelli, M., Prestifilippo, M., Scollo, S., Spata, G. (2011). Radiosondaggi atmosferici nell'area etnea. Rapporti Tecnici INGV,193, 1-20.http://hdl.handle.net/2122/7437
502. Crescimbene, M., La Longa, F., Lanza, T. (2011). The Science of rumors. Geoitalia 2011. http://hdl.handle.net/2122/7653
503. Cucci, L., Tertulliani, A., Castellano, C. (2011). The photographic dataset of the rotational effects produced by the 2009 L'Aquila earthquake. Miscellanea INGV,11. http://hdl.handle.net/2122/7217
504. Cusano, P., Galluzzo, D., La Rocca, M., Petrosino, S., Bianco, F., Castellano, M., Del Pezzo, E. (2011). Rete Mobile e Laboratorio Analisi aVanzate (LAV) - Rendiconto 2010. http://hdl.handle.net/2122/7044
505. Cusano, P., Galluzzo, D., La Rocca, M., Petrosino, S., Bianco, F., Castellano, M., Del Pezzo, E. (2011). Rete Mobile e Laboratorio Analisi aVanzate (LAV) - Rendiconto I semestre 2011. http://hdl.handle.net/2122/7231
506. D'Ajello Caracciolo, F., Pignatelli, A., Speranza, F., Meloni, A. (2011). A re-evaluation of the Italian historical geomagnetic catalogue: implications for paleomagnetic dating at active Italian volcanoes. Solid Earth, 2,1, 65-74. 10.5194/se-2-65-2011. http://hdl.handle.net/2122/7064
507. D'Alema, E., Cattaneo, M., Frapiccini, M., Marzorati, S., Monachesi, G., Ferretti, M. (2011). Rete Sismometrica Marchigiana e sua integrazione con la RSN e Rete AVT. Miscellanea INGV,10, 19-21.http://hdl.handle.net/2122/7568
508. D'Alessandro, A., Mangano, G., D'Anna, G., Luzio, D. (2011). Analysis of the seismo-volcanic and hydrothermal activity recorded on the Marsili submarine volcano. S.O.S.: Sismic and other signal. http://hdl.handle.net/2122/7220
509. D'Alessandro, W., Bellomo, S., Brusca, L., Karakazanis, S., Kyriakopoulos, K., Liotta, M. (2011). The impact on water quality of the high carbon dioxide contents of the groundwater in the area of Florina (N. Greece). Advances in the Research of Aquatic Environment - vol. 2, 135-143.http://hdl.handle.net/2122/7159
510. D'Anna, M. Ingrassia, T., Mangano, G., Nigrelli, V. (2011). Redesign of an auto-levelling base for submarine seismic sensor. IMProVe 2011 - International conference on Innovative Methods in Product Design. http://hdl.handle.net/2122/7752
511. D'Arco, M., Scarpato, G., Tammaro, U., Vadursi, M. (2011). Experimental evaluation of the effects of in-channel interference on GPS receivers. 2011 IEEE International Workshop on Measurements & Networking (M&N).

http://hdl.handle.net/2122/7275
512. De Astis, G. (2011). Geologia - Inquadramento Geologico e Storia Eruttiva. Vulcano - Tre secoli di mineralogia, 33-47.http://hdl.handle.net/2122/7408
513. De Cesare, W., Scarpato, G., Buonocunto, C., Caputo, A., Capello, M., Avino, R., Roca, V., De Cicco, F., Pugliese, M. G., Sabbarese, C., Giudicepietro, F. (2011). Istallazione di una stazione per la rivelazione continua Radon mediante spettrometria alfa nella Solfatara di Pozzuoli. Rapporti Tecnici INGV,206, 1-22.http://hdl.handle.net/2122/7277
514. De Cesare, W., Scarpato, G., Buonocunto, C., Caputo, A., Capello, M., Avino, R., Roca, V., De Cicco, F., Pugliese, M.G., Sabbarese, C., Giudicepietro, F. (2011). Installazione di una stazione per la rivelazione continua radon mediante spettrometria alfa nella Solfatara di Pozzuoli. Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/7233
515. De Lucia, M., Russo, M., Ricciardi, G.P. (2011). 120 anni di storia dell'Italia e del Vesuvio nella collezione di medaglie di lava vesuviana dell'Osservatorio Vesuviano. Geoitalia 2011. http://hdl.handle.net/2122/7253
516. De Lucia, M., Russo, M. (2011). 120 years of Italian and Vesuvius history in the lava medals collection of the Osservatorio Vesuviano. Geoitalia 2011.10.1474/Epitome.04.0532.Geoitalia2011. http://hdl.handle.net/2122/7228
517. De Martini, P.M., Smedile, A., Pantosti, D. (2011). Combining inland and offshore paleotsunamis evidence: the Augusta Bay (eastern Sicily, ITALY) case study. CIESM, 2011- Marine geo-hazards in the Mediterranean. http://hdl.handle.net/2122/7445
518. De Martino, P., Tammaro, U., Obrizzo, F., Sepe, V., Brandi, G., D'Alessandro, A., Dolce, M., Pingue, F. (2011). La rete GPS dell'isola d'Ischia: deformazioni del suolo in un'area vulcanica attiva (1998-2010). Quaderni di Geofisica INGV,95, 1-61.http://hdl.handle.net/2122/7150
519. De Paulis, R., Prati, C., Scirpoli, S., Rocca, F., Tesei, A., Sletner, P. A., Biagini, S., Guerrini, P., Gasparoni, F., Carmisciano, C., Locritani, M. (2011). SAS multipass interferometry for monitoring seabed deformation using a high-frequency imaging sonar. 2011 IEEE - Spain OCEANS - Proceedings of a meeting held 6-9 june 2011, Santander, Spain, 1, 673-683.http://hdl.handle.net/2122/7313
520. De Rubeis, V., Cultrera, G., Cadet, H., Bard, P.-Y., Theodoulidis, N. (2011). Statistical estimation of earthquake site response from noise recordings. 4th IASPEI / IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion. http://hdl.handle.net/2122/7491
521. De Vita, S., Di Vito, M. A., Marotta, E., Sansivero, F. (2011). Giorgio Buchner precursore del rapporto tra archeologia e vulcanologia: il ruolo delle determinazioni crono-archeologiche nella ricostruzione della storia vulcanica e deformativa recente dell'isola d'Ischia. Dopo giorgio Buchner.Studi e ricerche su pithekoussai, 75-95.http://hdl.handle.net/2122/7282
522. Decherchi, S., Leoncini, D., Gastaldo, P., Zunino, R., Faggioni, O., Soldani, M. (2011). Computational Intelligence Methods for Underwater Magnetic-based Protection Systems. Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks. http://hdl.handle.net/2122/7207
523. Deegan, F. M., Troll, V. R., Freda, C., Misiti, V., Chadwick, J. (2011). Fast and furious: crustal CO2 release at Merapi volcano, Indonesia. Geology Today, 27,2, 57-58.http://hdl.handle.net/2122/7251
524. Del Gaudio, C., Aquino, I., Ricco, C., Sepe, V., Serio, C. (2011). Ampliamento della rete altimetrica e risultati della campagna di livellazione di precisione all'Isola d'Ischia. Giugno 2010. Quaderni di Geofisica INGV,87. http://hdl.handle.net/2122/7148
525. Del Pezzo, E., Bianco, F. (2011). Multi-Taper spectra: a Mathematica 8-TM function. Rapporti Tecnici INGV,214, 1 - 20.http://hdl.handle.net/2122/7240
526. Di Capua, G., Peppoloni, S. (2011). Conoscere la pericolosità sismica di un territorio. PONTE - Mensile di Progettazione, Gestione e Tecnica per Costruire, 5, 41-47.http://hdl.handle.net/2122/7541
527. Di Capua, G., Peppoloni, S. (2011). Una scheda per la risposta sismica locale: la carta di identità geologica di un bene monumentale/archeologico. Roma Archæologia: interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico. Terzo Rapporto di Roberto Cecchi. http://hdl.handle.net/2122/7553
528. Di Capua, G., Peppoloni, S., Amanti, M., Cipolloni, C., Conte, G., Avola, D., Del Buono, A., Borgomeo, E., Negri Arnoldi, C., Scrivieri, S. (2011). Il Progetto SEE-GeoForm: uno strumento per la consultazione di dati geologici e di pericolosità sismica riferiti all'intero territorio nazionale. ANIDIS 2011. http://hdl.handle.net/2122/7529
529. Di Giulio, G., Cara, F., Milana, G., Gaudiosi, I. (2011). The deep structure of the L'Aquila basin investigated using array measurements. 4th IASPEI / IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion. http://hdl.handle.net/2122/7177
530. Di Vito, M. A., De Vita, S., Castaldo, N. (2011). Le tracce antropiche e gli eventi geologici tra 4000 anni dal presente e il 472 d.C. nel territorio tra Nola e Acerra. Territorio e archeologia nell'area dell'antico Clanis/Regi Lagni, 19-28.http://hdl.handle.net/2122/7283
531. Di Vito, M. A., Piochi, M., Mormone, A., Tramelli, A. (2011). Somma Vesuvius: the Volcano and the Observatory. http://hdl.handle.net/2122/7204
532. Esposito, A., Esposito, A. M. (2011). On Speech and Gestures Synchrony. Analysis of Verbal and Nonverbal Communication and Enactment, 252-272.http://hdl.handle.net/2122/7280
533. Esposito, A.M. (2011). Clustering of Hybrid Events at Stromboli Volcano (Italy). WIRN 2011 - 21th Italian Workshop on Neural Nets. http://hdl.handle.net/2122/7274
534. Fois, M., Biasini, F., Benedetti, G. (2011). Un nuovo sistema di alimentazione per l'Osservatorio Geomagnetico di Lampedusa. Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/7206
535. Obrizzo, F., INGV (CNT-OV) Geodesy Team, (2011). Ischia island: strain field by GPS and Levelling data. EGU 2011. http://hdl.handle.net/2122/7377
536. Ganci, G., Vicari, A., Bonfiglio, S., Gallo, G., Del Negro, C. (2011). A texton-based cloud detection algorithm for MSG-SEVIRI multispectral images. Geomatics, Natural Hazards and Risk, 2,3, 279-290. 10.1080/19475705.2011.578263. http://hdl.handle.net/2122/7601

537. Grandi, A., Teruzzi, A., Fratianni, C., Drudi, M., Korres, G., Tonani, M. (2011). Product User Manual. MYO-WP-PUM. http://hdl.handle.net/2122/7758
538. Greco, F., Pistorio, A., Currenti, G., Del Negro, C., Napoli, R., Scandura, D. (2011). 4D Hybrid Microgravity Measurements: Two Case Studies of Monitoring at Mt. Etna Volcano and at a Gas Storage Reservoir in Northern Italy. Miscellanea INGV,12, 47-50.http://hdl.handle.net/2122/7458
539. Guidoboni, E., Navarra, A., Boschi, E., Bianchi, M. G., Ciuccarelli, C., Comastri, A., Lorusso, D., Mariotti, D., Pistoresi, M. (2011). The spiral of climate. Civilizations of the Mediterranean and Climate Change in History. http://hdl.handle.net/2122/7369
540. Guidoboni, E., Valensise, G. (2011). Il peso economico e sociale dei disastri sismici in Italia negli ultimi 150 anni. http://hdl.handle.net/2122/7627
541. Iarocci, A., Sciacca, U., Romeo, G., Mari, M., Misiti, V. (2011). Comportamento ad alta pressione di trasduttori piezoelettrici per applicazioni di geofisica sperimentale. Rapporti Tecnici INGV,211, 1-20.http://hdl.handle.net/2122/7252
542. La Longa, F., Camassi, R., Crescimbene, M. (2011). Strategies for seismic risk reduction: outreaching scientific knowledge or promoting awareness, to educate?. Geoitalia 2011. http://hdl.handle.net/2122/7652
543. Lepidi, S., Meloni, A., Palangio, P., Yumoto, K. (2011). The contribution of L'Aquila (Italy) Geomagnetic Observatory to MAGDAS project. Sun and Geosphere, 6,2, 49-53.http://hdl.handle.net/2122/7245
544. Lo Castro, M. D., Andronico, D., Cassisi, C., Montalto, P., Prestifilippo, M. (2011). Implementazione di una nuova procedura per caratterizzare la forma di particelle mediante misure al CAMSIZER e algoritmi di clustering. Quaderni di Geofisica INGV,94, 1-19.http://hdl.handle.net/2122/7665
545. Locati, M., Camassi, R., Stucchi, M. (2011). Database Macrosismico Italiano 2011. http://hdl.handle.net/2122/7673
546. Madonia, P. (2011). Monitoring climatic changes and carbon cycle in canyons and caves: the C6 project. Journal of Environmental Science and Engineering, 5,3, 281-288.http://hdl.handle.net/2122/6974
547. Mangano, Giorgio, D'Alessandro, Antonino, D'Anna, Giuseppe, (2011). Long term underwater monitoring of seismic areas: Design of an Ocean Bottom Seismometer with Hydrophone and its performance evaluation. OCEANS, 2011 IEEE - Spain.10.1109/Oceans-Spain.2011.6003609. http://hdl.handle.net/2122/7098
548. Martinelli, F., Meletti, C. (2011). CrisisWeb User Manual. D 1.2.b. http://hdl.handle.net/2122/6533
549. Martinelli, F., Meletti, C. (2011). CrisisWeb Installation Manual. D 1.2.c. http://hdl.handle.net/2122/6535
550. Marzorati, S., Cattaneo, M., D'Alema, E., Frapiccini, M., Ladina, C., Monachesi, G. (2011). Sensori in pozzo della RSN dell'INGV. Miscellanea INGV,10, 72-75.http://hdl.handle.net/2122/7565
551. Marzorati, S., Ladina, C., Piccarreda, D., Ameri, G. (2011). Campagna di misure sismiche nella conca subequana.156. http://hdl.handle.net/2122/7567
552. Massa, M., Lovati, S., Marzorati, S., Augliera, P. (2011). Seismic Ground Motion Amplifications Estimated by Means of Spectral Ratio Techniques: Examples for Different Geological and Morphological Settings. Earth and Environmental Sciences, 195-218.http://hdl.handle.net/2122/7477
553. Monachesi, G., Cattaneo, M., D'Alema, E., Frapiccini, M., Marzorati, S., Ferretti, M. (2011). Sistemi di controllo in uso al centro di acquisizione della sede di Ancona. Miscellanea INGV,10, 104-107.http://hdl.handle.net/2122/7570
554. Montalto, P., D'Amico, S., Aliotta, M., Amore, M. (2011). Progetto di una banca dati multidisciplinare: il progetto europeo VOLUME come caso di studio. Rapporti Tecnici INGV,187, 1-18.http://hdl.handle.net/2122/7427
555. Moretti, M., Antonioli, A., Braun, T., Cattaneo, M., Chiaraluce, L., Fiaschi, A., Govoni, A., Lauciani, V., Marcocci, C., Margheriti, L., Matassoni, L., Mazza, S., Mele, F., Morelli, M., Moschillo, R., Piccinini, D., Pignone, M., Pintore, S., Quintilliani, M., Saccorotti, G. (2011). La sequenza sismica nel Montefeltro (Forlì - Cesena): l'intervento della rete sismica mobile. Rapporti Tecnici INGV,202, 1-17.http://hdl.handle.net/2122/7186
556. Moretti, M., Augliera, P., Bianchi, I., Chiaraluce, L., Cimini, G. B., Colasanti, G., D'Alema, E., Di Stefano, R., Frepoli, A., Giovani, L., Govoni, A., Latorre, D., Marchetti, A., Marzorati, Simone, Massa, M., Silvestri, M. (2011). Il terremoto del 23 dicembre 2008 nell'Appennino Reggiano-Parmense: l'intervento della Re.Mo. (Rete Sismica Mobile stand-alone). Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/6940
557. Moretti, M., Chiarabba, C., Cianchini, G., Colasanti, G., Criscuoli, F., De Gori, P., Frepoli, A., Govoni, A., Marchetti, A., Serratore, A. (2011). Emergenza sismica nel Frusinate (Ottobre 2009 – Gennaio 2010): l'intervento della Rete Sismica Mobile stand-alone e l'analisi dati. Rapporti Tecnici INGV,200, 1-23.http://hdl.handle.net/2122/7185
558. Moretti, M., Nostro, C., Govoni, A., Pignone, M., La Longa, F., Crescimbene, M., Selvaggi, G. (2011). L'intervento del Centro Operativo Emergenza Sismica in occasione del terremoto del 2009 a L'Aquila. Quaderni di Geofisica INGV,92, 1-32.http://hdl.handle.net/2122/7034
559. Moschillo, R., Pignone, M., Nostro, C. (2011). 150 anni di storia sismica. http://hdl.handle.net/2122/7059
560. Napoli, R., Pistorio, A., Scandura, D., Currenti, G., Greco, F., Del Negro, C. (2011). Design and application of an adaptive nonstationary filter for noise reduction in volcanomagnetic monitoring at Mt Etna. Geomatics, Natural Hazards and Risk, 2,3, 291-304. 10.1080/19475705.2011.575477. http://hdl.handle.net/2122/7470
561. Neri, M. (2011). Shallow dike emplacement and related hazard in central stratovolcanoes. Acta Vulcanologica, 22,1-2, 53-56.http://hdl.handle.net/2122/7699
562. Nielsen, S. et al. (2011). Earthquake fault dynamics: Insights from laboratory experiments. Società Italiana di Fisica. http://hdl.handle.net/2122/7134
563. Nilsson, J., Fratianni, C., Vladyslav, L., Teruzzi, A., Grandi, A., Adani, M., Korres, G., Pinardi, N., Tonani, M. (2011). MyOcean Scietific Calibration Report for WP9-Med-MFC. MYO-WP9-ScR. http://hdl.handle.net/2122/7757
564. Nilsson, J., Vladyslav, L., Grandi, A., Teruzzi, A., Bolzon, G., Drudi, M., Tonani, M., Oddo, P., Adani, M., Dobricic, S., Fratianni, C. (2011). MyOcean Scientific Validation Report (ScVR) for WP9 – Med-MFC. MYO-WP9-ScVR. http://hdl.handle.net/2122/7756
565. Patanè, D., Aliotta, M., Cannata, A., Cassisi, C., Coltelli, M., Di Grazia, G., Montalto, P., Zuccarello, L. (2011). Interplay between Tectonics and Mount Etna's Volcanism: Insights into the Geometry of the Plumbing System. New

Frontiers In Tectonic Research - At The Midst Of Plate Convergence, 73-104.http://hdl.handle.net/2122/7216
566. Peppoloni, S. (2011). Che cosa significa "Geoetica"? Dentro le parole, il senso dell'attività del geologo. Geoitalia 2011, 34, 12-13.http://hdl.handle.net/2122/7548
567. Peppoloni, S. (2011). Il paesaggio geologico di Camiz. Hortus, rivista di Architettura, 4,41, Online.http://hdl.handle.net/2122/7551
568. Peppoloni, S. (2011). Geoetica: dibattito in corso e nuove prospettive. Professione geologo, Notiziario (Ordine dei Geologi del Lazio), 29, 24-25.http://hdl.handle.net/2122/7552
569. Peppoloni, S. (2011). Il paesaggio geologico di San Vito Romano. Convegno "San Vito Romano: storia e città". http://hdl.handle.net/2122/7538
570. Pesaresi, D., Bragato, P. L. (2011). Acquisizione dati al Centro di Ricerche Sismologiche dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS. Miscellanea INGV,10, 38-41.http://hdl.handle.net/2122/7091
571. Pesci, A., Bonali, E. (2011). Un esperimento per definire la reale risoluzione di un rilievo laser a scansione terrestre., 173. http://hdl.handle.net/2122/6875
572. Pesci, A., Bonforte, A., Casula, G., Puglisi, G., Aiesi, G., Amantia, A., Calvagna, F., Cantarero, M., Consoli, S., Consoli, O., Manni, M., Marturano, M., Saraceno, B. (2011). Esperienza di monitoraggio mediante laser scanner nell'isola di Vulcano: rilievo multi temporale della Forgia Vecchia.184. http://hdl.handle.net/2122/6972
573. Pesci, A., Boschi, E., Bonali, E., Casula, G., Guidoboni, E. (2011). Il rilievo Laser Scanner delle Due Torri. La Città Fragile. http://hdl.handle.net/2122/6994
574. Pesci, A., Casula, G., Bonali, E., Boschi, E. (2011). Rilievo laser scanning a lunga distanza su frana mediante ILRIS LR.5. http://hdl.handle.net/2122/7712
575. Pesci, A., Casula, G., Bonali, E., Boschi, E. (2011). Un metodo per lo studio di edifici storici mediante misure laser a scansione terrestre: le due torri di Bologna. Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/6929
576. Pesci, A., Casula, G., Bonali, E., Boschi, E. (2011). Il laser scanner Optech ILRIS LR: nuove specifiche per applicazioni su lunga distanza. Rapporti Tecnici INGV. http://hdl.handle.net/2122/7018
577. Pesci, A., Casula, G., Bonforte, A., Puglisi, G., Aiesi, G., Amantia, A., Calvagna, F., Cantarero, M., Consoli, S., Consoli, O., Manni, M., Marturano, M., Saraceno, B. (2011). La prima esperienza laser scanner per il rilievo del cratere dell'isola di Vulcano: la creazione del modello a scala variabile per integrazione con rilievi aerofotogrammetrici.186. http://hdl.handle.net/2122/6973
578. Pesci, A., Casula, G., De Martino, P., Dolce, M., Obrizzo, F., Sepe, V., Pingue, F. (2011). Il primo rilievo laser scanner terrestre della Solfatara (Napoli, 2009). http://hdl.handle.net/2122/7046
579. Pesci, A., Teza, G., Bonali, E. (2011). Terrestrial Laser Scanner Resolution: Numerical Simulations and Experiments on Spatial Sampling Optimization. Remote Sensing, 3, 167-184. 10.3390/rs3010167. http://hdl.handle.net/2122/6876
580. Pesci, A., Teza, G., Casula, G., Bonali, E., Tarabusi, G., Boschi, E. (2011). Esperienza di misura mediante lo strumento tromino per lo studio delle vibrazioni e delle sollecitazioni naturali e antropiche. Rapporti Tecnici INGV,203, 1-27.http://hdl.handle.net/2122/7337
581. Piccinini, D., Cauchie, L., Azzara, R. M., Braun, T., Fiori, I., Paoletti, F., Saccorotti, G. (2011). Caratteristiche del Rumore Sismico nei pressi del Rilevatore di Onde Gravitazionali VIRGO (Cascina, Pisa). Quaderni di Geofisica INGV,90, 1-30.http://hdl.handle.net/2122/7643
582. Pignagnoli, L., Chierici, F., Favali, P., Beranzoli, L., Embriaco, D., Monna, S., D'Oriano, F., Zitellini, N. (2011). Tsunami Early Warning System: Deep Sea Measurements in the Source Area. Marine Research at CNR - Special Issue, 1749-1758.http://hdl.handle.net/2122/7308
583. Pignone, M., Moschillo, R. (2011). GEOSIS: dall'Earthquake Report al webGIS. Quaderni di Geofisica INGV,94, 1-45.http://hdl.handle.net/2122/7077
584. Pignone, M., Moschillo, R. (2011). GEOSIS web. Atti 15a Conferenza Nazionale ASITA. http://hdl.handle.net/2122/7489
585. Pignone, M., Moschillo, R. (2011). GEOSIS web. http://hdl.handle.net/2122/7495
586. Pischiutta, M., Rovelli, A., Vannoli, P., Calderoni, G. (2011). Recurrence of horizontal amplification at rock sites: a test using H/V based ground motion prediction equations. 4th IASPEI / IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion. http://hdl.handle.net/2122/7506
587. Podestà, S., Conte, R., Compagnoni, M., Di Capua, G., Di Giulio, G., Marchetti, M., Milana, G., Passalacqua, R., Peppoloni, S., Pergalani, F. (2011). Microzonazione sismica di un centro abitato di piccole dimensioni: il caso studio di Sant'Agata Fossili (AL). ANIDIS 2011. http://hdl.handle.net/2122/7533
588. Quattrocchi, F., Galli, G., Gasparini, A., Magno, L., Pizzino, L., Sciarra, A., Voltattorni, N. (2011). Very slightly anomalous leakage of CO2, CH4 and radon along the main activated faults of the strong L'Aquila earthquake (Magnitude 6.3, Italy). Implications for risk assessment monitoring tools & public acceptance of CO2 and CH4 underground storage. Energy Procedia, 4, 4067-4075. 10.1016/j.egypro.2011.02.349. http://hdl.handle.net/2122/7323
589. Quattrocchi, F., Mele, G., Cantucci, B., Procesi, M., Sciarra, A., Nardi, S., Boschi, E. (2011). Densely populated settings: the challenge of siting geological facilities for deep geothermics, CO2 and natural gas storage, and radioactive waste disposal Underground Coexistence and Synergies for a Sound Energy Mix in the Post-Kyoto Era. Miscellanea INGV,12, 1-102.http://hdl.handle.net/2122/7409
590. Raffaele, R., Hirn, A., Imposa, S., Scarfì, L. (2011). Lesser Antilles Subduction Zone Investigation by Using a Combined On-/Offshore Network. Miscellanea INGV,9, 74-75.http://hdl.handle.net/2122/7583
591. Ricciardi, G. P. (2011). Diario del Monte Vesuvio (Fragments). Variantology 5 - Neapolitan Affairs - On Deep Time Relations of Arts, Sciences and Technologies, 10-37.http://hdl.handle.net/2122/7083
592. Romano, V., Bougard, B., Aquino, M., Galera Monico, J. F., Willems, T., Solé, M. (2011). Investigation of low latitude scintillations in Brazil within the cigala project. Proocedings of the 3rd International Colloquium on Scientific

and Fundamental Aspects of the Galileo Programme, Copenaghen 2011, 326. http://hdl.handle.net/2122/7393
593. Rovida, A., Camassi, R., Gasperini, P., Stucchi, M. (2011). Catalogo PArametrico dei Terremoti Italiani, versione CPTI11. http://hdl.handle.net/2122/7674
594. Russo, M., Campostrini, I., Castellano, F. (2011). Ritrovamento di Atacamite in cristalli al Vesuvio. Micro, 9, 62-63.http://hdl.handle.net/2122/7095
595. Russo, M., Campostrini, I. (2011). Nuove specie minerali al monte Somma: III. MESOLITE. Micro, 9, 58-59.http://hdl.handle.net/2122/7094
596. Russo, M., Preite, D. (2011). Merlinoite del monte Somma: alcune precisazioni. Micro, 9, 64-65.http://hdl.handle.net/2122/7092
597. Russo, M., Preite, D. (2011). Nuove specie minerali al monte Somma: IV. MULLITE. Micro, 9, 60-61.http://hdl.handle.net/2122/7093
598. Sagnotti, L. (2011). Magnetic Anisotropy. Encyclopedia of Solid Earth Geophysics, 717-729.http://hdl.handle.net/2122/7075
599. Salvaterra, L., Rao, S. (2011). WebMon: piccola interfaccia web della stazione sismica digitale GAIA2. Rapporti Tecnici INGV,212, 1-24.http://hdl.handle.net/2122/7364
600. Sansivero, F., Vilardo, G., De Martino, P., Chiodini, G. (2011). Analysis of temperature time series from thermal IR continuous monitoring network (TIIMNet) at Campi Flegrei Caldera in the period 2004-2011. XXX GNGTS. http://hdl.handle.net/2122/7418
601. Scalera, G. (2011). Roots of modern geodynamical views in Schiaparelli's thought – The volcano-seismic correlation events on the Andes. Memorie della Società Astronomica Italiana, 82,2, 377-384.http://hdl.handle.net/2122/7748
602. Scalera, G., Cwojdzinski, S. (2011). Extended abstracts book of the Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. The Earth Expansion Evidence. http://hdl.handle.net/2122/7744
603. Scalera, G. Cwojdzinski, S. (2011). Earth Expansion Evidence: a Challenge for Geology, Geophysics and Astronomy. Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. http://hdl.handle.net/2122/7750
604. Scalera, G. (2011). Distensional Mediterranean and World Orogens – Their Possible Bearing to Mega-Dikes' Active Rising. Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. http://hdl.handle.net/2122/7745
605. Scalera, G. (2011). South American Volcanoes and Great Earthquakes. Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. http://hdl.handle.net/2122/7746
606. Scalera, G. (2011). If Space is Material, What Inertia Should Be?. Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. http://hdl.handle.net/2122/7747
607. Scalera, G. (2011). Biogenic/Abiogenic Hydrocarbons' Origin – Possible Role of Tectonically Active Belts. Workshop 'The Earth Expansion Evidence' 37th Interdisciplinary Workshop of the International School of Geophysics. http://hdl.handle.net/2122/7749
608. Scarpato, G. (2011). Nuovo sistema per le localizzazioni automatiche degli eventi sismici basato su tecnologie web: NewWBSM. Rapporti Tecnici INGV,195, 1-38.http://hdl.handle.net/2122/7278
609. Sciacca, U., Zirizzotti, A. (2011). Uso dei codici di fase complementari nei radar a compressione di impulso. Rapporti Tecnici INGV,190, 1-28.http://hdl.handle.net/2122/7394
610. Scoccimarro, E., Gualdi, S., Sanna, A., Bucchignani, E., Montesarchio, M. (2011). Extreme events in high resolution CMCC regional and global climate models. CMCC research papers. http://hdl.handle.net/2122/7327
611. Scollo, S., Leto, G., Pisani, G., Spinelli, N., Wang, X., Tontodonato, V., Coltelli, M. (2011). Realizzazione di una stazione fissa per misure LIDAR sull'Etna. Rapporti Tecnici INGV,199, 1-18.http://hdl.handle.net/2122/7436
612. Selva, Jacopo, Kakderi, Kalliopi, Alexoudi, Maria, Pitilakis, Kyriazis, (2011). Seismic performance of a system of interdependent lifeline and infrastructure components. 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering. http://hdl.handle.net/2122/7380
613. Settimi, A., Tutone, G., Baskaradas, J. A., Bianchi, C., Zirizzotti, A. E., Santarato, G. (2011). Preliminary design of a RESPER probe prototype, configured in a multi dipole-dipole array. Rapporti Tecnici INGV,191. http://hdl.handle.net/2122/7003
614. Settimi, A. (2011). Il campo elettromagnetico nei cristalli fotonici unidimensionali - Studio alle frequenze ottiche tramite la teoria dei Quasi Normal Modes. http://hdl.handle.net/2122/7020
615. Stramondo, S., Kyriakopoulos, C., Bignami, C., Chini, M., Melini, D., Moro, M., Picchiani, M., Saroli, M., Boschi, E. (2011). Did the September 2010 (Darfield) earthquake trigger the February 2011 (Christchurch) event?. Scientific Reports, 1,98, Article number:98. 10.1038/srep00098. http://hdl.handle.net/2122/7439
616. Tarquini, S., Favalli, M. (2011). Capturing full resolution perspective and stereo views of large DEMs. Rapporti Tecnici INGV,181, 1-18.http://hdl.handle.net/2122/7648
617. Tarquini, S., Nannipieri, L., Favalli, M. (2011). A website to explore the TINITALY/01 DEM. Rapporti Tecnici INGV,174, 1-20.http://hdl.handle.net/2122/7647
618. Tarragoni, C., Martarelli, L., Pierdominici, S., Roma, M., Boni, C. F. (2011). A proposal for compiling quantitative hydrogeological maps. Rend. Online Soc. Geol. It., 14, 75-85. 10.3301/ROL.2011.07. http://hdl.handle.net/2122/7033
619. Terranova, C., Vilardo, G., Bellucci Sessa, E., Pepe, M., Ventura, G. (2011). Analisi multitemporale (2006-2010) di dati LiDAR da aereo sulla frana attiva di Montaguto (AV). Geoitalia 2011, 34, 19-25. 10.1474/Geoitalia-34-12. http://hdl.handle.net/2122/6996
620. Veettil Sreeja, V., Aquino, M., Forte, B., Elmas, Z., Hancock, C., De Franceschi, G., Alfonsi, Lu., Spogli, L., Romano, V., Bougard, B., Galera Monico, J. F., Wernik, A. W., Sleewaegen, J. M., Canto´, A., Da Silva, E. F.

(2011). Tackling ionospheric scintillation threat to GNSS in Latin America. J. Space Weather Space Clim., 1,1, A05. 10.1051/swsc/2011005. http://hdl.handle.net/2122/7203

621. Voltattorni, N., Cinti, D., Galli, G., Lombardi, S., Pizzino, L., Sciarra, A., Quattrocchi, F. (2011). Study of natural analogues for the comprehension of gas migration mechanisms. Miscellanea INGV,12, 87-91.http://hdl.handle.net/2122/7328
622. Zanchetta, G., Isola, I., Piccini, L., Dini, A. (2011). The Corchia Cave (Alpi Apuane): a 2 Ma long temporal window on the Earth climate. Geological Field Trips, 3,2.1, 1-55. 10.3301/GFT.2011.02. http://hdl.handle.net/2122/7649

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



Parere del Consiglio Scientifico sul Rapporto di Attività Scientifica 2011 dell'INGV

Si riporta di seguito il parere espresso sul Rapporto di Attività Scientifica 2011 dell'INGV dal Consiglio Scientifico

(il parere è stato fornito come allegato del Verbale 04/2012 relativo alla riunione telematica del 23 novembre 2012 di detto Consiglio)

I 00143 Roma
Via di Vigna Murata 605
Tel: (0039) 06518601
Fax: (0039) 0651860580
URL: www.ingv.it
email: aoo.roma@pec.ingv.it



Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia

Consiglio Scientifico dell'INGV

Verbale 04/2012

Il Consiglio Scientifico (CS) dell'INGV si è riunito telematicamente in data 23 novembre 2012 per esprimere il parere sul "Rapporto sull'Attività Scientifica (RAS) 2011 dell'INGV". Hanno partecipato alla redazione del parere: Fabio Speranza (Coordinatore), Claudio Faccenna, Francesco Mulargia, Giovanni Romeo e Mauro Rosi.

Rimandando al documento "Parere sul Rapporto sull'Attività Scientifica 2011 dell'INGV" allegato al presente verbale, il CS esprime all'unanimità parere favorevole al "Rapporto sull'Attività Scientifica 2011 dell'INGV".

I componenti del Consiglio Scientifico

Fabio Speranza (Coordinatore)
Claudio Faccenna
Francesco Mulargia
Giovanni Romeo
Mauro Rosi

Consiglio Scientifico dell'INGV

Parere sul Rapporto sull'Attività Scientifica 2011 dell'INGV

Il Consiglio Scientifico (CS) dell'INGV si è riunito telematicamente in data 23 novembre 2012 per esprimere il parere sul "Rapporto sull'Attività Scientifica (RAS) 2011 dell'INGV". Il documento si articola in: a) una relazione introduttiva riguardante le informazioni generali, di tipo finanziario e organizzativo, sull'Ente; b) una descrizione di dettaglio delle Sezioni che costituiscono l'INGV e delle loro attività; c) le attività scientifiche e tecnologiche svolte e i principali risultati conseguiti all'interno degli Obiettivi Specifici previsti dal Piano Triennale 2011-2013; d) l'elenco delle pubblicazioni.

I componenti del CS sono unanimi nel riconoscere: a) l'elevato standard delle ricerche; b) l'impatto nei campi di ricerca di interesse dell'Ente; c) la capacità di attrarre fondi di ricerca, sia a livello nazionale che internazionale; d) l'elevato standard tecnologico raggiunto nei sistemi di monitoraggio e nei laboratori sperimentali.

La parte introduttiva di 70 pagine (per le quali in futuro il CS chiede di uniformare la numerazione delle pagine, eliminando la numerazione con numeri romani) dà al lettore in modo chiaro ed esaustivo un'idea complessiva dell'Ente, dai primordi all'attuale impegno. La struttura di questa parte riflette il RAS 2010, identico nella parte descrittiva e relativa alla storia dell'Ente, con l'aggiunta di tabelle aggiornate. Il CS osserva che i progetti a finanziamento europeo in cui l'INGV è coinvolto passano dai 20 del 2010 ai 22 del 2011, dei quali 5 vedono un sostanziale coinvolgimento dell' INGV che opera come coordinamento e come *host institution* per uso di laboratori e sviluppo tecnologico. Va notato che, sia nel RAS 2010 che in quello 2011, GLASS appare erroneamente a coordinamento tedesco. Il coordinamento di GLASS è dell'Università di Perugia, mentre USEMS è coordinato dall'Università di Padova. Per entrambi INGV è *host institution*. Il CS nota con soddisfazione che sono quasi raddoppiati (passano da 11 a 21) il numero di progetti/convenzioni con finanziamento estero. L'Ente ha mostrato dunque grande abilità nell'attrarre finanziamenti. Appare molto proficuo l'impegno con le Istituzioni italiane ed internazionali e l'impegno tecnico dei ricercatori dell' ente, sia nello sviluppo di tecnologie che nel loro uso al servizio della comunità.

Il RAS 2011 prosegue con una dettagliata descrizione delle Sezioni e delle relative attività. Qui sono apprezzabili i paragrafi riguardanti gli elementi di criticità, dove vengono denunciate con chiarezza le disfunzioni ed i punti suscettibili di miglioramento. Da notare che un elemento comune di criticità denunciato dalle Sezioni di Roma1, Palermo, Catania, CNT, Bologna e Pisa riguarda la condizione del personale inquadrato con contratti a tempo determinato, il quale se da un lato è ormai da tempo parte integrante della rete scientifica dell'INGV, dall'altro ha prospettive di inquadramento professionale futuro tutt'altro che certe. Il CS ritiene che in futuro sia necessario ridurre la parte descrittiva di questa parte del RAS, ed inserire viceversa tabelle sintetiche che illustrino i progetti ed i relativi finanziamenti per le singole UF/UP. Anche le pubblicazioni andrebbero così suddivise. Questo renderebbe più immediata a valutazione delle singole Sezioni e delle varie UF/UP.

Per ciò che concerne le pubblicazioni, il CS nota che a fronte di un numero totale di ricercatori e tecnologi di ruolo e a contratto pari rispettivamente a 331 e a 168, risultano 453 pubblicazioni su riviste JCR per il 2011, che implica un rapporto di 0.91 pubblicazioni annue per unità di personale ricercatore/tecnologo. Considerando che vi sono diversi singoli ricercatori che possono vantare per il 2011 numerose pubblicazioni JCR, e che alle pubblicazioni INGV contribuiscono anche assegnisti (77), borsisti (7), e dottorandi (23), il CS giudica il numero di pubblicazioni JCR del 2011 piuttosto limitato e suscettibile in futuro di sensibili miglioramenti. Il CS inoltre incoraggia fortemente tecnologi e tecnici alla pubblicazione su riviste differenti dalle riviste tipiche della geofisica, in grado di accogliere dignitosamente lavori di natura tecnologica. Il CS chiede che nel RAS 2012 venga inserito,

eventualmente seguendo una suddivisione per Sezioni (o Strutture secondo la nuova suddivisione della rete scientifica dell'Ente), il numero di citazioni dei lavori INGV, ritenendo che i parametri bibliometrici siano un criterio utile (ovviamente se opportunamente normalizzato ed accompagnato da altri) per valutare la produzione scientifica. Il CS infine rileva che non tutti i lavori pubblicati sui Rapporti Tecnici INGV nel 2011 risultano effettivamente inseriti nell'elenco delle pubblicazioni del RAS 2011.

Il CS nota con rammarico che nelle schede per Obiettivo Specifico la voce 5.4 (prodotti tecnologici) è compilata raramente. Molto spesso quanto dichiarato nei paragrafi 4.5 (avanzamenti tecnologici) non trova corrispondenza tra i prodotti. Questo è indubbiamente possibile, ma il problema è che appare sistematico nel RAS 2011. A titolo di esempio citiamo il brevetto di un "desorbitore di metano da carote di carbone" (pag. 149, RM1) che non appare tra i prodotti. Il CS sottolinea che un brevetto è un prodotto tecnologico, che deve essere dichiarato, ed incoraggia l' attività brevettuale, che ora può giovarsi del neo-costituito Ufficio Brevetti.

Un elemento che il CS valuta negativamente è la tendenza eccessiva a parcellizzare e classificare le attività. Riteniamo vi sia un numero eccessivo di Obiettivi Specifici e TTC. L'eccessivo frazionamento in Obiettivi Specifici può infine distogliere il lettore dalle missioni principali che Ente si prefigge. Al di là della varietà di filoni di ricerca, in ciascuno dei quali non mancano spunti di eccellenza, si percepisce la latenza di una guida scientifica, e questa mancanza ha indubbiamente limitato una efficace strategia generale dell'Ente verso obiettivi prioritari. Riguardo i TTC, il CS giudica positiva la loro soppressione nel corso del 2012.

Per ciò che riguarda l'organizzazione del documento, il CS richiede che in futuro esso sia molto più sintetico, cercando di compattare al massimo i capitoli di cui ai punti b) e c). Il non rispondere a questa richiesta potrebbe incidere sui pareri forniti dal CS sui futuri RAS.

Infine il CS desidera sottolineare che una parte considerevole delle attività di ricerca scientifica, tecnologica, progettuale e di monitoraggio descritta nel RAS 2011 è stata effettuata da personale attualmente inquadrato con contratto a tempo determinato. Tali attività non potranno essere effettuate in futuro qualora non si riuscisse ad assicurare continuità contrattuale a tali unità di personale.

I componenti del CS esprimono quindi all'unanimità parere favorevole al Rapporto sull'Attività Scientifica 2011 dell'INGV.

Fabio Speranza (Coordinatore)
Claudio Faccenna
Francesco Mulargia
Giovanni Romeo
Mauro Rosi



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

ROMA
Via di Vigna Murata, 605 - 00143 Roma

NAPOLI
OSSERVATORIO VESUVIANO
Via Diocleziano, 328 - 80124 Napoli

CATANIA
Piazza Roma, 2 - 95123 Catania

MILANO
Via Bassini, 15 - 20133 Milano

PALERMO
Via Ugo La Malfa, 153 - 90146 Palermo

BOLOGNA
Via Donato Creti, 12 - 40128 Bologna

PISA
Via della Faggiola, 32 - 56126 Pisa

http://www.ingv.it