



# Piano Triennale di Attività 2018 \ 2020

Volume 2. Schede di dettaglio



#### REDAZIONE TESTI

Direttori di Dipartimento e Ufficio Coordinamento per l'attività di Supporto alla Ricerca (CS)

#### AGGIORNAMENTO DATI

Presidenza

Direzione Generale

Direttori di Sezione

Direzione Centrale Affari Amministrativi e del Personale

Direzione Centrale Ragioneria e Bilancio

Settore Progetti di Ricerca e Sviluppo

Ufficio Aggiornamento Normativa e Partecipazioni Societarie

#### COMPOSIZIONE VOLUME E REVISIONE TESTI

Segreteria Ufficio Coordinamento per l'attività di Supporto alla Ricerca (CS) e

Segreteria di Redazione del Centro Editoriale Nazionale (CEN)

Si ringrazia tutto il personale INGV che ha redatto le Schede di dettaglio e contribuito tramite il portale dei Dipartimenti; tutti i colleghi che hanno fornito le immagini e le fotografie.

#### PROGETTO GRAFICO - PROGETTO EDITORIALE - IMPAGINAZIONE

Barbara Angioni, Rossella Celi e Francesca Di Stefano

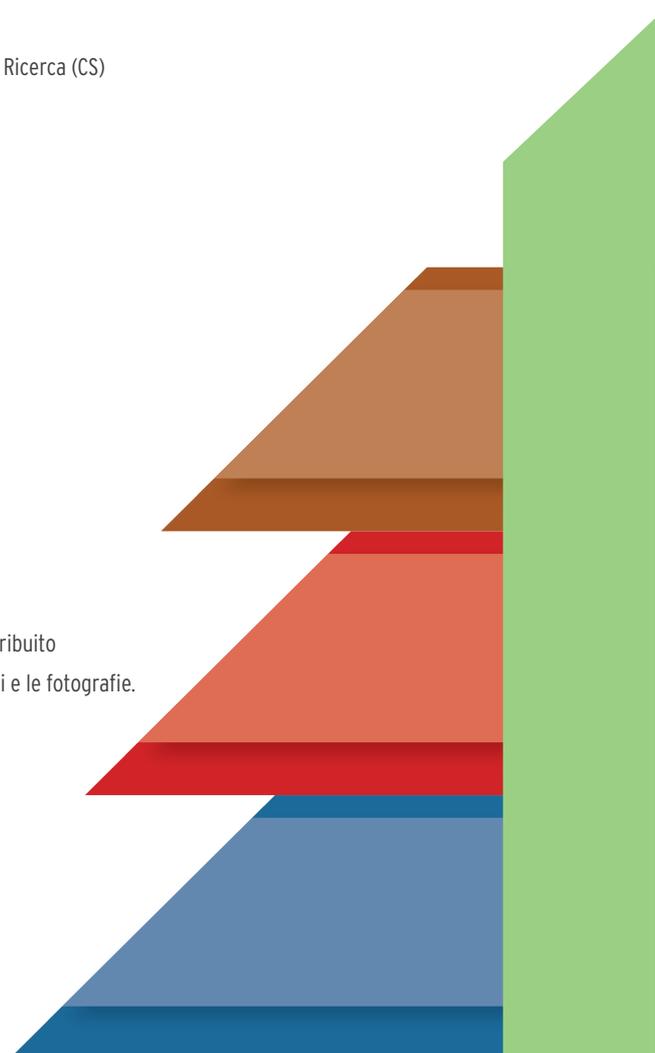
Redazione del Centro Editoriale Nazionale (CEN)

© 2018 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605 - 00143 Roma

Tel. 06/518601 Fax 06/5041181

[www.ingv.it](http://www.ingv.it)



<b>Schede di Dettaglio</b>	<b>5</b>
Linea di Attività "Ricerca - Ambiente"	7
Linea di Attività "Ricerca - Terremoti"	22
Linea di Attività "Ricerca - Vulcani"	37
Tematiche trasversali ai tre dipartimenti	53
Progetti	56
Linea di Attività "Servizi e Ricerca per la società - Ambiente"	71
Linea di Attività "Servizi e Ricerca per la società - Terremoti"	74
Linea di Attività "Servizi e Ricerca per la società - Vulcani"	84
Infrastrutture di Ricerca IT 1 - 2 - 3 - 4 - 5	92
<b>Schede sezioni</b>	<b>151</b>
Sezione ONT	153
Sezione Milano	162
Sezione Catania - Osservatorio Etno	167
Sezione Napoli	172
Sezione RM2	179
Sezione RM1	186
Sezione Pisa	190
Sezione Palermo	196
Sezione Bologna	199
<b>Terza Missione</b>	<b>203</b>





# Schede di Dettaglio

LINEA DI ATTIVITÀ "RICERCA - AMBIENTE"	7
LINEA DI ATTIVITÀ "RICERCA - TERREMOTI"	22
LINEA DI ATTIVITÀ "RICERCA - VULCANI"	37
TEMATICHE TRASVERSALI AI TRE DIPARTIMENTI	53
PROGETTI	56
LINEA DI ATTIVITÀ "SERVIZI E RICERCA PER LA SOCIETÀ - AMBIENTE"	71
LINEA DI ATTIVITÀ "SERVIZI E RICERCA PER LA SOCIETÀ - TERREMOTI"	74
LINEA DI ATTIVITÀ "SERVIZI E RICERCA PER LA SOCIETÀ - VULCANI"	84
INFRASTRUTTURE DI RICERCA IT 1 - 2 - 3 - 4 - 5	92



## Attività di Ricerca

Dipartimento

Ambiente

Area di Intervento:

Linea di Attività "Ricerca - Ambiente"

Data Inizio:

1-1-2018

Data Fine:

31-12-2018

a.

### Finalità e Obiettivi

La Struttura di Ricerca "Ambiente" si caratterizza per il suo carattere multidisciplinare, che comprende aree tematiche di ricerca che spaziano attraverso discipline molto diverse tra loro e che includono una notevole varietà di processi naturali che caratterizzano il sistema Terra. Le ricerche condotte nell'ambito di questa linea di attività si prefiggono di sviluppare le conoscenze di elementi critici del sistema Terra nel suo insieme e delle loro interazioni reciproche.

Queste ricerche comprendono settori disciplinari anche molto diversi tra loro, che per comodità sono stati suddivisi in **aree tematiche**, che sono sinteticamente elencate nel seguito:

- **Geomagnetismo:** lo studio del campo magnetico terrestre, della sua dinamica e delle sue variazioni a diverse scale spazio-temporali. L'analisi delle variazioni sia di origine interna alla terra sia di origine esterna e lo sviluppo di modelli e caratterizzazione della dinamica magnetosferica in risposta all'attività solare.
- **Paleomagnetismo:** studio del magnetismo rimanente delle rocce, con applicazioni geomagnetiche, geodinamiche, vulcaniche, stratigrafiche e ambientali.
- **Fisica dell'alta atmosfera:** lo studio della parte ionizzata dell'atmosfera e dell'interazione con le onde elettromagnetiche. Modellistica e climatologia della ionosfera, radio propagazione e meteorologia spaziale.
- **Geofisica marina e osservazioni multiparametriche a fondo mare:** studio dei fenomeni e dei processi geofisici e geo-ambientali complessi che hanno luogo in ambiente marino, dalla Litosfera all'Oceano e all'Atmosfera attraverso l'uso di innovative infrastrutture di osservazioni multidisciplinari operanti sul fondali marini.
- **Oceanografia e clima:** studio delle proprietà fisiche delle acque (temperatura, salinità correnti) dell'area mediterranea e dei mari circum-europei e delle loro variabilità spazio-temporali; studio degli elementi che determinano il clima attuale ed i cambiamenti climatici, comprese le variazioni del livello del mare.
- **Ricerche polari:** studio della dinamica dei fenomeni naturali nelle regione polari – attraverso studi ed osservazioni multidisciplinari – quali aree di importanza critica per la determinazione di molti elementi fondamentali del pianeta Terra (clima, campo magnetico, fisica dell'alta atmosfera).
- **Paleoclima:** studio del sistema climatico terrestre nel tempo geologico. Le ricerche paleoclimatiche sono finalizzate alla ricostruzione dei cambiamenti climatici nel passato attraverso l'analisi integrata di proxy data in sequenze stratigrafiche.
- **Geochemica per l'ambiente e geologia medica:** studi di geochemica dei fluidi per la caratterizzazione della circolazione delle acque sotterranee, delle aree a rischio di contaminazione, e l'implementazione di tecnologie innovative per il monitoraggio delle alterazioni dovute alle attività antropiche. Implementazione di tecnologie innovative finalizzate alla progettazione ed installazione di reti di monitoraggio geochemico ambientale per la tutela dell'ambiente e della salute umana.
- **Geofisica ambientale:** studi e prospezioni geofisiche per la caratterizzazione del territorio e del sottosuolo e per il monitoraggio di fenomeni naturali di potenziale impatto sull'ambiente, finalizzati alla mitigazione dei rischi naturali, ambientali e di origine antropica.

Distribuzione dei mesi-persona 2018 dichiarati nelle diverse aree tematiche della Linea di Attività (LdA) "Ambiente – Ricerca". Nella raccolta dei mesi-persona 2018 alcune aree tematiche sono state accorpate tra loro (es. Geomagnetismo e Paleomagnetismo; Ricerche polari e Paleoclima).

Aree Tematiche – Struttura Ambiente, LdA “Ambiente – Ricerca”	Mesi/persona (m/p)	m/p progetti	mesi/persona in %
Geomagnetismo e Paleomagnetismo	109	56	23.8
Fisica dell'alta atmosfera	77	20	13.9
Geofisica marina e osservazioni multiparametriche a fondo mare	49	9	8.3
Oceanografia e Clima	42	10	7.5
Ricerche polari e paleoclima	52	10	9.0
Geochimica per l'ambiente e Geologia medica	74	23	14.0
Geofisica ambientale	76	87	23.5
<b>TOTALE</b>	<b>479</b>	<b>213</b>	<b>100.0</b>

L'insieme delle ricerche condotte in queste tematiche ha grandi potenzialità di impatto sulle possibilità di sviluppo delle conoscenze di elementi fondamentali del sistema Terra, con ripercussioni importanti sia a livello scientifico sia per la società civile e considerevoli potenzialità di attrarre grande interesse da parte degli stakeholders. Considerando da un lato la varietà e la rilevanza di queste tematiche anche in funzione del potenziale impatto sulla società dei fenomeni studiati - oltre che sullo sviluppo delle conoscenze scientifiche sul funzionamento del nostro pianeta - e d'altro lato il limitato impegno di risorse umane attualmente dedicate alle attività di ricerca in queste discipline, le aree tematiche della Struttura di ricerca “Ambiente” dell'INGV hanno certamente grandi margini di sviluppo.

In considerazione dell'ampio spettro di discipline e competenze sviluppate in Istituto, dell'attualità scientifica e dell'interesse pubblico che si focalizza su specifiche tematiche ambientali, si confermano gli obiettivi strategici di grande respiro su cui focalizzare le attività di ricerca scientifica e tecnologica nel corso del 2018, con prospettive di sviluppo nel biennio successivo. Essi comprendono:

- **Space Weather:** Lo sviluppo delle conoscenze sui meccanismi e sugli effetti dei fenomeni che caratterizzano la risposta del pianeta Terra agli impulsi perturbativi di origine solare. Le ricerche in questo campo ricadono sotto il termine generico di *space weather* ed implicano l'approfondimento di studi e ricerche sul comportamento del campo magnetico terrestre e dell'alta atmosfera e del potenziale impatto dei fenomeni ad essi correlati sui sistemi tecnologici.
- **Clima e Cambiamenti climatici:** Lo sviluppo delle conoscenze sui meccanismi e sugli effetti dei fenomeni che caratterizzano la variabilità climatica del pianeta Terra, nelle sue distinte componenti (litosfera, mari e oceani, atmosfera). Ricerche di questo tipo riguardano diverse regioni fisiche del globo – alcune particolarmente rilevanti per il clima globale e/o regionale – e diversi intervalli di tempo, anche a scala geologica. Infatti, dallo studio della variabilità climatica naturale nel corso del tempo geologico si possono fondare stime realistiche per gli scenari di variabilità climatica ipotizzabili per il futuro (anche prossimo).
- **Stima quantitativa della pericolosità e del rischio associati ad altri fenomeni ambientali:** Sviluppo di ricerche e di metodologie per la comprensione e la stima quantitativa dei rischi collegati a fenomeni ambientali in terra ed in mare, quali fenomeni di degassamento, di instabilità gravitativa e geomorfologica (movimenti franosi, sollevamento del suolo, *sink-holes*) anche in connessione con attività sismica e/o vulcanica.
- **Innovazione nelle metodologie geofisiche-geochimiche per l'ambiente:** Lo sviluppo di ricerche - scientifiche e tecnologiche - innovative ed originali per l'applicazione di metodologie geofisiche e geochimiche alla caratterizzazione dell'ambiente del Sistema Terra nel suo complesso, sia in termini di struttura del

sottosuolo, di dinamica dei processi crostali e superficiali, di interazione tra le diverse componenti del Sistema Terra (litosfera, mari e oceani, atmosfera) e di monitoraggio degli effetti naturali ed antropici in diversi contesti geologici e sociali.

Il perseguimento di questi obiettivi strategici dipende in maniera critica dall'efficienza e dalla qualità delle infrastrutture di ricerca che consentono l'osservazione, la misura e l'analisi dei diversi parametri geofisici e geochimici che caratterizzano l'ambiente terrestre nel suo complesso.

#### **Publicazioni JCR 2017 LdA "Ricerca-Ambiente"**

Gli obiettivi tradizionali delle attività di ricerca sono quelli di realizzare pubblicazioni scientifiche, pertanto i prodotti per eccellenza delle attività di ricerca sono le pubblicazioni su riviste censite nel *Journal Citation Report* (JCR). Nel 2017 la linea ha prodotto 130 pubblicazioni riferibili all'attività di ricerca del Dipartimento Ambiente, che rappresentano il 24.1% della produzione scientifica dell'intero Ente (Fig. 1), a fronte di un impegno in mesi/persona 2017 dichiarato per LdA "Ricerca - Ambiente" pari al 7.1% del totale d'Istituto e al 27.2% dei mesi/persona 2017 dichiarati per le tre LdA di ricerca (per i dipartimenti Terremoti, Vulcani e Ambiente). Si tratta, ad ogni modo, di stime indicative, dato che varie pubblicazioni sono trasversali ai Dipartimenti e alle Infrastrutture di ricerca. In generale, se si considerano i m/p impiegati dai Ricercatori e Tecnologi INGV nella LdA "Ricerca - Ambiente" relativamente al 2017 (complessivamente 707 m/p), la capacità di pubblicazione media annuale per un FTE (ricercatore full time) del Dipartimento Ambiente è di 2.2 pubblicazioni/persona.

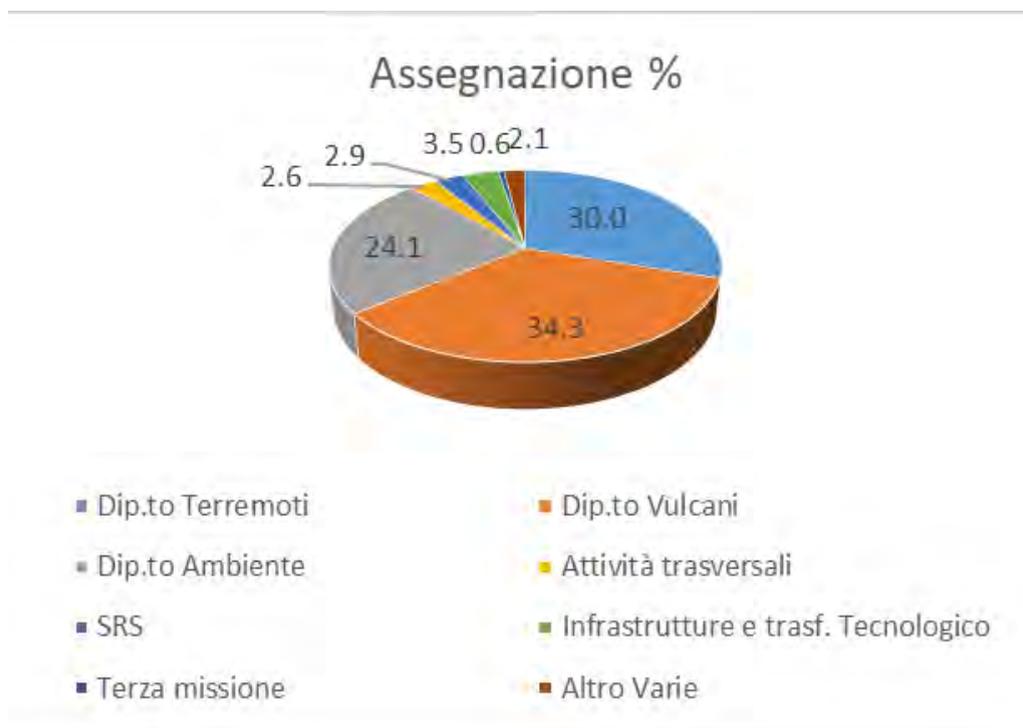


Figura 1 - Distribuzione percentuale delle pubblicazioni scientifiche JCR prodotte dai Dipartimenti e Infrastrutture dell'INGV nel 2017.

Analizzando nel dettaglio la produzione scientifica 2017 in riferimento alle aree tematiche di pertinenza della LdA Ricerca Ambiente, sotto descritte, si ottiene la distribuzione illustrata nel grafico di Figura 2, che rispecchia grosso modo la distribuzione dei mesi persona dichiarati per le attività legate a queste tematiche di ricerca. Si nota che alcune tematiche (es. geofisica marina) che si contraddistinguono per attività prevalentemente volte allo sviluppo di infrastrutture di ricerca e/o di servizi risultano sbilanciate verso quest'ultimo tipo di prodotti, mentre altre tematiche (es. oceanografia e clima) beneficiano degli effetti di essere supportate da un consistente numero di associati di ricerca che firmano le pubblicazioni con doppia affiliazione.

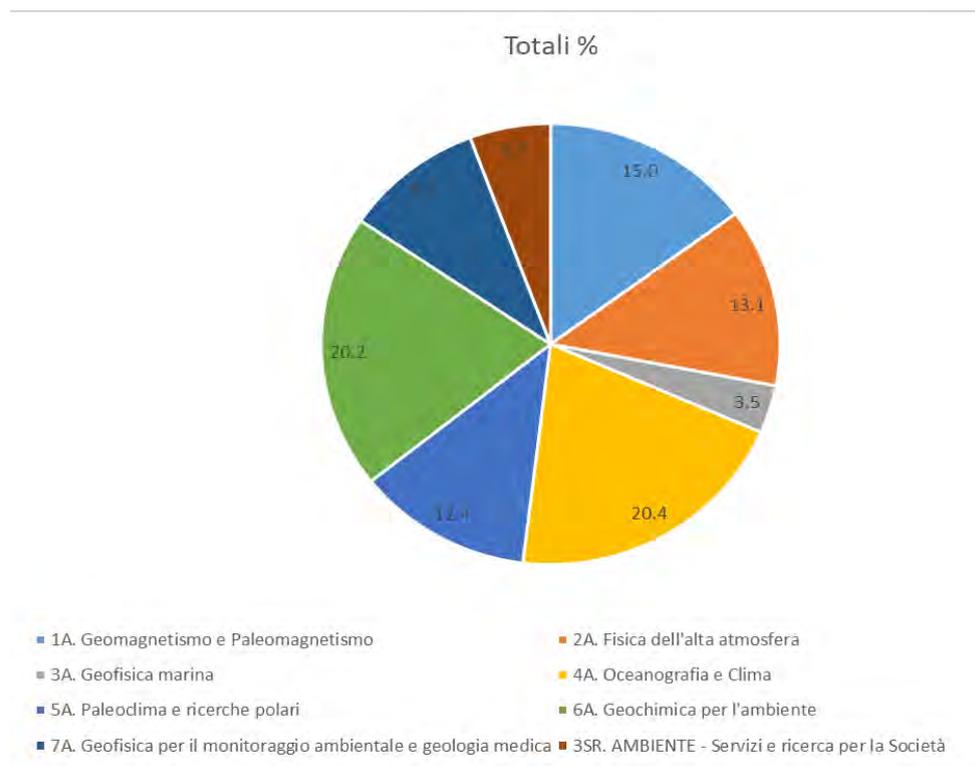


Figura 2 - Distribuzione percentuale delle pubblicazioni scientifiche JCR prodotte dal Dipartimento Ambiente nel 2017, suddivise per aree tematiche.

## b. Contenuto Tecnico Scientifico

In questo paragrafo vengono presentate in maniera sintetica le aree tematiche su cui si sviluppano attività di ricerca e le rispettive attività di ricerca programmate ed in corso. Le informazioni riportate ricalcano essenzialmente i contributi forniti dai ricercatori e tecnologi dell'Istituto, disponibili in un forum dedicato nel nuovo sito web delle Strutture di Ricerca dell'INGV ed accessibile a tutti i dipendenti dell'Ente. Queste attività costituiscono gli obiettivi specifici su cui si focalizzano le attività di ricerca della Struttura Ambiente per il 2018, con prospettive di sviluppo per il biennio successivo.

### 1. Geomagnetismo e paleomagnetismo

Tematica: Studio delle variazioni del campo magnetico terrestre a diverse scale spazio-temporali. Le ricerche di geomagnetismo includono l'analisi delle variazioni sia di origine interna alla terra sia di origine esterna e lo sviluppo di modelli e caratterizzazione della dinamica magnetosferica in risposta all'attività solare (Space Weather). Le ricerche di paleomagnetismo riguardano il magnetismo rimanente delle rocce e forniscono informazioni originali per la caratterizzazione delle variazioni del campo di origine interna su scala di tempo geologica cui si accompagnano una varietà di applicazioni geodinamiche, vulcaniche, stratigrafiche e ambientali.

## **Geomagnetismo**

Le ricerche di geomagnetismo includono l'analisi delle variazioni sia di origine interna alla terra sia di origine esterna e lo sviluppo di modelli e caratterizzazione della dinamica magnetosferica in risposta all'attività solare (le attività rientrano negli studi propedeutici allo *Space Weather*). Le ricerche si basano sia su dati raccolti dagli osservatori geomagnetici a terra, sia misurati dai satelliti Swarm.

### **Studio della dinamica multiscala delle correnti ionosferiche a media ed alta latitudine**

La dinamica magnetosferica in risposta alle mutazioni delle condizioni interplanetarie è il risultato di processi che avvengono su diverse scale spatio-temporali, e che risultano sia direttamente guidati dal vento solare sia dovuti alla dinamica interna del plasma magnetosferico. Recenti studi hanno mostrato come tali processi siano caratterizzati da scale temporali totalmente differenti. Ci si propone di studiare gli effetti di tale dinamica multiscala sulle correnti ionosferiche a seguito dell'accoppiamento vento solare-magnetosfera-ionosfera nel corso di una tempesta geomagnetica. Lo studio viene condotto attraverso metodi di analisi non lineare in grado di separare le diverse scale temporali e la ricostruzione delle correnti ionosferiche equivalenti viene fatta utilizzando dati da osservatori geomagnetici nell'emisfero nord.

### **Studio della turbolenza ionosferica con dati della costellazione Swarm**

La dinamica ionosferica è assimilabile a quella di un sistema complesso in cui la turbolenza può svolgere un ruolo fondamentale. Si propone uno studio delle fluttuazioni del campo magnetico e dei parametri di plasma (densità e temperatura elettronica) attraverso le misure dei satelliti ESA-Swarm con la finalità di comprendere i meccanismi responsabili delle instabilità e delle irregolarità presenti nel plasma ionosferico. Questo studio si inserisce nell'analisi dei processi fisici alla base degli eventi di Space Weather, in quanto le instabilità e le irregolarità nel plasma possono fortemente degradare i segnali radio HF e i segnali GNSS, inficiando l'accuratezza dei sistemi di posizionamento. L'attività rientra negli studi propedeutici allo Space Weather. Prodotti attesi: pubblicazioni scientifiche.

### **Studio delle correnti geomagneticamente indotte (GIC)**

Le misure del campo magnetico a terra possono essere utilizzate per valutare l'indice GIC (geomagnetically induced currents), una misura delle correnti elettriche che eventi di Space Weather possono indurre nel sottosuolo e che canalizzandosi in strutture naturali ed artificiali ad elevata conducibilità elettrica sono responsabili del loro malfunzionamento e danneggiamento. Si propone la valutazione di questo indice sia su scala nazionale, utilizzando i dati degli osservatori magnetici dell'INGV, sia su scala globale utilizzando i dati del World Data Center for Geomagnetism e di Intermagnet. Sarà, quindi, in un caso possibile valutare il rischio per le infrastrutture critiche su territorio nazionale e nell'altro studiare la distribuzione su scala planetaria di queste correnti indotte. L'attività rientra negli studi propedeutici allo Space Weather. Prodotti attesi: pubblicazioni scientifiche.

### **Studio della dinamica del campo geomagnetico in area polare**

Utilizzando gli ultradecennali dati antartici, verranno effettuati studi statistici sulle variazioni geomagnetiche di origine esterna e sulla dinamica della cuspidale polare. Utilizzando i dati registrati presso la stazione temporanea antartica a Talos Dome, in confronto con quelli dei vicini osservatori geomagnetici, verrà studiato l'effetto costa sulle variazioni del campo geomagnetico, per caratterizzare gli osservatori geomagnetici a ridosso del mare. Nei prossimi anni verrà installata nuova strumentazione a Talos Dome e Mid Point e verrà effettuato un monitoraggio longitudinale e latitudinale in un'area spaziale al di fuori degli osservatori permanenti al fine di condurre questi studi con una affidabilità statistica maggiore.

## **Paleomagnetismo e magnetismo ambientale**

Le ricerche di paleomagnetismo riguardano il magnetismo rimanente delle rocce e forniscono informazioni originali per la caratterizzazione delle variazioni del campo di origine interna su scala di tempo geologica cui si accompagnano una varietà di applicazioni geodinamiche, vulcaniche, stratigrafiche e ambientali. Le ricerche si basano su dati ottenuti da campioni prelevati sul terreno in sezioni geologiche esposte, sia da perforazioni marine e lacustri, con misure ed analisi effettuate nel laboratorio di paleomagnetismo dell'INGV.

### **Paleomagnetismo applicato alla tettonica**

Nel 2018 si prevede di continuare l'attività storica del laboratorio di paleomagnetismo dedicata alle applicazioni nel campo della tettonica. In particolare negli ultimi anni ci si è dedicati allo studio del pattern di rotazioni di blocchi dovuti

all'attività di faglie trascorrenti. Questo obiettivo sarà perseguito attraverso lo studio di faglie localizzate sia in Appennino e Sicilia, sia in altri continenti (Sud America, Cina), in collaborazione con le Università di Roma Tre, Catania, Palermo, e la Peking University (Pechino, Cina). Con quest'ultima università è stata avviata una proficua relazione scientifica che certamente proseguirà nel prossimo triennio.

#### **Paleomagnetismo applicato alla datazione di rocce vulcaniche**

Negli ultimi anni il laboratorio di paleomagnetismo si è dedicato con successo alla datazione di rocce vulcaniche oloceniche, affioranti sia nei vulcani attivi italiani, che nelle Isole Azzorre, ed in Islanda. Nel triennio 2018-2020 questa linea di ricerca continuerà, tramite collaborazioni con l'INGV di Pisa e l'università di Pisa. Il paleomagnetismo permette di conseguire una notevole risoluzione di datazione, e la ricostruzione accurata della storia eruttiva di un vulcano attivo può avere importanti implicazioni per la definizione dell'hazard. Nel corso del 2018, i vulcani su cui sarà concentrata l'attenzione saranno Vulcano, Lipari, Ustica e Tenerife (Isole Canarie).

#### **Studio paleomagnetico di sequenze sedimentarie dal Mar Adriatico e Ionio**

È in corso la pubblicazione dei risultati dello studio di sequenze quaternarie dal Mar Adriatico; nel 2018 si prevede di estendere questo tipo di studi, sia paleomagnetici che di magnetismo ambientale, al Mar Ionio. In questo caso il modello d'età delle sequenze si baserà anche sullo studio di tefra vulcanici, particolarmente evidenti in quest'area. Si valuterà anche la possibilità di costruire un modello di variazione delle paleointensità relative del campo magnetico per l'Adriatico, basato sull'analisi di tutte le curve ad oggi disponibili e possibilmente su nuovi dati.

#### **Proprietà magnetiche di polveri da inquinamento atmosferico**

Nel 2018 si prevede di continuare gli studi di monitoraggio ambientale con metodi magnetici, applicati su bioaccumulatori, quali foglie, cortecce e licheni o direttamente su polveri. In particolare, verrà portato avanti il progetto FISR "New insights on the biomagnetic monitoring of air pollution: applications to selected environmental contexts in Central Italy". Le analisi magnetiche saranno coadiuvate da analisi morfologico-chimiche al SEM. Ulteriori temi in via di sviluppo sono stati avviati con l'Università di Milano, con l'Institute of Geophysics - Polish Academy of Sciences, con il Dipartimento di Biologia Ambientale de La Sapienza, Roma.

#### **Biostratigrafia a nanofossili calcarei per la datazione relativa di eventi geodinamici**

Durante il 2018 continuerà la collaborazione scientifica con la Dott.ssa Derya Gurer (PhD, Utrecht University): Datazione dei sedimenti del Ulukisla Basin (Anatolia Centrale, Turchia) per lo studio dell'evoluzione tettonica dell'Anatolia centro-orientale dal Cretaceo superiore al recente. Nell'ambito di questa collaborazione è in svolgimento il progetto "Paleomagnetic, biostratigraphic and structural analysis of a marine Miocene section in the eastern Sivas-Erzincan basin". In collaborazione con Karadeniz Teknik University, Turkey e Utrecht University, the Netherlands.

## **2. Fisica dell'alta atmosfera**

Tematica: Studio della parte ionizzata dell'atmosfera e dell'interazione con le onde elettromagnetiche. Le ricerche in quest'area tematica sono focalizzate alla modellistica e alla climatologia della ionosfera, alla radio propagazione ed alla meteorologia spaziale (*Space Weather*). I dati sono raccolti dagli osservatori e dalle stazioni ionosferiche dell'INGV a terra e da missioni satellitari.

#### **Studi di irregolarità ionosferiche da missioni satellitari e ricevitori GNSS**

Studio della dinamica e morfologia delle irregolarità ionosferiche nelle regioni di alta, media e bassa latitudine attraverso l'uso dei dati in situ di densità e temperatura elettronica, campo elettrico e GNSS acquisiti da missioni satellitare, quali Swarm (ESA) e Limadou e dei dati forniti da ricevitori GNSS *ground based* per il calcolo del contenuto elettronico totale (TEC) e degli indici di scintillazione. Tali studi confluiscono nella realizzazione di modelli e algoritmi per applicazioni di *forecasting* e mitigazione degli effetti ionosferici sui segnali GNSS.

#### **Studi ionosferici per Earth Observation**

Studio degli effetti ionosferici sulle immagini acquisite da Radar ad apertura sintetica (SAR) e sviluppo di metodi per l'utilizzo delle immagini SAR per il monitoraggio ionosferico. In particolare, sviluppando algoritmi ad hoc per il trattamento congiunto dei dati GNSS e SAR, si intende studiare l'effetto delle *Travelling Ionospheric Disturbances* (TID) sul segnale SAR nelle regioni di alta, media e bassa latitudine.

### **Ricerca applicata per il GNSS e lo Space Weather**

Sviluppo di modelli ed algoritmi per il *nowcasting* ed il *forecasting* a breve (da minuti a decine di minuti) e lungo (1/2 giorni) dei parametri ionosferici su scala locale, regionale e globale per contribuire agli studi di *space weather*. Lo studio è indirizzato a tradurre la conoscenza della fisica ionosferica in utili applicazioni per mitigare gli effetti ionosferici sui sistemi di posizionamento e navigazione satellitare nonché nelle comunicazioni.

### **Strumenti per lo Space Weather: mappe di parametri ionosferici**

Mappe di "*nowcasting*" di parametri radiopropagativi fondamentali, quali MUF(3000)F2, sull'Europa e, in generale, su aree geografiche definite.

### **Strumenti per lo Space Weather: interpretazione automatica di ionogrammi obliqui**

Ulteriore sviluppo dell'applicazione del software denominato OIASA (*Oblique Ionogram Automatic scaling Algorithm*), valutando i risultati.

### **Strumenti per lo Space Weather: interpretazione automatica di ionogrammi verticali**

Nel 2018 si prevede di rendere operative le nuove caratteristiche del software denominato "Autoscala" per altre stazioni ionosferiche di istituti con i quali sono in atto collaborazioni. Esse riguardano: a) nuove formule per il profilo di densità elettronica dello strato E e della regione intermedia; b) stima del topside e del TEC; c) spread F in condizioni particolari.

### **Space Weather: parametri termosferici, anomalie sismo-ionosferiche e andamento a lungo termine parametri ionosferici**

In questo ambito si prevedono attività su tre linee principali

- 1) Space Weather: per il 2018, aggiornamento in collaborazione con IZMIRAN (Prof. Mikhailov) del modello di previsione della frequenza critica dello strato F2(foF2) in Europa EUROMAP, aggiungendo la previsione della MUF(3000). Si vuole mettere online sul sito INGV il modello per la previsione di foF2 e MUF(3000). Prodotto da inserire online: sistema di allerta per le tempeste ionosferiche utilizzando dati da osservatorio. Per il biennio successivo si prevede l'aggiornamento del modello EUROMAP e dell'alert ionosferico.
- 2) Anomalie sismo-ionosferiche: per il 2018, studio delle anomalie ionosferiche che potrebbero essere legate a terremoti con una attenzione particolare alla penisola italiana e alla Cina. Per il biennio successivo, sviluppo di un nuovo metodo per determinare i parametri termosferici da misure di densità elettronica ottenute tramite profili di densità elettronica. In collaborazione con il Prof. Mikhailov.
- 3) Andamento a lungo termine della Ionosfera e Termosfera all'interno dell'accordo di cooperazione tra INGV ed IZMIRAN

### **Validazione del metodo IRI UP con l'inclusione di nuovi metodi statistici per conseguire mappe più attendibili di foF2 ed hmF2 nel corso di forti tempeste geomagnetiche**

Alcuni test statistici originali saranno implementati nella procedura IRI UP al fine di selezionare i modelli di variogramma migliori, e ottenere così mappe di foF2 e hmF2 con un grado di affidabilità maggiore rispetto al passato. Tali mappe saranno successivamente testate su un gran numero di epoche caratterizzate da forti tempeste geomagnetiche.

Prospettive di sviluppo per il biennio successivo:

- a. A partire dal modello locale SIRMpol, applicabile nella sola stazione di Roma, si potrebbero effettuare degli studi volti ad estendere l'applicabilità del SIRMpol nell'area Europea.
- b. Nell'ambito del modello IRI UP, potrà essere studiata l'importanza dell'ora del giorno sulla scelta del modello di variogramma. Ciò potrebbe essere di cruciale importanza per migliorare ulteriormente la bontà del variogramma selezionato e di conseguenza la qualità delle mappe di previsione di foF2 e hmF2 fornite
- c. Conseguimento di mappe delle principali caratteristiche ionosferiche sull'area Europea basate sull'assimilazione di misure di VTEC da una rete di ricevitori GNSS (*Global Navigation Satellite System*)
- d. Studi sulla variabilità ionosferica atti a definire i valori quieti di riferimento per la caratteristica ionosferica foF2.
- e. Ulteriori test per la valutazione dei modelli per la generazione in tempo reale di matrici 3D di densità elettronica nell'area Europea potranno essere effettuati confrontando gli ionogrammi obliqui sintetici prodotti da IONORT e gli ionogrammi obliqui ottenuti da campagne di misura effettuate su radio-collegamenti

relativamente lunghi.

- f. Studi sulla variabilità ionosferica con particolare riguardo a fenomeni di occorrenza di Spread F nell'area Italiana.

### 3. Geofisica marina e osservazioni multiparametriche a fondo mare

Tematica: Studio dei fenomeni e dei processi geofisici e geo-ambientali complessi che hanno luogo in ambiente marino, dalla Litosfera all'Oceano e all'Atmosfera. Studio delle relazioni tra rilascio di energia per attività sismica e vulcanica, rilascio di fluidi e variazioni dei campi potenziali in ambiente marino. Ricerca, progettazione e sviluppo di dispositivi per l'acquisizione di misure geofisiche e ambientali in aree marine.

#### Processi di generazione tsunami e metodi di rivelazione

I processi di generazione tsunami non sono ancora conosciuti in modo dettagliato, principalmente a causa della scarsità di misure dirette dei parametri fisici ambientali nelle aree di generazione. Lo studio dell'accoppiamento tra movimento del fondale marino e colonna d'acqua migliora la comprensione dei meccanismi di generazione e permette lo sviluppo di nuovi metodi di rivelazione precoce. L'attività si baserà sul miglioramento dei modelli di generazione tsunami, dei metodi di rivelazione e sulla loro ottimizzazione sia in acque profonde sia vicino a costa, utilizzando dati da sensori di pressione di profondità e da mareografi.

#### Indagini sismologiche, geomorfologiche, geochimiche e di tettonica attiva nel mar Ionio

La realizzazione di campagne oceanografiche con la messa in opera di OBS/H e di moduli geochimici e l'analisi dei dati registrati consentono di approfondire la comprensione dell'attività tettonica, sismica, geomorfologica e geochimica nell'area del Mar Ionio. Dall'elaborazione dei dati si potrà ottenere una mappatura accurata delle faglie sismicamente attive del mar Ionio e delle zone soggette a fenomeni gravitativi (frane); si potranno evidenziare eventuali processi di degassamento lungo le faglie e comprendere se tali processi possano costituire precursori geochimici di terremoti.

I dati registrati potranno evidenziare i principali elementi morfotettonici, i fenomeni di instabilità ed altri elementi geologici utili per la determinazione di *geohazards*.

#### Studio del rumore sismico a fondo mare

Il rumore sismico di fondo mare oltre a costituire un indicatore importante delle performance della strumentazione impiegata (ad esempio qualità dell'accoppiamento di un sismometro con il suolo) rappresenta un complementare strumento di indagine di aree tettoniche e vulcaniche sottomarine. Nel caso del *seamount* Marsili e dell'Etna, le caratteristiche del rumore sismico a fondo mare hanno portato ulteriori elementi a supporto rispettivamente dell'ipotesi di presenza di attività idrotermale e di presenza di una seconda, più profonda camera magmatica. L'ormai consueto impiego di idrofoni per lo studio dell'*Ocean Noise* (identificazione delle sorgenti di rumore naturale e antropico) contribuisce alla valutazione degli indicatori stabiliti dalla *Marine Strategy Framework Directive* per la conservazione del buono stato dell'ambiente marino. Per questo tema si prevede di approfondire lo studio del rumore sismico di fondo mare nello Ionio per aggiungere ulteriori elementi alla conoscenza dell'attività sismica e delle instabilità dell'area e si prevede di collaborare con INFN e CNR-IAMC per fornire indicazioni sulle sorgenti di rumore in quell'area.

#### Studio delle interazioni tra attività sismica e emissione di fluidi in aree marine

L'analisi congiunta di dati sismologici e geochimici aiuta a comprendere le eventuali connessioni tra sismicità ed emissione di fluidi. Gli studi fino ad ora compiuti hanno evidenziato talvolta se non una relazione di causa-effetto, una interessante alternanza tra rilascio di fluidi e occorrenza di eventi sismici di breve durata. Tale alternanza va interpretata nel contesto geodinamico dell'area corrispondente. Le aree di interesse comprendono le Isole Eolie, lo Ionio occidentale, il Canale di Sicilia, l'Arcipelago Campano, l'Arcipelago Toscano, il Mar di Marmara, il Mar Nero. Nell'anno 2018 sarà pianificata e organizzata una nuova campagna nel Mar Nero nell'ambito della collaborazione dell'infrastruttura EMSO con altre infrastrutture di ricerca europee per omogeneizzare le modalità di acquisizione delle misure di rumore generato da *vents*. Sarà inoltre completato e sottomesso un articolo sulle connessioni tra sismicità e emissioni di fluidi nel Mar di Marmara.

#### Stima del sollevamento del fondo marino nei Campi Flegrei

Le prime misure del sollevamento del fondo marino nel Golfo di Pozzuoli sono effettuate da un sistema di 4 boe geodetiche equipaggiate anche di altri sensori geofisici (es. sismometri, idrofoni) progettate e installate dall'INGV tra il 2013 e il 2016. Le prime misure fino ad ora acquisite sono in accordo con il modello di sollevamento prodotto dalla

recente letteratura. Lo studio della dinamica del settore marino dei Campi Flegrei verrà approfondito e dettagliato maggiormente analizzando l'andamento e le caratteristiche delle misure geodetiche e sismologiche acquisite dal sistema di boe.

#### **Studio del vulcanismo sottomarino e sistemi idrotermali**

Attività di investigazione geofisica con metodi magnetici e gravimetrici di sistemi vulcanici sottomarini nel settore orientale della catena del Palinuro. Investigazione e censimento di siti idrotermali profondi e valutazione dei depositi a solfuri associati.

## **4. Oceanografia e clima**

Tematica: Studio della circolazione generale e delle caratteristiche fisiche dell'oceano e in particolare del Mar Mediterraneo. Studio delle interazioni tra geosfera, idrosfera e atmosfera in ambiente marino. Le ricerche in questo campo sono finalizzate alla conoscenza della circolazione generale degli oceani e dell'atmosfera a scala globale e con particolare riferimento al Mare Mediterraneo. Sviluppo di modelli numerici di circolazione oceanici a scala globale e regionale (Mediterraneo e Adriatico in particolare). Sviluppo di modelli oceanici e/o climatici globali (oceano, ghiaccio marino, atmosfera e biogeochimica).

#### **Dispersione di solfati-vulcanici nell'area mediterranea**

L'emissione di gas e aerosol vulcanici ha un forte impatto sull'ambiente e nell'equilibrio climatico con effetti variabili su scala temporale e spaziale. Tra i gas vulcanici un ruolo primario è svolto dall'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) a causa della sua conversione in aerosol solfati; l'Etna è uno dei maggiori e persistenti emettitori di gas e aerosol in atmosfera. L'obiettivo della ricerca è investigare l'entità e l'impatto sul clima e sull'ambiente di SO<sub>2</sub> e aerosol solfati nel Mediterraneo attraverso un approccio integrato di misure prossimali, distali e spaziali e di modellistica.

#### **Sintesi, con particolare riguardo al Mediterraneo**

La ricerca in ambito Oceanografia e Clima è dedicata allo studio della circolazione generale, delle caratteristiche fisiche dell'oceano, delle interazioni aria-mare con particolare riferimento al Mare Mediterraneo, basata sia su dati da modelli di previsione che osservativi. Lo sviluppo di modelli numerici di circolazione a scala regionale (Mediterraneo in particolare) è finalizzata alla disseminazione, alla creazione di servizi dedicati agli utenti e allo sviluppo di applicazioni per il monitoraggio dell'ambiente marino. Grazie all'analisi di dati marini (in situ, da satellite e da modelli) provenienti da diverse banche dati e infrastrutture europee (Copernicus Marine Service, SeaDataNet) e internazionali (World Ocean Database) si sviluppano: 1) tecniche di validazione di dati da modelli di previsione e da sistemi di rianalisi; 2) tecniche di controllo di qualità dei dati osservativi; 3) indicatori per il monitoraggio dello stato del mare e degli effetti del cambiamento climatico sull'ambiente marino; 4) prodotti quali ad esempio collezioni di dati storici di qualità certificata e di climatologie per il Mar Mediterraneo.

#### **Sintesi Progetti attivi**

##### ***Copernicus MED-MFC***

Nell'ambito della fase I (Apr.2015-Apr.2018) del programma europeo Copernicus di osservazione della Terra (<http://marine.copernicus.eu/>), il Servizio Marino per il Mar Mediterraneo è stato gestito da un consorzio formato da CMCC, INGV, OGS e HCMR. INGV, come responsabile della componente fisica del *Mediterranean Monitoring and Forecasting Centre* (Med-MFC), svolge sia attività di ricerca che operative, volte al miglioramento della modellistica oceanografica e della qualità dei prodotti offerti, congiuntamente alla loro messa a disposizione per gli utenti finali. INGV produce quotidianamente, in maniera operativa, analisi e previsioni a breve termine (10 giorni) dello stato del mare per i parametri fisici, quali temperatura, salinità, correnti e fornisce anche "rianalisi" dello stato del mare dei passati 30 e 60 anni, in grado di descrivere la variabilità della circolazione e i processi che la determinano.

##### ***EUCISE2020***

EUCISE è un progetto di Security Research del Settimo Programma Quadro della Comunità Europea (<http://www.eucise2020.eu/>) avente come obiettivo il raggiungimento di uno stato pre-operativo nella condivisione dell'informazione tra le autorità marittime degli stati europei. Questo progetto rappresenta una importante tappa nel processo di implementazione dell'European CISE - Common Information Sharing Environment. CISE supporta lo sviluppo della blue economy e rappresenta una forte innovazione della *governance* marittima europea, nonché un

elemento fondamentale dell'Agenda Digitale Europea. CISE rappresenta un pilastro della European Action Plan for the European Maritime Security Strategy. Le attività sono gestite da un consorzio di 37 partners (autorità marittime, università, istituti di ricerca e altre organizzazioni di diversa natura), tra cui INGV, appartenenti a 15 diversi paesi europei coordinati dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI).

#### **NEXTDATA**

Il Progetto di Interesse NextData (<http://www.nextdatapoint.it/>) si propone di fornire informazioni quantitative sullo stato e sui cambiamenti climatici e ambientali passati, presenti e futuri nelle regioni montane e marine italiane e più in generale sulle ricostruzioni del clima del passato nel territorio italiano, favorendo un accesso libero e facilitato ai dati, ai risultati e alle conoscenze prodotte. L'analisi della stretta relazione climatica esistente tra atmosfera e mare è evidente in modo particolare nel sistema mediterraneo e vengono studiate grazie alle ricostruzioni/rianalisi della circolazione e caratteristiche del Mar Mediterraneo messe a disposizione dal Gruppo di Oceanografia della Sezione di Bologna.

#### **SeaDataCloud**

Lo studio di lungo termine dello stato del mare dipende dalla disponibilità di dati, i quali possono essere utilizzati per lo sviluppo di indici di monitoraggio, per essere assimilati da sistemi di rianalisi, per la validazione e analisi di consistenza di sistemi di rianalisi. INGV partecipando al progetto SeaDataCloud (<https://www.seadatanet.org/>; 2016-2020, EU H2020 grant agreement 730960) coordina il gruppo di lavoro dedicato alla creazione di prodotti di temperatura e salinità derivanti dai dati storici per tutti i mari europei e l'oceano globale, ed è responsabile in specifico dei prodotti per il mar Mediterraneo. Una delle principali attività svolte è quella del controllo di qualità dei dati seguendo le procedure sviluppate ed adottate in ambito internazionale. I dati di qualità certificata vengono rilasciati agli utenti come data set aggregati per ciascun mare europeo mediante un catalogo e successivamente utilizzati per elaborare ulteriori prodotti quali climatologie regionali/globali ed indici di monitoraggio di lungo termine dello stato del mare.

#### **EMODnet DATA INGESTION**

La condivisione di dati marini e la loro disponibilità mediante banche dati europee è un obiettivo molto importante per stimolare la ricerca scientifica, lo sviluppo di applicazioni utili per la società e la crescita blu. INGV partecipando al progetto EMODnet (European Marine Observation and Data network; <https://www.emodnet-ingestion.eu/>) Data Ingestion ha come obiettivo quello di facilitare il processo di inserimento di dati marini all'interno delle esistenti infrastrutture dati europee da parte di data providers sia pubblici che privati. I soggetti che non rendono disponibili regolarmente i propri dati, possono farlo mediante il servizio implementato nel portale <https://www.emodnet-ingestion.eu/>, grazie al quale, esperti in gestione dati si occupano della formattazione e descrizione mediante metadati del data set in questione. Successivamente i dati vengono integrati nel portale tematico EMODnet più appropriato. INGV si occupa di individuare nuovi data providers attraverso attività di disseminazione ma soprattutto di definire una strategia per integrare e far confluire i dati marini a disposizione dell'Ente in EMODnet adeguandosi agli standard ed ai formati in uso.

## **5. Ricerche Polari e Paleoclima**

Tematica: Studi di esplorazione geofisica in ambiente polare. Le ricerche in questo campo comprendono osservazioni ed analisi geofisiche su elementi molto diversi tra loro che riguardano sia la parte soprastante che sottostante la criosfera. Tra essi, si ricordano lo studio delle osservazioni ionosferiche e magnetiche ai poli, studio dei costituenti neutri presenti in traccia nella stratosfera e nella mesosfera tramite spettroscopia a microonde, la determinazione e variazione dello spessore delle calotte glaciali, la determinazione dello stato fisico del substrato roccioso al di sotto delle calotte glaciali, lo studio delle successioni stratigrafiche sedimentarie e delle carote di ghiaccio. Studio del sistema climatico terrestre nel tempo geologico. Le ricerche paleoclimatiche sono finalizzate alla ricostruzione dei cambiamenti climatici nel passato attraverso l'analisi integrata di proxy data in sequenze stratigrafiche.

#### **Esplorazione geofisica in ambiente polare**

Le attività si articolano in diversi progetti finanziati dal PNRA

#### **Progetto Beyond EPICA- Oldest Ice (BE-OI)**

I risultati provenienti dall'analisi delle carote di ghiaccio del progetto EPICA sono, a tutt'oggi, ancora un punto di riferimento per la comunità scientifica del settore permettendo di ricostruire in dettaglio la storia climatica degli ultimi

880 ky. Sulla scia di questo grande successo scientifico, è in via di studio e progettazione una nuova perforazione che possa raggiungere l'età di circa 1.5 My e che quindi possa rivelare dettagli sul passaggio del sistema climatico terrestre da cicli interglaciali a periodo 40 ky (ca. 1 My) a quelli a periodo 110 ky.

#### **Progetto EAIIST (East Antarctic International Ice Sheet Traverse) (finanziato da PNRA2016: periodo 2016-2020)**

È una collaborazione internazionale tra ricercatori australiani, francesi, italiani e degli Stati Uniti, nell'ambito del programma internazionale SCAR-ITASE (*International Trans-Antarctic Scientific Expeditions*). Il progetto EAIIST si propone di studiare l'interno del plateau antartico, in gran parte inesplorato, tra la stazione franco-italiana di Concordia (75° 06'S 123°20'E) a Dome C e la Stazione statunitense di Amundsen-Scott al Polo Sud (90° S).

#### **Progetto Enigma**

Nell'ultima decade, le ricerche sui reticoli idrografici e sui laghi sepolti sotto la coltre di ghiaccio della calotta antartica hanno ottenuto risultati notevoli mostrando un continente che possiede regioni caratterizzate dalla presenza di un vero e proprio ricco reticolo idrografico e zone di raccolta dell'acqua. Molto meno note e studiate da questo punto di vista sono invece le zone costiere e le loro possibili connessioni con l'acqua dell'interno del continente. Inoltre solo poche di esse sono state campionate e praticamente tutte avevano comunità locali di microorganismi (Mikucky et al., 2015). Sulla base di quest'ultimo assunto, l'area di interesse di questo progetto è localizzata sul ghiacciaio di Boulder Clay, che appartiene alle Northern Foothills, nelle vicinanze della base Mario Zucchelli. Questo studio interdisciplinare si propone di determinare ed investigare nel dettaglio:

- 1) determinare le caratteristiche fisiche principali e modellizzare il comportamento dell'intero ghiacciaio di Boulder Clay attraverso l'integrazione di indagini geofisiche e l'analisi di immagini satellitari;
- 2) verificare la presenza o meno di un eventuale nuovo lago subglaciale profondo che, previa verifica delle condizioni al contorno, potrebbe rappresentare un ambiente rimasto isolato per un periodo di circa 20.000 anni;
- 3) la presenza di altri punti nel ghiacciaio oggetto di indagine nei quali si trova acqua liquida all'interfaccia ghiaccio/bedrock;
- 4) il rilievo geofisico del lago Enigma (e degli altri tipi di laghi presenti sul ghiacciaio di Boulder Clay), ed il suo campionamento biologico e microbiologico. Questo lago rappresenta inoltre un sito ottimale dove eseguire un test a diverse profondità delle metodologie di perforazione sterile.

#### **Progetto ISSIUMAX**

La presente proposta mira a dimostrare le potenzialità di una nuova tecnologia di telerilevamento in grado di stimare i parametri geofisici interni della calotta antartica che fino ad ora sono stati misurati solo in pochi siti o ricavati da modelli. La disponibilità di nuovi radiometri spaziali in banda L ha permesso di rilevare le caratteristiche interne dei ghiacci, per esempio per determinare lo spessore del ghiaccio marino (<1m). La disponibilità di nuove tecniche di mitigazione delle radiointerferenze estende la radiometria anche in bande non protette, e che sono adatte allo studio degli strati profondi della calotta.

#### **Progetto G-IDEA**

Ad oggi tuttavia è ancora indisponibile un modello a grande scala che permetta di comprendere i rapporti tra la calotta polare dell'Antartide Orientale (EAIS), l'evoluzione Cenozoica e gli elementi tettonici ereditati. Il progetto prevede il miglioramento della comprensione dell'architettura crostale del cratone est-antartico (EAC) nel settore compreso tra i meridiani 60°E e 180°E attraverso la definizione dei rapporti tra i principali domini geodinamici riconosciuti. I nuovi dati disponibili permettono di individuare aree chiave in cui concentrare gli studi per la comprensione dei rapporti tra questi domini. I risultati permetteranno la messa a punto di un più affidabile modello della geodinamica dell'EAC che costituirà un ulteriore vincolo alla modellazione della dinamica glaciale.

#### **Telerilevamento della bassa e media atmosfera in Artide**

Dal 2006 personale afferente a Roma2 sviluppa e gestisce spettrometri a microonde per il telerilevamento da terra di composti chimici nella bassa e media atmosfera. Dal 2009 questi spettrometri sono installati presso la base aerea di Thule, Groenlandia, per studi riguardanti la distruzione stagionale dell'ozono stratosferico, l'evoluzione del vapore acqueo atmosferico in relazione al cambiamento climatico, e l'impatto di vapore acqueo e nubi sul bilancio radiativo al suolo. L'attività è svolta in stretta collaborazione con ricercatori afferenti ad ENEA, Univ. "Sapienza" ed NCAR (USA). Ulteriori informazioni sono disponibili sul portale: <http://www.thuleatmos-it.it/>

#### **Fisica dell'alta atmosfera nelle aree polari**

Attività di monitoraggio presso le Isole Svalbard (Norvegia) e le stazioni Antartiche Mario Zucchelli, Concordia e SANAE IV (stazione sudafricana). Le osservazioni sono realizzate tramite ricevitori GNSS per il monitoraggio del TEC e degli indici di scintillazioni ionosferica. Nel triennio è previsto l'aggiornamento della strumentazione attraverso l'installazione di ricevitori multi-costellazione (GPS, GLONASS, GALILEO) al posto di quelli unicamente GPS. Grazie a tali strumenti e alle competenze scientifiche nel settore GNSS-ionosfera, l'INGV coordina l'*expert group* dello SCAR denominato GRAPE (GNSS *Research and Application for Polar Environment*). Nel corso del triennio verrà sottomessa una proposta di *Research Program* allo SCAR estendendo le tematiche di GRAPE.

#### **Micropaleontologia a nannoplancton calcareo e nannofossili calcarei**

Studi di micropaleontologia integrata (nannoplancton calcareo, foraminiferi, pollini) e paleomagnetismo di successioni sedimentarie marine del Mediterraneo. Questi studi sono finalizzati all'individuazione delle principali oscillazioni climatiche a breve termine, riconducibili a forzanti globali e a forzanti locali attive nel corso del Quaternario. In questo ambito durante il 2018 sarà portato a termine il progetto FIRS/INGV 2016: "Monitoring last 1000 years hydrological changes of Arno river (Tuscany, Italy) as recorded by calcareous nannofossils and reworked coccoliths in marine sediments". Inoltre continuerà lo studio e la pubblicazione dei dati relativi al Progetto PNR/NEXTDATA (2012/2015): un sistema nazionale per la raccolta, conservazione, accessibilità e diffusione dei dati ambientali e climatici in aree montane e marine. Sottoprogetto 1. Sistema osservativo integrato per il monitoraggio dell'ambiente e del clima. WP 1.5 Dati paleoclimatici da sedimenti marini.

#### **Gli isotopi dello Sr e del Nd in tefrostratigrafia**

Determinare la composizione isotopica dello Sr e del Nd di livelli di tephra in sequenze stratigrafiche, in affioramento e in pozzo, al fine di riconoscere, correlare e caratterizzare dal punto di vista geochimico e isotopico tali prodotti.

#### **Studio dell'evoluzione climatica e ambientale nel bacino Mediterraneo**

Ricostruzioni paleoambientali e paleoclimatiche attraverso lo studio di carbonati continentali del bacino Mediterraneo. Analisi multiproxy ( $\delta^{13}C$   $\delta^{18}O$ , elementi in tracce ecc.) di serie stratigrafiche continentali (carote lacustri e speleotemi) per la realizzazione di serie temporali ad alta risoluzione. Individuazione degli eventi climatici significativi, dei forzanti climatici e delle teleconnessioni che hanno agito e agiscono sul sistema climatico terrestre a scala regionale e planetaria.

Ricostruzioni paleoambientali attraverso lo studio geomorfologico di aree glacializzate volte alla ricostruzione dell'ultima espansione glaciale nell'area Mediterranea e sue relazioni con i forzanti climatici.

### **6. Geochimica per l'ambiente e geologia medica**

Tematica: Studi di geochimica ambientale per la caratterizzazione delle aree a rischio di contaminazione e per il controllo di potenziali fenomeni di inquinamento legati a discariche di RSU. Studi idrogeochimici delle acque superficiali e sotterranee. Studi per la progettazione ed installazione di reti di monitoraggio geochimico e l'implementazione di tecnologie innovative per il monitoraggio, la tutela dell'ambiente e della salute umana. Studio dell'origine, migrazione ed emissione in atmosfera di gas naturale, con implicazioni per l'ambiente. Studi di geochimica isotopica per la definizione dei circuiti idrologici sotterranei, per la identificazione dell'origine delle masse d'aria che danno luogo a precipitazioni e come proxy dei cambiamenti climatici. Studi sulla composizione chimica degli altri pianeti e implicazioni per l'origine della vita. Studio delle emissioni antropiche attraverso l'utilizzo di misure telemetriche. Sviluppo di tecniche di campionamento e analisi di matrici ambientali.

#### **Studio dei processi che determinano la variabilità del flusso di CO<sub>2</sub> dai suoli**

Le aree ad elevata emissione di CO<sub>2</sub> dai suoli possono costituire un rischio per la salute umana, è quindi importante definire sia le aree soggette ad elevate emissioni che i processi che regolano la variabilità delle emissioni. Alcuni processi, infatti possono generare grandi incrementi delle emissioni in siti che normalmente non presentano valori particolarmente elevati. Si studieranno i processi sia in via sperimentale che teorica per definire i principali fattori in grado di determinare una grande variabilità delle emissioni.

#### **Studio del metano nelle acque sotterranee**

In collaborazione con l'Università di Milano - Bicocca si sta effettuando uno studio sulla quantità e origine del metano disciolto nelle acque sotterranee dei sistemi acquiferi multistrato della bassa pianura padana, lo sviluppo di un modello concettuale sull'origine del metano e sulle sue relazioni con la contaminazione da arsenico presente negli stessi

sistemi acquiferi.

#### **Studio dei vulcani di fango**

Sono in corso degli studi multidisciplinari (geochimici e geofisici) in diverse località, in Italia e in Indonesia, finalizzati alla quantificazione totale del gas emesso in atmosfera, alla determinazione della profondità di risalita dei fluidi, e alla definizione della pressione e della quantità di fluidi presenti nel processo di risalita dal *reservoir* principale verso la superficie. Questi studi sono effettuati in collaborazione con l'Università di Modena e Reggio Emilia, di Ginevra e di Oslo.

#### **Life Respire - Radon real time monitoring System and Proactive Indoor Remediation**

L'INGV è tra i partner del progetto Life Respire (2017-2020), nel quale verrà effettuato un monitoraggio della quantità di radon presente negli edifici pubblici e nelle scuole in tre comuni nel Lazio e nelle Ardenne in Belgio, finalizzato allo sviluppo tecnologico per la bonifica degli ambienti interni. I partecipanti al progetto sono CERI – Università La Sapienza, CNR-IGAG, FANC (Federal Agency for Nuclear Control) ed Elica S.p.A. Il progetto permetterà di ottenere una soluzione economica ed ecocompatibile per la misurazione e la bonifica del Radon in tempo reale e per mantenere i livelli di Radon indoor al di sotto dei limiti indicati nelle Direttive Europee. Inoltre, fornirà alle autorità locali le linee guida per i rischi da esposizione al Rn e mappe su WebGis in tempo reale per la pianificazione dell'uso del suolo e la valutazione dei rischi sanitari, aiutando a preparare piani d'azione nazionali pertinenti. Tale progetto apre nuove prospettive per collaborazioni tra mondo scientifico e mondo industriale nel settore delle nuove tecnologie.

#### **Studio dell'impatto ambientale di una centrale termoelettrica**

Il villaggio Puerto Libertad, Sonora (Messico), ospita una delle più grandi centrali termoelettriche del Messico nord-occidentale che continua a utilizzare turbine a gasolio nonostante la legislazione messicana lo vieti dal 2008. Il deposito al suolo di cenere generata dalla centrale da decenni causa l'innalzamento delle concentrazioni di metalli pesanti nei suoli con conseguente rischi per la salute umana. L'analisi dei sedimenti, accumulatori di metalli pesanti, ci permette di avere un quadro integrato e l'estensione della contaminazione residua nella zona. Obiettivo principale del lavoro è quello di valutare la contaminazione del suolo da metalli pesanti.

#### **Studio dell'impatto di vents sottomarini sull'ecosistema**

Oggetto di studio è un sito ove insistono *vents* idrotermali sottomarini nell'Isola di Ambitle (Papua Nuova Guinea) per valutarne l'impatto sull'ecosistema attraverso l'analisi della distribuzione degli elementi in tracce con particolare attenzione per l'arsenico.

#### **Studio dell'impatto delle emissioni vulcaniche sulle precipitazioni atmosferiche**

I sistemi vulcanici emettono ingenti quantità di gas acidi, aerosol e particelle solide in atmosfera. I processi di interazione di queste emissioni con l'atmosfera circostante favoriscono la formazione di piogge acide che trasportano in forma ionica elevate quantità di elementi vulcanogenici. La ricerca ha come obiettivo di definire la mobilità geochimica relativa degli elementi al fine di valutare l'impatto di questi processi nell'ambiente circostante con la prospettiva di identificare gli elementi responsabili di patologie statisticamente più diffuse in aree vulcaniche.

#### **Impatto delle emissioni vulcaniche sull'ecosistema etneo**

Proseguiranno le attività nell'ambito del progetto SEW, avviato nel 2017 e di durata triennale, al quale partecipa INGV (PA e OE) come partner. Tra le attività di progetto che coinvolgono l'INGV è prevista la valutazione delle interazioni tra emissioni vulcaniche (gas, aerosol, tefra) ed ambiente (atmosfera, idrosfera e biosfera), in modo da suggerire e intraprendere strategie che possano salvaguardare l'ambiente e valorizzare le risorse offerte dal vulcano. L'obiettivo è quello di individuare nuove soluzioni volte a:

- i) mitigare gli effetti derivanti dall'attività eruttiva sulla biosfera in periodi di emergenza vulcanica;
- ii) valorizzare gli effetti benefici derivanti dal rilascio di elementi di origine vulcanica sui cicli biologici e chimici delle specie monitorate.

Il progetto è l'occasione per quantificare l'input di elementi in tracce derivante dalle emissioni vulcaniche o dalla lisciviazione della roccia vulcanica su piogge, suoli e acque di falda.

#### **Studio delle relazioni tra chimismo delle emissioni idrotermali e l'attività microbiologica**

Lo studio prevede il campionamento di sorgenti idrotermali le cui caratteristiche chimico-fisiche e la cui composizione ionica, isotopica e dei gas disciolti copra una grande varietà di tipi. Sulle stesse verranno effettuate delle analisi microbiologiche per stabilire i principali *phyla* microbiologici e si cercheranno di definire le relazioni tra i vari parametri.

Lo stesso tipo di studi verrà effettuato sulle acque iperalcaline circolanti in sequenze ofiolitiche serpentinate.

#### **Studio delle emissioni di gas serra in Grecia**

Lo studio prevede diverse campagne di misure di gas dal suolo e gas gorgoglianti in acqua sia nei principali sistemi vulcanici della Grecia sia in aree tettonicamente attive soprattutto dove sono presenti sistemi idrotermali. È prevista la definizione degli output totali di CO<sub>2</sub> (ed in alcuni casi di CH<sub>4</sub>) dei singoli sistemi che saranno pubblicati in vari articoli ed una stima preliminare della emissione di CO<sub>2</sub> geogenica totale dall'intero territorio nazionale a cui sarà dedicato un articolo di *review*.

#### **Effetti di acidificazione degli oceani indotti dalle emissioni acide in aree vulcaniche sottomarine**

Valutazione dell'impatto ambientale delle emissioni fluide sottomarine nelle aree vulcaniche italiane attraverso metodi di monitoraggio geochimico e rilevazioni multiparametriche in continuo. Lo studio rivolge particolare attenzione agli effetti di acidificazione dei mari.

### **7. Geofisica per il monitoraggio ambientale**

Tematica: Studi geofisici per la caratterizzazione del territorio e del sottosuolo finalizzata alla mitigazione dei rischi naturali, ambientali e di origine antropica.

Le ricerche in questo campo comprendono il rilevamento di strutture e di inquinanti sotterranei mediante tecniche multidisciplinari (spettrometria gamma, multispettrale, magnetismo, gravimetria, elettromagnetismo) condotte sia da terra che in volo. Studio e analisi dei movimenti di subsidenza lungo le aree costiere e stime di risalita del livello marino. Studi per l'individuazione e la caratterizzazione dell'inquinamento ambientale relativamente a gas naturali, acque e polveri sottili atmosferiche. Sviluppo di tecniche di indagine geofisica, metodologie e procedure operative e interpretative per una migliore caratterizzazione del territorio.

#### **Subsidenza costiera e aumento del livello marino sulle coste italiane e del Mediterraneo**

Nel corso del prossimo triennio, sarà continuata e sviluppata la ricerca sul tema Movimenti verticali e aumento del livello marino sulle coste italiane e del Mediterraneo fino al 2100. In particolare verrà perfezionata la metodologia integrata che prevede l'uso di dati geodetici e telerilevati con modelli geofisici e climatici. La ricerca si concentrerà prevalentemente sulle zone costiere maggiormente subsidenti (ad es. il nord Adriatico e le isole Eolie) e in quelle caratterizzate da piane costiere con bassa topografia, già evidenziate nel corso di altri progetti, sia in ambiente sedimentario che vulcanico. In particolare per quelle coste di alto valore ambientale, culturale ed economico.

Uno degli obiettivi principali dello studio è quello di valutare gli impatti dell'aumento del livello marino sulla costa, fornendo stime sulla estensione delle zone inondate sulla base dei tassi tettonici verticali che provengono dalle analisi di dati GPS, InSAR, aerofotogrammetrici, DTM ad alta risoluzione realizzati anche mediante droni, mareografici, in combinazione con l'aumento atteso del livello marino da studi specifici e da quelli forniti da IPCC o altri, i quali stimano un aumento di livello marino globale anche superiore al metro nel 2100 con conseguenti importanti impatti socio-economici e ambientali sulle coste.

Tali valori, in particolare quando sommati a subsidenza, rappresentano importanti fattori di hazard causati dalla combinazione dei cambiamenti climatici e tettonici (oltre che da attività antropiche), che non devono essere ignorati. Con questi scenari, gli effetti di tempeste, alluvioni, erosione costiera e tsunami verranno amplificati con conseguenze su infrastrutture, costruzioni, sicurezza della popolazione, economia e beni culturali. Tali impatti si tradurranno quindi in una perdita socio-economica da affrontare nei prossimi anni. Le attività connesse a questi cambiamenti rientrano tra i principali obiettivi strategici dell'INGV nel prossimo triennio.

#### **Obiettivi annuali 2018**

Scenari multi-temporali che simulano l'estensione dell'allagamento costiero e la posizione della linea di costa fino all'anno 2100, sulla base di modelli digitali del terreno ad alta risoluzione, dei tassi di subsidenza del suolo e sulle stime di aumento del livello del mare fornite da IPCC e attraverso ricerche specifiche. Nel 2018 si prevede di fornire stime ad altissima risoluzione per alcune coste italiane (Lipari, Cinque Terre, Sicilia Orientale, Venezia) e mediterranee (Lefkada). Verranno anche forniti scenari a media risoluzione per alcune coste italiane e per il Mediterraneo (parte delle coste di Francia, Egitto e Grecia).

#### **Finanziamenti**

Le attività verranno svolte attraverso progetti specifici:

**Progetto SAVEMEDCOASTS** (sea level rise scenarios along the Mediterranean coasts). Il progetto, coordinato da

INGV, è finanziato per il periodo 2017-2018 dalla Comunità Europea, Direzione Generale per gli Aiuti Umanitari e la Protezione Civile (ECHO). Ha l'obiettivo di realizzare scenari di rischio multi-temporali e multi-hazard, a livello locale (Grecia e Italia) e nel Mediterraneo.

**Progetto PRIN** Relative sea level changes along the Italian coasts: flooding scenario, adaptive responses and vulnerability. Il progetto, presentato nel 2017, ha l'obiettivo di valutare gli impatti dell'aumento del livello marino sulle coste italiane. Il progetto è attualmente in attesa di valutazione.

#### **Laboratorio di monitoraggio ambientale**

L'analisi del pattern radiometrico, ottenuto dall'acquisizione di dati di spettrometria gamma sia a terra (piattaforma ORPA – Osservatorio mobile Rilevamento Parametri Ambientali) che da elicottero, consente la produzione di mappe quantitative di radioattività. Tali studi ambientali e servizi sono essenziali per la caratterizzazione del territorio mediante definizione di fattori di rischio da esposizione a radiazioni ionizzanti. Mentre vi sono aree soggette a contaminazione radioattiva per circostanze legate a eventi di origine umana, è presente anche un rischio legato ad alti livelli di radioattività naturale. Qui interviene anche il Laboratorio di spettrometria gamma per le analisi di matrici fluide e solide, necessarie per vincolare i modelli di analisi radionuclidiche, nonché per la caratterizzazione di rocce e minerali in base alle famiglie di radionuclidi naturali.

#### **Studio di subsidenze in aree costiere da attività antropiche**

Analisi di serie temporali da dati geodetici (GPS, SAR, livellazione) di aree costiere in subsidenza in termini di contributo naturale ed antropico. Sviluppo di modelli tramite tecniche analitiche e numeriche per lo studio dell'impatto delle estrazioni da impianti off-shore sulla subsidenza costiera. Gli studi saranno applicati alla costa romagnola del ravennate. Le attività verranno svolte anche nell'ambito del progetto INGV-MISE 2018-2019.

#### **Applicazioni innovative per l'imaging del sottosuolo**

Sperimentazione ed applicazione di tecniche geofisiche speditive per la definizione di contrasti di conducibilità nel sottosuolo a piccola profondità: indagini preliminari all'apertura di trincee paleosismologiche, mappatura speditiva di siti inquinati da interrimenti di rifiuti, individuazione di cavità ipogee a rischio sprofondamento in aree urbane (inizio sperimentazione su alcune strade nel comune di Roma). In corso studi per la caratterizzazione del sottosuolo a supporto di studi di vulnerabilità sismica di edifici storici nel centro storico di Firenze. Convenzioni in atto con Sovrintendenze che prevedono l'impiego delle più moderne ed efficaci tecniche di prospezione geofisica per la valorizzazione del patrimonio archeologico e storico culturale. Attualmente ricerche in corso nella provincia di Viterbo (Grotte di Castro, Vitorchiano, Viterbo città), nel Parco Archeologico di Pompei e in Abruzzo (Castelvecchio Subequo). Applicazione di metodologie geofisiche multiparametriche a supporto delle attività di monitoraggio e ricerca svolte dalla Struttura Terremoti dell'INGV per la caratterizzazione del sottosuolo in aree ad elevato rischio sismico.

#### **Studio dei fenomeni ad alta temperatura**

Le attività 2018 prevedono il proseguimento degli studi per l'utilizzo dei sensori Sentinel 2 del programma Copernicus per lo studio dei fenomeni ad alta temperatura come incendi e vulcani.

In particolare si porterà avanti il progetto FIRS " *Testing Japan hot spot system for HTE in central Italy*" che prevede il test del sistema sviluppato da AIST (Giappone) per la *detection* di hot spot. Inoltre si continuerà lo studio di algoritmi di perimetrazione e di aree percorse da incendi caratterizzazione (es. impatto sulla vegetazione, severità, *fire regime*, erosione del suolo, ecc.) utilizzando Sentinel 2. Successivamente si esplorerà la possibile sinergia con Sentinel 1 grazie alla collaborazione con i colleghi INGV telerilevamento-SAR. Ulteriori temi in via di sviluppo sono stati avviati con IFAC-CNR, Liverpool John Moore University, Carabinieri Forestali.

#### **Rilievi geofisici per la caratterizzazione multiparametrica del territorio**

Questa attività è legata alle prospezioni geofisiche (geoelettrica, magnetismo terrestre, spettrometria gamma, elettromagnetismo a induzione ed altro) integrata con rilievi fotogrammetrici da piattaforme UAV radio controllate, per applicazioni in campo ambientale, geologico e archeologico.

## Attività di Ricerca

Struttura

Terremoti

Data Inizio:

1-1-2018

Data Fine:

31-12-2018

a.

### Finalità e Obiettivi

La linea di Attività "Ricerca Terremoti" raccoglie circa il 10.3% del totale delle attività dell'INGV e il 40% delle attività di ricerca (si vedano tabelle in PARTE1). Comprende attività di ricerca che si focalizzano da un lato sullo studio *s.l.* dei terremoti - dai processi che li precedono e li generano, alla caratterizzazione dell'evento individuale e dei relativi effetti e dall'altro lato sulla comprensione del contesto in cui si verificano, per es. del loro significato dal punto di vista geodinamico nei processi tettonici attivi nel nostro territorio. Questi studi si integrano con quelli a scala globale che hanno come obiettivo l'osservazione, la comprensione e modellazione dei fenomeni che governano la Terra Solida, dal suo interno alla superficie.

L'attività del settore "Ricerca Terremoti" è imperniata su diverse aree tematiche che, attraverso un approccio multidisciplinare, spesso trasversalmente a quelle sviluppate nei Dipartimenti Vulcani e Ambiente (si vedano le Tematiche di Ricerca Trasversali), approfondiscono la ricerca di base e producono risultati scientifici di grande rilevanza con evidente impatto applicativo per la Società. La multidisciplinarietà è sempre più un fattore chiave per lo sviluppo della conoscenza dei sistemi complessi che sovrintendono ai terremoti. All'interno delle aree tematiche individuate si integrano approcci metodologici classici basati su tecniche proprie della sismologia *s.l.*, geologia, tettonica, geomorfologia, geodesia, geofisica e geochimica, ma che vengono poi trattati con modelli matematici e sperimentali, statistici e verificati anche con attività sperimentali di laboratorio.

Il coinvolgimento delle infrastrutture dell'Ente in queste attività di ricerca è fondamentale e imprescindibile. La valorizzazione e implementazione delle infrastrutture dell'ente, dalle reti e sistemi osservativi multiparametrici, ai sistemi di calcolo, ai laboratori analitici e sperimentali, è quindi una priorità perché l'ente possa affrontare le grandi sfide scientifiche e produrre ricerca competitiva e all'avanguardia. In questo ambito, considerando il ruolo guida che i progetti EPOS e EMSO hanno nelle grandi infrastrutture europee, l'INGV ha l'opportunità di integrare le sue infrastrutture a livello europeo e di accrescerne il potenziale su cui basare la ricerca d'eccellenza.

La ricerca sviluppata nell'ambito delle tematiche sotto elencate, quando consolidata, ha una ricaduta diretta sulle attività e servizi che l'ente può mettere a disposizione della Società e, al tempo stesso, le richieste che vengono dalla Società rappresentano un prezioso stimolo allo sviluppo di nuove ricerche e a nuove sfide tecnologiche. Pertanto le linee "Ricerca Terremoti" e "Servizi e Ricerca Terremoti" rappresentano settori contigui in continua osmosi.

I prodotti per eccellenza di questa attività di ricerca sono le pubblicazioni su riviste JCR. Nel 2017 la linea ha prodotto 160 pubblicazioni riferibili all'attività di ricerca del Dipartimento terremoti, che rappresenta il 30% della produzione scientifica dell'intero ente (Fig. 1); questo numero tuttavia è puramente indicativo poiché vari lavori sono trasversali anche agli altri Dipartimenti e/o Infrastrutture. Analizzando nel dettaglio la produzione scientifica in riferimento alle 8 Tematiche sotto descritte (Fig. 2), si nota che nel 2017, l'insieme dei prodotti scientifici riferiti a T2 (Deformazione crostale attiva) e T5 (Sismologia, geofisica e geologia per l'ingegneria sismica) da soli costituiscono poco più del 50% dei lavori pubblicati; viceversa, le altre tematiche hanno percentuali decisamente più basse (9-16%). È interessante notare che questa distribuzione non rispecchia del tutto quella dei mesi/persona allocati nelle varie Tematiche. Infatti come mostrato nella tabella sotto, i m/p complessivi delle tematiche T2-5 sono il 27% del totale, sostanzialmente comparabili al 25% dei m/p riferiti a T4, che però pubblica il 3% circa del corpus dei lavori riferibili al Dipartimento Terremoti. Questo dato non può tuttavia indicare reali problematiche di produttività di T4, nel caso in specie, perché proprio per la tipologia della linea potrebbero esserci problemi legati alla corretta attribuzione dei lavori alle Tematiche, o ad analisi solitamente lunghe vista la gran mole di dati che viene elaborata, che poi confluisce prevalentemente nelle Banche Dati dell'Ente piuttosto che in lavori di ricerca. Ad ogni modo, se si considerano i m/p impiegati dai Ricercatori e Tecnologi INGV in questa linea nel 2017, la capacità di pubblicazione media annuale per un FTE (ricercatore full time) è di 1,8 pubblicazioni/persona.

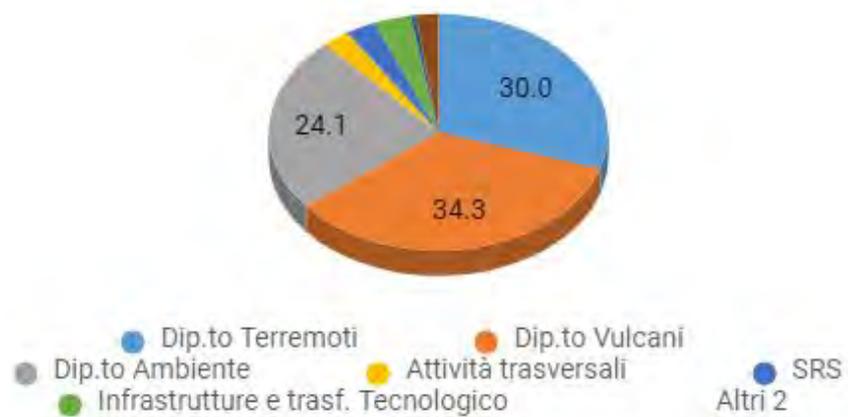


Figura 1 - Distribuzione percentuale delle pubblicazioni scientifiche JCR prodotte dai Dipartimenti e Infrastrutture dell'INGV.

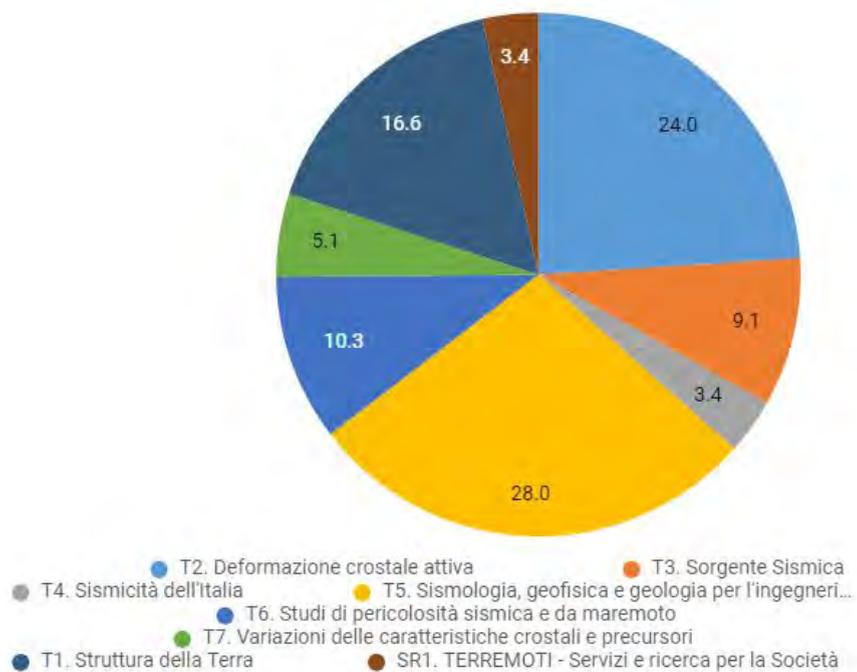


Figura 2 - Distribuzione percentuale delle pubblicazioni scientifiche JCR prodotte dal Dipartimento Terremoti, suddivise per Tematiche.

Tabella della Distribuzione dei mesi/persona all'interno delle tematiche della Linea Ricerca Terremoti

<b>Aree Tematiche Dipartimento Terremoti, LdA "Ricerca - Terremoti"</b>	<b>mesi/persona (m/p)</b>	<b>m/p Progetti di Ricerca</b>	<b>Totale m/p</b>	<b>mesi/persona in</b>
Struttura della Terra	131	15	146	14,5
Deformazione crostale attiva	145	8	153	15,2
Sorgente Sismica	102	19	121	12,0
Sismicità dell'Italia	126	126	252	25,1
Sismologia, geofisica e geologia per l'ingegneria sismica	119	4	123	12,2
Studi di pericolosità	84	30	114	11,3
Variazioni delle caratteristiche crostali e precursori	71	10	81	8,1
Sismologia in tempo reale	15	0	15	1,5
<b>Totale</b>	<b>793</b>	<b>212</b>	<b>1005</b>	<b>100,0</b>

La Linea include le **attività di Ricerca libera** svolte nell'ambito del Dipartimento Terremoti. Esse si articolano in diverse tematiche multidisciplinari, che hanno come obiettivo quello della crescita della conoscenza nei campi delle Geoscienze che riguardano il fenomeno terremoto s.l. Rispetto a quanto programmato nel 2017, per il 2018 sono state introdotte piccole modifiche ai contenuti delle Tematiche, è stata modificata la tematica "Storia Sismica" in "Sismicità dell'Italia"; è stata inoltre inserita una nuova tematica "Sismologia in tempo reale".

Gli studi svolti in questa Linea saranno presentati a convegni italiani e internazionali e validati da pubblicazioni JCR; essi forniranno anche supporto alle attività della Linea "Servizi e Ricerca per la Società" e durante le emergenze sismiche.

La Linea "Ricerca Terremoti" comprende le seguenti tematiche:

- **T1 Struttura della Terra**
- **T2 Deformazione Crostale Attiva**
- **T3 Sorgente Sismica**
- **T4 Sismicità dell'Italia**
- **T5 Sismologia, Geofisica e geologia per l'ingegneria sismica**
- **T6 Studi di Pericolosità Sismica e da Maremoto**
- **T7 Variazioni delle caratteristiche crostali e precursori**
- **T8 Sismologia in Tempo Reale**

Le attività di questa Linea, sono integrate anche da altre due tematiche trasversali con i Dipartimenti Vulcani e Ambiente: "ATV1 Studi per le Georisorse" e "ATV 2 Ricostruzione e modellazione della struttura crostale". Esse vengono descritte in una scheda comune ai tre dipartimenti.

All'interno della Linea Ricerca Terremoti vengono individuati tre **obiettivi strategici** di grande respiro su cui focalizzare le attività di ricerca nel corso del 2018, con prospettive di sviluppo nel biennio successivo. A raggiungimento di questi obiettivi concorrono anche le attività svolte all'interno delle Tematiche Trasversali (ATV). Tali obiettivi discendono da quelli individuati lo scorso anno e convergono verso la visione del sistema "Working Earth"; essi hanno un carattere di forte interazione multidisciplinare all'interno del Dipartimento Terremoti, e

prevedono un esteso coinvolgimento infrastrutturale. Al tempo stesso, nel lungo termine questi obiettivi potranno avere un impatto su quanto l'INGV produrrà in termini di servizi e prodotti per la Società.

**Obiettivo RT1: Struttura 3D dell'Italia**

La ricostruzione dell'anatomia del nostro paese, dalla superficie terrestre al mantello. Un mosaico composto da piccoli e grandi tasselli, che descrivono anche un singolo aspetto o una piccola porzione di territorio e del suo sottosuolo che si concretizza attraverso la sistematizzazione delle conoscenze attuali e lo sviluppo di nuove. Le metodologie utilizzate sono molteplici e spesso trasversali ai Dipartimenti. Contributi a questo obiettivo si hanno da molte delle tematiche di questa linea, fondamentale è certamente l'input che deriva dalla conoscenza e caratterizzazione della sismicità dell'Italia e dalla Tematica di Ricerca Trasversale ai Dipartimenti "Ricostruzione e modellazione della struttura crostale".

**Obiettivo RT2: Caratterizzazione della sorgente sismica dall'osservazione multiscala ai modelli numerici e agli esperimenti di laboratorio**

L'avanzamento scientifico e lo sviluppo tecnologico avvenuto negli ultimi decenni, nonché il consolidamento dell'INGV nel settore sismologico a livello mondiale hanno creato le condizioni per rendere possibile, attraverso le infrastrutture dell'Ente, la raccolta di una enorme mole di dati e osservazioni multidisciplinari e multi-scala sui terremoti, che costituiscono una opportunità unica per investigare la sorgente sismica in tutti i suoi aspetti, e comprenderne così i meccanismi.

**Obiettivo RT3: Nuove sfide per la comprensione del dove e quando avverrà il prossimo grande terremoto**

È uno dei temi classici della comunità scientifica sismologica, affrontato spesso con visioni e idee contrastanti che se messe a confronto potrebbero portare ad utili avanzamenti concettuali e metodologici. Questo obiettivo strategico vuole essere uno stimolo per i ricercatori dell'Ente ad intraprendere un percorso comune che includa approcci diversi e possa produrre prodotti innovativi con ricadute a beneficio della Società.

**b. Contenuto Tecnico Scientifico**

Le **attività di Ricerca libera** per il 2018 e per il biennio successivo, che saranno sviluppate nell'ambito delle diverse **Tematiche di Ricerca** sopra definite, sono di seguito dettagliate.

**b.1. T1 Struttura della Terra**

Lo studio della struttura della terra e dei processi geodinamici a grande scala rappresenta la sintesi delle conoscenze che derivano dalle attività di ricerca di questa Linea, integrate con le attività osservative e sperimentali condotte grazie alle infrastrutture dell'Ente. Questa tematica si basa sull'integrazione di diverse discipline di base, quali geofisica, geologia, geochimica, geodesia, fisica, matematica e scienze computazionali, che consentono lo studio della reologia, la modellazione della propagazione del campo d'onda, la tomografia ed anisotropia della litosfera e del mantello. Le attività sperimentali di laboratorio sono parte fondamentale di questa tematica, consentendo la verifica o lo sviluppo di nuovi modelli.

**Tomografia adjoint/full wave per la litosfera italiana**

L'obiettivo è quello di costruire un modello tomografico di riferimento, ad alta risoluzione, per la litosfera del territorio italiano. La procedura di inversione (adjoint method) consiste nel miglioramento iterativo di un modello 3D iniziale grazie alle informazioni contenute in un database di forme d'onde. Il modello finale minimizza il misfit tra forme d'onda registrate ed i corrispondenti sismogrammi sintetici, riproducendo la struttura regionale ad alta risoluzione (6/10s).

Le simulazioni del campo d'onda sono eseguite attraverso l'utilizzo dei metodi agli elementi spettrali, permettendo grande accuratezza, in riferimento alle complessità che caratterizzano la regione studiata (eterogeneità laterali, discontinuità, attenuazione, ecc.). Il metodo di inversione applicato è in grado di risolvere in dettaglio complesse strutture in diverse parti del mondo sia a livello globale che regionale (ad es. California, Europa, Australia, Alaska).

La richiesta di risorse di calcolo per le simulazioni è tuttavia significativa. Circa 40 milioni di ore di tempo di calcolo sono state utilizzate su CURIE, il cluster Tier 0 di GENCI (F), all'interno del progetto PRACE IMAGINE\_IT (3D full-wave tomographic IMAGING of the Entire ITalian lithosphere).

### **Tomografia del Continente Antartico attraverso interferometria di rumore sismico**

Le tecniche interferometriche applicate al rumore sismico permettono di studiare la struttura terrestre anche in assenza di terremoti, risultando adatte in zone con sismicità modesta o assente, e per rivelare eventuali variazioni nel tempo. La coerenza del segnale viene aumentata prediligendo l'informazione della fase del segnale, e utilizzando tecniche come la Phase Cross-Correlation e il Phase-weighted Stack. Applicando queste metodologie al segnale a banda larga registrato dalle stazioni di osservatorio e temporanee installate da lungo tempo o recentemente, ci si propone di ricostruire la struttura crostale e del mantello superiore del continente antartico. Per la particolare conformazione, l'indipendenza dai terremoti permette di utilizzare raggi puri continentali, evitando così la contaminazione della propagazione dovuta alla crosta oceanica.

### **NEWTON: New Windows into Earth's interior**

Questo progetto, coordinato dall'Università di Padova, ambisce a sviluppare una nuova metodologia che combini modellazione geodinamica e metodi tomografici. La disponibilità di ricchi dataset di dati sismologici di alta qualità, unitamente alle nuove tecnologie numeriche di calcolo, rappresentano oggi un potenziale notevole per esplorare in dettaglio l'interno della Terra. Un approccio integrato tra sismologia e geodinamica è un campo di ricerca poco battuto, che potrebbe tuttavia risolvere le inconsistenze tra studi diversi, e migliorare la comprensione della struttura e dinamica interna del pianeta. Di particolare rilevanza è la possibile esistenza di anomalie termo-petrologiche nelle immagini tomografiche, derivanti dalla poca attenzione data all'anisotropia nel mantello, che possono essere confuse con reali caratteristiche termo-petrologiche.

### **Sismologia in aree polari**

L'attività è prevista nell'ambito del Progetto PNRA East Antarctic International Ice Sheet Traverse (EAIIST). La sismologia delle aree polari è un tema spiccatamente multidisciplinare, che si occupa dell'analisi di eventi sismici originati da dinamiche glaciali come il deflusso dei principali ghiacciai di sbocco dalle calotte artica e antartica, e la dinamica delle calotte polari. L'esplorazione sismologica permette inoltre di ricostruire un'immagine di struttura litosferica delle regioni continentali in Antartide e Groenlandia.

### **Tecniche di Array per la definizione di modelli di velocità ai Campi Flegrei**

Questa attività è condotta in collaborazione con l'Università della Calabria. Si applicano le tecniche di array e i rapporti spettrali al rumore sismico di fondo in alcune aree dei Campi Flegrei allo scopo di studiare la struttura del sottosuolo, dagli strati più superficiali a quelli più profondi. I risultati ottenuti finora sono concordi con le stratigrafie presenti in letteratura.

### **AlpArray**

Il progetto è un'iniziativa europea tra i principali istituti di ricerca e università europei. Obiettivo del progetto è lo studio di dettaglio della struttura della catena alpina e dei processi evolutivi che ne hanno determinato la formazione, tramite l'utilizzo di dati sismologici acquisiti dal più grande array sismico installato in Europa. L'INGV partecipa contribuendo alla AA Seismic Network come Core Institution, con l'installazione e/o la manutenzione di un gran numero di stazioni sia permanenti che temporanee (180 in tutto), occupandosi della gestione dei dati acquisiti per garantirne la fruibilità e svolgendo attività di ricerca. Le attività INGV sono trasversali a sei Sezioni. La partecipazione dell'ente al progetto è avvenuta in assenza di un finanziamento specifico; per tale motivo le stazioni temporanee INGV verranno ritirate dall'esperimento entro il 2018, contrariamente ai partner europei che le terranno in campo nel corso del 2019.

### **Parametri di attenuazione crostale**

L'attività (in collaborazione con GNS Science) prevede lo sviluppo di tecniche di inversione dati sismologici per lo studio delle variazioni dei parametri di attenuazione crostale in diversi contesti sismotettonici. La validazione dei risultati viene condotta con modelli presenti in letteratura e la loro interpretazione fatta in chiave geologica.

### **Anisotropia sismica del mantello per la caratterizzazione dei processi geodinamici nell'area mediterranea e mediorientale**

Lo studio (in collaborazione con l'Institute for Advanced Studies in Basic Sciences, Iran) delle proprietà fisiche del mantello in zone di subduzione e collisione è fondamentale per la caratterizzazione dei processi geodinamici: un ruolo importante ha lo studio dell'anisotropia sismica nel mantello. Nel 2018 ci si propone l'obiettivo di analizzare le proprietà anisotropiche del sistema litosfera/astenosfera nell'area Italiana, in particolare Alpina (progetti CIFALPS2 e ALPARRAY), Adriatica e Balcanica (progetto CASE), fino all'Iran. Il pattern delle misure di anisotropia verrà quindi

confrontato con la struttura dell'interno della Terra e il campo di deformazione osservato in superficie al fine di comprendere le relazioni esistenti tra crosta fragile, litosfera e mantello durante l'orogenesi e la collisione continentale.

#### **Deformazione e magmatismo durante estensione continentale**

La ricerca intende studiare le relazioni spaziali tra vulcanismo (campi vulcanici) e deformazione (sismicità e faglie) in aree caratterizzate da differenti stadi di rifting e nelle zone di propagazione del rift. La deformazione continentale in margini divergenti è spesso associata a magmatismo (e alla sua espressione superficiale, il vulcanismo) e a intensa sismicità. L'interazione tra i due processi è ben testimoniata nel Rift Etiopico dove le complesse relazioni tra meccanismi di trasferimento di magma, vulcanismo e deformazione crostale partecipano all'assetto geodinamico del sistema.

#### **b.2. T2 Deformazione crostale attiva**

Lo studio della deformazione e dei processi tettonici attivi fornisce il quadro di riferimento per la comprensione dei meccanismi geologici che governano la Sismicità. Obiettivi di questa tematica sono la ricostruzione del campo di sforzo e deformazione regionale attuale e le relazioni con la sismicità, come pure, a scala più piccola, l'individuazione e caratterizzazione di faglie sismogenetiche sulla base di evidenze diverse: sismologiche, geodetiche, geologiche, geomorfologiche, geochemiche. Tali studi si basano sulle reti osservative e di monitoraggio, sulle nuove tecnologie di rilevamento dallo spazio e su osservazioni di terreno.

#### **Modelli numerici di deformazione crostale**

L'attività prevede lo sviluppo di modelli volti a studiare l'attività sismica di faglie in relazione al contesto tettonico regionale tramite tecniche numeriche. Si cercherà di realizzare modelli realistici che riconcilino attività sismica e deformazioni osservate, unitamente alla ricostruzione del campo di sforzo attivo.

#### **Deformazioni transienti (tettoniche e non-tettoniche)**

Questa ricerca è uno degli obiettivi del progetto "TRANSient of Strain and stress ExperiMENT in Italy", TRANSIENTI, finanziato dal MIUR nell'ambito dei "Premiali 2014" (in collaborazione con ASI e InOGS). Grazie all'aumento del potere risolutivo delle reti sismiche e geodetiche è oggi evidente come il rilascio di deformazione tettonica avvenga con un ampio spettro di frequenze temporali, dalla deformazione istantanea in occasione di forti terremoti, al lento rilascio di deformazione alla scala di settimane/mesi osservata in occasione di eventi deformativi lenti. La disponibilità sempre maggiore di dati GPS da reti continue attive nell'area Euro-Mediterranea consente oggi di studiare con elevatissima risoluzione questo ampio spettro di segnali deformativi, inclusi quelli associati a processi di origine non-tettonica, quali ad esempio quelli guidati dal ciclo idrologico. La caratterizzazione spaziale e temporale di questi segnali deformativi è fondamentale per la valutazione del potenziale sismico delle faglie attive. Oltre ai prodotti classici della ricerca, queste attività porteranno nuove stazioni GPS, nuovi prodotti geodetici, nuovi algoritmi per l'analisi delle serie temporali.

#### **Identificazione e analisi di faglie sismogeniche**

Queste attività vengono svolte nell'ambito di diversi progetti di ricerca (es. INGV-MISE "SPOT", MIUR-Premiale "FASTMIT") e collaborazioni con ricercatori di altri enti e università (CNR-IGAG, OGS, Università di Trieste, Università di Pavia, ISPRA). Le faglie sismogeniche sono un'espressione fondamentale della deformazione crostale attiva e i parametri che le caratterizzano rappresentano un dato fondamentale per gli studi di pericolosità sismica. Sulla base di rilevamenti geologici di terreno, interpretazioni di dati geofisici, analisi morfotettoniche e modelli di deformazione, verranno progressivamente aggiornati i contenuti del DISS. Particolare attenzione viene dedicata all'aggiornamento del database alla luce delle conoscenze emerse dalla sequenza che ha colpito l'Italia centrale tra il 2016 e 2018.

#### **Studio sperimentale di possibili indicatori sismici**

In collaborazione con diverse Università, questa ricerca sperimentale affronta lo studio di possibili indicatori sismici e/o di deformazione lenta, anche associati alla presenza di fluidi (per es. biomarkers, materiale carbonaceo, fusi di roccia, orientazione cristallografica), importanti per la ricostruzione e interpretazione della sismicità nel lungo periodo attraverso evidenze di terreno su faglie esumate in profondità o prodotti di perforazione profonda.

### **Studio di fattibilità di una rete a gravità assoluta nell'Italia centrale: verso un approccio multidisciplinare alla valutazione del rischio naturale**

Il progetto è finalizzato a realizzare una rete gravimetrica assoluta a larga scala in Italia centrale, nell'area interessata dalla recente attività sismica del 2016-18 sino al Bacino di Sulmona, allo scopo di individuare variazioni spazio-temporali della gravità connesse ai cicli sismici. La scelta dei siti tiene conto sia di vecchie stazioni, appartenenti a Reti Gravimetriche Nazionali di Riferimento e/o a rilievi gravimetrici finalizzati a studi strutturali, che di nuove realizzazioni. Sono stati già individuati alcuni siti e sono stati effettuati i sopralluoghi dei vecchi siti sulla base delle monografie esistenti; le misure assolute saranno effettuate nel corso del 2018 e saranno associate a misure del gradiente verticale e a misure relative per collegare i vecchi siti a nuove stazioni assolute, nonché a misure di GPS per monitorare le deformazioni crostali.

### **Passaggio fragile duttile e laboratori geologici naturali**

L'obiettivo di questa attività è lo studio del passaggio fragile duttile (BDT) nella crosta che governa lo sviluppo delle strutture fragili, la loro distribuzione spaziale e la loro interazione. La profondità e lo spessore del BDT hanno un ruolo importante nella ripartizione e trasferimento della deformazione e dello sforzo (differenze tra momento sismico e momento geodetico) nella crosta. Lo studio geologico di dettaglio di analoghi naturali esumati (sezioni crostali) permetterà di aggiungere importanti vincoli geometrici, cinematici e dinamici alla definizione di questo limite meccanico/reologico crostale.

### **b.3. T3 Sorgente Sismica**

Lo studio della sorgente sismica ha l'obiettivo di migliorare lo stato delle conoscenze sugli aspetti legati al verificarsi di un terremoto, dalla sua generazione alla evoluzione spazio-temporale di una sequenza sismica, sino allo sviluppo dei fenomeni connessi (es. maremoto). Questa tematica include lo studio e sviluppo di modelli di nucleazione, cinematica e dinamica della sorgente, propagazione e arresto della rottura, modellazione dei processi post- ed inter-sismici, analisi multidisciplinari che integrano dati geologici, sismologici e geodetici, nonché studi sulla generazione e propagazione dei maremoti. I risultati sperimentali che derivano da esperimenti condotti nei grandi Laboratori dell'INGV, quali ad es. quelli sui meccanismi di sorgente o sulle caratteristiche reologiche delle zone sismogenetiche, concorrono in modo sostanziale al raggiungimento degli obiettivi di questa tematica.

### **Inversione cinematica della sorgente sismica utilizzando modelli di velocità 3D**

L'inversione di dati sismologici e geodetici registrati in prossimità della sorgente di un terremoto permettono di modellare le proprietà cinematiche della rottura. Le procedure di inversione si basano generalmente su modelli di velocità 1D e trascurano i possibili effetti sull'accuratezza della soluzione dovuti alla presenza di gradienti topografici importanti. L'obiettivo della ricerca è quello di valutare l'impatto dell'utilizzo di modelli 3D e della topografia nelle inversioni di sorgente sismica, includendo valutazioni sul ruolo dell'incertezza epistemica.

### **Modellazione dinamica di sorgenti sismiche**

In seguito alla definizione di modelli cinematici per gli eventi della sequenza sismica del Centro Italia del 2016, si rende necessario una validazione in chiave dinamica degli stessi. La possibilità di calcolare i parametri iniziali della simulazione dinamica in base ai risultati della modellazione cinematica, unitamente alla possibilità fornita da SPECFEM3D\_cartesian di utilizzare varie leggi costitutive, permette una validazione dei modelli cinematici proposti.

### **Studio dei Momenti Tensori Non-Doppia Coppia**

Le sorgenti di terremoti sono generalmente classificate "Doppia Coppia" assumendo un "pure-shear-faulting" in un mezzo omogeneo, isotropo ed elastico. In realtà, esistono anche sorgenti con componenti Non Doppia Coppia (NDC), e tra i fattori che le determinano c'è la perturbazione della pressione di poro dei fluidi presenti nell'area sorgente. Per questo, le NDC assumono un ruolo chiave per la capire i meccanismi di sismogenesi anche in un ambito geologico-strutturale. Lo studio delle NDC verrà effettuato anche in funzione di altri parametri di sorgente (Stress Drop, Mw) e Anisotropici. Il data-set sarà relativo a sismicità sia indotta che naturale (Appennino, Amatrice-2016).

### **Studio di eventi *slow slip* e delle variazioni delle proprietà elastiche durante il ciclo sismico alla scala del laboratorio**

Nell'ambito della meccanica della rocce si riproducono nel laboratorio HPHT eventi *slow slip*, riconosciuti in letteratura come eventi appartenenti all'ampia variabilità di modalità di dislocazione delle faglie. In collaborazione con l'Università la Sapienza, si studiano quindi le caratteristiche e si confrontano con quelle che rappresentano gli eventi stick-slip

regolari alla scala del laboratorio. Durante la riproduzione di cicli sismici con diversi tipi di rocce, si analizzano le variazioni delle proprietà elastiche del mezzo avvalendosi dell'uso di onde acustiche passive e attive. La risoluzione spaziale e temporale dei parametri cinematici e dinamici registrati durante tali esperimenti permette di identificare anche le variazioni di velocità delle onde elastiche prima dell'occorrenza di un evento, ovvero di studiarne i precursori.

#### **Modelli cinematici di sorgente sismica**

L'inversione di dati accelerometrici registrati in prossimità della sorgente di un terremoto permettono di modellare le proprietà cinematiche della rottura sul piano di faglia che lo ha generato. Le procedure usate consentono di ottenere una stima dei parametri di sorgente quali la distribuzione spaziale della dislocazione sul piano di faglia, il tempo di propagazione, la durata locale e la variazione spaziale della direzione della dislocazione, la magnitudo dell'evento. L'integrazione dei dati geodetici InSAR e GPS nelle procedure di modellazione dell'evento cosismico permettono di vincolare ulteriormente la misura delle deformazioni cosismiche. Grazie al gran numero di dati che abbiamo a disposizione, lo studio integrato dei dati geodetici e sismologici sta aiutando a vincolare i piani rottura che hanno contribuito all'occorrenza dei forti terremoti della sequenza nel 2016-17 in Italia centrale, all'interno del complesso sistema di faglie che caratterizza l'appennino centrale. La potenziale geometria non planare dell'evento di Norcia del 30 ottobre 2016 ne è un esempio.

#### **Calcolo dei momenti tensori con modelli di velocità 3D e studio delle incertezze associate ai parametri stimati**

L'attività di ricerca prevede di associare al calcolo del Time Domain Moment Tensor dei terremoti italiani con magnitudo maggiore di 5, uno studio sull'incertezza dei parametri di sorgente stimati derivata dalla scelta del modello di velocità (1D e 3D), dal numero e dalla distribuzione delle stazioni sismiche. I risultati si avvarranno del confronto con i tensori momento sismico calcolati con altri metodi (es. MT, CMT, RCMT, etc).

#### **Studio sperimentale del ciclo sismico e test dei modelli predittivi**

Si tratta di una attività di ricerca sperimentale afferente al laboratorio HPHT, svolta in collaborazione con Università, che prevede lo studio del ciclo sismico e test dei modelli predittivi (time-predictable, slip-predictable) attraverso nuove tecniche che permettono di studiare la stabilità di una faglia preesistente sottoposta a cicli di carico. Si analizzeranno i pattern di slip precursore in relazione al rate di carico, la radiazione emessa (contenuto in frequenza, frequenza degli eventi e magnitudo) dal monitoraggio delle emissioni acustiche nelle fasi pre- co - e post-sismica.

#### **Leggi costitutive e di scala, bilancio energetico per lo studio della nucleazione e propagazione di una instabilità sismica**

Nell'ambito della meccanica delle rocce, si studiano in laboratorio i meccanismi di softening, hardening, healing, ovvero indebolimento e lubrificazione delle rocce attraverso lo sviluppo di nuove leggi costitutive e studio dei parametri rate-and-state e slip-weakening. La ricerca focalizzerà inoltre sulla comprensione dei meccanismi alla scala nano- e microscopica per lo sviluppo di leggi di scala, l'analisi del bilancio energetico di un terremoto in laboratorio da monitoraggio delle emissioni acustiche, il calcolo dell'energia di frattura e nuove tecnologie per lo studio del campo di stress iniziale.

#### **Meccanica delle rocce in zone di subduzione**

Si tratta di una attività di ricerca sperimentale afferente al laboratorio HPHT, svolta in collaborazione con Università, che prevede lo studio della meccanica delle rocce di faglia derivanti da progetti di perforazione profonda (e.g. Sumatra, Tohoku, Costa Rica, SAFOD), delle evidenze di "past slip to the trench" e l'integrazione di risultati sperimentali nella modellazione di forti terremoti in zone di subduzione. Si analizzerà anche la correlazione tra tipo di evento, zona sismotettonica e parametri caratteristici (e.g.: contenuto in frequenza della radiazione emessa, coupling, slip, temperatura).

#### **Studio del trend di parametri fisici che definiscono le caratteristiche delle sorgenti sismiche**

Questa ricerca si inserisce nel filone di studi che riguardano la definizione dello scaling delle sorgenti sismiche (per es. stress drop,  $f_c$ ). I terremoti scalano in maniera self-similare o la dinamica dei terremoti forti è diversa da quella degli eventi piccoli? Questa è la domanda alla quale si cerca di dare una risposta attraverso l'analisi delle onde di coda di eventi sismici utilizzando nuove tecniche basate sul concetto classico dei rapporti spettrali; il metodo è applicato in Appennino Centrale.

#### **b.4. T4 Sismicità dell'Italia**

La caratterizzazione della sismicità italiana è un contributo essenziale per la comprensione dei processi sismogenetici che avvengono nel territorio nazionale, la cui applicazione finale riguarda anche le analisi di pericolosità sismica. La descrizione spazio-temporale della sismicità si basa principalmente su ricerche di sismologia strumentale e storica, quest'ultima ulteriormente estesa al passato da indagini di archeosismologia e paleosismologia. Questa tematica include studi multiscala basati, per la parte strumentale recente, sui dati di monitoraggio della rete sismica nazionale, ma anche delle sotto-reti regionali, incluse le reti mobili temporanee, che consentono una caratterizzazione di dettaglio della sismicità a scala locale.

#### **Localizzazione della sismicità italiana registrata dal 1981 al 2018 con un modello 3D dell'Italia**

Contemporaneamente all'aggiornamento del Catalogo della Sismicità Italiana (CSI 2.0), si vuole analizzare la distribuzione della sismicità italiana dal 1981 al 2018, localizzata con un modello di velocità tomografico 3D attraverso un programma di inversione non lineare basato su un metodo probabilistico. Tale approccio garantisce una stima più realistica dei parametri di qualità delle soluzioni ipocentrali. Questa analisi prevede un aggiornamento della localizzazione 3D dei terremoti dal 1981 al 2015 ed una nuova localizzazione 3D dal 2016 al 2018 con un approccio "multiscale", che permetterà di ottenere una maggiore accuratezza delle localizzazioni di eventi crostali.

#### **Early aftershocks dei terremoti principali della sequenza del Centro Italia: analisi del Bollettino Sismico Italiano (BSI)**

Gli early aftershocks sono utili per la definizione del modello di sorgente degli eventi principali e i suoi meccanismi fisici. I terremoti che hanno immediatamente seguito gli eventi principali della sequenza sismica del centro Italia sono stati rivisti dal BSI. Il numero di terremoti localizzati è aumentato di un fattore due o tre rispetto a quanto era stato fatto nella Sala di Sorveglianza Sismica dell'ONT (Roma), arrivando ad avere alcune migliaia di early aftershocks. Questi sono stati localizzati utilizzando Nonlinloc per avere localizzazioni accurate ed evidenziare quali parti del sistema di faglie si siano attivate a seguito delle scosse più forti.

#### **Central Italian Seismic Array**

Nell'ambito dei progetti FISR viene installato in Umbria Centrale (Deruta) un array sismico chiamato CISA (Central Italian Seismic Array). L'obiettivo scientifico è di abbassare la soglia di detezione degli eventi sismici locali e regionali, identificare faglie attive e studiare le dinamiche di rottura di terremoti moderati su scala regionale. Il range operativo previsto dall'array CISA comprende un intervallo di magnitudo tra  $0 < M < 3$ ; la trasmissione dei dati in tempo reale, i protocolli per la detezione degli eventi e la successiva analisi con tecniche di array darà un importante contributo allo studio della microsismicità dell'Appennino Centrale.

#### **Calcolo delle profondità ipocentrali di terremoti a mare attraverso l'identificazione e l'utilizzo delle fasi di profondità pP, sP**

L'offshore italiano è caratterizzato dalla presenza di strutture tettoniche sismogenetiche e potenzialmente tsunamigeniche il cui studio è importante sia per la mitigazione della pericolosità sismica, sia per una migliore comprensione della geodinamica dell'area. Rispetto alla sismicità delle aree emerse, per la quale si ottengono localizzazioni ipocentrali di alta precisione, permangono numerose incertezze riguardo la distribuzione della sismicità e delle strutture tettoniche attive in offshore. La localizzazione degli eventi fuori rete risulta infatti mal vincolata a causa della scarsa copertura azimutale dovuta alla distribuzione a terra delle stazioni sismiche in Italia. Per una più accurata determinazione dei parametri ipocentrali degli eventi offshore si sta quindi implementando, in collaborazione con il Department of Geophysics della Tohoku University (Giappone), una tecnica di localizzazione che utilizza, nel processo di inversione congiuntamente alle fasi P ed S, anche le fasi di profondità sP e pP. Il metodo utilizzato è inoltre propedeutico per studi sismologici di dettaglio, quali la definizione del modello regionale di velocità delle onde sismiche in aree sismiche fino a oggi non risolte.

#### **Tomografica da onde di coda in aree del territorio nazionale**

Sfruttando la grande quantità di dati di elevata qualità, si vogliono sviluppare modelli di tomografia da onde di coda per studiare l'attenuazione in aree di interesse nazionale. La procedura che si intende adottare è basata su misure di rapporti di ampiezze di coda misurate in strette bande di frequenza, che permette di ottenere immagini frequency dependent di  $Q_c$  per evidenziare variazioni laterali a diverse scale.

### **W-ICAP: Wavefield decomposition of central Italy earthquakes by Independent Component Analysis-based Polarization**

Nell'ambito del progetto FISR "Centro di studio e monitoraggio dei rischi naturali dell'Italia Centrale" viene svolto uno studio sui terremoti della sequenza sismica del 2016-17 in Italia Centrale, e del rumore sismico, mediante l'uso di tecniche innovative (Independent Component Analysis-based Polarization, ICAP) per la separazione del campo d'onda, la determinazione dei parametri di polarizzazione e la loro relazione con le strutture crostali locali.

### **Approccio multidisciplinare allo studio dei terremoti di epoca strumentale**

Lo studio ha lo scopo di vincolare meglio i parametri sismologici degli eventi del passato, per caratterizzare le sorgenti che li hanno generati. L'elaborazione di sismogrammi storici (calcolo della localizzazione, magnitudo, meccanismo focale ecc.) è fondamentale nella comprensione del rilascio dell'energia e delle caratteristiche di propagazione delle onde sismiche, ed è condotta con metodologie e codici di calcolo specifici. Proseguendo quanto fatto già per i terremoti del 1917, 1930 e 1962, si intende adesso applicare su altri importanti eventi del XX secolo metodologie di analisi integrate fra questa tipologia di analisi strumentale e dati macrosismici e geologici.

### **Sismologia storica**

Il patrimonio di conoscenze più consistente sulla sismicità italiana deriva dagli studi di sismologia storica, una disciplina che ha alle spalle un percorso ormai ultratrentennale. I dati prodotti contribuiscono in modo significativo alla comprensione e quantificazione dei processi sismogenetici e alla identificazione e caratterizzazione delle faglie attive. Su questo stesso patrimonio di dati si basano inevitabilmente tutti i modelli di pericolosità sismica, a prescindere dall'approccio scelto e dalla scala spaziale dell'indagine, mentre è solo agli inizi l'uso dei dati storici per analisi di rischio sismico. I margini di miglioramento delle conoscenze sulla sismicità storica sono ampi e numerosi i temi specifici di ricerca ancora aperti. A fianco delle ricerche finalizzate ad esplorare lacune di conoscenza ben riconoscibili su alcune aree e per alcuni periodi storici - e al corposo lavoro di routine che è necessario per integrare e aggiornare le banche dati realizzate in questi anni, si sta ponendo con sempre maggiore urgenza la necessità di garantire la conservazione e la fruizione di informazioni (fonti originali, schede di rilievo, documentazione fotografica e iconografica) che rischiano di disperdersi ed essere inaccessibili alla futura comunità scientifica. A partire dalla necessità di raccogliere organicamente tutta la documentazione su terremoti recenti, uno spazio di lavoro specifico può essere dedicato alla raccolta, organizzazione e valorizzazione dell'immenso patrimonio di documentazione iconografica disponibile per i terremoti italiani: un patrimonio unico al mondo, di estremo interesse sia per la calibrazione delle stime di intensità al sito, sia per analisi specifiche su tipologie e caratteristiche del patrimonio abitativo e monumentale, nonché per dettagliate analisi di rischio anche a scala urbana.

### **Studio dei depositi di paleotsunami**

Il Laboratorio di Geologia e Geotecnologie coordina ricercatori con competenze multidisciplinari al fine di comprendere i processi sismogenetici e per studi di pericolosità sismica. Dopo gli eventi catastrofici di Sumatra 2004 e del Giappone 2011, l'identificazione e la caratterizzazione dei depositi di paleotsunami ha ampliato la conoscenza di questi eventi estremi. È ormai consolidata l'attività di ricerca per l'individuazione di nuove evidenze geologiche dei maremoti del passato lungo le coste calabresi e siciliane sia a terra che a mare, mediante studi geomorfologici e di stratigrafia integrata ad alta risoluzione. Si intende pertanto intraprendere nuovi studi in aree test come le coste campane e calabresi, in relazione a possibili collassi dei complessi vulcanici eoliani, oltre che le coste liguri, inclusi alcuni siti archeologici costieri. Questa attività ci permetterà di implementare il geo-database dei depositi dei paleotsunami per l'area NEAM (North East Atlantic and Mediterranean Seas), gestito dall'INGV ed al momento disponibile su ArcGIS - The ASTARTE Paleotsunami deposits database - NEAM region.

### **Studio delle liquefazioni e stratigrafia integrata**

Il Laboratorio di Geologia e Geotecnologie si occupa anche di indagini finalizzate alla ricostruzione della storia sismica dell'Italia attraverso studi paleosismologici. Come nuova attività si intende procedere al confronto tra indagini stratigrafiche, geofisiche e geotecniche per la caratterizzazione dei terreni che hanno subito fenomeni di liquefazione a seguito dei terremoti del 13 gennaio 1915 (area depo-centrale del bacino del Fucino), nonché degli esperimenti di blast test e delle trincee esplorative effettuate dall'ente nel 2016 e 2018 nell'area epicentrale della sequenza emiliana del 2012.

### **b.5. T5 Sismologia, geofisica e geologia per l'ingegneria sismica**

L'ingegneria sismica ha un ruolo sempre più rilevante nella società ai fini della progettazione edilizia e pianificazione

urbanistica/territoriale in zona sismica. Questa tematica ha un grande impatto e un notevole potenziale di sviluppo per il territorio italiano, caratterizzato da un ineguagliabile patrimonio storico-artistico e da tipologie edilizie che richiedono interventi antisismici differenti e altamente specialistici. Rientrano in questo settore lo sviluppo di leggi predittive del moto del suolo, lo studio degli effetti di sito e di near-source (es. fenomeni di direttività, registrazioni impulsive), il calcolo di mappe di scuotimento. Rientrano in questa tematica anche gli studi di microzonazione sismica, che permettono di caratterizzare a scala locale la struttura del sottosuolo (terreni di fondazione) e l'influenza che essa ha sulla propagazione delle onde sismiche (risposta di sito).

#### **Analisi dei dati macrosismici per la modellazione di relazione di attenuazione dell'intensità, relazione di conversione intensità massima e magnitudo, e relazioni di conversione Intensità-GMP**

Scopo dell'attività è utilizzare al massimo il contenuto informativo dei dati macrosismici per la conoscenza dei parametri dei terremoti storici, scenari di GMP-Intensità, e della pericolosità sismica in termini di intensità macrosismica. Nell'ambito del Centro di Pericolosità Sismica, viene aggiornato il modello di attenuazione medio dell'intensità macrosismica calibrato in Mw, e la valutazione della incertezza aleatoria per il computo della PSHA in termini di intensità per il territorio italiano. Si continuano gli studi di calibrazione delle relazioni di attenuazione dell'intensità per eventi superficiali delle Ande per la Colombia e la relazione tra intensità massima e Mw per diverse nazioni con l'obiettivo di ricavare i parametri dei terremoti storici e le loro incertezze. Circa le relazioni di conversione fra l'intensità macrosismica e GMP, si compara una misura di carattere strumentale dello scuotimento sismico del terreno con la grandezza che caratterizza gli effetti/danni di un terremoto su un ambiente antropico esteso a partire da una scala ordinale discreta. In particolare si sviluppano analisi statistiche per la definizione della relazione fra l'intensità macrosismica e PGA e la selezione dei dati di base (DBMI15, ITACA) per il territorio italiano.

#### **Modello sismo-stratigrafico di bacini estensionali**

Questa attività ha come obiettivo la ricostruzione del modello sismo-stratigrafico e della geometria sepolta dei bacini estensionali dell'Appennino Centrale, quali la piana di Castelluccio (nell'ambito del Progetto FISR 2016) e il bacino di Norcia (in collaborazione con l'Università di Perugia). In particolare si prevedono campagne di sismica acquisita con sistema multicanale, array sismici in geometria 2D e misure di rumore sismico lungo transetti per stimare le frequenze di risonanza e le curve di dispersione delle onde superficiali. Opportune tecniche di inversione congiunta saranno usate per la ricostruzione sismo-stratigrafica delle aree investigate. Queste ricerche sono propedeutiche alla ricostruzione 3D del territorio italiano e contribuiscono anche alla tematica Deformazione Crostale Attiva.

#### **Modelli di velocità delle onde sismiche**

Questa ricerca ha come obiettivo la ricostruzione di modelli di velocità 1D, 2D e 3D a scala locale e crostale da array sismici, tecniche tomografiche e interferometriche basate sul rumore sismico ambientale. La cross-correlazione del rumore sismico sarà anche utilizzata per stimare le variazioni temporali delle velocità delle onde sismiche. Si continuerà l'analisi di dati acquisiti dalla rete sismica temporanea installata nell'area urbana di Benevento (maggio 2016) per la ricostruzione di modelli di velocità Vs 2D e 3D; analisi similari saranno svolte utilizzando i dati della microzonazione sismica del Centro Italia, e della sequenza emiliana del 2012.

#### **Risposta sismica locale a singoli siti**

Nell'ambito del progetto europeo denominato SERA, l'attività di ricerca ha come obiettivo la valutazione dei parametri rappresentativi della risposta sismica locale, e la definizione di linee guida europee per la caratterizzazione sismica dei siti. Lo studio approfondisce le correlazioni tra la risposta sismica locale da un lato, e la geologia di superficie con i modelli lito-stratigrafici semplificati e la topografia dall'altro, per i siti delle reti sismica nazionale INGV e della rete RAN.

#### **Studi sperimentali sulla liquefazione dei terreni**

Saranno sviluppati esperimenti di liquefazione indotta su terreni limo-sabbiosi mediante blast test in Pianura Padana (Bondeno, Ferrara), analisi dei dati sperimentali acquisiti (indagini geologiche, geotecniche e geofisiche in sito e in laboratorio, monitoraggio geotecnico, rilievi topografici) e modelli numerici per l'interpretazione dei risultati. Saranno inoltre condotte valutazioni del potenziale di liquefazione in terreni limo-sabbiosi e in terreni ghiaiosi mediante indagini geotecniche in sito e indagini geofisiche, e identificati nuovi siti da indagare mediante l'analisi delle fonti storiche.

### **Propagazione delle onde sismiche registrate durante le recenti sequenze**

Questa attività ha come obiettivo l'analisi dei segnali sismici al fine di studiare gli effetti della propagazione delle onde sismiche, dalla risposta sismica locale alle variazioni crostali, tramite i dati raccolti durante le recenti sequenze sismiche (Centro-Italia 2016-18 e Ischia 2017) dal gruppo di emergenza Emersito, e nell'ambito delle attività inerenti il Centro di Microzonazione Sismica; questi dati saranno integrati con quelli della rete nazionale. Si intendono anche effettuare studi sulla propagazione delle onde sismiche in superficie, tramite modellazione 1D e 2D.

### **Anomalie dell'intensità macrosismica e guide d'onda**

L'attività prevede inizialmente l'analisi della distribuzione dei singoli effetti diagnostici delle scale macrosismiche, raggruppati secondo le rispettive frequenze di risonanza, per determinare le effettive percentuali di presenza nella descrizione dei gradi di intensità. Successivamente si prevede lo studio delle anomalie dell'intensità macrosismica e dei campi macrosismici regionali in relazione alla geologia superficiale e profonda, con l'obiettivo di evidenziare i fattori propagativi (ad esempio guide d'onda) che possono influenzare il risentimento dei terremoti. I risultati saranno confrontati con registrazioni sismometriche e simulazioni.

### **Modello 3D superficiale della Pianura Padana: dal bedrock sismico al piano campagna**

Attraverso campagne di misure di sismica passiva e la loro correlazione con dati stratigrafici e linee sismiche, la ricerca (in collaborazione con le Università di Siena, Genova e della Regione Emilia-Romagna) mira alla ricostruzione, a scala di bacino, dell'andamento del bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/s, classe A, NTC08; EC8) in Pianura Padana. Ci si propone inoltre di individuare le discontinuità stratigrafiche associabili ai principali contrasti di impedenza nelle diverse zone del bacino e si prevede inoltre di ricostruire un modello 3D delle velocità delle onde di taglio nei sedimenti alluvionali al di sopra del bedrock sismico. L'obiettivo è quello di fornire uno strumento utile a scopi ingegneristici, che possa essere sempre più perfezionato con nuovi dati di dettaglio disponibili.

### **Identificazione dei siti di riferimento per la risposta sismica locale**

Sviluppata in ambito della convenzione INGV-EDF, questa attività ha come obiettivo lo studio della risposta sismica locale di postazioni di registrazione installate su siti rocciosi, al fine di identificare i siti di riferimento per la risposta sismica locale (e applicazioni alla microzonazione sismica).

### **Studio della variabilità del moto del suolo**

Questa attività ha come obiettivo la stima di fattori correttivi delle equazioni predittive del moto del suolo (GMPE) al fine di ridurre la variabilità in campo vicino. Saranno inoltre sviluppati metodi per la stima dello spostamento permanente e validati attraverso il confronto con dati GPS e dati simulati, al fine di migliorare le stime del moto ai lunghi periodi. Per tali attività, sarà utilizzato un data set realizzato nell'ambito dei progetti RELUIS, integrando i dati contenuti nell'Engineering Strong-Motion database e database internazionali (es. Cosmos, KikNet). Si intende anche analizzare la variabilità del moto del suolo in Italia centrale attraverso l'analisi dei residui (rispetto a equazioni predittive del moto del suolo calibrate per l'area), utilizzando le registrazioni della sequenza sismica del 2016-17.

### **Equazioni predittive del moto del suolo (GMPE)**

La ricerca ha come obiettivo lo sviluppo di GMPE per il territorio Italiano. L'aggiornamento del modello predittivo empirico di Bindi et al (2011) sarà fatto utilizzando i dataset acquisiti dal 2009 ad oggi, e saranno inoltre implementati modelli per parametri integrali (es. Arias Intensity), durata del moto e Fourier Amplitude Spectra (FAS). L'attività prevede infine la generazione di modelli predittivi ibridi basati sull'integrazione di dati osservati e simulati.

### **b.6. T6 Studi di Pericolosità Sismica e da Maremoto**

Lo sviluppo di modelli di pericolosità sismica e da maremoto, sia a lungo che medio-breve termine, si basa sull'integrazione di studi e ricerche multidisciplinari che rappresentano i più recenti avanzamenti nei campi sismologico, geologico, geodetico e modellistico-statistico (per es. modelli di occorrenza, incertezze ecc.). Essi derivano in massima parte dalle altre tematiche descritte in questa Linea. I modelli di pericolosità nascono come prodotti di ricerca tematica che sperimentano anche metodologie e approcci innovativi; la validazione scientifica di questa tipologia di prodotti è parte essenziale del percorso che consente di mettere a disposizione della Società civile mappe e stime di pericolosità. Questa tematica include sia gli studi a scala dell'intero territorio nazionale (per es. la Mappa di Pericolosità Sismica attualmente in revisione) che a scala regionale/locale.

### **Valutazione dell'impatto di topografia e eterogeneità laterali sulla propagazione delle onde sismiche**

Attraverso le simulazioni del campo d'onda ottenute con software agli elementi spettrali come SPECFEM3D\_cartesian, è possibile stimare l'impatto di topografia e complessità geologiche sui dati registrati, superando i limiti delle simulazioni con modelli 1D. Quest'analisi permette di ottenere scenari di pericolosità "physic based".

### **Fault-based PSHA**

Nell'ambito del gruppo di lavoro FAULT2SHA (<http://fault2sha.net>), formalmente approvato dall'ESC, verranno codificati e resi open-access i database con i parametri delle faglie attive necessari alle valutazioni di pericolosità sismica. È prevista l'implementazione di test-case. Verranno valutate le incertezze dei parametri, al fine di quantificare l'impatto sulle stime di pericolosità sismica, e prodotti modelli di pericolosità innovativi, includendo i concetti di cluster e variabilità temporale delle occorrenze, per stime time-independent e time-dependent, e l'interazione tra le faglie. Verranno ridiscusse le parametrizzazioni della sismicità di background e l'integrazione nei modelli di faglie.

### **Dati di input per la nuova mappa di Pericolosità Sismica Europea**

Nell'ambito del progetto EU H2020 SERA (JRA3; <http://www.sera-eu.org/>), verranno predisposti i dati di input (faglie sismogeniche, cataloghi dei terremoti, modelli di deformazione geodetica) per la realizzazione della mappa di pericolosità sismica ESHM20 (European Seismic Hazard Map 2020). Verranno eseguite elaborazioni originali per la realizzazione di modelli di sismicità a partire dai dati presenti in diverse infrastrutture prioritarie della piattaforma EPOS (es. EDSF, AHEAD), e che fanno parte del patrimonio delle infrastrutture gestite da INGV.

### **Classe di suolo per le stazioni accelerometriche della rete nazionale**

Nell'ambito della convenzione INGV-DPC Allegato B2, proseguono gli studi per la caratterizzazione della risposta sismica dei siti delle reti accelerometriche per l'assegnazione della classe di suolo. La caratterizzazione si basa sull'analisi di dati velocimetrici registrati in continuo, esperimenti geofisici ad hoc per stimare un profilo locale di velocità delle onde S, e sulla simulazione della risposta sismica 1D di modelli sismostratigrafici. Questa attività ha una forte interazione con la linea Servizi e Ricerca per la Società.

### **Simulatore di terremoti applicato alla valutazione della Pericolosità Sismica**

Nell'ambito del Progetto FISR-SCIAMI, è in corso lo sviluppo di un simulatore sismico basato sull'interazione tra eventi generati da sorgenti areali che possa giustificare la legge di Gutenberg-Richter modificata, nota anche in termini di momento sismico come Tapered Pareto distribution. I risultati saranno confrontati con modelli temporali dipendenti (Brownian Passage Time, BPT) e indipendenti (Poisson), al fine di valutare la Pericolosità Sismica di una regione.

### **Scenari di scuotimento speditivi**

Si prevede lo sviluppo (in collaborazione con il Politecnico di Milano) di metodi per la valutazione di scenari di scuotimento speditivi attraverso la calibrazione di modelli di correlazione spaziale delle osservazioni strong-motion.

### **Classificazione di equazioni predittive del moto del suolo per studi di pericolosità e Shakemap**

Obiettivo di questa attività è la classificazione di equazioni predittive del moto del suolo (GMPE) attraverso il confronto con dataset di parametri di scuotimento, tramite l'utilizzo di metodi statistici. Le GMPE individuate sono proposte per l'applicazione alla nuova mappa di pericolosità italiana e per la generazione di Shakemap.

### **Mappa di Pericolosità da Maremoto**

Nel 2017 si è concluso il progetto TSUMAPS-NEAM, finanziato dalla DG-ECHO della Commissione Europea e coordinato dall'INGV, che ha prodotto la prima mappa di Pericolosità Probabilistica per gli Tsunami di origine Sismica (S-PTHA), incentrata sull'ampia regione che comprende il Nord-Est Atlantico e il Mediterraneo. Si intende pertanto lavorare ad una mappa focalizzata sulle coste italiane, che sarà utilizzata come applicazione immediata per il sistema di allerta SIAM in uso presso il Centro di Pericolosità Tsunami.

### **b.7. T7 Variazioni delle caratteristiche crostali e precursori sismici**

Lo studio dei precursori sismici è un tema di ricerca particolarmente rilevante e di avanguardia. In passato si è tentato di identificare a-posteriori, senza risultati univoci degni di rilievo, i fenomeni che potessero essere riconosciuti come preparatori all'evento sismico. Oggi l'avanzamento delle conoscenze e soprattutto quello tecnologico, unitamente al

forte sviluppo infrastrutturale di reti osservative in tempo reale, permettono di monitorare con grande dettaglio le variazioni dei parametri fisici e chimici che avvengono nella crosta terrestre, osservazioni che stanno alla base dello sviluppo di nuovi modelli. A titolo di esempio, le ricerche sismologiche di frontiera in questo ambito includono lo studio del ruolo dei fluidi nella sismogenesi condotti a differenti scale (dal laboratorio agli esperimenti in laboratori sotterranei naturali), oppure le osservazioni condotte dallo spazio. La missione ESA Swarm di tre satelliti in orbita intorno alla Terra, ha l'obiettivo di validare l'ipotesi di un accoppiamento elettromagnetico tra terra solida e ionosfera prima e durante forti terremoti, con risultati preliminari incoraggianti.

#### **Studio dell'interazione tra parametri anisotropici, momento sismico e deformazione crostale**

L'attività di ricerca è finalizzata alle analisi sulle possibili interazioni tra i parametri anisotropici e le orientazioni degli assi P-T-B ottenute dall'inversione dei momenti tensori anche di componenti Non Doppia Coppia. I risultati sono utilizzati per un'analisi spazio-temporale del campo di stress locale espresso in massimo sforzo orizzontale (SHmax). Tutte le informazioni ottenute sono interpretate nel contesto geologico, geodinamico e strutturale. Gli eventi sismici utilizzati sono di bassa-moderata magnitudo, e relativi sia a sismicità naturale che indotta (per es. Appennino centrale e meridionale).

#### **Ruolo dei fluidi nella stabilità delle faglie**

Nell'ambito di una ricerca sulla meccanica della rocce svolta in collaborazione con l'Università la Sapienza, riproduciamo nel laboratorio HPHT eventi stick-slip alla scala del laboratorio. Grazie alle potenzialità della macchina "double direct shear" possiamo studiare e caratterizzare le proprietà dell'attrito in presenza o meno di fluidi. Durante la riproduzione di cicli sismici con diversi tipi di rocce, analizziamo l'effetto dei fluidi e della diversa pressione dei fluidi nella stabilità di una faglia.

#### **Anisotropia sismica per lo studio delle variazioni delle proprietà elastiche della crosta**

L'attività prevede lo studio delle proprietà anisotropiche della crosta per l'areale italiano. In particolare, verranno studiate le variazioni spazio-temporali dei parametri anisotropici nelle aree interessate dalla sequenza sismica del Centro Italia, e di altre sequenze. Il gran numero di eventi sismici a disposizione consentirà, infatti, di analizzare le variazioni spazio-temporali dei parametri anisotropici i cui risultati, unitamente ad altri osservabili, forniranno un importante contributo per la comprensione dei processi fisici che si sviluppano nei tempi precedenti e successivi ai grandi terremoti, nonché per la caratterizzazione dello stress attivo e della geometria delle principali strutture tettoniche attive.

#### **Anomalie sismo-ionosferiche**

All'interno dei Progetti Limadou e SAFE, viene affrontato lo studio delle anomalie ionosferiche che potrebbero essere legate a terremoti, con attenzione particolare alla penisola italiana e alla Cina.

#### **Studio e caratterizzazione sperimentale dei fenomeni associati alla preparazione di un evento sismico**

L'attività di ricerca (in collaborazione a Università italiane) è focalizzata sui fenomeni associati alla preparazione di un evento sismico (per es. pattern di slip precursore, radon, emissione elettromagnetica, emissione acustica, attenuazione delle onde meccaniche, rapporto Vp/Vs) mediante lo sviluppo di una nuova tecnica sperimentale che permette di simulare un ciclo sismico su faglie preesistenti.

#### **Studio sulla caratterizzazione geochimica di alcune faglie sismogenetiche dell'Appennino**

Nell'ambito del progetto "Deep Gases from Active Faults" (DEGAS) (in collaborazione con CNR-IGAG, CERI e Sapienza), proseguono gli studi sulla caratterizzazione geochimica di alcune faglie sismogenetiche dell'Appennino centrale, effettuando delle campagne di misura della concentrazione di alcune specie gassose endogene nei gas del suolo. Il progetto ha come obiettivo il rilancio degli studi sull'utilizzo di alcune specie gassose come precursori dei terremoti attraverso il monitoraggio spaziale e temporale delle concentrazioni di gas endogeni in corrispondenza di faglie sismogenetiche. Tali studi andranno ad integrare la ricerca sui precursori sismici, fornendo informazioni utili alla comprensione dei meccanismi, ancora poco noti, che legano la migrazione dei gas alle fasi di preparazione di un sisma. Inoltre, continueranno gli studi sulle variazioni di emissione dei fluidi in corrispondenza di faglie sepolte da spessori elevati di copertura sedimentaria (ad es. Pianura Padana).

#### **b.8. T8 Sismologia in Tempo Reale**

La mitigazione del rischio sismico è strettamente legata all'affidabilità delle informazioni prodotte dai sistemi di analisi dei dati sismici in real-time; in alcuni casi, essi possono fornire una allerta alcuni secondi prima dell'arrivo delle onde sismiche. La rapida discriminazione dei tipi di segnali sismici e l'affidabilità dei parametri dei terremoti calcolati è fondamentale per identificare gli eventi potenzialmente pericolosi e comunicare tempestivamente alle autorità competenti il rischio connesso. Questo campo di ricerca in crescita unisce l'analisi dei segnali sismici, alla sismologia computazionale ad alte prestazioni (HPC), alle tecniche di monitoraggio e alle tecnologie di Intelligenza Artificiale e dell'informazione.

##### **Quantificazione rapida dell'impatto di terremoti**

Nell'ambito del progetto SERA (Real-time earthquake shaking), si stanno sviluppando tecniche per la prima rapida quantificazione dell'impatto dei terremoti. A tal fine si stanno utilizzando come dati di input le shakemap e i database che consentono di inquadrare l'esposizione di popolazione e manufatti e, appunto, l'impatto in termini di fatalità e danni (questi ultimi in termini di danneggiamenti e perdite economiche). La ricerca è strumentale anche per le attività del progetto ARISTOTELE in cui vengono richieste stime più quantitative dell'impatto dei terremoti (e non solo) a scala globale. A questo riguardo, è stata attivata una collaborazione con la fondazione GEM (Global Earthquake Model) e si è ricevuta l'autorizzazione all'accesso da DPC/EUCENTRE a DaDO (Database del Danno Osservato), che include i dati per i terremoti italiani dal 1976 al 2012. Altri DB o compilazioni di dati su scala mondiale saranno anche utilizzati (e.g., USGS PAGER, NOAA significant earthquakes, INFORM). In una fase successiva, nel caso in cui il progetto RESIST venisse finanziato dalla EC, verranno utilizzate tecniche di Deep Machine Learning mediante le quali si otterranno rapide quantificazioni dell'impatto in caso di evento sismici significativi.

## Attività di Ricerca

Dipartimento

Vulcani

Area di Intervento:

Linea di Attività: "Ricerca - Vulcani"

Data Inizio:

1-1-2018

Data Fine:

31-12-2018

a.

### Finalità e Obiettivi

L'articolazione del Dipartimento Vulcani in tre distinte Linee di attività (LdA) ha l'obiettivo di evidenziare e valorizzare le tre principali attività che realizza l'Istituto ovvero l'attività di ricerca libera nelle diverse aree tematiche che caratterizzano le scienze vulcanologiche, l'attività di servizio svolta a beneficio del Dipartimento della Protezione Civile e di altre istituzioni nazionali ed internazionali con l'obiettivo di contribuire alla mitigazione del rischio vulcanico, e l'attività di mantenimento e ulteriore sviluppo delle infrastrutture di ricerca dell'Ente, siano esse reti di monitoraggio, laboratori sperimentali ed analitici, risorse di calcolo scientifico, banche dati, osservatori multidisciplinari da terra e satellitari, e strumenti o prodotti necessari alle diverse attività realizzate.

Per quanto riguarda la Linea "Ricerca - Vulcani", le attività sono state raggruppate in sei diverse Aree tematiche ovvero:

- 1) storia eruttiva;
- 2) struttura e sistema di alimentazione dei vulcani;
- 3) proprietà chimico-fisiche dei magmi e dei prodotti vulcanici;
- 4) processi pre-eruttivi;
- 5) processi eruttivi e post-eruttivi;
- 6) pericolosità vulcanica e contributi alla stima del rischio.

A queste tematiche strettamente vulcanologiche si aggiungono poi due tematiche trasversali, ovvero comuni ai tre Dipartimenti, denominate:

- i) ricostruzione e modellazione della struttura crostale;
- ii) studi per le georisorse.

Le Aree tematiche individuate sono tutte da intendersi a carattere multidisciplinare e aggregante rispetto alle diverse metodologie di indagine impiegate nella ricerca. Allo stesso tempo le diverse Aree tematiche sono complementari e funzionali le une alle altre con l'obiettivo di descrivere i processi vulcanici nella loro interezza e nel modo più quantitativo, coerente e completo possibile. È da notare infine che questa linea riflette direttamente le attività realizzate dall'Ente nell'ambito della categoria "Ricerca" come definita nelle linee guida per la compilazione del PTA.

L'insieme delle ricerche condotte e delle competenze esistenti all'interno di questa Linea di attività permettono anche di individuare alcuni Obiettivi Strategici di ampio respiro su cui si intende focalizzare le attività di ricerca. Qui di seguito se ne elencano alcuni (indicati con V-OS#) che si prevede di approfondire e sviluppare nel corso del prossimo triennio e che, in linea di principio, sono di interesse per i principali vulcani attivi italiani e per molti vulcani esteri. Questi obiettivi vanno visti come un tentativo, seppur da affinare, di identificare delle sfide scientifiche e tecnologiche in grado di portare a un salto di qualità nella nostra conoscenza del funzionamento dei vulcani nonché nella nostra capacità di prevederne il comportamento futuro. Allo stesso tempo questi obiettivi, una volta meglio circostanziati e applicati ad uno specifico vulcano di interesse, possono rappresentare dei progetti scientifici, multidisciplinari e aggreganti delle diverse competenze esistenti nell'Istituto, in grado di contribuire al progetto istituzionale *Working Earth*. È da evidenziare infine come il raggiungimento di questi Obiettivi consentirà inoltre di sviluppare ulteriormente il contributo della ricerca vulcanologica alle attività di sorveglianza e di mitigazione del rischio vulcanico realizzate dall'ente per le

autorità di protezione civile nazionali e internazionali (vedi Scheda di dettaglio delle Linee di attività "Vulcani - Servizi e ricerca per la società").

Gli Obiettivi Strategici individuati, che rappresentano in buona parte la continuazione e il naturale sviluppo di quelli previsti dai precedenti PTA, possono essere sinteticamente descritti come segue:

#### **V-OS1) Realizzazione di un nuovo modello 4D (3D spaziale e tempo-dipendente) dei vulcani italiani**

Questo obiettivo mira alla ricostruzione della struttura e dei sistemi di alimentazione dei vulcani attivi italiani tramite l'utilizzo di nuove e più accurate tecniche di osservazione e indagine, siano esse nuovi sistemi di monitoraggio o specifiche campagne strumentali di natura geofisica o geochemica. La ricostruzione a più alta risoluzione delle proprietà del sistema vulcanico in 3D e dei suoi rapporti con la struttura tettonica regionale, nonché la sua eventuale evoluzione nel tempo, rappresentano infatti una informazione fondamentale per poter comprendere la dinamica del sistema e poterne prevedere il comportamento futuro. Prime ricostruzioni 3D dei principali vulcani italiani quali Vesuvio, Campi Flegrei, Etna e Stromboli sono già state realizzate ma nuove e più accurate indagini sono oggi possibili e auspicabili utilizzando le più moderne tecnologie disponibili. Lo stesso vale per altri vulcani meno indagati, come ad esempio Ischia e Vulcano, e per i numerosi vulcani sottomarini, molti dei quali ancora scarsamente conosciuti ma potenzialmente sorgenti di fenomeni pericolosi. Una attività rilevante di questo obiettivo dovrebbe consistere nella realizzazione di un sistema informatico in grado di visualizzare, integrare ed elaborare la grande quantità di dati multidisciplinari raccolti dalle precedenti campagne strumentali e dalle diverse reti di osservazione presenti su ciascuno dei vulcani attivi italiani con l'obiettivo di ottenere una rappresentazione il più possibile coerente e accurata del loro stato e della loro evoluzione.

#### **V-OS2) Caratterizzazione della dinamica di risveglio dei vulcani e previsione dell'attività eruttiva**

La comprensione della dinamica di risveglio dei vulcani rappresenta una delle maggiori sfide della vulcanologia moderna. La difficoltà è dovuta sia alla sostanziale inaccessibilità del sistema vulcanico alla osservazione diretta sia alla estrema variabilità della dinamica a seconda della tipologia del vulcano. A fronte di importanti progressi fatti nella previsione dei fenomeni per vulcani a condotto aperto e caratterizzati da frequente attività, come l'Etna e lo Stromboli, profonde incertezze permangono nell'interpretazione dei segnali di sistemi vulcanici a condotto chiuso e di cui non abbiamo osservato recenti eruzioni, come per esempio i Campi Flegrei e il Vesuvio. A causa di queste incertezze, l'eruzione presa come riferimento per la stesura dei piani di emergenza da parte del Dipartimento della Protezione Civile per questi vulcani è semplicemente estrapolata dalla loro storia eruttiva, senza alcun riferimento ad eventuali possibili segnali di preannuncio. La possibilità di rappresentare con un sufficiente grado di accuratezza l'evoluzione di questo processo richiede comunque la conoscenza dettagliata della struttura del sistema a grande e piccola scala e dei suoi rapporti con la tettonica locale e regionale (vedi obiettivo strategico V-OS1), la disponibilità di specifiche reti di monitoraggio ad alta risoluzione spaziale e temporale, nonché la disponibilità di modelli fisico-matematici in grado di descrivere i processi fondamentali che regolano la dinamica del risveglio e le relazioni tra i diversi segnali osservabili misurati. Un aspetto cruciale e di lungo termine di questo obiettivo è quello di poter relazionare, nel modo più accurato possibile, la tipologia dei segnali registrati durante il risveglio del vulcano con la scala e la tipologia (e se possibile gli Eruption Source Parameters ) dell'eruzione attesa. Lo sviluppo di metodi probabilistici e statistici in grado di quantificare le diverse incertezze in gioco, accoppiato all'utilizzo dei dati di monitoraggio e di modelli fisico-matematici per la simulazione dei fenomeni, potrebbe infatti portare alla individuazione degli scenari pre-eruttivi ed eruttivi più verosimili in funzione dei segnali registrati.

#### **V-OS3) Osservazione, misurazione e modellazione fisico-matematica dei processi eruttivi**

L'eccezionale difficoltà di comprendere la natura dei fenomeni vulcanici è in gran parte associata alla impossibilità di controllare e quindi riprodurre tali fenomeni, alla loro pericolosità che ne impedisce una facile misurazione, nonché alla difficoltà di descriverne la dinamica tramite semplici equazioni di trasporto e costitutive. Questo obiettivo mira a migliorare la descrizione dei fenomeni eruttivi tramite lo sviluppo e l'integrazione di tecniche di misura più accurate dei fenomeni osservati, la realizzazione di esperimenti di laboratorio in grado di mimare i processi osservati e descriverne le equazioni costitutive, e lo sviluppo di modelli fisico-matematici più realistici. La sinergia e la complementarietà tra osservazioni e misurazioni dei fenomeni, esperimenti di laboratorio e descrizioni teoriche e numeriche dei fenomeni rappresentano infatti il principale motore per lo sviluppo della conoscenza dei processi vulcanici. La stessa ricostruzione dei parametri eruttivi (*Eruption Source Parameters*) di un evento è possibile attraverso l'integrazione di osservazioni (misure) e modelli (teorici o numerici) dei fenomeni osservati. Obiettivo primario nel triennio sarà in particolare l'integrazione dei dati ottenuti dalle attività osservative e di monitoraggio con i modelli fisico-matematici,

anche attraverso lo sfruttamento di nuove infrastrutture di calcolo ed analisi dati, al fine di: 1) fornire casi di validazione e calibrazione dei modelli computazionali; 2) migliorare le previsioni realizzate attraverso tecniche di *data-assimilation*; 3) fornire modelli interpretativi e analisi dei dati di osservazione e monitoraggio. Un ulteriore aspetto importante di questo obiettivo è la possibilità di integrare e concentrare i suddetti metodi di indagine su fenomeni e/o eruzioni ben osservati e studiati, ovvero su *case-studies* di riferimento, in modo di ridurre le incertezze in gioco e ottenere così una rappresentazione unitaria delle dinamiche indagate.

## **b. Contenuto Tecnico-Scientifico**

In questa sezione vengono sinteticamente presentate le diverse aree tematiche che costituiscono la Linea di attività "Ricerca - Vulcani", illustrandone alcune delle attività che saranno realizzate e alcuni degli Obiettivi Specifici che saranno perseguiti nel corso dell'anno e, in alcuni casi, nel corso del prossimo biennio. Le informazioni riportate ricalcano essenzialmente i contributi forniti dai ricercatori e tecnologi dell'Istituto tramite un Forum dedicato alla preparazione del PTA e disponibile nel nuovo sito web dei Dipartimenti (ex Strutture di Ricerca) dell'INGV ([strutture.rm.ingv.it/forums/](http://strutture.rm.ingv.it/forums/)). I prodotti attesi da queste attività sono principalmente pubblicazioni scientifiche su riviste JRC e non-JRC, rapporti scientifici e tecnici, presentazioni a convegni e workshop, nuovi progetti scientifici e nuove collaborazioni nazionali e internazionali.

### **1. Storia eruttiva**

In questa area tematica vengono realizzati studi mirati alla ricostruzione e caratterizzazione della storia dei sistemi vulcanici. L'area include l'analisi della natura ed estensione dei depositi e dei prodotti vulcanici mirata alla ricostruzione dei fenomeni pre-eruttivi, eruttivi e post-eruttivi e alla creazione delle relative basi dati. Include inoltre indagini geologiche, tefrostratigrafiche, tefrocronologiche, magnetostatigrafiche, statistiche, archeologiche e ricerche storiche.

#### **Storia eruttiva dell'Etna**

Il presente studio prevede il completamento dell'analisi sullo stato delle conoscenze delle eruzioni laterali avvenute sull'Etna durante gli ultimi 2500 anni e lo sviluppo di studi multidisciplinari storico-vulcanologici finalizzati alla ricostruzione dei metodi di rappresentazione delle conoscenze geologiche dell'Etna ed inoltre lo studio multidisciplinare, geologico, paleomagnetico e aereomagnetico della Valle del Fiume Alcantara (versante nord Etna).

#### **Analisi degli isotopi dello Sr e del Nd per studi tefrostratigrafici**

Analisi della composizione isotopica dello Sr e del Nd contenuti nei tefra riconosciuti in sequenze stratigrafiche; tali isotopi costituiscono infatti un valido strumento utile per la correlazione tra depositi distali e prossimali e sono traccianti della storia eruttiva dei vulcani (es. età, composizione, dispersione dei prodotti emessi).

#### **Ricostruzione della storia eruttiva e del sistema di alimentazione attraverso studi stratigrafici, geochimici delle rocce e di geochimica isotopica**

Si prevede lo studio stratigrafico e geochimico dei depositi di alcuni vulcani attivi italiani (es. Isole Eolie e Campi Flegrei) per approfondire la conoscenza dell'attività eruttiva e dell'evolversi dell'apparato vulcanico, per comprendere i processi che hanno prodotto alcune composizioni di magmi e in quale/li reservoir ciò è avvenuto ed infine per definire le relazioni tra vulcanismo e tettonica.

#### **Instabilità vulcanica delle Isole Eolie**

Studio dei processi di instabilità di versante in vulcani attivi italiani. Identificazione delle strutture di collasso subaeree e dei depositi relativi in ambiente marino e subaereo. Identificazione dei depositi di tsunami causati dalle frane vulcaniche in aree prossimali e medio-distali. Area di studio Isole Eolie con particolare riferimento a Stromboli.

#### **Tefrostratigrafia e tefrocronologia in Italia Centrale e aree polari**

Studi tefrostratigrafici e tefrocronologici in sequenze stratigrafiche in vari ambienti (marini, lacustri, terrestri) come strumento essenziale per ottenere informazioni sulla storia eruttiva dei vulcani (età, ricorrenza, magnitudo, dispersione prodotti e possibili hazard connessi e dinamica eruttiva) nonché come metodo per la datazione degli archivi naturali e

la sincronizzazione di eventi geologici, climatici e archeologici in particolare in Italia centrale e Mare di Ross (Antartide).

#### **Petrologia e geochimica**

Ricostruzione della storia eruttiva dei vulcani attraverso indagini petrologiche e geochimiche dei prodotti eruttati.

#### **Storia eruttiva delle Isole Canarie (Spagna)**

In collaborazione con l'IGN delle Canarie si prevede di eseguire uno studio stratigrafico e di vulcanologia fisica delle eruzioni esplosive ed effusive oloceniche delle Isole Canarie ed in particolare di Tenerife, El Hierro e La Palma allo scopo di definire le principali caratteristiche eruttive e la loro frequenza. Queste informazioni contribuiranno al miglioramento della definizione della pericolosità vulcanica in queste isole.

## **2. Struttura e sistema di alimentazione dei vulcani**

Questa area tematica include lo studio della struttura del sistema vulcanico e della sua evoluzione geologico-strutturale; relazioni tra sistema vulcanico, contesto geodinamico e assetto vulcano-tettonico; indagini sul sistema magmatico e sulla sua evoluzione inclusa la caratterizzazione della sua geometria e delle zone sorgenti e di stoccaggio del magma; studi sulla dinamica e sulla geometria delle intrusioni magmatiche e sui campi di fratture associati agli eventi intrusivi, anche connessi con collassi di settore; studio delle condizioni chimico-fisiche dei magmi e delle rocce tramite metodologie geofisiche, geochimiche, petrologiche, mineralogiche e fisico-matematiche.

#### **Ciclo del carbonio nel mantello**

Lo scopo di questa ricerca è l'identificazione di un'eventuale contaminazione della CO<sub>2</sub> nel mantello e nei fluidi vulcanici da parte di sedimenti/rocce in subduzione o residenti nella crosta che contengono carbonio (es. decarbonatazione di sedimenti pelagici, assimilazione crostale). Questa ricerca sarà condotta attraverso lo studio integrato della composizione elementare ed isotopica della CO<sub>2</sub> e di gas nobili (He, Ne e Ar) in inclusioni fluide di olivine e pirosseni contenute in basalti ed enclave ultramafici e la comparazione con le stesse misure nei fluidi vulcanici. Le aree oggetto di studio sono Stromboli ed alcuni vulcani del Centro e Sud America e delle Aleutine. Questa ricerca si protrarrà anche nel biennio successivo e potrà includere altri sistemi magmatici (es. Etna, Kamchatka).

#### **Indagini sui *plumbing systems***

Analisi del sistema magmatico e della sua evoluzione inclusa la caratterizzazione delle zone sorgenti e di stoccaggio del magma a livelli superficiali che generalmente sono strettamente intrecciati con la storia eruttiva. Particolare attenzione verrà data ai Campi Flegrei. Circa la genesi dei magmi evoluti in ambiente di subduzione, lo studio si concentrerà sulle rioliti di Ramadas e sul sistema magmatico di Tocomar entrambi ubicati in Argentina.

#### **Radiografia muonica dei vulcani**

In collaborazione con l'INFN la recente tecnica della radiografia muonica, che si basa sulla rilevazione dei muoni prodotti dai raggi cosmici in alta atmosfera e che attraversano i vulcani, è stata applicata al Vesuvio e allo Stromboli. Questa tecnica, che al Vesuvio utilizza scintillatori mentre allo Stromboli emulsioni nucleari, ha lo scopo di definire la struttura interna degli apparati vulcanici.

#### **Isotopi radiogenici e processi in camera magmatica**

Studio della struttura e del sistema di alimentazione dei vulcani attraverso indagini chimiche e isotopiche dei prodotti emessi. Studio dei processi che avvengono in camera magmatica e dei loro timescales.

#### **Misure di composizione isotopica della CO<sub>2</sub> nei plumes vulcanici**

Studio geochimico dei gas in particolare analisi della composizione isotopica della CO<sub>2</sub> in plumes vulcanici in differenti contesti geodinamici. Le misure di <sup>13</sup>C-CO<sub>2</sub> ad alta frequenza, effettuate con strumenti da installare in situ su campioni discreti di plumes prelevati con droni ed accoppiate ad altri traccianti geochimici e geofisici, potranno fornire una migliore comprensione dei processi di degassamento e sulla dinamica di risalita del magma.

#### **Campionamento ed analisi di pennacchi vulcanici e delle emissioni fumaroliche in differenti contesti geodinamici per la determinazione delle abbondanze elementari ed isotopiche dei componenti volatili**

I componenti volatili disciolti nei magmi rivestono un ruolo rilevante nel determinare la dinamiche eruttive degli edifici vulcanici, le proprietà reologiche dei fusi, lo stile di degassamento e l'evoluzione temporale dei processi vulcanici. La determinazione delle abbondanze elementari ed isotopiche di questi elementi nelle emissioni vulcaniche forniscono utili informazioni sullo stato di attività dei vulcani e sulla genesi dei magmi. La ricerca si focalizzerà sul campionamento dei pennacchi vulcanici e delle emissioni fumaroliche in differenti contesti geodinamici allo scopo di ottenere nuove informazioni e sviluppare nuovi modelli interpretativi dei sistemi vulcanici.

#### **Struttura e contesto geodinamico dell'Etna**

Ricostruzione 3D dell'edificio vulcanico dell'Etna per la definizione del volume e della variazione temporale del tasso eruttivo con relative implicazioni sul contesto geodinamico in relazione all'evoluzione geologica dell'Etna. Studio aeromagnetico dell'offshore etneo finalizzato alla ricostruzione geometrica dei corpi geologici sommersi e al calcolo dei relativi volumi allo scopo di completare le informazioni geologiche della regione etnea.

#### **Studio sull'origine dei neck**

I neck magmatici affiorano esclusivamente in apparati profondamente erosi e sono rari in vulcani attivi. La loro formazione è legata alla risalita di masse magmatiche ben più grandi dei semplici dicchi, anche a livelli molto superficiali della crosta ed in prossimità della superficie topografica. Pertanto, ciò rappresenta un evidente pericolosità da tenere in opportuna considerazione soprattutto in vulcani densamente urbanizzati. L'Etna è uno di questi vulcani, molto attivo ma in cui la Valle del Bove espone lungo le sue pareti i resti di apparati vecchi di varie decine di migliaia di anni, compresi alcuni neck. In questo studio si prevede lo studio di due di questi neck confrontandolo con i risultati ottenibili con modelli analogici, per definire le condizioni che portano alla loro formazione.

#### **Studio petrologico e stratigrafico delle eruzioni del 1763 all'Etna**

I magmi basaltici subafirici dell'Etna risalgono rapidamente da circa 10-12 km di profondità interagendo in modo molto limitato con il sistema di alimentazione superficiale. Essi preservano quindi la composizione originaria e forniscono informazioni sulle caratteristiche del magma "parente", i processi magmatici del sistema di alimentazione più profondo e la regione sorgente. Per approfondirne lo studio, si analizzerà l'attività eruttiva del 1763 durante la quale si formarono i M.ti Nuovo e Mezza Luna nel versante occidentale del vulcano mediante rilettura critica delle cronache storiche, rilievi di terreno e caratterizzazione petrochimica dei prodotti eruttati.

#### **Interconnessione tra le caratteristiche strutturali dell'Etna e le aree ad alta emissione di CO<sub>2</sub>**

L'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) è tra le specie gassose emesse dai vulcani più frequentemente misurata per monitorarne l'attività grazie alle sue limitate interazioni con il mezzo roccioso e alla sua facile rilevabilità. Inoltre, la CO<sub>2</sub> è la seconda più abbondante specie gassosa dopo l'acqua (H<sub>2</sub>O) contenuta nei magmi, pertanto rappresenta uno dei maggiori contributi del degassamento magmatico. In questo studio si cercherà di affrontare le tematiche connesse alle variazioni di flusso della CO<sub>2</sub> diffusa dai suoli e le manifestazioni eruttive dell'Etna. Inoltre si cercherà di individuare le possibili geometrie strutturali che favoriscono la percolazione dei gas magmatici contenuti nel plumbing-system medio-superficiale. Questa ricerca si estenderà per il biennio successivo e potrà includere altri sistemi magmatici (es. Stromboli).

#### **Studio della composizione elementare ed isotopica dei gas disciolti nella falda dell'Etna**

La ricerca prevede la determinazione della composizione chimica ed isotopica dei gas disciolti nella falda dell'Etna per la caratterizzazione della componente magmatica. Nelle acque di falda infatti sono disciolte numerose specie gassose con differenti origini e proprietà. Alla componente atmosferica, quasi sempre presente in quantità rilevabili, si aggiungono altri gas di origine magmatica, radiogenica e biologica. Saranno sviluppati inoltre modelli interpretativi per la modellazione dei processi di migrazione delle specie gassose in falda.

#### **Definizione e modellizzazione degli end-member isotopici con particolare riferimento all'elio disciolto nelle falde acquifere dell'area Etnea**

La ricerca riguarderà l'analisi isotopica dell'elio disciolto nelle falde acquifere allo scopo di ottenere informazioni sulle sorgenti di degassamento che interagiscono con le acque sotterranee circolanti nell'intero edificio etneo, mostrando un miscelamento tra componenti atmosferiche e componenti mantelliche diverse nei vari settori del vulcano.

#### **Sistemi di alimentazione di Panarea e Stromboli (Isole Eolie)**

Studio delle relazioni nelle porzioni di alimentazione magmatica di Panarea e Stromboli, tenendo in considerazione la struttura tettonica regionale che collega le due isole vulcaniche ed analisi delle eventuali relazioni nelle porzioni di alimentazione magmatica sulla base dei risultati ottenuti dall'analisi chimiche e isotopiche dei fluidi rilasciati nei due apparati.

#### **Studio delle manifestazioni magmatiche delle Isole dei Ciclopi (Acicastello, Catania)**

Studio geologico e magmatologico dell'Isola Lachea alla luce delle nuove conoscenze acquisite sulla geologia, morfotettonica e geodinamica dell'Etna. La ricerca si svolgerà nell'ambito di un Accordo di collaborazione tra l'Università degli Studi di Catania e l'INGV. La ricerca prevede la revisione critica della letteratura scientifica, il rilievo geologico di dettaglio dell'Isola Lachea e il campionamento dei prodotti, la loro caratterizzazione petrografica e composizionale ed infine l'analisi ed interpretazione dei dati raccolti.

#### **Studio della dinamica e struttura delle porzioni sommerse di edifici vulcanici**

Vengono approfonditi alcuni metodi e strumenti per la misura e lo studio della dinamica dei versanti sommersi dei vulcani, elemento indispensabile per avere un quadro realmente completo dei fenomeni vulcanici e vulcano-tettonici con particolare riferimento specialmente ai vulcani insulari.

#### **Degassamento di CO<sub>2</sub> nel mantello sottostante vulcani di isola oceanica**

Questa ricerca ha lo scopo di vincolare il grado di degassamento della CO<sub>2</sub> nel mantello sottostante il vulcano Piton de la Fournaise (La Réunion Island) attraverso lo studio integrato di He-Ar-CO<sub>2</sub> e della relativa pressione di intrappolamento in inclusioni fluide di olivine e pirosseni in rocce basaltiche ed enclave ultramafici. Inoltre prevede la modellazione del processo di degassamento magmatico e la stima della concentrazione di CO<sub>2</sub> nei fusi basaltici primari e del relativo mantello.

#### **Geochimica dei volatili nel mantello sottostante zone di Rift continentale**

Lo studio prevede di analizzare la composizione elementare ed isotopica di gas nobili (He, Ne e Ar) e CO<sub>2</sub> nel mantello sottostante alcune zone di Rift continentale (es. Europa, Antartide) attraverso lo studio di inclusioni fluide in noduli ultramafici. L'attività di ricerca si pone come obiettivo l'identificazione e modellazione di processi di rifusione parziale, metasomatismo, degassamento magmatico, riciclo di volatili nel mantello e, ove possibile, la stima della concentrazione di CO<sub>2</sub> nel mantello. Questa ricerca si protrarrà anche nel prossimo biennio e potrà includere altri sistemi magmatici.

#### **Caratterizzazione della struttura interna di Vesuvio, Etna, Campi Flegrei, Stromboli, Piton de la Fournaise, Teide e Krafla**

Indagini geofisiche-geochimiche finalizzate alla caratterizzazione 2D e 3D della struttura interna degli edifici vulcanici, o di specifici settori di interesse, con particolare attenzione alla caratterizzazione dei sistemi idrotermali e all'identificazione dei limiti strutturali che ne caratterizzano l'attività. Prospettive di sviluppo: prosecuzione delle indagini con priorità per i Campi Flegrei (Pisciarelli), sviluppo e test di un sistema di monitoraggio geofisico-geochimico 4D finalizzato all'individuazione della evoluzione temporale dei sistemi idrotermali, test di nuovi dispositivi che permettano una maggiore profondità di indagine ad elevata risoluzione.

#### **Caratterizzazione delle emissioni vulcaniche in atmosfera dell'Isola di Reunion (Francia)**

Studio geochimico, sia vulcanologico che ambientale, che si propone di implementare le conoscenze del contributo delle emissioni vulcaniche in atmosfera dell'Isola di Réunion con particolare riferimento alla CO<sub>2</sub> e alle sue variazioni temporali di concentrazione e di composizione isotopica. È prevista anche la collaborazione con l'osservatorio vulcanologico Maïdo che da anni acquisisce dati atmosferici nell'isola. Inoltre, l'utilizzo di strumentazioni avanzate potrebbe contribuire al miglioramento delle tecniche di monitoraggio vulcanico e ambientale ed i risultati ottenuti potrebbe costituire un caso di studio esportabile in contesti analoghi in altre aree del mondo.

#### **Vulcanismo sottomarino di Santorini**

Questa ricerca ha lo scopo di definire le caratteristiche geochimiche del sistema idrotermale attivo al di sotto del vulcano sottomarino Kolumbo (Santorini, Grecia).

#### **Studio delle manifestazioni fumaroliche dei vulcani Antartici**

Studio geochimico dei gas dei vulcani Melbourne e Rittmann, localizzati lungo la catena delle Montagne Transantartiche nella regione Northern Victoria Land in Antartide, in cui sono note manifestazioni fumaroliche diffuse.

Tale ricerca, già iniziata e inserita nei cicli delle campagne antartiche del PNRA, si propone di continuare nel prossimo biennio le attività di esplorazione e campionamento nei suddetti vulcani al fine di caratterizzare i fluidi naturali emessi dalle fumarole presenti e di comprendere la loro origine e circolazione.

### **Distribuzione spaziale del vulcanismo monogenetico e struttura della crosta continentale**

Il vulcanismo monogenetico è associato a grandi apparati centrali oppure è concentrato in aree specifiche formando dei campi vulcanici di vasta estensione areale ma con bassi volumi eruttati. L'analisi della distribuzione spaziale del vulcanismo e, possibilmente, di quella temporale può fornire importanti conoscenze sul sistema magmatico e sulla struttura meccanica della crosta. I risultati dello studio di campi vulcanici in aree selezionate ed in importanti edifici vulcanici saranno confrontati con dati geofisici indipendenti per avere informazioni sul plumbing system, strutture crostali e possibili ricadute per l'analisi della pericolosità associata.

### **3. Proprietà chimico-fisiche dei magmi e dei prodotti vulcanici**

Questa area tematica include studi analitici, sperimentali e teorico-computazionali mirati alla definizione delle proprietà costitutive dei magmi e dei prodotti dell'attività vulcanica; proprietà chimiche e fisiche dei magmi e dei prodotti dell'attività effusiva ed esplosiva; studi mirati alla caratterizzazione della natura multifase e multicomponente dei magmi, dei prodotti effusivi e delle miscele piroclastiche.

#### **Influenza della CO<sub>2</sub> sulla reologia dei magmi di origine mantellica**

I processi di formazione ed i meccanismi di trasporto di magmi carbonatitici e kimberlitici sono da sempre di grande interesse per l'origine di importanti giacimenti minerali ed il trasporto del carbonio mantellico in superficie. Il gruppo di ricerca del Lab HPHT di INGV Roma in collaborazione con il Dipartimento di Scienze della Terra della Sapienza di Roma sta studiando sperimentalmente la reologia di questi magmi attraverso l'analisi in situ con luce di sincrotrone della viscosità e struttura dei magmi sintetici a scala atomica. Nel prossimo biennio si intende estendere questo studio a composizioni basaltiche ricche in volatili tipiche di alcuni importanti distretti vulcanici in Italia.

#### **Influenza del processo di cristallizzazione sulle proprietà reologiche e di trasporto della sospensione multifase fuso-solido-gas**

I sistemi vulcanici dell'Etna e del Krafla (Islanda) rappresentano dei laboratori naturali in cui il processo di trasporto del magma dipende dalla relazione che esiste tra 1) il cambiamento delle variabili intensive del sistema e 2) il tasso di cristallizzazione. Il gruppo di ricerca del Lab HPHT INGV Roma sta conducendo uno studio sperimentale per determinare l'influenza del processo di cristallizzazione sulle proprietà reologiche e di trasporto della sospensione multifase fuso-solido-gas. Nel prossimo biennio si intende condurre esperimenti dinamici di sottoraffreddamento su composizioni basaltiche dell'Etna e del Krafla per definire i principali parametri cinetici che controllano i cambiamenti chimico-fisici del sistema multifase.

#### **Caratterizzazione chimica e isotopica dei prodotti vulcanici**

Si prevede di eseguire la caratterizzazione chimica ed isotopica dei prodotti vulcanici rappresentativi di magmi primitivi e dei minerali in essi contenuti e la caratterizzazione chimica ed isotopica dei magmi a diverso grado di evoluzione e dei minerali che da essi cristallizzano. Infine la definizione delle proprietà chimico-fisiche dei magmi mediante lo studio delle inclusioni vetrose.

#### **Mixing in magmi granitici**

La messa in posto di magmi granitici avviene spesso per accumulo di piccoli batch successivi. In questo studio si intende studiare in quali condizioni di composizione, contenuto in volatili, pressione e temperatura questi arrivi successivi causano miscelamento tra i diversi magmi.

#### **Condizioni redox del mantello sub-Etno e del sistema magmatico crostale**

Lo studio è condotto attraverso sia l'analisi di elementi chimici in inclusioni fluide e nei cristalli ospitanti che della speciazione di Fe nelle inclusioni fluide. La modellistica quantitativa è condotta tramite simulazioni con codice MELTS.

#### **Evoluzione dei magmi della Provincia Comagmatica Toscana**

Studio della storia di cristallizzazione e origine dei megacristalli di K-feldspato nei prodotti effusivi del Monte Amiata. Confronto con i megacristalli dei prodotti intrusivi del Monte Capanne con l'obiettivo di contribuire al modello evolutivo dei magmi della Provincia Comagmatica Toscana.

#### **4. Processi pre-eruttivi**

L'area tematica include lo studio della dinamica del magma all'interno del sistema vulcanico; analisi del processo di risalita del magma in superficie e delle interazioni tra magma, roccia incassante e sistema idrotermale; monitoraggio dei segnali geofisici e geochimici associati ai movimenti e alla risalita del magma e analisi della loro evoluzione; sviluppo di modelli concettuali, analogici, statistici e teorico-computazionali in grado di descrivere i processi che controllano la risalita dei magmi e la loro relazione con i segnali registrati in superficie.

##### **Timescale di processi magmatici**

Studio dei processi pre-eruttivi e dei loro timescales mediante indagini petrologiche e geochimiche di prodotti vulcanici.

##### **Analisi delle deformazioni vulcaniche**

Saranno analizzati i dati delle reti di monitoraggio vulcanico al fine di individuare le possibili sorgenti di deformazione. Le applicazioni dei modelli saranno rivolte alle aree di particolare interesse come ad esempio i Campi Flegrei.

##### **Analisi della deformazione in aree vulcaniche**

Sviluppo di modelli di stoccaggio profondo e superficiale di magma in aree vulcaniche per lo studio delle deformazioni del suolo associate. Il campo deformato superficiale è mappato con le più diffuse tecniche come SAR, GPS e livellazione. I modelli analitici e numerici sono ottimizzati sul dato reale e tengono conto della struttura della crosta locale in termini di stratificazione elastica, comportamento reologico e eventuale presenza di sorgenti deformative multiple (ad es. presenza di faglie). Lo studio delle deformazioni concorre alla conoscenza dello stato di attività del vulcano e delle dinamiche pre-eruttive.

##### **Relazioni tra regime di degassamento e attività vulcanica**

Questa ricerca si occuperà di investigare le relazioni tra regimi di degassamento e attività vulcanica tramite l'analisi di serie temporali del flusso di SO<sub>2</sub> e HCL misurate nel plume vulcanico dell'Etna, Stromboli e Vulcano in condizioni di regime di degassamento quiescente. L'obiettivo è quello di individuare pattern temporali e/o soglie di unrest eruttivo.

##### **Modelli per la gravimetria in aree vulcaniche**

Sviluppo di modelli fisici per lo studio delle variazioni di gravità attese in aree vulcaniche in conseguenza di processi pre-eruttivi quali arrivo di nuovo magma in zone più superficiali, mixing e degassamento. Confronto con i dati di monitoraggio dell'Etna.

##### **Studio dei processi d'interazione superficiale dei fluidi vulcanici**

La conoscenza dei processi che influenzano il rilascio di fluidi vulcanici è di fondamentale importanza per una definizione di modelli concettuali in grado di descrivere in modo affidabile le relazioni tra i segnali registrati in superficie e le dinamiche vulcano/tettoniche dei sistemi. Particolare attenzione sarà indirizzata all'isola di Vulcano dove si agirà su due tasks principali:

- 1) studio delle dinamiche d'interazione dei gas vulcanici con l'acquifero superficiale e delle influenze esogene sul rilascio della CO<sub>2</sub> dai suoli attraverso l'analisi delle serie temporali di lungo termine registrate in continuo e in discreto;
- 2) implementazione di sistemi di monitoraggio in continuo in area craterica.

##### **Deformazione poroelastica e dinamiche di degassamento**

La deformazione poroelastica dipende dalle proprietà del fluido di poro. In contesti vulcanici, la distribuzione delle fasi fluide può variare significativamente nel tempo e nello spazio, modificando contestualmente la risposta deformativa del mezzo. In questo studio si propone di incorporare una migliore descrizione della componente fluida nella trattazione della deformazione poroelastica. L'importanza di questo specifico aspetto verrà valutata con applicazioni alla deformazione recente dei Campi Flegrei.

### **Studio multidisciplinare dei parametri sismologici, geochimici e meteorologici per la caratterizzazione della dinamica dei Campi Flegrei e del Vesuvio**

Questa ricerca è volta all'analisi congiunta della sismicità di tipo vulcano-tettonico e di alcuni parametri geochimici e meteorologici. Alcuni risultati significativi ottenuti per i Campi Flegrei hanno evidenziato correlazioni tra attività sismica, cicli di piovosità, pressione atmosferica, nonché ricorrenze cicliche e modulazioni su scala temporale mareale (da semi-diurna ad annuale). I risultati suggeriscono che anche i fenomeni esogeni concorrono con quelli endogeni alla dinamica della caldera flegrea e che possono essere indicatori delle variazioni dello stato del sistema. Uno studio analogo sarà intrapreso anche per il Vesuvio.

### **Nuovi approcci all'analisi delle serie tiltmetriche per lo studio della dinamica crostale dei Campi Flegrei e dell'Isola di Ischia**

L'attività di ricerca nasce da una collaborazione tra INGV, Napoli-OV ed Università degli Studi di Salerno, ed ha permesso di mettere a punto un nuovo approccio basato sulla tecnica di Independent Component Analysis (ICA) per lo studio dei segnali tiltmetrici. Dalle prime applicazioni ai Campi Flegrei sono emersi interessanti risultati sull'interazione tra le maree crostali a medio/lungo periodo e la dinamica del vulcano. La caldera infatti risponde alle deformazioni mareali con oscillazioni che avvengono lungo piani di tilt ben definiti, il cui orientamento è vincolato dal campo di sforzo locale. Si prevede di effettuare uno studio analogo per Ischia.

### **Caratterizzazione della dinamica di sorgente dei vulcani napoletani attraverso la tecnica ICA e l'analisi di polarizzazione**

Collaborazioni con l'Università degli Studi di Salerno hanno permesso di ottenere interessanti risultati sulla caratterizzazione delle sorgenti presenti in aree vulcaniche mediante l'uso combinato della tecnica ICA (Independent Component Analysis) e della polarizzazione del campo d'onda sismico. Queste tecniche si stanno applicando alla sismicità di Ischia e Campi Flegrei a partire dalla metà del 2017 e continueranno per tutto il prossimo biennio. I risultati di tali studi saranno avvalorati dall'applicazione della ICA ad altri dati geofisici.

### **Studio petrologico dei prodotti dell'attività sommitale recente dell'Etna**

Il monitoraggio vulcanologico prevede anche il campionamento dei prodotti eruttati che vengono analizzati per determinarne le caratteristiche petrochimiche. Questo studio è importante per determinare i processi pre-eruttivi responsabili della differenziazione del magma, la struttura/geometria del sistema di alimentazione, le possibili correlazioni con le dinamiche eruttive. A tale scopo si studieranno i prodotti dell'attività eruttiva dal 2011 ad oggi, periodo durante il quale tutti e quattro i crateri sommitali del vulcano sono stati attivi producendo sia eruzioni esplosive, anche di tipo parossistico, che effusioni laviche.

### **Monitoraggio termico di superficie - Etna e Isole Eolie**

Lo scopo di questa ricerca è quello di affinare la parametrizzazione delle soglie di riferimento, per inserire una robusta interpretazione delle variazioni termiche, nel quadro complessivo composto dalla rete osservativa. Inoltre si intende proseguire il monitoraggio termico, concepito e sviluppato come ricerca, attraverso le sperimentazioni sul campo e in laboratorio, aggiornare le tecniche di acquisizione con le nuove tecnologie disponibili sul mercato, a fronte di investimenti adeguati, considerando la necessità di adattamento alle condizioni operative estreme e alla variabilità delle condizioni di sito. Infine si intende consolidare procedure di validazione dati di monitoraggio e approfondire le valutazioni comparative, di carattere multi-parametrico e multidisciplinare.

### **Monitoraggio delle temperature del suolo in aree sub-fumaroliche ai Campi Flegrei, Vesuvio, Stromboli e Vulcano**

Proseguimento del monitoraggio delle temperature del suolo in aree sub-fumaroliche ai Campi Flegrei (Pisciarelli e Solfatara), Vesuvio, Stromboli e Vulcano e studio delle variazioni nelle modalità di trasferimento del flusso di calore associato alle variazioni nel sistema idrotermale e dell'attività vulcanica. Prospettive di sviluppo: test e sviluppo di nuovi sensori e di nuove strategie di monitoraggio.

### **Analisi delle variazioni spazio-temporali del campo di temperatura superficiale tramite rilevamento prossimale IR**

L'attività di ricerca consiste nell'analisi delle serie temporali dei dati immagine all'infrarosso termico acquisiti dalle termocamere prossimali della rete permanente (TIRNet) operante ai Campi Flegrei. In particolare, l'attività è finalizzata allo sviluppo e perfezionamento di specifici software che processino in automatico informazioni sull'evoluzione

spazio-temporale del campo di temperatura superficiale di aree soggette ad anomalia termica per degassamento diffuso e che consentano, mediante la rimozione delle componenti esogene, di arricchire le conoscenze sulle relazioni tra le variazioni del campo di temperatura superficiale e l'evoluzione della dinamica vulcanica.

#### **Monitoraggio dell'attività dell'Etna tramite fluidi emessi in aree periferiche**

La ricerca riguarda lo studio dei gas emessi dall'Etna sia nelle zone basali sia in quelle sommitali, che consentono di arricchire le conoscenze sul sistema di alimentazione del vulcano e identificare le principali fasi di risalita di nuovi corpi magmatici. La ricerca è focalizzata particolarmente sulle variazioni nello spazio e nel tempo, sia chimiche che isotopiche, dei gas nobili, riconosciuti in letteratura come preziosi indicatori dei processi di risalita magmatica. Modelli fisici consentono la quantificazione dei volumi in risalita e gli effetti di sovrappressione nei serbatoi magmatici.

#### **Analisi delle variazioni dello stato dei vulcani tramite tecniche di remote sensing**

Lo studio si propone di sviluppare strumenti di analisi delle variazioni dello stato dei vulcani tramite tecniche di remote sensing radar e ottico. In particolare si vuole monitorare l'attività di degassamento (anche diffuso) attraverso l'osservazione dei suoi effetti sull'ambiente circostante.

#### **Eruzioni esplosive a composizione mafica, associate a collasso calderico**

Studio dei prodotti emessi nell'eruzione tefritica/tefritico-fonolitica di Onano, associata ad uno degli ultimi collassi calderici del vulcano di Latera (Lazio settentrionale). L'obiettivo è quello di ricostruire le dinamiche pre-eruttive in sistemi magmatici con composizione poco evoluta, capaci di produrre eruzioni fortemente esplosive.

#### **Dinamiche magmatiche dei vulcani Etna, Stromboli e Campi Flegrei**

Presso il Lab HPHT di INGV Roma si sta investigando sia sperimentalmente che mediante l'analisi composizionale dei prodotti naturali, i principali processi che controllano le dinamiche magmatiche all'Etna, Stromboli e Campi Flegrei: 1) ricarica del sistema di alimentazione, 2) decompressione, degassamento, e raffreddamento del magma, 3) velocità di risalita del magma. Nel biennio successivo si intende continuare questi studi, calibrando nuovi modelli termodinamici basati su reazioni di interfaccia cristallo-fuso, che permettono di stimare con maggiore accuratezza le variazioni di pressione, temperatura e contenuto di acqua nel sistema vulcanico, come anche i tempi di ristagno, ricarica e risalita del magma.

#### **Codice *MagmaFoam***

Lo studio prevede lo sviluppo di un codice matematico che risolva la fluidodinamica multifase e multicomponente delle miscele magmatiche basato sulla libreria *OpenFOAM*.

### **5. Processi eruttivi e post-eruttivi**

Questa tematica comprende lo studio della dinamica delle fenomenologie eruttive e post-eruttive; l'osservazione dei processi attraverso tecniche di misura, locali e remote, finalizzate alla quantificazione delle variabili fisiche e chimiche che descrivono i fenomeni e la loro dinamica; lo sviluppo di modelli concettuali, analogici, statistici e teorico-computazionali dei processi eruttivi del vulcanismo esplosivo ed effusivo, dallo svuotamento del serbatoio magmatico, alla risalita del magma nella crosta fino alle diverse manifestazioni eruttive in superficie e in atmosfera. Include inoltre lo studio della dinamica dei fenomeni collegati (e.g. esplosioni freatiche, collassi di versante, frane, tsunami, lahar, degassamento naturale, vulcanismo secondario, ecc.).

#### ***Topographic change-detection* e geomorfometria in aree vulcaniche**

Generazione ed elaborazione di Modelli Digitali di Elevazione (DEM) ad alta risoluzione volta all'estrazione di parametri geometrici (topographic attributes) *post-emplacement* di colate di lava, di flussi piroclastici e di lahars.

#### **Relazioni tra regime di degassamento ed eruzioni**

I gas vulcanici svolgono un ruolo determinante sullo stile e la durata dei processi vulcanici, l'integrazione di dati sulla massa di zolfo emesso e dati petrologici sulle inclusioni fluide consente di stimare le masse di magma degassato e valutare potenziali meccanismi eruttivi. Questa linea di ricerca si occuperà di studiare i rapporti tra regimi di degassamento ed attività eruttiva dell'Etna e di Stromboli attraverso l'osservazione di pattern temporali/magnitudo.

L'integrazione di dati geofisici con i rapporti reciproci tra SO<sub>2</sub> e HCl consentirà di quantificare i volumi in risalita e gli effetti di sovrappressione nei serbatoi magmatici superficiali (~4-5 km dalla sommità dei vulcani) allo scopo di definire la dinamica e i meccanismi eruttivi, l'individuazione di pattern temporali e/o soglie di unrest eruttivo.

#### **Monitoraggio termico di superficie dell'Etna**

Gli obiettivi del presente progetto sono valutare i sistemi di acquisizione diretta della temperatura del suolo mediante confronti multi-parametrici, per definire schemi di correlazione relativi ai differenti stili di attività; ridefinire i criteri per la valutazione reciproca fra flusso di calore e flusso di vapore; parametrizzare la relazione fra le variazioni di energia smaltita dall'emanazione di volatili attraverso le lineazioni vulcano-tettoniche e la quota di energia smaltita durante le eruzioni dell'Etna. Poiché l'output di volatili avviene in modalità continua prima-durante-dopo un'eruzione vulcanica, valutare le relazioni spazio-temporali di un ampio campione di fenomenologie vulcaniche favorirà l'individuazione, e la verifica, dei presunti segnali precursori.

#### **Misure del tasso di emissione di CO<sub>2</sub> dalle Salinelle di Paternò e dispersione in atmosfera**

Le Salinelle di Paternò sono vulcanetti di fango alimentati da un sistema idrotermale localizzato nei depositi argillosi del basamento sedimentario dell'Etna. La chimica dei gas emessi e la composizione isotopica di CO<sub>2</sub> e He indicano una chiara derivazione magmatica ed il riequilibrio in condizioni idrotermali. Dal 2014 sono condotte delle misure periodiche del flusso di CO<sub>2</sub> emesso dai vulcanetti, basate sia metodi diretti sia su misure in plume mediante "tunable laser". Nel periodo di osservazione si è rilevata una grande variabilità sia nel flusso di gas sia nella distribuzione delle bocche degassanti. L'osservazione regolare del fenomeno, anche con l'utilizzo di orto-immagini da drone, è di interesse per la comprensione della dinamica del sistema che alimenta le salinelle. Il sistema osservativo ed interpretativo potrà essere applicato ad altri sistemi simili (*mud volcanoes* oppure *sedimentary-hosted hydrothermal systems*).

#### **Dinamica della risalita dei magmi nel condotto eruttivo**

Verranno studiati i processi di risalita del magma nei condotti dai serbatoi magmatici alla superficie. In particolare, saranno presi in considerazione i processi di nucleazione e crescita delle bolle di gas e la frammentazione del magma che avviene durante le eruzioni esplosive. Gli studi prevederanno anche la stima degli effetti di interazione tra il magma e le pareti del condotto come l'erosione e le deformazioni del condotto.

#### **Simulazione numerica della risalita di magma**

Sviluppo di nuovi modelli multifase/multicomponente per la risalita del magma in geometrie complesse e di modelli di cristallizzazione e degassamento che permettano di simulare l'evoluzione della crystal size distribution e della bubble number distribution prodotte durante un'eruzione. Calibrazione del modello attraverso confronti con esperimenti in laboratorio e con analisi su campioni. Inoltre si prevede un'implementazione con ingresso di acqua esterna nei modelli di risalita e simulazione della dinamica di interazione dell'acqua con il magma. Interazione magma/roccia e studio delle condizioni di collasso dei condotti.

#### **Modellazione sperimentale delle dinamiche di formazione dei jet vulcanici**

La rapida decompressione di un volume di gas è all'origine di diversi stili di attività esplosiva, da Stromboliana a Vulcaniana e idromagmatica. Dopo l'eventuale frammentazione del magma, l'espansione del gas compresso accelera i piroclasti all'interno del condotto eruttivo e controlla la loro immissione nell'atmosfera sotto forma di un jet vulcanico più o meno collimato. Utilizzando un apparato shock-tube trasparente il fenomeno viene riprodotto in laboratorio, con lo scopo di determinare: 1) quali dinamiche di condotto controllano le caratteristiche del jet alla bocca eruttiva; 2) quali parametri misurare nel corso di un'eruzione per determinare le condizioni iniziali nel condotto.

#### **Osservazioni in tempo reale delle dinamiche eruttive sui vulcani attivi tramite tecniche di imaging ad alta velocità**

Il sistema sincronizzato FaMouS per l'acquisizione ad alta frequenza di immagini (nel visibile/infrarosso) e segnali (infrasonici/sismici) è stato sviluppato per studiare le dinamiche che governano le eruzioni hawaiane, stromboliane o vulcaniane. Il crescente database viene utilizzato per numerosi studi riguardanti, ad esempio: tassi eruttivi, velocità dei piroclasti, ricostruzione 3D di traiettorie, dinamiche di frammentazione, aerodinamica dei balistici. L'attività coinvolge il personale del Lab. HP-HT INGV Roma e INGV Catania ed è svolta in collaborazione con vari centri di ricerca internazionali, tra cui USGS e Università delle Hawaii.

### **Dinamica dei plumes vulcanici di cenere e gas**

Studio della dinamica comprimibile e multifase dei plumes vulcanici tramite modelli analitici e simulazioni numeriche. Attraverso il confronto tra i risultati teorici con l'osservazione e i risultati sperimentali si mira ad una più profonda conoscenza di questo fenomeno naturale per: 1) ridurre l'errore di misura dei parametri eruttivi alla sorgente; 2) simulare scenari eruttivi in modo accurato ed efficiente, tramite l'utilizzo delle più moderne tecnologie di calcolo scientifico. Ulteriori sviluppi della ricerca saranno il disaccoppiamento cinematico e termico tra cenere e gas vulcanico tramite approcci Lagrangiani e Euleriani (dinamica multifase), la modellazione efficiente ed accurata della dinamica comprimibile e turbolenta, la condensazione e solidificazione del vapore nel plume e l'aggregazione delle particelle.

### **Osservazione della dispersione e sedimentazione delle ceneri vulcaniche**

Saranno analizzati i dati provenienti dai sistemi di telerilevamento (es. LIDAR, RADAR, telecamere di videosorveglianza) raccolti durante la recente attività esplosiva dell'Etna per valutare i principali parametri di input da inserire all'interno dei modelli di dispersione delle ceneri vulcaniche (es. mass eruption rate, altezza della colonna). Saranno svolte apposite campagne di misura ed esperimenti di laboratorio al fine di diminuire l'incertezza nella stima di tali parametri. L'analisi dei dati provenienti da questi sistemi di telerilevamento in "near real time" durante le eruzioni esplosive dell'Etna permetterà di migliorare i risultati ottenuti dai modelli di dispersione e sedimentazione delle ceneri vulcaniche.

### **Modellazione sperimentale dei processi di aggregazione, sedimentazione e risospensione di particelle di cenere vulcanica**

Dal 2013 ad oggi è in fase di ampliamento il database sperimentale sulla caratterizzazione dei processi di aggregazione, sedimentazione e risospensione di particelle di cenere vulcanica. È prevista la realizzazione di nuovi modelli sul comportamento della cenere, anche calibrati con simulazioni numeriche. L'attività si svolge a Roma, all'Università di Aarhus (Danimarca) coinvolgendo personale INGV Roma1 (HP-HT Lab.) INGV Catania, INGV Pisa, Monaco di Baviera, Aarhus. L'obiettivo a lungo termine è una migliore modellazione della dispersione della cenere in atmosfera in condizioni sin- e post-eruttive attraverso l'integrazione dei modelli sperimentali nelle simulazioni numeriche di dispersione dei plumes.

### **Integrazione di misure telerilevate per la caratterizzazione prossimale e distale delle eruzioni vulcaniche**

L'integrazione tra misure satellitari (geostazionarie e polari) e terrestri per il monitoraggio prossimale e distale delle eruzioni vulcaniche è necessario in quanto non esiste un singolo sistema in grado di fornire una descrizione completa del fenomeno. I diversi intervalli spettrali, risoluzioni spaziali e sensibilità verranno sfruttati per migliorare la stima dei parametri sorgente (mass eruption rate, total erupted mass, total grain size distribution) e di quelli atmosferici (massa di cenere, raggio effettivo, spessore ottico e massa di SO<sub>2</sub>).

### **Modellazione dispersione di cenere e gas vulcanici**

Lo studio riguarda l'implementazione di modelli di aggregazione in codici per la simulazione di colonne eruttive. Il modello integrale PlumeMoM sarà aggiornato per poter simulare, utilizzando il metodo dei momenti, l'aggregazione di particelle di cenere durante la risalita in atmosfera. Saranno inoltre implementate l'interazione con acqua esterna e le transizioni di fase dell'acqua. Verrà portato avanti, in collaborazione con il NOAA, l'integrazione del modello di colonna con il modello di dispersione Hysplit. Il modello accoppiato sarà testato, in collaborazione con l'IMO, per simulare eruzioni in cui è stata osservata una separazione netta tra la nube di cenere e quella gassosa che si pensa sia dovuta a processi di aggregazione della cenere (come per esempio nell'eruzione del 2011 del Grímsvötn). Saranno poi implementate tecniche di data assimilation per integrare dati osservativi nelle simulazioni di dispersione in atmosfera.

### **Dispersione delle ceneri vulcaniche**

In questo progetto vengono sviluppati modelli di dispersione delle ceneri vulcaniche basati sulla simulazione numerica 3D dei processi di trasporto dei prodotti vulcanici a media e larga scala. I modelli utilizzano dati meteo e permettono sia la ricostruzione di eventi passati che la previsione a breve termine (2-3 giorni) delle concentrazioni di cenere in aria e i carichi di cenere al suolo.

### **Assimilazione nei modelli di trasporto e deposito di cenere dei principali parametri che caratterizzano le nubi vulcaniche stimati da dati satellitari**

L'assimilazione dei dati satellitari permette di importare il contenuto informativo dei parametri delle nubi eruttive stimati dalle osservazioni spaziali (massa, raggio effettivo, spessore ottico della cenere e altezza della nube) nei modelli numerici di trasporto e deposito della cenere contenuta nelle nubi vulcaniche. La ricerca ha lo scopo di fornire input più affidabili ai modelli in tempo quasi reale per migliorare la stima dello stato evolutivo del sistema, ad esempio la stima dei parametri di sorgente attraverso la soluzione di un problema inverso. I risultati miglioreranno le capacità previsionali della traiettoria delle nubi eruttive dei modelli numerici necessarie per fornire risposte tempestive durante le crisi vulcaniche.

#### **Studio di flussi piroclastici su vulcani basaltici**

L'attività di ricerca riguarda lo studio dei flussi piroclastici generati sui fianchi di vulcani la cui attività è alimentata da magmi mafici. Questi tipi di flusso possono essere particolarmente pericolosi perché possono formarsi anche durante attività eruttiva di modesta energia e raggiungere distanze considerevoli a causa della velocità che acquistano durante il loro flusso. Lo studio si concentrerà sui meccanismi di innesco, dinamiche di flusso e di messa in posto dei depositi con particolare attenzione per i flussi piroclastici storici dell'Etna e di Stromboli.

#### **Modelli fisici, esperimenti di larga scala e simulazione numerica di flussi piroclastici**

I flussi piroclastici sono sistemi multifase la cui dinamica dipende in maniera complessa ed in larga parte ancora incompresa dalle condizioni iniziali di generazione (volume e flusso di massa, meccanismo di collasso di colonna eruttiva, collasso di duomo o di parte dell'edificio vulcanico, etc.), dalla natura del mezzo granulare (distribuzione granulometrica, composizione, temperatura), dalla composizione del substrato e dalla morfologia del vulcano. La comprensione della dinamica della propagazione e sedimentazione delle correnti piroclastiche è aumentata significativamente negli ultimi decenni grazie ai progressi nelle ricerche sedimentologiche, sperimentali e modellistiche, ma soprattutto grazie alla aumentata integrazione di queste diverse metodologie di studio. Tuttavia, molti problemi di fondamentale importanza sono ancora irrisolti. In particolare: il "frictional weakening" osservato nelle correnti piroclastiche (ovvero la diminuzione della resistenza viscosa granulare all'aumentare del volume dei flussi e della loro velocità); le transizioni rapide ("delamination") da un regime granulare concentrato al regime turbolento, specialmente in presenza di ostacoli topografici e morfologici; i meccanismi di sedimentazione, segregazione, deposizione per una miscela polidispersa, in regime cinetico-collisionale turbolento. Per affrontare queste domande, si integreranno gli studi modellistici basati su modelli transienti, tridimensionali e multifase con studi sperimentali in laboratori di larga scala e con esperimenti ad hoc volti alla validazione dei modelli nei regimi di sforzo tipici dei fenomeni naturali.

#### **Simulazione di flussi granulari e vulcanoclastici**

Lo sviluppo di modelli numerici *shallow-water* per la simulazione di flussi granulari di diverso tipo (valanghe piroclastiche, lahars, valanghe di neve) e parallelizzazione su architetture parallele *cpu/gpu* dei modelli è l'obiettivo di questa ricerca insieme alla calibrazione dei modelli e implementazione di procedure per l'analisi di sensibilità, per la quantificazione dell'incertezza del modello numerico e per la produzione di mappe di pericolosità.

#### **Sviluppo ed applicazione di modelli per la dinamica di messa in posto di colate di lava**

Lo sviluppo dei modelli dinamica di messa in posto di colate di lava è supportato dalla misura e dall'analisi dei depositi reali generati dai flussi, studiati anche con metodi di "change detection" durante l'eruzione. L'analisi si estende poi a coprire il bilancio energetico dei processi e le implicazioni di lungo periodo nell'evoluzione e nella stabilità degli edifici vulcanici.

#### **Studio dell'interazione tra colate di lava e substrato nevoso**

Durante l'attività eruttiva del 2017 del Nuovo Cratere di Sud-Est dell'Etna, il 16 marzo si è formata una colata lavica che, interagendo con il substrato nevoso, ha generato un'attività esplosiva di tipo freatomagmatico. Clasti vulcanici con dimensioni variabili da blocchi a lapilli sono stati lanciati da decine a centinaia di metri dall'area direttamente coinvolta dall'esplosione. Il materiale più grossolano ha ferito, anche seriamente, alcune persone presenti sul posto. Vista la pericolosità associata a questo tipo di eventi è fondamentale studiare l'interazione tra flussi lavici attivi e la neve. A tale scopo si prevede di analizzare ed interpretare i dati raccolti durante l'esplosione del 2017 come le osservazioni dirette (es. riprese video), le caratteristiche del deposito formatosi al suolo (dispersione, spessore, volume e distribuzione granulometrica) e i caratteri tessiturali e morfologici dei clasti. Inoltre si intende eseguire uno studio di fattibilità per eventuali esperimenti di laboratorio.

### **Eruzioni freatiche**

Sviluppo di un modello Euleriano/Lagrangiano multifase/multicomponente 3D che permetta di simulare esplosioni freatiche, la dinamica dei flussi generati da tali esplosioni e le traiettorie dei balistici prodotti. La natura multicomponente e multifase del modello permetterà di simulare la presenza di acqua nei vari stati (liquido/gassoso). Il modello sarà validato attraverso la simulazione di recenti eruzioni freatiche (Ontake, Tongariro) e sarà poi utilizzato per la produzione di mappe di pericolosità da ricaduta di balistici nella zona dei Campi Flegrei.

### **Modellizzazione di tsunami in aree vulcaniche**

La generazione di tsunami in aree vulcaniche è possibile non solo per grandi eruzioni catastrofiche (Santorini, Krakatoa, ecc.) ma anche in associazione ad eruzioni di intensità moderata capaci di destabilizzare i versanti dell'edificio vulcanico. La previsione del meccanismo di innesco degli tsunami in queste aree è complicata dall'incertezza sui volumi mobilitati dagli eventi di collasso, la modalità di sviluppo e propagazione, l'interazione con la batimetria ripida tipica, per esempio, delle isole vulcaniche. L'isola di Stromboli, in particolare, è stata sede di un significativo evento tsunamigenico nell'inverno 2002-03. La necessità di valutare la pericolosità associata a questo tipo di eventi e di definire un sistema di allerta ad essi associato rende necessario lo studio dettagliato della loro dinamica e la predisposizione di modelli fisici e codici numerici per la simulazione.

## **6. Pericolosità vulcanica e contributi alla stima del rischio**

Questa area tematica include studi mirati alla quantificazione della pericolosità vulcanica alle diverse scale spaziali e temporali; lo sviluppo di metodi probabilistici (e.g. alberi degli eventi) e deterministici per la definizione di scenari pre-eruttivi ed eruttivi e creazione di mappe di pericolosità; lo sviluppo di modelli e metodi finalizzati alla previsione dell'attività vulcanica e all'identificazione dei segnali precursori; la caratterizzazione dei fenomeni pericolosi associati (e.g. deformazioni del suolo, attività sismica, esplosioni freatiche, collassi di versante, frane, tsunami, lahar, degassamento naturale, vulcanismo secondario, ecc.); contributi alla stima del rischio vulcanico incluse indagini di vulnerabilità e d'impatto dei fenomeni.

### **Monitoraggio termico di superficie associato a misure di gas (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>) nel suolo ed in aria**

L'obiettivo di questo studio è quello di acquisire e rendere visibili i risultati del monitoraggio delle emanazioni volatili, corredati da interpretazioni di carattere geochimico, allo scopo di implementare le valutazioni di pericolosità vulcanica con un parametro ad elevato carattere di mobilità, ad elevata risoluzione spazio-temporale, osservabile su base continua durante tutte le fasi di attività.

### **Valutazione della pericolosità indotta dall'apertura di nuove fratture/crateri nelle aree sommitali di vulcani attivi**

Le aree sommitali dei vulcani attivi sono le più soggette a modificarsi morfologicamente e strutturalmente. Alcuni vulcani sono caratterizzati dall'esistenza di un unico cratere centrale per molto tempo (da decine di anni fino a centinaia di anni), ma altri mostrano, al contrario, una dinamicità elevata. Tali modifiche possono intervenire in tempi molto brevi (da minuti ad alcune ore), solitamente durante attività eruttive particolarmente violente, ma a volte anche in assenza di eruzioni. La cima dell'Etna rappresenta un buon esempio di vulcano estremamente "dinamico" anche in area sommitale, dove, rispetto all'unico cratere attivo di cento anni fa si contano, oggi, almeno quattro crateri attivi. Inoltre, l'area sommitale è continuamente interessata da fratturazioni beanti ampie fino a metri e profonde fino a decine di metri, percorse da gas incandescenti. Tale zona è molto frequentata dai turisti, per i quali la dinamicità di queste fratture possono rappresentare un serio pericolo. Pertanto, si sta conducendo un rilievo dettagliato delle fratture che caratterizzano l'area sommitale dell'Etna, delimitando le zone a maggiore probabilità di rapida apertura e propagazione di fratture eruttive e secche. Lo stesso approccio si intende utilizzarlo nei prossimi due anni per quando riguarda l'area sommitale dello Stromboli.

### **Pericolosità da emissione di gas endogeni**

Sperimentazione di un sistema di monitoraggio innovativo finalizzato alla valutazione della pericolosità prodotta da gas endogeni. Gli obiettivi principali di queste indagini sono il test di sensori, l'elaborazione di modelli circolazione

atmosfera locale e la conseguente dispersione dei gas endogeni. Prospettive di sviluppo: test monitoraggio ai Campi Flegrei (Pisciarelli) e Vulcano.

**Ricognizione dei modelli disponibili per la valutazione della pericolosità**

Nell'ambito del progetto EUROVOLC è stata prevista una catalogazione dei tool esistenti utili per la valutazione quantitativa della pericolosità vulcanica. Una selezione di questi tool verrà applicata ad un vulcano test, da identificare nel corso del 2018. Si prevede inoltre di pubblicare il catalogo sul site web di EUROVOLC e di EPOS.

**Analisi retrospettiva della performance del BET\_EF ad alcune caldere del mondo con fasi di unrest monitorate**

È previsto lo studio dell'evoluzione temporale delle probabilità di unrest, unrest magmatico ed eruzione come output del modello BET\_EF parametrizzato per i Campi Flegrei ma applicato ad alcune caldere del mondo ben sorvegliate e che negli ultimi 25 anni hanno dato episodi di unrest come ad esempio Changbaishan, Toya, Rabaul, Santorini e Long Valley.

**Sviluppo e applicazione di modelli fisico-matematici e statistici per la quantificazione della pericolosità vulcanica a breve termine**

L'attività di ricerca svolta è mirata ad aggiornare le analisi di pericolosità di lungo termine attualmente disponibili attraverso l'utilizzo dei dati multidisciplinari acquisiti dalle reti di monitoraggio e disponibili presso le sale operative del nostro Istituto. Lo studio si concentra particolarmente sulla caldera dei Campi Flegrei partendo dagli studi sulla pericolosità di lungo termine attualmente disponibili ed integrandoli con i dati di monitoraggio, prendendo a riferimento la pericolosità associata ai flussi piroclastici. I modelli sviluppati verranno anche applicati ad altri vulcani italiani ed esteri con l'obiettivo di validarli.

**Scenari eruttivi per vulcani Europei**

Simulazione ed analisi di scenari eruttivi con approcci deterministici (modellizzazione e simulazione numerica) nell'ambito delle collaborazioni Europee ed eventualmente in occasione di eventi di unrest o di incrementata allerta vulcanica in particolare per La Soufrière de Guadeloupe (FR), Montagne Pelée, Martinique (FR), Piton de la Fournaise, Réunion (FR) e Soufrière Hills, Montserrat (UK).

<b>c.</b>	<b>Eventuali collaborazioni nazionali/internazionali</b>
<b>d.</b>	<b>Eventuali collaborazioni con le Università</b>
<b>e.</b>	<b>Infrastrutture di ricerca</b>

<b>f.</b>	<b>Personale Impiegato (indicare il rapporto mesi/persona)</b>
-----------	--

Tipo di personale		Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno "n"
a.	Personale di ruolo				
	Tecnici				
	Tecnologi/ricercatori				
b.	Personale non di ruolo				

	Amministrativi				
	Tecnici				
	Tecnologi/ricercatori				
c.	Altro Personale				
	Altri Incarichi di Ricerca				
	Assegnisti				
	Borsisti				
	Co.Co.Co				
	Comandi in Entrata				
	Dottorandi				
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università				

<b>g.</b>	<b>Fonti di finanziamento</b>
-----------	-------------------------------

(descrizione dei programmi/progetti e dei soggetti: es Miur; Progetti UE; Programmi nazionali, etc..)
---

<b>h.</b>	<b>Costo complessivo del progetto</b>
-----------	---------------------------------------

**Finanziamenti a carico FOE**

Voce di spesa	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Annualità "n"
Personale				

Per la voce di spesa relativa al personale indicare la spesa relativa al personale di ruolo, non di ruolo ed altro personale (assegnisti, co.co.co., borsista, comando, dottorando, altri incarichi di ricerca).

**Eventuali ulteriori finanziamenti: (indicare i finanziamenti interni/ esterni)**

Voce di spesa	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Annualità "n"

<b>Attività di Ricerca</b>			
<b>Dipartimento</b>		<b>Ambiente, Terremoti, Vulcani</b>	
<b>Area di Intervento:</b>		<b>Tematiche Trasversali ai tre Dipartimenti</b>	
<b>Data Inizio:</b>	1-1-2018	<b>Data Fine:</b>	31-12-2018
<b>a.</b>	<b>Finalità e Obiettivi</b>		
<p>La aree tematiche trasversali ai tre Dipartimenti si caratterizzano per il loro carattere multidisciplinare, che comprende attività di ricerca che spaziano attraverso discipline molto diverse tra loro e che includono una notevole varietà di processi naturali che caratterizzano il sistema Terra. Le ricerche condotte nell'ambito di queste aree tematiche si prefiggono di sviluppare le conoscenze di elementi critici del sistema Terra nel suo insieme, per la ricostruzione di dettaglio del sottosuolo e per lo sfruttamento delle georisorse.</p> <p>Queste ricerche contemplano l'integrazione di diverse competenze e metodologie scientifiche. Le due aree tematiche trasversali sono sinteticamente elencate nel seguito:</p> <p><b>Ricostruzione e modellazione della struttura crostale</b>            Tematica: Studi di prospezione geofisica e di modellazione analogica e teorico-computazionale mirati alla ricostruzione della struttura e dinamica crostale anche attraverso approcci innovativi multidisciplinari e integrati. La ricostruzione della struttura crostale, a diverse scale e con diversi tipi di dati e metodologie rappresenta anch'essa una attività trasversale alle tre Strutture dell'INGV che contribuisce fortemente alla comprensione del sistema Terra. Al tempo stesso beneficia di tutti gli avanzamenti di conoscenza ottenuti negli aspetti legati al verificarsi di eventi che "illuminano" una porzione crostale, come nel caso del verificarsi di terremoti e eruzioni vulcaniche. Questa tematica si avvale principalmente di indagini e prospezioni <i>ad hoc</i> che vengono utilizzate per modellare la struttura crostale a diverse profondità e con diverse finalità e applicazioni.</p> <p><b>Studi per le georisorse</b>            Questa area tematica trasversale alle tre Strutture dell'INGV che ha carattere intrinsecamente multidisciplinare. Include le ricerche focalizzate alla individuazione e caratterizzazione delle georisorse (quali, p.e., la coltivazione di idrocarburi, la produzione di energia geotermica, lo stoccaggio di gas naturale e CO<sub>2</sub>). Include inoltre gli studi mirati alla stima dell'impatto dello sfruttamento sull'ambiente naturale con particolare attenzione alla sismicità indotta, alla caratterizzazione dello stato fisico e alla possibile evoluzione dei <i>reservoir</i> interessati dalla estrazione/iniezione di fluidi, all'inquinamento causato da sostanze nocive rilasciate dagli impianti in atmosfera e nel sottosuolo.</p>			
<b>b.</b>	<b>Contenuto Tecnico Scientifico</b>		
<p>In questo paragrafo vengono presentate in maniera sintetica le aree tematiche trasversali ai tre Dipartimenti, su cui si sviluppano attività di ricerca e le rispettive attività di ricerca programmate ed in corso. Le informazioni riportate ricalcano essenzialmente i contributi forniti dai ricercatori e tecnologi dell'Istituto, disponibili in un forum dedicato nel nuovo sito web delle Strutture di Ricerca dell'INGV ed accessibile a tutti i dipendenti dell'Ente. Queste attività costituiscono gli obiettivi specifici su cui si focalizzano le attività di ricerca delle tematiche trasversali per il 2018, con prospettive di sviluppo per il biennio successivo.</p> <p><b>Ricostruzione e modellazione della struttura crostale</b></p> <p><b>Ricerche su vulcanismo sottomarino</b>            Individuazione e caratterizzazione di strutture vulcaniche offshore attraverso studi multidisciplinari. Vengono analizzati database magnetici, gravimetrici e sismici regionali per l'individuazione di nuove strutture nel Mar Tirreno e la programmazione di nuovi rilievi geofisici di dettaglio.</p>			

### **Modellazione di strutture crostali attraverso la tecnica delle prospezioni aeromagnetiche**

Questa tematica prevede l'impiego di un sistema di acquisizione aeromagnetica per la mappatura di anomalie di origine crostale. I dati così ottenuti vengono utilizzati per la ricostruzione di strutture geologiche attraverso l'integrazione con informazioni provenienti da altre discipline. Questa metodologia è stata applicata con successo in vari progetti di ricerca finalizzati alla modellazione crostale sia in ambientazione tettonica che vulcanica. I prodotti di questa attività sono rappresentati da pubblicazioni scientifiche. Attualmente per il 2018 è in corso di stesura un lavoro sulla modellazione crostale della struttura calderica del Distretto Vulcanico Sabatino associata al lago di Bracciano. Contestualmente sono oggetto di studio dati aeromagnetici acquisiti in Abruzzo, con previsione di realizzare nuovi rilievi di dettaglio in particolari bacini distensivi; prosegue l'attività di interpretazione di dettaglio di dati aeromagnetici acquisiti nel 2012 sul vulcano Etna. Per i prossimi anni si prevede di modellare dati storici aeromagnetici acquisiti sul complesso vulcanico dei Colli Albani.

### **Il database gravimetrico italiano per il XXI secolo**

Trattasi di Proposta di futuro Progetto. Il progetto si propone la realizzazione di un nuovo DataBase gravimetrico mediante misure di aerogravimetria su tutto il territorio italiano. I dati rilevati saranno integrati con tutti i dati gravimetrici a terra esistenti dopo aver studiato la trasformazione nel tempo dei riferimenti cui essi sono legati. Il rilevamento aerogravimetrico, effettuato con strumentazione di alto livello, ha un indubbio vantaggio nel rapporto costi/benefici e permette l'acquisizione di un dato omogeneo, sia su mare che su terra in tempi sostanzialmente brevi. Un DataBase gravimetrico aggiornato e mantenuto nel tempo con il monitoraggio continuo di alcune stazioni di misura di gravità assoluta, costituisce un necessaria infrastruttura per una corretta modellazione nello spazio e nel tempo del comportamento della crosta e dei rischi connessi alla sua dinamica. Il progetto sarà coordinato da INGV, con la partecipazione di 3 sezioni (Napoli OV, Roma CNT, Roma2) e di suoi associati, in stretta collaborazione con Politecnico di Milano.

### ***The new absolute gravity network "G0": the national infrastructure for gravity and altimetry survey***

Il progetto, già sottoposto ai Progetti PRIN 2017, propone la realizzazione di una infrastruttura costituita da una nuova Rete Gravimetrica Nazionale di Riferimento (G0), dove verranno effettuate misure assolute dell'accelerazione di gravità "riferibili" e "affidabili", e da un moderno Sistema di Riferimento Altimetrico "IHRS", secondo gli standard internazionali e le più recenti risoluzioni IAG. Al progetto, di interesse nazionale, partecipano 3 sezioni dell'INGV (Napoli, ONT e Catania), diverse Università (Firenze, La Sapienza, Politecnico di Milano, Trieste), INRIM, INFN e ASI. Il progetto si articolerà in 4 fasi principali: Revisione materiale storico (già in stato avanzato); Selezione siti (già in atto); Misurazione siti; Analisi dati. Il progetto proseguirà con la raccolta, l'uniformazione e la rianalisi di dati gravimetrici già esistenti, e la loro re-interpretazione per ridefinire il quadro geologico-strutturale italiano.

### **Modellazione Geologica delle strutture crostali: finalità sismotettoniche e di gestione sostenibile delle georisorse del sottosuolo**

Questa tematica è già stata proposta in passato come attività strategica dell'ente negli scorsi PTA. Di sicuro interesse trasversale per le tre strutture dell'INGV in quanto ha carattere multidisciplinare, e sfrutta le tecniche e le discipline legate all'analisi di dati geologici, geofisici e sismologici con la principale finalità della costruzione di modelli geologici di sottosuolo. I modelli geologici di sottosuolo sono di fondamentale importanza per:

- i) studi sismotettonici e geodinamici (citando ad esempio l'attuale progetto di ente RETRACE-3D mirato alla ricostruzione del modello geologico crostale nell'area della sequenza di Amatrice sulla base di analisi di dati geofisici di esplorazione come profili sismici e dati geofisici di pozzo);
- ii) supporto a studi sismologici grazie alla possibilità di ricostruire modelli di faglie, sorgenti sismiche, interazione con modelli tomografici, modelli velocità di propagazione delle onde nel sottosuolo a partire da dati geofisici;
- iii) individuazione e caratterizzazione delle georisorse (coltivazione di idrocarburi, sfruttamento dell'energia geotermica, stoccaggio di gas naturale e CO<sub>2</sub>, studi di sismicità indotta);
- iv) tutte le potenziali applicazioni nell'ambito di studi gestione sostenibile delle georisorse del sottosuolo, ovvero per riconoscimento di faglie e caratterizzazione dei serbatoi interessati dall'estrazione/iniezione di fluidi e per analisi delle problematiche relative all'inquinamento potenziale connesso, sia in superficie che nel sottosuolo.

Data la vastità di possibili interazioni con altre discipline (e quindi con un numero elevato di ricercatori) che si occupano anche di altri aspetti (più prettamente sismologici o fisici) i prodotti attesi possono spaziare da modelli geologici 2D/3D, scenari e modelli di sorgente sismica, supporto alle rilocalizzazioni di *dataset* sismologici, validazione di modelli di discontinuità crostali di superficie con modelli di sottosuolo. Potenziale attività di servizio in supporto ai ministeri competenti o alla protezione civile per finalità di consulenza scientifica nell'ambito di problematiche legate allo sfruttamento sostenibile delle georisorse del sottosuolo. Nell'ambito delle attività, è auspicabile la costruzione di un

hub di ente per dati, prodotti e conoscenze sulla tematica, che si occupi da infrastruttura dedicata al supporto, allo sviluppo e al progresso delle attività di ricerca.

#### **Circolazione di fluidi, deformazione, laboratori naturali**

Metodi e sviluppo: I fluidi in crosta fragile interagiscono con le faglie favorendo con la lubrificazione lo slip anche per faglie non orientate in modo ottimale col campo di sforzo applicato. Inoltre le faglie si possono comportare come barriere idrauliche favorendo localmente alta pressione di poro, idrofratturazione e, dipendendo dalla composizione del fluido, deposizione di minerali. Questo continuo feedback tra faglie e fluidi è un processo transiente nello spazio e nel tempo molto complesso da modellare. Il risultato di questa interazione è registrato nelle zone di faglia esumate il cui studio strutturale, geochimico e mineralogico può dare importanti vincoli per i modelli numerici/analogici, permettendo inoltre di acquisire dati petrofisici. L'INGV ha le competenze multidisciplinari richieste per affrontare in modo sistematico questo importante argomento.

#### **Studi per le georisorse**

##### **Geotermia a bassa entalpia con acqua di falda**

Lo sviluppo di modelli termici per impianti geotermici che utilizzano lo scambio termico con gli acquiferi. Caratteristiche termiche degli acquiferi. Dalla caratterizzazione geotermica a implementazioni ingegneristiche: realizzazione di un impianto pilota presso INGV.

##### **Studio sperimentale dell'interazione fluido roccia**

Studio sperimentale dei processi diffusivi di misture di fluidi in rocce e loro ruolo nella riattivazione di faglie preesistenti e nella propagazione dello slip sismico con ricadute sulla mitigazione del rischio associato alla sismicità indotta. Studio e interpretazione dei prodotti derivanti da processi di deformazione in presenza di fluido per lo sviluppo di nuove tecnologie per le georisorse. Metodi: implementazione di un permeametro e di un sistema di confinamento per polveri (il primo su un apparato di tipo rotary). Attività sperimentale afferente al laboratorio HPHT che coinvolge il personale TD e TI dell'istituto e delle Università.

##### **Ricerche geotermiche in Sicilia orientale**

La Sicilia orientale presenta notevoli potenzialità per quanto riguarda le risorse geotermiche. La presenza di aree vulcaniche attive e di strutture tettoniche litosferiche caratterizzate da marcata circolazione di fluidi ad alta/media entalpia permette la formazione di serbatoi potenzialmente sfruttabili per la produzione di calore e/o elettricità. Da alcuni mesi è iniziato uno studio sistematico delle potenzialità degli acquiferi della Sicilia sud-orientale (Monti Iblei) e si prevede di estendere tale studio anche alla zona della Piana di Catania. L'obiettivo è sia di produrre pubblicazioni scientifiche sia di fornire dati di base per un futuro utilizzo da parte di vari *stake-holders* (soggetti pubblici o privati interessati ad investire nello sfruttamento economico della risorsa geotermica).

Progetto	Acronimo	Titolo	Ente sovventore	Sezione	Data Inizio	Data Termine	Durata Totale (mesi)	Finanziamento Totale Progetti	Finanziamento Competenza 2018	Finanziamento Competenza 2019	Finanziamento Competenza 2020	Finanziamento competenza 2018-2020
349	Indagini ambientali	Indagini ambientali	INGV	RM2	01-gen-07	31-dic-18	144,0	163.366,13	13.613,84	0,00	0,00	13.613,84
407	HPHT	HPHT - Scarlato	INGV	RM1	17-mar-09	31-mar-20	132,5	58.213,00	5.272,12	5.272,12	1.318,03	11.862,27
530	EMSO - MIUR P. Favali	EMSO - MIUR, European Multidisciplinary Seafloor Observation	MIUR	AC	01-gen-11	31-dic-20	120,0	11.157.468,00	1.115.746,80	1.115.746,80	1.115.746,80	3.347.240,40
550	EPOS MIUR	EPOS MIUR	MIUR	AC	29-nov-11	31-dic-20	109,1	8.304.979,00	913.471,57	913.471,57	913.471,57	2.740.414,70
595	NEXTDATA	NEXTDATA un sistema nazionale per la raccolta, conservazione, accessibilita' e diffusione dei dati ambientali e climatici in aree montane e marine	MIUR	BO	02-gen-12	31-dic-18	84,0	2.086.180,32	298.025,76	0,00	0,00	298.025,76
627	GRAPE-G. De Franceschi	GRAPE - GNSS Research and Application for Polar Environment	Scientific Committee on Antarctic Research	RM2	01-gen-12	31-dic-18	84,0	15.323,52	2.189,07	0,00	0,00	2.189,07
664	La valutazione economica dei disastri naturali in Italia	La valutazione economica dei disastri naturali in Italia	CNR	MI	18-nov-13	31-gen-18	50,4	97.200,00	1.928,57	0,00	0,00	1.928,57

708	NOFEAR	New Outlook on seismic faults: From Earthquake nucleation to arrest	CE	RM1	01-lug-14	30-giu-19	60,0	951.650,80	190.330,16	95.165,08	0,00	285.495,24
730	EUCISE 2020	European test bed for the maritime Common Information Sharing Environment in the 2020 perspective.	CE	BO	01-dic-14	31-ago-18	45,0	185.010,00	32.890,67	0,00	0,00	32.890,67
738	TEMPO	TEMPO - Is the Earth's magnetic field potentially reversing? New insights from Swarm mission	ESA	RM2	02-feb-15	01-feb-18	36,0	40.152,00	1.115,33	0,00	0,00	1.115,33
749	ENVRI PLUS	ENVRI PLUS - Environmental Research Infrastructures Providing Shared Solutions for Science and Society	CE	RM2	01-mag-15	30-apr-19	48,0	1.367.750,00	341.937,50	113.979,17	0,00	455.916,67
750	TIDES	Time Dependent Seismology	CE	BO	01-gen-15	02-nov-18	46,0	400.714,80	87.111,91	0,00	0,00	87.111,91
753	Enel Green Power S.p.a.	Enel Green Power S.p.a. - sistemi di rilevamento e acquisizione di dati sismici Lardarello	Enel Green Power S.p.a.	CNT	01-giu-14	31-mag-18	48,0	48.000,00	5.000,00	0,00	0,00	5.000,00
755	SAFE	SAFE - Swarm for earthquake study	ESA	RM2	02-mag-15	29-gen-19	44,9	169.961,00	45.423,88	3.406,79	0,00	48.830,67
756	MED-MFC	Mediterranean Monitoring and Forecasting Centre	Mercator	BO	01-mag-15	30-apr-18	36,0	1.228.800,00	136.533,33	0,00	0,00	136.533,33

763	OBS Lab Gibilmanna	L'OBS Lab di Gibilmanna è stato oggetto di richieste di disponibilità e fornitura di strumentazione	INGV	CNT	16-mag-15	31-dic-20	67,5	24.590,16	4.371,58	4.371,58	4.371,58	4.371,58	13.114,75
764	EUDAT2020	EUDAT2020 - EUropean DATA	CE	CNT	01-mar-15	28-feb-18	35,9	337.080,00	17.839,89	0,00	0,00	0,00	17.839,89
766	EMSODEV	EMSO implementation and operation: DEVELOPMENT of instrument module	CE	RM2	01-set-15	31-ago-18	36,0	4.298.602,00	955.244,89	0,00	0,00	0,00	955.244,89
768	MEMS SIR-MIUR	MEMS-Monitoring of Earthquake through MEMS Sensors: Project for the realization of a prototype of real-time urban seismic network based on MEMS technology	MIUR	CNT	24-set-15	23-set-18	36,0	305.709,00	73.879,68	0,00	0,00	0,00	73.879,68
769	EPOS IP	EPOS - European Plate Observing System - Grant Agreement number 676564	CE	AC	01-ott-15	30-set-19	48,0	18.374.344,00	4.593.586,00	3.445.189,50	0,00	0,00	8.038.775,50
781	SCN_00190 SMART CONCRETE	Sviluppo di tecnologie e sistemi efficienti ad alte prestazioni e a basso costo per il monitoraggio strutturale interno di edifici e opere civili in calcestruzzo e per la loro messa in sicurezza	MIUR	CT	01-ago-13	31-mar-18	56,0	273.300,06	14.641,07	0,00	0,00	0,00	14.641,07
783	ARISTOTLE	ARISTOTLE-All Risk Integrated System Towards the Holistic Early-Warning	CE	CNT	01-feb-16	31-gen-18	24,0	2.499.253,00	104.135,54	0,00	0,00	0,00	104.135,54

786	VRE4EIC	A Europe-wide interoperable virtual research environment	CE	RM1	01-ott-15	30-set-18	36,0	372.255,00	<b>93.063,75</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	93.063,75
788	EVER-EST	European Virtual Environment for Research Earth Science Themes	CE	CNT	01-ott-15	30-set-18	36,0	558.750,00	<b>139.687,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	139.687,50
796	Conv. INGV - Regione Emilia Romagna 2	Convenzione quadro quinquennale tra l'Agenzia regionale di Protezione Civile e l'INGV per il supporto all'attività di protezione civile connesse al rischio sismico.	PROTEZIONE CIVILE - Emilia Romagna	BO	31-mar-15	28-feb-20	58,9	180.000,00	<b>36.672,33</b>	<b>36.672,33</b>	<b>5.806,45</b>	79.151,10
800	IPS	IPS - Ionosphere Prediction Service	Telespazio Spa	RM2	02-feb-16	01-feb-18	24,0	95.000,00	<b>3.958,33</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	3.958,33
801	COOP_PLUS	COOP_PLUS, Cooperation of Research Infrastructures to address Global, Challenges in the Environment filed	CE	RM2	01-mar-16	31-ott-18	32,0	365.000,00	<b>114.062,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	114.062,50
804	GEP	GEP-ESA Geohazards Thematic Exploitation Platform	Terradue Srl	CNT	22-ott-15	22-ott-18	36,0	35.090,00	<b>9.454,81</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	9.454,81
805	DEGASS	Valutazione della pericolosità connessa all'emissione di gas endogeni nel settore sud orientale del territorio di Roma Capitale	Ufficio Extradipartimentale Protezione Civile di Roma Capitale	RM1	08-nov-16	28-feb-18	15,7	20.000,00	<b>2.420,38</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	2.420,38
806	LA.MA. 2.0	LA.MA. 2.0 - LAnd/Marine Magnetometric Detector for Self-informed Systems	Ministero DIFESA	RM2	01-lug-16	29-mar-18	20,9	78.440,00	<b>10.884,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	10.884,02

809	MVO-INGV	Installazione sistema di monitoraggio geochimico a Mont Serrat	Monserat Volcano Observatory	PA	30-giu-16	30-giu-18	24,0	10.000,00	2.500,00	0,00	0,00	2.500,00
810	PNRA A14_00120-OSSERVATORI CONCORDIA	PNRA A14_00120 LINEA 1 - OSSERVATORI SIMOLOGICI PERMANENTI IN ANTARTIDE STAZIONE DI CONCORDIA	CNR	CNT	14-lug-16	13-ago-18	25,0	31.000,00	9.176,00	0,00	0,00	9.176,00
811	PNRA A14_00120_LIN EA 1 - OSSERVATORI MZS	PNRA A14_00120 LINEA 1 - OSSERVATORI SIMOLOGICI PERMANENTI IN ANTARTIDE STAZIONE DI MZS	CNR	CNT	14-set-16	13-lug-18	22,0	26.000,00	7.563,64	0,00	0,00	7.563,64
812	PNRA_14/0013 3_LIN EA A1 OSSERVATORI PERMANENTI	PNRA_14/00133 LINEA A1 OSSERVATORI PERMANENTI - Monitoraggio Bipolare del TEC e delle Scintillazioni Ionosferiche Stazione Concordia	CNR	RM2	18-lug-16	17-lug-18	24,0	63.300,00	17.143,75	0,00	0,00	17.143,75
815	PNRA14_00016 Linea B_OASIS-YOPP	PNRA14_00016_Line B_OASIS-YOPP: Osservazioni della Stratosfera Artica a sostegno di YOPP	CNR	RM2	18-lug-16	17-gen-19	30,0	113.000,00	45.200,00	1.883,33	0,00	47.083,33
818	Laboratori geochimici	analisi geochimiche per conto terzi	committente per analisi geochimiche	PA	01-apr-16	31-dic-18	33,0	8.671,70	3.153,35	0,00	0,00	3.153,35
819	PNRA 14/000110_Line a A1_OSSERVATORI PERMANENTI	PNRA 14/000110_Line A1: Osservazioni in alta atmosfera e meteorologia spaziale	CNR	RM2	21-ago-16	20-ago-18	24,0	64.400,00	20.393,33	0,00	0,00	20.393,33
820	Contratto di ricerca JHU-INGV	Smoothed Particles Hydrodynamics (SPH) modelling of multiphase geophysical flows with Graphical Processor Unit (GPU) implementation	Johns Hopkins University	CT	01-giu-16	31-dic-20	55,0	30.000,00	6.545,45	6.545,45	6.545,45	19.636,36

822	PNRA-2016/B Iarocci	Voli stratosferici invernali a lunga durata da regioni polari	UniRoma La Sapienza	RM1	05-set-16	05-set-18	24,0	14.000,00	4.725,00	0,00	0,00	4.725,00
824	PNRA14_00106 - Osservatorio Geomagnetico SMZ	PNRA14_00106 - Linea A1 - Osservatorio Geomagnetico SMZ	CNR	RM2	21-ago-16	20-ago-18	24,0	44.000,00	13.933,33	0,00	0,00	13.933,33
825	PNRA14_00097 - Osservatorio Geomagnetico DOME C	PNRA14_00097- Osservatorio Geomagnetico presso la stazione Concordia, DOME C	CNR	RM2	21-ago-16	21-ago-18	24,0	75.000,00	24.062,50	0,00	0,00	24.062,50
827	EMODNET DATA INGESTION	EMODNet Ingestion and safe-keeping of marine data	CE	BO	19-mag-16	18-mag-19	36,0	60.000,00	20.000,00	7.666,67	0,00	27.666,67
828	SeaDataCloud	SeaDataCloud - Further developing the pan- European infrastructure for marine and ocean data management	CE	BO	01-nov-16	31-ott-20	48,0	152.344,00	38.086,00	38.086,00	31.738,33	107.910,33
830	Prog. FOSAE- INGV	Prog. FOSAE-INGV	FUGRO OSAE GIMBH	RM2	21-set-16	20-set-19	36,0	14.000,00	4.666,67	3.344,44	0,00	8.011,11
831	ReCiAME	ReCiAME - Climatic- environmental feedback under global warming conditions: lessons from the Maastrichtian-Eocene of the Iberian peninsula	Universidad del Pais Vasco	RM2	01-gen-16	31-dic-18	36,0	8.000,00	2.666,67	0,00	0,00	2.666,67
832	EMSO-Link	EMSO-Link Implementation of the Strategy to Ensure the EMSO ERIC's Long-term Sustainability	CE	RM2	01-mar-17	28-feb-20	35,9	393.750,00	131.615,60	131.615,60	20.839,14	284.070,33

834	EUNADICS-AV	European Natural Airborne Disaster Information and Coordination System for Aviation	CE	CT	01-ott-16	30-set-19	36,0	168.750,00	56.250,00	42.187,50	0,00	98.437,50
835	TREASURE (EU H2020- MSCA-ITN)	TREASURE - (EU H2020- MSCA-ITN) Training, Research and Applications network to Support the Ultimate Real time high accuracy EGNSS solution	CE	RM2	01-gen-17	31-dic-20	48,0	449.722,64	112.430,66	112.430,66	112.430,66	337.291,98
836	BRAINS2ISLANDS- DS- prot 2015- PDR-0296	Brains2Islands: indagine multidisciplinare nei contesti insulari basso tirrenici.	Fondazione con il SUD	OV	03-nov-16	02-nov-19	36,0	350.000,00	116.666,67	97.222,22	0,00	213.888,89
839	PRIN 2015 - SACCOROTTI	Prin2015 - Interferometro atomico avanzato per esperimenti su gravità e fisica quantistica e applicazioni alla geofisica - Prot. 2015L33WAK -	MIUR	PI	20-set-16	06-feb-19	28,5	44.807,00	18.866,11	1.886,61	0,00	20.752,72
840	Progetto TITANIO	"Sensori innovativi per il monitoraggio del patrimonio architettonico"	Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione	RM1	13-dic-16	31-lug-18	19,6	8.000,00	2.857,14	0,00	0,00	2.857,14
841	PRIN 2015 Marzocchi	Sviluppo di ricerche di sismologia statistica	MIUR	RM1	05-feb-17	05-feb-20	36,0	18.000,00	6.000,00	6.000,00	550,00	12.550,00
842	L.R. Abruzzo n. 37/2016	Indagini di geologia, sismologia e geodesia per la mitigazione del rischio sismico	Regione ABRUZZO	RM1	06-dic-16	06-dic-19	36,0	210.000,00	70.000,00	65.333,33	0,00	135.333,33
843	SAVEMEDCOA STS	Sea level rise scenarios along the Mediterranean coasts	CE	CNT	01-gen-17	31-dic-18	24,0	492.618,28	246.309,14	0,00	0,00	246.309,14

847	LIMADOU Scienza	LIMADOU Scienza - Studio dei precursori elettromagnetici correlati a eventi sismici	ASI	RM2	15-nov-16	14-nov-19	36,0	165.500,00	55.166,67	47.811,11	0,00	102.977,78
848	S3MAG-II	S3MAG-II - Sistema Sperimentale per la segnatura magnetica di navi militari	Ministero DIFESA	RM2	25-mar-16	24-mar-19	36,0	330.000,00	110.000,00	25.666,67	0,00	135.666,67
849	SEW	Save the Etna World	Fondazione con il SUD	CT	04-gen-17	03-dic-19	35,0	102.374,00	35.099,66	32.467,18	0,00	67.566,84
850	PREMIALE 2014	Premiale	MIUR	RM1	01-mar-17	01-mar-19	24,0	541.886,00	270.943,00	45.157,17	0,00	316.100,17
856	ACCORDO DGS UNMIG - INGV	Studio di approcci innovativi in relazione alla tematica della sicurezza, anche ambientale, relativa alla ricerca ed alla coltivazione di idrocarburi in mare	Ministero SVILUPPO ECONOMICO	CT	10-mar-17	31-ott-18	19,7	350.000,00	177.664,97	0,00	0,00	177.664,97
857	EOSC PILOT	The European Open Science Cloud for Research Pilot Project	CE	RM1	01-gen-17	31-dic-18	24,0	131.266,25	65.633,13	0,00	0,00	65.633,13
858	Accordo di Collaborazione tra Ente Parco - IGG CNR- INGV OV - UNINA DISTAR	Sviluppo delle conoscenze geologiche e per la tutela e valorizzazione della geodiversità del Geositi del Somma- Vesuvius Geopark	CNR	OV	28-gen-16	28-lug-18	30,0	21.000,00	4.830,00	0,00	0,00	4.830,00
859	ACTIFAULT	Investigation of late quaternary paleo-seismicity of major active fault system in Turkey with radiometric dating and isotopes	Hacettepe Univ. dept. of Geology	PA	01-mar-15	28-feb-18	35,9	8.196,72	433,81	0,00	0,00	433,81

861	SERA	SERA - Seismology and Earthquake Engineering Research Infrastructure Alliance for Europe	CE	CNT	01-mag-17	30-apr-20	36,0	670.000,00	223.333,33	223.333,33	74.444,44	521.111,11
863	TRACERS - PNRA16_00055 - Linea A3	TefRocronologia ed eventi mArker per la Correlazione di archivi naturali nel Mare di Ross, Antartide (TRACERS)	CNR	PI	01-ago-17	31-lug-19	24,0	137.400,00	40.075,00	68.700,00	0,00	108.775,00
864	Convenzione ABBAco tra SZA e INGV-OV	Convenzione ABBAco tra SZA e INGV-OV: "Studio tecnico/scientifico per l'inquadramento geologico/geofisico e geochimico dell'area di Bagnoli/Coroglio	Stazione Zoologica Anton Dohrn	OV	08-mag-17	07-gen-20	32,0	60.000,00	22.500,00	22.500,00	375,00	45.375,00
865	FISR 2016	CENTRO DI STUDIO E MONITORAGGIO DEI RISCHI NATURALI DELL'ITALIA CENTRALE	MIUR	AC	01-lug-17	30-giu-20	36,0	4.000.000,00	1.333.333,33	1.333.333,33	666.666,67	3.333.333,33
866	AFTTER	AFTTER- Alta Formazione per il Trasferimento Tecnologico degli Enti di Ricerca	Regione TOSCANA	PI	01-set-17	29-feb-20	29,9	54.700,00	21.953,18	21.953,18	3.475,92	47.382,27
867	Contratto di collaborazione EDF LNHE - INGV	Development Program concerning the improvement of the GPUSPH software based on the SPH method solved through graphic cards (GPU)	EDF R&D Laboratoire National d'Hydraulique et Environment Department	CT	01-lug-17	31-dic-18	18,0	200.000,00	0,00	133.333,33	0,00	133.333,33
868	LIFE-RESPIRE	Radon rEal time monitoring System and Proactive Indoor Remediation	CE	RM1	01-set-17	31-ago-20	36,0	192.199,00	64.066,33	64.066,33	42.710,89	170.843,56

871	PNRA16_00121_ENIGMA	PNRA16_00121_ENIGM A modElizzazione geofisica del Boulder Clay Glacier (Northern Foothills) e studio biologico e bioGeochimico preilMinare dei suoi laghi glaciAli."	MIUR	RM2	01-gen-18	31-dic-19	24,0	101.100,00	50.550,00	50.550,00	0,00	101.100,00
872	CONVCELANO 1	Definizione delle criticità geologiche legate alla possibile presenza di faglie attive e capaci nei pressi del sito della "Scuola Elementare ex-Campo Bonaldi"	Comune di Celano	RM1	20-lug-17	31-dic-18	17,4	8.000,00	5.517,24	0,00	0,00	5.517,24
873	IPGP_4	realizzazione e installazione di stazioni di monitoraggio geochimico sull'isola di Reunion	IPGP - Paris	PA	12-lug-17	11-lug-20	36,0	10.000,00	3.333,33	3.333,33	1.750,00	8.416,67
874	PNRA16_00184 Fris Hills (FHDP)	PNRA16_00184 Fris Hills (FHDP): il progetto di perforazioni Fris Hills (FHDP); Variazioni climatiche e dinamiche glaciali delcontinente Antartico durante il Miocene inferiore-medio. Una nuova collaborazione scientifica tra NZ, IT e USA	MIUR	RM2	01-gen-18	31-dic-19	24,0	16.500,00	8.250,00	8.250,00	0,00	16.500,00
875	PNRA16_00204 Rete magnetometrica temporanea per monitoraggio longitudinale e latitudinale in Antartide	PNRA16_00204_Rete magnetometrica temporanea per monitoraggio longitudinale e latitudinale in Antartide	MIUR	RM2	01-gen-18	31-dic-19	24,0	92.300,00	46.150,00	46.150,00	0,00	92.300,00
876	Informazione sul rischio sismico per corpo docente Rieti e provincia	Informazione sul rischio sismico per corpo docente Rieti e provincia, colpiti dal Sisma del Centro Italia 2016-2017	Regione LAZIO	CNT	02-nov-17	31-dic-18	14,0	23.000,00	19.714,29	0,00	0,00	19.714,29

877	CIFALPS 2	China-Italy-France Alps Seismic Survey II on high-resolution probing of the crustal and upper mantle structure of the Western Alps by mean of a passive seismic transect.	Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences	CNT	01-ago-17	31-lug-20	36,0	114.000,00	38.000,00	38.000,00	22.166,67	98.166,67
878	ANTIQUA	"Archeologia e nuove tecnologie per giovani professionalità addeite alla valorizzazione, recupero e riqualificazione della città e del territorio"	SGI A.R.L.	RM1	01-mag-14	30-ott-19	66,0	7.156,00	1.301,09	1.084,24	0,00	2.385,33
879	Studio dell'impatto sociale della pericolosità e del rischio vulcanico nell'area napoletana.	Studio dell'impatto sociale della pericolosità e del rischio vulcanico nell'area napoletana.	Regione CAMPANIA	OV	11-ott-17	31-dic-19	26,7	100.000,00	44.943,82	44.943,82	0,00	89.887,64
880	OPERA	"Enhancing operational earthquake forecasting through innovative Approaches"	Ministero AFFARI ESTERI	RM1	01-set-17	31-ago-19	24,0	99.950,00	49.975,00	33.316,67	0,00	83.291,67
882	Analisi laboratorio	Analisi da laboratorio petroligiche e chimiche	Committente per analisi petroligiche e chimiche	PI	23-nov-17	31-dic-18	13,3	17.900,00	16.150,38	0,00	0,00	16.150,38
883	ASBESTOP	Procedure operative per l'identificazione di superfici con cemento amianto da tele rilevamento e librerie spettrali	CNR	CNT	01-nov-17	01-nov-19	24,0	76.500,00	38.250,00	31.875,00	0,00	70.125,00
884	LIQUEFACT	ASSESSMENT AND MITIGATION OF LIQUEFACTION POTENTIAL ACROSS EUROPE	UNIPAVIA	MI	01-dic-17	31-gen-18	2,0	10.000,00	5.000,00	0,00	0,00	5.000,00

885	Ordinanza ISCHIA	Ordinanza ISCHIA: Primi interventi urgenti di protezione civile conseguenti all'evento sismico nei comuni di Casamicciola Terme, Forio, Lacco Ameno dell'isola d'Ischia del 21/08/2017	DPC	OV	01-ott-17	31-ott-18	13,0	100.064,00	76.972,31	0,00	0,00	76.972,31
886	DARE	Delivering Agile Research Excellence on European e-Infrastructures	CE	CNT	01-gen-18	31-dic-20	36,0	245.750,00	81.916,67	81.916,67	81.916,67	245.750,00
887	COV10 - 2018	Cities on Volcanoes - Congresso 2-7 Settembre 2018	International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth Interior	OV	02-set-18	07-set-18	0,2	10.000,00	10.000,00	0,00	0,00	10.000,00
888	IDMAR	infrastruttura multidisciplinare distribuita a mare	CE- Regione SICILIA	PA	23-mar-17	31-dic-19	33,3	5.000.000,00	1.801.801,80	1.801.801,80	0,00	3.603.603,60
889	INGV-MISE-DGS 2018	Accordo operativo 2018 al fine di una collaborazione tecnico-scientifica tra INGV e MISE	Ministero SVILUPPO ECONOMICO	BO	12-gen-18	31-ott-19	21,6	984.000,00	528.444,44	455.555,56	0,00	984.000,00
890	DAR	Accordo di collaborazione per l'effettuazione di studi e indagini per la definizione di modelli concettuali dei corpi idrici sotterranei e indagini geofisiche correlate tra INGV e il Dipartimento dell'Acqua e dei Rifiuti della Regione Siciliana	Dipartimento dell'Acqua e dei Rifiuti	PA	14-dic-17	13-apr-18	4,0	700.000,00	595.000,00	0,00	0,00	595.000,00
891	EOSC-hub	Integrating and managing services for the European Open Science Cloud — EOsc-hub	CE	CNT	01-gen-18	31-dic-20	36,0	100.625,00	33.541,67	33.541,67	33.541,67	100.625,00

892	Convenzione Regione Toscana -INGV POR FSE 2014-2020 - Programma di intervento per il monitoraggio del territorio e la Difesa dai rischi Naturali"	CE - Regione TOSCANA	PI	01-mar-18	28-feb-20	23,9	162.000,00	67.782,43	81.338,91	12.878,66	162.000,00
893	FISR Sale 2017	MIUR	AC	01-dic-17	31-dic-18	13,0	2.800.000,00	2.584.615,38	0,00	0,00	2.584.615,38
894	Convenzione INGV - Regione Puglia	Regione PUGLIA	CNT	13-lug-17	12-lug-20	36,0	425.000,00	141.666,67	141.666,67	75.555,56	358.888,89
895	FSE-PA 2017	CE- Regione SICILIA	PA	27-nov-17	31-lug-19	20,1	541.059,50	323.020,60	188.428,68	0,00	511.449,28
896	Convenzione INGV-MVO	Montserrat Volcano Observatory	BO	13-nov-17	12-nov-20	36,0	16.393,44	5.464,48	5.464,48	4.735,88	15.664,84
897	TRYAT -Track Your Atmosphere: Enhancing Digital and Environmental Competences by Developing Open Educational Resources for Technical VET - Responsible Tammaro Umberto	CE	OV	01-ott-17	31-ago-20	35,0	54.778,00	18.781,03	18.781,03	12.520,69	50.082,74

898	Premiale 2015	MIUR	AC	16-nov-17	31-dic-18	13,5	1.112.016,19	988.458,84	0,00	0,00	988.458,84
899	SISMA 2016 - Contributo alle attività di ricerca	Regione UMBRIA	OV	09-dic-17	09-giu-18	6,0	10.000,00	8.833,33	0,00	0,00	8.833,33
900	Conv. INGV-DPC B2 2018	DPC	AC	01-feb-18	31-dic-18	11,0	1.181.000,00	1.181.000,00	0,00	0,00	1.181.000,00
901	NEWTON	CE	BO	01-mar-18	28-feb-23	59,9	230.000,00	38.397,33	46.076,79	46.076,79	130.550,92
902	RELUIS 2018	Consorzio RELUIS (Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica)	MI	01-gen-18	31-dic-18	12,0	17.000,00	17.000,00	0,00	0,00	17.000,00

904	DISTEM INGV PA 2018	geochemical monitoring network	Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare	PA	01-ott-17	30-set-18	12,0	8.934,42	6.700,82	0,00	0,00	6.700,82
905	MZS Amatrice	Attività propedeutiche alla microzonazione sismica del Comune di Amatrice	CNR	RM1	30-ago-17	28-feb-18	5,9	18.691,00	6.019,14	0,00	0,00	6.019,14
906	MZS Casamicciola	Attività propedeutiche alla microzonazione sismica del Comune di Casamicciola Terme (NA)	CNR	RM1	06-dic-17	14-mar-18	3,3	10.000,00	7.272,73	0,00	0,00	7.272,73
								<b>78.309.784,93</b>	<b>21.782.119,33</b>	<b>11.215.915,38</b>	<b>3.291.633,52</b>	<b>36.289.668,22</b>

Fonte: Estrazione DB Progetti M. Caprio Ufficio Bilancio del 22-03-2018 e del 03-04-2018

Elaborazione: V. Vacchi-Ufficio Coordinamento-Settore Progetti 12-04-2018

**Numero progetti attivi competenza 2018-2020: 103**

**Progetti attivi nel 2019: 50**

**Progetti attivi nel 2020: 24**

**Progetti attivi dopo il 31-12-2020: 1**

## Attività di Ricerca

Dipartimento

Ambiente

Area di Intervento:

Linea di Attività "Servizi e Ricerca per la Società" - Dipartimento Ambiente

Data Inizio:

1-1-2018

Data Fine:

31-12-2018

a.

### Finalità e Obiettivi

Nell'ambito della Struttura Ambiente dell'INGV, che si caratterizza per il carattere diversificato e multidisciplinare, si svolgono diverse attività di ricerca e servizio che hanno implicazioni di diretto interesse ed impatto per la Società. Le osservazioni geofisiche e geochimiche in campo ambientale sono propedeutiche per la messa a punto di un sistema esperto per le Pubbliche Amministrazioni, mediante tecniche di intelligenza artificiale, che consentano di usufruire dei risultati forniti da una rete integrata di strumenti tecnologici innovativi ed efficaci e pertanto le attività condotte si svolgono su richiesta e/o in convenzione con diversi soggetti interessati, quali carabinieri, forze armate, guardia costiera, istituzioni nazionali, organismi internazionali, autorità locali.

Le attività infatti comprendono:

- il monitoraggio di diverse componenti del sistema Terra (campo magnetico terrestre, ionosfera, mari e oceani) con il rilevamento sistematico dello stato fisico di queste componenti naturali;
- la fornitura di servizi di mappatura e di previsione della loro evoluzione a diverse scale temporali;
- le attività svolte per la sicurezza nazionale antiterrorismo e le consulenze tecniche per la sicurezza internazionale. Tra questi, si segnalano le attività di consulenza tecnico-scientifica all'Autorità Nazionale (MAECI), ai sensi della Legge 197/2003, sul Trattato internazionale sulla proibizione totale dei test nucleari (CTBT);
- gli interventi volti alla caratterizzazione delle condizioni geologiche del sottosuolo in aree soggette a fenomeni di instabilità (movimenti franosi e/o genesi di *sink-holes*, ovvero di fenomeni di sprofondamento del suolo) e la definizione della predisposizione ai movimenti lenti e catastrofici della superficie topografica;
- le prospezioni per l'identificazione, rilevamento e monitoraggio di fenomeni di inquinamento ambientale (sottosuolo, acque, aria);
- il rilevamento del livello di radioattività naturale in suoli, acque sotterranee e indoor e i pericoli connessi alla salute pubblica derivanti dalla infiltrazione di agenti inquinanti (tutela anche delle risorse idriche, delle risorse agroalimentari e della biodiversità).

I principali obiettivi specifici nell'ambito delle attività di servizio e ricerca per la società (ricerca istituzionale) sono quelli di garantire l'operatività ed il mantenimento degli elevati standard raggiunti dalle infrastrutture di ricerca (osservatori, reti, database e centri di calcolo), con prosecuzione ed implementazione delle attività di monitoraggio ed organizzazione dei dati in database interoperabili che forniscono gli input necessari ai modelli disponibili per il monitoraggio dei fenomeni geofisici di pertinenza della Struttura Ambiente, che riguardano la caratterizzazione della variabilità e dinamica del campo geomagnetico, della media e alta atmosfera, dei mari e del territorio. Gli osservatori geofisici sono distribuiti sul territorio nazionale, nell'area mediterranea, nella regione polare Nord (Svalbard, Groenlandia), nella regione polare Sud (Concordia e Stazione Mario Zucchelli, Stazione SANSA e Stazione EACF), ed in Sud America (Argentina).

### Obiettivi Strategici

Integrazione delle osservazioni rese disponibili dagli osservatori geomagnetici e ionosferici al fine di garantire da un lato la continuità di importanti serie storiche di dati, utili per lo studio dei cambiamenti a lungo termine, e dall'altro di sviluppare un servizio nazionale per lo *Space Weather*, orientato alla previsione di fenomeni che si esplicano nell'ambiente circumterrestre, soprattutto allo scopo di mitigarne l'effetto sui sistemi tecnologici.

Gestione, mantenimento e sviluppo del servizio di previsioni oceanografiche per il Mar Mediterraneo per la conoscenza della circolazione generale presente e passata degli oceani, del Mare Mediterraneo e dei mari italiani ed il conseguente monitoraggio continuo dello stato del mare mediante indicatori.

Sviluppo di tecnologie innovative per far fronte a richieste di intervento per l'identificazione ed il controllo di fenomeni di inquinamento del territorio e delle acque, nonché per il servizio richiesto per le consulenze per la sicurezza in ambito nazionale ed internazionale.

## **b.           Contenuto Tecnico Scientifico**

Sotto la voce "Servizi e Ricerche per la Società" ricadono quelle attività che possono considerarsi comprese nella definizione "Ricerca Istituzionale" data dall'ANVUR. Per l'INGV vengono raccolte in questa Linea di Attività (LdA) tutte le attività realizzate dall'Istituto nell'ambito di servizi svolti per altre istituzioni ed enti dello stato e del territorio, per istituzioni internazionali e più in generale verso la società. In particolare, nella LdA "Servizi e ricerche per la società della Struttura Ambiente" sono incluse sia i servizi istituzionali INGV (cartografia, bollettini, previsioni ionosferiche, ecc...) che i servizi per consulenze ed accordi con Enti locali (Comuni, Regioni...) ed Istituzioni dello Stato (Carabinieri, Forze Armate...). Ad esempio, ricadono in questa LdA le attività svolte per la carta magnetica d'Italia, i bollettini mensili ionosferici e magnetici, le previsioni ionosferiche e oceanografiche, i servizi per i carabinieri e le forze armate, i servizi per organismi internazionali (es. *Comprehensive Test Ban Treaty*,...).

### **Servizi di Previsione Ionosferica**

Nell'ambito del monitoraggio ionosferico obiettivo del 2018 sarà il mantenimento di alti standard nella produzione di previsioni ionosferiche per radiocollegamenti nell'area del Mediterraneo avvalendosi di software specifici ed operatori con esperienza pluriennale. Tra i principali utenti del servizio di previsione ionosferica fornito dal nostro istituto si annoverano le forze armate ed il ministero degli interni (Direzione centrale per la Difesa civile e le Politiche di protezione civile) che utilizza, tramite ARI (Associazione Radioamatori Italiani), le nostre tavole di previsione ionosferica nelle esercitazioni mensili per la verifica degli apparati.

### **Osservatori geomagnetici e rete magnetica nazionale**

Il monitoraggio del campo geomagnetico proseguirà nei tre osservatori istituzionali di Castello Tesino (TN), Duronia (CB) e Lampedusa (AG) con relative pubblicazioni di annuari e bollettini mensili, e presso le stazioni magnetiche di L'Aquila e Gibilmanna. Si proseguirà inoltre nella gestione degli osservatori in Antartide presso Mario Zucchelli e Concordia.

Nell'arco del 2019-2020 verrà effettuata la campagna di misura per la realizzazione della cartografia datata 2020.0 con la misura dei valori del campo geomagnetico su circa 120 caposaldi, per l'aggiornamento della cartografia pubblicata, riferita al 2017.5.

### **Algoritmi per il monitoraggio dell'attività geomagnetica**

I dati registrati presso gli osservatori geomagnetici italiani verranno utilizzati per testare un algoritmo, già in parte testato, per la classificazione della condizioni di attività geomagnetica e per la messa a punto di un sistema di allerta in tempo reale. Questo tipo di servizio ha rilevanti applicazioni nell'ambito della meteorologia spaziale e della mitigazione dei suoi effetti. L'implementazione dell'affidabilità di questo tipo di algoritmi, vicino all'implementazione della qualità dei dati di osservatorio è necessaria per consentire il monitoraggio nell'ambito dello *Space Weather*.

### **Space Weather per l'aviazione civile**

Nel triennio di riferimento si renderanno disponibili dati, prodotti e servizi di *Space Weather* alla comunità internazionale dell'aviazione civile nell'ambito dell'iniziativa del consorzio paneuropeo "PECASUS for ICAO" per i tre settori di riferimento indicati da ICAO come d'importanza strategica per la sicurezza della navigazione aerea internazionale: "HF User", "GNSS user", "Radiation User".

### **Contenuto Elettronico Totale in tempo reale sopra l'Italia**

Nel triennio di riferimento si renderà disponibile il portale del progetto e l'applicazione per telefonia mobile IONORING (IONOspheric RING), che sfrutta i dati della rete RING (Rete Integrata Nazionale GPS) per ottenere mappe ad alta risoluzione spaziale di contenuto elettronico totale (TEC) della ionosfera italiana. Queste mappe fornite in tempo reale contribuiscono alla mitigazione degli errori ionosferici nel posizionamento di precisione con tecniche GNSS a singola frequenza. Questa tipologia di prodotto è di particolare interesse per molti settori sia pubblici che industriali quali: trasporti, monitoraggio del territorio e di infrastrutture critiche.

### **Servizi di Oceanografia operativa**

Nel triennio di riferimento si renderanno disponibili i dati del sistema italiano multi-modello di previsione, analisi e rianalisi del Mar Mediterraneo forzato da diversi dati atmosferici. I dati del sistema di previsione italiano saranno visualizzati e continuamente validati mediante l'utilizzo di varie tipologie di osservazioni sia in situ che da remoto per fornire costantemente all'utente il livello di accuratezza raggiunto. Si svilupperanno ed implementeranno indicatori dello stato del mare, basati sia sui dati da modello che sulle osservazioni, i quali verranno costantemente visualizzati ed aggiornati per il monitoraggio della qualità dell'ambiente marino e degli effetti del cambiamento climatico su di esso. L'approccio multi-modello comprenderà anche l'utilizzo di tutti i dati resi disponibile sistema di previsione e monitoraggio europeo Copernicus.

### **Contrasto all'inquinamento sotterraneo**

Integrazione di tecniche geofisiche per una migliore definizione dell'assetto del sottosuolo e la definizione di masse sepolte potenzialmente inquinanti. Attività finalizzata al contrasto dell'inquinamento sotterraneo mediante la ricerca di interramenti di rifiuti pericolosi e di fusti contenenti materiali tossici, nell'individuazione e nella definizione spaziale di discariche abusive, nel monitoraggio di vecchie cave riempite o di siti sospetti per conto di Comuni, Regione Lazio, Arpa e Ministero dell'Ambiente. Accordi in essere con Carabinieri Forestali e con Commissario Straordinario Bonifiche dei Carabinieri. Attività di indagine geofisica in corso su tutto il territorio nazionale. Partecipazione al Gruppo di Lavoro "Terra dei Fuochi" con contributo tecnico scientifico alle indagini geofisiche.

### **Utilizzo della Musica per L'Educazione al territorio**

Spesso le problematiche di sostenibilità ambientale nascono da uno scollamento del cittadino dal suo territorio. Al fine di innescare anche un processo virtuoso di fiducia fra la popolazione e i ricercatori, che spesso indirizzano le loro ricerche verso la risoluzione delle criticità ambientali, con Antonio Menghini della Aarhus Geophysics, Vincenzo Sapia (Ambiente INGV) e Tiziana Lanza (Settore Comunicazione INGV), stiamo collaborando per diffondere sempre più una metodologia educativa di approccio al territorio un po' inconsueta. Si tratta della EMusic (Electromagnetic Music), nata da un progetto scientifico-musicale, tutto italiano, che vede collaborare geologi, geofisici, musicisti e comunicatori della scienza. Ai segnali estratti dalla Terra, sono state associate delle note musicali secondo un metodo codificato da Antonio Menghini (un geofisico) e Stefano Pontani (un musicista). Il progetto EMusic ([www.emusic.world](http://www.emusic.world)) rientra in un trend internazionale di connessione Arte-Scienza e sta avendo ampia visibilità e risonanza sia in Italia sia all'estero. L'INGV ha deciso di aderire, fornendo il proprio contributo tecnico-scientifico e di supporto alla divulgazione scientifica del metodo e allo studio delle sue potenzialità educative e comunicative. Attualmente siamo in una fase di sperimentazione del metodo. In futuro, ci riproponiamo, oltre che di diffonderlo sempre di più nelle scuole e attraverso concerti indirizzati a un pubblico più eterogeneo in location - dove sono state effettuate indagini geofisiche del sottosuolo attraverso il metodo TDEM (*Time Domain Electromagnetics*) - come già stiamo facendo soprattutto nel Viterbese, di passare a una fase di valutazione, per coglierne meglio le potenzialità intrinseche, attraverso strumenti mirati.

### **Consulenze tecniche per la sicurezza internazionale**

Attività di consulenza tecnico-scientifica all'Autorità Nazionale (MAECI), ai sensi della Legge 197/2003, sul Trattato internazionale sulla proibizione totale dei test nucleari (CTBT). In tale ambito, gestione di un centro di calcolo tecnologicamente avanzato e dell'infrastruttura di comunicazione, acquisizione ed analisi di dati provenienti da 3 tecnologie di forme d'onda (sismica, infrasonica, idroacustica), garantendo l'integrità e la sicurezza delle informazioni. Creazione di rapporti riservati riguardanti eventi di particolare interesse nazionale. Messa in opera di soluzioni tecnologicamente innovative sia relativamente all'hardware del centro di calcolo che agli strumenti software.

### **Geophysics for Security**

*Defence and Counter-terrorism:* sviluppo di sensori *low-cost* intelligenti da impiegare in sistemi magnetometrici subacquei/terrestri per la *detection* di operatori ostili in avvicinamento ad infrastrutture critiche; vettorizzazione della rotta dell'intruso; classificazione del target sulla base della lunghezza d'onda dell'anomalia magnetica generata; test sperimentali in ambiente operativo con uomini e mezzi delle Forze Armate.

*Harbour Waterside Management:* tecniche di misura newtoniana per la previsione della dinamica mareale di origine meteobarica in ambiente portuale; sviluppo di sistemi per la previsione del franco d'acqua portuale per la sicurezza della navigazione d'approccio e dello stazionamento in banchina; aggiornamento real-time della batimetria elettronica.

## Attività di Ricerca Istituzionale

Struttura

Terremoti

Data Inizio:

1-1-2018

Data Fine:

31-12-2018

a.

### Finalità e Obiettivi

La linea di Attività "**Servizi e Ricerca per la Società Terremoti**" pesa per oltre il 15% delle attività dell'INGV ed evidenzia il ruolo fondamentale che l'ente ha nella società per quanto riguarda sorveglianza, monitoraggio e prevenzione nel campo dei terremoti e maremoti. Queste attività riguardano sia la sismicità naturale che quella potenzialmente legata ad attività antropiche.

Le attività svolte in questa linea sono fortemente dipendenti dagli avanzamenti della conoscenza ottenuti dalle attività di ricerca libera sui terremoti, come quelli svolti in T8 (v. Linea di Attività Ricerca Terremoti), finalizzati propriamente all'analisi rapida dei dati del monitoraggio sismico. Infatti, una volta consolidati, i risultati della ricerca possono essere mutuati per rispondere alle necessità della società civile attraverso il rilascio di prodotti o azioni specifiche. Viceversa, le richieste che vengono dalla società stessa sono prezioso stimolo allo sviluppo di nuova ricerca e nuove sfide. Pertanto, la linea Ricerca Terremoti e la Linea Servizi e Ricerca Terremoti non vanno viste come contenitori stagni bensì in continua osmosi.

Anche le infrastrutture giocano un ruolo fondamentale, imprescindibile per queste attività. La valorizzazione e sostenibilità delle infrastrutture dell'ente, delle reti e dei sistemi osservativi, dei sistemi di calcolo, dei laboratori analitici e sperimentali sono quindi priorità per il prossimo triennio perché sia possibile proseguire nella fornitura di questi servizi e per rispondere ad eventuali nuove richieste della società civile e accettare sfide del mondo scientifico. L'INGV è parte del Sistema Nazionale di Protezione Civile (legge 24 febbraio 1992, n. 225) ed è Centro di Competenza del Dipartimento (DPCM 27 febbraio 2004). In linea con lo statuto dell'Ente e con l'Accordo Quadro DPC-INGV 2012 - 2021, l'Istituto fornisce monitoraggio, sorveglianza e consulenze a DPC su tematiche di pericolosità e rischio sismico, vulcanico e da maremoto. L'80% del lavoro di questa Linea è dedicato a queste attività, a dimostrare l'impegno dell'Ente verso la Società.

Oltre a sorveglianza e monitoraggio, la Linea si occupa della gestione e distribuzione dei dati, della preparazione e aggiornamento di procedure per affrontare le emergenze sismiche e da maremoto, della preparazione di prodotti applicativi e delle attività di comunicazione e formazione durante le emergenze sismiche o da maremoto, per sensibilizzare la popolazione alle problematiche della pericolosità sismica. Vengono sviluppati anche studi e ricerche con obiettivi finalizzati, quali la realizzazione di Mappe di Pericolosità, oppure attività di carattere tecnologico, come l'aggiornamento della strumentazione utilizzata per il monitoraggio. Le attività di questa Linea rappresentano il primo passo del trasferimento dei risultati dai massimi avanzamenti della ricerca e sviluppo tecnologico all'operatività.

Un contributo importante alla Linea di Attività Servizi e Ricerca per la Società deriva dalle attività svolte nei centri. Il Centro di Pericolosità Sismica e il Centro Allerta Tsunami sono principalmente impegnati nell'ambito delle convenzioni con DPC, mentre il neo-nato Centro di Monitoraggio del Sottosuolo è fortemente coinvolto alla verifica dell'applicabilità degli Indirizzi e Linee Guida per il monitoraggio della sismicità e delle deformazioni del suolo prodotte da attività antropiche. Sono state avviate o sono in fase di avvio attività di monitoraggio in diversi settori del paese. Inoltre il Centro collabora con il MISE anche su tematiche di pericolosità di aree con sfruttamento di risorse naturali offshore.

Altre attività incluse in questa Linea sono principalmente relative a convenzioni e accordi con le Pubbliche Amministrazioni, Enti Locali o con l'industria (es. studi di microzonazione o attività di formazione).

Da un punto di vista progettuale, alcune attività che ricadono in questa linea sono finanziate a livello europeo dalla DG-ECHO (es. ARISTOTLE2) e hanno come obiettivo lo sviluppo di un sistema europeo e mediterraneo di analisi multirischio (terremoti, maremoti, vulcani, inondazioni, meteo, incendi ecc). Le attività in corso mostrano un forte potenziale per l'Ente nel prossimo triennio, sia per il tipo di prodotti previsti che per la rilevanza dell'interoperatività che si verrebbe a creare con gli altri paesi europei.

Gli obiettivi strategici a valenza pluriennale in questa linea sono:

- 1) **Obiettivo SRST1: Avanzamento delle procedure per la gestione delle emergenze sismiche e da maremoto.** Organizzare e coordinare le attività necessarie durante un'emergenza sismica e da maremoto prevede la preparazione di protocolli che considerino tutti i livelli in cui l'ente è coinvolto: dal monitoraggio alla comunicazione, sia verso DPC che verso il pubblico. Nel 2018 è in completamento la stesura e ufficializzazione del Protocollo di Ente per le Emergenze Sismiche e da Maremoto nel quale si descrive la modalità di attivazione dell'Unità di Crisi e il suo ruolo, verranno aggiornati i Protocolli dei Gruppi Operativi dopo 2 anni dall'ufficializzazione, e si procede allo studio delle procedure per affrontare un'emergenza mista sismico-vulcanica, in collaborazione con il Dipartimento Vulcani.
- 2) **Obiettivo SRST2: Nuovi sviluppi della comunicazione in emergenza** La comunicazione durante le emergenze sismiche ha un ruolo fondamentale nella gestione dell'emergenza stessa ed ha come obiettivo primario quello di fornire, in tempi veloci, informazioni corrette e comprensibili a DPC e al cittadino. Nei confronti di DPC, la comunicazione va ormai oltre i 2' 5' 30' della tempistica con cui si comunicano i parametri di un evento sismico, a favore della qualità dell'informazione, migliorata poichè viene aumentata e meglio definita la rapportistica e la partecipazione a tavoli o strutture operative comuni (es. al Comitato Operativo e alla Di.Coma.C. 2016-2017). Per quel che riguarda i cittadini, il Dipartimento Terremoti dell'INGV da alcuni anni si è dotato di strumenti e risorse per comunicare sia via web che mediante canali social (Twitter, blog, Facebook, YouTube). Tra i Gruppi Operativi in emergenza si attiva IES, che svolge attività informative per le scuole e la popolazione coinvolta nell'emergenza sismica, per condividere le conoscenze sulla sismicità del territorio, sulle sue caratteristiche di pericolosità, sulla sequenza sismica in corso e su quanto è possibile fare per ridurre il rischio. Gli incontri, tenuti da personale del Gruppo IES, sono anche l'occasione per condividere e discutere liberamente dubbi, esperienze, interrogativi su quanto è successo e su quanto potrà accadere in futuro.
- 3) **Obiettivo SRST3: Consolidamento delle attività dei Centri (CAT, CPS, CMS).** Le attività dei Centri, finalizzate a integrare le professionalità dell'INGV con obiettivi ad ampia prospettiva, proseguiranno. Il CAT, attivo dall'inizio del 2017 dopo diversi anni di test, proseguirà il monitoraggio H24 dei terremoti potenzialmente tsunamigenici a scala globale, in particolare per l'area per la quale invia messaggi di allerta maremoto al DPC e a molti Centri della regione Euro-Mediterranea, come Tsunami Service Provider (TSP) per l'IOC-UNESCO. Il CAT proseguirà altresì lo studio e la definizione della S-PTH (Pericolosità probabilistica per i maremoti di origine sismica) per le coste italiane. Il CMS, Centro di Monitoraggio del Sottosuolo, attivato nel 2017 per il coinvolgimento dell'INGV come referente per il monitoraggio degli effetti delle attività antropiche di utilizzo del sottosuolo per fini energetici (estrazione e stoccaggio di idrocarburi e sfruttamento di energia geotermica) lavorerà, d'intesa con il MISE-DGS-UNMIG, per implementare le Linee Guida proposte per il monitoraggio di sismicità e deformazioni del suolo, mutuando gli avanzamenti della conoscenza e dell'innovazione tecnologica ai servizi e viceversa per la sicurezza e sostenibilità ambientale, sociale ed economica dello sfruttamento delle georisorse. Il CPS, oltre alla elaborazione finale della nuova mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale, ospita le attività di ricerca che finora hanno permesso lo sviluppo di un primo modello di stima della pericolosità sismica di breve termine.
- 4) **Obiettivo SRST4: Rilascio del nuovo Modello di Pericolosità Sismica del territorio nazionale.** INGV ha realizzato nel 2004 il Modello di Pericolosità Sismica per l'Italia (MPS04) che nel 2006 è stato pubblicato nella Gazzetta Ufficiale quale elaborato di riferimento per la classificazione sismica dei comuni italiani e nel 2009 è stato recepito nelle Norme Tecniche delle Costruzioni per la definizione dell'azione sismica. Nel 2015, attraverso il Centro di Pericolosità Sismica (CPS), INGV ha lanciato un programma per l'aggiornamento del modello coinvolgendo una larga comunità: oltre 150 ricercatori di INGV, Università, CNR, OGS, ecc. La nuova mappa di pericolosità sismica, che è frutto di un lungo lavoro di integrazione di dati e modelli, è tuttora in fase di revisione da parte di una commissione di esperti nominata dal DPC e potrà essere rilasciata solo al termine di questa lunga fase di revisione, auspicabilmente entro il 2019. In quel momento si aprirà una fase di comunicazione al pubblico (esperto o meno) dei risultati e dell'impatto del nuovo modello su classificazione e norme per le costruzioni.

**b. Contenuto Tecnico Scientifico****SRS1 Sorveglianza Sismica e Allerta Tsunami**

Il monitoraggio del territorio nazionale e dell'area Euro-Mediterranea si avvale dei dati velocimetrici, accelerometrici e GPS acquisiti dalle stazioni della Rete Sismica Nazionale, dalla Rete RING e dalla Rete MedNet. Una innovazione prevista per i prossimi anni è quella di rendere la rete di monitoraggio nazionale maggiormente multiparametrica; in quest'ottica, nell'ambito dei progetti FISR "Centro di studio e monitoraggio dei rischi naturali dell'Italia Centrale" (2016) e "Sale Operative Integrate e Reti di monitoraggio del Futuro: l'INGV 2.0 (S.O.I.R. monitoraggio futuro)" (2017), è in corso l'integrazione con altri sensori. Attualmente sono in fase di installazione sensori Radon. L'INGV ha il completo controllo di questo sistema in tutte le sue componenti, dalla sensoristica usata ai sistemi di acquisizione, trasmissione, analisi, archiviazione e distribuzione dei dati. Per la completezza della copertura territoriale, il sistema si avvale anche dei dati provenienti da reti regionali ed estere. In totale alle 250 stazioni velocimetriche, si aggiungono 158 accelerometriche, 18 stazioni very broad band MEDNET, 40 stazioni estere e 90 gestite da altri centri italiani. La rete registra giornalmente una quarantina di eventi sismici con  $M > 1.5$ . Nel 2016, a causa della sequenza sismica in corso nell'Italia centrale ne sono stati localizzati più di 50.000.

Tutti i dati raccolti dalle reti di monitoraggio sismico e geodetico sono disponibili in tempo reale sul sito INGV e distribuiti attraverso EIDA (European Integrated Data Archive).

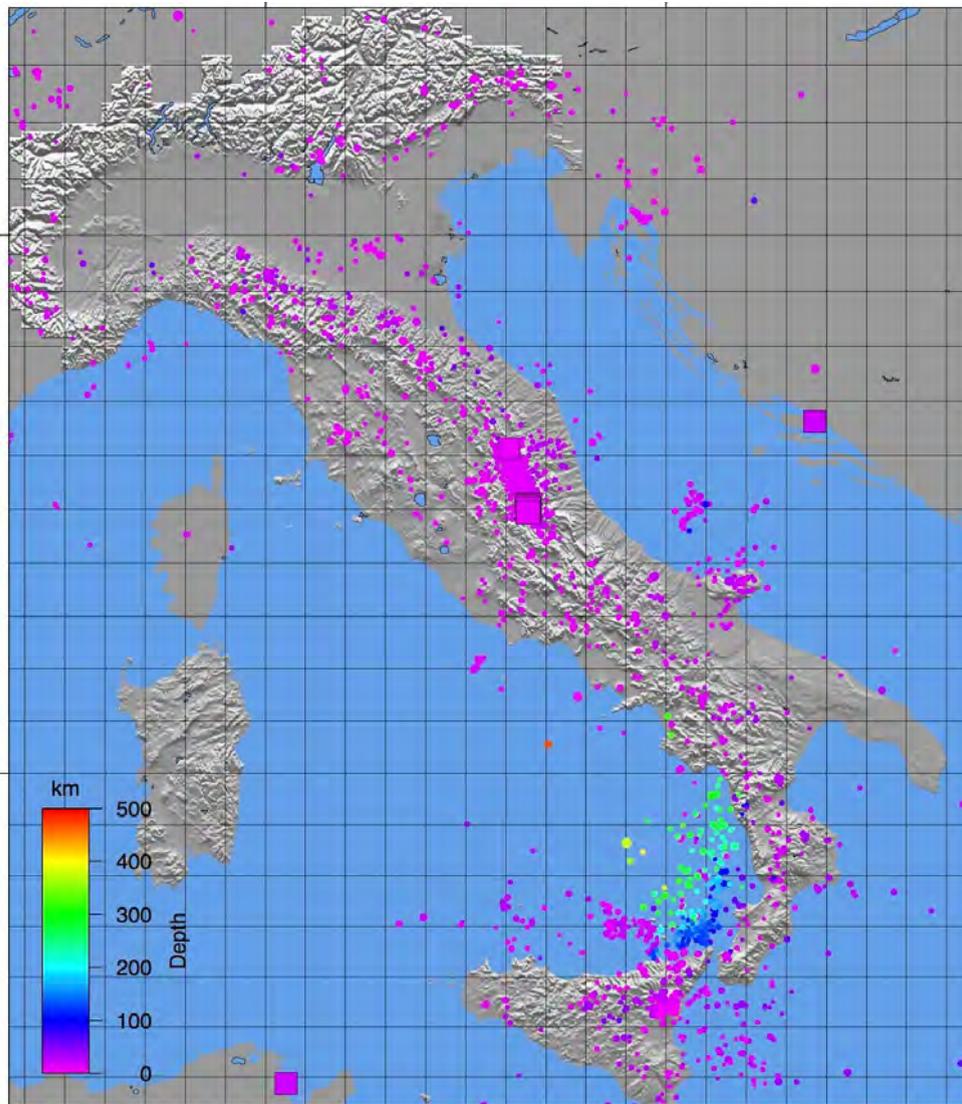
L'INGV rilascia quadrimestralmente Il Bollettino Sismico Italiano (BSI) dopo che gli eventi con  $M_L \geq 1.5$  sono stati rivisti, integrando tutte le stazioni i cui dati sono in EIDA, comprese quelle temporanee installate dal Gruppo Operativo SISMICO. I quadrimestri del BSI 2015 e 2016 sono disponibili (<http://cnt.rm.ingv.it/bsi>) in formato QuakeML (quelli 2017 saranno rilasciati nel 2018, con ritardo a causa della sequenza sismica del centro Italia). Il database disponibile in <http://cnt.rm.ingv.it/iside> è interrogabile tramite webservices ([http://webservices.rm.ingv.it/ws\\_fdsn.php](http://webservices.rm.ingv.it/ws_fdsn.php)).

Nella Sala Operativa dell'INGV di Roma si svolge il servizio di sorveglianza sismica del territorio nazionale, da cui partono le comunicazioni verso la Sala Situazione Italia del DPC e verso il pubblico. La Sala di Sorveglianza Sismica di Roma è in contatto con le Sale Operative per la sorveglianza vulcanica di Catania e di Napoli ed anche con i centri di acquisizione di altre sedi INGV (ad es. Milano, Ancona, ecc.). Il servizio di sorveglianza sismica 7/H24 è svolto da tre turnisti, due sismologi o tecnici addetti all'analisi dei dati sismologici e un tecnologo o tecnico addetto ai sistemi di acquisizione, alle procedure SW e ai guasti della rete. Si aggiungono alcuni ruoli in reperibilità come il Funzionario sismico, i reperibili tecnici e quelli informatici. Il personale che svolge i turni consta di 136 unità distribuite nei diversi ruoli. Le comunicazioni degli eventi sismici al DPC avviene secondo quanto concordato nell'Allegato A dell'Accordo Quadro DPC-INGV 2012-2021: per terremoti con magnitudo  $M \geq 3.0$  viene comunicata entro i 2' l'area e la magnitudo preliminare, per terremoti con magnitudo  $M \geq 2.5$  entro 5' i valori preliminari delle coordinate e della magnitudo e dopo 30' i valori definitivi delle coordinate e della magnitudo. In caso di terremoti con magnitudo  $M \geq 4$ , il Funzionario sismico invia due relazioni che inquadrano l'evento nel contesto delle conoscenze della sismicità e della tettonica della regione. Al tempo stesso vengono rilasciati sul sito web, con la lista degli eventi sismici in corso (<http://cnt.rm.ingv.it>), i dati di tutti gli eventi che vengono localizzati all'interno del territorio nazionale e i relativi prodotti scientifici, informazioni connesse e approfondimenti sul blog INGVterremoti (<http://ingvterremoti.wordpress.com/>) e sul portale web INGV (<http://www.ingv.it>). Per migliorare ulteriormente l'intero sistema di localizzazione attualmente in uso, si pensa di inserire nella Sala di Sorveglianza Sismica di Roma un "nuovo localizzatore manuale". Si è scelto di utilizzare il codice Hypoinverse2000, lo stesso utilizzato dal sistema di localizzazione automatica, così che l'intero processo di localizzazione possa beneficiare del miglioramento dei dati parametrici di input. Si sta valutando anche il programma NonLinLoc, che permette di avere una stima dell'incertezza di localizzazione più verosimile e di utilizzare un modello di velocità 3D.

Dal 2017 è attivo il Tavolo Tecnico tra Sale Operative INGV (Roma, Catania e Napoli) con l'obiettivo di ottenere una reale condivisione dei dati di monitoraggio ed una gestione ottimizzata e integrata delle tre sale operative dell'Ente per migliorare la comunicazione dell'INGV. Questo Tavolo sta integrando la propria attività con quella del progetto FISR 2017 *Sale Operative Integrate e Reti di monitoraggio del Futuro: l'INGV 2.0* (S.O.I.R. monitoraggio futuro). Nel 2018 si lavora sulla formazione condivisa del personale che lavora nelle tre Sale e per l'implementazione delle infrastrutture tecnologiche, dei database e dei software che vengono utilizzati dal personale in turno.

Nel 2017 il Centro di Allerta Tsunami (CAT, v. sotto SRS3) è entrato ufficialmente in operatività per il servizio sorveglianza degli tsunami nell'area dell'intero bacino del Mar Mediterraneo. Il funzionamento del CAT si basa

sull'acquisizione e l'analisi in tempo reale di dati sismici e mareografici, opportunamente trattati da applicazioni sviluppate in precedenti progetti e convenzioni.



*Mappa della sismicità localizzata nel 2017. Tutti i simboli sono proporzionali alla M fino a quando è inferiore a 4. Per M maggiore o uguale a 4 l'evento è riportato con un simbolo quadrato. Il colore dei simboli rappresenta la profondità ipocentrale (v. scala in basso a sinistra).*

A fine 2017 è partito il progetto biennale FISR *Sale Operative Integrate e Reti di monitoraggio del futuro* (S.O.I.R. monitoraggio futuro) che prevede l'implementazione di un sistema di integrazione ed interoperabilità e di *disaster recovery* delle sale per il monitoraggio e sorveglianza della sismicità, l'allerta tsunami e lo stato di attività delle aree vulcaniche del territorio nazionale. Il progetto prevede inoltre lo sviluppo di una rete di monitoraggio multiparametrica a scala nazionale, con miglioramento tecnologico di 20-30 stazioni appartenenti alle reti già esistenti e la loro implementazione e completamento con sensori sismici, accelerometrici, geodetici e per la misura delle emissioni di radon e il test di sensoristica sperimentale. A questo si unirà, per aumentare la multiparametricità degli osservabili monitorati (già presente nelle sale di monitoraggio vulcanico), l'ingegnerizzazione di procedure automatiche per l'integrazione nelle sale operative di misure ionosferiche, geomagnetiche, telerilevate da satellite (ottico), meteo-marine, *space weather*, e di modelli predittivi per le aree vulcaniche e sismiche, già sviluppati a partire da dati sismici, geodetici, telerilevati da satellite (SAR e ottico) e geochimici. Il progetto prevede un importante processo di formazione ed informazione del personale delle sale di monitoraggio e una fase di revisione della comunicazione dei prodotti delle sale e dei risultati del progetto verso il pubblico.

Sempre in relazione alla sorveglianza, è attivo anche il Progetto *ARISTOTLE: Parere esperto multi-hazard* per il DG-ECHO (European Civil Protection And Humanitarian Aid Operations, Direzione generale per la Protezione Civile e le operazioni di aiuto umanitario europee, è una direzione generale della Commissione europea), progetto promosso dall'ERC, iniziato nel 2016, concluso a inizio 2018 e che verrà rifinanziato in forma più estesa per il triennio 2018-2020. Il progetto prevede un servizio 7/24H di "advice and expert judgment" multi-hazard per terremoti, tsunami, vulcani, eventi meteorologici gravi, alluvioni e in fase prototipale incendi. Nei primi due anni del progetto è stato realizzato un sistema che, tramite una sala emergenze virtuale condivisa dai responsabili dei diversi hazard, fornisce parere esperto ad ERCC, che è l'organo di coordinamento in caso di attivazione del sistema di Protezione Civile europeo. INGV è coordinatore del progetto e partecipa attivamente agli hazard geologici.

## **SRS2 Gestione delle emergenze sismiche e da maremoto**

Organizzare e coordinare tutte le attività che sono necessarie durante un'emergenza sismica e/o da maremoto prevede la preparazione di protocolli che considerino tutti i livelli in cui l'ente è coinvolto: dal monitoraggio -- implementato grazie al lavoro dei Gruppi Operativi INGV -- alla comunicazione, sia verso DPC che verso il pubblico. La messa a punto e l'aggiornamento continuo dei Protocolli viene a valle delle numerose esperienze di intervento negli ultimi 20 anni (es. da quelle in Umbria-Marche 1997-1998 al centro Italia 2016-2017) e di esercitazioni. Corsi di formazione e aggiornamento ed esercitazioni sono parte integrante di questa attività. Nel 2018 è in completamento la stesura e ufficializzazione del Protocollo di Ente per le Emergenze Sismiche e da Maremoto nel quale si descrive la modalità di attivazione dell'Unità di Crisi e il suo ruolo. Per completare questo documento ci si avvale della collaborazione di tutti i ruoli di rilievo all'interno dell'INGV (Direttori di Dipartimento, di Sezione, dei Centri, Referenti dei Gruppi Operativi) e dell'esperienza acquisita dal personale coinvolto nelle ultime emergenze. Entro la fine dell'anno verrà programmata un'esercitazione per verificare la funzionalità del Protocollo stesso. Parte del processo di stesura di questo Protocollo include anche la collaborazione con il Dipartimento Vulcani, in considerazione del fatto che è altamente probabile che un'emergenza vulcanica includa anche un'emergenza sismica. Per questo motivo si valuterà l'organizzazione di una o più esercitazioni multi-rischio da farsi non prima del 2019.

Durante un'emergenza sismica, l'INGV si avvale di 5 gruppi operativi con attività prevalentemente codificate nell'Accordo Quadro DPC-INGV. In caso di evento sismico significativo sul territorio italiano, i gruppi si attivano secondo il proprio protocollo: EMERGEIO effettua il rilievo degli effetti geologici cosismici in superficie sia primari che secondari; Emersito studia gli effetti di sito; QUEST esegue il rilievo macrosismico; IES svolge attività informative per le scuole e la popolazione coinvolta; SISMICO contribuisce al monitoraggio della sismicità attraverso l'installazione di una rete sismica temporanea.



*Intervento del Gruppo operativo SISMOKO sequenza centro Italia 2016-2018.*

Nel 2018 si intende valutare un aggiornamento delle procedure di intervento dei singoli gruppi, a valle delle esperienze vissute recentemente, e procedere col rinnovo dei referenti dei gruppi di coordinamento. Per quel che riguarda il Gruppo Operativo SISMOKO, c'è in programma di verificare il proprio operato, che consiste nel predisporre la strumentazione da installare temporaneamente e codificare le azioni da seguire in caso di un forte terremoto, attività che risulta estremamente rilevante per garantire un efficace e rapido intervento in area epicentrale. SISMOKO è infatti il Gruppo Operativo denominato che assicura per l'INGV, in caso di emergenza sismica o vulcanica, l'installazione di una rete sismica temporanea ad integrazione delle reti permanenti, nei tempi più ridotti possibile. Un altro Gruppo Operativo che opera in emergenza dopo eventi sismici distruttivi, installando reti di monitoraggio temporanee e partecipando ad attività di microzonazione sismica per valutare l'amplificazione del moto sismico in superficie è Emersito. Nel prossimo futuro Emersito prevede di rivedere il protocollo di organizzazione, completare le attività inerenti le ultime due emergenze, definire le procedure di analisi e i template per i report, svolgere test per la trasmissione dati in real-time, pianificare esercitazioni per la verifica delle procedure e la formazione dei partecipanti; elaborare una proposta inclusiva delle attività di Emersito nella convenzione DPC 2019-21. Il gruppo QUEST proseguirà l'analisi dei dati raccolti nel corso della sequenza in Centro-Italia e per il terremoto dell'isola di Ischia. Verrà inoltre implementata la sperimentazione di strumenti tecnologici che agevolino le attività di campagna, anche tramite esercitazioni e simulazioni sul campo (tablet con software dedicati per la geolocalizzazione e trasmissione dei dati in tempo reale). E' in fase di progetto l'organizzazione di un workshop tecnico-metodologico sui metodi di rilevamento e di un corso di formazione specifico per i tecnici che operano sul terreno, in collaborazione con ingegneri strutturalisti appartenenti ad altri enti di ricerca. Il gruppo EMERGEIO sta aggiornando il proprio protocollo e organizzando attività di implementazione della propria operatività in emergenza. Infatti effettuerà la manutenzione, l'aggiornamento e la sperimentazione di ulteriori strumenti tecnologici sia hardware che software che supportino le attività di campagna ed uniformino la trasmissione dati alle sedi preposte. Saranno organizzate per il personale EMERGEIO giornate formative direttamente sul campo dedicate al rilievo di terreno. Le giornate formative saranno effettuate nel territorio interessato dalla sequenza sismica iniziata il 24 agosto 2016, per testare la funzionalità degli strumenti e per implementare l'abilità dei rilevatori direttamente sul campo. Infine sarà migliorata la sperimentazione complementare al questionario disponibile in rete all'indirizzo <http://www.haisentitoilterremoto.it/emergeio.html>, per ricevere in tempo reale indicazioni sugli effetti cosismici geologici osservati dal pubblico e al tempo stesso da utilizzare per diffondere la conoscenza degli effetti geologici cosismici.

### **SRS3 Attività dei Centri**

**Il Centro Allerta Tsunami (CAT)** dall'inizio del 2017 è già attivo e integrato con il monitoraggio della sismicità effettuata dalla Sala Sismica di Roma. Il CAT è parte del sistema SiAM (DPCM del 17 febbraio 2017), ne costituisce la fonte informativa scientifica e ha il compito di monitorare 7/24H i maremoti nell'area mediterranea e di elaborare la messaggistica conseguente secondo delle procedure di comunicazione stabilite. A valle della pubblicazione in Gazzetta Ufficiale della Direttiva del PCM sul sistema nazionale di allertamento per i maremoti di origine sismica (5/6/2017), il Centro Allerta Tsunami (CAT) proseguirà il monitoraggio H24 dei terremoti potenzialmente tsunamigenici a scala globale, con particolare attenzione all'area di competenza in ambito ICG/NEAMTWS, per la quale il CAT invia i messaggi di allerta tsunami al DPC e a molti Paesi e Centri dell'area Euro-Mediterranea, in qualità di Tsunami Service Provider (TSP) per l'IOC-UNESCO. Al momento, la prima allerta maremoto viene stabilita in base ai parametri dei terremoti e alla matrice decisionale che è in corso di aggiornamento e sarà sostituita da un'altra che utilizza un sistema più accurato basato su scenari pre-calcolati e un approccio probabilistico al forecast. Questa attività di sorveglianza presenta aspetti estremamente delicati che coinvolgono l'allertamento o meno di regioni costiere del nostro Paese e di altri Paesi euromediterranei, come la Francia, la Grecia, la Turchia, Egitto, Israele, ecc. Essendo l'operatività di recente predisposizione (dal 1/1/2017) è ancora in corso l'ottimizzazione dei sistemi di allerta e comunicazione. Tale ottimizzazione si basa nel corso del prossimo biennio sia sul miglioramento della capacità di monitoraggio attraverso l'integrazione di dati real-time provenienti dalla rete internazionale di monitoraggio IMS (International Monitoring System) della CTBTO all'interno del sistema di allerta dell'INGV che sulla definizione accurata della pericolosità delle coste italiane e delle fasce di inondazione per i diversi livelli di allerta (di concerto con il DPC e l'ISPRA). Per questo, il CAT proseguirà lo studio e la definizione della S-PTH (Pericolosità probabilistica per i maremoti di origine sismica) per le coste italiane, proseguendo il lavoro fatto con il progetto europeo TSUMAPS-NEAM, conclusosi a fine 2017. Nel corso del 2018-2020 verranno sperimentate e messe in operazione alcune importanti modifiche delle procedure con cui viene effettuata l'allerta.

**Il Centro di Pericolosità Sismica (CPS)** si occupa di produrre modelli per la stima di pericolosità sismica su diverse scale temporali. Negli ultimi anni il CPS ha lavorato su un programma per l'aggiornamento del Modello di Pericolosità Sismica per l'Italia (MPS04) realizzato nel 2004, pubblicato nel 2006 nella Gazzetta Ufficiale e recepito nel 2009 nelle Norme Tecniche delle Costruzioni per la definizione dell'azione sismica. Per procedere con l'aggiornamento del nuovo modello di pericolosità sismica di lungo termine a scala nazionale per scopi di normativa antisismica, è stata coinvolta una larga comunità: oltre 150 ricercatori di INGV, Università, CNR, OGS, ecc. La pubblicazione del modello potrebbe avvenire tra la fine del 2018 e l'inizio del 2019, al termine di una lunga fase di revisione da parte di esperti indicati da DPC. Uno degli obiettivi attualmente in corso d'opera è la preparazione.

Inoltre all'interno del CPS si è sviluppato ed implementato un primo modello di stima della pericolosità sismica di breve termine (a.k.a. Operational earthquake forecasting; Jordan et al., 2011). Il modello, ancora in fase di test presso il Dipartimento della Protezione Civile, è stato applicato in tempo reale durante la recente sequenza dell'Italia Centrale. I risultati, pubblicati su Science Advance (Marzocchi et al., 2017), hanno mostrato che il modello descrive in maniera realistica il numero, la localizzazione e la magnitudo dei terremoti avvenuti durante la sequenza. Nei prossimi anni si svilupperanno e testeranno in maniera rigorosa nuovi modelli, che includano informazioni finora trascurate, come cataloghi sismici di alta qualità, informazioni geologiche, misure di deformazione e/o di altri parametri geofisici come possibili indicatori geodinamici. Lo scopo ultimo è quello di produrre modelli che portino ad un aumento della capacità predittiva dei terremoti. Si svilupperanno inoltre procedure statistiche per utilizzare al meglio modelli di diversa natura (ensemble modeling) che hanno portato ad un notevole incremento della capacità predittiva in altri campi come la meteorologia.

**Il Centro di Monitoraggio del Sottosuolo (CMS)** si occupa di ricerca e monitoraggio della sismicità e delle deformazioni del suolo connesse ad attività antropiche di sfruttamento di risorse energetiche, come estrazione di idrocarburi, stoccaggio di gas, geotermia. Il CMS svolge le sue attività ponendosi come riferimento per la società, nell'ambito di collaborazioni e convenzioni con MISE-UNMIG ed enti locali. Il CMS è una risposta alle richieste della società per il coinvolgimento dell'INGV come referente autorevole per il monitoraggio degli effetti delle attività antropiche di utilizzo del sottosuolo per fini energetici. L'INGV, d'intesa con il MISE-DGS-UNMIG, lavora all'implementazione delle Linee Guida proposte per il monitoraggio di sismicità e deformazioni del suolo in queste situazioni. La sfida è quella di sviluppare una infrastruttura che copra tutti gli aspetti necessari all'operatività di una SPM ma che al tempo stesso mutui gli avanzamenti della conoscenza e l'innovazione tecnologica ai servizi e viceversa porti le richieste poste dalla sicurezza e sostenibilità ambientale, sociale ed economica dello sfruttamento

delle georisorse a guidare nuove attività di ricerca. Il Centro per il Monitoraggio delle attività del Sottosuolo (CMS) è la struttura dedicata alla raccolta, analisi, interpretazione e modellazione di dati relativi alle aree del territorio nazionale interessate da attività antropiche di sfruttamento di georisorse (coltivazione di idrocarburi, reiniezione di acque di scarto, stoccaggio di gas naturale, invasi artificiali) o legate ad altri rischi antropogenici. Il CMS opera in conformità con gli Indirizzi e le linee guida per il monitoraggio della sismicità delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche (ILG), messi a punto dalla Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie del Ministero dello Sviluppo Economico. Attualmente l'INGV è stato nominato Struttura Preposta al Monitoraggio (SPM) per le concessioni di Minerbio.

L'INGV partecipa alle attività del Centro Microzonazione Sismica (CentroMS), costituito sulla base di un accordo (Accordo Prot. CNR n. 8564 del 9 Febbraio 2015) tra il CNR ed altre Istituzioni scientifiche nazionali, successivamente esteso all'INGV, all'ENEA e all'ISPRA. Il CentroMS ha come obiettivi lo sviluppo di metodologie e aggiornamenti sugli studi di microzonazione sismica e sulle sue applicazioni, la promozione di formazione teorica e operativa, la fornitura di supporto tecnico scientifico per la realizzazione e il coordinamento degli studi, anche nella fase della prima emergenza e la promozione dell'informazione ai soggetti interessati e ai cittadini. Le attività del CentroMS si pongono nel solco della feconda collaborazione tra mondo della ricerca, Enti e Istituzioni, che ha consentito di realizzare, nel 2008, gli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" e, nel 2009, ha contribuito alla valutazione del contesto geologico-tecnico nell'emergenza post-terremoto in Abruzzo. Il contributo dell'INGV all'interno del CentroMS consiste nell'applicazione di tecniche all'avanguardia per lo studio della risposta sismica dei terreni agli studi di microzonazione come nel caso di quelli avviati a seguito della sequenza sismica del 2016-2017 in Italia Centrale e successivamente all'evento sismico che ha colpito l'Isola di Ischia nell'agosto 2017. In questi contesti, oltre alle attività di microzonazione, sono previsti approfondimenti attraverso l'analisi di casi di studio finalizzati a migliorare il livello di conoscenza raggiunto. Queste attività applicate rappresentano un importante stimolo a nuova ricerca di punta che viene svolta all'interno della Linea Ricerca Terremoti (vedi T5 Ingegneria sismica) e viceversa beneficiano di qualsiasi avanzamento ottenuto dalla ricerca di base. Attraverso la partecipazione al Comitato di Indirizzo del CentroMS, INGV fornirà un contributo per la ridefinizione del ruolo istituzionale del centro, attualmente in discussione, e per la definizione dei criteri di applicazione della microzonazione sismica (MZS) per la ricostruzione delle aree colpite dalla sequenza sismica dell'Italia centrale del 2016-2017. A queste attività potrebbe contribuire costruttivamente anche l'analisi delle registrazioni sismiche delle postazioni accelerometriche della rete RAN e RSN, al fine di valutare parametri utili alla risposta sismica locale (es. funzioni di amplificazione, frequenze fondamentali, ecc). In particolare applicando metodi quali i rapporti spettrali standard (SSR) e a singola stazione (HVSR) o l'inversione generalizzata (GIT). Per le stazioni del centro Italia saranno effettuate modellazioni monodimensionali della risposta sismica, utilizzando i profili di velocità già disponibili nella banca dati accelerometrica ITACA o in seguito allo studio di microzonazione sismica dell'Italia Centrale.

#### **SRS4 Preparazione alla comunicazione in emergenza**

La comunicazione durante le emergenze sismiche ha un ruolo fondamentale nella gestione dell'emergenza stessa ed ha come obiettivo primario quello di fornire, in tempi veloci, informazioni corrette e comprensibili al cittadino. Per questo il Dipartimento Terremoti dell'INGV da alcuni anni si è dotato di strumenti e risorse per comunicare sia via web che mediante canali social e in quest'ultimo anno ha ulteriormente implementato il GdL INGVTerremoti. Inoltre, in caso di un'emergenza rilevante, si attiva anche il Gruppo operativo IES (vedi SRS2) che svolge attività informative per le scuole e la popolazione coinvolta nell'emergenza sismica, per condividere le conoscenze sulla sismicità del territorio, sulle sue caratteristiche di pericolosità, sulla sequenza sismica in corso e su quanto è possibile fare per ridurre il rischio. Gli incontri, tenuti da personale del Gruppo IES, sono anche l'occasione per condividere e discutere liberamente dubbi, esperienze, interrogativi su quanto è successo e su quanto potrà accadere in futuro.

Per quel che riguarda la comunicazione via web, social media e App, sono attivi attualmente i seguenti canali INGVTerremoti:

- Blog <https://ingvterremoti.wordpress.com/>
- Facebook <https://www.facebook.com/INGVterremoti-436853586390357/>
- Twitter <https://twitter.com/INGVterremoti>
- YouTUBE <https://www.youtube.com/user/INGVterremoti>
- APP Android <https://play.google.com/store/apps/details?id=it.ingv.android&hl=it>
- APP Apple <https://itunes.apple.com/it/app/ingvterremoti/id424180958?mt=8>
- Story maps <http://terremoti.ingv.it/it/storymaps.html>.

Nel caso in cui si verifichi un terremoto di magnitudo  $M \geq 4.0$  il Gruppo di Lavoro INGV Terremoti si attiva per rilasciare informazioni tempestive al pubblico, mediante post informativi e di approfondimento sul blog INGVterremoti, che vengono contestualmente pubblicate anche sui canali social e sulle App INGV Terremoti. In molti casi, i contenuti di questi post sono oggetto di note o comunicati stampa per assicurare una migliore diffusione attraverso media e stampa.

Le localizzazioni ottenute nelle Sale Operative INGV (Roma, Catania e Napoli) vengono rese pubbliche tramite il sito con la Lista Terremoti ([cnt.rm.ingv.it](http://cnt.rm.ingv.it)) e, per le aree vulcaniche, sui siti degli osservatori vulcanici, e quindi anche tramite le App e sui canali Twitter e Facebook. Dalla fine del 2018 si arriverà ad una maggiore integrazione e coerenza dei dati che escono dalle tre Sale Operative. Dal 2019 la comunicazione in tempo reale delle localizzazioni dei terremoti sarà gestita a livello nazionale per garantirne coerenza e immediatezza. Quest'ultimo punto verrà gestito in stretta collaborazione con il Tavolo Tecnico tra le Sale Operative INGV.

Dall'autunno 2018, inoltre, il canale Twitter @INGVterremoti inizierà a pubblicare in tempo reale le localizzazioni automatiche dei terremoti calcolate nella Sala di Sorveglianza Sismica. Per gli eventi di magnitudo superiore a 3.0 verrà rilasciato un tweet, solo nel caso in cui i parametri di qualità della localizzazione siano tali da garantire una bassa discrepanza tra la determinazione automatica e quella realizzata successivamente dai nostri sismologi in sala sismica. Si chiude così un percorso di sperimentazione e analisi durato 7 anni per mettere alla prova il sistema di invio, per definire i parametri migliori per una buona affidabilità del servizio e per individuare il modo più efficace di comunicare la provvisorietà e l'incertezza del dato. La ricerca con il forte contributo dello sviluppo tecnologico contribuirà al miglioramento della comunicazione in emergenza (vedi T8).

In questo ambito ben si inquadra la ricerca connessa alla percezione del rischio, ovvero la ricerca psicosociale applicata ai terremoti, la quale produce da alcuni anni osservazioni sistematiche su temi rilevanti per la riduzione dei rischi: percezione, rumors, disaster memory, comunicazione. Nel 2018 è stata avanzata la proposta di dare una cornice istituzionale a queste attività con la costituzione di un Laboratorio per lo studio della Percezione del rischio e della Memoria dei disastri naturali, in via di definizione. Da queste analisi si individuano i criteri che il Dipartimento Terremoti può utilizzare nelle "comunicazioni" verso il pubblico. Per quanto riguarda la percezione del rischio sismico in Italia è disponibile una base dati su un campione statistico nazionale di oltre 4000 persone, relativa all'indagine CATI (Computer Assisted Telephone Interview), realizzata nei primi mesi del 2015. Analogamente è disponibile la base dati raccolta via web ([www.terremototest.it](http://www.terremototest.it)), partita nei primi mesi del 2013, che ad oggi ha raccolto circa 10000 risposte. Questi dati contribuiranno alla stesura di un report a cadenza annuale sulla percezione del rischio sismico che sarà prodotto a partire dal 2018. Questa ricerca sulla percezione del rischio è stata estesa al rischio maremoto. Nei primi mesi del 2018, in collaborazione con il Centro Allerta Tsunami, è stata avviata una ricerca pilota sulla percezione del rischio tsunami/maremoto in Calabria e Puglia. Questa indagine consentirà di acquisire una prima base di dati utili a favorire una comunicazione efficace sul rischio maremoto.

Altra attività di rilevanza per migliorare e favorire la comunicazione sui rischi terremoto e vulcani riguarda lo studio del fenomeno dei rumors sui terremoti, e più in generale sui fenomeni naturali. Per questo è stata messa a punto una procedura di calcolo per determinare la forza del rumor rivisitando la formula ( $R \sim importance \times ambiguity$ ) definita da Allport e Postman nel 1947. Dopo la catalogazione del rumor relativi al terremoto in Pianura Padana del 2012, si stanno raccogliendo e catalogando i rumors relativi ai terremoti dell'Italia centrale del 2016-2017 (Amatrice-Visso-Norcia). Questa attività produrrà un rapporto nei primi mesi del 2019.

Nell'ambito del sistema "Hai Sentito Il Terremoto (HSIT)" nel 2018 saranno rese disponibili sul sito web delle mappe tematiche aggiuntive riguardanti alcuni dei diagnostici delle scale macrosismiche. Il metodo di calcolo verrà affinato per distinguere i gradi I e II precedentemente accorpati. Sarà creata una pagina dedicata alla sala di sorveglianza sismica con le segnalazioni di HSIT dell'ultima ora. Nel biennio successivo si prevede il rilascio del data base completo, con DOI associato, delle intensità comunali, la creazione di una interfaccia con piattaforma GIS per la consultazione e la creazione di un gruppo di istituti europei per l'unione dei dati.

### **SRS5 Convenzioni derivanti dall'Accordo Quadro decennale INGV-DPC**

In base a convenzioni annuali definite all'interno dell'Accordo Quadro Decennale tra INGV e Dipartimento della Protezione Civile, l'ente svolge attività per il monitoraggio, la sorveglianza e l'incremento della conoscenza dei Terremoti e Maremoti. Queste attività, essenzialmente di servizio, beneficiano dei risultati della Ricerca per sviluppare

applicazioni e prodotti di interesse per la società e al tempo stesso fungono da stimolo allo sviluppo di nuove attività di ricerca in risposta ai quesiti e dalle richieste della società.

Queste convenzioni occupano il personale Ricercatore, Tecnologo e Tecnico per circa 1300 m/p che rappresentano circa il 13% del totale dell'impegno INGV. Questo tempo ha un enorme impatto sulle attività dell'ente ma va detto che non crea i prodotti tipici delle attività di ricerca attesi per un EPR. Oltre alle attività di sala sismica, laboratorio e terreno per l'implementazione e manutenzione delle reti di monitoraggio, in questo ambito sono ricomprese tutte le attività per l'implementazione di banche dati, di comunicazione e di rapportistica. Si tenga conto che nel 2017 sono stati prodotti oltre alle relazioni preliminari e di dettaglio per ciascun evento di  $M > 4$  (26 nel 2017), anche 6 relazioni contenenti elementi tecnico-scientifici utili ai fini delle valutazioni da parte della "Commissione nazionale per la previsione e la prevenzione dei grandi rischi con particolare attenzione alla sequenza in Italia centrale e all'evento di Ischia; 12 relazioni mensili sull'attività sismica in corso nella zona epicentrale dell'Italia centrale; 4 relazioni quadrimestrali sull'attività sismica in Italia ed in particolare in aree di sequenza sismica; 3 relazioni di sintesi sulla situazione geomorfologica, idrogeologica e strutturale di Pescara del Tronto, Arquata del Tronto e Castelsantangelo sul Nera; 1 Relazione di sintesi e presentazione a incontro con le PC regionali (24 feb.-- PC Umbria, Marche, Lazio e Abruzzo) a valle degli eventi del 18 gennaio 2017; 1 relazione di chiarimenti su situazione dighe in area epicentrale con particolare attenzione alla diga di Campotosto ed alla possibilità di fagliazione superficiale nelle vicinanze; 1 relazione di sintesi sulla sequenza 2016-2017 in Italia centrale e 1 relazione di sintesi sull'evento di Ischia.

In particolare gli obiettivi delle Convenzioni con DPC sono i seguenti:

#### **Convenzione Allegato A**

Svolgimento del servizio di sorveglianza sismica e da maremoto, la gestione delle banche dati, la preparazione delle attività tecnico-scientifiche in emergenza, nonché la formazione, la comunicazione e la divulgazione. Le attività di Sorveglianza e Monitoraggio al punto SRS1 ricadono pienamente in questa convenzione.

#### **Convenzione Allegato B1**

Potenziamento delle banche dati e dei modelli di calcolo per la costante realizzazione di stime aggiornate di pericolosità sismica a breve, medio e lungo termine.

#### **Convenzione Allegato B2**

Miglioramento e il potenziamento delle attività di servizio di cui all'allegato A con lo scopo di trasferire in modalità pre-operativa e operativa i più recenti risultati ed avanzamenti della ricerca scientifica e tecnologica sviluppati dalla comunità italiana ed internazionale. Nella convenzione 2018 le tematiche specifiche sviluppate in ambito Terremoti e Maremoti sono:

1. Programma di integrazione, miglioramento e adeguamento, anche informatico, delle banche dati sismologiche dell'INGV di interesse di protezione civile;
2. Potenziamento dell'infrastruttura per il monitoraggio dei terremoti con upgrade scientifico-tecnologico della Rete Sismica Nazionale;
3. Miglioramento delle comunicazioni tra INGV e DPC;
4. Sviluppo e ottimizzazione delle procedure per il miglioramento del servizio di sorveglianza del Centro di Allerta Tsunami (CAT) e realizzazione della mappa di pericolosità da tsunami (S-PTHA).

## Attività di Ricerca

Dipartimento

Vulcani

Specificare l'Area di Intervento:

Linea di Attività: "Servizi e ricerca per la società - Vulcani"

Data Inizio:

1-1-2018

Data Fine:

31-12-2018

a.

### Finalità e Obiettivi

L'articolazione del Dipartimento Vulcani in tre distinte Linee di attività (LdA) ha l'obiettivo di evidenziare e valorizzare le tre principali attività che realizza l'Istituto ovvero l'attività di ricerca libera nelle diverse aree tematiche che caratterizzano le scienze vulcanologiche, l'attività di servizio svolta a beneficio del Dipartimento della Protezione Civile e di altre istituzioni nazionali ed internazionali con l'obiettivo di contribuire alla mitigazione del rischio vulcanico, e l'attività di mantenimento e ulteriore sviluppo delle infrastrutture di ricerca dell'Ente, siano esse reti di monitoraggio, laboratori sperimentali ed analitici, risorse di calcolo scientifico, banche dati, osservatori multidisciplinari da terra e satellitari, e strumenti o prodotti necessari alle diverse attività realizzate.

Relativamente alla Linea "Servizi e ricerca per la società - Vulcani", essa è dedicata prevalentemente alle attività di sorveglianza ma anche a quelle relative alla stima della pericolosità vulcanica, a breve, medio e lungo termine, che l'Istituto realizza per il Dipartimento della Protezione Civile, per le autorità di protezione civile regionali e locali, per le autorità aeronautiche relativamente al rischio per il traffico aereo rappresentato dalla emissione di ceneri vulcaniche, nonché per altre autorità di protezione civile europee e internazionali (e.g. DG-ECHO delle UE). La maggior parte di queste attività sono realizzate nell'ambito dell'Allegato "A" dell'Accordo Quadro tra DPC e INGV e nell'ambito del Centro di Pericolosità Vulcanica (CPV), finanziato nell'ambito dell'Allegato "B" dello stesso Accordo, che ha come obiettivo principale la realizzazione di prodotti istituzionali relativi alla stima della pericolosità vulcanica.

Le attività di questa Linea si basano fortemente sulle infrastrutture di ricerca e sulle attività di innovazione tecnologica che a sua volta rappresentano la terza Linea di attività, trasversale ai tre Dipartimenti. Particolare rilevanza rivestono le reti geofisiche, geochimiche, geodetiche, gravimetriche, elettromagnetiche, ecc. installate sui vulcani attivi nazionali, nonché i laboratori analitici e sperimentali per la caratterizzazione dei magmi, dei prodotti e dei processi vulcanici, le banche dati vulcanologiche, le risorse di calcolo e i modelli numerici per la simulazione dei processi vulcanici, le osservazioni da terra e da satellite. È da osservare qui che le attività incluse nelle due Linee "Servizi e ricerca per la società - Vulcani" e "Infrastrutture di ricerca e sviluppo tecnologico" sono ricomprese nella categoria "Ricerca Istituzionale" come definita nelle linee guida del PTA. Si nota infine che le attività di servizio relative alla "Terza missione" realizzate in ambito vulcanologico sono descritte nella relativa sezione del PTA.

L'insieme delle attività condotte e delle competenze esistenti all'interno di questa Linea di attività permettono anche di individuare alcuni Obiettivi Strategici su cui si intende focalizzare le attività. Qui di seguito si elencano un paio di Obiettivi Strategici (indicati ancora con V-OS# e con numerazione a seguire rispetto a quelli riportati nella Scheda della Linea di attività "Ricerca - Vulcani") che si prevede di approfondire e sviluppare nel corso del prossimo triennio. Questi obiettivi vanno visti come un tentativo di identificare delle sfide scientifiche e tecnologiche in grado di portare a un salto di qualità nella stima della pericolosità associata ai vulcani attivi italiani e quindi a più efficaci azioni di mitigazione del rischio ad essi associato da parte delle autorità di protezione civile. Allo stesso tempo questi obiettivi, una volta meglio circostanziati e applicati ad uno specifico vulcano di interesse, possono rappresentare dei veri e propri progetti, multidisciplinari e aggreganti delle diverse competenze esistenti nell'Istituto, in grado di contribuire al progetto istituzionale *Working Earth*.

Gli Obiettivi Strategici individuati, che rappresentano in buona parte la continuazione e il naturale sviluppo di quelli previsti dai precedenti PTA, possono essere sinteticamente descritti come segue:

#### **V-OS4) Ottimizzazione dei sistemi di sorveglianza e sviluppo di sistemi di early-warning dei vulcani italiani**

Questo obiettivo si prefigge di ottimizzare i sistemi di sorveglianza dei vulcani attivi italiani col fine ultimo di massimizzare l'efficacia e l'economicità di tali sistemi. In particolare, i sistemi di sorveglianza dovrebbero essere sempre più progettati in funzione delle specifiche caratteristiche del vulcano monitorato e dei principali fenomeni pericolosi attesi. Un aspetto importante di questo task dovrebbe essere lo sviluppo di efficaci sistemi di *early-warning* mirati a registrare i primissimi segnali del possibile risveglio del vulcano e a caratterizzare la tipologia e la dinamica degli eventi attesi (vedi anche obiettivo strategico V-OS2). Sistemi di questo tipo sono già in fase di significativo sviluppo all'Etna e allo Stromboli anche in collaborazione con altri Centri di Competenza del Dipartimento della Protezione Civile. Lo sviluppo di sistemi analoghi per vulcani quiescenti e caratterizzati da elevatissimo rischio come il Vesuvio e i Campi Flegrei, potrebbe rappresentare un sostanziale aiuto per una migliore gestione di eventuali future emergenze. L'ottimizzazione dei sistemi di sorveglianza dovrebbe quindi basarsi su una approfondita analisi e comprensione dei meccanismi pre-eruttivi ed eruttivi attesi e dei fenomeni ad essi correlati e portare così ad una pianificazione ottimale del sistema di monitoraggio finalizzato all'attività di sorveglianza. Tale obiettivo dovrebbe inoltre realizzarsi in stretto collegamento e sinergia con gli Obiettivi Strategici V-OS1 e V-OS2.

#### **V-OS5) Stima quantitativa della pericolosità e del rischio vulcanico**

Al fine di poter classificare i territori intorno ad un vulcano in funzione della loro esposizione al rischio vulcanico, è necessario disporre di stime, per quanto possibile quantitative, della pericolosità e del rischio associato a ciascuno vulcano attivo italiano, sia subaereo che sottomarino. A causa delle numerose e macroscopiche incertezze in gioco nei sistemi vulcanici, la stima quantitativa della pericolosità dei fenomeni è sempre stata un difficile obiettivo da raggiungere. Ciò nonostante, il rilevante bagaglio di conoscenze acquisito sui vulcani italiani permette oggi di fare ulteriori passi in avanti in questa direzione. È inoltre importante non solo disporre di stime della pericolosità dei fenomeni in termini quantitativi e probabilistici (necessariamente con le associate incertezze, vedi anche Obiettivi Strategici V-OS2 e V-OS3) ma anche possibilmente combinare queste stime con informazioni e dati di vulnerabilità ed esposizione dei territori interessati. Soltanto la stima del rischio può infatti permettere di individuare le reali criticità associate ad uno o più scenari vulcanici e permettere quindi alle autorità di protezione civile di predisporre i necessari piani di emergenza e mitigazione. Sebbene una stima rigorosa e quantitativa del rischio sia certamente un obiettivo non perseguibile nel corso di un triennio, è verosimile che lo sviluppo di scenari o comunque di analisi semplificate dell'impatto e del rischio dei fenomeni, possano già permettere di ottenere informazioni di grande utilità ai fini di protezione civile. In particolare, lo sviluppo di una mappa di pericolosità e di rischio vulcanico, possibilmente a scala nazionale e per specifici orizzonti temporali, può rappresentare un utile strumento di pianificazione urbanistica e di gestione del rischio da perseguire nel medio termine. Contributi alla stima della pericolosità potranno essere realizzati anche per specifici vulcani esteri sia in periodi di pace che durante crisi ed emergenze.

<b>b.</b>	<b>Contenuto Tecnico-Scientifico</b>
-----------	--------------------------------------

In questa sezione vengono sinteticamente presentate le principali attività e tematiche che costituiscono la Linea di attività "Servizi e ricerca per la società - Vulcani" con particolare riferimento ad alcuni degli Obiettivi Specifici che saranno perseguiti nel 2018 e nel biennio successivo. Queste attività hanno il fine ultimo di migliorare le conoscenze ed i servizi realizzati dall'Ente per altre istituzioni dello Stato e del territorio, per istituzioni internazionali e più in generale verso la società. In particolare, in questa LdA sono incluse le attività svolte in regime di convenzione con il Dipartimento della Protezione Civile, quelle realizzate per le autorità aeronautiche nazionali (ENAC, AM) in relazione al rischio associato alle cenere vulcanica per il traffico aereo, nonché quelle per altre istituzioni europee e internazionali (e.g. EU DG-ECHO, ICAO, GEO-GSNL) in relazione a sistemi di allertamento ed *early-warning* per la mitigazione del rischio vulcanico a scala sovranazionale. Le informazioni riportate di seguito provengono dai contributi forniti dai ricercatori e tecnologi dell'Istituto tramite un Forum dedicato alla preparazione del PTA e disponibile nel nuovo sito web dei Dipartimenti (ex Strutture di Ricerca) dell'INGV ([strutture.rm.ingv.it/forums/](http://strutture.rm.ingv.it/forums/)). I prodotti attesi da queste attività sono principalmente comunicati, bollettini e relazioni di sorveglianza, rapporti scientifici e tecnici,

pubblicazioni scientifiche su riviste JRC e non-JCR, presentazioni a convegni e workshop, nuovi progetti scientifici e nuove collaborazioni nazionali e internazionali.

#### **Servizi e ricerca per la società**

In questa Linea di attività vengono raccolte tutte le attività realizzate dall'Istituto nell'ambito di servizi svolti per altre istituzioni ed enti dello stato e del territorio, per istituzioni internazionali e più in generale verso la società. In particolare, in questa LdA sono incluse le attività svolte in regime di convenzione con il Dipartimento della Protezione Civile, quelle per le autorità aeronautiche nazionali (ENAC, AM) in relazione al rischio associato alle cenere vulcanica per il traffico aereo, nonché quelle per altre istituzioni europee e internazionali (e.g. EU DG-ECHO, ICAO, GEO-GSNL) in relazione a sistemi di allertamento ed *early-warning* per la mitigazione del rischio vulcanico a scala sovranazionale.

#### **Realizzazione ed aggiornamento di modelli digitali del terreno in aree vulcaniche attive italiane**

In caso di eruzione vulcanica, la disponibilità di una topografia aggiornata dell'area interessata da tale fenomeno è fondamentale ai fini della valutazione della pericolosità e della gestione del potenziale rischio associato. A tal scopo, il telerilevamento è una delle tecniche più efficaci in quanto restituisce rapidamente e con costi moderati topografie di buon dettaglio e a larga scala. L'obiettivo prevede di realizzare una procedura automatica che, partendo dall'acquisizione di dati satellitari ad elevata risoluzione spaziale, sia in grado di creare in breve tempo un modello digitale del terreno ad alta risoluzione aggiornato all'evento stesso. Tale procedura coinvolgerà più piattaforme di elaborazione e prevedrà l'implementazione di nuovi codici di processamento.

#### **Aggiornamento di modelli digitali del terreno post-eruttivi con fotogrammetria da drone**

Si proseguirà con l'attività di monitoraggio delle colate e con l'aggiornamento continuo delle mappe e dei DEM tramite ricostruzione fotogrammetrica 3D ottenuta dai droni. Queste attività consentono inoltre, tramite software fotogrammetrici e di gestione delle nuvole di punti, di aggiornare la topografia post-eruttiva, eseguire analisi morfometriche e strutturali dei crateri sommitali, con particolare attenzione ad aree di debolezza strutturale, possibile quadro di collassi laterali dei coni. I DEM elaborati sono fondamentali per calcolare con accuratezza i parametri vulcanologici che caratterizzano un'eruzione: area, spessore, volume della colata e tasso effusivo, con dettagli e frequenze di aggiornamento impossibili dal rilevamento aereo o satellitare.

#### **FISR Sale Operative Integrate e Reti di monitoraggio del Futuro**

Ingegnerizzazione di procedure automatiche per l'integrazione nelle sale operative di misure (i.e. ionosferiche, geomagnetiche, telerilevate da satellite ottico) già acquisite all'INGV e di modelli predittivi per le aree vulcaniche e sismiche, già sviluppati a partire da dati sismici, geodetici, telerilevati da satellite (SAR e ottico) e geochimici. Formazione ed informazione del personale delle sale di monitoraggio. Comunicazione dei prodotti delle sale e dei risultati del progetto verso il pubblico.

#### **Monitoraggio delle nubi vulcaniche e della loro evoluzione utilizzando il sensore SEVIRI a bordo del satellite geostazionario MSG in near real time**

SEVIRI è uno strumento multispettrale a bordo dei satelliti MSG con 12 bande dal visibile all'infrarosso termico, una risoluzione spaziale di 3x3 km<sup>2</sup> (al nadir) e una risoluzione temporale di 15 e 5 minuti. Queste misure saranno utilizzate per il monitoraggio delle nubi vulcaniche emesse durante eruzioni esplosive, e forniranno in tempo quasi reale l'altezza della colonna eruttiva, la massa, lo spessore ottico e il raggio effettivo della cenere e la massa di SO<sub>2</sub>. Tali procedure verranno implementate nelle sale di monitoraggio per fornire questi nuovi prodotti ad integrazione delle osservazioni già esistenti.

#### **Monitoraggio dell'inizio e della durata dell'eruzione utilizzando il sensore SEVIRI a bordo del satellite geostazionario MSG in near real-time**

Il sistema MS2RWS, sviluppato nell'ambito delle attività del Laboratorio di Telerilevamento, permette l'identificazione dell'inizio dell'eruzione dell'Etna e l'attività di Stromboli attraverso i dati del satellite MSG-SEVIRI. Su richiesta può essere attivato su tutti i vulcani esplosivi ricadenti nell'emisfero acquisito da SEVIRI. L'attività coinvolge il personale TI e TD del laboratorio di Telerilevamento di Roma. Per i successivi due anni sarà necessario l'adeguamento del sistema di acquisizione alle nuove missioni che permetteranno migliori risoluzioni spaziale e temporali.

### **Outline delle colate attive mediante tecniche di *remote sensing* satellitare**

Generazione, sulla disponibilità di dati ottici Landsat 8 e Copernicus Sentinel 2, di mappe delle colate laviche su tutti i vulcani del mondo. Per i successivi due anni sarà necessario l'adeguamento del sistema di acquisizione alle nuove missioni che permetteranno migliori risoluzioni spaziale e temporali.

### **Analisi termica superficiale attraverso tecniche di *remote sensing* mediante sensori a media risoluzione**

Generazione di mappe di temperatura superficiale mediante dati ottici di sensori satellitari a diverse risoluzioni spaziali e temporali per lo studio dell'evoluzione di anomalie termiche in aree vulcaniche nazionali ed internazionali. Le stesse tecniche di analisi forniscono risultati anche per aree geo-termicamente attive nazionali ed internazionali e di dimensioni confrontabili con la risoluzione spaziale dei sensori utilizzati. Per i successivi due anni sarà necessario l'aggiornamento degli algoritmi alle nuove missioni spaziali. Prodotti: partecipazione a tavoli tecnici, presentazioni a congressi e workshop, mappe tematiche.

### **Monitoraggio termico di superficie associato a misure di gas ( $CO_2$ , $H_2S$ , $SO_2$ ) nel suolo ed in aria**

Le attività di monitoraggio e studio legate alla misura e alla parametrizzazione delle soglie di riferimento vengono utilizzate per ottenere una robusta interpretazione delle variazioni termiche, nel quadro complessivo composto dalla rete osservativa e concorrono all'obiettivo di migliorare i risultati della sorveglianza vulcanica, effettuata in regime di convenzione con il DPC.

### **Monitoraggio termico di superficie - Etna e Isole Eolie**

Lo scopo di questa ricerca è quello di affinare la parametrizzazione delle soglie di riferimento, per inserire una robusta interpretazione delle variazioni termiche, nel quadro complessivo composto dalla rete osservativa. Inoltre si intende proseguire il monitoraggio termico, concepito e sviluppato come ricerca, attraverso le sperimentazioni sul campo e in laboratorio, aggiornare le tecniche di acquisizione con le nuove tecnologie disponibili sul mercato, a fronte di investimenti adeguati, considerando la necessità di adattamento alle condizioni operative estreme e alla variabilità delle condizioni di sito. Infine si intende consolidare procedure di validazione dati di monitoraggio e approfondire le valutazioni comparative, di carattere multi-parametrico e multidisciplinare.

### **Mantenimento delle serie storiche pluridecennali delle deformazioni sui vulcani attivi**

Si intende proseguire l'attività di misura periodica sulle reti geodetiche storiche insistenti sui vulcani attivi italiani. Queste serie storiche pluridecennali sono uniche al mondo e consentono lo studio delle deformazioni a medio e lungo termine sui vulcani attivi italiani, permettendo la caratterizzazione di cicli e fenomenologie che si esplicano nell'arco di decenni. Tali reti, inoltre, costituiscono un importante inquadramento delle reti permanenti, non solo per la periodica misura e campionamento delle deformazioni e per l'aggiornamento delle preziose serie storiche ma anche in caso di crisi che rendano necessario un locale e temporaneo monitoraggio di dettaglio.

### **Integrazione dati e modelli geofisici/geodetici**

Si intende proseguire l'attività di studio e ricerca per l'utilizzo combinato dei dati di monitoraggio geofisico/geodetico, per la produzione di nuovi dati integrati che permetterà una più immediata informazione delle dinamiche geofisiche e produrrà anche nuovi input per i modelli di inversione geodetica. In particolare si prevede di utilizzare l'algoritmo SISTEM per l'integrazione numerica delle mappe di spostamento ottenute con tecniche satellitari DInSAR con i dati geodetici acquisiti dalle reti terrestri (GNSS, Livellazione e Tilt), al fine di stimare il campo di deformazione in 3D e tutte le componenti del tensore di strain.

### **Dinamiche di versante**

Si continuerà lo studio e monitoraggio dei fenomeni di instabilità e movimento di versante nelle porzioni subaeree e sommerse dei vulcani, con particolare riferimento a Stromboli ed Etna. Su quest'ultimo, in particolare, si cercherà di migliorare lo studio ed il monitoraggio delle strutture vulcano-tettoniche che ne interessano i fianchi, causando terremoti anche molto superficiali e fenomeni di creep asismico.

### **Monitoraggio geochimico dei vulcani**

Le attività di monitoraggio geochimico dei vulcani (Etna, Stromboli-Vulcano-Altre Isole Eolie, Pantelleria, Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia) sono condotte tramite reti di monitoraggio in continuo installate sul campo e campionamenti periodici condotti da personale esperto. Questi ultimi prevedono la raccolta di campioni di gas, acque e rocce e le analisi chimico-isotopiche (componenti maggiori, minori ed in traccia, isotopi di C, H, O e gas nobili) in laboratori

altamente specializzati sia per matrici fluide che solide. L'insieme di dati continui ed in discreto consente valutazioni quantitative sullo stato di attività, oltre che previsioni qualitative nel medio termine di eventuali evoluzioni.

#### **Monitoraggio geochimico dell'Etna, Stromboli e Vulcano tramite l'osservazione remota del flusso di SO<sub>2</sub>, HCl e HF nel plume vulcanico**

Questa attività rientra nel programma di monitoraggio geochimico ed è svolta tramite reti di monitoraggio permanenti in continuo (flusso di SO<sub>2</sub> Rete scanner FLAME) e campionamenti periodici (SO<sub>2</sub>/HCL e SO<sub>2</sub>/HF, tecnica FTIR). L'integrazione dei dati ed i loro rapporti reciproci consentono di effettuare valutazioni sullo stato di attività dei vulcani e sullo loro potenziale stato di pericolosità. I dati sono disponibili in tempo reale per scopi di sorveglianza e inseriti nei bollettini periodici e straordinari per il DPC.

#### **Degassamento periferico e dinamiche magmatiche dell'Etna**

Campagne periodiche di misura del flusso di CO<sub>2</sub> emesso dai suoli, in 145 punti, nelle aree periferiche dell'Etna. Attraverso un modello concettuale le variazioni di flusso registrate sono messe in relazione a ingressi e trasferimenti di magma all'interno del sistema di alimentazione etneo. I dati acquisiti consentono di ottenere un quadro dello stato del sistema di alimentazione magmatico e contribuiscono alla valutazione di pericolosità del vulcano. I dati acquisiti sono inseriti nelle relazioni semestrali di attività fornite al DPC.

#### **Monitoraggio periodico del flusso di CO<sub>2</sub> emesso dai suoli nell' isola di Vulcano**

Nell'ambito del programma di monitoraggio geochimico dell'isola di Vulcano vengono effettuate sei campagne bimestrali di misura del flusso di CO<sub>2</sub> emesso dai suoli, in 51 punti ubicati alla base del cratere di La Fossa e nell'abitato di Vulcano Porto. Le variazioni di flusso di CO<sub>2</sub> emesso dai suoli in aree vulcaniche sono principalmente legate a risalite ed al trasferimento di fluidi profondi (magma e gas) verso la superficie; i dati acquisiti consentono di effettuare valutazioni sullo stato di attività del sistema vulcanico e contribuiscono alla valutazioni di pericolosità. Essi quindi vengono elaborati ed inseriti nei bollettini mensili per il DPC.

#### **Monitoraggio geochimico della falda termale dell'isola di Vulcano**

Nell'ambito del programma di monitoraggio geochimico dell'isola di Vulcano vengono effettuati campionamenti bimestrali delle acque della falda termale dell'area di vulcano Porto per la determinazione dei parametri chimico fisici di campo (Temperatura, pH, Eh e conducibilità) e le successive analisi di laboratorio per la determinazione della composizione chimica degli elementi maggiori e per la composizione isotopica. Viene anche effettuata l'analisi della composizione chimica ed isotopica dei gas disciolti nelle acque. I dati raccolti vengono utilizzati per la valutazione dello stato di attività del sistema vulcanico, per la compilazione dei bollettini periodici inviati al DPC e per la validazione dei parametri chimico-fisici misurati dalla rete di monitoraggio continuo della falda termale, oltre che fornire utili indicazioni ai fini della ricerca sulla circolazione dei fluidi nelle porzioni periferiche dell'edificio vulcanico.

#### **Monitoraggio dell'attività di Vulcano sulla base dei fluidi fumarolici craterici**

L'attività di monitoraggio consiste nel campionamento discreto dei gas emessi dal sistema fumarolico ubicato presso la Fossa di Vulcano. Le campagne sono eseguite ogni due mesi e consistono nella di raccolta di campioni da diverse fumarole crateriche. Il monitoraggio rileva variazioni nello spazio e nel tempo, sia chimiche che isotopiche, dei gas fumarolici, riconosciuti in letteratura come preziosi indicatori di processi di risalita magmatica, di interazione dei fluidi magmatici con il sistema idrotermale ed, in ultima analisi, di stato di attività del vulcano.

#### **Rilevamento fotogrammetrico e IR e campionamento gas con droni**

Il monitoraggio di aree vulcaniche per mezzo di droni opportunamente attrezzati può incrementare la qualità e la quantità di dati disponibili. I droni possono essere dotati di una telecamera ad infrarossi che permette di individuare aree soggette ad anomalie termiche e quindi di pianificare ed intensificare efficacemente gli opportuni interventi di monitoraggio. Si prevede il sorvolo delle aree indagate mediante UAV dotato della sensoristica necessaria al tipo di rilevamento ed al prelievamento di campioni di gas. L'attività prevede il completamento del rilievo fotogrammetrico e morfometrico ad alta risoluzione dell'area craterica di Vulcano (con particolare attenzione all'evoluzione morfologica della zona fumarolizzata) e della baia di levante. Durante queste attività si prevede un'ulteriore attività di rilievo da drone atta alla mappatura delle anomalie termiche del versante fumarolizzato mediante camera termica IR. Verranno ripetuti dei sorvoli dell'area delle Salinelle di Paternò per seguire l'evoluzione delle principali zone di emissione contestualmente a misure multiparametriche sui fluidi emessi. Infine, si prevede lo sviluppo di metodi e tecnologie adatte al monitoraggio geochimico di aree vulcaniche mediante sistemi a pilotaggio remoto.

### **Servizio early-warning Aristotle per la UE**

Il partenariato Aristotle è un servizio 24/7 di *early-warning* sull'accadimento di disastri naturali a scala mondiale per l'ERCC (EU DG-ECHO) e consiste di comunicazione tramite reportistica dedicata e teleconferenze di approfondimento. I rischi considerati sono: vulcani, terremoti/tsunami, incendi, eventi meteorologici, alluvioni. L'INGV è responsabile del progetto ed ha la leadership del rischio vulcanico e di terremoti/tsunami. Il servizio vulcani consiste di reperibili vulcanologi che rispondono a valutazioni sullo stato dei vulcani a livello globale e ad emergenze a copertura Europea, Paesi EFTA, paesi di dipendenza UK, Francia, Spagna, Portogallo e Olanda.

### **Il contributo della ricerca scientifica per la riduzione dei rischi sismico e vulcanico nell'iniziativa GEO-GSNL**

L'INGV coordina l'iniziativa internazionale Geohazards Supersites and Natural Laboratories, che comprende una rete di 9 siti in tutto il mondo, caratterizzati da particolari livelli di pericolosità e rischio sismico e vulcanico. Su tali Supersites le agenzie spaziali e la comunità scientifica globale si impegnano a condividere dati e prodotti scientifici e a fornirli ai decisori locali per ridurre i rischi. Tra gli sviluppi previsti di queste attività si evidenziano la definizione di nuovi Supersites in Cile, Congo, Stati Uniti e Peru, la ristrutturazione del sito web dell'iniziativa e la riformulazione della sua governance.

### **Valutazione della percezione del rischio per i pericoli vulcanici**

Indagini finalizzate a valutare la percezione del rischio per i pericoli vulcanici da parte della popolazione esposta ed a proporre adeguate campagne educative finalizzate alla mitigazione del rischio da parte delle autorità competenti. Tali attività vengono svolte in collaborazione con il DPC, nell'ambito dell'Accordo quadro INGV-DPC, e nell'ambito di specifici progetti di ricerca. Nelle indagini viene utilizzato un questionario che viene riadattato ad ogni utilizzo sulla base della finalità, del contesto sociale e dei pericoli vulcanici. Prospettive di sviluppo: ripetizione indagini Ischia e Campi Flegrei; indagine nel Lazio (radon).

### **Studi sul linguaggio scientifico in ambito vulcanologico**

In collaborazione con alcuni licei di Roma, è in corso uno studio sulla comprensibilità del linguaggio scientifico usato nell'ambito delle discipline vulcanologiche (sia geologiche *sensu strictu*, che di pericolosità e rischio vulcanico). È stato presentato un abstract a COV10 e si intende proseguire nella raccolta di test, questionari e report anche nel 2019.

### **Censimento dei luoghi comuni relativi alle eruzioni vulcaniche**

Nell'ambito delle attività EDURISK è stato proposto il percorso didattico "L'eruzione immaginaria" che ha coinvolto diverse scuole di area napoletana. Il progetto si propone di raccogliere dai ragazzi elementi utili ad identificare le aspettative ed i luoghi comuni che accompagnano l'idea di eruzione vulcanica. Il materiale raccolto sarà utilizzato per orientare la pianificazione di interventi educativi futuri e la redazione di materiale informativo. Nel corso del 2018 il materiale raccolto verrà analizzato. L'esperienza può essere facilmente ripetuta in altre aree vulcaniche e non, in Italia e all'estero.

**c.**

**Eventuali collaborazioni nazionali/internazionali**

**d.**

**Eventuali collaborazioni con le Università**

**e.**

**Infrastrutture di ricerca**

<b>f.</b>	<b>Personale Impiegato (indicare il rapporto mesi/persona)</b>
-----------	--

Tipo di personale		Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno "n"
a.	Personale di ruolo				
	Tecnici				
	Tecnologi/ricercatori				
b.	Personale non di ruolo				
	Amministrativi				
	Tecnici				
	Tecnologi/ricercatori				
c.	Altro Personale				
	Altri Incarichi di Ricerca				
	Assegnisti				
	Borsisti				
	Co.Co.Co				
	Comandi in Entrata				
	Dottorandi				
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università				

<b>g.</b>	<b>Fonti di finanziamento</b>
-----------	-------------------------------

(descrizione dei programmi/progetti e dei soggetti: es Miur; Progetti UE; Programmi nazionali, etc..)

<b>h.</b>	<b>Costo complessivo del progetto</b>
-----------	---------------------------------------

**Finanziamenti a carico FOE**

Voce di spesa		Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Annualità "n"
	Personale				


*Per la voce di spesa relativa al personale indicare la spesa relativa al personale di ruolo, non di ruolo ed altro personale (assegnisti, co.co.co., borsista, comando, dottorando, altri incarichi di ricerca).*

**Eventuali ulteriori finanziamenti: (indicare i finanziamenti interni/ esterni)**

Voce di spesa	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Annualità "n"

Le infrastrutture, in quanto parte integrante dei Dipartimenti, concorrono al raggiungimento degli obiettivi degli stessi. Le infrastrutture dell'INGV sono costituite dalle reti strumentali, dai database, dai laboratori, dagli osservatori e dalle risorse di calcolo.

Le attività di ricerca di base, le osservazioni sul campo, il monitoraggio sismico, vulcanico e ambientale, le simulazioni numeriche e gli esperimenti e misure di laboratorio, sono elementi inscindibili e si sviluppano l'uno in funzione dell'altro, attraverso un processo di feedback nel quale gli avanzamenti in ciascun settore guidano e sono al contempo guidati, dai progressi negli altri. In questo contesto le ricerche e le attività di monitoraggio condotte all'interno dell'INGV comportano:

1. la necessità di registrare in continuo diversi parametri geofisici e geochimici;
2. il bisogno di disporre di dati di alta qualità;
3. la possibilità di utilizzare e sperimentare apparecchiature all'avanguardia per eseguire analisi e verifiche sperimentali;
4. la possibilità di avvalersi di strumenti tecnologicamente avanzati per la trasmissione, elaborazione, calcolo e modellazione dei dati raccolti;
5. la capacità di sviluppare metodi e protocolli di misura innovativi.

È dunque importante, se si vuole essere e rimanere competitivi, sviluppare e gestire delle infrastrutture di ricerca a diversa scala che, allo stesso tempo, assicurino lo svolgimento delle attività tradizionalmente condotte dall'INGV e producano significativi avanzamenti tecnologici e metodologici.

Nelle infrastrutture dell'INGV, quindi, si concentra la maggior parte dello sviluppo tecnologico dell'ente. Tale sviluppo, perseguito attraverso la partecipazione a programmi nazionali e internazionali per lo sviluppo, è garantito dall'alto grado di specializzazione raggiunto dal personale strutturato e a tempo determinato che vi opera e avviene in risposta agli obiettivi strategici fissati nell'ambito della programmazione dei Dipartimenti.

<b>Infrastruttura di Ricerca</b>	
<b>Infrastruttura</b>	<b>IT1 – Reti di monitoraggio e sorveglianza</b>

<b>Data Inizio:</b>	1-1-2018	<b>Data Fine:</b>	31-12-2020
---------------------	----------	-------------------	------------

<b>a.</b>	<b>Finalità e Obiettivi</b>
	<p>Le Reti geofisiche sono la principale risorsa della comunità scientifica per condurre una ricerca di frontiera e promuovere l'innovazione scientifica e tecnologica. Queste infrastrutture di ricerca a carattere multidisciplinare e finalizzate al monitoraggio e alle osservazioni, sono alla base del sistema progettato e sviluppato nel corso degli anni dall'INGV, per studiare e comprendere l'evoluzione della Terra e le sue dinamiche.</p> <p>I dati provenienti da tutte le Reti oggi in funzione rendono possibile da parte dell'INGV non solo lo svolgimento delle attività di ricerca, ma anche il monitoraggio e la sorveglianza in tempo reale, dell'attività sismica e vulcanica sull'intero Territorio nazionale e nel Mediterraneo.</p> <p>Ed è proprio il duplice compito di ricerca e sorveglianza a rendere unico il patrimonio infrastrutturale gestito da INGV con il fine di ricercare quotidianamente standard sempre più elevati che consentano di conoscere e capire i processi naturali e rispondere quindi alla società con sempre maggior prontezza, chiarezza ed efficacia.</p> <p>L'infrastruttura è costituita dalle seguenti reti osservative:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Reti Sismiche Permanenti (Nazionale, Accelerometrica, MedNet e dei Vulcani della Campania e della Sicilia).</li> <li>● Rete Integrata Nazionale GPS (RING).</li> <li>● Reti Geofisiche dei vulcani della Campania.</li> <li>● Reti Geodetiche dei vulcani della Campania.</li> <li>● Reti Geochimiche dei vulcani della Campania.</li> <li>● Reti Geofisiche dei vulcani della Sicilia.</li> <li>● Reti Geodetiche dei vulcani della Sicilia.</li> <li>● Reti Geochimiche dei vulcani della Sicilia.</li> <li>● Reti di Monitoraggio Geochimico in aree sismiche.</li> <li>● Reti Sismiche Mobili.</li> <li>● Reti GPS Discontinue.</li> <li>● Reti Sismologiche sottomarine (OBS).</li> <li>● Near Fault Observatories (NFO).</li> </ul>

- Rete Magnetica Nazionale.
- Rete di monitoraggio delle scintillazioni ionosferiche.
- Reti di misura di campi elettromagnetici ULF-ELF-VLF.
- Vento Porti e Mare (VPM).
- Rete mareografica JRC-INGV.
- Rete Radon IRON.

L'attività di queste Reti è organizzata e pianificata attraverso un gruppo di coordinamento trasversale alle Strutture di Ricerca dell'Ente. La gestione delle singole Reti che costituiscono l'Infrastruttura è invece demandata alle Sezioni. Le Reti di osservazione sono inoltre inserite all'interno della rete delle infrastrutture europee (ESFRI) per quanto riguarda la Terra solida (attraverso l'infrastruttura EPOS) e gli osservatori sottomarini (attraverso l'infrastruttura EMSO). Le reti mobili e discontinue costituiscono un'importante implementazione delle reti permanenti sia durante le emergenze sismiche e vulcaniche che per la realizzazione di progetti scientifici in aree specifiche

## **b. Contenuto Tecnico Scientifico**

### **Rete Sismica Nazionale (RSN)**

La rete consiste in oltre 400 stazioni sismiche, equipaggiate con sensori velocimetrici a tre componenti

La larga banda (40-120s) e banda allargata (5 sec), installate su tutto il territorio nazionale e con maggior copertura nelle aree a maggior pericolosità sismica. In oltre 200 siti è installato anche un sensore accelerometrico che viene co-gestito con altre stazioni (vedi Rete Accelerometrica). Per quanto riguarda invece il sistema di acquisizione remoto, l'Istituto utilizza sia acquisitori di tipo commerciale, sia una tipologia di acquirente costruito in sede.

L'inter-distanza media dei siti è oggi pari a circa 40 km. Questo consente la registrazione e la localizzazione di tutti gli eventi di magnitudo maggiore di 1.5 su tutto il territorio nazionale.

La trasmissione dei dati dai siti remoti è realizzata tramite diversi collegamenti fisici (satellitare e terrestre) e più protocolli, per assicurare la ridondanza in caso di guasti.

L'acquisizione è centralizzata ed effettuata presso l'Osservatorio Nazionale Terremoti a Roma e duplicata a Grottaminarda, sempre per ragioni di ridondanza. I dati sono archiviati su supporti di alta disponibilità in una SAN (Storage Area Network) e resi disponibili in formati standard internazionali attraverso servizi web dedicati. Ricordiamo che l'INGV è uno dei nodi della federazione di archivi europei, denominata EIDA (*European Integrated Data Archive*), che ha appunto lo scopo di archiviare e rendere disponibili alla comunità scientifica e non, tutti i dati acquisiti dalle stazioni sismiche Europee. Il codice di rete FDSN (*International Federation of Digital Seismograph Networks*, [www.fdsn.org](http://www.fdsn.org)) della RSN è IV.

Il flusso dei dati provenienti dalla RSN è alla base del sistema di sorveglianza sismica del territorio nazionale e del bacino del mediterraneo. I dati sono indirizzati nella Sala Sismica gestita dal ONT di Roma dove il personale in turno H24 determina in tempo reale i parametri ipocentrali e la magnitudo dei terremoti. Dopo questa rapida elaborazione, avviene l'archiviazione e la distribuzione, sempre in tempo reale, di tutte le informazioni ricavate.

La Sezione di Pisa partecipa alla gestione della Rete Sismica Nazionale con un proprio **Laboratorio elettronico e della rete sismica mobile - Sezione di Pisa**.

Manutenzione, aggiornamento e potenziamento della strumentazione sismica mobile in dotazione alla Sezione. La rete consiste di circa 15 stazioni mobili (6 a larga banda), di cui 2 dedicate agli interventi a seguito di forte evento (coordinamento SISMIKO). Sviluppo Hardware di sistemi di acquisizione, e sensoristica per la didattica; sviluppo di software dedicato all'analisi in tempo reale e quasi-reale di segnali sismici, con particolare riferimento a reti locali dedicate al monitoraggio di attività di coltivazione di georisorse. Interazione e trasferimento tecnologico verso imprese del settore.

### **Rete Accelerometrica**

L'INGV gestisce 218 stazioni accelerometriche permanenti installate nel territorio nazionale. Di queste, 172 hanno lo stesso codice di rete FDSN IV della RSN e sono gestite dal Centro Nazionale Terremoti (ONT, sedi di Roma, Ancona e Grottaminarda) e dalle Sezioni di Milano e di Catania. I restanti accelerometri sul territorio nazionale fanno capo alla rete Mednet, con codice MN.

Di tutte queste stazioni, a oggi sono 71 quelle equipaggiate con il solo sensore accelerometrico. La maggior parte di queste stazioni è ubicata in pianura padana e nelle Prealpi Venete e Lombarde, oltre ad alcune installate nella regione Marche. Le restanti stazioni presentano invece l'accoppiamento con un sensore velocimetrico. La maggior parte delle stazioni è inoltre equipaggiata con lo stesso tipo di accelerometro allo scopo di avere una risposta il più possibile omogenea. Lo stesso riguarda la tipologia di acquisitori, la stessa utilizzata dalla RSN e prodotta in sede. Oltre alle stazioni citate l'INGV ha attive una serie di convenzioni di scambio dati con altri enti pubblici e università quali la provincia autonoma di Trento, l'Università degli Studi di Genova, l'OGS e l'Università della Basilicata. Nel complesso attualmente la sala sismica di Roma, gestita dal OCNT, riceve dati da 182 215 stazioni accelerometriche permanenti. Come avviene per tutte le stazioni RSN, i dati accelerometrici in continuo sono resi disponibili nei formati standard internazionali attraverso il portale EIDA. Inoltre l'INGV dispone di banche dati dedicate tra cui ISMD (INGV Strong Motion Database, <http://ismd.mi.ingv.it>) ed ESM (Engineering Strong Motion database, <http://esm.mi.ingv.it>). La disponibilità di dati accelerometrici è molto importante in caso di grandi terremoti al fine di evitare fenomeni di saturazione in corrispondenza delle stazioni installate in area epicentrale. Ciò consente di svolgere correttamente molte delle analisi sismologiche fondamentali quali il calcolo della magnitudo, la determinazione del tensore momento sismico e la localizzazione del terremoto utilizzando i tempi di arrivo delle onde S (informazione necessaria per vincolare la profondità dell'evento).

Il dato accelerometrico è inoltre di fondamentale importanza per una corretta determinazione dei parametri di scuotimento del suolo (strong motion analysis) e per la produzione di *shake maps* finalizzate ad applicazioni di tipo ingegneristico.

### **Laboratorio di Reti Sismiche delle sedi di Roma e Palermo**

La UF RSTG (Reti Sismiche e Tecnologie Geofisiche) dell'ONT, gestisce parte della Rete Sismica Nazionale attraverso attività di aggiornamento, espansione e manutenzione. Nella UF sono presenti 5 laboratori tematici strettamente collegati con le attività tecniche e tecnologiche concernenti la strumentazione impiegata nei vari siti della Rete Sismica nazionale quali sensori, acquisitori, apparati di trasmissione del segnale e di alimentazione:

- *Ricerca e sviluppo.*
- *Produzione GAIA.*
- *Assistenza tecnica e manutenzione.*
- *CAD-CAM ed elettromeccanico.*
- *MEMS.*

Nel **laboratorio di Ricerca e Sviluppo** vengono progettati e sperimentati nuovi sistemi di acquisizione sismica, in particolare legati allo sviluppo dell'acquisitore sismico polifunzionale GAIA, tecnologia impiegata attualmente nel 55% delle stazioni della RSN. In particolare le attività sono concentrate sul costante upgrade software ed hardware dell'acquisitore GAIA rendendolo tecnicamente compatibile con i vari scenari di installazione che di volta in volta si presentano. Inoltre dopo aver completato lo sviluppo del nuovo acquisitore a basso costo e dai bassi consumi GAIA IV si entrerà nella sua fase di produzione per andare gradualmente a sostituire l'attuale GAIA2 (in caso di avarie o nuove installazioni) essendo completamente compatibile con questo pur introducendo un notevole miglioramento tecnologico. Saranno migliorati ed implementati nuovi sistemi di backup per l'alimentazione dei siti e per la ridondanza nella trasmissione del dato. Inoltre verranno migliorati i moduli di telecontrollo, attualmente progettati e realizzati in laboratorio, per adattarsi a nuovi scenari di installazione.

Il **Laboratorio produzione GAIA** si occupa di assemblare nei box le varie schede elettroniche dell'acquisitore di programmarne i *firmwares*, di effettuare il test iniziale e distribuire i sistemi GAIA2 sia all'interno della Rete INGV che all'esterno verso partner INGV. Il Laboratorio ha prodotto fino ad oggi circa 800 stazioni GAIA2, a 4 e 8 canali a basso costo. Lo stesso laboratorio si occupa di assistere gli utenti GAIA2 in tutte le fasi di fornitura e installazione.

Il **Laboratorio Assistenza tecnica e manutenzione**, gestisce e fa da supporto per tutte le attività inerenti gli interventi sul territorio necessari alla installazione di nuove stazioni sismiche, e necessari alla manutenzione e all'innovazione dei siti. Lo stesso laboratorio gestisce lo sviluppo delle reti satellitari esistenti e promuove lo sviluppo e

la verifica funzionale di nuove reti satellitari tecnologicamente più avanzate, più efficienti, economiche e semplici da utilizzare, oltre ad occuparsi dei sistemi di telemetria di nuova generazione (UMTS, ADSL, ecc). Nel medesimo laboratorio è stata realizzata una tavola vibrante che permette di verificare il funzionamento dei sensori sismici, per confronto con strumentazione funzionante. Il dispositivo, che verrà ulteriormente migliorato, sfrutta una tecnologia magnetica per la sospensione del supporto che ospita i sensori da testare ed un'opportuna elettronica per la generazione degli impulsi responsabili dei microspostamenti del sistema supporto-sensore. Dal confronto della risposta di un sensore con risposte precedentemente acquisite, ottenute da sensori funzionanti è possibile individuare celermente delle anomalie e procedere con le opportune riparazioni, nei limiti del possibile, non essendo spesso messi a disposizione dal produttore gli schemi elettrici dei sensori.

Il **Laboratorio di sviluppo CAD-CAM** ed elettromeccanico opera in sinergia con il Laboratorio di *Ricerca e Sviluppo* di cui è parte integrante e si occupa di sviluppare prototipi di circuiti stampati da utilizzarsi nelle attività di sviluppo di sistemi complessi. La sezione elettromeccanica consente di creare supporti utili alla installazione sul campo delle apparecchiature elettroniche. Tale laboratorio si colloca all'interno della medesima UF - RSTG, ma si articola in due aree distinte della sede dell'ONT di Roma e quella dell'ONT di Palermo dove affianca il laboratorio MEMS.

Il **Laboratorio MEMS** (Monitoraggio E Metodi Sismici), si occupa dell'implementazione di sensoristica miniaturizzata, di sensori sperimentali e schede di acquisizione a basso costo. Nell'ultimo anno, presso il laboratorio MEMS sono state realizzate 50 stazioni accelerometriche, basate su sistemi micro-elettromeccanici commerciali o progettati ad hoc, impiegate nello sviluppo di reti sismiche urbane e nel monitoraggio infrastrutturale. Presso il Laboratorio MEMS vengono sviluppati e testati sensori di nuova generazione, progettati e realizzati velocimetri e accelerometri a banda allargata, ed è attualmente in fase di sviluppo un prototipo di sensore rotazionale. Il Laboratorio MEMS si dedica anche allo sviluppo di tecnologie geofisiche, con particolare attenzione all'integrazione di queste con mezzi a pilotaggio remoto, aerei e sottomarini (UAV e ROV).

All'interno della sezione di Roma 1 opera invece il **Laboratorio Effetti di sito** che utilizza la strumentazione in dotazione (acquisitori, sensori accelerometrici e velocimetrici, strumentazione per la sismica attiva e per la tomografia elettrica) per esperimenti specifici ad hoc di risposta sismica locale e di caratterizzazione sismica di sito, studi di Microzonazione Sismica e in occasione di emergenze sismiche, nell'ambito di attività legate a progetti nazionali e internazionali o per attività di servizio. Si occupa della caratterizzazione di tutti i siti (sia accelerometrici che velocimetrici) tramite il recupero di informazioni già disponibili, la caratterizzazione geolitologica (in convenzione con ISPRA), l'analisi dei dati sismici e le misure di profili di velocità. Tale attività viene svolta anche nell'ambito della Convenzione INGV-DPC All.B2 per quanto riguarda i siti accelerometrici. Nell'ambito delle attività del laboratorio si prevede l'utilizzo di nuova strumentazione per la realizzazione di array di stazioni sismiche a basso costo per il monitoraggio di fenomeni franosi attraverso tecniche basate sulla cross-correlazione del rumore sismico ambientale. L'intero sistema sarà facilmente esportabile in diverse aree in frana e garantirà un rapido funzionamento in campagna. Le stazioni integreranno nello stesso contenitore di piccole dimensioni:

- i. sensore sismico triassiale;
- ii. sistema GPS per la temporizzazione accurata del dato acquisito;
- iii. sistema di trasmissione dati via wifi o modem;
- iv. batteria per una lunga durata di funzionamento (progetto di riferimento FISR).

**OBS and Earth Lab Gibilmanna** costituito nel 2005 all'interno del Centro Nazionale Terremoti, oggi, Osservatorio Nazionale Terremoti, ha avuto negli anni lo scopo di progettare e realizzare sistemi OBS/H (Ocean Bottom Seismometer with Hydrophone) e gestire le relative campagne marine e banca dati.

Negli anni sono stati prodotti 3 diverse tipologie di OBS/H per lunghe deposizioni (fino a 18 mesi) un OBSP da prospezione dedicato alle campagne di breve durata e alle campagne di sismica a rifrazione, e recentemente è stato progettato un OBS/H TR (Trawl Resistant) specifico per resistere alle reti a strascico e un digitalizzatore (SEISMOLOG) a bassissimo assorbimento < 150 mw 4 ch 22 bit.

Negli ultimi anni l'OBS Lab di Gibilmanna ha ampliato le proprie attività trasferendo la componentistica elettronica sviluppata per il mare su una stazione portatile terrestre (PGS1) completata da un sensore a banda allargata prodotto dall'INGV con banda passante 5 sec – 100 Hz. Tale strumentazione è stata utilizzata in varie campagne di acquisizione di rumore e attualmente si trova in test presso due sedi INGV per acquisire in continua eventi sismici. La peculiarità della suddetta stazione consiste nel fatto che in un valigetta del peso complessivo di 11 kg. è contenuta tutta la strumentazione per attivare una stazione sismica completa di sensore sismico, pannellino solare e batterie

entrocontenute che possono alimentarla in assenza di energia primaria per oltre 40 gg.

Il parco strumentale dell'OBS and Earth Lab di Gibilmanna è costituito da 20 OBS/H per lunghe deposizioni, 18 OBSP da prospezione, 20 stazioni sismiche terrestri portatili.



### **Attività e Progetti nel Triennio**

Nel triennio 2018 - 2020 verrà effettuata come di consueto la gestione e manutenzione ordinaria e straordinaria della RSN, sia velocimetrica che accelerometrica. Per quanto riguarda lo sviluppo della RSN, questo sarà sia di tipo tecnologico, mirato ad un costante aggiornamento della tecnologia dei sistemi di acquisizione e di trasmissione dati allo stato dell'arte, sia di tipo topologico, con la realizzazione di nuove stazioni ove necessario ad assicurare una migliore distribuzione di queste nel territorio, perseguita mediante una copertura dei principali gap della rete nelle aree dove questa è giudicata insufficiente.

Concorrono a ciò 2 importanti Progetti in via di presentazione ed approvazione che verranno sviluppati nel triennio:

#### **Rete sismica Mediterranea (MedNet)**

La Rete Mediterranea (MedNet) è una rete di stazioni sismiche a larga banda installate nei Paesi che circondano il Mediterraneo e gestita dall'INGV in collaborazione con molti istituti geofisici. MedNet venne creata alla fine degli anni '80 ed in Europa è stata una delle primissime a fornire dati broadband di altissima qualità, grazie alla strumentazione di avanguardia e alla cura particolare della costruzione dei siti, progettati per avere il massimo della stabilità rispetto a gradienti di temperatura e pressione e quindi il minimo del rumore sismico. Fin dagli esordi inoltre si è fatta l'archiviazione delle forme d'onda in continuo, che attualmente sono tutte disponibili attraverso i servizi del European Integrated Data Archive (EIDA). Questa rete contribuisce alla copertura strumentale dell'area euro-mediterranea una regione ad alta sismicità e un sistema tettonico piuttosto complesso.

MedNet contribuisce anche all'operatività del Centro di Allerta Tsunami (CAT). 35 stazioni risultano appartenere alla rete MedNet, di cui attualmente 23 stazioni che trasmettono i dati su più collegamenti fisici (satellitari e terrestri) e protocolli (<http://cnt.rm.ingv.it/instruments/network/MN>). Negli anni, per motivi principalmente di natura socio-politica sono state chiuse diverse stazioni soprattutto in Nord Africa, ma attualmente si sta lavorando a un rilancio della Rete da svilupparsi nei prossimi 3 anni, con l'intento di consolidare o attivare nuovi rapporti con Enti internazionali, monitorare la distribuzione e l'uso dei dati (attraverso gli strumenti di EIDA e il doi 10.13127/SD/fBBBtDtd6q) e la riattivazione e recupero di siti e strumenti al momento sottoutilizzati.

#### **Reti Sismiche Permanenti dei vulcani della Campania**

Le Reti Sismiche Permanenti dei vulcani della Campania, sono reti finalizzate allo studio e al monitoraggio della sismicità dei vulcani Vesuvio, Campi Flegrei ed Ischia. Queste reti hanno la peculiarità di essere molto dense così da avere una eccellente capacità di detezione anche per eventi sismici di più piccola magnitudo nelle aree caratterizzate dalla presenza di rumore antropico. Queste reti sono costituite sia da moderni digitalizzatori equipaggiati con velocimetri, in alcuni casi affiancati da accelerometro, sia da stazioni di tipo analogico i cui segnali digitalizzati presso il centro di acquisizione dell'Osservatorio Vesuviano. Quasi tutte le stazioni digitali utilizzano il digitalizzatore GILDA progettato e realizzato presso l'Osservatorio Vesuviano. Le stazioni analogiche sono in corso di progressiva

dismissione in favore di strumentazione allo stato dell'arte. In ogni caso va precisato che in alcuni siti pur avendo installato una moderna stazione digitale la coesistente stazione analogica viene tenuta in esercizio allo scopo di avere una ridondanza funzionale. I sensori che equipaggiano queste reti sono di vario tipo: velocimetri a banda molto larga, velocimetri a banda larga e a corto periodo sia da pozzo che da superficie, accelerometri sia da pozzo che da superficie. Un certo numero di stazioni sismiche di tipo digitale acquisiscono anche il segnale di una ventina di sensori di tipo infrasonico a banda estesa o a corto periodo. Questi ultimi sono stati progettati e prodotti presso l'Osservatorio Vesuviano. Allo stato attuale la rete di monitoraggio sismico permanente dei vulcani della Campania consiste di 52 siti stazione tutti gestiti dall'Osservatorio Vesuviano e tutti con trasmissione in tempo reale e continuo verso il centro di acquisizione dell'Osservatorio Vesuviano. La centralizzazione dei dati è effettuata attraverso collegamenti telematici cablati forniti da provider commerciali oppure attraverso una infrastruttura di ponti radio su frequenze UHF o WiFi installata e gestita dall'Osservatorio Vesuviano. La rete del Vesuvio conta 21 siti stazione per un totale di 15 velocimetri a larga banda, 8 a corto periodo, 2 a banda larghissima, e 2 accelerometri. La rete di monitoraggio sismico dei Campi Flegrei conta 23 siti stazione per un totale di 17 velocimetri a larga banda, 3 a banda molto larga, 7 a corto periodo e 5 accelerometri. La rete sismica di monitoraggio di Ischia conta su 4 siti stazione per un totale di 4 velocimetri a larga banda, 3 a corto periodo e un accelerometro. Al momento è in corso un potenziamento di questa rete che da pochissimo ha portato ad avere una stazione sismica sull'Isola di Procida equipaggiata con un velocimetro a banda larga e un accelerometro. Al potenziamento delle reti dei vulcani sopra descritte c'è poi una rete della regione Campania con quattro siti stazione per un totale di 2 velocimetri a banda molto larga e 3 a corto periodo. Infine va detto che sull'Isola di Stromboli è presente una rete sismica broad band a gestita in cooperazione tra Osservatorio Vesuviano ed Etneo..

Per queste reti si prevede, come obiettivo programmatico sempre presente, il costante aggiornamento strumentale e il miglioramento impiantistico delle stazioni al fine di migliorare qualità del dato fornito e robustezza nel funzionamento. Queste azioni trovano applicazione nell'ambito dei progetti in cui l'istituto si impegna.

#### **Reti Sismiche Permanenti dei vulcani della Sicilia**

Il monitoraggio sismico continuo dei vulcani della Sicilia è eseguito dalla sezione di Catania, mediante una rete di sensori sismici composta da quasi 50 stazioni operanti sull'Etna, le Isole Eolie e Pantelleria, equipaggiate con sensori a larga banda, corto periodo e accelerometrici (9 stazioni), molte delle quali collocate con una stazione geodetica GPS. Il totale delle stazioni sismiche oggi installate sull'Etna è 30, tutte a larga banda. La rete è collegata con la Rete Sismica Nazionale con trasmissione e analisi dati in tempo reale.

Alle Eolie è presente un'alta densità di stazioni (5 a Vulcano, 7 a Stromboli e una per ogni altra isola). Alcuni di questi siti (Alicudi, Lipari, Vulcano) sono anche equipaggiati con accelerometri per la registrazione dei segnali strong motion delle aree sismogenetiche del Golfo di Patti e del basso bacino del Tirreno. Tutti i dati raccolti sono classificati e archiviati in un database. I sistemi permettono la condivisione dei dati e delle procedure di analisi con gli altri osservatori vulcanici. L'infrastruttura consiste anche di tutti i sistemi di trasmissione e centralizzazione dei dati.

#### **Rete Integrata Nazionale GPS (RING)**

L'INGV svolge ricerche nel campo della geodesia spaziale finalizzate allo studio delle deformazioni del suolo, principalmente per applicazioni legate alla tettonica attiva e alla geodinamica dell'area euro-mediterranea. L'infrastruttura principale per questa attività è la rete GPS denominata RING (Rete Integrata Nazionale GPS) attualmente costituita da oltre 200 stazioni dislocate su tutto il territorio nazionale e, fuori dal territorio nazionale, a Malta e in Grecia. Le stazioni sono costituite da strumentazione GPS e in parte GNSS, ossia in grado di registrare non solo i segnali della costellazione GPS ma di altre costellazioni Global Navigation Satellite System, e monumentazioni di elevata qualità. Una parte delle stazioni RING è collocata in prossimità di sismometri a larga banda e sensori strong - motion della Rete Sismica Nazionale. Le stazioni della rete RING acquisiscono i dati con frequenze di campionamento che arrivano fino ai 10 Hz e sono connesse in tempo reale ai centri di acquisizione dati del Centro Nazionale Terremoti (Roma e Grottaminarda). I dati GPS sono trasmessi utilizzando diversi sistemi come: collegamenti via satellite, Internet, GPRS/UMTS e rete wireless.

I dati della rete RING, e di altre reti GPS permanenti, vengono archiviati ed analizzati in maniera routinaria, da almeno 3 centri di analisi del ONT, che utilizzando software diversi (i 3 principali software scientifici, BERNESE, GAMIT/GLOBK e GIPSY) garantendo in questo modo anche un possibile controllo da eventuali errori sistematici dipendenti dalle modalità di analisi. Il prodotto finale dei centri di analisi INGV è una mappa di velocità di moto del suolo a scala Euro-Mediterranea, che rappresenta il prodotto geodetico più spazialmente denso e accurato in Europa, permettendo potenzialmente all'INGV di avere una posizione di rilievo nell'ambito dei prodotti geodetici in ambito EPOS.

La rete RING è stata recentemente utilizzata anche per misure di Total Electron Content (TEC) in tempo reale sull'Italia come ulteriore metodo di indagine della dinamica ionosferica.

#### **Reti Geodetiche GPS discontinue**

Le reti geodetiche discontinue consistono in capisaldi geodetici che sono stati dislocati dall'ING/INGV negli ultimi 30 anni circa in varie zone sismicamente attive e vulcaniche del territorio italiano e in alcuni Paesi vicini (Albania, Grecia, Francia, Tunisia). Se all'inizio queste rappresentavano le uniche reti geodetiche per il monitoraggio delle deformazioni del suolo, attualmente queste costituiscono un valido raffittimento della rete continua RING, permettendo di aumentare la risoluzione spaziale delle deformazioni del suolo a costi ridotti. Queste reti vengono periodicamente misurate con strumentazione GPS per il monitoraggio delle deformazioni lente del suolo in area tettonica e vulcanica con l'obiettivo di migliorare le conoscenze sulle sorgenti tettoniche o magmatiche. La frequenza con cui queste reti vengono misurate varia in funzione della dinamica dell'area e in occasione di eventi particolari che richiedono un maggiore dettaglio temporale. In alcuni casi sono state realizzate delle reti di tipo semi-continuo, in cui le stazioni sono lasciate in acquisizione per durate di diversi mesi o anni, ed alcune di queste stazioni possono venire successivamente integrate nella rete RING. Le reti geodetiche discontinue si sono dimostrate determinanti per definire nel dettaglio le deformazioni cosismiche durante i forti terremoti dell'Umbria-Marche del 1997, dell'Aquila 2009, dell'Emilia 2012 e dell'Italia centrale del 2016-2017. Hanno fornito anche importanti risultati nelle zone vulcaniche dell'Italia meridionale.

#### **The Alto Tiberina Near Fault Observatory (NFO TABOO)**

I *Near Fault Observatories* NFO sono infrastrutture di ricerca composte da Reti multidisciplinari (sismiche, geodetiche, geochimiche) molto dense con sensori installati sia in superficie sia all'interno di pozzi profondi fino a qualche centinaio di metri, poste molto vicine a faglie considerate attive. L'obiettivo di queste reti è di misurare il più ampio spettro di osservabili riconducibili a movimenti deformativi della crosta terrestre (quali terremoti, terremoti lenti, deformazioni asismiche) che avvengono appunto lungo le faglie per capirne le cause, il processo di preparazione e l'evoluzione.

In questo tipo d'installazioni l'inter-distanza media tra i siti di osservazione è di circa 5 km. Questo garantisce ad esempio la possibilità di registrazione e quindi di studiare, micro-terremoti (con magnitudo anche negativa).



*Perforazione di un pozzo per sismometro borehole.*

A oggi è operativo il NFO dell'Alta Valle del Tevere detto *The Alto Tiberina Near Fault Observatory* (TABOO), gestito principalmente dall'ONT, con la collaborazione delle Sezioni di Roma<sup>1</sup>, Palermo e con la sede di Ancona. Questa infrastruttura di ricerca all'avanguardia nel mondo è uno dei 7 NFO che attraverso l'infrastruttura EPOS (European Plate Observing System) collabora alla creazione di una rete di servizi che faciliti la ricerca nell'ambito delle Scienze della Terra Solida, per una società più sicura (geo-hazard) e sostenibile (geo-risorse).

Nel corso del prossimo triennio è prevista una ulteriore implementazione tecnologica dell'infrastruttura di ricerca e monitoraggio TABOO, che consiste nella installazione di un array di 6 *strainmeters* e sensori sismici in altrettanti pozzi che verranno perforati in collaborazione con ICDP.

#### **Rete Sismiche Mobili (RSM)**

Unità di Reti Sismiche Mobili (RSM) sono operative nelle diverse Sezioni/sedi Ingv che si occupano ordinariamente del monitoraggio sismico del territorio nazionale (Ancona, Bologna, Catania, Grottaminarda, Milano, Napoli, Palermo, Pisa, Rende e Roma). Nel complesso, le RSM gestiscono un pool di circa 150 acquisitori a 3 o 6 canali equipaggiati con sensori di diversa tipologia (accelerometri e velocimetri a diversa banda di frequenze) per installazioni temporanee in specifiche aree durante un esperimento scientifico o in occasione di una sequenza sismica rilevante. Tale attività, importante per la ricerca nei settori della fisica dei terremoti, della sismotettonica, della pericolosità sismica e della risposta sismica locale, diventa fondamentale in occasione di una sequenza sismica o **in una emergenza vulcanica** per fini di sorveglianza ma anche e soprattutto di ricerca nella determinazione delle strutture sismogeniche attivate e per le fasi di post emergenza (per esempio per la valutazione dello scuotimento differenziale in correlazione con il danneggiamento e per gli studi di microzonazione). L'installazione di stazioni sismiche temporanee, a integrazione della rete permanente, contribuisce infatti a migliorare significativamente la qualità del monitoraggio sismico, aumentando la capacità di rilevazione dei piccoli terremoti e affinando la qualità delle determinazioni ipocentrali. Oggi, grazie allo sviluppo tecnologico dei sistemi di trasmissione dati e dei consumi energetici degli strumenti, le stazioni sismiche della RSM sono in grado di trasmettere dati anche in tempo reale, e a basso costo, allo stesso centro di acquisizione dati della RSN. In questo modo i dati possono immediatamente contribuire al monitoraggio di dettaglio che l'Istituto fa in occasione dei forti terremoti, consentendo una rapida e maggiormente corretta descrizione del fenomeno anche rispetto alle finalità di sorveglianza messe in atto per contribuire alle azioni della Protezione Civile. I dati registrati dalla RSM sono archiviati nei formati standard equivalenti a quelli della RSN e sono resi disponibili attraverso il nodo INGV dell'archivio online EIDA. Come codificato

nell'Accordo Quadro DPC-INGV, tutte le unità di RsM intervengono, con strumentazione anche dedicata e con risorse umane, alle attività previste in occasione di una emergenza sismica o vulcanica nell'ambito di due gruppi operativi EMERSITO e SISMICO, rispettivamente per lo studio degli effetti di sito, microzonazione sismica e per un monitoraggio di dettaglio della sismicità di un'area di interessata da una sequenza sismica in corso. Stazioni della rete sismica mobile sono installate dal gennaio 2016 in Nord Italia per l'esperimento di collaborazione internazionale *AlpArray* e trasmettono i dati in tempo reale al centro di acquisizione di Roma che li archivia in EIDA.

#### **Rete Sismica sottomarina (OBS)**

La rete OBS/H dell'INGV è costituita da 20 moduli OBS/H (stazioni sismiche/idrofoniche da fondo mare) equipaggiati con velocimetro a larga banda (60 sec-100 Hz) e un idrofono con banda passante 0.1 Hz-5 KHz e 18 OBS da prospezione da utilizzarsi per le campagne di sismica attiva. Gli OBS/H INGV hanno un'autonomia massima di 18 mesi.

in funzione della pianificazione della campagna e del loro utilizzo. I dati degli OBS/H e degli OBH, convertiti dai formati proprietari a quelli in uso presso la comunità scientifica (SAC e M5EED) sono resi disponibili attraverso il nodo EIDA.

Tra il 2017 e il 2018, grazie ad una collaborazione tra INGV, e il CNR IGAG e ISMAR ha avuto luogo la campagna *Seisefaults* 2018 che ha acquisito segnali sismici nell'area ionica dal maggio 2017 al maggio 2018 e sta proseguendo con ulteriori 3 OBSH il cui recupero è previsto per il 2019.

Grazie ad un Accordo quadro stipulato tra il MISE, l'INGV ed Assomineraria ha avuto inizio la strumentazione di alcune piattaforme di estrazione offshore che consentiranno un effettiva espansione della rete sismica nazionale alle aree marine. La prima piattaforma ad essere strumentata nel corso del 2018 sarà ROSPO MARE C ubicata nel Mare Adriatico nell'offshore dell'Abruzzo

#### **Rete mareografica JRC-INGV**

La rete mareografica per la misurazione del livello del mare JRC-INGV consta oggi di quattro sensori, installati tra il febbraio 2016 e il settembre 2017, a Pantelleria (TR), Portopalo di Capo Passero (SR), Le Castella (KR) e Marina di Teulada (CA). Le installazioni utilizzano stazioni di produzione JRC denominate IDSL (*Inexpensive Device for Sea Level monitoring*) con spese di installazione e manutenzione, dopo i primi due anni di funzionamento, a carico di INGV. I segnali prodotti vengono utilizzati per il servizio di allerta Tsunami effettuato dal CAT-INGV in ambito SiAM, e sono distribuiti ad altri istituti di ricerca e sorveglianza tsunami tramite il centro di raccolta dati dell'IOC (Intergovernmental Ocean Commission, UNESCO).

#### **Reti di monitoraggio geofisiche dei vulcani della Campania**

Le misure geofisiche sui vulcani della Campania sono effettuate per mezzo delle reti di seguito descritte che trasmettono dati in continuo verso l'Osservatorio Vesuviano. La trasmissione e la centralizzazione dei dati di queste reti avviene attraverso collegamenti telematici cablati forniti da provider commerciali oppure attraverso una infrastruttura di ponti radio su frequenze UHF o WiFi installata e gestita dall'Osservatorio Vesuviano.

#### **Rete Dilatometrica**

La rete dilatometrica è costituita da 4 stazioni installate ai Campi flegrei e 3 al Vesuvio. Ogni stazione è composta da un dilatometro di tipo Sacks-Evertson installato in pozzo profondo e da un sistema elettronico in superficie che garantisce il controllo dello strumento in pozzo al fine di preservare l'integrità dello stesso. La digitalizzazione del dato è sempre effettuata in superficie o da un digitalizzatore integrato nell'elettronica di controllo appena descritta o da uno strumento esterno. Quest'ultimo può essere o di tipo commerciale o un sistema GILDA progettato e prodotto presso l'Osservatorio Vesuviano. L'Osservatorio Vesuviano ha installato e gestisce a tutt'oggi anche le due stazioni dilatometriche presenti sul vulcano Stromboli. Nei prossimi tre anni si vuole acquisire un numero sufficiente di digitalizzatori tali da garantire la standardizzazione strumentale della rete e un minimo quantitativo di ricambio a garanzia dell'immediato ripristino della stazione in caso di guasti.

#### **Rete multiparametrica marina dei Campi Flegrei (MEDUSA)**

La rete MEDUSA è un sistema per il monitoraggio in mare dell'attività vulcanica dei Campi Flegrei realizzato come completamento delle reti di strumentazione geofisica esistenti sulla terraferma e gestite dalla Sezione di Napoli Osservatorio Vesuviano. Tale sistema è costituito da 4 mede elastiche collegate a moduli sottomarini posizionati su fondali variabili da 38 a 96 m di profondità ad una distanza compresa tra 1,1 e 2,4 km dalla linea di costa.

I moduli sono attrezzati con strumentazione geofisica ed oceanografica i cui dati strumentali sono trasmessi in continuo e in tempo reale al Centro di Monitoraggio INGV di Napoli dove sono analizzati e archiviati in congiunzione a quelli delle stazioni a terra. Ogni modulo sottomarino ospita un sensore sismico a banda larga, un accelerometro di tipo MEMS, due idrofoni a bassa frequenza e un sensore di pressione di alta precisione. Ogni meda elastica, poi, è equipaggiata con un ricevitore GPS geodetico che consente, grazie alla struttura vincolata del sistema meda-zavorra,

la misura della deformazione del fondo marino sia in verticale che in orizzontale. Questa è una informazione fondamentale per lo studio della deformazione dei Campi Flegrei nella loro porzione a mare.

#### **Rete permanente di sorveglianza all'infrarosso vulcani della Campania (TIRNet)**

La rete per la sorveglianza vulcanica tramite acquisizione di immagini all'infrarosso termico è costituita da 6 stazioni. Di queste 5 sono nell'area compresa tra Solfatara Monte Olibano e Pisciarelli, 1 sul bordo del cratere del Vesuvio. Tali stazioni acquisiscono, ad intervalli regolari di 24h, immagini termiche che vengono inviate all'Osservatorio Vesuviano dove sono elaborate per estrarre informazioni significative (es. anomalie termiche) per la comprensione dello stato di attività dei vulcani. A queste stazioni fisse si aggiungono 2 unità trasportabili.

#### **Rete di sorveglianza all'infrarosso dei vulcani della Campania con termocamere mobili e termocoppie**

Viene effettuato a cadenza mensile il monitoraggio tramite termocamera mobile nei tre distretti vulcanici campani (Vesuvio, Campi Flegrei ed Ischia) per rilevare eventuali variazioni nelle temperature massime e/o delle aree a maggior temperatura. Le misure vengono effettuate sempre di notte, per evitare gli effetti dovuti alla radiazione solare. I siti di misura, per i tre distretti sono: 3 sul bordo del cratere del Gran Cono del Vesuvio, 8 sull'isola di Ischia, 5 nei Campi Flegrei. Va precisato che per i siti Donna Rachele su Ischia, e Solfatara e Pisciarelli nei Campi Flegrei, i punti di misura sono numerosi e le aree di cui si acquisiscono immagini termiche sono altrettanto numerose ed estese.

#### **Stazioni magnetotellurica e di potenziale elettrico del suolo**

Da pochi anni in fase di test all'interno del cratere della Solfatara sono installate una stazione magnetotellurica e una stazione di misura del campo elettrico al suolo. Il sito di installazione è già oggetto di monitoraggio sismico, deformativo e/o gravimetrico e pertanto i dati forniti da queste stazioni sono utili per valutare comportamenti anomali del vulcano ed una eventuale correlazione con i segnali deformativi e gravimetrici e con lo sviluppo di attività sismica.

#### **Reti geodetiche dei vulcani della Campania**

Le misure geodetiche sui vulcani della Campania vengono effettuate sia mediante campagne di misura discrete sia per mezzo delle reti permanenti, di seguito descritte, che trasmettono dati verso l'Osservatorio Vesuviano. La gestione delle reti e le campagne di misura sono effettuate dal personale dell'Osservatorio Vesuviano. La trasmissione e la centralizzazione dei dati di queste reti avviene attraverso collegamenti telematici cablati forniti da provider commerciali oppure attraverso una infrastruttura di ponti radio su frequenze UHF o WiFi installata e gestita dall'Osservatorio Vesuviano.

#### **Rete GPS (NeVoCGPS)**

La rete NeVoCGPS è attualmente composta da 42 stazioni GPS in continuo per il monitoraggio delle deformazioni del suolo dei vulcani dell'area napoletana. Nell'area dei Campi Flegrei sono installate 25 stazioni di cui 4 sono in funzione sulla Rete multiparametrica marina dei Campi Flegrei (MEDUSA) nel Golfo di Pozzuoli per il monitoraggio delle deformazioni del fondale marino. Dieci stazioni GPS sono installate nell'area Vesuviana e 7 nell'area che comprende l'isola di Ischia e Procida. Ogni stazione è dotata di un ricevitore GNSS a doppia frequenza ed antenne di tipo Choke Ring. I ricevitori sono della serie Leica GR10 e GRX1200 mentre le antenne sono LEIAT504 e LEIAR20/25.

I dati GPS sono acquisiti alle frequenze di campionamento di 30s e 1Hz (flusso in tempo reale) e sono trasmessi verso l'Osservatorio Vesuviano.

Apposite procedure permettono la completa gestione da remoto delle stazioni e provvedono, automaticamente e con cadenza giornaliera, allo scarico dei dati, al controllo di qualità, alla loro archiviazione ed alla successiva elaborazione con il software scientifico Bernese v. 5.0.

Sull'isola di Ischia è presente anche una rete GPS discreta composta da 15 vertici per misure periodiche (ultima campagna di misure).

#### **Rete Gravimetrica**

Questa rete, effettua misure prevalentemente tipo discreto su capisaldi collocati nelle aree vulcaniche della Campania. Si effettuano campagne periodiche di misura di gravità relativa, campagne di misura di gravità assoluta. È in programma l'installazione di una stazione gravimetrica in continuo ai Campi Flegrei.

#### **Rete Tiltmetrica**

Questa rete conta nel complesso 20 stazioni tiltmetriche con trasmissione dei dati in continuo distribuite come segue. Nell'area dei Campi Flegrei sono in funzione 10 stazioni di cui 4 sono equipaggiate con sensori analogici di superficie, 3 con tiltmetri analogici da pozzo e 3 con sensori digitali da pozzo. Nell'area del Vesuvio sono in funzione 7 stazioni di cui 3 equipaggiate con sensori analogici di superficie e 4 con sensori digitali da pozzo. Infine nell'area di Ischia ci

sono 3 stazioni tutte equipaggiate con sensori digitali da pozzo.

#### **Rete Mareografica**

Questa rete è costituita da 9 mareografi dislocati lungo la costa della Campania, con una maggiore densità in prossimità delle coste delle aree vulcaniche. Tutte queste stazioni trasmettono dati in continuo ed in tempo reale presso l'Osservatorio Vesuviano.

#### **Rete altimetrica di precisione dei vulcani della Campania**

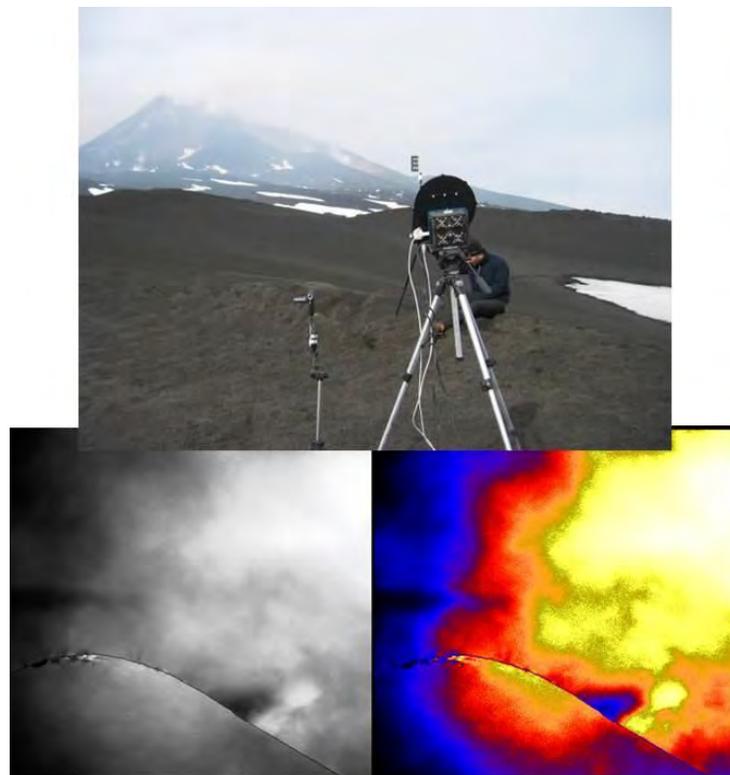
Queste reti forniscono dati altimetrici di precisione misurati sui capisaldi che la compongono mediante campagne periodiche di misura. Questi capisaldi sono distribuiti sulle aree vulcaniche dei Campi Flegrei, di Ischia e del Vesuvio. Le reti altimetriche di precisione furono istituite dall'Istituto Geografico Militare (IGM) nei primi anni del 1900 per poi passare nel 1975 in gestione all'Osservatorio Vesuviano che, da allora, ne ha curato ristrutturazioni ed ampliamenti. Attualmente la rete dei Campi Flegrei è costituita da circa 350 capisaldi distribuiti su circa 140 km di linea con interdistanza media di 400 m e strutturata in 15 circuiti concatenati che coprono un'area di oltre 160 km<sup>2</sup> compresi i tratti Napoli Mergellina - Mareografo Molo Carmine e Quarto Flegreo - Qualiano.

La rete altimetrica di Ischia si sviluppa per oltre 100 km con circa 257 capisaldi con interdistanza media di circa 300 m ed è suddivisa in 10 circuiti concatenati. La rete del Vesuvio non è battuta da tempo e per questa è necessario procedere ad una verifica di funzionalità.

#### **Reti di monitoraggio sismico dell'Etna e delle Eolie**

Questa infrastruttura multiparametrica comprende sensori sismici, accelerometrici, infrasonici, GPS, tiltmetrici, gravimetrici, magnetici e radiometrici. La rete di sensori sismici è composta da quasi 50 stazioni operanti sull'Etna e le Isole Eolie, equipaggiate con sensori a larga banda, corto periodo e accelerometrici (9 stazioni), molte delle quali collocate con una stazione geodetica GPS. Il totale delle stazioni sismiche oggi installate sull'Etna è 30, Sull'Etna è installata anche una rete di 9 sensori infrasonici.

Alle Eolie è presente un'alta densità di stazioni (5 a Vulcano e 7 a Stromboli). Alcuni di questi siti (Alicudi, Lipari, Vulcano) sono anche equipaggiati con accelerometri per la registrazione dei segnali strong motion delle aree sismogenetiche del Golfo di Patti e del basso bacino del Tirreno.



*Stazione di monitoraggio e immagini elaborate dei gas emessi al vulcano Etna.*

### **Reti di monitoraggio geofisico dell'Etna e delle Eolie**

La rete per il monitoraggio delle radiazioni infrasoniche che misurano l'attività vulcanica sommitale dell'Etna è composta da 9 stazioni ubicate nella parte sommitale del vulcano. Tre stazioni sommitali dell'Etna sono anche equipaggiate con dei radiometri per la misura delle anomalie termiche.

La rete per il monitoraggio geodetico dei vulcani siciliani attivi è costituita da stazioni permanenti (stazioni GPS in continuo, stazioni clinometriche e stazioni di misura della gravità in continuo). In aggiunta, è presente una rete di capisaldi permanente utilizzata per le misure periodiche (misure GPS discrete, livellazioni e campagne gravimetriche).

#### **La rete GPS**

La rete GPS in continuo (CGPS) è costituita da quattro differenti reti GPS in continuo (CGPS) per il monitoraggio vulcanico. A partire dal 1995, sono state realizzate stazioni sul Monte Etna, stazioni sul vulcano Stromboli, sul complesso Vulcano-Lipari e sull'isola di Pantelleria. Sull'Etna è presente una rete GPS discreta costituita da oltre 80 capisaldi, dal livello del mare fino ai crateri sommitali e comprende alcuni punti stabili al di fuori del vulcano. Sono installati 27 capisaldi GPS a nel complesso Lipari-Vulcano e 10 a Pantelleria.

#### **La rete tiltmetrica**

La rete tiltmetrica permette la misura in continuo dell'inclinazione del suolo per il monitoraggio della deformazione come precursore a medio-breve termine. Attualmente, sull'Etna sono presenti 15 stazioni tiltmetriche in pozzo ed un tiltmetro fluido, a base lunga, presso l'Osservatorio di Pizzi Deneri. Altre 7 stazioni operano alle Isole Eolie e 3 all'Isola di Pantelleria.

#### **Rete dilatometrica**

La rete di strainmeter installata sull'Etna è costituita da un totale di 4 dilatometri di Sacks-Evertson, utilizzati per il monitoraggio dei cambiamenti di pressione nella camera magmatica e per la comprensione della formazione dei condotti, la determinazione della profondità delle sorgenti esplosive, il volume delle eruzioni. Gli strumenti sono installati in pozzi profondi circa 200 m e ubicati lungo un profilo che dalle medie quote si spinge sino alla sommità del vulcano.

#### **Stazione totale**

A Stromboli, dal 2003 è presente una "stazione totale" robotizzata che misura continuamente, in 3D, la posizione di alcuni capisaldi (sistema THEODORUS).

#### **Rete gravimetrica**

La rete gravimetrica relativa sull'Etna è attualmente composta da 71 capisaldi. Per accoppiare la rete esistente alle misure discrete ed estendere verso il basso il "range" dei periodi delle anomalie misurabili fino ad alcuni minuti, sono da tempo anche operative sull'Etna tre stazioni in continuo campionate ogni minuto a cui recentemente ne sono state aggiunte altre tre equipaggiate con gravimetri a superconduttori che hanno la caratteristica di una stabilità estremamente alta e una sensibilità estremamente elevata rispetto ai convenzionali gravimetri a molla.

#### **Rete magnetica**

La rete permanente per il monitoraggio magnetico dell'Etna è costituita da 6 magnetometri scalari, un magnetometro vettoriale ed una stazione per la misura del potenziale spontaneo ubicati nell'area sommitale dell'edificio vulcanico. La rete magnetica comprende anche un magnetometro scalare ed uno vettoriale installati a Cesarò sui Monti Nebrodi, fuori dall'edificio vulcanico, che operano come stazione di riferimento. La rete magnetica permanente installata all'Etna, consente di osservare e valutare le variazioni anomale del campo magnetico associate alle modifiche del campo di stress prodotte dall'intrusione di magma negli strati più superficiali del vulcano e di seguirne l'evoluzione spazio-temporale.

#### **Rete permanente di monitoraggio delle nubi vulcaniche**

Attualmente questa rete è composta da 2 radar Doppler installati in configurazione permanente sull'Etna e da un LIDAR e un Radar in Banda X trasportabili.

#### **Rete permanente per il monitoraggio della ricaduta di ceneri vulcaniche**

Attualmente questa rete è composta da quattro radar in banda X. Tali strumenti sono denominati Pludix e sono installati permanentemente lungo un profilo che congiunge la sommità dell'Etna con l'aeroporto di Catania.

#### **Rete di monitoraggio geochimico dei vulcani della Campania**

Il monitoraggio in continuo eseguito dall'Osservatorio Vesuviano viene effettuato tramite stazioni automatiche

multiparametriche con trasmissione dei dati in tempo reale verso l'Osservatorio Vesuviano, per la misura dei seguenti parametri di interesse geochimico: flusso di CO<sub>2</sub> dal suolo, temperatura delle fumarole, temperatura del suolo e i principali parametri ambientali che hanno effetto sul processo di degassamento. Viene effettuato anche un monitoraggio discreto eseguendo campagne mensili di misura del flusso di CO<sub>2</sub> e della temperatura del suolo a 10 cm di profondità in punti fissi ubicati nelle aree di interesse dei vulcani campani. In aggiunta a ciò si eseguono campagne mensili di campionamento dei gas fumarolici emessi nelle aree vulcaniche di interesse. I campioni dei fluidi vulcanico/idrotermali prelevati sono successivamente analizzati presso il Laboratorio di Geochimica dei Fluidi dell'Osservatorio Vesuviano per determinare la composizione chimica (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>, Ar, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, He e CO) ed isotopica (40Ar/36Ar, 15NN<sub>2</sub>, 13CCO<sub>2</sub>; 18OCO<sub>2</sub>, 2HH<sub>2</sub>O, 18OH<sub>2</sub>O).

Il laboratorio è in grado di produrre analisi chimiche (maggiori e tracce) ed isotopiche complete per quanto concerne i gas ed i condensati fumarolici, emissioni gassose, i gas disciolti e le acque di falda. Le analisi chimiche ed isotopiche dei gas e condensati fumarolici per le aree del Vesuvio, Campi Flegrei ed Ischia, rientrano nella routine di sorveglianza geochimica dei Vulcani Campani.

Due stazioni gestite dalla Sezione Roma 1 sono presenti ai Campi Flegrei nelle zone di Pisciarelli e Solfatara. Esse misurano il gradiente verticale di temperatura in zone subfumaroliche (<100°C).

### **Reti per il monitoraggio geochimico dell'Etna e delle Eolie**

Il monitoraggio geochimico dei gas vulcanici è eseguito tramite infrastrutture gestite dalle sezioni di Palermo, Catania e Roma 1.

Le infrastrutture gestite dall'Osservatorio Etneo comprendono diversi tipi di sensori dedicati a misure effettuate sui plume vulcanici. In particolare consistono in:

- La rete FLAME consta di stazioni UV-Scanner per il rilevamento del flusso di anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) dai vulcani (10 all'Etna, 4 a Stromboli ed 1 a Vulcano). L'UV-Scanner esegue scansioni del cielo nella lunghezza d'onda dell'ultravioletto. Ogni scansione è trasmessa ad un PC centrale per il calcolo automatico del flusso di SO<sub>2</sub>.
- Le stazioni fisse SO<sub>2</sub>-Camera, basate su telecamere nella banda dell'ultravioletto, servono a misurare il flusso di SO<sub>2</sub> ad alta risoluzione spaziale e temporale e nel contempo a stimare con maggior precisione la velocità di spostamento del plume-vento, così da affinare il calcolo del flusso di SO<sub>2</sub>.
- Le stazioni CERBERUS (una all'Etna ed una a Stromboli) sono basate su uno spettrometro nell'infrarosso FTIR (Fourier Transform InfaRed spectroscopy) e consente di rilevare la composizione chimica del plume vulcanico. Ogni stazione consiste in uno spettrometro FTIR, una telecamera termica e un sistema di puntamento gestiti da PC. Una rete di radiometri in continuo all'Etna è utilizzata per il monitoraggio ad alta frequenza delle anomalie termiche ai crateri sommitali. Consta di 3 sensori integrati nelle stazioni multiparametriche EBEM, ECNE, EPLC per l'osservazione del regime di degassamento ai crateri (NCSE, CNE, Voragine e BN).

Le infrastrutture gestite da Palermo comprendono oltre 50 stazioni automatiche dislocate sul territorio per la misura del flusso di CO<sub>2</sub> e del gradiente di temperatura nei suoli, dei parametri chimico-fisici e della pressione totale di gas disciolto nelle acque in aree vulcaniche e sismiche e chimismo dei plume vulcanici. Il software di gestione della rete consente il controllo remoto delle stazioni, il processamento e la visualizzazione dei dati, la generazione di warning e la realizzazione di pagine web in modo totalmente automatico.

Per il monitoraggio di CO<sub>2</sub> e l'SO<sub>2</sub> all'Etna, dopo l'H<sub>2</sub>O, costituenti principali presenti nei gas vulcanici per consentire lo studio quantitativo dei processi di degassamento vulcanico, è presente all'Etna la rete ETNAPLUME. Tale rete è interamente progettata e assemblata dalla Sezione di Palermo dell'INGV. L'attuale configurazione consiste di due stazioni di monitoraggio site ai crateri sommitali. La strumentazione utilizzata combina dei sensori IR (per la misura della CO<sub>2</sub>) ed elettrochimici (per la misura dell'SO<sub>2</sub>), e permette la misura del rapporto CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> nel plume fino a 1 Hz. Ogni stazione MultiGAS è dotata di sensori per la misura di H<sub>2</sub>O, pressione temperatura e umidità. Ciascuna stazione di misura acquisisce quattro dati al giorno. I dati acquisiti vengono prima registrati su di una memoria locale e successivamente trasmessi (mediante un modem-radio) al centro di acquisizione di Palermo.

A causa delle limitate interazioni con il mezzo roccioso e la sua facile rilevabilità, l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) è, tra le specie gassose emesse dai vulcani, una tra le più frequentemente misurate per monitorarne l'attività. Inoltre, la CO<sub>2</sub> è la seconda più abbondante specie gassosa dopo l'acqua (H<sub>2</sub>O) contenuta nei magmi, pertanto rappresenta uno dei maggiori contributi del degassamento magmatico. La relazione esistente tra le variazioni di flusso della CO<sub>2</sub> diffusa dai suoli e le manifestazioni eruttive dell'Etna ha permesso la definizione di modelli interpretativi di pericolosità vulcanica. Il monitoraggio di questo parametro si è dimostrato una risorsa di particolare utilità per la sorveglianza vulcanica. A tale scopo è stata interamente progettata la rete per il monitoraggio della CO<sub>2</sub> diffusa dai suoli, ETNAGAS, operante sull'Etna e assemblata dalla Sezione di Palermo dell'INGV. Consiste di 14 stazioni di misura e nasce con l'intento di monitorare il flusso diffuso di CO<sub>2</sub> esalante dal suolo in siti noti per la comparsa di anomalie durante fasi attive del vulcano. Oltre al flusso di CO<sub>2</sub> la rete acquisisce i dati meteorologici quali pressione e

temperatura atmosferica, umidità relativa dell'aria, direzione e velocità del vento, piovosità.

Il monitoraggio geochimico multiparametrico delle acque di falda circolanti nella fascia pedemontana dell'edificio vulcanico dell'Etna, finalizzato alla valutazione dello stato di attività del vulcano ed alla modellizzazione della circolazione dei fluidi in relazione al quadro morfo-strutturale del vulcano e valutazione dell'interazione gas-acqua. La rete consta di 10 stazioni di monitoraggio connesse con la sala di acquisizione dell'INGV sezione di Palermo tramite modem GSM. Ogni sito è stato condizionato in base al tipo di captazione dell'acquifero adottando di volta in volta una configurazione "ad hoc". Le stazioni installate nei pozzi (5) acquisiscono con cadenza oraria solo alcuni parametri chimico-fisici delle acque di falda (conducibilità elettrica, temperatura, livello freatico) nonché parametri atmosferici quali la temperatura e l'umidità dell'aria e la pressione atmosferica. Le stazioni installate nelle gallerie drenanti (5) acquisiscono oltre ai parametri chimico-fisici anche la pressione parziale di CO<sub>2</sub> disciolta (PCO<sub>2</sub>) e la pressione totale dei gas disciolti (TGP). Il monitoraggio del degassamento flussi CO<sub>2</sub> dai suoli in area sommitale e periferica di Stromboli è effettuato tramite la rete di due stazioni di monitoraggio che utilizzano il metodo della camera di accumulo, ubicate rispettivamente in area sommitale (orlo craterico Pizzo Sopra La Fossa) e nell'area di Scari.

Il monitoraggio delle temperature di emissione, variazioni di flusso di calore superficiale e del flusso di gas, finalizzato alla valutazione dello stato di attività di Vulcano, è effettuato mediante 2 stazioni che misurano la temperatura di emissione di gas da fumarole crateriche, composte da sensori di misura ubicati in fumarole di alta temperatura, ed in particolare: Stazione Vulcra con 3 punti di monitoraggio sull'orlo del versante Nord; stazione Vulcra2 con 1 punto di monitoraggio nel versante interno. Vulcra2 acquisisce altri parametri per valutazioni comparative di tipo tecnico (pressione atmosferica; temperatura interno stazione; tensione elettrica della batteria) e stazioni di misura del gradiente di temperatura: VCS (sistema WEST System) che misura 6 temperature lungo un profilo verticale di suolo; Bordosud (sistema INGVPA) che misura 6 temperature lungo un profilo verticale di suolo.

Il monitoraggio del degassamento della CO<sub>2</sub> dai suoli in area sommitale e periferica ai fini della valutazione dello stato di attività di Vulcano Cratere è effettuato tramite due stazioni che utilizzano il metodo camera di accumulo, ubicate rispettivamente in area sommitale orlo craterico fuori dal campo fumarolico e nell'area di Palizzi.

Il monitoraggio continuo del flusso di CO<sub>2</sub> dai suoli di Vulcano Porto ha la finalità di rilevare la presenza di trend o variazioni anomale riconducibili a mutamenti o/e dello stato di attività del vulcano o/e del sistema idrotermale. Al contempo, l'acquisizione in continuo consente di definire in modo più accurato l'influenza dei parametri esogeni sulle variazioni registrate. I dati acquisiti dalla rete contribuiscono alla valutazione dello stato di attività del sistema e sono utilizzati per redigere il bollettino sullo stato di attività del vulcano previsto dagli accordi DPC. In questo caso La rete Vulcano Gas è composta da 8 stazioni che misurano il flusso di CO<sub>2</sub> emesso dai suoli, tre delle quali acquisiscono anche i parametri meteo (temperatura e umidità dell'aria, pressione atmosferica, pioggia, velocità del vento). Le stazioni delle rete sono alimentati a bassa tensione mediante sistemi di pannelli solari e batterie al piombo e dispongono di un sistema trasmissione dati costituito da modem radio su frequenza dedicata. I dati vengono acquisiti con frequenza oraria e trasmessi ogni giorno alla sezione di Palermo.

L'elaborazione dei dati viene effettuata giornalmente. I dati prodotti dalle stazioni vengono memorizzati su database di cui a fine giornata viene effettuata copia di backup. I dati di tutte le stazioni sono utilizzati per redigere il contributo mensile da inviare al responsabile d'area che predispose il bollettino mensile sull'attività.

Monitoraggio del degassamento della SO<sub>2</sub> dal plume di Vulcano con scopi di ricerca e modellizzazione del sistema di circolazione di fluidi vulcanici e ai fini della valutazione dello stato di attività. La rete consta di due stazioni di monitoraggio UV Scanning-DOAS ubicate rispettivamente nell'area di Palizzi e nell'area della Baia di Levante. I dati sono trasmessi in tempo reale attraverso una rete Wi-Fi dedicata.

La rete consta inoltre di una stazione meteorologica ubicata sul Lentia alla stessa altitudine dell'area craterica e di una telecamera visibile la quale osserva l'area craterica per il controllo del plume e la verifica di direzione e velocità. Anche in questo caso i dati sono trasmessi in tempo reale attraverso la stessa rete Wi-Fi.

Il monitoraggio continuo dei parametri chimico fisici delle acque di falda dell'isola di Vulcano ha la finalità di rilevare la presenza di trend o variazioni anomale riconducibili a mutamenti o/e dello stato di attività del vulcano o/e del sistema idrotermale. Al contempo, l'acquisizione in continuo delle variazioni consente di definire in modo più accurato l'influenza dei parametri esogeni sulle variazioni registrate. I dati acquisiti dalla rete contribuiscono alla valutazione dello stato di attività del sistema e sono utilizzati per redigere il bollettino sullo stato di attività del vulcano previsto dagli accordi DPC. La rete Vulcano Acque è composta da 4 stazioni che misurano temperatura, conducibilità, livello e la pressione totale del gas disciolto.

La gestione dei dati delle reti si effettua con le medesime modalità. Le stazioni delle reti dispongono di un sistema misto di trasmissione dei dati costituito da modem radio su frequenza dedicata, modem GSM e link internet. I dati vengono acquisiti con frequenza oraria e trasmessi ogni giorno presso la sede di Palermo.

L'elaborazione dei dati viene effettuata giornalmente. I dati prodotti dalle stazioni vengono memorizzati su database di cui a fine giornata viene effettuata copia di backup.

I dati di tutte e 4 le stazioni sono utilizzati per redigere il contributo mensile da inviare al responsabile d'aria che predispose il bollettino mensile sull'attività.

Infine per la stima delle variazioni del flusso di calore conduttivo/convettivo nelle principali aree vulcaniche attive

l'INGV è dotato di una rete di misura dei gradienti di temperatura del suolo. La rete è costituita da un totale di 9 stazioni, delle quali 2 ubicate sull'orlo del Gran Cono del Vesuvio, 3 nell'area nell'Isola di Stromboli (Pizzo sopra La Fossa, Vallonazzo, Piscità), 3 sul Cono de La Fossa (Isola di Vulcano), 1 nell'area del Belvedere sull'Etna. Misurano il gradiente di temperatura (2-3 punti) in suolo riscaldato da trasferimento di calore conduttivo e convettivo ( $t < 100^{\circ}\text{C}$ ) ed i parametri meteorologici che possono influenzare le misure (temperatura dell'aria, radiazione solare, piovosità, contenuto volumetrico di acqua nel suolo). I dati, acquisiti con cadenza oraria, sono in parte trasmessi con sistema satellitare ed in parte scaricati localmente.

Le stazioni geochimiche gestite dalla Sezione Roma 1 sono collocate a Stromboli, Vulcano ed Etna. A Stromboli una stazione misura il gradiente verticale di temperatura è collocata in zona Cannestrà. All'Etna sono installate 3 stazioni di monitoraggio delle acque in zona Illice, Acqua Difesa e Pozzo Currone, mentre a Vulcano sono installate 3 stazioni sul cono della Fossa per la misura del gradiente verticale di temperatura.

#### **Reti di Monitoraggio Geochimico in aree sismiche**

L'INGV è dotato di reti di stazioni automatiche per il monitoraggio dei parametri geochimici delle aree sismicamente attive dell'area appenninica (Appennino Centro-Meridionale) e della regione Sicilia. In particolare, riguardo le aree della Regione Sicilia, le reti operanti sono localizzate nelle aree sismiche della Sicilia (Peloritani, Nebrodi, Madonie, Iblei, Valle del Belice e Sicilia occidentale). In dettaglio le stazioni sono così suddivise: 15 per la misura di flussi di  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$  dal suolo, 10 per la misura di parametri chimico-fisici (temperatura, livello piezometrico, conducibilità elettrica e pressione totale dei gas disciolti) nelle acque di falda a circolazione idrotermale e 2 per la misura della temperatura delle acque sotterranee. Nel caso delle aree sismicamente attive dell'area appenninica le reti operanti sono localizzate nelle aree sismiche nel tratto di appennino che si estende dall'Umbria alla Val d'Agri. In dettaglio le stazioni misurano Flussi di  $\text{CO}_2$  al suolo, parametri chimico-fisici (temperatura, livello piezometrico, conducibilità elettrica e pressione totale dei gas disciolti) nelle acque di falda parametri meteo.

#### **Rete Sismiche Mobili (RSM)**

Unità di Reti Sismiche Mobili (RSM) sono operative nelle diverse Sezioni/sedi INGV che si occupano ordinariamente del monitoraggio sismico del territorio nazionale (Ancona, Catania, Grottaminarda, Milano, Napoli, Palermo, Pisa, Rende e Roma). Nel complesso, le RSM gestiscono un pool di circa 150 acquisitori a 3 o 6 canali equipaggiati con sensori di diversa tipologia (accelerometri e velocimetri a diversa banda di frequenze) per installazioni temporanee in specifiche aree durante un esperimento scientifico o in occasione di una sequenza sismica rilevante. Tale attività, importante per la ricerca nei settori della fisica dei terremoti, della sismotettonica, della pericolosità sismica e della risposta sismica locale, diventa fondamentale in occasione di una sequenza sismica o in una emergenza vulcanica per fini di sorveglianza ma anche e soprattutto per le fasi di post emergenza (per esempio per la valutazione dello scuotimento differenziale in correlazione con il danneggiamento e per gli studi di microzonazione). L'installazione di stazioni sismiche temporanee, a integrazione della rete permanente, contribuisce infatti a migliorare significativamente la qualità del monitoraggio sismico, aumentando la capacità di rilevazione dei piccoli terremoti e affinando la qualità delle determinazioni ipocentrali.

Oggi, grazie allo sviluppo tecnologico dei sistemi di trasmissione dati e dei consumi energetici degli strumenti, le stazioni sismiche della RSM sono in grado di trasmettere dati anche in tempo reale, e a basso costo, allo stesso centro di acquisizione dati della RSN. In questo modo i dati possono immediatamente contribuire al monitoraggio di dettaglio che l'Istituto fa in occasione dei forti terremoti, consentendo una rapida e maggiormente corretta descrizione del fenomeno anche rispetto alle finalità di sorveglianza messe in atto per contribuire alle azioni della Protezione Civile.

I dati registrati dalla RSM sono archiviati nei formati standard equivalenti a quelli della RSN e sono resi disponibili attraverso il nodo INGV dell'archivio online EIDA.

Come codificato nell'Accordo Quadro DPC-INGV, tutte le unità di RSM intervengono, con strumentazione anche dedicata e con risorse umane, alle attività previste in occasione di una emergenza sismica o vulcanica nell'ambito di due gruppi operativi EMERSITO e SISMIKO, rispettivamente per lo studio degli effetti di sito, microzonazione sismica e per un monitoraggio di dettaglio della sismicità di un'area di interessata da una sequenza sismica in corso.

Infine, nell'ambito di un recente progetto finanziato dal Ministero dello Sviluppo Economico (MISE), è stata realizzata presso la sede di INGV di Gibilmanna, un prototipo di stazione sismica portatile *low-cost* completa (di sensore, sistema di acquisizione, posizionamento e alimentazione), che potrebbe essere in grado di apportare un forte sviluppo nei nostri sistemi di monitoraggio temporanei.

#### **Rete Magnetica Nazionale**

La Rete Magnetica Nazionale ha il ruolo di consentire la realizzazione periodica (ogni 5 anni) della cartografia magnetica italiana, prodotto di interesse sia civile che militare, che riporta su una mappa i valori del campo magnetico terrestre espresso dal valore dei suoi elementi e la loro variazione temporale.

La Rete è costituita da una griglia regolare di punti, circa 120, distribuiti uniformemente sul territorio italiano, presso cui vengono regolarmente effettuate misure del campo geomagnetico. Ciò consente di descrivere il campo magnetico terrestre nello spazio e nel tempo e quindi di integrare le misure effettuate presso gli osservatori geomagnetici permanenti.

I capisaldi, materialmente costituiti da un disco di alluminio posto su un basamento di cemento, vengono realizzati ad opportuna distanza da disturbi artificiali e presso aree con basso livello di anomalia magnetica crostale.

Le misure vengono eseguite con regolarità ogni 5 anni, mentre ogni 2.5 anni viene ripetuta la misura su una rete ridotta di capisaldi. Gli strumenti attualmente in uso sono il magnetometro a precessione nucleare ed il magnetometro DI-flux. Nel 2016 si è conclusa l'acquisizione dei dati per la realizzazione della cartografia magnetica datata 2015.

#### **Rete di ricevitori GNSS per la misura di scintillazioni ionosferiche**

Per monitorare effetti transitori come le scintillazioni ionosferiche, da oltre un ciclo solare l'INGV ha installato in Artico ed Antartico una rete di ricevitori GISTM ("GPS *Ionospheric Scintillation and TEC Monitors*") in grado di fornire in tempo reale informazioni su tale fenomeno, principale causa di errore nell'ambito della navigazione satellitare.

Tali effetti sono particolarmente evidenti ed importanti in zone polari, dove furono installati i primi ricevitori della rete (Svalbard ed Antartide).

La rete è stata ampliata, nel corso del tempo, installando nuovi ricevitori a media latitudine (Chania e Roma) e a bassa latitudine (Tucumán) attraverso l'attivazione di collaborazioni con istituzioni nazionali ed internazionali.

Ricevitori GNSS di ultima generazione consentono di monitorare i segnali che provengono dai satelliti GPS, principalmente, ma anche GLONASS e presto GALILEO, per mettere in evidenza le scintillazioni ionosferiche.

Esse sono l'effetto che le disomogeneità ionosferiche causano sui segnali satellitari e che degradano le prestazioni dei ricevitori.

La rete si compone di 13 ricevitori ad alto rate di acquisizione in grado di rilevare i segnali di ampiezza e fase sulle frequenze L1 ed L2 per ogni satellite, permettendo il tracking delle disomogeneità ionosferiche causa delle scintillazioni. Il panorama delle misure ionosferiche si è ulteriormente arricchito con l'acquisizione dei dati di TEC (Total Electron Content) provenienti dai ricevitori GPS della rete RING, con la possibilità di monitorare il TEC sull'Italia in tempo reale.

#### **Rete rilevamento campi elettromagnetici ULF-ELF-VLF**

Il rilevamento del campo elettromagnetico naturale all'interno della cavità magneto-ionosferica è di notevole rilevanza per un duplice motivo. Da una parte è alla base di studi per la miglior comprensione dei fenomeni relativi alla fisica della magnetosfera e della ionosfera, dall'altra è alla base delle ricerche di eventuali emissioni di segnali ULF-VLF provenienti dalle strutture interne della Terra.

Le frequenze dei segnali investigati vanno dalla regione più bassa dello spettro dove è attiva una rete di sensori magnetici per frequenze ULF e stazioni di rilevamento per segnali elettromagnetici fino a frequenze di 25 kHz. In questo range ricadono anche gli effetti di fulmini, spherics, whistler e tweeks, che costituiscono tipici esempi di emissioni elettromagnetiche innescate da impulsi di energia all'interno della cavità Terra-Ionosfera

#### **Vento Porti e Mare (VPM)**

Si tratta di una rete costituita da accelerometri e boa ondometrica per la stima dei parametri fondamentali delle onde marine.

La rete accelerometrica è installata a terra mentre una boa ondometrica di calibrazione è installata all'imboccatura del Golfo della Spezia, consentendo la misurazione del moto ondoso. Infatti in base alla teoria di Longuet-Higgins, è possibile correlare l'energia delle onde marine con l'energia dei microsismi in una determinata banda.

La rete, operativa già da tempo, sarà arricchita, nel prossimo biennio, con altri sensori, prevalentemente idrofoni.

#### **Rete RADON**

IRON (Italian Radon mOnitoring Network) rappresenta il primo esempio in Italia ed uno dei primi in assoluto al mondo di network denso su scala regionale di stazioni permanenti per il monitoraggio in (quasi) real-time di concentrazione radon.

IRON è stato sviluppato ed implementato negli ultimi anni ed attualmente sono 32 le stazioni in funzione, di cui la metà installate solo nell'ultimo biennio. Le varietà e diversità in termini di strumenti, tipologia di installazione e soprattutto il grande numero di dati di concentrazione acquisiti, hanno reso necessaria l'implementazione di un database relazionale che permette, attraverso un'interfaccia web dedicata, la visualizzazione di tutte le serie temporali e delle caratteristiche associate ad ogni stazione/strumento.



*Campagna di misure in vetta al vulcano Stromboli*

### **Contributi del FORUM**

Di seguito vengono presentate in maniera sintetica le attività di gestione delle infrastrutture di ricerca e di sviluppo tecnologico programmate ed in corso. Le informazioni riportate ricalcano essenzialmente i contributi forniti dai ricercatori e tecnologi dell'Istituto, disponibili in un forum dedicato nel sito web dei Dipartimenti (ex-Strutture) di Ricerca dell'INGV ed accessibile a tutti i dipendenti dell'Ente. Queste attività costituiscono gli obiettivi specifici su cui si focalizzano le attività di ricerca della Struttura Ambiente per il 2018, con prospettive di sviluppo per il biennio successivo.

### **FISR Sale Operative Integrate e Reti di monitoraggio del Futuro**

Sviluppo di una rete di monitoraggio multiparametrica a scala nazionale, con miglioramento tecnologico delle reti già esistenti, l'implementazione con sensori per la misura delle emissioni di radon e il test di sensoristica sperimentale.

### **Rete MedNet**

The Mediterranean Very Broadband Seismographic Network (MedNet) è una rete sismometrica permanente, di altissima qualità (VBB) attiva fin dalla fine degli anni 80. L'attività di questa rete ha stimolato lo sviluppo di numerosi studi per meglio conoscere la struttura al di sotto di questa regione molto complessa e per determinare i parametri di sorgente dei terremoti. È un'infrastruttura consolidata, riconosciuta, e usata regolarmente per molteplici prodotti (scientifici e di servizio). Attualmente si intende rilanciare questa rete con la costituzione di un GdL ad hoc, considerando che molte delle stazioni, in funzione da più di 25 anni, necessitano manutenzione adeguata e che nel suo complesso la rete stessa può avere ulteriori sviluppi e aggiornamenti, soprattutto nelle collaborazioni con numerosi paesi che ne ospitano stazioni.

### **Caratterizzazione della risposta sismica dei siti delle reti sismiche nazionali**

Contributo del Gruppo di lavoro CRISP-All.B2\_Ob.1\_TaskB (Roma1, MI, CNT, OE-Catania): La corretta valutazione della risposta sismica dei siti delle reti sismiche nazionali è necessaria per migliorare la qualità dei database di registrazioni della rete sismica permanente dell'INGV, facilitandone l'utilizzo per finalità di ricerca e di servizio. Prosegue quindi l'attività di caratterizzazione di tutti i siti (sia accelerometrici che velocimetrici) tramite il recupero di informazioni già disponibili, la caratterizzazione geolitologica (in convenzione con ISPRA), l'analisi dei dati sismici e le misure di profili di velocità. Tale attività viene svolta anche nell'ambito della Convenzione INGV-DPC All.B2 per quanto riguarda i siti accelerometrici.

### **Array di stazioni sismiche a basso costo**

Contributo Laboratorio Effetti di Sito (Roma1): utilizzo di nuova strumentazione per la realizzazione di array di stazioni sismiche a basso costo per il monitoraggio di fenomeni franosi attraverso tecniche basate sulla cross-correlazione del rumore sismico ambientale. L'intero sistema sarà facilmente esportabile in diverse aree in frana e garantirà un rapido funzionamento in campagna. Le stazioni integreranno nello stesso contenitore di piccole dimensioni:

i. sensore sismico triassiale;

- ii. sistema GPS per la temporizzazione accurata del dato acquisito;
- iii. sistema di trasmissione dati via wifi o modem;
- iv. batteria per una lunga durata di funzionamento.

## **Fondi progetto FISR**

### **Rete GPS semi-continua delle Prealpi Venete**

A partire dal 2010, nell'ambito del progetto OMBRA, è stata realizzata una rete di monitoraggio delle deformazioni del suolo basata su stazioni di misura GPS in modalità di acquisizione semi-continua. Alcune di queste stazioni sono nel frattempo diventate parte integrante della rete RING dell'INGV. Nell'ambito del progetto TRANSIENTI è in fase di ampliamento la rete GPS delle Prealpi Venete, che ha lo scopo sia di monitorare la deformazione tettonica sia di monitorare transienti di deformazione di origine idrologica, che sono stati recentemente individuati e studiati in tutto il sud-alpino orientale.

### **Rete per il monitoraggio in continuo del flusso di CO<sub>2</sub> emesso dai suoli in Sicilia Orientale ed Occidentale**

La rete è composta da 10 stazioni per la misura in continuo del flusso di CO<sub>2</sub> emesso dai suoli, cinque delle quali acquisiscono anche i parametri meteo (temperatura dell'aria, pressione atmosferica, pioggia e velocità del vento). I dati vengono acquisiti con frequenza oraria e trasmessi ogni giorno alla sede di Palermo.

Il monitoraggio in continuo del flusso di CO<sub>2</sub> in aree sismiche ha come finalità primaria lo studio dell'influenza dei fenomeni sismogenetici sulle emissioni di CO<sub>2</sub> dai suoli.

### **Realizzazione infrastruttura reti di monitoraggio VLF**

Lo scopo principale del progetto è lo studio della radiazione elettromagnetica in banda VLF in associazione all'occorrenza di eventi sismici. Esperimenti di laboratorio hanno già dimostrato una forte relazione tra lo stato di fratturazione della roccia sottoposta a stress e segnali VLF, ma la mancanza di una rete di monitoraggio adeguata non permette la validazione di tale relazione in natura.

Obiettivi del progetto:

1. Costruzione di nuove stazioni di acquisizione e realizzazione di una rete di monitoraggio per l'analisi e lo storage dei dati acustici in banda VLF
2. Realizzazione di sistemi di controllo in grado di rilevare potenziali problemi tecnici delle stazioni per porre subito rimedio ad eventuali malfunzionamenti
3. Opportuno storage dei dati che saranno disponibili per qualsiasi tipo di applicazione
4. Studio in laboratorio della relazione tra segnali VLF e fratturazione delle rocce sottoposte a stress utilizzando diverse tipologie di apparato sperimentale.
5. Implementazione di tecniche numeriche ai dati acquisiti in laboratorio e in natura per verificare se è possibile rilevare automaticamente eventi anomali e pattern di specifico interesse

### **IRON: Italia Radon mOnitoring Network**

IRON (Italian Radon mOnitoring Network) rappresenta il primo esempio in Italia ed uno dei primi in assoluto al mondo di network denso su scala regionale di stazioni permanenti per il monitoraggio in (quasi) real-time di concentrazione radon.

IRON è stato sviluppato ed implementato negli ultimi 9 anni ed attualmente sono 32 le stazioni in funzione, di cui la metà installate solo nell'ultimo biennio. Le varietà e diversità in termini di strumenti, tipologia di installazione e soprattutto il grande numero di dati di concentrazione acquisiti, hanno reso necessaria l'implementazione di un database relazionale che permette, attraverso un'interfaccia web dedicata, la visualizzazione di tutte le serie temporali e delle caratteristiche associate ad ogni stazione/strumento.

Oltre al continuo potenziamento della rete di monitoraggio in sé, e allo sviluppo, tecnologico e scientifico, delle tecniche di monitoraggio e dei protocolli di analisi numerica, il principale obiettivo nel 2018 è rappresentato dall'integrazione di IRON all'interno un network di monitoraggio multiparametrico (RSN+RING+IRON), che prevede la realizzazione di una rete a scala nazionale, inizialmente costituita da almeno 30 siti omogenei nei quali siano presenti velocimetri, accelerometri, sensori gps e misuratori radon.

### **Dati in continuo da reti sismiche temporanee**

Contributo Laboratorio Effetti di Sito (Roma1): gestione dei dati in continuo e delle procedure di conversione nei formati standardizzati per l'inserimento delle registrazioni nel nodo INGV di EIDA (European Integrated Data Archive).

### **Rete di ricevitori GNSS a terra per studi ionosferici**

Per monitorare effetti transitori come le scintillazioni ionosferiche, l'INGV gestisce e mantiene una rete di ricevitori in grado di fornire in tempo reale informazioni su tale fenomeno, principale causa di errore nell'ambito della navigazione

satellitare. Tale rete di ricevitori copre le aree polari (Svalbard ed Antartide), media latitudine (Lampedusa, Roma e Chania in Grecia) e a bassa latitudine (Tucumán in Argentina e São Paulo in Brasile). Il panorama delle misure ionosferiche si è ulteriormente arricchito con l'acquisizione dei dati di TEC (Total Electron Content) provenienti dai ricevitori GPS della rete RING.

#### **Monitoraggio geochimico in continuo - Etna**

La rete di monitoraggio geochimico in continuo gestita, nell'ambito dell'Allegato A dell'Accordo Quadro 2012-2021 DPC-INGV, dalla sezione Roma 1 e dall'Osservatorio Etneo è costituita da tre stazioni installate nei versanti sud/est dell'Etna. Contribuisce al quadro generale delle conoscenze misurando anche gas disciolti (radon tutte le stazioni, CO<sub>2</sub> stazione Pozzo Currone). Oltre al loro mantenimento si prevede di portare a termine lo sviluppo di un repository per l'archiviazione dei dati e di una interfaccia di consultazione che permetta di graficare e scaricare tutti i dati raccolti su base semestrale. Tale interfaccia è già operativa dall'inizio del 2018 in versione beta ad accesso riservato.

#### **Reti di monitoraggio geochimico dei vulcani**

Le reti di monitoraggio geochimico misurano una serie di parametri finalizzati alla valutazione dello stato di attività dei vulcani siciliani (Etna, Stromboli, Vulcano) ed in misura minore su altri apparati attivi. Le reti sono infrastrutture di riferimento inserite in Allegato A della Convenzione INGV-Dipartimento di Protezione Civile. Oltre al loro mantenimento, nell'ambito del PTA si prevede la loro implementazione sia in termini di innovazione tecnologica (installazione e test di nuove tecnologie di misura e trasmissione dati), sia in termini di sviluppo scientifico (acquisizione di nuovi parametri, aumento delle frequenze osservative, aumento dei siti).

#### **ETNA - Rete Monitoraggio termico in aree sommitali**

L'attività dell'Etna permette di verificare univocamente le relazioni fra circolazione idrotermale – fluidi magmatici – attività eruttiva, desunte dalle reti osservative. Il monitoraggio sperimentale del gradiente di temperatura sul rift di NE, ha evidenziato le potenzialità osservative di una rete di monitoraggio continuo, ubicata su lineazioni attive. I risultati preliminari sono pubblicati in abstract di congressi (2015 AGU FM, 2016 Goldschmidt, 2017 Sogei, sottomesso a COV10) e articoli peer-reviewed (Diliberto et al., 2018a; b in preparazione). La possibilità di sviluppo nel biennio di una buona rete di monitoraggio implica però una accurata programmazione temporale, approfondite valutazioni multidisciplinari, ma soprattutto la possibilità di ulteriori verifiche multi-parametriche ad ampio raggio.

#### **Rete Monitoraggio termico VULCANO**

A Vulcano le time-series di temperatura testimoniano la storia del monitoraggio continuo per la sorveglianza geochimica. Le variazioni temporali, correlate ad altri parametri geofisici e geochimici, evidenziano in tempo reale i periodi di anomalia esalativa (Inguaggiato et al., 2018; Diliberto 2017, 2013; Cannata et al., 2012; Milluzzo et al., 2011; Diliberto et al., 2002). La rete stabile consiste di 4 stazioni ubicate sul cono attivo della Fossa: Le stazioni Vulcra e Vulcra2 sono all'interno del campo fumarolico di alta temperatura. Le stazioni VCS e Bordosud sono ubicate all'esterno del campo fumarolico principale, dove permettono stime dell'output termico in 2 aree interessate da elevate emissioni di CO<sub>2</sub>. Lo sviluppo per il biennio richiede l'assegnazione di risorse "dedicate".

#### **Rete FLAME Etna, Stromboli e Vulcano: Flusso di SO<sub>2</sub>**

I gas vulcanici svolgono un ruolo determinante sullo stile e la durata dei processi vulcanici. Sebbene l'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) sia la terza specie tra i gas vulcanici ricopre un ruolo fondamentale perché permette di vincolare lo stato superficiale dei condotti vulcanici (~5km dai crateri) e permette di stimare i budget di magma coinvolti in sin o potenziali processi eruttivi. La Rete FLAME consiste di stazioni scanner automatiche per la misura remota del flusso di SO nel plume vulcanico. la rete consta di 1° stazioni sull'Etna, 4 su Stromboli ed 1 a Vulcano.

#### **RETE STROMBOLIPLUME - Monitoraggio continuo per la misura rapporto CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> del plume dello Stromboli**

La CO<sub>2</sub> e l'SO<sub>2</sub> sono, dopo l'H<sub>2</sub>O, i costituenti principali presenti nei gas vulcanici e la loro misura consente lo studio quantitativo dei processi di degassamento vulcanico. L'utilizzo del rapporto CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> nel monitoraggio vulcanico prende spunto dal grande contrasto di solubilità tra le due specie nei fusi silicatici. Il rapporto CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> è considerato un tracciante della profondità del magma degassante, e quindi in grado di fornire indicazioni sulla probabilità di un'eruzione, pertanto supporta in modo significativo la sorveglianza vulcanica.

La rete per il monitoraggio del rapporto CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> operante sullo Stromboli è interamente progettata e assemblata dalla Sezione di Palermo dell'INGV. L'attuale configurazione consiste di tre stazioni di monitoraggio site ai crateri sommitali.

#### **RETE ETNAPLUME - Monitoraggio continuo per la misura rapporto CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> del plume dell'Etna**

La CO<sub>2</sub> e l'SO<sub>2</sub> sono, dopo l'H<sub>2</sub>O, i costituenti principali presenti nei gas vulcanici e la loro misura consente lo studio quantitativo dei processi di degassamento vulcanico. L'utilizzo del rapporto CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> nel monitoraggio vulcanico prende spunto dal grande contrasto di solubilità tra le due specie nei fusi silicatici. Il rapporto CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> è considerato

un tracciante della profondità del magma degasante, e quindi in grado di fornire indicazioni sulla probabilità di un'eruzione, pertanto supporta in modo significativo la sorveglianza vulcanica.

La rete per il monitoraggio del rapporto CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> operante sull'Etna è interamente progettata e assemblata dalla Sezione di Palermo dell'INGV. L'attuale configurazione consiste di due stazioni di monitoraggio site ai crateri sommitali.

#### **RETE ETNAGAS - Monitoraggio continuo per la misura della CO<sub>2</sub> diffusa dai suoli dell'Etna**

Grazie alle sue limitate interazioni con il mezzo roccioso e la sua facile rilevabilità, l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) è, tra le specie gassose emesse dai vulcani, una tra le più frequentemente misurate per monitorarne l'attività. Inoltre, la CO<sub>2</sub> è la seconda più abbondante specie gassosa dopo l'acqua (H<sub>2</sub>O) contenuta nei magmi, pertanto rappresenta uno dei maggiori contributi del degassamento magmatico. La relazione esistente tra le variazioni di flusso della CO<sub>2</sub> diffusa dai suoli e le manifestazioni eruttive dell'Etna ha permesso la definizione di modelli interpretativi di pericolosità vulcanica. Il monitoraggio di questo parametro si è mostrato una risorsa di particolare utilità per la sorveglianza vulcanica.

La rete per il monitoraggio della CO<sub>2</sub> diffusa dai suoli operante sull'Etna è interamente progettata e assemblata dalla Sezione di Palermo dell'INGV, e consiste di 14 stazioni di misura.

#### **Rete per il monitoraggio in continuo del flusso di CO<sub>2</sub> emesso dai suoli nell'isola di Vulcano**

La rete Vulcano Gas è composta da 8 stazioni che misurano in continuo il flusso di CO<sub>2</sub> emesso dai suoli, tre delle quali acquisiscono anche i parametri meteo (temperatura dell'aria, pressione atmosferica, pioggia e velocità del vento). I dati vengono acquisiti con frequenza oraria e trasmessi ogni giorno alla sede di Palermo.

Il monitoraggio in continuo del flusso di CO<sub>2</sub> ha la finalità di rilevare la presenza di trend o variazioni anomale riconducibili a mutamenti o/e dello stato di attività del vulcano o/e del sistema idrotermale. I dati acquisiti vengono utilizzati per redigere il bollettino mensile fornito al DPC.

#### **Rete parametri chimico-fisici in continuo delle acque di falda dell'Isola di Vulcano**

La rete è composta da 4 stazioni che misurano temperatura, conducibilità, livello e la pressione totale del gas disciolto (TGP) in 4 pozzi. Il monitoraggio è effettuato utilizzando delle sonde multiparametriche progettate e realizzate ad hoc per poter operare nelle condizioni ambientali critiche presenti nella falda di Vulcano.

Il monitoraggio è finalizzato a rilevare la presenza di trend o variazioni anomale riconducibili a mutamenti dello stato di attività del vulcano o/e del sistema idrotermale e allo studio dei processi d'interazione. I dati sono acquisiti con frequenza oraria e trasmessi alla sala di monitoraggio, una volta validati, confluiscono nel TSD-System.

#### **Rete parametri chimico-fisici in continuo delle acque di falda dell'Etna**

La rete consta di 10 stazioni di monitoraggio ubicate nella fascia pedemontana dell'edificio vulcanico dell'Etna. Ogni sito è stato condizionato in base al tipo di captazione dell'acquifero adottando di volta in volta una configurazione "ad hoc". Le stazioni installate nei pozzi (5) acquisiscono con cadenza oraria alcuni parametri chimico-fisici delle acque di falda (conducibilità elettrica, temperatura, livello freatico) ed i parametri atmosferici quali la temperatura e l'umidità dell'aria e la pressione atmosferica. Le stazioni installate nelle gallerie drenanti (5) acquisiscono oltre ai parametri chimico-fisici anche la pressione parziale di CO<sub>2</sub> disciolta (PCO<sub>2</sub>) e la pressione totale dei gas disciolti (TGP).

I dati del monitoraggio geochimico multiparametrico sono finalizzati alla valutazione dello stato di attività del vulcano, alla modellizzazione della circolazione dei fluidi in relazione al quadro morfo-strutturale del vulcano ed alla valutazione dell'interazione gas-acqua. Le stazioni sono connesse con la sala di acquisizione dell'INGV sezione di Palermo tramite modem GSM. I dati acquisiti, una volta validati, confluiscono nel TSD-System per la visualizzazione nelle sale di Monitoraggio.

c.	Eventuali collaborazioni nazionali/internazionali
	<p>Istituto dei Sistemi Complessi, Sesto Fiorentino, Firenze, Italy Università di Modena e Reggio Emilia, Italy Istituto di Radioastronomia - IRA, Istituto Nazionale di Astrofisica - INAF, Bologna, Italy Politecnico di Torino, Torino, Italy Istituto Superiore Mario Boella - Torino, Italy Leonardo SpA, Telespazio, Navigation group, Rome, Italy UNIVERSITY TOR VERGATA, Rome, Italy GESA Group of the UNLP, La Plata, Argentina ICATE - CONICET, San Juan, Argentina Instituto Antártico Argentino/Dirección Nacional del Antártico (IAA/DNA), Buenos Aires, Argentina Ionospheric Laboratory of the UNT, Tucuman, Argentina Bureau of Meteorology, Australian Government, Australian Royal Observatory of Belgium, Brussels, Belgium</p>

FCT/UNESP , Presidente Prudente, SP, Brazil  
 Centro de Radio Astronomia e Astrofisica Mackenzie (CRAAM), Universidade Presbiteriana Mackenzie, Sao Paulo, Brazil  
 Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Brazil  
 Natural Resources Canada , Geomagnetic Laboratory, Ottawa, Ontario, Canada University of New Brunswick - CHAIN, Fredericton, New Brunswick, Canada National Institute of Polar Research, NIPR, Tokyo, Japan  
 Space Research Center, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland South African National Space Agency, SANSA, South Africa  
 Nottingham Geospatial Institute, University of Nottingham, United Kingdom (contacts) University of Bath, United Kingdom (contacts)  
 U.S. Geological Survey, USGS, USA (contacts)  
 MIT Haystack Observatory, Westford, MA, USA (contacts)  
 Johns Hopkins Applied Physics Laboratory, JHAPL, USA (contacts) Virginia Polytechnic Institute and State University, (VT), USA (contacts)  
 Università degli Studi di Salerno Università degli studi di Palermo DI.STEM  
 Dipartimento di Chimica e Fisica dell'Università degli Studi di Palermo Geological Survey neozelandese  
 GFZ di Potsdam (Germania)  
 Osservatorio Geofisico Sperimentale  
 Università di Perugia  
 Università di Roma La Sapienza  
 Università di Genova  
 Arizona University  
 UNAVCO  
 International Continental Scientific Drilling Program  
 Istituto Geografico Militare Italiano  
 Dipartimento della Protezione Civile ISPRA  
 Ecole Normale Supérieure National Observatory of Athens  
 IPGP e OBS Park Europe  
 LDEO Columbia University  
 INOGS  
 CNR – ISMAR, IGAG  
 Università della Calabria  
 JRC  
 ISPRA  
 IOC-UNESCO  
 KOERI  
 NOA  
 CENALT  
 National Institute for Earth Physics, Romania Dept. of Physics, Malta Univ., Malta  
 Geophysical Institute, Czech Academy of Science, Czech Republic  
 Institute of Geosciences, Energy, Water and Environment (IGEWEE), Polytechnic University of Tirana, Tirana, Albania  
 Republic Hydrometeorological Service of Republic of Srpska, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina  
 Montenegro Seismological Observatory, Sector for Seismology, Podgorica, Montenegro  
 Institute of Geodynamics, National Observatory of Athens, Athens, Greece  
 Seismological Survey of Serbia, Belgrade, Serbia  
 Institut National de Meteorologie, Tunisia Bogazici Univ. and KOERI, Turkey  
 Geophysical Institute, National Observatory of Athens, Greece  
 Greece Geophysical Institute,  
 Bulgarian Academy of Science, Bulgaria GEOFON,  
 GFZ, Germany  
 NRIAG, Egypt  
 Seismological Centre, Academy of Albania  
 CNRST, Morocco  
 Geophysical Institute, Bulgarian Academy of Science, Bulgaria Seismological Service of Serbia, Serbia  
 Università. di Trieste and OGS, Italy

CRAAG, Algeria

Università degli Studi di Genova Università degli Studi di Trieste

Università degli Studi della Basilicata - Potenza Università degli Studi delle Calabrie – Rende Istituto Geofisico

Toscano Prato Ricerche Osservatorio Geofisico Sperimentale – Trieste Centro Ricerche Sismologiche – Udine

ETH, Zurigo

Provincia autonoma di Trento

**Progetti**

European Plate Observing System (EPOS)

Seismology and Earthquake Engineering Research Infrastructure Alliance for Europe (SERA)

A Strainmeter Array Along the Alto Tiberina Fault System, Central Italy (STAR)



*Installazione di telecamere sul vulcano Stromboli.*

## Infrastruttura di Ricerca

Infrastruttura Struttura

IT2 - Laboratori analitici e sperimentali

Data Inizio:

1/1/2018

Data Fine:

31/12/2020

### a. Finalità e Obiettivi

I laboratori dell'INGV costituiscono un patrimonio infrastrutturale importante e un polo di attrazione per ricercatori e gruppi di studio provenienti da istituzioni italiane e straniere. In tal senso l'INGV ha investito in maniera significativa nell'innovazione tecnologica, nella messa in funzione e nel mantenimento di apparecchiature all'avanguardia, nonché nella sperimentazione e nella messa a punto di metodi analitici e sperimentali innovativi che possano migliorare la qualità e la quantità delle misure, riducendo i tempi di acquisizione e di calcolo e facilitando la fruibilità dei dati per tutta la comunità scientifica. Tutte queste attività sono state organizzate nell'INGV 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, producendo sviluppi tecnologici e metodologici, si recepiscono e armonizzano le attività di ricerca. Tra le infrastrutture dedicate alle attività di rilievo dell'Ente, si ricorda il laboratorio di alte pressioni ed alte temperature presso la sede di Roma, dove si conducono esperimenti e misure inerenti la chimica e fisica delle rocce e vengono progettati e sviluppati apparati per esperimenti in campo geofisico e vulcanologico. Tra i laboratori più avanzati al mondo nel proprio settore, si ricordano i Laboratori di Paleomagnetismo di Roma 2, e di Geochimica di Palermo, menzionando anche gli sviluppi nei laboratori presso le sezioni di Catania, Napoli e Pisa principalmente rivolti allo studio del vulcanismo. Nel complesso i laboratori analitici e sperimentali sono un formidabile polo di attrazione per ricercatori italiani e stranieri esterni. L'impegno del personale operante nei laboratori ammonta a 487 mesi persona per il 2018 con previsioni di crescita nel 2019 e nel 2020 pari a 661 e 631 mesi persona rispettivamente (tabella punto f.).

Nel triennio di riferimento si intende procedere ad un aggiornamento del Censimento delle Infrastrutture di laboratorio effettuato nel 2015 (dati 2014). Al fine valorizzare le attività e i prodotti di laboratorio e per garantire una migliore gestione delle risorse infrastrutturali dell'INGV, nel biennio successivo si intende avviare una politica comune per l'accesso ai Laboratori stessi e per la gestione dei dati prodotti.

### b. Contenuto Tecnico Scientifico

Di seguito si descrivono sinteticamente i laboratori analitici e sperimentali presenti nelle diverse sedi dell'INGV.

#### **Laboratori nazionali analitici, sperimentali, geochimici e per lo sviluppo tecnologico della sede di Roma**

I laboratori analitici e sperimentali operano nei seguenti settori:

1. Fisica e chimica delle rocce.
2. Paleomagnetismo e magnetismo ambientale.
3. Petrologia e vulcanologia sperimentali.
4. Modellazione analogica.
5. Geochimica dei gas nobili, degli isotopi stabili della radioattività ambientale, e chimica dei fluidi.
6. Geologia e geotecnologie.
7. Geomagnetismo.
8. Tecnologie a radio frequenza.
9. Spettroscopia a microonde.
10. Monitoraggio ambientale.
11. Aerogeofisica.
12. Misure di geofisica applicata.

Presso i laboratori di Roma sono installati e vengono sviluppati apparati sperimentali e analitici utilizzati per lo studio di proprietà delle rocce e dei magmi, per lo studio della geochimica dei fluidi, per riprodurre sperimentalmente i

processi che avvengono all'interno e sulla superficie della Terra e, in ambito paleomagnetico, si conducono ricerche sulle variazioni del campo magnetico terrestre nel passato geologico, sulla stratigrafia integrata, sulla geodinamica, sulle ricostruzioni paleoclimatiche e paleoambientali, sull'inquinamento atmosferico da polveri sottili. Le attività e lo sviluppo tecnologico spaziano fino alle linee di ricerca connesse al monitoraggio ambientale, all'osservazione geofisica aerea e alle proprietà chimico-fisiche ed elettromagnetiche dell'atmosfera terrestre.

Per la gestione degli apparati risulta determinante l'impegno in termini di mesi uomo del personale con contratto a tempo determinato nell'ambito di progetti attivi.

In particolare il **Laboratorio di Geomagnetismo** si occupa della progettazione e realizzazione di apparati per la gestione della strumentazione magnetica da remoto presso gli osservatori, curando, in particolare, lo sviluppo di dispositivi automatici di controllo di strumenti da osservatorio, la modifica di sistemi di alimentazione a pannelli solari ai fini della riduzione di effetti spuri sulla strumentazione e la realizzazione di sistemi per la riduzione degli effetti indotti dalla tensione di rete sulla strumentazione di misura.

Nel **Laboratorio Tecnologie a radio frequenza** si sviluppano strumenti che impiegano tecniche radio e radar al fine di eseguire rilevamenti in alta atmosfera o nei ghiacciai nelle bande HF e VHF. Sono allo studio anche sistemi di sondaggio alle varie frequenze utili per la determinazione delle stratificazioni nei materiali. Inoltre, si sviluppano e si utilizzano strumentazione e sensori elettrici e magnetici nelle bande ELF, SLF, ULF e VLF (da qualche Hz fino alle decine di kHz), per l'osservazione di emissione di segnali elettromagnetici dai materiali sotto stress meccanico e per il rilevamento dei campi elettromagnetici naturali che si generano e si propagano all'interno della cavità magneto-ionosferica. Si progettano altresì reti integrate di sensori per il campo elettrico e magnetico per utilizzare le potenzialità della gradiometria tensoriale.

Il **Laboratorio di spettroscopia a microonde** risponde all'esigenza di sviluppare strumentazione ad hoc per per l'osservazione di gas in traccia presenti nella media ed alta atmosfera (costituenti neutri O<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>, CO e H<sub>2</sub>O). Il laboratorio di spettroscopia a microonde è parte integrante della ricerca finalizzata allo studio dei processi chimico-fisici legati dei costituenti stratosferici tramite campagne in Artide.

Il **Laboratorio di monitoraggio ambientale** rappresenta una nicchia tecnologica che, mettendo a disposizione il know-how sulle tecniche di spettrometria gamma in alta risoluzione, fa uso di un rivelatore ad altissima efficienza dotato di schermatura rilevante. Tale strumentazione al momento sembra essere unica sul territorio nazionale. Il laboratorio mette a disposizione le proprie competenze ad organizzazioni internazionali delle Nazioni Unite impegnate nel controllo degli armamenti e nella non proliferazione nucleare (IAEA, CTBTO).

Il **Laboratorio di Aerogeofisica** comprende al suo interno una varietà di strumentazione multiparametrica atta ad essere installata su velivoli, prevalentemente elicotteri, per caratterizzare il territorio da un punto di vista multidisciplinare, dalla superficie fino in profondità, acquisendo dati in maniera modulare. Il Laboratorio inoltre sviluppa l'interfacciamento della sensoristica di misura con la strumentazione di bordo dei velivoli impiegati nella attività osservative. Il laboratorio è impegnato, tra l'altro, in sinergia con organizzazioni internazionali delle Nazioni Unite, nella attività delle ispezioni (On-site Inspections, OSI) previste per il controllo degli esperimenti nucleari, nell'ambito generale della non-proliferazione, disarmo e sicurezza internazionale, così come previsto dalla L. 197/2003.

Il **Laboratorio di Paleomagnetismo** è un'infrastruttura attiva in molteplici linee di ricerca afferenti ai tre Dipartimenti, essendo i dati paleomagnetici applicabili a tematiche geomagnetiche, geodinamiche, vulcaniche, stratigrafiche e ambientali. Il laboratorio è infrastruttura europea di riferimento nell'ambito del programma EPOS, e vanta molteplici collaborazioni nell'ambito di progetti scientifici nazionali e internazionali. Il laboratorio è ospitato in una stanza schermata che garantisce un ambiente protetto dai campi magnetici statici (quali, ad esempio, il campo magnetico terrestre), ed è dotato di un ricco e complesso corredo strumentale, di cui vengono curati lo sviluppo tecnologico e la manutenzione.

Il **Laboratorio di misure di geofisica applicata** si occupa dello sviluppo, mantenimento e implementazione della strumentazione geofisica per lo studio del sottosuolo. Cura gli aspetti legati all'ottimizzazione delle misure e dei sistemi di acquisizione dati. Svolge sperimentazioni sull'integrazione tra misure geofisiche differenti per aumentare il

potere risolutivo delle osservazioni stesse. I principali ambiti di applicazione riguardano ambiente, archeologia e territorio.

Il **Laboratorio di Geologia e Geotecnologie** cura il mantenimento, gestione e sviluppo del Parco Strumentale per la Caratterizzazione di Siti ad Alta Risoluzione (settore geologia, geomorfologia e topografia), e dei Laboratori Cartografia e Foto Aeree, Stratigrafia e Preparazione campioni, Topografia Digitale ad alta risoluzione.

Nei **Laboratori di Geochimica e Radionuclidi** vengono svolti studi nel campo della geochimica dei fluidi con particolare riferimento alle aree sismicamente attive e ai vulcanismo.

Nel **Laboratorio Alte Pressioni Alte Temperature** di Geofisica e Vulcanologia sperimentali si sviluppano tecniche per lo studio delle proprietà chimiche e fisiche di rocce e magmi e vengono simulati sperimentalmente processi legati alla genesi dei terremoti e delle eruzioni vulcaniche. Si avvale della stretta collaborazione del Laboratorio di Nuove Tecnologie e Strumenti, dove vengono sviluppati strumenti di misura e osservazione.

Il Laboratorio Effetti di sito I Laboratorio utilizza la strumentazione in dotazione (acquisitori, sensori accelerometrici e velocimetrici, strumentazione per la sismica attiva e per la tomografia elettrica) per esperimenti specifici ad hoc di risposta sismica locale e di caratterizzazione sismica di sito, studi di Microzonazione Sismica e in occasione di emergenze sismiche, nell'ambito di attività legate a progetti nazionali e internazionali o per attività di servizio.

il **Laboratorio per le Tecnologie Marine di Porto Venere**, afferente alle Sezione Roma 2, è specializzato nello sviluppo tecnologico di veicoli e sensori per la prospezione e l'osservazione dell'ambiente marino. Nel laboratorio sono stati ideati prototipi, brevettati, di magnetometri, accelerometri, veicoli autonomi subacquei (AUV), piccole imbarcazioni radioguidate (USV), robot sottomarini filoguidati (ROV) e molto altro. Inoltre, vengono sperimentati nuovi sistemi per l'osservazione del mare quali OS-IS ed SRS che sono entrati nella rete osservativa del levante ligure.

#### **Laboratori analitici e sperimentali della sede di Palermo**

Ciascun laboratorio della sede di Palermo costituisce una "entità fisica" ben definita e organizzata che coinvolge ricercatori, tecnologi e tecnici, rappresentando di fatto un'infrastruttura che opera in un ampio contesto geochimico multidisciplinare.

L'infrastruttura è costituita dai **6 Laboratori analitici**:

1. Laboratorio di analisi chimica delle acque (cromatografia in fase liquida LC-HPLC).
2. Laboratorio di analisi chimica dei gas liberi e disciolti (gas-cromatografia GC).
3. Laboratorio di analisi Elementi in tracce (ICP-OES e ICP-MS).
4. Laboratorio di Isotopi stabili C, O, H, N per determinazioni in campioni di acque, gas e solidi (spettrometria di massa IRMS).
5. Laboratorio di analisi dei Gas Nobili He, Ne, Ar per la determinazione di concentrazioni e di rapporti isotopici in gas liberi, disciolti o presenti nelle melt inclusions e fluid inclusions.
6. Laboratorio di Laser ablation in cui vengono determinate le abbondanze degli elementi in traccia (ICP-MS) e le concentrazioni ed i rapporti isotopici di He, Ne e Ar nelle inclusioni fluide in cristalli o altre matrici solide (vetri etc.).

e di **due Laboratori tecnologici**:

- Laboratorio di meccanica.
- Laboratorio di elettronica.

In ogni laboratorio operano strumentazioni all'avanguardia per l'analisi chimica ed isotopica e la sperimentazione nei diversi ambiti delle scienze della terra e ambientali e quindi trasversali alle tre tematiche di ricerca dell'INGV. I laboratori trattano e analizzano campioni di acque sotterranee, marine, idrotermali, gas di varia natura e origine, rocce, minerali, particolato atmosferico, ceneri vulcaniche etc, oltre a prestare una particolare cura allo sviluppo tecnologico-analitico in stretta collaborazione con le case produttrici delle strumentazioni (p.e Thermo, Agilent, SRA, Teledine) e con il supporto dei laboratori tecnologici. Vengono, infatti, messe a punto nuove metodologie analitiche anche in collaborazione con istituzioni di ricerca nazionali e internazionali.

Tutti i dati prodotti sono utilizzati per lo studio dei sistemi vulcanici attivi, delle aree sismogenetiche, in le ricerche in campo ambientale ed idrogeologico. I dati sono inoltre componente essenziale per il monitoraggio geochimico delle

aree vulcaniche e sismiche, per attività istituzionali condotte da tutte le sezioni dell'Ente oltre ai numerosi progetti di ricerca esterni o afferenti ai tre Dipartimenti (Vulcani, Terremoti ed Ambiente) dell'Ente. Oltre al FOE, i laboratori sperimentali e analitici ricevono finanziamenti dalla convenzione decennale INGV-DPC, e con una quota variabile di anno in anno, da convenzioni tra INGV ed altre istituzioni nazionali ed internazionali nonché attraverso progetti di ricerca. Il CDA nel 2015 ha approvato il regolamento di accesso ai servizi dei laboratori prevedendo tra l'altro la fornitura di servizi analitici svolti per conto di soggetti terzi pubblici e privati.

Tutte le attività sono coordinate da un responsabile di Unità Funzionale (RUF), mentre le singole infrastrutture analitico-sperimentali sono coordinate da un Responsabile di laboratorio.

#### **Laboratori analitici e sperimentali della sede di Pisa**

Queste infrastrutture di ricerca includono un insieme di strumenti e laboratori finalizzati a:

##### **1. Studi di petrologia e vulcanologia:**

- preparazione delle rocce per l'analisi petrografica, tessiturale e composizionale;
- analisi granulometriche e dei componenti e proprietà fisiche dei clasti (vescicolarità e densità);
- analisi tessiturali delle rocce e composizione di minerali e vetri;
- analisi morfologiche delle particelle vulcaniche;
- esperimenti ad alta temperatura e pressione atmosferica.

Questi studi vengono condotti tramite l'utilizzo di un laboratorio di sedimentologia; laboratorio di microscopia ottica ed elettronica (SEM+EDS+CL) fornace verticale tubolare.

##### **2. Studi paleoclimatici e micropaleontologici:**

- micromilling machine per campionamento ad alta risoluzione di rocce e speleotemi per analisi isotopiche e radiometriche;
- preparazione di campioni di roccia per lo studio dei Nannofossili Calcarei, per studi di biostratigrafia e paleoclimatologia.

##### **3. ricostruzione di modelli 3D** mediante l'utilizzo di tecnologie locali o da remoto attive e passive.

I laboratori sono usati per progetti scientifici, monitoraggio vulcanico e ambientale ed attività formativa (tirocini formativi, tesi di laurea e dottorati di ricerca)

#### **Laboratori analitici per la vulcanologia della sede di Catania-Osservatorio Etneo**

I laboratori dell'Osservatorio Etneo di Catania permettono la definizione di un ampio spettro di parametri al fine di monitorare l'evoluzione dell'attività vulcanica durante le crisi eruttive e per la ricerca.

I laboratori dell'OE comprendono:

- Laboratori analitici.
- Laboratorio di cartografia.
- Laboratorio di analisi dei fluidi.

Le attività di routine che si svolgono nei **Laboratori analitici** sono: l'archiviazione e immagazzinamento dei campioni di roccia; la preparazione di polveri e dischi per le analisi chimiche delle rocce totali; l'analisi degli elementi maggiori e degli elementi in traccia nella roccia totale con XRF e ICP-Ms (quest'ultimo da calibrare), nei vetri della pasta di fondo e nei minerali con il SEM-EDS; la determinazione del contenuto di acqua con analisi ponderale; lo studio delle sezioni sottili con il microscopio petrografico ed infine lo studio della morfologia dei prodotti dell'attività esplosiva al SEM. Lo studio delle variazioni composizionali dei prodotti effusivi ed esplosivi consente di interpretare i meccanismi eruttivi e i processi magmatici all'interno dei sistemi di alimentazione dei vulcani attivi siciliani e delle relazioni esistenti tra processi magmatici e stili eruttivi. Gli strumenti quali CAMSIZER, lo stereo microscopio e un picnometro (da calibrare) consentono: la caratterizzazione sedimentologica di rocce sciolte, tra cui i tefra, la definizione dei relativi parametri quantitativi e statistici fisici, granulometrici e morfometrici ed infine le analisi dei componenti delle ceneri. I dati ottenuti vengono utilizzati come input per le simulazioni delle nubi eruttive sull'Etna e permettono di comparare i dati di depositi reali con quelli provenienti dai modelli numerici, sia a terra che in atmosfera.

Nel **Laboratorio di cartografia**, attraverso l'utilizzo di un computer ad alte prestazioni di calcolo per svolgere le elaborazioni con software GIS (ArcGIS, QGIS), dei ricevitori satellitari ad alta precisione e binocoli laser ed infine dei DRONI e i relativi software, si realizzano le mappe di colate laviche e di depositi piroclastici e vulcanoclastici; si

elaborano di modelli digitali della superficie (DEM) al fine di aggiornare la topografia dell'area sommitale dell'Etna e di individuare eventuali aree di debolezza possibile causa di collasso di fianco; si calcolano i parametri vulcanologici delle eruzioni in atto e di quelle passate. Inoltre viene gestito un geoportale di sezione interno (<http://sowebserver/GeoPortale/index.php>) ed uno esterno (<http://geodb.ct.ingv.it/geoportale/>) nonché il geoportale del DPC (per quanto riguarda l'attività effusiva dell'Etna) strumenti utili per catalogare e divulgare le informazioni geologiche.

Infine nel **Laboratorio di analisi dei fluidi** è attrezzato per l'effettuazione di misure di vari parametri geochimici su campioni di gas e acque.

#### **Laboratori della sede di Napoli-Osservatorio Vesuviano**

Le infrastrutture per la ricerca in vulcanologia presso l'Osservatorio Vesuviano comprendono laboratori petrologici, vulcanologici che, nell'insieme sono equipaggiati con strumentazioni all'avanguardia, consentono studi di dettaglio sulle proprietà chimico-fisiche dei magmi, delle rocce, e dei fluidi in ambiente vulcanico. A questi si aggiunge un Laboratorio di Geomatica che fornisce un importante supporto alle attività di ricerca e monitoraggio multidisciplinari. Di seguito sono dettagliate le principali finalità ed attività dei singoli laboratori.

Il **Laboratorio degli isotopi radiogenici** (chimica fine, microanalisi e spettrometria di massa) consente di effettuare misure della composizione isotopica di materiale geologico, manufatti e materiale umano, per studi vulcanologici, geochimici, ambientali, archeometrici e di mobilità umana.

Il **Laboratorio di preparazione campioni** è il laboratorio in cui vengono analizzati campioni di prodotti di eruzioni vulcaniche (in prevalenza lave, pomice e ceneri). In funzione delle analisi da effettuare, i campioni vengono puliti, asciugati, eventualmente frantumati e polverizzati. dai campioni frantumati e dalle polveri vengono separate le varie componenti vetrose e minerali. Su alcuni campioni vengono effettuate analisi granulometriche, di densità, sia in toto che sui frammenti.

I Laboratori di Spettrometria di massa, Cromatografia Ionica, Gas Cromatografia, Spettrometria Plasma Massa, concorrono tutti a costituire il **Laboratorio di Geochimica dei Fluidi**, che rappresenta una infrastruttura tecnologica all'avanguardia a sostegno delle attività di ricerca e di monitoraggio geochimico dell'Ente. Il Laboratorio è in grado di produrre analisi chimiche (maggiori e tracce) ed isotopiche complete per quanto concerne i gas ed i condensati fumarolici, emissioni gassose, i gas disciolti e le acque di falda. Le analisi chimiche ed isotopiche dei gas e condensati fumarolici per le aree del Vesuvio, Campi Flegrei ed Ischia, rientrano nella routine di sorveglianza geochimica dei Vulcani Campani.

Nel **Laboratorio di Microtomografia** ai raggi X vengono svolti studi inerenti la microstruttura delle rocce attraverso la costruzione di mappe digitali tridimensionali ad altissima risoluzione (submicron); tale tecnica è applicata con successo allo studio dei fenomeni naturali in contesti di rischio vulcanico, sismico, idrogeologico. Nel Laboratorio di diffrazione a raggi X – XRD vengono effettuate analisi di materiali solidi, che vanno dai campioni di rocce ai minerali, dai suoli ai prodotti industriali, dai reperti archeologici ai materiali extraterrestri.

Fondamentale è il suo supporto alle attività di:

1. Monitoraggio vulcanologico (i.e. studio dei fanghi e caratterizzazione mineralogica dei sublimati formati presso le fumarole).
2. Esplorazione geotermica (i.e. analisi delle fasi di alterazione su carote di pozzo).
3. Ricerca scientifica in senso stricto (i.e. analisi mineralogica sia qualitativa, che quantitativa su campioni di rocce di interesse vulcanologico e giacimentologico).
4. Controllo ambientale (i.e. presenza di asbesto).

Nel **Laboratorio di Spettroscopia all'infrarosso - FT-IR** vengono svolte analisi inerenti:

1. determinazione di H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub> in vetri vulcanici;
2. analisi strutturali dei minerali ad integrazione delle analisi via XRD;
3. individuazione dei gruppi vibrazionali nelle matrici amorphe e cristalline per il maggior dettaglio composizionale.

Le principali attività realizzate in tale Laboratorio sono:

- Controllo delle alterazioni idrotermali dalle aree vulcaniche napoletane di degassamento attivo e database di una selezione dei materiali e minerali di alterazione;
- Stima del contenuto in gas magmatici nelle inclusioni vetrose per la determinazione delle condizioni di pressione di cristallizzazione e la definizione della struttura del sistema vulcanico.

Le principali attività del **Laboratorio di Microscopia Elettronica e microsonda elettronica – EDS-BSEM** riguardano:

1. La caratterizzazione morfoscopica di campioni litoidi ad alta risoluzione fino a scale nanometriche.
2. Indagini tessiturali in 2D di rocce o loro costituenti in sezione sottile.
3. Analisi composizionali in EDS di campioni tal quali e sezionati.
4. Analisi mineralogiche.

Nel **Laboratorio Geomatica** vengono svolte attività inerenti:

- la produzione e l'analisi di Modelli Digitali del Terreno ad alta risoluzione;
- il trattamento ed analisi di dati immagine acquisiti da sensori montati su piattaforme satellitari, aeree e prossimali ed operanti nel campo di frequenze del visibile e dell'infrarosso termico;
- la modellazione di dati di deformazione del suolo prodotti da elaborazione di dati radar da satellite;
- l'acquisizione, gestione e rappresentazione di dati geofisici, vulcanologici e territoriali ed alla produzione ed aggiornamento di strati tematici per esigenze di Protezione Civile e di ricerca.



*Laboratorio di paleomagnetismo presso la sede di Roma,*



*Laboratorio di spettroscopia della Sezione di Napoli Osservatorio Vesuviano,*

#### **Contributi del FORUM**

Nel seguito vengono presentate in maniera sintetica le attività di gestione delle infrastrutture di ricerca e di sviluppo tecnologico programmate ed in corso. Le informazioni riportate ricalcano essenzialmente i contributi forniti dai ricercatori e tecnologi dell'Istituto, disponibili in un forum dedicato nel sito web dei Dipartimenti (ex-Strutture) di Ricerca dell'INGV ed accessibile a tutti i dipendenti dell'Ente. Queste attività costituiscono gli obiettivi specifici su cui si focalizzano le attività di ricerca della Struttura Ambiente per il 2018, con prospettive di sviluppo per il biennio successivo.

#### **Laboratorio di paleomagnetismo**

Il laboratorio è un'infrastruttura attiva in molteplici linee di ricerca afferenti ai tre Dipartimenti, essendo i dati paleomagnetici applicabili a tematiche geomagnetiche, geodinamiche, vulcaniche, stratigrafiche e ambientali. Il laboratorio è infrastruttura europea di riferimento nell'ambito del programma EPOS, e vanta molteplici collaborazioni nell'ambito di progetti scientifici nazionali e internazionali. Nel corso del 2018 e del biennio successivo, oltre al mantenimento dell'attuale corredo strumentale, si cercherà di sviluppare il laboratorio con nuova strumentazione scientifica, per consentire l'aggiornamento del suo patrimonio strumentale e mantenerlo scientificamente appetibile in chiave di TNA (*Trans National Access*) EPOS.

#### **Laboratorio di misure di geofisica applicata**

Il laboratorio si occupa dello sviluppo, mantenimento e implementazione della strumentazione geofisica per lo studio del sottosuolo. Cura gli aspetti legati all'ottimizzazione delle misure e dei sistemi di acquisizione dati. Svolge sperimentazioni sull'integrazione tra misure geofisiche differenti per aumentare il potere risolutivo delle osservazioni stesse. I principali ambiti di applicazione riguardano l'ambiente, l'archeologia e il territorio.

#### **Laboratorio di Geologia e Geotecnologie - Indagini multidisciplinari per la caratterizzazione di faglie attive e lo studio di bacini tettonici in Italia Centrale**

Il Laboratorio di Geologia e Geotecnologie coordina competenze diverse per lo studio ad alta risoluzione della parte più superficiale della crosta con approccio multidisciplinare, quali: acquisizione ed elaborazione di dati LIDAR e fotogrammetrici per la ricostruzione di modelli 3D del terreno; esplorazione diretta (trincee, sondaggi) e indiretta del sottosuolo (sismica attiva e passiva, tomografia elettrica, tecniche elettromagnetiche). Per il 2018 e il biennio a venire, sono previste indagini volte allo studio di bacini tettonici dell'Appennino Centrale e all'imaging delle faglie

attive nell'area colpita dalla sequenza sismica Amatrice-Norcia. Le attività coinvolgono personale Roma 1, Roma 2 e ONT.

#### **Laboratorio HPHT: Implementazione sistema *shock-tube* 'Jet-Burster'**

Gli apparati di tipo shock-tube usano il rapido rilascio di gas in pressione da una sezione all'altra di un tubo per generare un flusso di gas ad alta velocità e onde di shock. Gli shock-tube sono utilizzati per lo studio delle eruzioni esplosive a partire dagli anni '80, sia per investigare le dinamiche dei jet vulcanici che per lo studio della frammentazione del magma. Rispetto ai precedenti apparati usati in vulcanologia, lo shock-tube del Laboratorio HPHT opera a pressioni relativamente basse e volumi relativamente alti e, essendo interamente trasparente, consente di documentare i processi fluidodinamici sia dentro che fuori l'apparato. I processi finora studiati comprendono l'accelerazione dei piroclasti nei condotti vulcanici e l'effetto delle condizioni iniziali (P, V, z) sulle loro traiettorie alla bocca eruttiva. La versione corrente del 'Jet-Burster' ha un diametro interno di 4,5 cm. Nei prossimi tre anni si prevede di sviluppare due nuove versioni con diametri più piccoli e più grandi, per poter ampliare il range di condizioni fluidodinamiche investigate e includere la formazione delle nubi vulcaniche nei processi studiati.

#### **Laboratorio HPHT: calibrazione e sviluppo software Superpressa**

La Superpressa è utilizzata in modalità multianvil (Voggenreiter, 840t) è impiegata per esperimenti a pressioni di 3-6 GPa e T temperature sino a 1800°. L'attività di implementazione iniziata nel 2017 continuerà con la calibrazione della pressa per alte pressioni e lo sviluppo di un software di gestione degli esperimenti.

#### **Laboratorio HPHT: Sviluppo di un sistema di confinamento fluidi e permeametro per HVRFA SHIVA**

La circolazione e pressurizzazione dei fluidi condiziona il comportamento meccanico delle rocce poiché: agisce come buffer termico, altera l'energia di frattura delle rocce e interviene meccanicamente sullo sforzo applicato. Lo studio dei processi di diffusione, circolazione e pressione di fluido è pertanto essenziale alla comprensione del processo di interazione fluido roccia.

Con questo obiettivo verrà:

1. sviluppato il prototipo di un sistema di confinamento di fluidi nelle polveri e installazione di un permeametro;
2. realizzato un nuovo sistema di pressurizzazione dei fluidi (e.g. acqua, CO<sub>2</sub>).

Le possibili applicazioni sono studi sulla riattivazione di faglie preesistenti con implicazioni per la sismicità indotta e l'andamento temporale e spaziale delle sequenze sismiche.

#### **Laboratorio HPHT: Monitoraggio delle emissioni acustiche**

Le emissioni acustiche rappresentano in laboratorio l'equivalente delle onde sismiche nel caso dei terremoti. Le emissioni acustiche rappresentano in generale un mezzo per esplorare la rete di fratture, la loro possibile coalescenza, il grado di deformazione e l'energia dissipata in processi di fratturazione. Questo strumento è essenziale per la comprensione dei rapporti tra frequenza del segnale e dimensione delle fratture, rapporti Vp/Vs e danneggiamento, pattern precursori. Con l'obiettivo di monitorare tali emissioni durante esperimenti su campioni di roccia in laboratorio si stanno utilizzando sistemi di misura attivo e passivo delle stesse emissioni. Le osservabili sopraelencate sono utilizzate in sismologia per lo studio del ciclo sismico, pertanto la loro comprensione su piccola scala in condizioni controllate di carico e deformazione offrono un valido contributo all'interpretazione delle osservabili sismologiche.

#### **Laboratorio HPHT: Sviluppo di un modulo Fornace per HVRFA SHIVA**

Si sta completando il progetto per la realizzazione di una fornace *built-in* SHIVA nell'ambito del progetto NOFEAR. Al momento sono in corso di valutazione diverse ipotesi costruttive. La temperatura è una variabile fondamentale per i sistemi meccanici in presenza di attrito, in numerose applicazioni che vanno dalle frane ai terremoti.

L'installazione di una fornace (la prima su apparecchiature di tipo rotary) permetterà il controllo della temperatura e lo studio delle:

- a. proprietà meccaniche e reologiche della roccia sottoposta a deformazione ad alte temperature (fino a 1000 °C);
- b. lo studio della mecano-chimica e dei prodotti associati (e.g. *mineral carbonation*).

L'installazione delle fibre ottiche è necessaria al superamento dei limiti di funzionamento dei sistemi di misura attuali (e.g. termocoppia) che non permettono la misura in situ della temperatura di una roccia sottoposta a forti

deformazioni. Le possibili applicazioni sono la generazione e propagazione di terremoti della crosta, e processi di attrito dovuto all'intrusione di dicchi in ambiente vulcanico. La temperatura è anche un catalizzatore di alcune reazioni chimiche di interesse per lo sfruttamento delle georisorse, e.g. stoccaggio della CO<sub>2</sub> in ambiente basaltico.

#### **Laboratorio HPHT: Realizzazione e passaggio in operatività dell'apparato sperimentale per la simulazione della ricaduta di cenere e di aggregati di origine vulcanica**

A seguito di precedenti esperimenti pilota si prevede la realizzazione di un sistema di rilascio costituito da una scatola di "miscelazione" posta su una piattaforma ad almeno 4 metri di altezza per la caduta in condizioni controllate di flusso. Installazione di sensori per il controllo del movimento/temperatura/umidità dell'aria. Le nuove indagini sperimentali riguarderanno la caratterizzazione di:

1. tassi di sedimentazione di particelle e aggregati al variare della concentrazione di cenere in aria e di altri parametri;
2. proprietà aerodinamica di particelle naturali di cenere e di altri materiali;
3. processi microfisici di interazione tra particelle.

Questa realizzazione avrà implicazioni per l'implementazione delle banche dati per la definizione di scenari di pericolosità vulcanica e miglioramento dei modelli di ricaduta di cenere per i diversi vulcani italiani.

#### **Laboratorio GEOSAR**

Il laboratorio GEOSAR si occuperà della generazione di prodotti di deformazioni co-sismica con tecnica DinSAR relativi a singoli eventi sismici e prodotti relativi alle analisi di serie multitemporali durante sequenze sismiche in atto e per monitorare settori già noti di lacuna sismica. Il laboratorio avrà la funzione di fornire prodotti scientifici a supporto della gestione delle fasi di emergenza. Il laboratorio si occuperà delle fasi di acquisizione dati, processamento, interpretazione in chiave geologica e restituzione delle mappe di spostamento relative al ciclo sismico. Il dato di spostamento al suolo misurato con tecniche InSAR multitemporali verrà interpretato in chiave geologica per evidenziare i fenomeni deformativi in atto alle diverse scale spaziali e temporali.

#### **Laboratorio Elementi in Tracce - Palermo**

Il laboratorio elementi in tracce supporta le attività di ricerca nell'ambito delle Scienze della Terra, effettuando determinazioni quantitative su circa 60 elementi della tavola periodica (elementi maggiori, minori ed in tracce) in matrici acquose sia di fluidi naturali che di composti organici e inorganici portati in soluzione attraverso un processo di mineralizzazione. I dati prodotti vengono utilizzati nell'interpretazione dei processi d'interazione gas-acqua-roccia per lo studio di sistemi vulcanici attivi, delle aree sismogenetiche, per ricerche in campo idrogeologico ed ambientale. Nell'ottica di ampliare le capacità del laboratorio e d'implementare la conoscenza sui processi di cui sopra, molte ricerche vengono negli ultimi anni indirizzate su metodi di preparazione e analisi per gli elementi appartenenti al gruppo delle terre rare (REE) che forniscono importanti informazioni in funzione del loro differente frazionamento al variare delle condizioni chimico-fisiche dell'ambiente.

#### **Laboratorio isotopi stabili IRMS e Laser - Palermo**

Il laboratorio di analisi spettrometriche per isotopi stabili effettua la determinazione dei rapporti isotopici di H, C, N ed O in numerosi composti inorganici ed organici mediante spettrometria di massa IRMS e spettroscopia Laser. I dati prodotti sono fondamentali per lo studio dei sistemi vulcanici attivi, delle zone sismogenetiche, per le ricerche in campo idrogeologico ed ambientale e sono parte essenziale delle attività istituzionali di monitoraggio geochimico delle aree vulcaniche. Nel laboratorio vengono inoltre messe a punto nuove metodologie analitiche anche in collaborazione con le ditte produttrici delle strumentazioni. Il laboratorio di analisi spettrometriche per isotopi stabili fornisce il supporto analitico a numerosi progetti di ricerca afferenti alle tre strutture (Vulcani, Terremoti ed Ambiente), effettuando ogni anno più di 2000 determinazioni su campioni che provengono dalle varie Sezioni dell'Ente. Oltre ai progetti di ricerca, i laboratori geochimici svolgono attività istituzionali relative al monitoraggio geochimico delle aree vulcaniche attive di tutte le Sezioni analizzando più di 500 campioni ogni anno. In seguito a crisi vulcaniche o sismiche il numero delle determinazioni analitiche subisce un notevole incremento come accaduto in occasione della crisi sismica dell'Italia centrale.

#### **Laboratorio Laser Ablation ICP-MS - Palermo**

Il Laboratorio Laser ICP-MS effettua microanalisi di elementi in traccia in matrici solide estratti mediante ablazione laser. I dati prodotti sono fondamentali per lo studio dei sistemi vulcanici attivi, delle zone sismogenetiche, per le

ricerche in campo archeologico ed ambientale. Nel triennio 2018-2020 fornirà il supporto analitico a ricercatori dalle varie Sezioni dell'Ente, afferenti ai tre dipartimenti.

#### **Laboratorio di Gas Cromatografia - Palermo**

Il laboratorio di analisi chimiche dei gas effettua l'analisi quantitativa dei costituenti gassosi maggiori e minori in campioni di gas fumarolici, gas dai suoli, gas gorgoglianti in acqua, gas atmosferici e gas disciolti in fase acquosa mediante gascromatografi con differenti tipologie di colonne e gas carrier. I dati prodotti sono fondamentali per lo studio dei sistemi vulcanici attivi, delle zone sismogenetiche, per le ricerche in campo idrogeologico ed ambientale e sono parte essenziale delle attività istituzionali di monitoraggio geochimico delle aree vulcaniche. Nel laboratorio vengono inoltre messe a punto nuove metodologie analitiche anche in collaborazione con le ditte produttrici delle strumentazioni. Nel triennio 2018-2020 fornirà il supporto analitico a numerosi progetti di ricerca afferenti ai tre dipartimenti ed alle attività analitiche relative al monitoraggio geochimico delle aree vulcaniche attive nell'ambito della convenzione INGV-DPC.

#### **Laboratorio di analisi chimica delle acque - Palermo**

Il laboratorio effettua prevalentemente l'analisi quantitativa dei principali costituenti inorganici disciolti in matrici acquose e delle specie acide in gas fumarolici mediante cromatografici ionici di ultima generazione e titolatori automatici. Nello stesso laboratorio vengono preparati i campioni da sottoporre ad analisi chimiche ed isotopiche, si effettuano misure conduttimetriche e potenziometriche, tarature di sensori, determinazioni elementari di C, N, H, O, S. in composti organici e inorganici e determinazioni di Mercurio in soluzioni acquose. I dati prodotti sono fondamentali per lo studio dei sistemi vulcanici attivi, delle zone sismogenetiche, per le ricerche in campo idrogeologico ed ambientale e sono parte essenziale delle attività istituzionali di monitoraggio geochimico delle aree vulcaniche. Nel laboratorio vengono inoltre messe a punto nuove metodologie analitiche anche in collaborazione con le ditte produttrici delle strumentazioni. Nel triennio 2018-2020 fornirà il supporto analitico a numerosi progetti di ricerca afferenti ai tre dipartimenti ed alle attività analitiche relative al monitoraggio geochimico delle aree vulcaniche attive nell'ambito della convenzione INGV-DPC.

#### **Laboratorio isotopico dei gas nobili**

Il Laboratorio di analisi spettrometriche per gas nobili effettua determinazioni delle abbondanze e dei rapporti isotopici di Elio, Neon ed Argon in campioni di gas liberi, disciolti in acqua, estratti da minerali (inclusioni fluide) e rocce. I dati prodotti sono fondamentali per lo studio dei sistemi vulcanici attivi, delle zone sismogenetiche, per le ricerche in campo idrogeologico ed ambientale e sono parte essenziale delle attività istituzionali di monitoraggio geochimico delle aree vulcaniche. Nel laboratorio vengono inoltre messe a punto nuove metodologie analitiche anche in collaborazione con le ditte produttrici delle strumentazioni. L'obiettivo del 2018 è quello di testare il sistema di estrazione dei gas nobili da acque campionate manualmente o automaticamente (Spartah) in tubi di rame di varia dimensione e volume. Nell'ambito degli studi di mantello e dei sistemi magmatici, i gas nobili sono studiati nelle inclusioni fluide principalmente di olivine e pirosseni. L'obiettivo dei prossimi due anni è quello di determinare la concentrazione ed il rapporto isotopico di gas nobili e CO<sub>2</sub> nella stessa popolazione di cristalli, con lo sviluppo di un sistema di frantumazione evoluto. Infatti, attualmente l'estrazione e l'analisi isotopica di gas nobili e CO<sub>2</sub> è fatta su popolazioni di cristalli distinte.

#### **Laboratorio di sismica a riflessione**

La sismica a riflessione è una tecnica di esplorazione del sottosuolo di fondamentale importanza per la comprensione della struttura e del comportamento della crosta terrestre. Alla sismica a riflessione sono sempre associate varie altre tecniche geofisiche, inclusa l'analisi di pozzi di esplorazione. Nella Sezione di Roma 1 è stato recentemente istituito un nuovo laboratorio di sismica a riflessione per mettere a sistema le competenze, le infrastrutture e i dati di esplorazione del sottosuolo presenti da anni nella Sezione. Un gruppo di lavoro appositamente costituito si occuperà di organizzare la struttura e le attività di questo laboratorio.

#### **Laboratorio Strumentale Effetti di Sito**

Contributo Laboratorio Effetti di Sito (Roma1): Organizzazione e gestione del Laboratorio Effetti di Sito (ESITO), distribuito su più sedi dell'INGV. Al Laboratorio afferisce il personale della Sezione Roma1. Il Laboratorio utilizza la strumentazione in dotazione (acquisitori, sensori accelerometrici e velocimetrici, strumentazione per la sismica attiva e per la tomografia elettrica) per esperimenti specifici ad hoc di risposta sismica locale e di caratterizzazione sismica

di sito, studi di Microzonazione Sismica e in occasione di emergenze sismiche, nell'ambito di attività legate a progetti nazionali e internazionali o per attività di servizio.

**Laboratorio elementi in tracce: sviluppo metodo per analisi di acque ipersaline**

Matrici con salinità elevata rappresentano un problema non indifferente per l'analisi della maggior parte degli elementi minori ed in tracce. Obiettivo del lavoro è la messa a punto di un metodo di preparazione di campioni attraverso la preconcentrazione di tali elementi e l'eliminazione della matrice tramite coprecipitazione.

**GEOINDOOR: Laboratorio Geomorfometrica**

Il laboratorio di Geomorfometrica si occuperà di simulare, misurare, monitorare e analizzare modelli geologici a scala ridotta relative a strutture geologiche e vulcaniche, cercando di riprodurre le dinamiche naturali quali deformazione tettonica ed eventi legati ad attività esogena ed endogena. Il laboratorio si articola in due parti strumentali, la prima di simulazione e deformazione e la seconda di acquisizione del dato con metodi ottici e sensoristica a contatto.

Attività 1: simulazione di fenomeni naturali a scala ridotta:

- Costruzione di un ambiente elettromeccanico "tavola di deformazione" innovativo e ad hoc per raccogliere ed integrare sensoristica innovativa/miniaturizzata.
- Costruzione di vasche umide per simulazione di fenomeni sedimentari, erosionali, ondulatori in grado di integrare sensoristica innovativa.

Attività 2: apparati di acquisizione dati analogici e digitali:

- Installazione di sensori ottici per fotografia, fotogrammetria, termografia.
- Installazione di sensori a contatto "manometri, mulinetti, bilance di precisione".
- Installazione di strumenti geotecnici per la caratterizzazione dei parametri fisico chimici dei materiali "viscosimetro, densimetro, bilance di precisione, ecc."
- Utilizzo di *smart dursts* e nanosensori per monitoraggio spazio temporale a scala ridotta del fenomeno simulato.

**c.**

**Eventuali collaborazioni nazionali/internazionali**

L'INGV partecipa attivamente alla creazione di una rete europea di laboratori nell'ambito del progetto infrastrutturale europeo EPOS.

Collaborazioni internazionali sono attive in molti campi e nell'ambito di programmi di ricerca come H2020, NSF, ICDP, solo per citarne alcuni.

I Laboratori di Roma hanno collaborazioni attive con: USGS, University of Hawaii, Università di Manchester, Università di Durham, Ludwig Maximilian Universität di Monaco, ETH di Zurigo, Aarhus University, Technische Universität di Berlino, Università di Utrecht.

Presso i Laboratori di Pisa collaborano nelle diverse attività di ricerca colleghi di: CNR-IGG di Pisa; CNR-ISMAR, Bologna; CNR-IAMC di Napoli; Regione Emilia Romagna; The Melbourne University, Australia; RUHR University, Bochum, Germania; University of Iceland; Earth Observatory of Singapore-Nanyang University; Instituto Geografico Nacional, Tenerife, Spagna; Institute de Physique du Globe, Parigi, Francia; University of Oxford, UK; University of Utrecht, The Netherlands; German Research Centre for Geosciences (GFZ), Germany; Laboratoire Magmas et Volcans, Université Blaise Pascal – CNRS – IRD, Clermont Ferrand, Francia.

I Laboratori di Palermo hanno collaborazioni attive con la stessa Università di Palermo DISTEM con l'Università della Sapienza di Roma l'Università di Heidelberg (Germania), con ISTO-CNRS di Orleans e CRPG-CNRS di Nancy (Francia), Università di Mainz (Germania).

**d.**

**Eventuali collaborazioni con le Università**

Le collaborazioni con il mondo accademico si sviluppano attraverso attività formativa che viene svolta presso i laboratori con stages, tesi di laurea, dottorati e progetti di ricerca a carattere nazionale e internazionale.

Presso i Laboratori di Roma collaborano nelle diverse attività di ricerca e sviluppo:

Giulio Di Toro, Università di Padova;

Gianluca Iezzi e Brent T. Poe, Università di Chieti;

Marco M. Scuderi, Vincenzo Stagno, Silvio Mollo, Cristiano Collettini, Mario Gaeta, Carlo Doglioni, Sapienza Università di Roma;

Matteo Masotta, Università di Pisa;

Massimiliano Porreca, Diego Perugini, Università di Perugia, Dipartimento di Fisica e Geologia;

Francesca Cifelli, Massimo Mattei, Giancarlo Della Ventura, Francesca Funciello, Claudia Romano, Università di Roma Tre;

I Laboratori della sede di Catania, Osservatorio Etneo, collaborano per le diverse attività di ricerca e sviluppo con:

Università di Pisa, Università di Firenze, Università di Roma la Sapienza, Université de Genève, University of Durham, University of Manchester, Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU), Università di Catania, INAF di Catania, CNISM, Università Federico II di Napoli.

Presso i laboratori di Pisa collaborano nelle diverse attività di ricerca colleghi delle Università di: Pisa, Firenze, Palermo, Siena, Trieste, Perugia.

Presso i laboratori della Sezione Osservatorio Vesuviano collaborano colleghi delle Università: Federico II di Napoli, Sannio, Perugia, Firenze, Palermo.

#### e. Infrastrutture di ricerca

Le facilities principali in dotazione includono Apparatrici analitici e sperimentali per studi inerenti le 3 Strutture dell'INGV, per scopi di ricerca e monitoraggio.

Il personale coinvolto provvede alla manutenzione e all'operatività delle stesse nelle Sezioni di Roma1, Roma2, Pisa, Napoli, Palermo e Catania.

Presso i laboratori vengono svolti analisi ed esperimenti nell'ambito di programmi di ricerca, producendo dati che vengono archiviati a livello locale. Attualmente non sono presenti politiche dei dati condivise e/o stabilite a livello di Ente.

L'accessibilità agli apparati strumentali è gestita a livello di Sezione.

I laboratori sono coinvolti nel programma ESFRI EPOS dove partecipano alla realizzazione di un sistema europeo per la gestione dei dati prodotti in laboratorio. Sono inoltre state avviate le prime call pilota per testare un sistema per la gestione delle *Trans National Access* (TNA), al fine di favorire l'accesso alle infrastrutture ottimizzandone il loro utilizzo. La gestione dati e le TNA costituiranno nel programma EPOS dei Servizi tematici gestiti a livello europeo (*Thematic Core Services*).

#### f. Personale Impiegato (indicare il rapporto mesi/persona)

Tipo di personale		Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020	Anno "n"
a.	<i>Personale di ruolo</i>				
	Tecnici	137	251	251	
	Tecnologi/ricercatori	152	171	171	
b.	<i>Personale non di ruolo</i>				
	Amministrativi	0	0	0	
	Tecnici	9	9	9	
	Tecnologi/ricercatori	62	60	60	
c.	<i>Altro Personale</i>				

	Altri Incarichi di Ricerca	4	4	4	
	Assegnisti	86	76	64	
	Borsisti	29	84	72	
	Co.Co.Co				
	Comandi in Entrata				
	Dottorandi	8	6	0	
d.	<i>Personale precedentemente citato proveniente dalle Università</i>				

<b>g.</b>	<b>Fonti di finanziamento</b>
-----------	-------------------------------

<p>Di seguito si riportano i progetti a carattere tecnologico e infrastrutturale:          Progetto UE ESFRI EPOS          Progetto UE ERC NOFEAR          Progetto UE ERC Lusilab          Progetto EU ITN Vertigo          Progetto MIUR PNRA Voli di pallone invernali a lunga durata da regioni polari          Progetto MIUR PNRA 'Tracers'</p>
--

## Infrastruttura di Ricerca

Infrastruttura Struttura

IT3 - Calcolo scientifico e Sistemi Informatici

Data Inizio:

1/1/2018

Data Fine:

31/12/2020

a.

### Finalità e Obiettivi

L'infrastruttura IT3 - Calcolo scientifico e Sistemi Informatici è uno dei principali strumenti tecnologici disponibili all'interno dell'Istituto a supporto di tutte le sue attività. In essa confluiscono infatti le competenze necessarie alla progettazione, alla gestione ed allo sviluppo dei sistemi informatici necessari per:

1. i servizi informatici di base e la connettività sia interna che esterna all'Istituto;
2. la conservazione, l'aggiornamento e l'accessibilità delle Banche Dati prodotte dalle Reti di Monitoraggio ed Osservazione e dai Laboratori Analitici;
3. lo sviluppo e l'operatività dei sistemi di calcolo ad alte prestazioni *High Performance Computing* (HPC) per simulazioni numeriche e analisi dati, sia per attività di ricerca che a supporto delle attività di servizio.
4. lo sviluppo, l'aggiornamento ed il mantenimento di *software* HPC specializzato per la ricerca geofisica e vulcanologica e per i servizi di sorveglianza e monitoraggio.

L'infrastruttura si occupa inoltre di:

- promuovere, all'interno dell'INGV, l'utilizzo di nuove tecnologie *hardware*, *software* e *middleware* per il calcolo, lo *storage*, l'analisi e la visualizzazione dei dati scientifici;
- promuovere le politiche europee di *Open Science*, attraverso l'adozione di approcci *open-source*, la formazione del personale, la condivisione delle esperienze e delle competenze in ambito HPC e *Big Data*;
- promuovere la partecipazione dell'INGV ai programmi di ricerca Nazionale ed Europea in ambito HPC e Big Data e facilitare l'interazione con i grandi centri di calcolo in ambito PRACE (*Partnership for Advanced Computing in Europe*);
- promuovere e sviluppare collaborazioni con centri di calcolo su scala nazionale ed europea e con *provider* commerciali di servizi di cloud computing, anche attraverso la stipula di contratti o convenzioni, per garantire l'accesso on-demand a risorse di calcolo di larga scala.

b.

### Contenuto Tecnico Scientifico

#### Infrastruttura di networking e servizi IT di base

I sistemi informatici e di networking dell'Istituto sono gestiti dal CSI (Centro Servizi Informatici) e dalle pertinenti Unità Funzionali presso le diverse Sezioni, anche attraverso l'organizzazione di gruppi di lavoro specifici. I principali servizi forniti sono la gestione delle reti interne delle varie sedi (LAN e sicurezza perimetrale), i servizi di comunicazione e scambio dati (e.g. e-mail, FTP, VPN), la connettività internet e i servizi web (gestione dominio ingv.it e sottodomini locali, portali web di Sezione, di Istituto e di progetto).

Inoltre, presso la sede centrale, vengono gestiti i *server* e gli applicativi necessari per le attività dell'Amministrazione Centrale (e.g. bilancio, protocollo informatico, gestione informatica presenze e missioni).

Il CSI e le UF si occupano inoltre dello sviluppo e della manutenzione di alcuni applicativi gestionali ad uso interno, per la gestione dell'autoparco, dei progetti, delle missioni per la prenotazione online delle sale riunioni e per l'elaborazione dei timesheet relativi alla rendicontazione di fondi di progetto.

#### Obiettivi 2017-2019

- Razionalizzazione della connettività internet delle sedi dell'Istituto, attualmente fornita da linee SPC e GARR (più altri operatori per collegamenti minori), attraverso la migrazione ad un unico operatore, l'adeguamento delle linee con valori di banda insufficienti, e la garanzia di *throughput* adeguati verso le reti utilizzate dalle istituzioni di ricerca nazionali ed internazionali.
- Implementazione di collegamenti VPN (*Virtual Private Network*) tra le varie sedi dell'Istituto per semplificare l'interoperabilità dei sistemi e lo scambio dei dati.
- Creazione di una sistema di autenticazione federato tra le Sezioni per l'accesso ai sistemi informatici e alle banche dati di Istituto.

- Realizzazione di un piano di continuità operativa (*disaster recovery*) delle applicazioni e dei servizi critici per le attività istituzionali dell'ente, esplorando sia le potenzialità offerte dall'infrastruttura interna dell'INGV che il possibile ricorso a provider esterni.
- Realizzazione di una infrastruttura di *Cloud Computing* per il consolidamento dei server di progetto attualmente in funzione presso i vari centri di calcolo, con conseguente riduzione dei costi operativi, e per rispondere in modo efficiente e rapido a necessità future di implementazione di nuovi servizi da parte dei ricercatori dell'Istituto, permettendo al tempo stesso maggiori livelli di resilienza.

### Infrastruttura di Calcolo Scientifico

I sistemi di calcolo ad alte prestazioni (HPC) e di archiviazione sono distribuiti nelle sedi INGV in maniera eterogenea, funzionale principalmente alle attività di ricerca e monitoraggio delle Sezioni.

I sistemi di archiviazione sono principalmente funzionali alla grande mole di dati raccolti dalle attività di monitoraggio e sorveglianza e alla necessità della loro preservazione e disseminazione. Per questo motivo la maggior parte di tali sistemi è concentrata sulle Sezioni cosiddette monitoranti (CNT, CT, NA, PA).

I sistemi di calcolo sono suddivisi in due categorie principali:

1. quelli destinati ad attività di **ricerca**, ed utilizzati per simulazioni numeriche ed attività di analisi dati;
2. quelli destinati ad attività di **servizio**, principalmente o esclusivamente dedicati all'acquisizione e all'analisi dei dati registrati dalle reti di monitoraggio, all'elaborazione di prodotti scientifici istituzionali, e a garantire l'accesso alle banche dati pubblicate dall'INGV.

Complessivamente, l'INGV dispone di sistemi di calcolo per circa 3000 FPU (cores) e 40 GPU (acceleratori) totali. Tali risorse sono variamente distribuite tra le Sezioni, e utilizzate principalmente all'interno delle Sezioni stesse.

Le infrastrutture di calcolo destinate ad attività di ricerca nell'ambito dei tre Dipartimenti (Terremoti, Vulcani, Ambiente) sono concentrate nelle Sedi di Roma, Bologna, Pisa, Napoli e Catania. Tali infrastrutture comprendono sistemi di calcolo a memoria distribuita di tipo *cluster*, anche di tipo ibrido con acceleratori GPU, sistemi a memoria condivisa *multi-core*, ed apparati di archiviazione ad alte prestazioni destinati ad esigenze computazionali con elevato *throughput*. Le infrastrutture di calcolo destinate ad attività di servizio sono concentrate nelle sezioni cosiddette monitoranti (Osservatorio Nazionale Terremoti, Osservatorio Vesuviano, Osservatorio Etno) e sono funzionali ai servizi di acquisizione dati ed all'esecuzione di applicativi connessi alle esigenze delle sale operative, utilizzando piattaforme *hardware* e *software* che garantiscono i necessari livelli di ridondanza. In alcuni casi i servizi di monitoraggio sono stati integrati con piattaforme di calcolo ad alte prestazioni (HPC), al fine di realizzare applicazioni e/o prodotti scientifici evoluti a supporto delle esigenze di monitoraggio o della gestione delle emergenze.

Una parte delle infrastrutture di servizio è invece destinata all'elaborazione di prodotti modellistici o alla pubblicazione di banche dati attraverso portali web dedicati, o infine a supportare attività di servizio svolte dall'INGV nell'ambito di collaborazioni istituzionali.

### Obiettivi 2017-2019

- Mantenimento della potenza di calcolo disponibile e aggiornamento tecnologico dei sistemi, anche in un'ottica di ottimizzazione dei consumi energetici attraverso la sperimentazione e l'adozione di tecnologie di calcolo "green".
- Realizzazione di un catalogo delle risorse di calcolo e di storage disponibili all'interno dell'INGV ed elaborazione di un piano di mantenimento e sviluppo (*Data Management Plan*) che preveda l'integrazione tra risorse di calcolo locali di scala medio-piccola e la collaborazione con centri di calcolo o provider commerciali per le esigenze computazionali su vasta scala.
- Definizione di un piano di sviluppo delle infrastrutture di calcolo multi-tier, che si articoli su diversi livelli di capacità e di strategie di procurement, prevedendo risorse medio-piccole locali per attività di ricerca e sviluppo e collaborazione con centri di calcolo esterni e cloud provider commerciali per elaborazioni di vasta scala.
- Sviluppo di *hardware* e *middleware* per applicazioni di monitoraggio, sorveglianza ed analisi *real time* e *near-real time* (e.g. Centro Allerta Tsunami, Centro Pericolosità Sismica, Centro di Pericolosità Vulcanica, Servizi di meteorologia spaziale - Space Weather), anche nell'ottica di un'integrazione futura di tali applicazioni con le attività operative di monitoraggio.
- Progettazione e sperimentazione di soluzioni di calcolo e *storage* distribuiti (*grid computing* e *cloud computing*), con particolare attenzione alle problematiche *Big Data* e alla virtualizzazione e remotizzazione delle applicazioni.
- Negoziazione di convenzioni con consorzi e centri calcolo Nazionali ed Europei per la fornitura di servizi di

calcolo scientifico finalizzati a necessità istituzionali o di ricerca, per l'accesso a servizi di *training* personalizzati e per la sperimentazione ed il *co-design* di nuove tecnologie *hardware* e *software*.

### **Software**

Lo sviluppo di software scientifico per la simulazione numerica e l'analisi dati rappresenta un fondamentale apporto di eccellenza nella produzione tecnico-scientifica dell'INGV. Alcune di queste attività sono documentate autonomamente dai singoli Gruppi di Ricerca attraverso portali web, come ad esempio Geophysical and Environmental Flow Simulation Group (<http://datasim.ov.ingv.it>), Volcano Modeling and Simulation Gateway (<http://vmsg.pi.ingv.it>), i portali GitLab (<https://gitlab.bo.ingv.it>, <https://gitlab.rm.ingv.it>), mentre altre sono integrate nell'ambito di iniziative internazionali, come il Computational Infrastructure for Geodynamics (<http://www.geodynamics.org/>) o il Nucleus for European Modelling of the Ocean - NEMO (<http://www.nemo-ocean.eu/>).

Un censimento degli applicativi di calcolo utilizzati durante l'anno 2015, effettuato attraverso un'indagine nei Gruppi di Ricerca, ha evidenziato che il 66% delle circa 50 diverse applicazioni di calcolo utilizzate in INGV ha finalità di ricerca scientifica, il 15% di servizio, il 19% è costituito da applicazioni di servizio con carattere di emergenza (utilizzate durante crisi sismiche/vulcaniche). Dal censimento emerge un utilizzo talvolta discontinuo ma intenso dei sistemi HPC disponibili in INGV, eventualmente integrati da risorse complementari, principalmente presso CINECA.

### **Obiettivi 2017-2019**

Sviluppo e mantenimento delle applicazioni software HPC per la simulazione dei processi sismici, vulcanici ed ambientali.

Censimento e documentazione degli applicativi HPC sviluppati internamente all'Istituto attraverso la redazione, in collaborazione con le Linee di Attività coinvolte di un "Libro bianco HPC@INGV".

Promozione dell'adozione di politiche open-source e di condivisione delle metodologie del calcolo scientifico, pubblicizzazione e disseminazione del software all'interno della comunità scientifica.

Realizzazione di un portale web nazionale per la gestione, la documentazione e la distribuzione degli applicativi di calcolo open-source sviluppati all'interno dell'Istituto, garantendone la tracciabilità e la citabilità attraverso l'attribuzione di DOI (Digital Object Identifier).

### **CONTRIBUTI DEL FORUM**

Nel seguito vengono presentate in maniera sintetica le attività di gestione delle infrastrutture di ricerca e di sviluppo tecnologico programmate ed in corso. Le informazioni riportate ricalcano essenzialmente i contributi forniti dai ricercatori e tecnologi dell'Istituto, disponibili in un forum dedicato nel sito web dei Dipartimenti (ex-Strutture) di Ricerca dell'INGV ed accessibile a tutti i dipendenti dell'Ente. Queste attività costituiscono gli obiettivi specifici su cui si focalizzano le attività di ricerca della Struttura Ambiente per il 2018, con prospettive di sviluppo per il biennio successivo.

### **Calcolo Scientifico e reti informatiche**

Su tali infrastrutture si è basata un'attività di sviluppo di codici di calcolo altamente sofisticati, utilizzati sia nella simulazione dei processi sismici, vulcanici, idrodinamici e ambientali, sia per il rapido ed efficace processamento della mole di dati quotidianamente prodotti dalle reti osservative.

### **DARE - Delivering Agile Research Excellence on European e-Infrastructures (Horizon 2020)**

Il progetto europeo H2020 "DARE – Delivering Agile Research Excellence on European e-Infrastructures" (2018-2020), in stretta collaborazione con EPOS-IP, ha come obiettivo la creazione di una iper-piattaforma che permetta agli utenti di utilizzare agilmente e in maniera trasparente sia grandi volumi di dati sia simulazioni che richiedono grandi quantità di tempo di calcolo su macchine dalla elevate prestazione computazionali. In particolare INGV contribuisce con uno use case sismologico focalizzato sulla definizione rapida di scenari di scuotimento, sullo studio di sorgente sismica (sia puntiforme che estesa), utilizzando modelli geologici complessi (3D) come pure semplificati (1D).

### **FISR Sale Operative Integrate e Reti di monitoraggio del Futuro**

Implementazione di un sistema di integrazione ed interoperabilità delle sale di monitoraggio dell'INGV; progettazione di un primo nucleo di *disaster recovery* delle sale di monitoraggio.

### **Sviluppo di software per l'elaborazione e l'interpretazione di dati geofisici**

La programmazione scientifica fornisce alla Ricerca un importantissimo supporto per:

1. La realizzazione di algoritmi complessi designati per ottenere informazioni dai dati.
2. Rendere più rapido il lavoro quotidiano del ricercatore.
3. Minimizzare il rischio di errore durante un'analisi.

In questo tipo di attività, si cerca una sinergia tra i ricercatori ed i programmatori esperti per realizzare software che permetta di ottimizzare l'analisi quantitativa di diversi tipi di progetti.

### **Training, ricerca ed applicazione del calcolo scientifico ad alte prestazioni per le Scienze Terrestri**

I problemi moderni nell'ambito della fisica della Terra Solida (sismologia, geodinamica, vulcanologia) e dello studio della pericolosità dei fenomeni associati (terremoti, eruzioni vulcaniche, tsunami) richiedono l'applicazione di tecniche di calcolo ad alte prestazioni (HPC - *High Performance Computing*) per risolvere le dinamiche non-lineari, multi-scala, caratterizzate da materiali eterogenei, multifase, in geometrie complesse e per i quali è necessario valutare accuratamente l'incertezza e la sensibilità ai parametri iniziali.

Lo sviluppo delle competenze e delle capacità dell'INGV in ambito HPC richiedono la formazione di personale specializzato, l'investimento nella manutenzione ed ammodernamento delle infrastrutture di calcolo ed archiviazione dati, la sinergia (in un'ottica di co-design delle applicazioni) delle diverse componenti tecnologiche e scientifiche dell'Ente con i grandi centri di HPC Europei.

<b>c.</b>	<b>Eventuali collaborazioni nazionali/internazionali</b>
	<p>Diversi gruppi di ricerca dell'INGV, attivi nel campo delle scienze computazionali, hanno stabilito nel tempo collaborazioni di vario tipo con il consorzio CINECA. Queste collaborazioni sono principalmente volte all'utilizzo di risorse computazionali nell'ambito del programma IS CRA (<i>Italian SuperComputing Resource Allocation</i>) ed alla partecipazione ad iniziative progettuali nell'ambito delle e-infrastructures europee.</p> <p>Nel triennio 2017-19 si prevede di consolidare e formalizzare le collaborazioni esistenti attraverso la stipula di una convenzione tra INGV e CINECA, che preveda le seguenti aree di intervento:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Sviluppo e co-design di applicativi di simulazione numerica ed analisi dati, attraverso il supporto tecnico e la consulenza sulla parallelizzazione dei codici, l'implementazione ed ottimizzazione di nuovi algoritmi ed il porting di applicazioni su nuove architetture.</li><li>● Fornitura di risorse di calcolo on-demand in caso di specifiche esigenze ed accesso ai sistemi CINECA di pre-produzione per la sperimentazione ed il porting dei codici su architetture di ultima generazione.</li><li>● Definizione di progetti di ricerca congiunta cofinanziati da soggetti terzi, a livello regionale, nazionale ed internazionale, nel campo dell'HPC-Big Data (incluso PRACE), delle e-infrastructures e dell'Open Science Cloud.</li><li>● Formazione e sviluppo delle competenze, attraverso la partecipazione del personale INGV ai corsi di formazione CINECA e l'organizzazione di corsi specifici su tematiche di interesse INGV.</li></ul> <p>INGV e CINECA sono cofondatori dell'associazione <i>Big Data</i>, dove svolgono in modo sinergico attività di promozione, condivisione e integrazione di infrastrutture per i <i>Big Data</i>.</p> <p><b>Altri consorzi HPC</b></p> <p>Collaborazione tra INGV e OGS per attività di training, ricerca ed applicazione dell'HPC per le Scienze Terrestri.</p> <p>I problemi moderni nell'ambito della fisica della Terra Solida (sismologia, geodinamica, vulcanologia) e dello studio della pericolosità dei fenomeni associati (terremoti, eruzioni vulcaniche, tsunami) richiedono l'applicazione di tecniche di calcolo ad alte prestazioni (HPC) per risolvere le dinamiche non-lineari, multi-scala, caratterizzate da materiali eterogenei, multifase, in geometrie complesse e per i quali è necessario valutare accuratamente l'incertezza e la sensibilità ai parametri iniziali.</p> <p>Lo sviluppo delle competenze e delle capacità dell'INGV in ambito HPC richiedono la formazione di personale specializzato, l'investimento nella manutenzione ed ammodernamento delle infrastrutture di calcolo ed archiviazione dati, la sinergia (in un'ottica di co-design delle applicazioni) delle diverse componenti tecnologiche e scientifiche dell'Ente con i grandi centri di HPC Europei.</p> <p>L'INGV ha stabilito una collaborazione con OGS nell'ambito del programma HPC-TRES (<i>High Performance</i></p>

*Computing Training and Research for Earth Sciences*), finanziato dal MIUR nell'ambito dei fondi destinati ai programmi europei ed in particolare PRACE (*Partnership for Advanced Computing in Europe*), e realizzato attraverso una convenzione tra MIUR, OGS e CINECA.

Il programma HPC-TRES è destinato a borse di studio, dottorati ed assegni di ricerca su tematiche inerenti le applicazioni High Performance Computing (HPC) e "Big Data" nel dominio delle Geoscienze. Nel 2015, la Sezione di Pisa ha usufruito di un assegno di ricerca e di una borsa di studio per un Master su tematiche HPC, finanziati al 100% da OGS. Dal 2016 sono stati banditi diversi assegni di ricerca, cofinanziati al 50% da OGS ed al 50% da INGV tramite fondi di progetto.

Si prevede, nel triennio 2017-19, di valutare la possibilità di consolidare questa collaborazione attraverso un impegno ufficiale dell'INGV, individuando tematiche e argomenti di interesse strategico per l'Istituto e per gli enti cofinanziatori.

### **Progetti HPC e BigDATA**

Il progetto europeo H2020 "DARE - *Delivering Agile Research Excellence on European e-Infrastructures*" (2018-2020), in stretta collaborazione con EPOS-IP, ha come obiettivo la creazione di una iper-piattaforma che permetta agli utenti di utilizzare agilmente e in maniera trasparente sia grandi volumi di dati sia simulazioni che richiedono grandi quantità di tempo di calcolo su macchine dalla elevata prestazione computazionali. In particolare INGV contribuisce con uno use case sismologico focalizzato sulla definizione rapida di scenari di scuotimento, sullo studio di sorgente sismica (sia puntiforme che estesa), utilizzando modelli geologici complessi (3D) come pure semplificati (1D).

Nell'ambito del programma INFRAEDI di Horizon 2020 l'INGV mira a consolidare, nel triennio, le proprie competenze e la propria leadership Europea tramite la costituzione di un Centro di Eccellenza per l'HPC nelle Scienze della Terra Solida ed in particolare nel campo della simulazione dei processi vulcanici, sismici e della generazione e propagazione di tsunami e dalla pericolosità ad essi associata.

L'INGV è partner dal 2013 del progetto GRID DHTCS-IT (Distributed High-Throughput Computing and Storage in Italy), coordinato da INFN e con la partecipazione di CNR, INAF e GARR per lo sviluppo di un'infrastruttura Italiana di GRID. Il progetto lega inoltre varie iniziative esistenti (e pianificate) per specifici ambiti territoriali o per comunità di utilizzatori definiti, come i progetti PON, i progetti POR, i progetti Smart Cities e Cluster Tecnologici e nel campo internazionale i progetti ESFRI.

INGV è socio fondatore dell'associazione "Big DATA" che ha lo scopo di svolgere attività di promozione, condivisione e integrazione di infrastrutture per i Big Data presenti sul territorio nazionale per rafforzare le capacità del sistema produttivo e sviluppare servizi e applicazioni nell'ambito industriale della strategia di specializzazione intelligente.

## **d. Eventuali collaborazioni con le Università**

La Sezione di Bologna sarà trasferita nei locali del dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Bologna (via Berti Pichat), nell'ambito di una collaborazione strategica fra l'Università di Bologna e gli altri centri di ricerca cittadini (INFN, INAF, CMCC, INGV). In particolare, si comincerà col trasferimento del CED della Sezione di Bologna nei locali del LHC-Tier1 dell'INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) gestito dal CNAF (Centro Nazionale Analisi Fotogrammi). Conseguentemente, il CED della Sezione di Bologna potrà beneficiare di elevati livelli di ridondanza offerti dagli impianti del LHC-Tier1 INFN e di un collegamento ultra veloce in fibra dedicato (con capacità fino ad 1,2 TB/s) che connette il CNAF al CINECA lungo un tragitto di circa 20Km.

Questa connessione mette a stretto contatto le due comunità: quella del supercalcolo e quella della gestione di grandi quantità di dati, tradizionalmente separate ma sempre più complementari fra loro e mutuamente interdipendenti, con l'obiettivo strategico di creare opportunità attraverso il supercalcolo e dei Big Data. Queste condizioni rappresenteranno una importante opportunità anche per INGV nell'ambito delle applicazioni scientifiche GRID e High Throughput Computing, delle analisi Big Data e della realizzazione di un possibile sito di backup per applicazioni critiche.

<https://www.cineca.it/it/news/un-link-ultra-veloce-tra-il-centro-lhc-tier1-del-cnaf-infn-e-Cineca>

## **e. Infrastrutture di ricerca**

## Infrastruttura di Ricerca

Infrastruttura Struttura

IT4 - Banche Dati

Data Inizio:

1-1-2018

Data Fine:

31-12-2020

a.

### Finalità e Obiettivi

La motivazione scientifica alla base delle attività dell'Infrastruttura Trasversale Banche Dati (IT4) consiste nella necessità di consentire un efficiente utilizzo dell'informazione scientifica (dati e prodotti), che renda accessibile in maniera semplice e trasparente i dati necessari per fare Ricerca rendendo al contempo affidabili e riproducibili i risultati ottenuti. Nel caso dell'INGV, questa motivazione ha anche una connotazione di carattere operativo, laddove un accesso semplice ai dati agevola enormemente le attività istituzionali, come nel caso della gestione scientifica delle emergenze sismiche o vulcaniche. Questa motivazione, che condividiamo con l'intera comunità scientifica, ha portato alla realizzazione di iniziative internazionali e nazionali basate sul criterio dell'"Open Access" (una per tutte quella di GEO-GEOSS) che hanno prodotto un quadro normativo (p.e., Open Access L.112/2013, Direttive INSPIRE7, CAD Codice Amministrazione Digitale, direttive dell'Agenzia per l'Italia Digitale AgID) a cui l'INGV ha aderito nel 2013 con il "Position Statement sull'accesso aperto ai risultati della ricerca scientifica in Italia" e che ha messo in pratica emanando una propria Politica dei Dati nel 2016.

L'obiettivo generale dell'IT4 è quindi la condivisione e valorizzazione del prezioso patrimonio di conoscenze dell'INGV rappresentato:

- dai dati acquisiti dai sistemi osservativi e dai numerosi progetti di ricerca in cui l'istituto è coinvolto;
- dai prodotti ottenuti dalla loro analisi (pubblicazioni, banche dati, etc.);
- dai servizi che questo istituto può mettere a disposizione della comunità geofisica nazionale, europea ed internazionale.

Al raggiungimento di quest'obiettivo sono chiamati a collaborare tutte le componenti dell'INGV che oggi o nel recente passato acquisiscono o hanno acquisito know-how nella gestione delle banche dati e servizi nell'ambito delle attività istituzionali e dei progetti di ricerca.

Gli obiettivi operativi dell'IT4 consistono nel migliorare la propria Infrastruttura di Ricerca (IR) per:

- La distribuzione dei dati acquisiti dai sistemi osservativi dell'INGV e dei loro prodotti.
- La distribuzione dei dati e dei prodotti della ricerca.
- L'accesso ai servizi.
- La conservazione dei dati e dei prodotti della ricerca dell'INGV.
- Definizione e condivisione di standard (procedure e formati) e di politiche per il raggiungimento dell'obiettivo 1.

Ai fini del presente piano di attività, si intende richiamare i seguenti concetti base.

Per Infrastruttura di Ricerca (IR) si intende una struttura complessa e distribuita, articolata in elementi hardware, software e gestionali (gruppi di lavoro, procedure, etc.) che interessano tutte le strutture dell'INGV, intese sia come Strutture di Ricerca che singole Sezioni.

L'INGV gestirà i propri dati digitali ("Digital Objects") e i relativi metadati, facendo largo uso di "Persistent Identifiers" (PID) che ne facilitino l'identificazione univoca e a lungo termine. Grazie a una convenzione stipulata con la Conferenza dei Rettori delle Università Italiane (CRUI), INGV è infatti messo nelle condizioni di assegnare autonomamente codici DOI e, soprattutto, di gestirne direttamente i metadati associati secondo le specifiche DataCite (<https://www.datacite.org/>).

Per "dato" si intendono singoli oggetti o registrazioni di qualunque natura (fisica o digitale), a qualunque livello di elaborazione e comunque organizzati oltre ai prodotti della ricerca ancorché non pubblicati. In questa sede il termine "dato" si riferisce indifferentemente al dato grezzo acquisito dal sensore, al campione fisico di qualunque natura, ad

un prodotto ottenuto da una qualunque analisi sul dato a qualunque livello di elaborazione sia essa di tipo automatico o manuale.

Per metadato si intende un insieme strutturato di informazioni che descrivono un dato, che permette di creare tassonomie e logiche avanzate di ricerca sui dati stessi, Esempi di metadato sono la provenienza, la descrizione, la qualità, il livello di elaborazione, la copertura geografica, gli aspetti di proprietà intellettuale, i termini di utilizzo o il contesto in cui il dato viene generato o raccolto.

Per servizi si intendono quei software associati alle banche dati che permettono una qualunque delle seguenti operazioni applicabili ad una banca dati: ricerca di dati, visualizzazione, trasferimento, trasformazione, modifica e/o aggiornamento. I servizi possono essere "aperti" quando liberamente disponibili e accessibili a chiunque, senza restrizioni, "limitati" quando un servizio è disponibile, ma solo alle condizioni stabilite (o concordate) dal gestore del dato.

## **b. Contenuto Tecnico Scientifico**

Al fine di raggiungere gli obiettivi sopra delineati, si prevede di attuare il seguente piano di attività.

**A1.** Verifica del censimento delle attuali banche dati. Oggi l'INGV gestisce oltre un centinaio di banche dati. Molte sono accessibili tramite siti web dedicati e altre sono direttamente connesse ai sistemi osservativi o a progetti di ricerca, rendendone spesso difficoltoso l'accesso sia dall'esterno, sia da parte degli stessi dipendenti dell'INGV. Attualmente, la maggior parte delle banche dati accessibili dal sito web sono a carattere sismologico, mentre sono poco presenti altre tipologie di informazioni, anche se di una certa rilevanza come la RING (Rete Integrata nazionale GPS), il DIVO (*Database of Italian Volcanoes*), MOIST (*Multidisciplinary Oceanic Information System*) o lo *Space Weather* (Geomagnetismo ed Aeronomia) realizzate nell'ambito di progetti o attività istituzionali. Ciascuna banca dati ha caratteristiche (contenuto, localizzazione, formato dei dati, politica dei dati, etc.) che sono il frutto delle motivazioni per cui la specifica banca dati è nata e viene gestita. L'attività dell'IT4 supporterà lo scambio delle conoscenze tra i gestori delle banche dati, e per questa finalità può affidarsi a quanto è emerso dal censimento dei dati condotto nel 2016 e 2017. Tra gli innumerevoli vantaggi offerti dal censimento, c'è anche l'individuazione dei ben 144 referenti scientifici e 121 referenti tecnologici direttamente coinvolti nella gestione, a dimostrazione dell'enorme investimento istituzionale profuso nella gestione delle banche dati.

**A2.** Progettazione e implementazione di un'infrastruttura digitale (o e-infrastructure; e-I) centralizzata per l'accesso e la condivisione dei dati. Quest'elemento rappresenta il "backbone" attorno al quale si deve articolare l'IR. L'e-I avrà due caratteristiche principali: sarà distribuita ed interoperabile.

L'e-I sarà distribuita, perché si baserà sulla rete di banche dati realizzate nelle diverse Sezioni dell'INGV, mettendole a rete. Le banche dati esistenti e future sono in genere legate ad uno specifico sistema osservativo (p.e. reti sismiche, geodetiche, osservatori ionosferici e geomagnetici, laboratori, ...) ed è opportuno che continuino ad essere gestite all'interno dei sistemi di monitoraggio o di osservazione a cui si riferiscono, coordinate attraverso i rispettivi IT.

Inoltre, l'e-I dovrà garantire l'interoperabilità tra le banche dati dell'INGV e tra queste e quelle europee e internazionali, oltre a permettere l'accesso a tutte le banche dati e servizi da parte di utenti interni ed esterni all'INGV, secondo opportune politiche di accesso (A4). L'interoperabilità tra i vari elementi del sistema di acquisizione dell'INGV è condizione fondamentale per il pieno raggiungimento degli obiettivi dell'IT4 perché in questo modo si intende al contempo garantire l'autonomia di azione e programmazione delle infrastrutture di produzione dei dati e servizi (IT1, IT2, IT3, IT5) e la piena funzionalità del sistema di disseminazione dell'INGV. Particolare attenzione inoltre sarà posta nel cercare di recepire i suggerimenti dell'Agenzia per l'Italia Digitale (AgID), che sugli aspetti di interoperabilità ha sempre richiamato la Pubblica Amministrazione al rispetto degli standard per la condivisione dei dati.

Nell'arco del triennio, la realizzazione di quest'attività è prevista, in tre fasi:

1. adeguamento del sito web;
2. progettazione dell'e-I;
3. realizzazione del prototipo.

La prima fase, di durata annuale, valuterà l'adeguamento dell'attuale sito web istituzionale al fine di agevolare il transito dall'attuale sistema di distribuzione dei dati alla futura e-I. In questa attività, la cui durata sarà di 2-3 mesi, si intende mantenere l'attuale architettura di accesso diretto alle singole banche dati/servizi, adeguandole sulla base del censimento di cui all'A1, modificando anche la pagina di accesso al fine di renderla maggiormente evidente. Questa pagina di accesso alle banche dati dell'INGV, che non avrà nessuna delle caratteristiche di interoperabilità previste dall'e-I, sarà operativa fino al completamento dell'implementazione dell'e-I.

Nella seconda fase, che avrà una durata annuale, si realizzerà un progetto esecutivo dell'e-I che abbia le caratteristiche di distribuzione ed interoperabilità sopra indicate. In questa attività saranno considerati i risultati del censimento previsto in A1 e le esperienze acquisite nel corso di iniziative in corso o già chiuse (progetti o attività istituzionali), durante le quali sono stati implementati o analizzati componenti utili alla realizzazione dell'e-I (p.e. EPOS, EUDAT, MOIST, eSWua, i progetti DPC, Earth Print, etc.).

Nel corso della terza fase, anch'essa di durata annuale, saranno implementati gli elementi essenziali dell'e-I con un grosso impegno sul campo dello sviluppo software. Tale sviluppo integrerà in ogni fase test operativi mirati alla verifica sia dei sistemi di accesso sia alla completa interoperabilità del sistema. Al termine del triennio si prevede quindi la realizzazione di un prototipo operativo dell'e-I per la gestione e disseminazione delle banche dati e dei servizi dell'Istituto così costituiti.

**A3.** Definizione di standard del formato dei dati e metadati. La quantità e varietà dei dati acquisiti dai sistemi osservativi dell'INGV è realmente enorme, spaziando dai dati delle stazioni permanenti distribuite sul territorio (sismiche, GPS, ionosferiche, geomagnetiche, marine, ambientali, etc.), alle immagini di telerilevamento terrestre o satellitare, fino ai campioni di rocce o gas ed alle relative analisi di laboratorio. Attualmente, solo in pochi casi i singoli ricercatori o gruppi di ricerca o di monitoraggio hanno concordato standard nelle procedure di acquisizione, analisi ed archiviazione dei dati; ed i pochi casi sono in genere frutto di attività svolte in ambito internazionale. Questa è un'attività che dovrà svolgersi in collaborazione con le altre Infrastrutture Trasversali che saranno quelle che definiscono gli standard di acquisizione e archiviazione e con cui si aprirà un "tavolo tecnico" per la definizione dei metadati, anche in vista dell'attribuzione del DOI (A4). In questa attività sarà di particolare rilevanza l'esperienza di definizione dei metadati condotta in EPOS ed in EMSO tramite MOIST.

L'attività di definizione degli standard, al momento, non ha un preciso piano di sviluppo temporale, essendo intimamente connessa con le attività delle altre infrastrutture, con cui dovrà concordare un piano di azione dettagliato, ma va intesa come un "tavolo tecnico" permanentemente attivo di collegamento tra l'IT4 e le altre infrastrutture.

**A4.** Gestione della Politica dei dati INGV. In conformità ai precedenti Piani triennali, al fine di rendere fruibile il contenuto delle banche dati dell'INGV ed in genere del suo patrimonio di conoscenza, l'INGV ha istituito un gruppo di lavoro (PoliDat) che ha redatto un documento di "Principi della Politica dei Dati dell'INGV", approvato dal CdA nel 2016. Lo scopo del documento è quello di governare la molteplicità dei dati, enunciare i principi ispiratori sui quali impostare una gestione istituzionale condivisa dei dati e gestirne l'accesso, l'uso ed il riuso. La Politica dei Dati adottata ha il fine di consentire un accesso libero, aperto, pieno e tempestivo dei propri dati, rispettando i principi dell'Accesso Aperto stabiliti nella normativa nazionale e comunitaria ed in accordo con le finalità istituzionali, la struttura e l'organizzazione dell'istituto.

Il passo successivo è quello di realizzare una serie di documenti attuativi dei Principi consistenti nella redazione di un "Registro dei Dati", basato sul censimento delle tipologie di dati ed alla loro catalogazione secondo i criteri stabiliti nei Principi, e nella stesura di regolamenti sulla della politica delle pubblicazioni, sulla gestione della proprietà intellettuale dei dati, degli aspetti legali (licenze), e dell'attribuzione dei PI. Queste attività, già in itinere, saranno svolte nel corso del triennio in esame, incluse le periodiche verifiche ed adeguamenti del "Registro dei Dati" e dei regolamenti attuativi. Per svolgere queste attività ed al fine di armonizzare la gestione dei dati dell'INGV e di rendere questa aderente alle normative vigenti si rende necessario l'istituzione di un Gruppo di Lavoro con figure specializzate sugli aspetti gestionali e giuridici.

**A5.** Conservazione dei dati e dei prodotti. Una delle caratteristiche dell'INGV è quella di avere una storia di attività di ricerca e di monitoraggio che inizia ben prima della fondazione dell'Istituto, così come è configurato adesso, e va indietro di diversi decenni, ed in alcuni casi anche secoli. Questo ha determinato la creazione di archivi di dati e di prodotti nelle varie Sezioni che, pur non costituendo banche dati di elevato valore dal punto di vista dell'attuale ricerca geofisica (in genere si tratta di informazioni analogiche, di cui spesso è difficile stabilirne accuratezze e

precisioni) rappresentano tuttavia un "patrimonio storico" inestimabile di conoscenze geofisiche che solo in pochi casi ha visto un'adeguata classificazione e fruizione (tra questi casi positivi, si cita l'esempio del progetto SIMOS). In collaborazione con l'IT1 e le attività di Divulgazione, l'IR dell'IT4 può rappresentare lo strumento per organizzare questa informazione e per consentirne la sua fruizione alla comunità geofisica. Inoltre, l'organizzazione del "patrimonio storico" dell'INGV permetterà una più razionale organizzazione delle informazioni attuali (che domani diventeranno anch'esse "patrimonio storico") fornendo una valida base per le programmazioni di cui alla successiva attività A6. Analogamente all'attività A3, anche questa non ha un preciso sviluppo temporale, essendo collegata ad altre Infrastrutture o attività dell'ente.

**A6.** Programmazione di strategie di sostenibilità a medio - lungo periodo. Il triennio di attività a cui si riferisce questo PTA consentirà il consolidamento dello stato dell'arte delle banche dati dell'INGV e l'implementazione della futura IR. Tuttavia, non va dimenticato che il successo di queste attività si misurerà nella capacità di incidere nella crescita futura della comunità delle Scienze della Terra per quanto riguarda le attività sia di monitoraggio che di ricerca. Quindi, una delle azioni fondamentali sarà quella di definire le strategie tecniche ed i modelli di finanziamento per garantire la sostenibilità nel medio - lungo termine dell'IR (orizzonte temporale dei 5-10 anni). La sostenibilità dovrà mirare al mantenimento dell'IR ed al suo potenziamento, quest'ultimo al fine di adeguare l'IR alla crescita dei dati, della tecnologia e delle potenzialità di utilizzo. Questa attività occuperà l'ultimo anno del triennio e sarà svolta in coordinamento con il Presidente ed i Direttori delle Strutture di Ricerca.

Nel seguito vengono presentate in maniera sintetica le attività di gestione delle infrastrutture di ricerca e di sviluppo tecnologico programmate ed in corso. Le informazioni riportate ricalcano essenzialmente i contributi forniti dai ricercatori e tecnologi dell'Istituto, disponibili in un forum dedicato nel sito web dei Dipartimenti (ex-Strutture) di Ricerca dell'INGV ed accessibile a tutti i dipendenti dell'Ente. Queste attività costituiscono gli obiettivi specifici su cui si focalizzano le attività di ricerca della Struttura Ambiente per il 2018, con prospettive di sviluppo per il biennio successivo.

#### **Italian Seismological Instrumental and Parametric Data-Base (ISIDe)**

L'Italian Seismological Instrumental and Parametric Data-Base (ISIDe) versione 1.0 contiene i dati parametrici di tutti i terremoti localizzati dalla sala di sorveglianza sismica dell'INGV di Roma. Si tratta di centinaia di migliaia di eventi avvenuti tra il 1 gennaio 1985 ed oggi. Per localizzare i terremoti vengono utilizzate più di 500 stazioni della Rete Sismica Nazionale (<http://cnt.rm.ingv.it/instruments>) gestita dall'INGV e di altre reti gestite da istituzioni ed enti internazionali e regionali. Le localizzazioni di sala vengo poi riviste da operatori specializzati per produrre il Bollettino Sismico Italiano (<http://cnt.rm.ingv.it/help#BSI>) ed aggiornati all'interno di ISIDe. ISIDe è liberamente accessibile all'indirizzo <http://cnt.rm.ingv.it>.

#### **Catalogo della Sismicità Italiana (CSI)**

L'aggiornamento del CSI Catalogo della Sismicità Italiana al 2009 (CSI2.0) sarà rilasciato nel 2018. Per la finestra temporale 1981-2009 il dato di base del catalogo è l'integrazione delle fasi P e S a tutte le stazioni delle reti permanenti sul territorio italiano e nuove associazioni dei terremoti. Le posizioni degli ipocentri sono stimate con una procedura di localizzazione non lineare in un modello di velocità P ed S regionale 3D. A queste nuove localizzazioni sono state associate per il periodo 1981-2002 le magnitudo del CSI1.1. Il calcolo della magnitudo locale (MI) degli eventi del periodo 2004-2009, parte invece da un data-set di ampiezze generate dal sistema automatico di monitoraggio della Sala Sismica dell'INGV. CSI è liberamente accessibile all'indirizzo <http://csi.rm.ingv.it>.

#### **European-Mediterranean Regional Centroid-Moment Tensors (RCMT)**

Il Catalogo Euro-Mediterraneo degli RCMT è in costante aggiornamento e include i tensori momento sismico degli eventi con  $M > 4.5$  avvenuti nell'area mediterranea dal 1997 ad oggi, e con  $M \geq 4.0$  per la sola area italiana. Nella pagina web <http://autorcmt.bo.ingv.it/quicks.html> si trovano invece le soluzioni rapide, o Quick RCMT, calcolate in breve tempo dopo un terremoto con magnitudo soglia già descritte, identiche a quelle del Catalogo degli RCMT definitivi. RCMT è liberamente accessibile all'indirizzo <http://rcmt2.bo.ingv.it>.

#### **Earthquake Mechanisms of the Mediterranean Area (EMMA)**

EMMA è una raccolta di meccanismi focali riportati in letteratura per l'area europea e mediterranea. Il database raccoglie i contributi dei vari autori e rielabora le informazioni, ricalcolando ad esempio i piani P e T da uno o dai piani nodali presenti (o viceversa) o le componenti del tensore momento. Il progetto iniziato nel 2001 in

collaborazione con l'Università di Bologna ha prodotto diverse release ed è stato oggi riavviato con l'aggiunta di nuovi dati. È in corso lo sviluppo di una piattaforma web ad accesso geografico che consente la selezione, il plot, l'analisi e l'export dei dati.

#### **Engineering Strong-Motion Database (ESM)**

L'Engineering Strong-Motion Database (ESM) è la banca dati di riferimento per la distribuzione delle forme d'onda accelerometriche in dei terremoti con magnitudo 4+ registrate in Europa e in medio oriente. La banca dati viene gestita dall'INGV per conto di ORFEUS (Observatories & Research Facilities for European Seismology), attraverso una serie di accordi di distribuzione con gli osservatori europei, ed è una delle infrastrutture inserite nel progetto EPOS. Nel 2018 sono stati sviluppati i servizi web per l'accesso alle forme d'onda, i parametri strong-motion e i file di input per le shakemap Europee, in collaborazione con l'ETH di Zurigo. ESM è liberamente accessibile all'indirizzo <http://esm.mi.ingv.it>.

#### **ITalian ACcelerometric Archive (ITACA)**

L'ITalian ACcelerometric Archive (ITACA) è la banca dati di riferimento per la distribuzione delle forme d'onda accelerometriche dei terremoti con magnitudo 4+ registrate nel territorio Italiano. Nel 2018 proseguirà il suo aggiornamento e verrà pubblicato il nuovo sito web, che permetterà l'accesso ad una maggiore quantità di informazioni, come ad esempio la caratterizzazione geofisica e sismologica delle postazioni di registrazione. Si prevede di rendere disponibili i servizi web per l'accesso alle forme d'onda, i parametri strong-motion e i file di input per le shakemap italiane, in collaborazione con l'ONT. È in corso di sviluppo anche la nuova versione del software Rexelite, che permetterà la selezione degli accelerogrammi spettro-compatibili, specificando un maggior numero di parametri. ITACA è liberamente accessibile all'indirizzo <http://itaca.mi.ingv.it>.

#### **INGV Strong Motion Data (ISMD)**

Nell'ambito del progetto FISR proseguirà lo sviluppo di ISMD, la banca dati in tempo reale della rete accelerometrica INGV che dal 2012 distribuisce i dati dei terremoti localizzati dall'ONT sul territorio italiano con magnitudo  $\geq 3.0$ . La versione 2.1 introdurrà nuovi tools per migliorare l'efficacia delle elaborazioni pubblicate e la velocità di processamento al fine di minimizzare la latenza tra comunicazione evento e disponibilità dei parametri di scuotimento. La fruibilità immediata del dato consentirà inoltre la costante la verifica dei parametri di installazione delle stazioni oltre al controllo della qualità delle registrazioni, utile in particolare nelle fasi di emergenza. Proseguirà l'aggiornamento della caratterizzazione siti grazie anche ai risultati dell'Obiettivo 1-All B2-DPC. ISMD è liberamente accessibile all'indirizzo <http://ismd.mi.ingv.it>.

#### **Database relazionale di CaRatterlzzazione dei Siti delle Stazioni Sismiche Permanenti (CRISP)**

Nel corso del prossimo triennio si intende rendere fruibile all'esterno l'accesso al database relazionale contenente le informazioni di caratterizzazione dei siti delle stazioni sismiche permanenti (CRISP) e completare i servizi web per l'esportazione automatizzabile del contenuto verso altri sistemi informatici, come per esempio l'Engineering Strong-Motion database (ESM), e nell'ambito delle attività dell'infrastruttura ESFRI EPOS.

#### **Banca dei dati ionosferici della rete INGV**

I dati delle misure di parametri ionosferici acquisite a livello nazionale e globale sono resi fruibili alle comunità di riferimento attraverso sistemi ICT e portali web dedicati. Nel corso del triennio si studieranno e svilupperanno moderne piattaforme ICT che permettano la fruibilità non solo dei dati ma che siano in grado di integrare gli algoritmi e modelli ionosferici al fine di contribuire ai servizi di space weather nazionali. Tale attività è inclusa anche nei progetti PNRA di Fisica dell'Alta atmosfera, nel progetto MSCA TREASURE, nel progetto europeo IPS e negli obiettivi del Consorzio PEGASUS per l'ICAO. La banca dati è liberamente accessibile agli indirizzi <http://www.eswua.ingv.it>, <http://eswuax.rm.ingv.it/>, e <http://www.ionos.ingv.it>.

#### **Archivio Dati GNSS Centralizzato**

Nell'ambito di diversi progetti è stato recentemente realizzato un nuovo Archivio Dati GNSS Centralizzato che raccoglie ed organizza in uno spazio unico (un server nella sede centrale di Roma) i dati RINEX di diverse decine di reti GNSS attive nell'area Euro-Mediterranea ed Africana. Questo archivio, ancora in fase di sviluppo, fornirà l'accesso a dati e metadati, di migliaia di stazioni GNSS. Attualmente è in atto il processo di "merging" tra due diversi archivi dati GNSS già esistenti. Sono in fase di sviluppo le procedure per la generazione e l'aggiornamento dei metadati delle stazioni GNSS. L'archivio è liberamente accessibile all'indirizzo <http://ring.gm.ingv.it>

### **European Archive of Historical Earthquake Data (AHEAD)**

Nel corso del 2018 l'attività relativa ad AHEAD, l'European Archive of Historical Earthquake Data, prevede l'aggiornamento continuo dei dati e informazioni relative a circa 5000 terremoti nell'area europea nella finestra temporale 1000-1899. L'aggiornamento si svolgerà in collaborazione con i partner europei attivi nel settore e comprende tipologie di dati quali gli studi macrosismici singoli e raccolte, bollettini e rilievi macrosismici diretti, database macrosismici, e cataloghi parametrici. AHEAD è il nodo europeo che fornisce i dati storico-macrosismici nell'ambito di EPOS, l'European Plate Observing System, di cui ne segue l'evoluzione nell'ambito dei progetti H2020 EPOS-IP e SERA, Seismology and Earthquake Engineering Research Infrastructure Alliance for Europe, a cui si rimanda per ulteriori dettagli. Oltre ai contenuti, particolare importanza verrà rivolta agli aspetti tecnologici per garantire una piena compatibilità dell'infrastruttura di accesso ai dati con le linee guida sviluppate dagli EPOS ICS, Integrated Core Services. AHEAD è liberamente accessibile all'indirizzo <https://www.emidius.eu/AHEAD>.

### **Archivio Storico Macrosismico Italiano (ASMI)**

Nel corso del 2018 l'attività relativa ad ASMI, l'Archivio Storico Macrosismico Italiano aperto nel 2017 nell'ambito dell'Allegato B2 della convenzione 2018 con il Dipartimento della Protezione Civile, verterà sull'aggiornamento continuo sia dei contenuti, sia dell'infrastruttura. ASMI consente l'accesso diretto e integrato ai dati e alle informazioni relative a circa 6000 terremoti nell'area italiana nella finestra temporale dal 461 a.C. al 2014, che nel corso del 2018 verrà portata fino al 2017 al fine di includere i recenti terremoti del centro Italia. ASMI è il nodo italiano di AHEAD, e archivia studi macrosismici singoli e raccolte, bollettini e rilievi macrosismici diretti, database macrosismici, cataloghi parametrici e strumentali. Ulteriori informazioni sull'attività prevista sono presenti nella programmazione dell'Allegato B2 a cui si rimanda per i dettagli. ASMI è liberamente accessibile all'indirizzo <https://emidius.mi.ingv.it/ASMI>.

### **Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI)**

CPTI, il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, la cui ultima versione è CPTI15, è stato pubblicato nel luglio 2016. CPTI fornisce i dati sulla sismicità italiana utilizzando le migliori conoscenze scientifiche disponibili dall'anno 1000 ai giorni nostri, nel caso di CPTI15 fino al 2014. Nel 2018 si lavorerà all'integrazione dei dati sui terremoti fino al 2017, attività di aggiornamento prevista nella programmazione dell'Allegato A della convenzione 2018 con il Dipartimento della Protezione Civile a cui si rimanda per ulteriori dettagli. CPTI è accessibile consultabile all'indirizzo <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI>.

### **Database Macrosismico Italiano (DBMI)**

DBMI, la cui ultima versione è DBMI15, è stato pubblicato nel luglio 2016. DBMI, il Database Macrosismico Italiano, seleziona in modo critico i dati di intensità degli studi macrosismici con effetti in territorio italiano dall'anno 1000 ai giorni nostri, e viene aggiornato in concomitanza della nuova versione di CPTI, il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, a cui fornisce i dati di base per la stima dei parametri. L'attività nel 2018 verterà sull'integrazione dei dati di intensità fino al 2017 e sul miglioramento dell'affidabilità del riferimento geografico delle località, attività che ricadono nella programmazione dell'Allegato A della convenzione 2018 con il Dipartimento della Protezione Civile a cui si rimanda per ulteriori dettagli. DBMI è liberamente accessibile all'indirizzo <https://emidius.mi.ingv.it/DBMI>.

### **Catalogo dei Forti Terremoti (CFTI)**

Con la pubblicazione del CFTI5Med è stata completata la prima fase dell'attività di rivisitazione della banca dati, finalizzata ad una migliore fruizione di contenuti già presenti e alla pubblicazione di quanto precedentemente inesperto nella versione pubblica. Si tratta del primo importante passo che pone le basi per ulteriori sviluppi, in termini sia di progressivo aumento e miglioramento dei dati proposti, sia di evoluzione delle tecniche di analisi e degli strumenti di consultazione. Nel corso del biennio 2018-2019 verranno realizzate diverse attività volte sia ad arricchire e migliorare i contenuti della banca dati, sia a sviluppare nuove funzionalità accessibili attraverso l'interfaccia. CFTI5Med è liberamente accessibile all'indirizzo <http://storing.ingv.it/cfti/cfti5>.

### **CFTILab**

Nel corso del 2018 verrà pubblicato un nuovo portale, denominato CFTILab: un "laboratorio avanzato di sismologia storica" che raccoglierà risultati delle ricerche passate e recenti e permetterà l'accesso a nuovi strumenti informatici che consentano l'analisi dei dati proposti dalla banca dati del CFTI - Catalogo dei Forti Terremoti in Italia e nell'area Mediterranea, giunto oggi alla quinta edizione, e il loro confronto con quelli proposti da altre banche dati sismologiche

di INGV. Parte delle suddette attività saranno svolte nell'ambito dell'Allegato B2 dell'Accordo Quadro 2012-2021 DPC-INGV e avranno come oggetto, in particolare, le sequenze sismiche e gli effetti sismo-indotti sull'ambiente naturale.

#### **Database of Individual Seismogenic Sources (DISS) e European Database of Seismogenic Faults (EDSF)**

Aggiornamento della struttura informatica di DISS e EDSF avvalendosi degli sviluppi tecnologici conseguiti in seno ai progetti comunitari EPOS-IP e SERA (modulo VA3) e del progetto nazionale EPOS-MIUR. Questi sviluppi includeranno tra l'altro: l'applicazione di algoritmi per la verifica dell'integrità dei file contenuti nei database; l'aggiornamento delle piattaforme per la distribuzione dei metadati e dei *webservices*, i primi secondo le direttive INSPIRE/RNDT, i secondi in funzione degli standard previsti dall'Open Geospatial Consortium; il miglioramento delle interfacce di consultazione; lo sviluppo di elementi che migliorano l'interoperabilità di DISS ed EDSF con altri database, nazionali o internazionali. DISS e EDSF sono liberamente accessibile all'indirizzo <http://www.seismofaults.eu>.

#### **Portale per la distribuzione di Geodati (OPENMAP)**

OPENMAP è il portale destinato alla divulgazione e alla diffusione di dati cartografici digitali on line dell'INGV. Il sito è innovativo nella forma e negli strumenti che offre ed è la porta di accesso ai dati cartografici di base e ai prodotti dell'INGV per l'intero territorio nazionale ma anche alcuni contenuti internazionali. Il portale OPENMAP ha un contenuto multitematico incentrato intorno al mondo GIS ed è diviso in due sezioni principali: Geoserver e Applicazioni & sviluppo. Il server cartografico Geoserver, collocato presso la sede centrale di Roma che serve da backend data repository, è accessibile a tutti gli utenti dell'Istituto che ne fanno richiesta ed è il punto di riferimento per chiunque abbia la necessità di acquisire dati di base per le proprie attività di ricerca e attinenti all'emergenza. OPENMAP permette a tutti coloro che lavorano nel settore della ricerca e dell'emergenza di disporre di una banca dati cartografica digitale del territorio italiano, aggiornata e completa compatibilmente con quello che riusciamo a raccogliere da prodotti di ricerca, donazioni et prodotti commerciali a diffusione limitata ed esclusiva. Gli utenti di OPENMAP, oltre ad avere la possibilità di scaricare dati cartografici da Geoserver, trovano nella sezione Applicazioni & sviluppo un ambiente ricco di applicazioni e funzionalità, dalle mappe dei terremoti e dai dati di monitoraggio sismico alle attività di formazione e ai corsi offerti dall'Istituto. Sul portale a breve sarà disponibile un forum per lo scambio di idee e di esperienze sul mondo GIS e sarà attivata una pagina FAQ per le domande più frequenti. È già previsto per il prossimo futuro l'utilizzo delle nuove tecnologie informatiche di gestione e utilizzo dei dati geografici con la trasformazione di Geoserver in un vero e proprio sistema informativo geografico integrato in rete (WebGIS) per consentire una rappresentazione e un utilizzo della cartografia digitale più dinamici e interattivi.

#### **CONTRIBUTI DEL FORUM**

Nel seguito vengono presentate in maniera sintetica le attività di gestione delle infrastrutture di ricerca e di sviluppo tecnologico programmate ed in corso. Le informazioni riportate ricalcano essenzialmente i contributi forniti dai ricercatori e tecnologi dell'Istituto, disponibili in un forum dedicato nel sito web dei Dipartimenti (ex-Strutture) di Ricerca dell'INGV ed accessibile a tutti i dipendenti dell'Ente. Queste attività costituiscono gli obiettivi specifici su cui si focalizzano le attività di ricerca della Struttura Ambiente per il 2018, con prospettive di sviluppo per il biennio successivo.

#### **Catalogo della Sismicità Italiana (CSI)**

L'aggiornamento del CSI Catalogo della Sismicità Italiana al 2009 (CSI2.0) sarà rilasciato nel 2018. Per la finestra temporale 1981-2009 il dato di base del catalogo è l'integrazione delle fasi P e S a tutte le stazioni delle reti permanenti sul territorio italiano e nuove associazioni dei terremoti. Le posizioni degli ipocentri sono stimate con una procedura di localizzazione non lineare in un modello di velocità P ed S regionale 3D. A queste nuove localizzazioni sono state associate per il periodo 1981-2002 le magnitudo del CSI1.1. Il calcolo della magnitudo locale (MI) degli eventi del periodo 2004-2009, parte invece da un data-set di ampiezze generate dal sistema automatico di monitoraggio della Sala Sismica dell'INGV.

#### **Catalogo Euro-Mediterraneo degli RCMT**

Il Catalogo Euro-Mediterraneo degli RCMT include i tensori momento sismico degli eventi con  $M > 4.5$  avvenuti nell'area mediterranea dal 1997 ad oggi, e con  $M \geq 4.0$  per la sola area italiana. Viene costantemente aggiornato con le soluzioni riviste ed è disponibile, in più formati alla pagina dedicata <http://rcmt2.bo.ingv.it/>. Nella pagina web <http://autorcmt.bo.ingv.it/quicks.html> si trovano invece le soluzioni rapide, o Quick RCMT, calcolate in breve tempo

dopo un terremoto con magnitudo soglia già descritte, identiche a quelle del Catalogo degli RCMT definitivi.

#### **Italian Seismological Instrumental and Parametric Data-Base (ISIDe)**

L'Italian Seismological Instrumental and Parametric Data-Base (ISIDe) versione 1.0 contiene i dati parametrici di tutti i terremoti localizzati dalla sala di sorveglianza sismica dell'INGV di Roma. Si tratta di centinaia di migliaia di eventi avvenuti tra il 1 gennaio 1985 ed oggi. Per localizzare i terremoti vengono utilizzate più di 500 stazioni della Rete Sismica Nazionale (<http://cnt.rm.ingv.it/instruments>) gestita dall'INGV e di altre reti gestite da istituzioni ed enti internazionali e regionali.

Le localizzazioni di sala vengono poi riviste da operatori specializzati per produrre il Bollettino Sismico Italiano (<http://cnt.rm.ingv.it/help#BSI>) ed aggiornati all'interno di ISIDe.

#### **Banca dei dati ionosferici della rete INGV**

I dati delle misure di parametri ionosferici acquisite a livello nazionale e globale sono resi fruibili alle comunità di riferimento attraverso sistemi ICT e portali web ([www.eswua.ingv.it](http://www.eswua.ingv.it), <http://eswuax.rm.ingv.it/>, [www.ionos.ingv.it](http://www.ionos.ingv.it)). Nel corso del triennio si studieranno e svilupperanno moderne piattaforme ICT che permettano la fruibilità non solo dei dati ma che siano in grado di integrare gli algoritmi e modelli ionosferici al fine di contribuire ai servizi di space weather nazionali. Tale attività è inclusa anche nei progetti PNRA di Fisica dell'Alta atmosfera, nel progetto MSCA TREASURE, nel progetto europeo IPS e negli obiettivi del Consorzio PEGASUS per l'ICAO.

#### **Archivio Dati GNSS Centralizzato**

Nell'ambito di diversi progetti è stato recentemente realizzato un nuovo Archivio Dati GNSS Centralizzato che raccoglie ed organizza in uno spazio unico (un server nella sede centrale di Roma) i dati RINEX di diverse decine di reti GNSS attive nell'area Euro-Mediterranea ed Africana. Questo archivio, ancora in fase di sviluppo, fornirà l'accesso a dati e metadati, di migliaia di stazioni GNSS. Attualmente è in atto il processo di "merging" tra due diversi archivi dati GNSS già esistenti. Sono in fase di sviluppo le procedure per la generazione e l'aggiornamento dei metadati delle stazioni GNSS.

#### **European Archive of Historical Earthquake Data (AHEAD)**

Nel corso del 2018 l'attività relativa ad AHEAD, l'European Archive of Historical Earthquake Data, prevede l'aggiornamento continuo dei dati e informazioni relative a circa 5000 terremoti nell'area europea nella finestra temporale 1000-1899. L'aggiornamento si svolgerà in collaborazione con i partner europei attivi nel settore e comprende tipologie di dati quali gli studi macrosismici singoli e raccolte, bollettini e rilievi macrosismici diretti, database macrosismici, e cataloghi parametrici. AHEAD è il nodo europeo che fornisce i dati storico-macrosismici nell'ambito di EPOS, l'European Plate Observing System, di cui ne segue l'evoluzione nell'ambito dei progetti H2020 EPOS-IP e SERA, Seismology and Earthquake Engineering Research Infrastructure Alliance for Europe, a cui si rimanda per ulteriori dettagli. Oltre ai contenuti, particolare importanza verrà rivolta agli aspetti tecnologici per garantire una piena compatibilità dell'infrastruttura di accesso ai dati con le linee guida sviluppate dagli EPOS ICS, Integrated Core Services.

#### **Archivio Storico Macrosismico Italiano (ASMI)**

Nel corso del 2018 l'attività relativa ad ASMI, l'Archivio Storico Macrosismico Italiano aperto nel 2017 nell'ambito dell'Allegato B2 della convenzione 2018 con il Dipartimento della Protezione Civile, verterà sull'aggiornamento continuo sia dei contenuti, sia dell'infrastruttura. ASMI consente l'accesso diretto e integrato ai dati e alle informazioni relative a circa 6000 terremoti nell'area italiana nella finestra temporale dal 461 a.C. al 2014, che nel corso del 2018 verrà portata fino al 2017 al fine di includere i recenti terremoti del centro Italia. ASMI è il nodo italiano di AHEAD, e archivia studi macrosismici singoli e raccolte, bollettini e rilievi macrosismici diretti, database macrosismici, cataloghi parametrici e strumentali. Ulteriori informazioni sull'attività prevista sono presenti nella programmazione dell'Allegato B2 a cui si rimanda per i dettagli.

#### **Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI)**

CPTI, il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, la cui ultima versione è CPTI15, è stato pubblicato nel luglio 2016. CPTI è la banca dati che fornisce i dati sulla sismicità italiana utilizzando le migliori conoscenze scientifiche disponibili dall'anno 1000 ai giorni nostri, nel caso di CPTI15 fino al 2014. Nel 2018 si lavorerà all'integrazione dei dati sui terremoti fino al 2017, attività di aggiornamento prevista nella programmazione dell'Allegato A della convenzione 2018 con il Dipartimento della Protezione Civile a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

#### **Database Macrosismico Italiano (DBMI)**

DBMI, la cui ultima versione è DBMI15, è stato pubblicato nel luglio 2016. DBMI, il Database Macrosismico Italiano, è la banca dati che seleziona in modo critico i dati di intensità degli studi macrosismici con effetti in territorio italiano dall'anno 1000 ai giorni nostri, e viene aggiornato in concomitanza della nuova versione di CPTI, il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, a cui fornisce i dati di base per la stima dei parametri. L'attività nel 2018 verterà sull'integrazione dei dati di intensità fino al 2017 e sul miglioramento dell'affidabilità del riferimento geografico delle località, attività che ricadono nella programmazione dell'Allegato A della convenzione 2018 con il Dipartimento della Protezione Civile a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

#### **Database of Individual Seismogenic Sources (DISS) e European Database of Seismogenic Faults (EDSF)**

Aggiornamento della struttura informatica di DISS e EDSF (<http://www.seisfaults.eu/>) avvalendosi degli sviluppi tecnologici conseguiti in seno ai progetti comunitari EPOS-IP e SERA (modulo VA3) e del progetto nazionale EPOS-MIUR. Questi sviluppi includeranno tra l'altro: l'applicazione di algoritmi per la verifica dell'integrità dei file contenuti nei database; l'aggiornamento delle piattaforme per la distribuzione dei metadati e dei *webservice*, i primi secondo le direttive INSPIRE/RNDT, i secondi in funzione degli standard previsti dall'Open Geospatial Consortium; il miglioramento delle interfacce di consultazione; lo sviluppo di elementi che migliorano l'interoperabilità di DISS ed EDSF con altri database, nazionali o internazionali.

#### **Database relazionale di Caratterizzazione dei Siti delle Stazioni Sismiche Permanenti (CRISP)**

Contributo del Gruppo CRISP-All.B2\_Ob.1\_TaskB (Roma1, MI, CNT): S'intende rendere fruibile all'esterno l'accesso al database relazionale contenente le informazioni di Caratterizzazione dei siti delle stazioni sismiche permanenti (CRISP) e completare i web service per l'esportazione del contenuto verso altri sistemi, come per esempio ESM, e nell'ambito delle attività di Epos IP.

#### **Catalogo dei Forti Terremoti (CFTI)**

Con la pubblicazione del CFTI5Med (<http://storing.ingv.it/cfti/cfti5/>) è stata completata la prima fase dell'attività di rivisitazione della banca dati, finalizzata ad una migliore fruizione di contenuti già presenti e alla pubblicazione di quanto precedentemente inesperto nella versione pubblica. Si tratta del primo importante passo che pone le basi per ulteriori sviluppi, in termini sia di progressivo aumento e miglioramento dei dati proposti, sia di evoluzione delle tecniche di analisi e degli strumenti di consultazione. Nel corso del biennio 2018-2019 verranno realizzate diverse attività volte sia ad arricchire e migliorare i contenuti della banca dati, sia a sviluppare nuove funzionalità accessibili attraverso l'interfaccia.

#### **CFTILab**

Nel 2018 verrà pubblicato un nuovo portale, denominato CFTILab: un "laboratorio avanzato di sismologia storica" che raccoglierà risultati delle ricerche passate e recenti e permetterà l'accesso a nuovi strumenti informatici che consentano l'analisi dei dati proposti dalla banca dati del CFTI - Catalogo dei Forti Terremoti in Italia e nell'area Mediterranea, giunto oggi alla quinta edizione (<http://storing.ingv.it/cfti/cfti5/>), e il loro confronto con quelli proposti da altre banche dati sismologiche di INGV. Parte delle suddette attività saranno svolte nell'ambito dell'Allegato B2 dell'Accordo Quadro 2012-2021 DPC-INGV e avranno come oggetto, in particolare, le sequenze sismiche e gli effetti sismo-indotti sull'ambiente naturale.

#### **Earthquake Mechanisms of the Mediterranean Area (EMMA)**

EMMA è una raccolta di meccanismi focali riportati in letteratura per l'area europea e mediterranea. Il database raccoglie i contributi dei vari autori e rielabora le informazioni, ricalcolando ad esempio i piani P e T da uno o dai piani nodali presenti (o viceversa) o le componenti del tensore momento. Il progetto iniziato nel 2001 in collaborazione con l'Università di Bologna ha prodotto diverse release ed è stato oggi riavviato con l'aggiunta di nuovi dati. È in corso lo sviluppo di una piattaforma web ad accesso geografico che consente la selezione, il plot, l'analisi e l'export dei dati.

#### **Portale per la distribuzione di Geodati (OPENMAP)**

OPENMAP è il portale destinato alla divulgazione e alla diffusione di dati cartografici digitali on line dell'INGV. Il sito è innovativo nella forma e negli strumenti che offre ed è la porta di accesso ai dati cartografici di base e ai prodotti

dell'INGV per l'intero territorio nazionale ma anche alcuni contenuti internazionali. Il portale OPENMAP ha un contenuto multitematico incentrato intorno al mondo GIS ed è diviso in due sezioni principali: Geoserver e Applicazioni & sviluppo. Il server cartografico Geoserver, collocato presso la sede centrale di Roma che serve da backend data repository, è accessibile a tutti gli utenti dell'Istituto che ne fanno richiesta ed è il punto di riferimento per chiunque abbia la necessità di acquisire dati di base per le proprie attività di ricerca e attinenti all'emergenza. OPENMAP permette a tutti coloro che lavorano nel settore della ricerca e dell'emergenza di disporre di una banca dati cartografica digitale del territorio italiano, aggiornata e completa compatibilmente con quello che riusciamo a raccogliere da prodotti di ricerca, donazioni et prodotti commerciali a diffusione limitata ed esclusiva. Gli utenti di OPENMAP, oltre ad avere la possibilità di scaricare dati cartografici da Geoserver, trovano nella sezione Applicazioni & sviluppo un ambiente ricco di applicazioni e funzionalità, dalle mappe dei terremoti e dai dati di monitoraggio sismico alle attività di formazione e ai corsi offerti dall'Istituto. Sul portale a breve sarà disponibile un forum per lo scambio di idee e di esperienze sul mondo GIS e sarà attivata una pagina FAQ per le domande più frequenti. È già previsto per il prossimo futuro l'utilizzo delle nuove tecnologie informatiche di gestione e utilizzo dei dati geografici con la trasformazione di Geoserver in un vero e proprio sistema informativo geografico integrato in rete (WebGIS) per consentire una rappresentazione e un utilizzo della cartografia digitale più dinamici e interattivi.

#### **Engineering Strong-Motion Database (ESM)**

L'*Engineering Strong-Motion Database* (ESM) è la banca dati di riferimento per la distribuzione delle forme d'onda accelerometriche in dei terremoti con magnitudo 4+ registrate in Europa e in medio oriente. La banca dati viene gestita dall'INGV per conto di ORFEUS (*Observatories & Research Facilities for European Seismology*), attraverso una serie di accordi di distribuzione con gli osservatori europei, ed è una delle infrastrutture inserite nel progetto EPOS. Nel 2018 sono stati sviluppati i servizi web per l'accesso alle forme d'onda, i parametri strong-motion e i file di input per le shakemap Europee, in collaborazione con l'ETH di Zurigo.

#### **Italian ACcelerometric Archive (ITACA)**

L'*Italian ACcelerometric Archive* (ITACA) è la banca dati di riferimento per la distribuzione delle forme d'onda accelerometriche dei terremoti con magnitudo 4+ registrate nel territorio Italiano. Nel 2018 proseguirà il suo aggiornamento e verrà pubblicato il nuovo sito web, che permetterà l'accesso ad una maggiore quantità di informazioni, come ad esempio la caratterizzazione geofisica e sismologica delle postazioni di registrazione. Si prevede di rendere disponibili i servizi web per l'accesso alle forme d'onda, i parametri strong-motion e i file di input per le shakemap italiane, in collaborazione con l'ONT. È in corso di sviluppo anche la nuova versione del software Rexelite, che permetterà la selezione degli accelerogrammi spettro-compatibili, specificando un maggior numero di parametri.

#### **INGV Strong Motion Data (ISMD v2.1)**

Nell'ambito del progetto FISR proseguirà lo sviluppo di ISMD, la banca dati in tempo reale della rete accelerometrica INGV che dal 2012 distribuisce i dati dei terremoti localizzati dall'ONT sul territorio italiano con magnitudo  $\geq 3.0$ . La versione 2.1 introdurrà nuovi tools per migliorare l'efficacia delle elaborazioni pubblicate e la velocità di processamento al fine di minimizzare la latenza tra comunicazione evento e disponibilità dei parametri di scuotimento. La fruibilità immediata del dato consentirà inoltre la costante la verifica dei parametri di installazione delle stazioni oltre al controllo della qualità delle registrazioni, utile in particolare nelle fasi di emergenza. Proseguirà l'aggiornamento della caratterizzazione siti grazie anche ai risultati dell'Obiettivo 1-All B2-DPC.

c.	<b>Eventuali collaborazioni nazionali/internazionali</b>
d.	<b>Eventuali collaborazioni con le Università</b>
e.	<b>Infrastrutture di ricerca</b>



*Sala operativa dell'Osservatorio Ligure di Levante*

Infrastruttura di Ricerca	
Infrastruttura Struttura	IT5 - Osservatori (anche non satellitari)

Data Inizio:	1-1-2018	Data Fine:	31-12-2020
--------------	----------	------------	------------

**a. Finalità e Obiettivi**

L'Infrastruttura trasversale IT5 comprende sistemi di osservazione costituiti da sistemi HW e SW che producono dati e informazioni per l'osservazione di fenomeni geofisici e ambientali.

Gli osservatori sono gestiti dalle Sezioni INGV e forniscono, in qualità di infrastrutture trasversali, dati e prodotti condivisi con l'intero Ente mettendo a disposizione dati e risultati spendibili a livello nazionale ed internazionale.

Il duplice compito di ricerca e sorveglianza rende unico il patrimonio infrastrutturale degli Osservatori gestito da INGV il cui fine è raggiungere standard sempre più elevati per conoscere e capire i processi attivi e rispondere alla società con maggior prontezza, chiarezza ed efficacia.

**Osservazioni satellitari**

Le attività INGV nel settore spaziale sono attive da molti anni e l'enorme crescita tecnologica e il numero sempre maggiore di missioni spaziali dedicate all'Osservazione della Terra negli ultimi 15 anni, ha sicuramente allargato moltissimo i campi di utilizzo dei dati satellitari all'interno delle aree di competenza INGV (Terremoti, Vulcani e Ambiente). Le infrastrutture relative alle Osservazioni satellitari comprendono sistemi HW (antenne di ricezione dati satellitari, sistemi di "storage" dei dati, sistemi di calcolo, strumenti di laboratorio e portatili compresi sistemi UAV, reti strumentali permanenti) e SW (sviluppo di catene di processamento dati satellitari di proprietà INGV, software commerciale per l'elaborazione e visualizzazione di dati satellitari SAR, OTTICI, sistemi basati su tecnologia GIS per la gestione e analisi di grandi banche dati satellitari).

Come obiettivo del triennio 2016- 2018 la struttura si prefigge di aumentare il coordinamento e la gestione dei vari sottosistemi presenti nell'INGV con il fine di sostenere e sviluppare competenze specifiche dei diversi laboratori. Incentivare le attività tra i gruppi di ricerca e del training del personale nel settore dell'Osservazione della Terra tramite tecniche satellitari e di telerilevamento in generale. Organizzare un evento annuale sulle tecniche e i sistemi di osservazione satellitare interno all'INGV. Aumentare le collaborazioni internazionali con le agenzie spaziali, ASI, ESA, NASA, con Enti di Ricerca quali USGS e organismi internazionali quali GEO e CEOS. Aumentare la partecipazione allo sviluppo e operatività dei sistemi europei COPERNICUS e GALILEO. Organizzare un meeting annuale dell'infrastruttura per il confronto dei risultati ottenuti e la discussione delle azioni future.

**Osservatori Geomagnetici**

Gli Osservatori Geomagnetici Permanenti sono strutture, caratterizzate da elevati standard internazionali, preposte al monitoraggio continuo del campo magnetico terrestre.

Le misure, ivi effettuate in modo continuo, consentono di elaborare modelli di riferimento per il campo magnetico principale e di monitorare tutte quelle variazioni rapide per lo studio e la comprensione dei meccanismi che governano la generazione e l'evoluzione del campo stesso.

Le misure geomagnetiche possono essere integrate con dati provenienti da altre reti ed altri tipi di osservatori per completare la serie di informazioni necessarie per lo studio delle interazioni tra campo magnetico terrestre, ionosfera e magnetosfera e per la comprensione dei meccanismi che si innescano durante le tempeste magnetiche e ionosferiche che possono rendere difficili o impossibili le radiocomunicazioni, influire sulla precisione o sul corretto funzionamento dei GPS o danneggiare la strumentazione elettronica a bordo dei satelliti.

**Osservatori Ionosferici**

Il monitoraggio continuo e sistematico dell'alta atmosfera ionizzata mediante sondaggi ionosferici verticali costituisce un fondamentale contributo alla sinottica ionosferica planetaria e agli studi morfologici e del cambiamento globale.

Tale attività è da molti anni nei compiti istituzionali dell'Ente e, oltre a rispondere ad obiettivi di ricerca, è alla base del servizio di previsioni ionosferiche fornito dall'INGV, quale supporto alle esigenze di comunicazione in onda corta dei principali utenti nazionali come Ministero della Difesa, Ministero dell'Interno e Dipartimento della Protezione Civile.

Ad oggi, grazie alle sue ricerche, l'Ente risulta essere un punto di riferimento globale in campo ionosferico per quanto

riguarda il Mediterraneo, particolarmente importante in assenza di simili osservazioni in tutto il nord Africa.

#### **Osservatorio per il telerilevamento atmosferico**

Nella tecnica di telerilevamento atmosferico con spettroscopia a microonde vengono ottenuti i profili verticali di concentrazione di composti chimici presenti in traccia e vapore acqueo nella stratosfera e nella mesosfera usando strumentazione sviluppata all'INGV.

In particolare VESPA 22, progettato e costruito nei laboratori INGV, è dedicato all'osservazione del vapor acqueo. Uscito dalla fase prototipale è stato installato presso l'osservatorio atmosferico di Thule Air Base, Groenlandia durante lo svolgimento della campagna di misura legata al progetto PNRA "SVAAP" nel mese di luglio 2016. Scopo della campagna è stato lo studio della dipendenza della temperatura e della radiazione ad onda corta (IR) e lunga (Vis+UV) misurate al suolo da nubi e dal vapor acqueo.

#### **Osservatorio Multiparametrico di Varese Ligure e Palmaria**

Installato presso Varese Ligure Stazioni l'osservatorio ha le caratteristiche di una stazione geofisica multiparametrica, avendo in dotazione diversi sistemi e strumentazione da impiegare per studi in vari campi quali magnetismo, aeronomia, gravimetria, sismica e meteorologia.

Le misure che si effettuano in tale osservatorio sono rivolte alla misura del campo magnetico a basso rumore, del campo gravitazionale, nel settore sismico (nodo della rete ONT), microsismico e dei parametri ambientali.

La stazione real time di Varese Ligure è, inoltre, sede di attività di calibrazione, test e verifiche strumentali per apparati magnetometrici e gravimetrici marini.

#### **Rete Osservativa Meteomarina del Levante Ligure**

Nel triennio 2013-2016, è stato possibile installare la prima rete sperimentale del sistema OS-IS®, un sistema sviluppato nell'ambito del progetto europeo "Vento, Porti e Mare" (VPM) per il monitoraggio e la previsione del moto ondoso nell'Alto Tirreno; un progetto finalizzato al miglioramento della sicurezza della navigazione e alla mitigazione del rischio di incidenti nelle aree portuali. La peculiarità di questo sistema consiste nell'impiego di accelerometri ad alta sensibilità, ideati inizialmente per missioni spaziali, che permettono la determinazione di parametri caratteristici del moto ondoso (altezza significativa, periodo medio e di picco delle onde del mare). Tra i principali vantaggi di questo sistema vi è il fatto che l'intero apparato funziona "a terra", senza la necessità di utilizzare strumentazione in mare. Ciò comporta un notevole risparmio di costi e soprattutto, da quando è stata dismessa la Rete Ondametrica Nazionale (RON) gestita da ISPRA, rappresenta forse l'unica alternativa vera all'installazione di boe che consentono solo misure puntuali e richiedono una manutenzione costante.

Dopo i lusinghieri risultati della sperimentazione, la partnership che ha sviluppato OS-IS®, intende promuoverlo con il ricorso a forme di finanziamento pubblico in ambito nazionale ed europeo. Il sistema, per sua natura, è da implementare a cura di soggetti pubblici che necessitano, per scopi istituzionali, di conoscere in tempo reale lo stato del mare. Il sistema è stato brevettato da INGV in partnership con altri soggetti ed il Marchio OS-IS® è stato registrato.

## **b. Contenuto Tecnico Scientifico**

Le sezioni attualmente partecipanti all'infrastruttura Osservatori sono: ONT, CT, OV, RM2 e sono strutturate con laboratori dedicati in cui confluiscono attività di Sviluppo e mantenimento di HW e SW, sviluppo e mantenimento di sistemi di osservazione in RT e banche dati.

Si riportano di seguito i principali sviluppi e contenuti tecnico - scientifici attivi nel 2017 e di cui si prevede un ulteriore e sviluppo nel triennio:

### **1) Laboratori di sviluppo procedure e archiviazione dati SAR Hardware e Software**

Attualmente il Laboratorio di telerilevamento dell'Osservatorio etneo, per l'analisi delle immagini SAR, utilizza due pacchetti software: uno di "pubblico dominio", RoiPac (Rosen et al., 2004) che gira sotto sistemi Linux, ed uno commerciale SARSCAPE, con sistema Windows. Questi due software sono stati testati ed installati su una piattaforma multiprocessore che permette l'utilizzo contemporaneo di più sistemi operativi e garantisce l'espandibilità hardware dell'architettura server. Per le analisi interferometriche avanzata viene utilizzato il software di "pubblico dominio" denominato StaMPS (Hooper 2008), che utilizzando un numero congruo di dati SAR, stima le velocità medie e le serie storiche dei bersagli al suolo che si mantengono coerenti nel tempo (*Persistent Scatterers*).

Nel 2014 sono state sviluppate delle nuove routine per l'elaborazione dei dati SENTINEL-1A che sfruttano i moduli ISP e DIFF distribuiti dalla GAMMA AG. Queste nuove routine sono attualmente in fase di sviluppo per ciò che concerne l'elaborazione semiautomatica, ma i risultati delle elaborazioni manuali hanno permesso di fornire un adeguato supporto al monitoraggio delle deformazioni del suolo in area etnea (Bonforte and Guglielmino, 2015).

Per ciò che riguarda l'hardware il laboratorio di Telerilevamento dell'Osservatorio etneo ha a disposizione un server multiprocessore per l'elaborazione, un NAS per l'archiviazione dei dati, e due workstation per l'analisi dei risultati del processamento.

Al fine di ottimizzare l'utilizzo delle risorse Hardware e Software e di elaborare la gran mole di dati acquisiti, è stato progettato ed implementato un tool per l'elaborazione automatica dei dati, basato su architettura Linux, che sfrutta il core di RoiPac. Questo nuovo tool importa il dato originale, acquisto dalle agenzie spaziali (formato *raw*), lo focalizza utilizzando le orbite precise fornite dalle agenzie, estrae automaticamente il DEM SRTM dell'area di interesse disponibile presso il sito della NASA, esegue l'elaborazione interferometrica ed archivia automaticamente i risultati geocodificati (mappe di spostamento, di ampiezza e coerenza), in modo da essere utilizzati come input per le successive analisi.

La sempre maggiore disponibilità di dati geodetici di terreno (GPS, EDM, livellazione, ecc.), ha spinto lo sviluppo di metodi innovativi di integrazione e/o validazione dei dati satellitari con quelli acquisiti a terra, al fine di ottenere la maggior quantità di informazioni possibili, sulle deformazioni del suolo nelle aree investigate.

Recentemente, è stato sviluppato un nuovo algoritmo di integrazione dati, denominato SISTEM (Guglielmino et al. 2011a), che permette l'integrazione delle mappe di spostamento ottenute con tecniche DInSAR con altri tipi di dati geodetici (in particolare GPS). Tale approccio, basato sulla teoria delle piccole deformazioni, e l'utilizzo del metodo di ottimizzazione dei minimi quadrati pesati, permette di ottenere le componenti del tensore di strain per ogni pixel dell'immagine SAR, e quindi l'intero campo di spostamento in 3D. In tal modo l'utilizzo integrato dei dati SAR con altri tipi di misure geodetiche (EDM, tilt, livellazione, ecc.) consente un'analisi ed un'interpretazione più dettagliata del campo di deformazione.

Il SISTEM, che utilizza dati DInSAR e dati geodetici è stato testato ed utilizzato con successo sia sull'area etnea (Guglielmino et al. 2011b) che su altre aree nel mondo (Guglielmino et al., 2013; Tohoku-oki INGV Team, 2011).

Nel 2014, grazie al progetto infrastrutturale VULCAMED, è stato acquisito dal Laboratorio di telerilevamento dell'Osservatorio Etneo un radar da terra (GPR12) prodotto dalla GAMMA AG. Il GPR12 è un radar da terra ad apertura reale in banda Ku, che permette la misura delle deformazioni del suolo con precisioni < 2mm lungo la linea di vista del sensore. Tale strumento è particolarmente indicato per il monitoraggio di aree caratterizzate da un'elevata cinematica, e sono in corso vari test (Etna e Vulcano) per l'utilizzo sistematico del GPR12 in ambiente vulcanico.

Il laboratorio SAR presso INGV-Roma prevede la progettazione e realizzazione di reti regionali di CR per le attuali (COSMO-SkyMed e TerraSAR-X) e future (Sentinel-1) missioni spaziali SAR principalmente nell'ambito di progetti Premiali e PON MASSIMO. Delle aree in cui verrà installata la strumentazione CR verrà acquisita una copertura completa di immagini satellitari SAR e, con l'ausilio di tecniche InSAR Multitemporali, tali dati verranno elaborati per produrre mappe di spostamento nel tempo e serie storiche.

L'obiettivo è migliorare la misura di deformazioni lente del suolo grazie alla riduzione del rumore presente nel dato SAR agganciando le mappe prodotte ai CR. Infine, i CR saranno installati in prossimità di capisaldi GPS, per consentire una cross-validazione delle misure e, parallelamente, una integrazione delle due tipologie di dato:

- implementazione di metodologie multidisciplinare e di procedure numeriche per la misura e l'analisi di deformazioni lente, sismiche e asismiche, lungo singole faglie o sistemi di faglie;
- sviluppo e mantenimento di reti regionali non permanenti in aree vulcaniche e sismiche, da utilizzare in un'ampia varietà di applicazioni tra le quali lo studio del livello marino a diverse scale temporali anche con radar altimetri satellitari, lidar e aerofotogrammetrie, oltre a morfobatimetrie costiere in ambienti vulcanici e tettonici. Tra le nuove tecnologie e livello Europeo ha grande rilevanza il sistema GALILEO (rete di satelliti per la geodesia europeo).

## **2) Monitoraggio sistematico ed in "near real time"**

Per rispondere alle esigenze di monitoraggio in "near real time" nel 2004 il Laboratorio di Telerilevamento ha acquisito ed installato un'antenna in banda L per acquisire immagini AVHRR dei satelliti NOAA utilizzati per le osservazioni in campo oceanografico e da tempo utilizzati per le osservazioni vulcanologiche. Nel 2008 al fine di sostenere ed incrementare le attività di monitoraggio di eventi eruttivi dei vulcani attivi italiani, nell'ambito della convezione con il Dipartimento di Protezione Civile 2007-2009 è stato acquisito un sistema di ricezione satellitare 'L/X band' "multi-mission" (dati MODIS, METOPA/B) + antenna EUMETSAT (MSG, GOES, MTSAT, METOP) in grado di acquisire dati da diversi satelliti dedicati all'osservazione della Terra ad orbita polare e geostazionaria.

Il sistema AVHRR è stato dismesso all'inizio del 2017 in quanto i satelliti AVHRR non saranno più attivi nel breve futuro ed inoltre il sistema di acquisizione può essere migrato sull'Antenna Polare Kongsberg oppure utilizzare la licenza EUMETSAT per acquisire i dati AVHRR e METOP. Mentre si renderà necessario prevedere l'acquisizione delle nuove missioni NOAA (GOES 16 e NPP e JPSS) e METEOSAT THIRD Generation.

Il sistema KONGSBERG è modulare e pertanto potrà essere potenziato con nuove missioni satellitari.

Il sistema di acquisizione è in grado di processare ed archiviare dati acquisiti mediante una serie di sotto moduli sviluppati dal Laboratorio di Telerilevamento.

Attualmente sono in funzione i moduli sviluppati per la piattaforma ESA GEP a parzialmente i prodotti derivati da dal progetto ASI-SRV dedicati all'osservazione dell'Etna e del Vesuvio Campi Flegrei per la produzione di informazioni sistematiche a supporto al DPC.

Un servizio di analisi in tempo reale permette di creare servizi di monitoraggio delle variazioni termiche superficiali in aree vulcaniche mediante dati meteorologici a livello mondiale:

### **3) Laboratori strumentali presso INGV-Roma e INGV-Catania strumenti e nuove tecnologie e Misure UV, IR e Reti di Scanner UV**

Questo laboratorio multidisciplinare partecipa all'infrastruttura con diverse attività che sono essenziali per la validazione e calibrazione dei dati satellitari.

Sede di Roma:

- Laboratorio di analisi ottiche anche dedicato all'utilizzo e mantenimento della strumentazione per misure in campo e lo sviluppo di banche dati spettrali di materiali superficiali (es. banca dati degli spettrale dei prodotti vulcanici dell'Etna).
- Sviluppo piattaforma UAS INGV-RAVEN in collaborazione con l'Università di Bologna.
- Partecipazione sviluppo di nuovi sensori spaziali ottici in collaborazione con il Jet Propulsion Laboratory e il DLR.
- Organizzazione di campagne aeree per il monitoraggio di aree vulcaniche e zone costiere tramite sistemi iperspettrali aviotrasportati.
- Sviluppo di procedure di analisi e detection dei fronti d'incendio.
- Classificazione aree bruciate.

Sede di Catania:

- Reti Flame.
- Etna, Stromboli e Vulcano per l'acquisizione dei dati di flusso di SO<sub>2</sub> in automatico composta da stazioni UV-Scanner.
- FTIR.
- Misure sull'Etna dei rapporti S/CI, S/F e CI/F con metodo di telerilevamento FTIR ad occultazione solare. Sono state eseguite sporadiche misure FTIR passive al Nuovo Cratere di Sud-Est, presente sul fianco orientale del Cratere di Sud-Est, ed alla Bocca Nuova.
- Radiometro.

Per lo studio degli effetti termici della parete del Nuovo Cratere di Sud-Est è stato installato un nuovo radiometro in un sito vicino al precedente sito Belvedere sull'Etna, distrutto dall'eruzione dell'Etna del 28 febbraio 2013. I dati radiometrici sono disponibili presso il nostro Istituto in tempo reale.

### **4) Laboratorio tecniche di analisi e monitoraggio Beni Culturali (Sede INGV Cosenza PON MASSIMO presso UNICAL)**

- Sviluppo infrastrutture HW e SW per l'analisi dati satellitari ed aerei per aree in Convergenza ai fini della classificazione del suolo e l'analisi delle tipologie e stabilità degli edifici in aree urbane.
- Gestione e sviluppo di sistemi di banche dati e sistemi per la visualizzazione dei dati anche 3D.
- Sviluppo di prodotti per gli utenti di riferimento.
- Formazione del personale.

### **5) Sistemi di archiviazioni dati satellitari e accesso alle missioni ASI, ESA, NASA**

Una procedura informatica unica, per coordinare dentro l'Istituto la circolazione dei dati acquisiti tramite accordi o licenze con Agenzie Spaziali. In particolare sarà creato un sistema di acquisizione dei dati COSMO SKY-MED e dei

prodotti generati dalle procedure di analisi interferometrica, change detection e successivamente per quanto concerne dati ESA. Verranno analizzati i data base acquisiti da diversi progetti i cui prodotti saranno resi disponibili in base alla data policy indicata dall'infrastruttura banche date e linea con le grandi infrastrutture EPOS e EMSO. La creazione di un'applicazione full-web aiuterà ad avere un punto unico dove elaborare i moduli delle richieste on-line, ma anche di interrogare il sistema sull'eventuale esistenza del dato che si vuole acquistare. Il lavoro sarà condotto in stretta collaborazione con i servizi informatici dell'ASI.

L'infrastruttura si doterà di un portale web sia ad uso interno che esterno per la diffusione dei prodotti per l'osservazione della terra.

Si prevede la riorganizzazione dei data set acquisiti nell'ambito di precedenti progetti di ricerca (APQ-Sicilia, PREVIEW, ASI-SRV, SAR4VOLCANOES) nei quali sono stati creati database di immagini SAR relative all'area siciliana, ed al perfezionamento e la standardizzazione dell'utilizzo delle tecniche interferometriche per lo studio delle deformazioni del suolo.

Sempre nella stessa infrastruttura saranno creati database per l'accesso a serie storiche di dati ottici acquisiti sull'Etna, Vesuvio Campi Flegrei e per altre zone che verranno concordate con i responsabili delle linee di ricerca.

## 6) Osservatori geomagnetici

Si proseguiranno anche nel 2017 le attività tecnico - scientifiche iniziate nel passato soprattutto per quel che riguarda l'accuratezza e la continuità del dato misurato. In particolare si continua l'acquisizione delle misure dell'intensità totale F del campo tramite magnetometri Overhauser, mentre le variazioni delle componenti del campo magnetico H, D e Z sono misurate utilizzando magnetometri vettoriali fluxgate. L'acquisizione avviene tramite un modulo appositamente studiato presso l'INGV.

Gli osservatori geomagnetici sono distribuiti lungo un meridiano ideale che attraversa l'Italia per coprire uniformemente tutto il territorio nazionale e sono i seguenti:

**Castello Tesino**, in provincia di Trento, nel Nord Italia, in funzione dal 1965.

**Duronia**, provincia di Campobasso, per il centro Italia. Esso ha sostituito quello di L'Aquila, che ha chiuso in conseguenza al terremoto del 2009. La serie per il centro Italia è comunque molto lunga, essendo l'osservatorio di L'Aquila entrato in funzione nel 1960. L'Aquila rimane comunque un nodo importante per la gestione degli osservatori geomagnetici, essendo un laboratorio in cui vengono testati e messi in acquisizione sistemi di misura che verranno installati in altri siti.

**Lampedusa**, il più recente degli osservatori magnetici italiani, copre la parte più meridionale dell'Italia. Ad esso si affianca la stazione magnetica di Gibilmanna, nata nell'ambito del progetto VULCAMED ma realizzata nel 2017.

Oltre gli osservatori italiani l'INGV fornisce il personale che gestisce anche due osservatori antartici, a **Stazione Mario Zucchelli**, lungo la costa, e presso la base italo-francese **Concordia** sul *plateau* antartico, in collaborazione con i colleghi francesi dell'IPEV.

Nell'arco del prossimo triennio si porterà avanti la collaborazione con l'accademia delle scienze albanese per portare a termine l'installazione di un nuovo osservatorio geomagnetico per coprire l'area balcanica ad oggi non coperta da punti di osservazione.

## 7) Osservatori ionosferici

L'attività di monitoraggio tramite sondaggio ionosferico verticale rappresenta il principale metodo di indagine ionosferica negli osservatori INGV: due in Italia (Roma e Gibilmanna (PA)) ed uno in Antartide a Mario Zucchelli Station.

Le indagini ionosferiche dell'INGV, tuttavia, non sono limitate al solo territorio nazionale ma si estendono attraverso progetti di collaborazione, a due osservatori argentini co-gestiti dall'INGV: a San Miguel de Tucumán (dal 2007), in zona sub equatoriale e a Bahia Blanca a media latitudine sud (dal 2016). In entrambe le infrastrutture è installato un esemplare di radar HF (ionosonda), prodotto in INGV.

I dati grezzi ed elaborati forniti dagli Osservatori Ionosferici ed i prodotti acquisiti dal network di GNSS per monitoraggio ionosferico in aree ad alta latitudine, nell'area mediterranea, in Sud America. sono disponibili in tempo quasi reale sul sito [www.eSWua.ingv.it](http://www.eSWua.ingv.it).

## 8) Osservatorio per il telerilevamento atmosferico

Lo spettrometro Vespa 22 è tuttora in funzione presso l'osservatorio e fornisce stime di profili di vapor acqueo stratosferico con una risoluzione temporale di circa 12 ore.

### **9) Osservatorio Multiparametrico di Varese Ligure e Palmaria**

Attualmente è in corso il trasferimento presso una nuova struttura concessa in comodato d'uso gratuito che consentirà di ottimizzare la logistica dell'osservatorio che si vorrebbe utilizzare anche per attività in conto terzi (contatti in corso).

### **10) Rete Osservativa Meteomarina del Levante Ligure**

Si prevede nel prossimo futuro l'integrazione della rete con un innovativo sistema SRS della Artys srl per la misura areale della quantità di pioggia, di un sistema radar X in partnership con CNR IREA, di una boa INGV dotata di sensori per la misura dei parametri fisici della colonna d'acqua e di un sistema idrofonico INGV per la misura del rumore in mare.

### **CONTRIBUTI DEL FORUM**

Nel seguito vengono presentate in maniera sintetica le attività di gestione delle infrastrutture di ricerca e di sviluppo tecnologico programmate ed in corso. Le informazioni riportate ricalcano essenzialmente i contributi forniti dai ricercatori e tecnologi dell'Istituto, disponibili in un forum dedicato nel sito web dei Dipartimenti (ex-Strutture) di Ricerca dell'INGV ed accessibile a tutti i dipendenti dell'Ente. Queste attività costituiscono gli obiettivi specifici su cui si focalizzano le attività di ricerca della Struttura Ambiente per il 2018, con prospettive di sviluppo per il biennio successivo.

#### **Osservatori Ionosferici**

Gli osservatori ionosferici dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia sono situati in Italia, a Roma e a Gibilmanna (PA) a media latitudine e in Antartide, nella Stazione Mario Zucchelli a latitudine polare. In aggiunta l'INGV ha in cogestione, con istituzioni argentine, due osservatori ionosferici in Argentina; a Bahia Blanca con la Universidad Tecnologica Nacional e a San Miguel de Tucumán con la Universidad Nacional de Tucumán a latitudine media e sub equatoriale rispettivamente. La dislocazione degli osservatori a diverse latitudini rende il panorama delle misure ionosferiche dell'INGV completo. In tutti gli osservatori su citati è installato un sistema di sondaggio verticale progettato e realizzato nei laboratori dell'INGV.

Nel 2018 e negli anni successivi si mira al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

1. mantenimento degli elevati standard di qualità delle misure in tutti gli osservatori;
2. mantenimento di alti standard nella produzione di bollettini ionosferici negli osservatori di Roma e Gibilmanna avvalendosi di personale con esperienza pluriennale;
3. rinnovamento dell'osservatorio ionosferico in Antartide con l'installazione di una nuova stazione ionosferica ad elevato grado di automazione.

Gli osservatori ionosferici si integrano con le stazioni di misura delle scintillazioni e TEC ionosferico. Queste stazioni sono basate su ricevitori GNSS multicostellazione installate e gestite dall'INGV a medie, basse ed alte latitudini.

#### **Osservatori geomagnetici**

Il monitoraggio del campo geomagnetico proseguirà nei tre osservatori istituzionali di Castello Tesino (TN), Duronia (CB) e Lampedusa (AG) con relative pubblicazioni di annuari e bollettini mensili, e presso le stazioni magnetiche di L'Aquila e Gibilmanna. Si proseguirà inoltre nella gestione degli osservatori in Antartide presso Mario Zucchelli e Concordia. Tutti i dati degli osservatori arrivano in tempo reale in Istituto su un server il cui software di acquisizione e *storage* dati è stato completamente rivisto e modificato, in modo da fornire nuove utilities agli utenti, come graficare i dati su intervalli temporali a scelta dell'utente o calcolare gli indici k e relativo bollettino. Si sta implementando inoltre un sistema di *alert*, per evidenziare gli stati di alta attività magnetica.

#### **M.E.D.U.S.A. (Multiparametric Elastic-beacon Devices and Underwater Sensors Acquisition system)**

Il sistema MEDUSA è una infrastruttura marina di monitoraggio permanente dell'INGV, costituita da quattro moduli sottomarini multi-parametrici cablati con altrettante boe di superficie, presente nell'area vulcanica del Golfo di Pozzuoli (Napoli).

MEDUSA è un sofisticato sistema per il monitoraggio in mare dell'attività vulcanica dei Campi Flegrei realizzato come completamento delle reti di strumentazione geofisica esistenti sulla terraferma e gestite dalla Sezione di Napoli, Osservatorio Vesuviano. Le boe marine sono attrezzate con strumentazione geofisica ed oceanografica e trasmettono tutti i dati in continuo, ed in tempo reale, alla Sala Operativa di monitoraggio INGV di Napoli, dove essi

sono analizzati, archiviati ed integrati unitamente a quelli prodotti dalle reti a terra. Le quattro boe, di tipo meda elastica a palo, sono posizionate su fondali variabili inferiori ai 100m di profondità ad una distanza di circa un miglio dalla linea di costa. I moduli sottomarini sono adagiati sul fondo ed equipaggiati con strumentazione scientifica e di controllo (sensore sismico larga banda a tre componenti, una coppia di idrofoni a bassa frequenza, accelerometro MEMS triassiale, sensore di pressione di precisione, una coppia digitalizzatori a 24-bit, sensori di stato ed elettronica di controllo).

Su una delle quattro boe è presente una stazione meteorologica completa, un mareografo radar ed una telecamera IP. Infine, su ciascuna torretta è installato un ricevitore GPS geodetico per la misura dei movimenti del suolo a fondo mare.

Il sistema MEDUSA è il frutto della stretta collaborazione tra le Sezioni INGV di Napoli e Roma2 nell'ambito del progetto di potenziamento delle infrastrutture marine EMSO-MedIT (finanziato dal MIUR quale contributo alla ESFRI EMSO).

MEDUSA estende nel Golfo di Pozzuoli il sistema di monitoraggio geofisico dei Campi Flegrei gestito dall'Osservatorio Vesuviano. Mediante l'utilizzo di tale infrastruttura si è in grado di migliorare la definizione del campo di deformazione dell'area tramite misure in continuo dei movimenti del suolo sul fondale marino (misure geodetiche a mare mediante analisi delle componenti verticale e orizzontali del ricevitore GPS, in congiunzione con l'analisi dei dati dei sensori di pressione di precisione installati sul fondo del mare).

#### **Sistema di monitoraggio sottomarino multiparametrico**

Il sistema di monitoraggio è costituito da un osservatorio di fondo mare collegato a una boa di superficie. L'osservatorio è realizzato in materiali compositi resistenti alla corrosione, con funzionalità fino a profondità di oltre 2000 metri, e una elettronica che consente la gestione di sensori sia a basso che ad alto rate di acquisizione dati (p.e idrofoni), la loro memorizzazione e il loro trasferimento verso la boa di superficie dotata di autonomia energetica, sensoristica meteo e connessa tramite cavo ombelicale che fornisce alimentazione e comunicazione dati all'osservatorio. I dati vengono trasmessi via connessione fisica nella tratta sottomarina e via modem GSM nella tratta aerea.

#### **Remote sensing**

Le attività prevedono lo sfruttamento di tecniche di *remote sensing*, sia radar per il monitoraggio delle deformazioni crostali dovute a terremoti o attività vulcanica, sia ottico/termico per il monitoraggio di vulcani (campi flegrei in particolare).

### **c. Eventuali collaborazioni nazionali/internazionali**

Academy of Sciences of Albania  
Institut polaire Francais Paul Emile Victor  
Universidad Tecnologica Nacional, Universidad Nacional de Tucuman (Argentina)  
Parco Nazionale delle Cinque Terre  
USGS  
Cooperazione con Jet Propulsion Laboratory, gruppo di Earth Observation  
DLR  
ASI Agenzia Spaziale Italiana  
ESA Agenzia Spaziale Europea  
ISPRA  
ENEA



*Spettrometro VESPA-22 installato presso il Thule High Arctic Atmospheric Observatory (THAAO) a Thule Air Base (76.5°N, 68.8°W), Groenlandia.*

#### **d. Eventuali collaborazioni con le Università**

Osservatorio per il telerilevamento atmosferico Università di Roma La Sapienza  
Università Roma Tre Università Roma 2  
Università di Modena e Reggio Emilia Università della Calabria UNICAL Università di Firenze  
UCR, Università del Costa Rica

#### **e. Infrastrutture di ricerca**

EPOS

# Schede sezioni

SEZIONE ONT	153
SEZIONE MILANO	162
SEZIONE CATANIA - OSSERVATORIO ETNEO	167
SEZIONE NAPOLI	172
SEZIONE RM2	179
SEZIONE RM1	186
SEZIONE PISA	190
SEZIONE PALERMO	196
SEZIONE BOLOGNA	199



<b>Attività di Ricerca</b>	
----------------------------	--

<b>Sezione</b>	<b>ONT</b>
----------------	------------

<b>Direttore</b>	<b>Salvatore Stramondo</b>
------------------	----------------------------

<b>Periodo</b>	<b>Anno 2018</b>
----------------	------------------

<b>a.</b>	<b>Finalità e Obiettivi</b>
-----------	-----------------------------

L'Osservatorio Nazionale Terremoti (ONT) svolge il compito Istituzionale di gestione e sviluppo delle reti di monitoraggio sismico, accelerometrico e geodetico a scala nazionale ed euro-mediterranea (MedNet), la gestione dei risultanti archivi di dati e dei servizi a loro associati, la gestione della sala di monitoraggio sismico.

In carico al ONT sono le responsabilità del servizio di sorveglianza sismica e di allerta tsunami, di cui assicura l'operatività grazie al proprio personale tecnico, ai tecnologi che operano a supporto dell'acquisizione dati e gestione database, e al personale ricercatore.

L'ONT comprende alcuni importanti settori di ricerca scientifica e tecnologica, che riguardano la geodesia, la sismologia, il telerilevamento. Inoltre l'ONT partecipa attivamente con personale proprio alla formazione e alla divulgazione scientifica, che costituisce una tra le missioni dell'Ente.

L'ONT espleta gran parte delle attività previste nella Convenzione DPC All. A.

Dal punto di vista organizzativo, l'ONT afferisce alle Strutture Terremoti, Vulcani e Ambiente partecipando e gestendo progetti di ricerca scientifica di base, tecnologica e finalizzata.

L'ONT ha sede a Roma e, per mantenere l'operatività delle attività a esso assegnate, dispone di personale presso la sede della sezione di Bologna e di Palermo, e presso le sedi locali di Grottaminarda, Gibilmanna, L'Aquila, Ancona (presso la Protezione Civile della regione Marche), Genova (presso l'Università), Palermo e Rende (presso l'Università).

<b>b.</b>	<b>Attività di Ricerca</b>
-----------	----------------------------

**Attività di ricerca del ONT**

La linea di Attività "Ricerca Terremoti" dell'ONT comprende attività di ricerca che si focalizzano da un lato sullo studio s.l. dei terremoti – con particolare attenzione alla comprensione dei processi che li precedono e li generano, alla caratterizzazione dell'evento individuale e dei relativi effetti - e dall'altro lato sulla comprensione del contesto in cui si verificano, per es. del loro significato dal punto di vista geodinamico nei processi tettonici attivi nel nostro territorio. Questi studi si integrano con quelli a scala globale che hanno come obiettivo l'osservazione, la comprensione e modellazione dei fenomeni che governano la Terra Solida, dal suo interno alla superficie. Per gli studi condotti, la linea "Ricerca Terremoti" dell'ONT è caratterizzata da una forte multidisciplinarietà, con temi di ricerca che naturalmente vengono svolte in collaborazione con le attività delle altre Linee di Attività di ricerca sviluppate nelle altre sezioni e nei Dipartimenti Vulcani e Ambiente. Infatti, all'interno delle aree tematiche individuate si integrano approcci metodologici classici proprie della sismologia s.l., geologia, tettonica, geomorfologia, geodesia, geofisica e geochemica. Il coinvolgimento delle infrastrutture dell'Ente, come la rete nazionale sismologica ed accelerometrica, gli osservatori multiparametrici (es., the Altotiberina Near Fault Observatory, TABOO) e i sistemi di calcolo, nelle attività di ricerca è fondamentale e imprescindibile.

La ricerca è sviluppata nell'ambito delle **8 tematiche di ricerca della Linea di Attività**, ed ha una ricaduta diretta sulle attività e servizi che l'ente può mettere a disposizione della Società. A queste 8 tematiche si aggiungono le attività di Ricerca libera svolte nell'ambito del Dipartimento Terremoti in collaborazione con le altre sezioni e

Dipartimenti. Le attività di questa Linea, sono integrate anche da altre due tematiche trasversali: "ATV1 Studi per le Georisorse" e "ATV 2 Ricostruzione e modellazione della struttura crostale".

I prodotti attesi da queste attività sono principalmente pubblicazioni scientifiche su riviste JRC, presentazioni a Convegni e Workshop nazionali e internazionali, partecipazione e leadership di progetti scientifici, collaborazioni nazionali e internazionali.

Come le altre LdA Ricerca Terremoti, all'interno dell'ONT, le attività di ricerca sono focalizzate sul raggiungimento dei tre obiettivi strategici individuati.

#### **Obiettivo RT1 - Struttura 3D dell'Italia**

La ricostruzione dell'anatomia del nostro paese, dalla superficie terrestre al mantello. Le metodologie utilizzate sono molteplici (e.g., tomografia sismica con i diversi tipi di onde, modelli di attenuazione, modellazione 3D, localizzazione di terremoti ad alta precisione per definire la geometria delle strutture di faglia) e spesso trasversali ai Dipartimenti.

#### **Obiettivo RT2 - Caratterizzazione della sorgente sismica dall'osservazione multiscala ai modelli numerici e agli esperimenti di laboratorio**

L'ONT contribuisce a questo obiettivo con studi di diversa natura che riguardano la sorgente sismica (e.g., time domain moment tensor (TDMT); modellazione faglia finita, inversione congiunta dati InSAR, GPS, accelerometrici; meccanismi focali non-doppia coppia). A questi studi si aggiunge la raccolta e l'analisi, attraverso le infrastrutture dell'Ente, di una enorme mole di dati e osservazioni multidisciplinari e multi-scala sui terremoti, che costituiscono una opportunità unica per investigare la sorgente sismica in tutti i suoi aspetti, e comprenderne così i meccanismi.

#### **Obiettivo RT3 - Nuove sfide per la comprensione del dove e quando avverrà il prossimo grande terremoto**

Questo obiettivo strategico vuole essere uno stimolo per i ricercatori dell'Ente ad intraprendere un percorso comune che includa approcci diversi e possa produrre prodotti innovativi con ricadute a beneficio della Società. Molte delle attività di ricerca dell'ONT sono quindi ovviamente indirizzate a questo obiettivo.

Di seguito vengono elencate le **8 tematiche di ricerca**, che descrivono l'attività di ricerca della LdA Ricerca Terremoti dell'ONT. Vengono inoltre menzionati alcune attività di **Ricerca libera** sviluppate all'interno dell'ONT, per il 2018 e per il biennio successivo. Come già detto, molte delle attività di ricerca sono svolte dai ricercatori, tecnologi e tecnici dell'ONT in collaborazione con il personale delle altre Sezioni e Dipartimenti dell'INGV.

#### **T1 - Struttura della Terra**

Lo studio della struttura della terra e dei processi geodinamici a grande scala rappresenta la sintesi delle conoscenze che derivano dalle attività di ricerca di questa Linea, integrate con le attività osservative e sperimentali condotte grazie alle infrastrutture dell'Ente. Questa tematica si basa sull'integrazione di diverse discipline di base, quali geofisica, geologia, geochimica, geodesia, fisica, matematica e scienze computazionali, che consentono lo studio della reologia, la modellazione della propagazione del campo d'onda, la tomografia ed anisotropia della litosfera e del mantello.

Nell'ambito di questa tematica, alcune attività di ricerca libera sviluppate attraverso progetti finanziati da enti europei o italiani sono:

**AlpArray:** progetto europeo tra i principali istituti di ricerca e università europee. Le attività INGV sono trasversali a sei Sezioni.

**Anisotropia sismica del mantello per la caratterizzazione dei processi geodinamici nell'area mediterranea e mediorientale:** il progetto si propone l'obiettivo di caratterizzare le proprietà anisotropiche del sistema litosfera/astenosfera nell'area Italiana, in particolare Alpina (progetti CIFALPS2 e ALPARRAY), Adriatica e Balcanica (progetto CASE), fino all'Iran. Questo studio verrà svolto in collaborazione con l'Institute for Advanced Studies in Basic Sciences (Iran).

#### **b.2. T2 Deformazione crostale attiva**

Lo studio della deformazione e dei processi tettonici attivi fornisce il quadro di riferimento per la comprensione dei meccanismi geologici che governano la Sismicità. Obiettivi di questa tematica sono la ricostruzione del campo di

sforzo e deformazione regionale attuale e le relazioni con la sismicità, come pure, a scala più piccola, l'individuazione e caratterizzazione di faglie sismogenetiche sulla base di evidenze diverse: sismologiche, geodetiche, geologiche, geomorfologiche, geochimiche. Tali studi si basano sulle reti osservative e di monitoraggio, sulle nuove tecnologie di rilevamento dallo spazio e su osservazioni di terreno.

Nell'ambito di questa tematica, alcune attività di ricerca libera sviluppate attraverso progetti finanziati da enti europei o italiani sono:

**Modelli numerici di deformazione crostale:** L'attività prevede lo sviluppo di modelli volti a studiare l'attività sismica di faglie in relazione al contesto tettonico regionale tramite tecniche numeriche.

**Deformazioni transienti (tettoniche e non-tettoniche):** Questa ricerca è uno degli obiettivi del progetto "TRANSient of Strain and stress ExperiMENT in Italy", TRANSIENTI, finanziato dal MIUR nell'ambito dei "Premiali 2014" (in collaborazione con ASI e InOGS).

### **b.3. T3 Sorgente Sismica**

Lo studio della sorgente sismica ha l'obiettivo di migliorare lo stato delle conoscenze sugli aspetti legati al verificarsi di un terremoto, dalla sua generazione alla evoluzione spazio-temporale di una sequenza sismica, sino allo sviluppo dei fenomeni connessi (es. maremoto). Questa tematica include lo studio e sviluppo di modelli di nucleazione, cinematica e dinamica della sorgente, propagazione e arresto della rottura, modellazione dei processi post- ed inter-sismici, analisi multidisciplinari che integrano dati geologici, sismologici e geodetici, nonché studi sulla generazione e propagazione dei maremoti.

Nell'ambito di questa tematica, alcune attività di ricerca libera sviluppate attraverso progetti finanziati da enti europei o italiani sono:

**Inversione cinematica della sorgente sismica utilizzando modelli di velocità 3D:** l'obiettivo della ricerca è quello di valutare l'impatto dell'utilizzo di modelli 3D e della topografia nelle inversioni di sorgente sismica, includendo valutazioni sul ruolo dell'incertezza epistemica.

**Studio dei Momenti Tensori Non-Doppia Coppia:** le sorgenti con componenti Non Doppia Coppia (NDC), sono a volte causate da una perturbazione della pressione di poro dei fluidi presenti nell'area sorgente. Per questo, le NDC assumono un ruolo chiave per la capire i meccanismi di sismogenesi anche in un ambito geologico-strutturale.

**Modelli cinematici di sorgente sismica:** lo studio integrato dei dati geodetici e sismologici permette di vincolare ulteriormente la misura delle deformazioni cosismiche.

**Calcolo dei momenti tensori con modelli di velocità 3D e studio delle incertezze associate ai parametri stimati:** L'attività di ricerca prevede di associare al calcolo del Time Domain Moment Tensor dei terremoti italiani con magnitudo maggiore di 5, uno studio sull'incertezza dei parametri di sorgente stimati derivata dalla scelta del modello di velocità (1D e 3D), dal numero e dalla distribuzione delle stazioni sismiche.

### **b.4. T4 Sismicità dell'Italia**

La caratterizzazione della sismicità italiana è un contributo essenziale per la comprensione dei processi sismogenetici che avvengono nel territorio nazionale, la cui applicazione finale riguarda anche le analisi di pericolosità sismica. La descrizione spazio-temporale della sismicità si basa principalmente su ricerche di sismologia strumentale e storica, quest'ultima ulteriormente estesa al passato da indagini di archeosismologia e paleosismologia. Questa tematica include studi multiscala basati, per la parte strumentale recente, sui dati di monitoraggio della rete sismica nazionale, ma anche delle sotto-reti regionali, incluse le reti mobili temporanee, che consentono una caratterizzazione di dettaglio della sismicità a scala locale.

Nell'ambito di questa tematica, alcune attività di ricerca libera sviluppate attraverso progetti finanziati da enti europei o italiani sono:

**Localizzazione della sismicità italiana registrata dal 1981 al 2018 con un modello 3D dell'Italia:** aggiornamento del Catalogo della Sismicità Italiana (CSI 2.0), e analisi della distribuzione della sismicità italiana dal 1981 al 2018, localizzata con un modello di velocità tomografico 3D attraverso un programma di inversione non lineare basato su un metodo probabilistico.

**Early aftershocks dei terremoti principali della sequenza del Centro Italia: analisi del Bollettino Sismico Italiano (BSI):** i terremoti che hanno immediatamente seguito gli eventi i principali della sequenza sismica del centro Italia sono stati rivisti dal BSI. Il numero di terremoti localizzati è aumentato di un fattore due o tre rispetto a quanto era stato fatto nella Sala di Sorveglianza Sismica dell'ONT (Roma), arrivando ad avere alcune migliaia di

early aftershocks.

**Calcolo delle profondità ipocentrali di terremoti a mare attraverso l'identificazione e l'utilizzo delle fasi di profondità pP, sP:** il progetto, in collaborazione con il Department of Geophysics della Tohoku University (Giappone), sfrutta una tecnica di localizzazione che utilizza, nel processo di inversione congiuntamente alle fasi P ed S, anche le fasi di profondità sP e pP.

**Approccio multidisciplinare allo studio dei terremoti di epoca strumentale:** Lo studio ha lo scopo di vincolare meglio i parametri sismologici degli eventi del passato, per caratterizzare le sorgenti che li hanno generati.

#### **b.5. T5 Sismologia, geofisica e geologia per l'ingegneria sismica**

L'ingegneria sismica ha un ruolo sempre più rilevante nella società ai fini della progettazione edilizia e pianificazione urbanistica/territoriale in zona sismica. Rientrano in questo settore lo sviluppo di leggi predittive del moto del suolo, lo studio degli effetti di sito e di near-source (es. fenomeni di direttività, registrazioni impulsive), il calcolo di mappe di scuotimento.

#### **b.6. T6 Studi di Pericolosità Sismica e da Maremoto**

Lo sviluppo di modelli di pericolosità sismica e da maremoto, sia a lungo che medio-breve termine, si basa sull'integrazione di studi e ricerche multidisciplinari che rappresentano i più recenti avanzamenti nei campi sismologico, geologico, geodetico e modellistico-statistico (per es. modelli di occorrenza, incertezze ecc.). Questa tematica include sia gli studi a scala dell'intero territorio nazionale (per es. la Mappa di Pericolosità Sismica attualmente in revisione) che a scala regionale/locale.

#### **b.7. T7 Variazioni delle caratteristiche crostali e precursori sismici**

Lo studio dei precursori sismici è un tema di ricerca particolarmente rilevante e di avanguardia. In passato si è tentato di identificare a-posteriori, senza risultati univoci degni di rilievo, i fenomeni che potessero essere riconosciuti come preparatori all'evento sismico. Attualmente, le ricerche sismologiche di frontiera in questo ambito includono lo studio del ruolo dei fluidi nella sismogenesi condotti a differenti scale (dal laboratorio agli esperimenti in laboratori sotterranei naturali), oppure le osservazioni condotte dallo spazio.

Nell'ambito di questa tematica, alcune attività di ricerca libera sviluppate attraverso progetti finanziati da enti europei o italiani sono:

**Anisotropia sismica per lo studio delle variazioni delle proprietà elastiche della crosta:** l'attività prevede lo studio delle proprietà anisotropiche della crosta per l'areale italiano. In particolare, verranno studiate le variazioni spazio-temporali dei parametri anisotropici nelle aree interessate dalla sequenza sismica del Centro Italia, e di altre sequenze.

**Studio e caratterizzazione sperimentale dei fenomeni associati alla preparazione di un evento sismico:** l'attività di ricerca (in collaborazione a Università italiane) è focalizzata sui fenomeni associati alla preparazione di un evento sismico (per es. pattern di slip precursore, radon, attenuazione delle onde meccaniche, rapporto  $V_p/V_s$ ) mediante lo sviluppo di una nuova tecnica sperimentale che permette di simulare un ciclo sismico su faglie preesistenti.

#### **b.8. T8 Sismologia in Tempo Reale**

La mitigazione del rischio sismico è strettamente legata all'affidabilità delle informazioni prodotte dai sistemi di analisi dei dati sismici in real-time; in alcuni casi, essi possono fornire una allerta alcuni secondi prima dell'arrivo delle onde sismiche. La rapida discriminazione dei tipi di segnali sismici e l'affidabilità dei parametri dei terremoti calcolati è fondamentale per identificare gli eventi potenzialmente pericolosi e comunicare tempestivamente alle autorità competenti il rischio connesso. Questo campo di ricerca in crescita unisce l'analisi dei segnali sismici, alla sismologia computazionale ad alte prestazioni (HPC), alle tecniche di monitoraggio e alle tecnologie di Intelligenza Artificiale e dell'informazione.

Nell'ambito di questa tematica, alcune attività di ricerca libera sviluppate attraverso progetti finanziati da enti europei o italiani sono:

**Quantificazione rapida dell'impatto di terremoti:** nell'ambito del progetto SERA ("Real-time earthquake shaking"), si stanno sviluppando tecniche per la prima rapida quantificazione dell'impatto dei terremoti.

Per quanto riguarda le linee di attività Vulcani segue una sintesi:

**Assimilazione nei modelli di trasporto e deposito di cenere dei principali parametri che caratterizzano le nubi vulcaniche stimati da dati satellitari**

L'assimilazione dei dati satellitari permette di importare il contenuto informativo dei parametri delle nubi eruttive stimati dalle osservazioni spaziali (massa, raggio effettivo, spessore ottico della cenere e altezza della nube) nei modelli numerici di trasporto e deposito della cenere contenuta nelle nubi vulcaniche. Input più affidabili forniti ai modelli in tempo quasi reale consentiranno di migliorare la stima dello stato evolutivo del sistema, ad esempio la stima dei parametri di sorgente attraverso la soluzione di un problema inverso. Inoltre miglioreranno le capacità previsionali della traiettoria delle nubi eruttive dei modelli numerici necessarie per fornire risposte tempestive durante le crisi vulcaniche.

**Integrazione di misure telerilevate per la caratterizzazione prossimale e distale delle eruzioni vulcaniche**

L'integrazione tra misure satellitari (geostazionarie e polari) e terrestri per il monitoraggio prossimale e distale delle eruzioni vulcaniche è necessario in quanto non esiste un singolo sistema in grado di fornire una descrizione completa del fenomeno. I diversi intervalli spettrali, risoluzioni spaziali e sensibilità verranno sfruttati per migliorare la stima dei parametri sorgente (mass eruption rate, total erupted mass, total grain size distribution) e di quelli atmosferici (massa di cenere, raggio effettivo, spessore ottico e massa di SO<sub>2</sub>).

**Monitoraggio delle nubi vulcaniche e della loro evoluzione utilizzando il sensore SEVIRI a bordo del satellite geostazionario MSG in near real time**

SEVIRI è uno strumento multispettrale a bordo dei satelliti MSG con 12 bande dal visibile all'infrarosso termico, una risoluzione spaziale di 3x3 km<sup>2</sup> (al nadir) e una risoluzione temporale di 15 e 5 minuti. Queste misure saranno utilizzate per il monitoraggio delle nubi vulcaniche emesse durante eruzioni esplosive, e forniranno in tempo quasi reale l'altezza della colonna eruttiva, la massa, lo spessore ottico e il raggio effettivo della cenere e la massa di SO<sub>2</sub>. Tali procedure verranno implementate nelle sale di monitoraggio per fornire questi nuovi prodotti prodotti ad integrazione delle osservazioni già esistenti.

**Outline delle colate attive mediante tecniche di remote sensing satellitare**

Generazione, sulla disponibilità di dati ottici Landsat 8 e Copernicus Sentinel 2, di mappe delle colate laviche su tutti i vulcani del mondo.

L'attività coinvolge il personale TI e TD del laboratorio di Telerilevamento di Roma. Per i successivi due anni sarà necessario l'adeguamento del sistema di acquisizione alle nuove missioni che permetteranno migliori risoluzioni spaziale e temporali

**Monitoraggio dell'inizio e della durata dell'eruzione utilizzando il sensore SEVIRI a bordo del satellite geostazionario MSG in near real time**

Il sistema MS2RWS, sviluppato nell'ambito delle attività del Laboratorio di Telerilevamento, permette l'identificazione dell'inizio dell'eruzione dell'Etna e l'attività di Stromboli attraverso i dati del satellite MSG-SEVIRI. Su richiesta può essere attivato su tutti i vulcani esplosivi ricadenti nell'emisfero acquisto da SEVIRI. L'attività coinvolge il personale TI e TD del laboratorio di Telerilevamento di Roma. Per i successivi due anni sarà necessario l'adeguamento del sistema di acquisizione alle nuove missioni che permetteranno migliori risoluzioni spaziale e temporali.

**Analisi termica superficiale attraverso tecniche di remote sensing mediante sensori a media risoluzione**

Generazione di mappe di temperatura superficiale mediante dati ottici di sensori satellitari a diverse risoluzioni spaziali e temporali per lo studio dell'evoluzione di anomalie termiche in aree vulcaniche nazionali ed internazionali. Le stesse tecniche di analisi forniscono risultati anche per aree geo-termicamente attive nazionali ed internazionali e di dimensioni confrontabili con la risoluzione spaziale dei sensori utilizzati. L'attività coinvolge il personale TI e TD del laboratorio di Telerilevamento di Roma. Per i successivi due anni sarà necessario l'aggiornamento degli algoritmi alle nuove missioni spaziali. Prodotti: partecipazione a tavoli tecnici, presentazioni a congressi e workshop, mappe tematiche.

**c. Infrastrutture di ricerca**

Viene descritta qui la strutturazione del ONT in unità funzionali che sono pensate per la gestione delle infrastrutture di ricerca così come per il mantenimento dei servizi e la promozione della ricerca.

**UF - RSTG (Reti Sismiche e Tecnologie Geofisiche)** - La UF svolge la manutenzione ordinaria/straordinaria e lo sviluppo delle reti sismiche gestite dal CNT (rete sismica nazionale velocimetrica, accelerometrica e rete EuroMediterranea MedNet, reti locali) a fini di monitoraggio e sorveglianza sismica e di allerta Tsunami e a fini di ricerca. L'attività include l'aggiornamento, il miglioramento e l'ottimizzazione delle stazioni e delle reti sismiche ONT, sia dal punto di vista tecnologico (sistemi di acquisizione e di trasmissione dati, sistemi di alimentazione e di protezione da sovratensioni, standardizzazione delle tecniche e dei materiali impiegati nelle installazioni), sia da quello sismologico (qualità dei dati, topologia e prestazioni della rete). Le attività comprendono la gestione, la manutenzione e l'aggiornamento dei sistemi di acquisizione e di trasmissione dati, remoti e centrali, di tipo commerciale. Essa include la produzione, fornitura, gestione, aggiornamento di sistemi di acquisizione dati realizzati in ambito CNT e relative attività di assistenza e supporto. Parti integranti della UF sono i laboratori di ricerca e sviluppo, produzione GAIA, assistenza tecnica e manutenzione, CAD-CAM e MEMS. Tali laboratori concentrano la loro attività primaria su questioni inerenti la Rete Sismica Nazionale attraverso lo sviluppo e la produzione di strumentazione (GAIA, sensori miniaturizzati accelerometrici, schede di telecontrollo, sistemi di alimentazione, ecc.) e software "ad hoc" per sistemi di acquisizione e trasmissione di dati sismici. Inoltre garantiscono, alla medesima rete, la manutenzione ed il suo ampliamento tramite l'installazione di nuovi siti.

**UF - Sala Sismica e servizi Informatici** - La presente UF si occupa dello sviluppo, della manutenzione e del buon funzionamento delle procedure informatiche inerenti alle attività di sorveglianza sismica e di allerta tsunami. In particolare si occupa delle procedure informatiche necessarie alla acquisizione dei dati sismici in tempo reale, della preservazione e della cura dei dati archiviati e dei prodotti ad essi collegati. Si occupa dei sistemi di calcolo atti a localizzare gli eventi sismici a scala nazionale e globale e delle procedure automatiche di comunicazione verso il Dipartimento della Protezione Civile degli eventi sismici. Sviluppa e gestisce le procedure per la disseminazione dei dati archiviati secondo protocolli standard. Sviluppa le procedure dedicate alla sorveglianza dei maremoti nel Mediterraneo e l'invio dei messaggi di allerta nell'ambito del Centro Allerta Tsunami.

**UF - Rete Sismica Mobile** - La presente UF garantisce l'acquisizione, l'archiviazione e l'analisi di dati sismici provenienti da reti temporanee. La UF si occupa della gestione, del funzionamento e della manutenzione del parco strumentale in dotazione presso la rete sismica mobile dell'ONT - sede di Roma, ivi compresa la destinazione d'uso degli strumenti in esperimenti. La UF si occupa di garantire gli interventi in occasione di crisi sismiche e, se richiesto, vulcaniche, seguendo i protocolli codificati nell'ambito della gestione delle emergenze e strettamente in collaborazione con il personale INGV afferente al servizio di reperibilità della Rete Sismica Mobile (come da mansionario) e come indicato nel Protocollo del Gruppo Operativo SISMICO. La UF si occupa dell'analisi del dataset acquisto dalla rete sismica temporanea installata in emergenza ad integrazione della rete permanente nell'ambito delle attività codificate nel protocollo del Gruppo Operativo SISMICO.

**UF - Analisi dati per la sorveglianza e il monitoraggio** - La presente UF raggruppa le competenze sull'analisi dei dati sismologici. In collaborazione con le altre UF del CNT ed in concerto con le linee di attività del Dipartimento Terremoti, la UF anche attraverso la creazione di gruppi di lavoro dedicati, gestisce e sviluppa le analisi dei dati sismici e i prodotti per la sorveglianza. La UF è il centro di analisi dei dati del bollettino sismico: verifica la qualità dei dati, i risultati ottenuti nelle procedure di analisi dei dati sismici della sala, delle attività di monitoraggio, contribuendo così alla ottimale gestione delle infrastrutture dell'INGV. Identifica metodi di analisi dei dati sismici e geodetici (SAR) da implementare per il miglioramento delle attività di servizio di sorveglianza sismica e di allerta tsunami e fornisce prodotti sismologici e geodetici (SAR) per la sorveglianza

**UF - Osservatorio multidisciplinare ad alta risoluzione di Ancona** - l'Osservatorio gestisce e sviluppa l'infrastruttura "Near Fault Observatory TABOO" (strumenti di campagna, trasmissione dati, prima acquisizione). Inoltre, l'osservatorio risponde alle esigenze della convenzione con la Regione Marche, in termini di monitoraggio sismico regionale fornendo supporto alla gestione dell'informazione e nella valutazione della popolazione esposta, in caso di eventi significativi. L'osservatorio collabora alla gestione del monitoraggio sismico nazionale: gestione diretta delle stazioni in Italia Centro-Orientale (circa 100), supporto anche in altre aree in caso di necessità e nel

controllo di qualità dei segnali. Collabora alle attività di pronto intervento sismico in caso di eventi significativi, anche con l'installazione di stazioni della sede di Ancona.

**UF - Osservatorio geodetico e sismico di Grottaminarda** - L'Unità Funzionale (UF) raccoglie in un unico Osservatorio le competenze riguardanti lo sviluppo, la gestione e la manutenzione della Rete Integrata Nazionale GPS (RING). L'attività comprende l'installazione di nuove stazioni tramite la realizzazione dei monumenti GPS, la messa in opera dei sistemi di alimentazione, di acquisizione e trasmissione dei dati. La UF cura la manutenzione ordinaria e straordinaria della RING. L'UF cura, inoltre, la manutenzione della Rete Sismica Nazionale (RSN) nel sud-Italia peninsulare e delle relative infrastrutture di acquisizione dati attestate presso la sede Irapina. Partecipa alla gestione della RSN per quanto riguarda l'installazione di stazioni sismiche e gli interventi di ripristino a seguito di guasti della strumentazione nelle regioni di sua competenza. L'UF si occupa dell'acquisizione, archiviazione e distribuzione dei dati e metadati dalla RING e della banca dati delle reti GPS in convenzione con l'INGV.

**UF - Laboratorio di Geodesia** - Compito principale della UF è di generare ed interpretare prodotti geodetici dai dati provenienti da reti GNSS attive sul territorio italiano, e più in generale dell'area Euro-Mediterranea, per scopi di ricerca e per finalità di Protezione Civile. La UF attua le indicazioni provenienti dal "Board geodetico" per le attività riguardanti lo sviluppo e la manutenzione delle reti geodetiche permanenti e discrete, sostiene i centri di analisi dati GPS dell'ONT e relative infrastrutture di calcolo, che garantiscono prodotti geodetici di diverso livello (serie storiche di coordinate, mappe di velocità, mappe di deformazione, ecc...); collabora con le altre Sezioni INGV per le attività di monitoraggio e ricerca geodetica in zone sismiche e vulcaniche; coordina le attività inerenti le reti geodetiche discrete per garantire adeguata ripetibilità delle misure sia nel periodo intersismico ma soprattutto in occasione di crisi sismiche e/o vulcaniche nella gestione delle emergenze; effettua rilievi e analisi di dati topografici (altimetrici, batimetrici, mareografici e aerofotogrammetrici, anche con droni) nell'ambito di progetti specifici finanziati da INGV e dall'esterno, per finalità che si inquadrano in ambito di ricerca e di Protezione Civile. Effettua test su strumentazione in uso e di nuova generazione, proponendo nuove soluzioni per il monitoraggio e la ricerca.

**UF - Telerilevamento** - La UF raggruppa le competenze inerenti l'acquisizione, l'analisi, l'elaborazione ed interpretazione dati satellitari (SAR e Ottici); ne massimizza fruibilità ed utilizzo sia per scopi di ricerca che per servizi di sorveglianza sismica e vulcanica. La UF partecipa alle attività di realizzazione di prodotti SAR e alla loro interpretazione in chiave sismotettonica e geologica per la sorveglianza sismica, i rapporti per DPC e Commissione Grandi Rischi. Tramite la partecipazione a Gruppi di Lavoro, collabora con le altre UF del CNT, con le Linee di Attività delle Strutture Terremoti, Vulcani e Ambiente, e contribuisce allo sviluppo di prodotti basati su dati telerilevati a supporto della ricerca e della sorveglianza, per applicazioni in ambito sismologico, vulcanologico e ambientale. La UF gestisce l'infrastruttura di acquisizione (real time) e storage dati satellitari, ne persegue lo sviluppo in relazione alle nuove missioni spaziali (SAR e Ottiche) e alle iniziative e/o progetti internazionali. Si occupa della pubblicazione (verso il CNT tramite il sito di Sezione, verso l'INGV tramite il sito di Ente e verso l'esterno) dei prodotti sviluppati.

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
	Università Roma Tre attività legate al laboratorio ArcGIS, BSG (British Geological Service) Università di Napoli Parthenope, Università di Palermo, Dip.to Scienze della Terra e del Mare Università di Bari Università di Messina Università di Cassino

e.	Altre attività

f.	Elenco progetti attivi finanziati da enti esterni
<b>PROGETTO</b>	<b>Elenco progetti attivi finanziati da enti esterni</b>
Conv. INGV-DPC B2 2018	DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE
INGV - PROCIV Conv A	DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE
EPOS - MIUR	MIUR
FISR 2017 -	MIUR
MEMS SIR-MIUR	MIUR
DARE	Comunità Europea
EOSC-hub - CNT	Comunità Europea
EVER-EST	Comunità Europea
SAVEMEDCOASTS	Comunità Europea
SERA	Comunità Europea
GEP -	Terradue Srl
ASBESTOP -	CNR
CIFALPS 2 -	INSTITUTE OF GEOLOGY AND GEOPHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES
Convenzione INGV - Regione Puglia -	REGIONE PUGLIA
Enel Green Power S.p.a.	Spese per Progetti/Convenzioni - Materiale inventariabile
PNRA A14_00120- OSSERVATORI CONCORDIA	CNR-DTA Dipart. terra e Amb. del Cons. Naz. delle Ricerche
PNRA A14_00120_LINEA 1 - OSSERVATORI MZS	CNR-DTA Dipart. terra e Amb. del Cons. Naz. delle Ricerche
ARISTOTLE	Comunità Europea

g.	Elenco progetti attivi finanziati da INGV
FISR 2016	MIUR/INGV

<b>h. Personale Impiegato n. di persone</b>				
Tipo di personale	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno "n"
Personale	148 (37 a T.d.)	143 (26 a T.d.)		

<b>i. Fonti di finanziamento</b>	
<p>Per il 2018 il finanziamento alla Sezione è stato costituito per circa 440 k€ da fondi FOE, da circa 514 k€ da fondi DPC All. A. A questo finanziamento vanno aggiunti i fondi dei progetti e delle convenzioni, finanziati da MIUR, Commissione Europea, Enti locali (Regioni, Comuni, ...).</p>	

<b>Attività di Ricerca</b>	
----------------------------	--

<b>Sezione</b>	<b>MILANO</b>
----------------	---------------

<b>Direttore</b>	<b>Paolo Augliera</b>
------------------	-----------------------

<b>Periodo</b>	<b>Anno 2018</b>
----------------	------------------

<b>a.</b>	<b>Finalità e Obiettivi</b>
-----------	-----------------------------

Le attività svolte presso la Sezione di Milano sono riferite al Dipartimento "Terremoti".

<b>b.</b>	<b>Attività di ricerca</b>
-----------	----------------------------

L'attività della Sezione è fondamentalmente rivolta a molteplici aspetti di ricerca di base e applicata.

In particolare si seguono tematiche rivolte allo studio della struttura e dinamica dell'interno della Terra, con riferimento a:

1. analisi e simulazione della struttura interna della Terra;
2. analisi di dati strumentali di sismicità per la determinazione di vari parametri, per la modellazione di sorgenti e per la valutazione di effetti locali;
3. metodologie innovative e applicazioni di valutazione di pericolosità su aree vaste;
4. applicazioni di valutazione di rischio sismico;
5. determinazione della completezza dei dati storici e delle sorgenti di terremoti forti a partire sia da dati storici che recenti.

Per quanto riguarda gli aspetti dedicati alla ricerca applicata, i ricercatori, tecnologi e tecnici della Sezione di Milano forniscono contributi che possono essere ricondotti a due principali filoni di ricerca/attività.

Il primo gruppo comprende le tematiche della pericolosità sismica, della sismologia storica e della compilazione e gestione dei relativi database.

Il secondo gruppo comprende le tematiche dello studio degli effetti di sito, delle banche dati strong motion e del monitoraggio sismologico, sia attraverso stazioni accelerometriche che velocimetriche.

In relazione alle attività legate alla convenzione INGV-DPC, occorre senza dubbio menzionare la massiccia partecipazione a quanto previsto in ambito All. A della Convenzione (con molte unità di personale che contribuiscono nel settore Terremoti ai temi legati a Monitoraggio, Banche Dati e Emergenza) e la collaborazione con il CPS (Centro Pericolosità Sismica). Molto impegno viene inoltre rivolto ai progetti definiti in All. B2.

Il personale della Sezione partecipa alle attività di emergenza sismica.

La strumentazione sismologica della Sezione consente di essere pienamente coinvolti nelle attività dei gruppi operativi INGV di emergenza sismica che ne fanno uso. Nella specifico si tratta delle attività effettuate in SISMICO, EMERSITO e nelle indagini legate alle attività di microzonazione sismica.

L'esperienza del personale della Sezione consente di fornire contributi anche nell'informazione e comunicazione legata all'emergenza sismica e nel rilievo macrosismico (gruppo operativo QUEST).

Per quanto concerne in particolare il tema della caratterizzazione sismica dei sistemi naturali, il personale della Sezione è capofila per il progetto legato alla Struttura Preposta al Monitoraggio (SPM) per il sito di Minerbio stoccaggio e partecipa al Comitato Operativo del Gruppo di Lavoro istituito dal MISE e dalla Regione Emilia Romagna.

<b>c.</b>	<b>Infrastrutture di ricerca</b>
<p>Le attività principali della sezione di Milano si articolano attorno alle seguenti infrastrutture, con particolare riferimento alla raccolta e disseminazione dei dati e allo sviluppo dei sistemi di osservazione:</p> <p>a) Database delle registrazioni accelerometriche italiane ed europee.  b) Database macrosismico italiano ed europeo.  c) Stazioni accelerometriche.  d) Strumentazione sismometrica mobile (strong motion e velocimetri) per interventi di emergenza.  e) Strumentazione sismometrica mobile per studio effetti di sito (e altri esperimenti).  f) Infrastruttura informatica per la gestione della connettività di Sezione e disseminazione dei dati.</p> <p>In particolare si segnalano attività inerenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sviluppo e gestione di Banche Dati di interesse nazionale ed europeo, con particolare riferimento alla raccolta e disseminazione di dati: <ul style="list-style-type: none"> <li>i) di sismologia strumentale (in particolare per quanto riguarda i dati accelerometrici italiani, banche dati ITACA e ISMD);</li> <li>ii) storico-macrosismici (banche dati DBM15 e CPT15);</li> <li>iii) pericolosità sismica.</li> </ul> </li> <li>○ Sviluppo dei sistemi di osservazione, con riferimento a: <ul style="list-style-type: none"> <li>i) gestione delle stazioni della Rete Accelerometrica in Italia Settentrionale e messa a punto di una rete sismica di pronto intervento (composta da stazioni sia velocimetriche che accelerometriche);</li> <li>ii) gestione di stazioni e analisi dati relativi alla sperimentazione degli aspetti tecnici degli Indirizzi e Linee Guida nell'ambito di attività antropiche;</li> <li>iii) implementazione del sistema di acquisizione di dati storici e macrosismici.</li> </ul> </li> </ul>	
<b>d.</b>	<b>Attività delle unità funzionali</b>
<p><b>UF 1 - Servizi Tecnici e informatici</b>  UF1 si occupa della gestione e del funzionamento dell'infrastruttura della Sezione. In particolare provvede alla gestione, manutenzione e aggiornamento dei sistemi di calcolo, networking, storage e web; alla manutenzione dei locali e impianti della Sezione; al supporto per il Servizio Amministrativo nella gestione delle pratiche telematiche e degli archivi elettronici. Afferisce alla UF1 il personale della Sezione inquadrato nei livelli IV-VII.</p> <p><b>UF 2 - Monitoraggio Geofisico</b>  UF2 si occupa della installazione, controllo del funzionamento e manutenzione delle stazioni sismiche della Infrastruttura Reti e Monitoraggio, in coordinamento con l'Osservatorio Nazionale Terremoti (ONT). Gestisce il sistema di acquisizione dei dati sismici strumentali ed è responsabile della dotazione strumentale della Sezione e del suo utilizzo durante le emergenze sismiche. Afferisce alla UF2 il personale della Sezione coinvolto nel servizio di reperibilità sismica.</p> <p>Nel corso dell'anno si prevede di arrivare alla definizione di nuove UF, o eventuali variazioni alle stesse con conseguente riorganizzazione interna della Sezione, in attuazione dei nuovi regolamenti dell'Istituto.</p>	
<b>e.</b>	<b>Altre attività</b>
<p>Vengono sostenuti gli interventi nel settore della formazione e informazione, con particolare riferimento alle attività legate alla Convenzione A con la Protezione Civile e le attività di Io Non Rischio, oltre ai progetti legati a INGVTerremoti e agli altri canali social dell'Istituto.</p> <p>Il personale della Sezione riceve numerosi inviti per interventi/seminari per scuole (di vario ordine e grado) e richieste di partecipazione a corsi di formazione, seminari di aggiornamento da vari ordini professionali.</p>	

<b>f.</b>	<b>Collaborazione con Università</b>
-----------	--------------------------------------

Nel 2018 continuano le collaborazioni scientifiche e gli stages per tirocini e tesi di laurea, grazie agli accordi con le Università milanesi (Bicocca e Statale), con il Politecnico di Milano e con le Università di Genova, Torino e Napoli.

<b>g.</b>	<b>Elenco progetti attivi</b>
-----------	-------------------------------

Capofila Sezione Milano

- Sperimentazione ILG Minerbio
- Reluis 2018
- Progetto EDF

Collaborazioni

- EPOS-MIUR
- SERA
- FISR 2016
- FISR 2017
- Premiale 2015 – ART-IT

<b>h.</b>	<b>Personale Impiegato n. di persone</b>
-----------	--

Tipo di personale		Anno 2018	2019	2020	
	PERSONALE				
	Ricercatori – Tecnologi	14	16	18	
	Ricercatori a T.D.	1	1	1	
	Tecnologi a T.D.	3	3	3	
	Servizi Tecnici e Informatici	1 CTER IV + 1 CTER VI T.D. (che supporta l'amministrazione)	2	3	
	Servizi Amministrativi	1	2	2	
	Assegnisti	4	4	4	

#### **Fabbisogno Personale**

La Sezione di Milano è composta in totale da 16 unità di personale a tempo indeterminato, un numero assolutamente insufficiente che non garantisce la sostenibilità della attività da svolgere nel prossimo triennio.

La dotazione attuale risulta estremamente ridotta, specialmente nel comparto IV-VII livello con solo 2 unità di personale in ruolo. Il fabbisogno di personale, per il triennio in oggetto, riguarderebbe almeno: 3 CTER VI e 4 Tecnologi III livello.

Di seguito sono elencate le necessità funzionali, con una sintesi delle attribuzioni delle mansioni, per il personale a tempo indeterminato che sarebbe necessario per il potenziamento della Sezione e un più efficace svolgimento delle attività.

#### **Funzioni amministrativo/gestionali della Sezione**

- CTER VI liv.

Attualmente in Sezione è assunta, con contratto a tempo indeterminato, solo 1 unità di personale con funzioni amministrative. Viste le varie funzioni di carattere amministrativo, infrastrutturale e di servizi generali necessarie per la Sezione è assolutamente indispensabile che vi sia almeno un altro dipendente inquadrato a t.i.

#### **Infrastruttura Informatica e Telematica di Sezione**

- CTER VI liv.

Anche in questo settore è presente una sola unità di personale. La figura professionale richiesta dovrebbe contribuire: alla gestione degli apparati di connettività e ai servizi di DNS; alla gestione mail-server, compresa la creazione e manutenzione degli utenti e dei filtri antivirus; alla gestione licenze software dei programmi in uso e relativo inventario; alla gestione dei sistemi Windows, Mac, Linux sui client di Sezione; alla gestione delle periferiche, delle stampanti e dei materiali informatici di consumo; ai backup centralizzati di pc e server; alle procedure di acquisto del materiale informatico.

#### **Servizi e ricerca per la società**

- Tecnologo III liv.

Gestione attività (analisi dati e bollettini sismici, verifica monitoraggi sismicità, localizzazione dei siti candidati per nuove stazioni, analisi di detezione, analisi di tomografia sismica, etc.) nell'ambito delle operazioni previste per l'Istituto in veste di Struttura Preposta al Monitoraggio (SPM).

#### **Attività di sismologia strumentale della Sezione**

- Tecnologo III liv.

Gestione delle stazioni accelerometriche acquisite direttamente presso il centro di acquisizione dati di Milano. Installazione e sviluppo delle stazioni accelerometriche e velocimetriche in Italia Settentrionale. Progettazione misure per caratterizzazione siti stazioni sismiche (sia singola stazione che array) e esperimenti con reti temporanee. Sviluppo e gestione delle banche dati sismiche strumentali. Predisposizione strumentazione per partecipazione agli interventi dei gruppi di emergenza.

- CTER VI liv.

Manutenzione delle stazioni accelerometriche acquisite direttamente presso il centro di acquisizione dati di Milano. Manutenzione ordinaria e collaborazione all'installazione e allo sviluppo delle stazioni accelerometriche e velocimetriche in Italia Settentrionale. Collaborazione alla gestione delle banche dati sismiche strumentali. Verifica strumentazione per partecipazione agli interventi dei gruppi di emergenza.

#### **Attività di gestione e sviluppo di banche dati della Sezione**

- Tecnologo III liv.

Gestione e manutenzione delle banche dati strumentali di interesse per la protezione civile. Popolamento, processing e servizi web per la distribuzione dei contenuti delle banche dati accelerometriche. Sviluppo di software per l'analisi di dati accelerometrici.

- Tecnologo III liv.

Gestione, sviluppo e manutenzione di banche dati storico macrosismiche e di cataloghi parametrici in area italiana e europea. Raccolta, analisi critica e processing di dati storico macrosismici per la realizzazione e il popolamento delle relative banche dati.

<b>i.</b>	<b>Fonti di finanziamento</b>
-----------	-------------------------------

Alla sezione viene affidato un budget di fondi istituzionali dall'Amministrazione Centrale, allocati nei diversi capitoli. Si allega il finanziamento preventivato relativo al 2018.

Per i fondi di progetto è previsto il versamento di una quota di overhead, che viene calcolata sulle entrate, a favore dell'Amministrazione Centrale.

2018 - Sezione Milano			
C.Capi	C.OBFU	Descrizione	Stanziato
<b>Finanziamento INGV-PROCIV Allegato A</b>			
1.03.02.02.002.01	0304.010	Spese per Progetti/Convenzioni - Indennità di missione e di trasferta	6.300,00
1.03.02.99.999.01	0304.010	Spese per Progetti/Convenzioni - Altre spese	30.870,00
<b>Finanziamento Istituzionale</b>			
1.02.01.99.999.	9999.999	Imposte, tasse e proventi assimilati a carico dell'ente n.a.c.	200,00
1.03.01.01.002.	9999.999	Pubblicazioni	5.050,00
1.03.01.02.001.	9999.999	Carta, cancelleria e stampati	1.070,00
1.03.01.02.008.	9999.999	Strumenti tecnico-specialistici non sanitari	1.594,00
1.03.02.02.002.02	9999.999	Indennità di missione e di trasferta	18.700,00
1.03.02.02.005.	9999.999	Organizzazione manifestazioni e convegni	0,00
1.03.02.02.999.	9999.999	Altre spese di rappresentanza, relazioni pubbliche, convegni e mostre, pubblicità n.a.c	0,00
1.03.02.07.002.	9999.999	Noleggi di mezzi di trasporto	0,00
1.03.02.07.004.	9999.999	Noleggi di hardware	8.040,00
1.03.02.07.006.	9999.999	Licenze d'uso per software	5.150,00
1.03.02.07.999.01	9999.999	Allestimento e manutenzione di osservatori e siti delle reti	5.000,00
1.03.02.09.001	9999.999	Manutenzione ordinaria e riparazioni di mezzi di trasporto ad uso civile, di sicurezza e ordine pubblico	440,00
1.03.02.09.004.	9999.999	Manutenzione ordinaria e riparazioni di impianti e macchinari	14.100,00
1.03.02.10.001.	9999.999	Incarichi libero professionali di studi, ricerca e consulenza	2.750,00
1.03.02.13.004.	9999.999	Stampa e rilegatura	0,00
1.03.02.16.002.	9999.999	Spese postali	1.100,00
1.03.02.17.001.	9999.999	Commissioni per servizi finanziari	36,00
2.02.01.99.001.	9999.999	Materiale bibliografico	2.800,00
2.02.01.99.999.02	9999.999	Acquisti di impianti, attrezzature e macchinari	23.040,00
<b>TOTALE</b>			<b>126.240,00</b>

<b>Attività di Ricerca</b>	
----------------------------	--

<b>Sezione</b>	<b>Catania – Osservatorio Etneo</b>
----------------	-------------------------------------

<b>Direttore</b>	<b>Eugenio Privitera</b>
------------------	--------------------------

<b>Periodo</b>	<b>Anno 2018</b>
----------------	------------------

<b>a.</b>	<b>Finalità e Obiettivi</b>
-----------	-----------------------------

La *mission* dell'Osservatorio Etneo comprende le attività nel campo del monitoraggio e della sorveglianza dei vulcani siciliani (Etna, Stromboli, Vulcano e Pantelleria), nonché delle aree tettoniche limitrofe, e le attività di ricerca internazionale nell'ambito delle tematiche condotte dai Dipartimenti Vulcani, Terremoti e Ambiente. Inoltre, sviluppa e mantiene importanti infrastrutture dedicate al monitoraggio e al supporto alla ricerca e, nell'ambito della terza missione, compie una intensa attività nel campo della formazione e della divulgazione.

Tra i compiti istituzionali attribuiti alla Sezione, ricade quanto definito dall'accordo quadro tra DPC e INGV relativamente alla sorveglianza e alla maggior parte delle attività di monitoraggio che riguardano i vulcani siciliani.

Le attività di sorveglianza, monitoraggio e ricerca vengono svolte all'interno delle 6 Unità Funzionali (UF) che sono state costituite con decreto n. 70 del 7 luglio 2017 ed organizzate con OdS del 26 marzo 2018.

- UF Vulcanologia e geochimica - *Responsabile Stefano Branca.*
- UF Sismologia - *Responsabile Salvatore Alparone.*
- UF Deformazioni e Geofisica - *Responsabile Alessandro Bonaccorso.*
- UF Pericolosità Vulcanica - *Responsabile Ciro Del Negro.*
- UF Sala Operativa e servizi IT - *Responsabile Placido Montalto.*
- UF Servizi Tecnici - *Responsabile, ad interim, il Direttore.*

Le attività della Sezione si svolgono essenzialmente nella sede di Catania in Piazza Roma, ma risultano strategiche per lo svolgimento delle proprie attività anche il Centro unificato acquisizione dati (CUAD, Catania), le sedi di Nicolosi e Lipari, l'osservatorio di Pizzi Deneri (Etna, 2820 m s.l.m) e il centro divulgativo di Stromboli.

<b>b.</b>	<b>Attività di ricerca</b>
-----------	----------------------------

Buona parte delle attività di ricerca della Sezione saranno svolte nell'ambito dei progetti attivi, nonché della Convenzione DPC-INGV Allegato B2, Obiettivo 4- Centro di Pericolosità Vulcanica, o di progetti esterni alla Sezione, non escludendo anche attività di libera ricerca.

Inoltre, con decreto n.71 del 13 luglio 2017, presso la Sezione di Catania sono stati costituiti 6 gruppi di ricerca che operano sugli obiettivi e i programmi delle Linee d'Attività (LdA) dei Dipartimenti Vulcani, Terremoti e Ambiente:

- LdA *Terremoti Ricerca* - Referente Raffaele Azzaro.
- LdA *Terremoti Servizi e ricerca per la società* - Referente Salvatore D'Amico.
- LdA *Vulcani Ricerca* - Referente Marco Neri.
- LdA *Vulcani Servizi e ricerca per la società* - Referente Alessandro Bonforte.
- LdA *Ambiente Ricerca* - Referente Salvatore Giammanco.
- LdA *Infrastrutture e Sviluppo tecnologico* - Referente Salvatore Gambino.

Tra le principali attività di ricerca condotte dalla Sezione, si ricordano:

- Studi sulle sorgenti sismiche e infrasoniche in aree vulcaniche.
- Analisi tomografiche modelli di velocità 3D.
- Studi sulle sorgenti sismiche in aree tettoniche.
- Geodinamica ed evoluzione dei campi di Stress e Strain.
- Indagini e ricerche multidisciplinari nel campo della vulcanologia e della sismologia.
- Ricerche sulle emissioni termiche dei vulcani.
- Ricerche geologiche, petrografiche e strutturali in aree vulcaniche.
- Ricerche sul processo di degassamento in aree vulcaniche.
- Studio della composizione chimica e dei flussi delle specie gassose nel plume vulcanico, nei campi fumarolici e dai suoli.
- Ricerche sulle sorgenti di deformazione in ambiente tettonico e vulcanico.
- Ricerche sull'evoluzione del campo Gravimetrico.
- Ricerche sull'evoluzione del campo Magnetico.
- Sviluppo di tecniche per il Telerilevamento.
- Indagini su aree tettoniche e vulcaniche mediante tecniche satellitari.
- Sviluppo di metodi di monitoraggio e analisi dei dati.
- Ricerche sulla Pericolosità Vulcanica.

### **c. Infrastrutture di ricerca**

La Sezione di Catania gestisce mediante le Unità Funzionali importanti infrastrutture di ricerca che sono di seguito elencate:

#### **UFVG**

Reti:

- FLAME.
- UVCamera.
- CERBERUS.
- Gas nei suoli.
- Telecamere (visibile e termico).
- RADAR.
- Disdometri.

Laboratori:

- geochimica dei fluidi;
- cartografia (gestisce flotta droni);
- fluorescenza ai Raggi X (XRF);
- microscopia elettronica e microanalisi (SEM-EDS);
- spettrometria di massa Plasma (ICP-MS);
- preparazione campioni in polvere;
- preparazione dei campioni in perle;
- laboratorio di chimica;
- microscopia ottica;
- sedimentologia;
- petroteca.

#### **UFS**

Reti:

- Sismica.
- Accelerometrica.
- Infrasonica.
- Mobile multi-parametrica.

**UFDG**

## Reti:

- GPS.
- Clinometrica.
- Estensimetrica.
- Dilatometrica.
- Gravimetrica.
- Magnetica.

## Laboratori

- Telerilevamento.

**UFSO**

- Sala Operativa.
- CED.
- Banche dati.

**d. Eventuali collaborazioni con le Università**

La sezione ha collaborazione con Atenei nazionali e esteri.  
Collabora con 6 incaricati di ricerca.

**e. Elenco progetti attivi finanziati da enti esterni**

1. ARISTOTLE
2. EUROVOLC
3. Newton-G
4. Centro di Pericolosità Vulcanica (Allegato B2 alla convenzione INGV-DPC)
5. FISR - SOIR
6. Ash-resilience
7. MATER
8. SEW
9. DGS-UNMIG
10. Convenzione ACOSSET
11. Eunadics
12. Earthcruisers
13. ATHOS
14. ICEVOLC

**f. Personale Impiegato n. di persone**

Tipo di personale		Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020	Anno "n"
	Ricercatori/Tecnologi	65			
	CTER	26			
	OPTEC	3			
	CAM	6			
	Assegnisti	6			
	Funzionario	1			

<b>g.</b>	<b>Fonti di finanziamento</b>
-----------	-------------------------------

Alla sezione viene affidato un budget di fonti istituzionali dall'Amministrazione Centrale allocati nei diversi capitoli di spesa. Si allega la richiesta di finanziamento 2018.

Per i fondi di progetto è previsto il versamento di una quota di overhead, che viene calcolata sulle entrate, a favore dell'Amministrazione Centrale.

<b>h.</b>	<b>Analisi del fabbisogno finanziario</b>
-----------	---

Sono riportate le attività che l'Osservatorio Etneo intende condurre nel corso del 2018 e le relative richieste economiche. Bisogna evidenziare che da 4 anni i finanziamenti ricevuti sono stati del tutto insufficienti per gestione delle reti e dei laboratori con la ovvia conseguenza del deperimento dell'integrità delle reti, impossibilità di effettuare il ripristino di stazioni in qualunque modo danneggiate, svuotamento pressoché completo dei magazzini ricambi e l'impossibilità di fare un pur minimo adeguamento tecnologico.

Pertanto, le richieste economiche formulate tengono in considerazione solo il mantenimento della strumentazione attualmente funzionante.



Attività di Ricerca	
Sezione	NAPOLI

Direttore	Francesca Bianco
-----------	------------------

Periodo	Anno 2018
---------	-----------

<b>a.</b>	<b>Attività di monitoraggio e sorveglianza</b>
-----------	--

La Sezione di Napoli OV realizza il monitoraggio e la sorveglianza del distretto vulcanico napoletano (Vesuvio, Campi Flegrei e Ischia) nonché il monitoraggio sismico di Stromboli. In relazione a tali attività, si proseguirà nelle azioni di razionalizzazione ed ottimizzazione, già iniziate lo scorso anno, sia nell'utilizzo delle risorse umane che del patrimonio strumentale. Il ridimensionamento, effettuato lo scorso anno, della Rete Sismica di Stromboli andrà ottimizzato alla luce delle risorse economiche a disposizione, e del personale dedicato, il cui numero, sensibilmente calato negli ultimi anni, si ridimensionerà ulteriormente nel corso del 2018 a causa di numerosi pensionamenti. Occorre comunque ricordare, ancora una volta, che tutte le attività istituzionali, ed in particolare quelle di monitoraggio, soffrono della critica contrazione del numero di persone coinvolte conseguente a pensionamenti, trasferimenti in altre Sezioni, promozioni nel Comparto Università. La più drammatica delle situazioni di sofferenza riguarda sicuramente l'ambito disciplinare della Geochimica dei Fluidi, ancora drasticamente sottodimensionata rispetto alle strategiche esigenze di monitoraggio, in particolare per l'area dei Campi Flegrei attualmente a livello di allerta "Attenzione". Tuttavia anche il monitoraggio sismologico comincia a soffrire la mancanza di personale tecnico dedicato alle verifiche strumentali sui siti della Reti e alle nuove installazioni.

Le attività di sorveglianza della sezione, nel corso del 2018, saranno realizzate attraverso i Turni di Sorveglianza H24 ed i Turni di Reperibilità. I turni di sorveglianza saranno effettuati da 52 unità di personale (sia ricercatori/tecnologi che tecnici) che, a coppie, si alterneranno in tre turni nelle 24 ore.

A tale organizzazione è affiancata quella della Reperibilità, che impegna 36 unità di personale suddiviso nelle seguenti figure:

Sismologo	(7 unità di personale)
Vulcanologo	(8 unità di personale)
Analista Sistemista Informatica	(7 unità di personale)
Assistente Tecnico	(8 unità di personale)
Sostituto Turnista	(6 unità di personale)

I reperibili effettuano turni settimanali e sono attivati, in caso di necessità, dai Turnisti che operano in Sala di Monitoraggio. Le linee guida per le attività di Turnisti e Reperibili, recentemente emanate, contengono elementi utili a sviluppare ulteriormente la collaborazione e la sinergia tra le altre sale operative dell'Istituto. Obiettivi questi che saranno perseguiti nel corso del 2018.

<b>b.</b>	<b>Attività di ricerca</b>
-----------	----------------------------

Buona parte delle attività di Ricerca della Sezione per l'anno 2018 saranno svolte nell'ambito dei progetti attivi riportati nell'Allegato 1, nonché della Convenzione DPC-INGV Allegato B2, Obiettivo 4 - Centro di Pericolosità Vulcanica, o di progetti esterni alla Sezione, non escludendo anche attività di libera ricerca.

La rete di Ricerca della Sezione è attualmente organizzata nei seguenti Gruppi di Ricerca

**Dipartimento Ambiente**

- GdR per la Linea di Attività: Ambiente Ricerca.

**Dipartimento Terremoti**

- GdR per Linea di Attività: Terremoti Ricerca.

**Dipartimento Vulcani**

- GdR per Linea di Attività: Vulcani Ricerca.
- GdR per Linea di Attività: Vulcani Servizi e Ricerca per la Società.

**Dipartimento Ambiente, Terremoti, Vulcani**

- GdR per Linea di Attività: Infrastrutture e Sviluppo Tecnologico (trasversale ai 3 Dipartimenti).

**c. Infrastrutture di ricerca**

La sezione di Napoli è organizzata nelle seguenti 4 Unità Funzionali:

- UF Sala di Monitoraggio e Information Technology (UF1)
- UF Monitoraggio Geofisico (UF2)
- UF Monitoraggio Geochimico (UF3)
- UF Monitoraggio Vulcanologico (UF4)

Le UF gestiscono le infrastrutture operative della Sezione (Reti di monitoraggio geofisico e geochimico, sala di monitoraggio, laboratori chimici, vulcanologici e petrolologici).

L'attuale strutturazione rispecchia quanto richiesto nel Regolamento di Organizzazione e Funzionamento vigente fino al primo semestre 2018. Con l'entrata in vigore del nuovo ROF, che contiene una definizione differente delle Unità Funzionali, si dovrà procedere al mutamento dell'assetto organizzativo della Sezione, in particolare coinvolgendo non solo la componente tecnologico-tecnica, ma anche quella di Ricerca per realizzare quel circolo virtuoso tra Ricerca e Monitoraggio che si auspica paghi sia in termini di progresso tecnologico, che di conoscenza.

Le Unità Funzionali (UF) di nuova organizzazione si faranno carico: della gestione di tutte le infrastrutture assegnate all'Osservatorio Vesuviano, delle attività istituzionali di servizio, ovvero della sorveglianza e del monitoraggio delle aree vulcaniche napoletane (Vesuvio, Campi Flegrei ed Ischia) ed anche delle relative attività di Ricerca scientifica e tecnologica.

Nel corso del 2018, la nuova organizzazione della Sezione in Unità Funzionali dovrà comunque rispondere alle seguenti esigenze istituzionali:

- Gestire tutte le reti di monitoraggio permanenti: sismiche, geodetiche, termiche IR, geochimiche.
- Gestire tutte le reti di monitoraggio discrete: sismiche, geodetiche, termiche IR, geochimiche.
- Curare l'acquisizione in sala, la visualizzazione e la catalogazione di tutti i dati relativi ai sistemi di monitoraggio della Sezione, nonché il loro inserimento nelle Banche Dati.
- Curare la redazione dei bollettini periodici, dei rendiconti e delle relazioni relative ai vulcani campani.
- Programmare e gestire le attività di turnazione H24 e reperibilità.
- Gestire i servizi informatici relativi alla Sala di Monitoraggio.
- Gestire i servizi di trasmissione dati da remoto verso la sede.
- Effettuare l'analisi dei dati sismici, gravimetrici, magnetici, geoelettrici, delle deformazioni del suolo, termici, geochimici e vulcanologici.
- Curare l'immissione di tutti i dati del monitoraggio prodotti nei cataloghi e nelle Banche Dati istituzionali.
- Collaborare allo sviluppo dei protocolli d'integrazione e comunicazione delle Sale Operative dell'INGV.
- Curare le attività di comunicazione e divulgazione.
- Sviluppare attività di ricerca nei settori d'interesse per la Sezione.
- Migliorare la performance produttiva in merito a qualità e quantità delle pubblicazioni scientifiche.
- Creare una maggiore sinergia tra attività di ricerca e di monitoraggio.

**d. Eventuali collaborazioni con le Università**

La sezione ha collaborazioni con Atenei. Collabora con 13 incaricati di ricerca

<b>e.</b>	<b>Note sulle attività</b>
<p>Tutte le attività istituzionali, in particolare quelle di monitoraggio, soffrono della critica contrazione del numero di persone coinvolte conseguente a pensionamenti, trasferimenti in altre Sezioni, promozioni nel Comparto Università. In particolare sofferenza sicuramente l'ambito disciplinare della Geochimica dei Fluidi, drasticamente sottodimensionata rispetto alle strategiche esigenze di monitoraggio, in particolare per l'area dei Campi Flegrei. Gravi difficoltà cominciano ad essere riscontrate anche nel settore delle Reti sismiche in particolare a causa della mancanza di un ricambio generazionale del personale tecnico. Anche il settore Amministrativo mostra segni di sofferenza che si acuiranno ulteriormente causa il pensionamento di personale che ricopre ruoli strategici e la mancanza, al momento, di un ricambio.</p>	

<b>f.</b>	<b>Personale Impiegato</b>
-----------	----------------------------

Tipo di personale		Anno 2018	Anno 2019	Anno "n"
	Ricercatori/Tecnologi			
	Tecnici			
	Amministrativi			
	Assegnisti			
	Incaricati di ricerca			

<b>g.</b>	<b>Fonti di finanziamento</b>
-----------	-------------------------------

<p>Alla sezione viene affidato un budget di fondi istituzionali dall'Amministrazione Centrale allocati in diversi capitoli di spesa.</p> <p>Per i fondi di progetto è previsto il versamento di una quota di overhead, che viene calcolata sulle entrate, a favore dell'Amministrazione Centrale.</p> <p>Nel prospetto seguente sono illustrate le esigenze finanziarie della sezione di Napoli per l'anno 2018, con la differenziazione tra quanto previsto a carico dei fondi istituzionali (FOE) e quanto a gravare sulla Convenzione con il DPC.</p> <p>La previsione di finanziamento proposta si basa sul budget ricevuto per l'anno 2017, riconfigurato sulla base dell'esperienza acquisita del corso dell'anno e sulla base delle esigenze delle attività richieste dalla convenzione con il DPC.</p> <p><b>PIANO DI PREVISIONE BILANCIO ANNO 2018 – Osservatorio Vesuviano</b></p> <p><b>Descrizione attività per area strategica e tipologia</b></p> <p><b>Attività A1: Laboratori di servizio - totale 61.4 k€ [21.5 k€ a carico FOE – 39.9 k€ a carico DPC]</b></p> <p>Laboratorio di geochimica dei fluidi utilizzato nella routine di sorveglianza geochimica dei vulcani campani. Mantenimento del laboratorio e manutenzione ordinaria (reagenti, gas puri, vetreria, etc.); sostituzione GasCromatografo per la determinazione del CO in gas vulcanici (NOTA: <b>URGENTE</b>). Missioni per riunioni ed una partecipazione a Convegno.</p> <p>Spese previste sui seguenti capitoli:</p> <p>Strumenti 39.9 k€;</p> <p>Missioni 1.5 k€;</p> <p>Consumabili 20 k€.</p>
---

**Attività A2: Reti di monitoraggio Geochimico e Vulcanologico - totale 66.5k€ [9.5 k€ a carico FOE – 57 k€ a carico DPC]**

1. Mantenimento della rete di monitoraggio geochimico: Sensori e materiale di ricambio per le stazioni geochimiche e IR (7k€); Componentistica per assemblaggio nuova stazione Geochimica (Pisciarelli) (8k€); Materiale di consumo per strumentazione portatile per misure di flusso di CO<sub>2</sub>, linee campionamento gas (7k€); Materiale informatico durevole (toughbook 3.5k€). Contratto di manutenzione stazione fondo cratere Vesuvio e campionamenti fumarole (20k€, per esperto con brevetto guida alpina per attività campionamento fumarole e manutenzione stazione geochimica fondo cratere Vesuvio. Tale attività a fondo cratere può essere espletata, a norma di legge, solo con brevetto guida alpina o accompagnati da persona con brevetto guida alpina). Allestimento e manutenzione siti delle reti: nuova stazione geochimica a Pisciarelli e nuova stazione IR al Vesuvio (6 k€).
2. Mantenimento della rete di monitoraggio IR termico: Materiale di consumo, componentistica (3k€); Materiale informatico (componenti PC 1k€).

Spese previste sui seguenti capitoli:

Strumenti 3.5k€;

Missioni 3k€;

Consumabili 26k€;

Pubblicazioni a stampa 3k€;

Allestimento Siti 6k€;

Manutenzioni 20k€;

Software 5k€.

**Attività A3: Laboratori di Ricerca - totale 29.5k€ [29.5 k€ a carico FOE]**

1. Laboratorio di geochimica dei fluidi utilizzato per attività di ricerca: consumabili 3k€, missioni 1k€.
2. Laboratorio di Microtomografia: funzionamento e consumabili 10k€, missioni 2k€.
3. Laboratorio degli isotopi radiogenici: funzionamento e consumabili 10k€, materiale durevole 1.5k€, missioni 2k€.

Spese previste sui seguenti capitoli:

Strumenti 1.5k€;

Missioni 5k€;

Consumabili 23.000.

**Attività A4: Monitoraggio e Ricerca in ambito Sismologico - totale 195k€ [95 k€ a carico FOE – 100 k€ a carico DPC]**

**Tematica E:** Monitoraggio vulcanico

**E1** Monitoraggio sismico

Mantenimento e potenziamento delle Reti di Monitoraggio Sismologico in continuo e temporanee dei Vulcani Campani (Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia) e di Stromboli, comprese le infrastrutture marine dei Campi Flegrei e relative attività di Ricerca.

Spese previste sui seguenti capitoli:

Vestiario 5k€;

Materiale Informatico 20k€;

Materiale di consumo 25k€;

Indennità di missione e di trasferta 20k€;

Licenze d'uso per software 5k€;

Allestimento e manutenzione di osservatori e siti delle reti 80k€;

Acquisti di impianti, attrezzature e macchinari 35k€.

**Ricerca Terremoti**

Indennità di missione e di trasferta 5k€.

**Attività A5: Monitoraggio e Ricerca in ambito Geodetico - totale 190k€ [95 k€ a carico FOE – 95 k€ a carico DPC]**

**Tematica E:** Monitoraggio vulcanico

**E3** Monitoraggio deformazioni suolo e movimenti gravitativi

Mantenimento e potenziamento delle Reti di Monitoraggio Geodetico continue e discrete (GPS, Tiltmetrica, Mareografica, Gravimetrica, Dilatometrica) dei Vulcani Campani (Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia) comprese le infrastrutture marine. Relative attività di Ricerca.

Spese previste sui seguenti capitoli:

Vestiario 5k€;

Materiale Informatico 20k€;

Materiale di Consumo 40k€;

Indennità di missione e di trasferta 25k€;

Licenze d'uso per software 5k€;

Allestimento e manutenzione di osservatori e siti delle reti 70k€;

Acquisti di impianti, attrezzature e macchinari 20k€;

**Ricerca Terremoti**

Indennità di missione e di trasferta 2.5k€.

**Ricerca Vulcani**

Indennità di missione e di trasferta 2.5k€.

**Attività A6: Monitoraggio e Ricerca in ambito Vulcanologico - totale 160k€ [98 k€ a carico FOE – 62 k€ a carico DPC]**

Studi in 3-4-D della neogenesi in aree solfatariche per la definizione della pericolosità ambientale e vulcanica; prospezioni magnetiche e geoelettriche per la caratterizzazione dello stato delle strutture vulcaniche; Monitoraggio Termico (con telecamera mobile). Misure termiche in pozzo. Attività di Terza Missione.

Spese previste sui seguenti capitoli:

Pubblicazioni 10k€;

Acquisti di impianti, attrezzature e macchinari (ATR e pressa per pasticcazione; sonde/rilevatori multi-parametrici; sonde freatimetriche e termocoppie; PC, laptop da campagna, server di calcolo, tablet... ) 31k€;

Prestazioni tecnico-scientifiche (analisi elementi in tracce, sezioni sottili, calibrazione obbligatoria della termocamera, ..) 18k€;

Licenze Software (trattamento dati elettromagnetici, noleggio server virtuali per inversione dati) 15k€.

Missioni (campagne di misura, partecipazioni a convegni e riunioni) 20k€.

Consumabili (materiale per laboratori analitici, materiale elettrico ed elettronico, materiale di supporto alla strumentazione per prospezioni) 37k€.

Costi per attività terza missione (organizzazione eventi, materiale bibliografico, opuscoli divulgativi etc...) 29k€.

**Attività 7: Mantenimento e potenziamento della Sala di Monitoraggio e Information Technology della Sezione - totale 101.5k€ [48 k€ a carico FOE – 53.5 k€ a carico DPC]**

Spese previste sui seguenti capitoli:

Materiale Informatico (monitor, schede, accessori) 16k€.

Acquisti di impianti, attrezzature e macchinari (PC, Server, NAS Gruppo elettrogeno Rete trasmissione Dati), 25k€.

Missioni (riunioni, research visit c/o enti nazionali e stranieri) 6k€.

Consumabili (Ricambi PC di sala, ricambi sistemi di allarme, vidiwall..) 10k€.

Licenze software (rinnovo licenze Microsoft, rinnovo servizio FortiCare – Firewall di sezione, rinnovo Licenze Antivirus, rinnovo e implementazione Licenze MatLab...) 34.5k€.

Canoni per collegamenti telematici e internet per acquisizione dati da siti 10k€ (stima di 1250€ x 8 siti ADSL).

**Attività 8: Laboratori e Servizi operativi Comuni - totale 161.5k€ [154.5 k€ a carico FOE – 7 k€ a carico DPC]**

Laboratori analitici e sperimentali a servizio di diversi Gruppi Scientifici e per attività sperimentali cross-disciplinari (Lab elettronico; Lab. Preparazione Campioni e Polveri, Lab. Di Microscopia, di Sedimentologia, di Geomatica). Servizio Emergenza Geologica, Servizio Cartografico e attrezzature di supporto alle attività in Reperibilità.

Spese previste sui seguenti capitoli:

Carta (per plotter Lab. di Geomatica) 0.5k€

Beni durevoli (Tablet, Dischi esterni, macchina fotografica con GPS, PC, distanziometro laser), 10k€.

Missioni (riunioni, misure sul campo..) 5k€.

Consumabili (materiale per Laboratori, maschere antigas, rilevatori CO2, CO e H2S, termocoppie.) 16k€.

Manutenzione Ordinaria e riparazioni impianti e macchinari 130k€\*.

\* Si tratta della manutenzione dell'impiantistica a supporto di tutte le attività dei centri scientifici (Laboratori, Centri di Calcolo, Sala Monitoraggio) della Sede di Napoli: Gruppi elettrogeni, Gruppi statici di continuità Impianti elettrici, Impianti di condizionamento e trattamento aria, Cappe chimiche, Presidi antincendio Rilevazioni incendi, Impianti telefonici e rete, Apparecchiature radiologiche Strumentazioni Zeiss (SEM, microtomografo, FT-IR, microscopi).

**Attività 9 : Funzionamento Ordinario - totale 320.2k€ [320.2 k€ a carico FOE]**

Attività legate al Funzionamento ordinario della Sezione incluse le spese per la gestione ed il mantenimento della Sede Storica.

Spese previste sui seguenti capitoli:

Pubblicazioni 0.3k€.

Carta, cancelleria 5k€.

Carburanti, combustibili etc..(diesel, benzina, lubrificanti. Gasolio da riscaldamento per Sede storica) 30 k€.

Missioni (riunioni organizzative, riunioni scientifiche, convegni) 33k€.

Organizzazione manifestazioni (Manifestazioni divulgative ed attività promozionale sia presso la Sede Storica che in quella di Via Diocleziano) 5k€.

Altre spese di rappresentanza (opuscoli pubblicitari, materiale per eventi...) 5k€.

Acqua (per la sede di Ercolano) 0.6k€.

Noleggio Hardware (fotocopiatrici) 2.8k€.

Licenze software (aggiornamento licenze Microsoft, Golden, MathWorks, SarScape) 20k€.

Manutenzione e riparazione mezzi di trasporto (flotta Auto di Servizio OV) 10k€.

Manutenzione ordinaria e riparazione impianti e macchinari (Sede Storica: impianto depurazione, riparazione linea adduzione idrica, impianto di riscaldamento, impianto depurazione acque piovane, adeguamento impianto elettrico, impianto riscaldamento, ascensore, risistemazione aree verdi a seguito dell'incendio di Luglio 2017. Per tutte le Sedi: riparazioni e manutenzioni Pc, stampanti, plotter, impianti telefonici... ) 62.5k€.

Manutenzione ordinaria e riparazioni beni immobili (Sede Storica: manutenzione facciate, Tomba Macedonio Melloni) 60 k€.

Incarichi Libero Professionali (contratti occasionali per esigenze istituzionali) 24k€.

Lavanderia (pulitura tappezzeria presidio turnisti) 0.5k€.

Trasporti, traslochi e facchinaggio (trasferimenti oggetti pesanti nelle 2 sedi, sgomberi di materiali dismessi) 5k€.

Stampa e rilegatura (pubblicazioni a stampa di carattere istituzionale e scientifico) 12k€.

Spese Postali 0.1k€.

Materiale Bibliografico (incremento del patrimonio librario) 10k€.

Acquisti di impianti attrezzature macchinari (Pc, stampanti di piano) 20k€.

Imposte (tasse possesso, tasse revisione veicoli...) 3.5k€.

Altri premi di Assicurazione contro danni (visitatori Museo e apparecchiature scientifiche per mostre) 10k€.

La previsione di Bilancio per l'anno 2018 per la Sezione Osservatorio Vesuviano è di **1.285,6 k€** di cui **871,2 k€** a gravare sul **FOE** e **414.4 k€** sui fondi della Convenzione **INGV-DPC**.

h.	Elenco progetti attivi finanziati da enti esterni
	Brain2island Abbaco S4E InsarAp Eurovolc Tryat FISR 2017 SOIR

## Attività di Ricerca

Sezione

RM2

Direttore

Achille Zirizzotti

Periodo

Anno 2018

a.

Finalità e Obiettivi

Le attività geofisiche svolte all'interno dell'INGV riguardano principalmente la sismologia e la vulcanologia. Una buona parte delle restanti attività geofisiche vengono svolte all'interno della Sezione Roma2 che si distingue così per la sua connotazione multidisciplinare. La Sezione ha inoltre una spiccata attitudine alla progettualità, una attiva componente di servizio e di consulenza per le istituzioni dello Stato e per le organizzazioni internazionali. Collabora infatti con le forze dell'ordine per indagini ambientali e per il rispetto di trattati internazionali (CTBT). La sezione ha anche una importante componente di monitoraggio, gestisce infatti osservatori geomagnetici e ionosferici e stazioni di misura multi-parametriche sparse su tutto il territorio nazionale, sia su terraferma che in mare. Le attività svolte dalla Sezione spaziano dalle misure elettriche, magnetiche ed elettromagnetiche (misure ambientali sul territorio di tipo geoelettrico e geomagnetico, di radar-glaciologia ed analisi spettrali dell'alta atmosfera) alle misure gravimetriche e di radioattività naturale e "manmade" sul terreno e sulle varie matrici solide e fluide. Inoltre, durante il 2016, la Sezione ha dedicato parte del proprio personale per fornire il proprio contributo nell'applicazione di tecniche multiparametriche in attività di monitoraggio vulcanico previsto dall'Allegato A alla Convenzione con il Dipartimento della Protezione Civile. Tutte queste attività formano una ricca base dati utile alle numerose attività di ricerca che la Sezione effettua in collaborazione con le principali istituzioni di ricerca straniera, in special modo europee, ed in sinergia con le università nazionali. Con queste ultime la Sezione collabora anche attraverso la formazione di studenti di laurea magistrale e di dottorato. Inoltre, il laboratorio di paleomagnetismo è incluso nella *roadmap* nazionale delle infrastrutture di ricerca e in quella Europea di ESFRI, tramite la partecipazione ad EPOS (*European Plate Observing System*; [www.epos-eu.org](http://www.epos-eu.org)), che è entrato nella fase di implementazione.

Le risorse di personale ed infrastrutturali della Sezione si distribuiscono su varie sedi del territorio nazionale, Catania, Gibilmanna, Palermo, Roma, L'Aquila e Portovenere (SP).

Nel seguito vengono illustrate le attività che verranno svolte dalla Sezione Roma 2 mediante la gestione del personale e delle risorse economiche che verranno assegnate per il prossimo triennio.

**Attività 1:** Innovazione nelle metodologie geofisiche-geochimiche per l'ambiente: Mantenimento, gestione e sviluppo dei Laboratori per il mantenimento del parco strumentale necessario al funzionamento delle infrastrutture di rete. Supporto alle attività tecnologiche delle unità funzionali della sezione e manutenzione strumentazione GRAV-MAG (ENI); obiettivo: Progettazione, realizzazione, riparazione, manutenzione e aggiornamento strumentazione geofisica degli osservatori e reti di monitoraggio.

**Attività 2:** Mantenimento, gestione e sviluppo degli Osservatori Geomagnetici italiani e della Rete Magnetica Nazionale; obiettivo: assicurare il funzionamento degli osservatori geomagnetici Italiani, adeguamento e manutenzione infrastrutture osservatori e stazioni di monitoraggio.

**Attività 3:** Mantenimento, gestione e sviluppo degli Osservatori Ionosferici e rete elettromagnetica VLF. Assicurare il funzionamento degli osservatori ionosferici; obiettivo: misura parametri ionosferici, controllo qualità e pubblicazione dati.

**Attività 4:** Paleomagnetismo applicato alla geodinamica ed alla tettonica, alla magnetostratigrafia e al magnetismo ambientale; mantenimento, gestione e sviluppo dell'infrastruttura e della strumentazione del laboratorio di paleomagnetismo. Acquisizione, analisi e interpretazione di dati di paleomagnetismo, magnetismo delle rocce e

magnetismo ambientale, per attività scientifiche, tecnologiche e di servizio. Manutenzione e aggiornamento del corredo strumentale del laboratorio; mantenimento degli standard di qualità, funzionamento ed efficienza previsti come laboratorio di riferimento per l'infrastruttura di ricerca integrata europea EPOS.

**Attività 5:** Servizi e consulenze nazionali ed internazionali: prospezioni multiparametriche (da terra e da velivoli manned/unmanned) e sviluppo di tecnologie innovative per interventi mirati all'identificazione e controllo di eventi di inquinamento del territorio e delle acque anche in scenari emergenziali. Consulenze qualificate per la sicurezza in ambito nazionale ed internazionale (OS Ambiente). Obiettivo: manutenzione e riparazione strumentazione, rinnovo e manutenzione databases e server ESWUA, acquisto sistema memorizzazione dati per DB ESWUA, progettazione e realizzazione di nuovi servizi per gli utenti di ESWUA, collaborazioni con altri istituti.

**Attività 6:** Osservazioni geofisiche in ambiente marino: stazioni del Levante Ligure, Stazione Multiparametrica Varese Ligure, Sala Operativa sede, Aggiornamento e sostituzione di strumentazione obsoleta nelle "shore station" di Catania e Portopalo (OS Ambiente). Infrastrutture Istituzionali: Rete osservativa marina del Levante Ligure, Stazione Multiparametrica Varese Ligure, Sala Operativa sede, stazioni a mare di Catania e Portopalo. Obiettivo: aggiornamento e manutenzione della strumentazione di mare e di terra.

**Attività 7:** "Space Weather" (OS Ambiente). Sviluppo delle conoscenze sui meccanismi e sugli effetti dei fenomeni che caratterizzano la risposta del pianeta Terra agli impulsi perturbativi di origine solare. Obiettivo: manutenzione e riparazione strumentazione, rinnovo e manutenzione ESWUA. Realizzazione di un sistema memorizzazione dati per DB ESWUA, collaborazioni con altri istituti.

**Attività 8:** Servizi e consulenze nazionali: Monitoraggio ed esplorazione geofisica del sottosuolo (OS Ambiente). Indagini geofisiche multidisciplinari per la caratterizzazione di faglie attive. Studi geofisici per la caratterizzazione del territorio e del sottosuolo finalizzata alla mitigazione dei rischi naturali, ambientali e di origine antropica. Rilevamento di strutture e di inquinanti sotterranei mediante tecniche multidisciplinari. Obiettivo: rapporti per Autorità Nazionali.

**Attività 9:** Stima quantitativa della pericolosità e del rischio associati ad altri fenomeni ambientali: Fotogrammetria aerea della sommità del vulcano Etna con la realizzazione di una mappa digitale (Attività DPC all. A) Obiettivo: realizzazione misure, analisi dei dati e generazione e pubblicazione mappe.

<b>b.</b>	<b>Attività in convenzione con DPC</b>
-----------	--

In collaborazione con il laboratorio di cartografia dell'INGV-OE della sezione di Catania, si provvederà ad effettuare un aggiornamento periodico della topografia, soprattutto dell'area craterica sommitale dell'Etna. Attraverso rilievi aerofotogrammetrici periodici sono stati ottenuti dei modelli digitali del terreno di elevata precisione. La metodologia dei rilievi, basata su dispositivi hardware e applicativi software, è stata interamente sviluppata dal Laboratorio di Aerogeofisica della Sezione, permettendo, in modo semplice e speditivo, di acquisire dati territoriali e calcolare periodicamente (o a seguito di eventi che modificano l'assetto morfologico del territorio), il modello digitale del terreno, per valutare scenari emergenziali. Questa attività verrà ripetute nel corso del prossimo triennio.

<b>c.</b>	<b>Infrastrutture di ricerca</b>
-----------	----------------------------------

Presso la Sezione Roma 2 operano otto Unità Funzionali (Delibera CDA n.357/2017 Prot. 6433 del 17.05.2017) con il compito di gestire le infrastrutture della Sezione e svolgere le attività di servizio ad esse assegnate. I compiti e le attività delle Unità Funzionali e i loro responsabili non sono cambiati, rimanendo pressoché le stesse così come definite nella precedente organizzazione della Sezione.

Le otto Unità Funzionali sono di seguito elencate, con la descrizione sintetica delle funzioni a esse demandate:

**UF1 - LABORATORI PER L'INNOVAZIONE E IL SUPPORTO TECNOLOGICO**

**Compiti:** Mantenimento, gestione e sviluppo dei Laboratori di Tecnologie a Radiofrequenza, di Geomagnetismo, di Spettroscopia a Microonde e di Restauro Strumentazione Storica. Mantenimento del parco strumentale necessario al funzionamento delle infrastrutture di rete. Supporto alle attività tecnologiche delle unità funzionali della sezione.

## **UF2 - OSSERVATORI GEOMAGNETICI E RETE MAGNETICA NAZIONALE**

L'UF gestisce 3 osservatori geomagnetici in Italia, 2 stazioni magnetiche e 2 osservatori in Antartide. Gli osservatori italiani sono distribuiti lungo un meridiano ideale che attraversa l'Italia per coprire uniformemente tutto il territorio nazionale:

**Castello Tesino**, in provincia di Trento, nel Nord Italia. L'osservatorio è in funzione dal 1965.

**Duronia**, provincia di Campobasso, per il centro Italia. L'osservatorio ha sostituito quello di L'Aquila, che ha chiuso in conseguenza al terremoto del 2009. La serie per il centro Italia è comunque molto lunga, essendo l'osservatorio di L'Aquila entrato in funzione nel 1960. L'osservatorio di Duronia è un osservatorio INTERMAGNET. Oggi **L'Aquila** è un importante centro di laboratori e test per la sperimentazione di nuovi sistemi di acquisizione e test di strumentazione.

**Lampedusa** è l'osservatorio che ha ottenuto il codice IAGA nel 2016. E' l'osservatorio più a sud degli osservatori europei. A **Gagliano (EN)** è stata recentemente installata una stazione magnetica, con due sistemi ridondanti di misura con standard da osservatorio, dove vengono registrate le componenti e l'intensità del campo. In Antartide l'osservatorio a **Stazione Mario Zucchelli**, lungo la costa, è in funzione dal 1987 e nel 2004, presso la base italo-francese **Concordia** sul plateau antartico, sono stati effettuati i primi test per l'installazione di un osservatorio in collaborazione con i colleghi francesi. Tutti gli osservatori e le stazioni magnetiche trasmettono i dati in tempo reale in Istituto.

In particolare il personale della UF è coinvolto nella gestione, sviluppo e mantenimento degli osservatori; nella produzione di indici di attività magnetica, dei bollettini mensili e degli annuari. Ogni 5 anni viene pianificata e realizzata la campagna della Rete Magnetica Nazionale, anche oltre i confini territoriali, per la produzione della cartografia geomagnetica nazionale. Ogni 2,5 anni alcuni caposaldi della rete nazionale vengono ripresi in una campagna ridotta per avere un riferimento intermedio tra le campagne principali.

## **UF3 - OSSERVATORI IONOSFERICI E DI RILEVAMENTO ELETTROMAGNETICO**

**Compiti:** Mantenimento, gestione e sviluppo degli Osservatori ionosferici dell'INGV, nazionali e transnazionali, nonché della rete di monitoraggio ionosferico tramite segnali satellitari (GNSS). Produzione degli annuari ionosferici e delle tabelle di previsione di radiopropagazione ionosferica.

L'attività di questa Unità Funzionale comprende sia il monitoraggio continuo delle condizioni ionosferiche con metodi basati sulla propagazione di onde elettromagnetiche nel plasma ionosferico in banda HF sia lo studio dei disturbi che i segnali in banda L, provenienti dai satelliti GNSS, subiscono nel loro transito nella ionosfera terrestre. Il monitoraggio dei parametri ionosferici ed elettromagnetici realizzato dalla UF3 costituisce un contributo fondamentale per la Società, attraverso la fornitura di particolari elaborazioni che conducono alle previsioni di propagazione delle onde radio funzionali allo scambio delle informazioni durante la permanenza dei contingenti militari nazionali in paesi esteri. Inoltre la migliore conoscenza della dinamica ionosferica consente di mitigare gli effetti delle perturbazioni dovute alla interazione Sole-Terra sui dispositivi che governano il posizionamento e la navigazione civile e militare.

A tali studi si aggiungono attività di monitoraggio di segnali a bassa frequenza che si propagano nella cavità Terra-ionosfera, fondamentali per le ricerche riguardanti le strutture interne della Terra.

## **UF4 - LABORATORIO DI PALEOMAGNETISMO E MAGNETISMO AMBIENTALE**

**Compiti:** Mantenimento, gestione e sviluppo dell'infrastruttura e della strumentazione del Laboratorio di Paleomagnetismo, componente del progetto europeo EPOS. Esecuzione di misurazioni e analisi magnetiche nell'ambito delle attività previste dalle linee di ricerca dell'Ente.

Il laboratorio di paleomagnetismo è il fulcro operativo dell'UF4 di Roma2 "Laboratorio di paleomagnetismo e magnetismo ambientale", costituendo una infrastruttura sperimentale per la misura e l'analisi delle proprietà magnetiche delle rocce e di materiali di origine naturale ed antropica, mantenendosi ai più elevati standard di qualità internazionali. Il laboratorio è attivo da molti anni (dal 1990) ed è un centro di produzione scientifica di eccellenza nel panorama internazionale della Geofisica e delle Scienze della Terra in generale.

## **UF5 - UNITÀ TECNICO OPERATIVA PER LA SICUREZZA INTERNAZIONALE E AMBIENTALE**

**Compiti:** Mantenimento, gestione e sviluppo dei Laboratori di Aerogeofisica, di Monitoraggio Ambientale e dell'infrastruttura del Centro Dati Nazionale (IT-NDC) per la trasmissione, archiviazione e elaborazione dei dati multiparametrici provenienti dal Sistema di Monitoraggio Internazionale (IMS), ai sensi della Legge 197/2003. Produzione di rapporti tecnico-scientifici per le Autorità Nazionali operanti nel campo della Sicurezza. Esercita attività in emergenze ambientali, sicurezza internazionale e nell'ambito dell'All. A alla Convenzione con il DPC.

L'attività di questa Unità Funzionale consiste, tra l'altro, nel fornire supporto tecnico e scientifico ad istituzioni varie quali Enti di Stato, Dicasteri, Enti locali. Tra questi un esempio significativo è rappresentato dall'Autorità Nazionale, identificata nell'Ufficio V della "Direzione Generale per gli Affari Politici e di Sicurezza" del Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale (MAECI), che opera ai sensi della legge di ratifica (Legge 197/2003) del Trattato internazionale sulla proibizione totale dei test nucleari (CTBT).

#### **UF6 - LABORATORIO PER LE TECNOLOGIE MARINE DI PORTOVENERE**

**Compiti:** Mantenimento, gestione e sviluppo del laboratorio dedito alle tecnologie marine, alla robotica subacquea, alla gestione del parco strumentale per la geofisica marina e dell'imbarcazione dell'INGV. Gestione delle infrastrutture sottomarine, di superficie e dell'area costiera del Mar Ligure di levante per la rilevazione dei parametri caratteristici del moto ondoso e dell'ambiente marino costiero. Collaborazione nella gestione del Laboratorio Mare del Polo Ligure per le Tecnologie Marine e con il COC della Spezia per la misura di parametri ambientali legati alla piovosità ed al monitoraggio del territorio. Conservazione della biblioteca storica dell'INGV dedicata all'Oceanografia.

All'interno della UF6 vengono portate avanti attività tecnico scientifiche relative a metodi e tecnologie per l'esplorazione del mondo sottomarino, delle aree marine costiere nella componente linea di costa, indagini oceanografiche e prospezioni geofisiche in mare. I contesti nei quali trovano applicazioni le suddette metodiche riguardano: l'ambiente profondo (marine litter e stabilità dei fondali), le indagini geomorfologiche delle aree costiere (integrazione terra/mare), le indagini archeo-geofisiche, la bonifica di siti, la ricerca petrolifera e mineraria e l'esplorazione delle aree sottomarine attive sotto il profilo sismologico e vulcanico.

#### **UF7 - SISTEMI INTEGRATI PER LE INFRASTRUTTURE AMBIENTALI MARINE**

**Compiti:** Mantenimento, gestione e sviluppo delle infrastrutture di monitoraggio di fondo mare e colonna d'acqua e infrastrutture ausiliarie (laboratori attrezzature) nei nodi di EMSO di interesse nazionale. Programmazione di esperimenti in aree marine di interesse geofisico e ambientale. L'Unità rappresenta la struttura operativa di riferimento per la partecipazione ai Regional Nodes di EMSO European Research Infrastructure Consortium.

L'attività consueta della UF7 si rivolge alla gestione operativa e aggiornamento degli osservatori sottomarini di fondo mare e delle attrezzature collegate, e alla ricerca nell'ambito della geofisica marina e dell'oceanografia. L'attività è concentrata sulla acquisizione, l'integrazione e l'avvio del funzionamento delle attrezzature acquistate con progetto PON EMSO-MedIT quale potenziamento delle infrastrutture esistenti.

#### **UF8 - LABORATORIO MISURE DI GEOFISICA APPLICATA**

**Compiti:** Mantenimento, gestione e sviluppo laboratorio dedicato alle tecnologie geofisiche applicate all'ambiente, all'archeologia e al territorio. Esercita attività in emergenze ambientali. Produzione di rapporti tecnico-scientifici per le Autorità Nazionali operanti nel campo delle emergenze ambientali e della gestione del territorio.

Cruciale risulta il mantenimento la gestione e lo sviluppo dei seguenti **laboratori, reti di monitoraggio e delle infrastrutture osservative** inseriti nel piano nazionale:

- Laboratorio Sviluppo Strumentazione Geomagnetica e Ionosferica;
- Laboratorio di Aerogeofisica;
- Infrastruttura HW-SW per la sicurezza internazionale e ambientale (L. 197/2003);
- Laboratorio Osservativo per il telerilevamento atmosferico;
- Laboratorio per il Monitoraggio Ambientale;
- Laboratorio di Magnetismo delle Rocce e dei Materiali;
- Laboratorio misure di Geofisica Applicata;
- Osservatori ionosferici di Roma e Gibilmanna (PA);
- Osservatori di Roma e Thule per il telerilevamento atmosferico di O<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>, CO, N<sub>2</sub>O e del vapore acqueo;
- Osservatori Geomagnetici: **Castello Tesino, Duronia, Lampedusa, Mario Zucchelli, Concordia** e le stazioni magnetiche di **L'Aquila e Gibilmanna**;
- Rete magnetica nazionale: campagne di misura ogni 5 anni per la realizzazione della cartografia magnetica nazionale; ogni 2.5 anni realizzazione della versione ridotta della campagna. Nel 2019 il personale sarà impegnato nelle campagne di misura ridotta, coprendo circa 30 caposaldi distribuiti uniformemente sul territorio nazionale;
- Rete GNSS per monitorare effetti transitori come le scintillazioni ionosferiche;
- Rete Nazionale per il rilevamento di campi elettromagnetici ULF-ELF-VLF.

In particolare nel corso del prossimo triennio sono programmate le seguenti nuove attività:

- Lavori di ristrutturazione delle strutture dell'osservatorio geomagnetico di Duronia e Castello Tesino;
- Lavori di manutenzione delle cassette dell'osservatorio di L'Aquila;
- Attività didattica presso il museo didattico di Duronia;
- Installazione dell'osservatorio geomagnetico di Tirana, in collaborazione con l'Accademia delle Scienze di Albania;
- Manutenzione della strumentazione della Rete Nazionale rilevamento campi elettromagnetici ULF-ELF-VLF;
- Riorganizzazione dell'osservatorio ionosferico di Roma che diventerà il punto ottimale da cui monitorare stato degli strumenti e la qualità dei dati di tutti gli osservatori ionosferici di proprietà dell'INGV (Roma, Gibilmanna e Mario Zucchelli) in collaborazione con esso (San Miguel de Tucumán e Bahía Blanca).
- Mitigazione della obsolescenza del Centro Dati Nazionale per la verifica del Trattato per la messa al bando degli esperimenti nucleari (L. 197/2003);
- Mantenimento dei Laboratori di Monitoraggio ambientale e di Aerogeofisica;
- Sviluppo della rete osservativa marina del Parco delle Cinque Terre e del levante ligure;
- Trasferimento e allestimento della nuova stazione multiparametrica di Varese Ligure;
- Nuova collaborazione scientifica e tecnologica con il Centro Operativo Comunale della Spezia (COC) per la condivisione di dati ambientali
- Lavori di adeguamento e messa in sicurezza dell'impiantistica elettrica, idraulica e logistica del laboratorio di paleomagnetismo; aggiornamento del corredo strumentale di laboratorio (completamento di una nuova postazione di misurazione della suscettività magnetica).

<b>d.</b>	<b>Eventuali collaborazioni con le Università</b>
-----------	---

Collaborazioni con diversi Atenei.  
Collaborazioni con 15 incaricati di ricerca.

<b>e.</b>	<b>Altre attività</b>
-----------	-----------------------

<b>f.</b>	<b>Elenco progetti attivi finanziati da enti esterni</b>
-----------	--

TREASURE (EU H2020-MSCA-ITN)  
GOAL  
ENI-PALEOMAGNETISMO  
AUTOSCALA - SRC  
EMSO-Link  
PNRA16\_00121\_ENIGMA  
PNRA16\_00184 Friis Hills (FHDP)  
PNRA16\_00204\_Rete magnetometrica in Antartide  
ODYSSEA  
LIMADOU Scienza  
LSV-AUV  
RIFT intra-oceanico\_INGV-ISMAR  
Prog. FOSAE-INGV  
SWSDD-ESA  
ENVRI PLUS  
S3MAG-II  
EMSODEV  
IPS  
SAFE  
PNRA14\_00016\_Linea B\_OASIS-YOPP  
Indagini ambientali  
RITMARE

GRAPE-G. De Franceschi  
 ReCliAME  
 MENFOR 2.0  
 COOP\_PLUS  
 TEMPO  
 PNRA14\_00097- Osservatorio Geomagnetico DOME C  
 PNRA 14/000110\_Linea A1\_OSSERVATORI PERMANENTI  
 PNRA14\_00106 - Osservatorio Geomagnetico SMZ  
 PNRA\_14/00133 LINEA A1 OSSERVATORI PERMANENTI  
 PNRA - TRACERS  
 LA.MA. 2.0  
 Premiale Ash-RESILIENCE 2015  
 SIES

**g. Elenco progetti attivi finanziati da INGV**

1. Detecting possible crust generated electromagnetic VLF signals
2. New insights on the biomagnetic monitoring of air pollution
3. rho-Bird

**h. Personale Impiegato n. di persone**

Tipo di personale	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020	Anno "n"

**i. Fonti di finanziamento**

Alla sezione viene affidato un budget di fondi istituzionali dall'Amministrazione Centrale allocati nei diversi capitoli. Si allega la richiesta di finanziamento 2018.  
 Per i fondi di progetto è previsto il versamento di una quota di overhead, che viene calcolata sulle entrate, a favore dell'Amministrazione Centrale.

**l. Fabbisogno finanziario**

I fondi ordinari (FOE) assegnati per il 2018 dalla sezione Roma2 ammontano a 303 k€, leggermente superiori a quanto assegnato nel 2017. Il fabbisogno finanziario complessivo della sezione Roma2 è però cresciuto rispetto all'anno passato, sia per le nuove attività proposte, che per le necessità di migliorare la gestione e lo sviluppo delle attività di servizio svolte dalla Sezione. Alcune delle nuove attività di servizio che la sezione intendeva avviare durante il 2018 sono state rinviate per contenere la spesa, verranno comunque mantenute e garantite tutte le attuali attività di servizio e le infrastrutture della sezione. I lavori di manutenzione, aggiornamento dei laboratori, degli

osservatori e delle reti osservative della Sezione sono incompressibili e diventati ormai non procrastinabili e verranno svolti limitatamente alle disponibilità finanziarie. Nella seguente tabella è riportato il dettaglio dei fondi di sezione divisi nei vari capitoli di spesa.

Capitoli	Descrizione Capitoli	2018
1.03.01.02.001.	Carta, cancelleria e stampati	1'000
1.03.01.02.008.	Strumenti tecnico-specialistici non sanitari (consumabili)	34'500
1.03.02.02.002.02	Indennità di missione e di trasferta	53'000
1.03.02.02.005.	Organizzazione manifestazioni e convegni	
1.03.02.07.004.	Noleggi di hardware	
1.03.02.07.006.	Licenze d'uso per <b>software</b>	22'000
1.03.02.07.999.01	Allestimento e manutenzione di <b>osservatori</b> e siti delle reti	27'500
1.03.02.10.001.	<b>Incarichi</b> libero professionali di studi, ricerca e consulenza	22'000
1.03.02.13.004.	Stampa e rilegatura	
1.03.01.01.002	Acquisto di <b>pubblicazioni</b> , giornali e riviste anche on line	18'000
1.03.002.14.002	Servizio mense personale civile	
1.03.02.17.001.	Commissioni per servizi finanziari	
2.02.01.99.999.02	Acquisti di impianti, attrezzature e macchinari (Inv.)	125'000
	<b>Totali</b>	<b>303'000</b>

<b>Attività di Ricerca</b>	
<b>Sezione</b>	<b>RM1</b>

<b>Direttore</b>	<b>Salvatore Barba</b>
------------------	------------------------

<b>Periodo</b>	<b>Anno 2018</b>
----------------	------------------

<b>a.</b>	<b>Finalità e Obiettivi</b>
-----------	-----------------------------

La sezione Roma1 svolge attività di ricerca scientifica e sviluppo tecnologico nell'ambito delle tre Strutture dell'Ente, Terremoti, Vulcani e Ambiente. La sezione è caratterizzata da attività molto varie che vanno dalle osservazioni e misure sul campo, attività analitiche e sperimentali di laboratorio, di modellazione numerica ad attività con finalità di Protezione Civile. Inoltre, nell'ambito delle Infrastrutture dell'Ente, Roma1 si occupa della gestione, mantenimento e sviluppo di laboratori analitici e sperimentali, a livello nazionale e locale. A questo proposito la Sezione gestisce numerosi laboratori, che includono il Laboratorio HP-HT, il laboratorio di Geochimica dei fluidi, il laboratorio di Radionuclidi, il Laboratorio di Geologia e Geotecnologie, il Laboratorio effetti di Sito e il Laboratorio Sismica a Riflessione; gestisce il centro di supercalcolo della sede di Roma, gestisce parchi strumentali per la caratterizzazione geofisica, sismologica, geologica e geochimica, coordina e/o partecipa ad infrastrutture nazionali di interesse per la Protezione Civile. Partecipa alle attività degli Allegati A e B inerenti l'Accordo Quadro DPC-INGV 2012-2021. In particolare mediante i poli di ricerca quali CPS, CAT, CPV e CMS promuove il coordinamento centralizzato sulle tematiche di pericolosità sismica, da tsunami e vulcanica, nonché il miglioramento dei modelli di calcolo e delle banche dati ai fini dell'aggiornamento della pericolosità stessa a breve, medio e lungo termine. Coordina e/o partecipa a progetti di ricerca nazionali e internazionali (es. es. AlpArray, EPOS, NOFEAR, SERA, Life-RESPIRE), gestisce alcune Banche Dati dell'ente (es. CFTI, DISS, EDSF, Hai Sentito il Terremoto?), e partecipa con personale proprio alla formazione ed alla divulgazione scientifica. Svolge una cospicua attività ad ampio spettro nell'ambito delle emergenze sismiche e vulcaniche s.l., partecipando a vari livelli alla gestione delle emergenze stesse, anche attraverso i Gruppi Operativi di INGV (Emergeo, Emersito, QUEST, IES).

<b>b.</b>	<b>Attività di ricerca</b>
-----------	----------------------------

OB. Migliorare le relazioni con centri di ricerca esteri pubblici e privati. AZIONI: Facilitare i soggiorni di ricerca e collaborazione; stimolare i ricercatori verso nuovi obiettivi e collaborazioni; dare priorità di accesso ai fondi ordinari per missioni estere.

<b>c.</b>	<b>Infrastrutture di ricerca</b>
-----------	----------------------------------

Ob. Valorizzare le infrastrutture (laboratori di misura, laboratori numerici e banche dati). AZIONI: Promuovere l'utilizzo dei laboratori di misura e dei laboratori numerici della sezione nell'ambito di progetti e convenzioni.

Ob. Coordinamento nella manutenzione e gestione delle infrastrutture di ricerca e sviluppo tecnologico della sezione e delle banche dati secondo principi di efficienza, efficacia ed economicità. AZIONI: Adozione degli atti necessari a garantire il miglior funzionamento possibile delle infrastrutture della sezione in relazione al loro utilizzo interno e nei progetti.

<b>d.</b>	<b>Eventuali collaborazioni con le Università</b>
<p>Collaborazioni con vari Atenei (Sapienza, Roma TRE, Padova, Napoli, Chieti, Trieste, Pavia, Uppsala). Collaborazione con 16 Incaricati di ricerca.</p>	
<b>e.</b>	<b>Altre attività</b>
<p>Ob. Organizzare sessioni ai convegni internazionali su linee strategiche della sezione e dell'Ente. AZIONI: Stimolare la discussione scientifica interna finalizzata alla organizzazione delle sessioni; dare priorità di accesso ai fondi ordinari per missioni estere.</p> <p>Ob. Valorizzare l'attività di ricerca e servizio svolta per il Dipartimento di Protezione Civile. AZIONI: organizzare e favorire incontri tematici al riguardo.</p>	

<b>f.</b>	<b>Motivazione sintetica per attività 2018</b>
<p><b>Tematica:</b> Variazioni delle caratteristiche dei parametri crostali  <b>Obiettivo:</b> Implementazione Strumentazione IRON (Italian Radon mOnitoring Network) e sviluppo protocollo trasmissione remota. IRON ha dato prova di enormi potenzialità grazie ai dati raccolti durante la presente crisi sismica in centro Italia: la rete va potenziata e densificata per confermare tali potenzialità e trasformarle in capacità operative.</p> <p><b>Tematica:</b> Studio su sismologia sperimentale  <b>Obiettivo:</b> Ricerche su sismologia sperimentale. Continuare la collaborazione con la UC Berkeley su ricerche di fisica della sorgente sismica.</p> <p><b>Tematica:</b> Confronto metodi di internet <i>Macroseismology</i>  <b>Obiettivo:</b> Istituzione di Collaborazione internazionale per "Hai sentito il terremoto" e avvio standardizzazione delle procedure di calcolo dell'intensità macrosismica in ambito europeo. Collaborazione con Slovenian Environment Agency e pubblicazione risultati.</p> <p><b>Tematica:</b> Sistema sperimentale di allerta sismica precoce (Earthquake early warning) <i>Seismocloud</i>.  <b>Obiettivo:</b> Implementazione Strumentazione per prototipi di sistema di allerta sismica precoce <i>Seismocloud</i>. Il sistema <i>Seismocloud</i> ha dato prova di funzionamento e di potenzialità grazie alla sperimentazione avvenuta durante la presente crisi sismica in centro Italia: la rete va potenziata e densificata per confermare tali potenzialità e trasformarle in capacità operative.</p> <p><b>Tematica:</b> Sistemi idrotermali attivi.  <b>Obiettivo:</b> Realizzazione di campagne di misure di rumore sismico, misure geodetiche, geoelettriche e geochimiche sui gas emessi e sulle acque termali a Lipari e Vulcano</p> <p><b>Tematica:</b> Ricerca multidisciplinare per esplorazione impatto psicosociale, economico, giuridico causato da eventi sismici.  <b>Obiettivo:</b> Attività psicosociale finalizzata alla raccolta di interviste e di materiale documentale sui terremoti italiani dal 1968 al 2017.</p> <p><b>Tematica:</b> Archiviazione centralizzata dei dati prodotti dalla Sezione  <b>Obiettivo:</b> Rinnovo servizio di manutenzione <i>hardware</i> sistema NAS di Sezione. Mantenere attiva l'assistenza hardware sul sistema NAS di Sezione, per garantire il ripristino delle funzionalità in tempi certi e senza oneri economici in caso di guasto <i>hardware</i>.</p> <p><b>Tematica:</b> Operatività del centro di calcolo  <b>Obiettivo:</b> Acquisto di un nuovo sistema di <i>storage</i></p>	

**Tematica:** Implementazione degli studi geologici di terreno e analisi dati di laboratorio, confronto con i dati geologici di sottosuolo a diversa profondità, costruzione di modelli sismotettonici integrati da dati di linee sismiche commerciali e di nuova acquisizione per contribuire alla costruzione di un modello 3D. Elaborazione di modelli numerici.

**Obiettivo:** Garanzia della continuità operativa dei sistemi di calcolo del Laboratorio di Geofisica Computazionale. Rinnovo manutenzione hardware apparati server/storage CED.

**Tematica:** Continuità e sviluppo operativo dei Gruppi di Emergenza intersezione quali Emergeo, Emersito, IES, Quest e Sismiko afferenti numericamente per la maggior parte a Roma1. Stesura dei protocolli operativi per i gruppi di emergenza non ancora ufficializzati.

**Obiettivo:** Definizione e Uniformità di procedure tra i diversi gruppi in caso di emergenza. Sviluppo di una piattaforma basata su ArcGIS online per la gestione e la condivisione dei dati e dei prodotti durante le emergenze.

**Tematica:** Pericolosità sismica

**Obiettivo:** realizzazione della mappa di pericolosità sismica, gestione del CPS

**Tematica:** ricerche in vulcanologia

**Obiettivo:** Stratigrafia e storia eruttiva dei vulcani per la caratterizzazione di prodotti vulcanici. Studio dei processi di evoluzione dei magmi e formazione di liquidi evoluti la definizione del sistema di alimentazione di apparati vulcanici. Simulazioni sperimentali delle interazioni tra magma, roccia incassante e sistema geotermale. Messa a punto di nuove tecniche di monitoraggio dell'attività eruttiva. Studi del vulcanismo e delle intrusioni della zona di subduzione dell'Arco Calabro-Peloritano e del Canale di Sicilia da dati geofisici e di geologia marina. Ricostruzione di plumbing systems e strutture vulcaniche da prospezioni geofisiche e/o da indagini multidisciplinari.

**Tematica:** Pericolosità vulcanica e percezione del rischio

**Obiettivo:** Studio:

a) delle proprietà aerodinamiche di proiettili vulcanici balistici;

b) delle dinamiche di dispersione, aggregazione, sedimentazione e risospensione della cenere vulcanica, tramite simulazioni sperimentali e osservazioni di terreno.

Definizione della pericolosità da emissione di gas endogeni. Indagini basate sull'utilizzo di questionari e finalizzate a confezionare adeguate campagne educative ed azioni di protezione civile per la mitigazione del rischio vulcanico.

#### g. Elenco progetti attivi finanziati da INGV

- N. 6 Progetti su fondi overheads struttura Terremoti (tra cui AlpArray)
- N. 3 Progetti su fondi overheads struttura Ambiente
- N. 5 Progetti di ricerca libera su fondi FISR 2016
- N. 2 Progetti Top-down su fondi FISR 2016
- N. 2 Progetti su fondi premiali

#### h. Personale Impiegato n. di persone

Tipo di personale		Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno "n"
	Ricercatori/Tecnologi	107	112	118	
	CTER	26	25	26	

	OPTEC	4	4	4	
	Ricercatori/Tecnologi in afferenza in altre sezioni	1	1	0	
	Assegnisti	15	13	16	
	Borsisti	2	4	4	
	Co.Co.Co	0	0	1	

<b>i.</b>	<b>Fonti di finanziamento</b>
-----------	-------------------------------

Alla sezione viene affidato un budget di fonti istituzionali dall'Amministrazione Centrale allocati nei diversi capitoli. Per i fondi di progetto è previsto il versamento di una quota di overhead, che viene calcolata sulle entrate, a favore dell'Amministrazione Centrale.

Inoltre, la Sezione partecipa a progetti con diverse fonti di finanziamento:

Progetti Comunità Europea:

- Vertigo
- Nofear
- Vre4eic
- Egi-Engage Epos
- EOSC PILOT
- SERA
- Life-RESPIRE

Convenzioni ASI

- Lusilab
- PNRA-2016/B

Convenzione con Regione Abruzzo

- L.R.Abruzzo n.37/2016

Convenzioni con Protezione Civile 2018

- Convenzione Allegato A
- Convenzione Allegato B1 (CPS)
- Convenzione B2 (include CAT e CPV)

## Attività di Ricerca

Sezione	PISA
---------	------

Direttore	Gilberto Saccorotti
-----------	---------------------

Periodo	Anno 2018
---------	-----------

### a. Finalità e Obiettivi

Le attività di ricerca e servizio svolte presso la Sezione INGV di Pisa hanno carattere marcatamente multidisciplinare, e sono dedicate a quantificare la dinamica dei processi geologici ed a stimarne la pericolosità. Nell'ambito delle diverse Linee di Attività, questi obiettivi sono perseguiti integrando banche dati territoriali e reti di osservazione con misure di laboratorio e risultati di calcolo scientifico dedicato alla modellizzazione fisico-matematica dei processi naturali. La Sezione è anche particolarmente attiva nei settori dell'educazione, divulgazione e disseminazione dei risultati della ricerca. La Sezione è organizzata con un Servizio Amministrativo e l'Unità Funzionale Servizi Tecnici ed Informatici.

### b. Attività di ricerca

La rete scientifica della Sezione si articola in 6 Gruppi di Ricerca associati alle corrispondenti Linee di Attività (D.D. 25/2017). La maggior parte delle attività previste per il 2018 sono riconducibili alle Aree Tematiche elencate di seguito, ed implementate tramite i progetti attivi riportati nella Sezione (f).

#### Terremoti - Ricerca

- Variazioni delle caratteristiche dei parametri crostali e precursori
- Sismicità dell'Italia
- Struttura della Terra
- Studi di pericolosità

#### Terremoti - Servizi e ricerca per la società

- Rete sismica mobile di pronto intervento (coord. SISMOKO)

#### Vulcani - Ricerca

- Storia eruttiva
- Struttura e sistema di alimentazione dei vulcani
- Proprietà chimico-fisiche dei magmi e dei prodotti vulcanici
- Processi pre-eruttivi
- Processi eruttivi e post-eruttivi
- Pericolosità vulcanica e contributi alla stima del rischio

#### Vulcani - Servizi e ricerca per la società

- Modelli digitali del terreno in aree vulcaniche attive italiane

#### Ambiente - Ricerca

- Oceanografia e clima
- Ricerche polari e paleoclima

#### Infrastrutture e Sviluppo Tecnologico.

- Sviluppo Software
- Sviluppo e trasferimento tecnologico di sistemi di acquisizione e sensoristica

<b>c.</b>	<b>Infrastrutture di ricerca</b>
<p>La Sezione è attualmente dotata delle seguenti infrastrutture:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Laboratorio di Vulcanologia</li> <li>- Laboratorio di Paleoclima e Paleontologia</li> <li>- Laboratorio elettronico e sviluppo hardware</li> <li>- Laboratorio modellazione 3D</li> <li>- Rete sismica mobile e di pronto intervento</li> <li>- Centro di calcolo</li> <li>- Banche Dati Pericolosità Sismica e Modelli Digitali del Terreno</li> </ul> <p><b>Obiettivi 2018</b></p> <p><b>Obiettivi:</b> Mantenimento/potenziamento di risorse di calcolo, laboratori sperimentali ed analitici, rete mobile, centro di acquisizione e analisi dati sismici.</p> <p><b>Azioni:</b> Contratti di manutenzione; acquisizioni di nuovo hardware per analisi dati sismologici (sistemi multiprocessore e storage); acquisizione di un nuovo sistema di microanalisi per SEM; potenziamento rete sismica mobile.</p> <p><b>Raggiungimento:</b> 100% (previsto il ricorso a risorse da progetti esterni).</p> <p><b>Obiettivi:</b> Prosecuzione della collaborazione con il CNT nella manutenzione e potenziamento della Rete Sismica Nazionale in Toscana.</p> <p><b>Azioni:</b> Ordinaria attività di manutenzione; ricerca siti; eventuali nuove installazioni anche nell'ambito di progetti esterni.</p> <p><b>Raggiungimento:</b> 100%.</p>	
<b>d.</b>	<b>Eventuali collaborazioni con le Università</b>
<p><b>Obiettivi 2018</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Accordo di collaborazione con il Consorzio Interuniversitario Nazionale per l'Ingegneria delle Georisorse "CINIGeo", Roma. RAGGIUNGIMENTO: 100%.</li> <li>○ Accordo di collaborazione scientifica finalizzato allo studio del clima e degli eventi estremi con Università di Pisa – Dipartimento di Scienze della Terra. RAGGIUNGIMENTO: 100%.</li> <li>○ Co-tutela di dottorati con Università di Pisa e Firenze. RAGGIUNGIMENTO: soggetto all'approvazione del progetto PhD.</li> <li>○ Convenzioni per tirocini curriculari con UNIFI e UNIPI. RAGGIUNGIMENTO: In atto.</li> <li>○ Convenzione con UNIPI-DST per didattica. RAGGIUNGIMENTO: In atto.</li> </ul>	
<b>e.</b>	<b>Altre attività</b>
<p>Le attività di servizio svolte presso la Sezione sono associate a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gruppo operativo EMERGEO.</li> <li>- Gruppo operativo SISMO.</li> <li>- Gruppo di Lavoro INGV-Terremoti.</li> <li>- Mantenimento del DataBase Pericolosità Sismica, e del cluster di calcolo del Centro di Pericolosità Sismica.</li> <li>- Manutenzione di numerose stazioni della Rete Sismica Nazionale ubicate nel territorio regionale ed aree limitrofe.</li> </ul> <p><b>Obiettivi 2018</b></p> <p><b>Obiettivo:</b> Potenziamento attività di servizio con principale riferimento ai gruppi EMERGEO e SISMO.</p> <p><b>Azioni:</b> Incremento delle unità di personale in afferenza ai due gruppi; potenziamento della dotazione strumentale e di materiale da campagna.</p> <p><b>Raggiungimento:</b> 50% (soggetto alla disponibilità di fondi e risorse umane).</p> <p>Particolare attenzione viene riposta nelle relazioni con gli Enti di governo locale e regionale. Obiettivi 2018 sono:</p>	

**Obiettivo:** Implementazione delle attività previste dal Protocollo di intesa con il Comune di Pisa per la realizzazione della Città della Scienza.

**Azioni:** Riunioni organizzative.

**Raggiungimento:** 100%

**Obiettivo:** Convenzione fra regione toscana e INGV per la realizzazione del programma di intervento POR-FSE 'Nuove tecnologie per il monitoraggio del territorio e la difesa dai rischi naturali'.

**Azioni:** Stipula Convenzione.

**Raggiungimento:** 100%

**Obiettivo:** Convenzione con l'unione dei comuni del mugello per collaborazione in attività scientifiche e divulgative.

**Azioni:** Stipula Convenzione.

**Raggiungimento:** 100%

Inoltre, la Sezione è particolarmente attiva nel campo dell'informazione, divulgazione e formazione, settori che si intendono sviluppare ulteriormente nel corso dell'anno 2018.

Obiettivi 2018

**Obiettivo:** Incremento della dotazione di materiale educativo: brochure, esperimenti analoghi, strumentazioni, produzioni multimediali.

**Azioni:** Acquisto, autoproduzione.

**Raggiungimento:** 100%

**Obiettivo:** Divulgazione scientifica ed educazione al rischio.

**Azioni:** Lezioni presso scuole di ogni ordine e grado, seminari presso ordini professionali, amministrazioni ed enti pubblici.

**Raggiungimento:** 100%

**Obiettivo:** Outreach.

**Azioni:** Partecipazione a Bright – la notte dei ricercatori (Settembre 2018).

**Raggiungimento:** 100%

## f. Elenco progetti attivi finanziati da enti esterni

Nome progetto	Descrizione	Ente Finanziatore	Inizio	Fine	Stato
PRIN 2015	Prin2015 - Interferometro atomico avanzato per esperimenti su gravità e fisica quantistica e applicazioni alla geofisica Prot. 2015L33WAK-	MIUR	9/20/2016	2/6/2019	Attivo
TRACERS	TefRocronologia ed eventi mArker per la Correlazione di archivi naturali nel Mare di RoSs, Antartide	CNR-DTA	01/08/2017	31/07/2019	Attivo
AFTTER	Alta Formazione per il Trasferimento Tecnologico degli Enti di Ricerca	Regione Toscana	01/09/2017	29/02/2020	Attivo
Programma di intervento in convenzione Regione Toscana	Nuove Tecnologie per il monitoraggio del territorio e la Difesa dai rischi Naturali	Regione Toscana INGV POR FSE 2014-2020	01/06/2018	31/05/2020	Attivo

**g. Elenco progetti attivi finanziati da INGV**

Nome progetto	Titolo	Ente Finanziatore	Inizio	Fine
FISR 2016 Pompilio M.N.	Nature of the lithosphere beneath the Central Appennines inferred from the study of xenoliths in deep-seated magmas	Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca	7/1/2017	12/31/2018
FISR 2016 Mazzarini F.	Fluids and deformation in the Zuccale fault (Elba Island): implications for fluid rock interaction along low angle faults in upper brittle crust.	Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca	7/1/2017	12/31/2018
FISR 2016 Cascella A.	Monitoring last 1000 years hydrological changes of Arno river (Tuscany, Italy) as recorded by calcareous nannofossils and reworked coccoliths in marine sediments	Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca	7/1/2017	12/31/2018
FISR 2016 Landi P.	Petrological study of a tephritic to phonotephritic caldera forming eruption: the case of Onano Eruption (Latera volcano, Central Italy)	Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca	7/1/2017	12/31/2018
FISR 2016 Montagna P.	Time scales of magma chamber evolution	Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca	7/1/2017	12/31/2018
FISR 2016 Esposti Ongaro T.	Development and validation of granular flow models for rapid mass movements, with application to the 18 January 2017 "Rigopiano" snow avalanche.	Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca	7/1/2017	12/31/2018
FISR 2016 Visini F.	Fault2SHA, a multi-fault rupture perspective	Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca	7/1/2017	12/31/2018
FISR 2016 Del Carlo P.	High Resolution Tephrostratigraphy And Radiocarbon Chronology Of The Lacustrine Sequence From The Fucino Basin For Future Paleoseismological Application In Central Apennines (ITALY).	Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca	7/1/2017	12/31/2018
FISR 2016 Top-Down task3 Mazzarini F.	Magmatismo e vulcanismo dell'Italia Centrale	Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca	7/1/2017	12/31/2018
Premiale 2015 ASH RESILENCE Esposti Ongaro T.		Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca	11/16/2017	12/31/2018
Premiale 2015 EARTHCRUISERS Mazzarini F.		Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca	11/16/2017	12/31/2018
FISR 2017 Esposti Ongaro T.		Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca	12/1/2017	11/30/2019
Conv. INGV-DPC B2 2018 - OB4 TASK 4 Esposti/De Michieli		Dipartimento della Protezione Civile	2/1/2018	12/31/2018
EPOS-MIUR	Vulcanologia computazionale e studi sulla sismicità indotta	Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca	2/1/2018	12/31/2019

<b>h.</b>	<b>Personale Impiegato n. di persone</b>
-----------	--

Tipo di personale		Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno "n"
	Ricercatori/Tecnologi	28 (5 a T.D.)	29 (4 a T.D.)		
	CTER	6 (1 distaccato da CT)	5		
	Collaboratori di Amm.ne	1 (T.D.)	1 (T.D.)		
	Associati di ricerca	5	6		
	Assegnisti	5	5		
	Borsisti	2	2		

<b>i.</b>	<b>Fonti di finanziamento</b>
-----------	-------------------------------

Alla sezione viene affidato un budget di fonti istituzionali dall'Amministrazione Centrale allocati nei diversi capitoli. Si allega la richiesta di finanziamento 2018.

Per i fondi di progetto è previsto il versamento di una quota di *overhead*, che viene calcolata sulle entrate, a favore dell'Amministrazione Centrale.

Piano dei Fabbisogni per la Sezione di Pisa - Anno 2018 -

A1	Aree strategiche	Spese generali funzionamento	Ricerca scientifica in campo vulcanologico, sismologico, ambientale	Monitoraggio sismico	Manutenzione e gestione laboratori e centro di calcolo	Terza missione
Capitolo	Descrizione capitolo					
1.03.01.01.001.	Giornali e riviste		0	0	0	0
1.03.01.01.002.	Pubblicazioni		0	0	0	0
1.03.01.02.001.	Carta, cancelleria e stampati	3,000	0	0	0	1000
1.03.01.02.002	Carburanti, combustibili e lubrificanti		0	0	0	0
1.03.01.02.004.	Vestiaro		0	0	0	0
1.03.01.02.006	Materiale informatico	5,000	0	0	0	0
1.03.01.02.008.	Strumenti tecnico-specialistici non sanitari	0	0	0	0	0
1.03.01.02.999.02	Altri beni e materiali di consumo n.a.c.		6000	5000	10000	2000
1.03.02.02.002.02	Indennità di missione e di trasferta	10,000	14000	2500	0	1000
1.03.02.02.003.	Servizi per attività di rappresentanza	0	0	0	0	0
1.03.02.02.005.	Organizzazione manifestazioni e convegni		0	0	0	0
1.03.02.02.999.	Altre spese di rappresentanza, relazioni pubbliche, convegni e mostre, pubblicità n.a.c	1,000	0	0	0	1000
1.03.02.05.003	Accesso a banche dati e a pubblicazioni on line		0	0	0	0
1.03.02.05.004.	Energia elettrica		0	0	0	0
1.03.02.05.005.	Acqua		0	0	0	0
1.03.02.05.006.	Gas		0	0	0	0
1.03.02.05.999.01	Canoni per collegamenti telematici e internet		0	0	0	0
1.03.02.07.001.	Locazione di beni immobili		0	0	0	0
1.03.02.07.002.	Noleggi di mezzi di trasporto		0	0	0	0
1.03.02.07.004.	Noleggi di hardware	8,000	0	0	0	0
1.03.02.07.006.	Licenze d'uso per software	3,000	3000	0	0	0
1.03.02.07.999.01	Allattamento e manutenzione di osservatori e siti delle reti		0	2000	0	0
1.03.02.09.001	Manutenzione ordinaria e riparazioni di mezzi di trasporto ad uso civile, di sicurezza e ordine pubblico	500	0	0	0	0
1.03.02.09.004.	Manutenzione ordinaria e riparazioni di impianti e macchinari	24,000	2000	0	7000	0
1.03.02.09.008.	Manutenzione ordinaria e riparazioni di beni immobili		0	0	0	0
1.03.02.10.001.	Incarichi libero professionali di studi, ricerca e consulenza	2,000	0	0	0	0
1.03.02.11.001	Interpretariato e traduzioni	0	0	0	0	0
1.03.02.11.004	Perizie		0	0	0	0
1.03.02.11.008	Prestazioni di natura contabile, tributaria e del lavoro		0	0	0	0
1.03.02.11.009	Prestazioni tecnico-scientifiche a fini di ricerca		20000	0	0	0
1.03.02.11.010	Deposito, mantenimento e tutela dei brevetti		0	0	0	0
1.03.02.11.999.	Altre prestazioni professionali e specialistiche n.a.c.		0	0	0	0
1.03.02.13.001.	Servizi di sorveglianza e custodia		0	0	0	0
1.03.02.13.002.	Servizi di pulizia e lavanderia		0	0	0	0
1.03.02.13.003.	Trasporti, traslochi e facchinaggio		0	0	0	0
1.03.02.13.004.	Stampa e rilegatura	0	6000	0	0	0
1.03.02.13.999.01	Servizi integrati	100,000	0	0	0	0
1.03.02.16.002.	Spese postali	250	0	0	0	0
1.03.02.16.004	Spese notarili		0	0	0	0
1.03.02.17.001.	Commissioni per servizi finanziari		0	0	0	0
1.03.02.18.001.	Spese per accertamenti sanitari resi necessari dall'attività lavorativa		0	0	0	0
1.03.02.18.999.	Altri acquisti di servizi sanitari n.a.c.		0	0	0	0
1.03.02.99.005.	Spese per commissioni e comitati dell'Ente		0	0	0	0
1.03.02.99.999.02	Altri servizi diversi n.a.c.		0	0	0	0
2.02.01.01.001.	Mezzi di trasporto stradali		0	0	0	0
2.02.01.03.999.	Mobili e arredi n.a.c.		0	0	0	0
2.02.01.04.001.	Macchinari		0	0	0	0
2.02.01.04.002.	Impianti		0	0	0	0
2.02.01.05.001.	Attrezzature scientifiche		56000	19000	0	1000
2.02.01.06.001.	Macchine per ufficio		0	0	0	0
2.02.01.07.999.	Hardware n.a.c.	5,000	11000	2000	5000	1000
2.02.01.99.001.	Materiale bibliografico	2,000	0	0	0	0
2.02.01.99.999.02	Acquisti di impianti, attrezzature e macchinari		0	0	0	0
<b>TOTALE PER SOTTOAREA</b>		<b>163750</b>	<b>104000</b>	<b>30500</b>	<b>22000</b>	<b>7000</b>

<b>Attività di Ricerca</b>	
Sezione	PALERMO

<b>Direttore</b>	<b>Francesco Italiano</b>
------------------	---------------------------

Periodo	Anno 2018
---------	-----------

<b>a.</b>	<b>Finalità e Obiettivi</b>
<p>Vengono confermati gli obiettivi del precedente anno mirati a migliorare l'integrazione tra le attività di monitoraggio previste dalla convenzione INGV-DPC e le attività di ricerca. I risultati di tale approccio cominciano a dare i frutti sperati: è stato definito il ruolo del personale impegnato nelle attività di sorveglianza e monitoraggio con la definizione (all'interno di un documento protocollato) dei ruoli, delle reti di monitoraggio di riferimento e degli impegni per le attività di reperibilità e di stesura dei bollettini periodici per il DPC.</p> <p>La gestione delle attività e del personale è stata assegnata a tre unità funzionali (UF Laboratori Geochimici, Ricerca e Tecnologie Marine e Reti e Monitoraggio geochimico)</p> <p>Le attività di ricerca sono state riorganizzate sia all'interno di progetti attivi sia europei (p.e. ENVRI plus, Actifault) che nazionali e regionali (p.e. RITMARE, POR IDMAR) e tramite i primi progetti di ricerca libera. Sono stati inoltre sottomessi nuovi progetti a diverse call e migliorato il rapporto con le università anche tramite l'associatura di docenti da diverse università italiane.</p>	
<b>b.</b>	<b>Attività di ricerca</b>
<p>Il 2018 è caratterizzato dalla prosecuzione e finalizzazione di attività di ricerca già avviate su progetti attivi ma anche dalla nascita di nuove attività di ricerca dove la geochimica riveste un ruolo di trasversalità e innovazione che hanno riguardato sperimentazioni e studio su geochimica dei gas nobili, dei fluidi in ambiente sottomarino, relazioni tra acustica e movimento di fluidi etc. Le attività legate ai progetti in corso hanno prodotto risultati significativi quali ad esempio il cofinanziamento della sede istituzionale INGV di Palermo, l'organizzazione della campagna in Mar Nero nell'ambito di ENVRI+, il finanziamento di 9 borse di studio nell'ambito di un programma FSE o l'avvio di 11 assegni di ricerca per lo studio di acquiferi della Sicilia Orientale. Le attività di ricerca sono state utilmente integrate e coordinate con le attività di monitoraggio dei vulcani attivi italiani svolte nell'ambito della convenzione INGV-DPC e supportate dalle infrastrutture dei laboratori analitici e tecnologici presso i quali la Sezione svolge attività per l'intero INGV.</p>	
<b>c.</b>	<b>Infrastrutture di ricerca</b>
<p>La Sezione di Palermo ha svolto e svolge attività nell'ambito delle due infrastrutture di ricerca europea coordinate dall'INGV: EPOS ed EMSO-ERIC.</p> <p>Il ruolo mantenuto dalla Sezione nell'ambito del progetto ENVRI+ (progetto europeo trasversale alle infrastrutture di ricerca europee) con la responsabilità del coordinamento di task e dell'organizzazione di un workshop e di un pilot experiment tramite una campagna a mare in Mar Nero che ha coinvolto le infrastrutture EPOS, EMSO, ICOS e ACTRIS ha consentito una proficua interazione con le istituzioni di ricerca che le rappresentano in europa.</p> <p>Per le ESFRI EPOS ed EMSO, la Sezione ha realizzato e/o reso disponibili infrastrutture fisiche per l'esecuzione di attività di ricerca, quali reti di laboratori e reti di monitoraggio, infrastrutture per la ricerca marina (osservatori e sistemi di monitoraggio sottomarino). La presenza delle attività svolte in sezione nell'ambito delle ESFRI ha permesso anche l'avvio delle collaborazioni con l'infrastruttura di ricerca Europea ECSSEL (coordinata in Italia da OGS) che ha condotto alla sottomissione di un progetto comune nella call PON-Infrastrutture del MIUR.</p>	

<b>d.</b>	<b>Eventuali collaborazioni con le Università</b>
-----------	---

Durante il 2018 sono state avviate nuove collaborazioni con università italiane e straniere. Alcune collaborazioni sono state oggetto di specifiche convenzioni, mentre per altre si è provveduto ad associare docenti per stimolare le collaborazioni. Le collaborazioni hanno previsto comunque lo svolgimento di attività in comune fornendo risultati fattivi testimoniati anche dalla produzione scientifica.

<b>e.</b>	<b>Attività programmate e in corso</b>
-----------	--

Nell'ambito del progetto europeo ENVRI - plus, Task 4.2 *Marine - atmosphere common operation of platforms, Case study on methane from seafloor to atmosphere* la Sezione di Palermo ha organizzato nel mese di Novembre 2017 il 1° *EnvriPlus Workshop on Measurements and Analysis of Methane* e ha coordinato nel Giugno 2018 il *meeting* di Costanza (Romania) per lo svolgimento a Novembre del Pilot experiment nelle acque del Mar Nero.

È stato finanziato il progetto BESS sottomesso in risposta alla call Italia-Malta in partenariato con l'Università di Malta, l'Università di Messina, Municipalità di Gozo e l'Università di Palermo. Kick off meeting fissato per il 23-25 Luglio presso l'Università di Messina. Il progetto è senza cofinanziamento da parte di INGV.

È stato finanziato il progetto IDMAR sottomesso alla Regione Siciliana nel 2017. Il progetto è in partenariato con INFN e CNR-IAMC con un budget totale di 40M€ cofinanziato al 50%. Budget INGV 5M€ che prevede anche una somma di 1,6M€ per l'avvio della costruzione della sede INGV di Palermo.

Nell'ambito di una apposita convenzione stipulata tra INGV e DRPC (dip. Regionale di Protezione Civile Siciliana) è stato possibile avere il supporto dello staff di progettazione del dipartimento che ha definito e validato in giugno 2018 il progetto esecutivo della sede.

In accordo con gli altri EPR presenti su territorio siciliano sono stati sottomessi alcuni progetti in risposta alle call su fondi POR Sicilia. I progetti sono tutti di ricerca industriale in cui gli EPR hanno un ruolo insieme alle imprese. Sottomessi due progetti in risposta alla call denominata 1.2.3 su "Economia del Mare" e "Smart Cities" e due progetti in risposta alla call 1.5.1 su "Economia del Mare" e "Smart Cities" denominati rispettivamente SVITATO e SPARTA. I progetti al momento sotto valutazione, sono senza cofinanziamento da parte di INGV.

<b>f.</b>	<b>Elenco progetti attivi finanziati da enti esterni</b>
-----------	--

<b>g.</b>	<b>Elenco progetti attivi finanziati da INGV</b>
-----------	--

<b>h.</b>	<b>Personale Impiegato n. di persone</b>
-----------	--

Tipo di personale		Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno "n"
	Personale a t.i.	39			
	Personale a t.d.	11			
	Assegnisti	9			
	Borsisti	2			
	Co.Co.Co	6			

i.

**Fonti di finanziamento**

Alla sezione viene affidato un budget di fonti istituzionali dall'Amministrazione Centrale allocati nei diversi capitoli. Per i fondi di progetto è previsto il versamento di una quota di overhead, che viene calcolata sulle entrate, a favore dell'Amministrazione Centrale.

Attività di Ricerca	
Sezione	BOLOGNA

Direttore	Francesca Quareni
-----------	-------------------

Periodo	Anno 2018		
---------	-----------	--	--

a.	Finalità e Obiettivi
	<p>OB: Agevolazione di processi e operazioni pertinenti alle sfere della ricerca, dello sviluppo tecnologico, del monitoraggio e della divulgazione secondo le linee di attività esistenti nella Sezione AZIONI: Disponibilità alle richieste e alle proposte di incontri e di attività da parte dei Direttori delle Strutture di afferenza del personale; Cura e solerzia nella informazione sulle attività ai Direttori di Struttura ove di competenza.</p> <p>OB. Coordinamento nella manutenzione e gestione delle infrastrutture logistiche e/o di ricerca e sviluppo tecnologico della Sezione secondo di principi di efficienza, efficacia ed economicità. AZIONI: Emanazione degli atti necessari a garantire il migliore funzionamento ed efficacia delle infrastrutture della Sezione</p> <p>OB. Adozione e promozione di iniziative finalizzate alla valorizzazione della ricerca, allo sviluppo tecnologico e alla diffusione della divulgazione con particolare riguardo ai bacini di pertinenza geografica. AZIONI: Emanazione degli atti necessari alla attivazione di convenzioni, progetti istituzionali o progetti esterni per quanto di competenza; Emanazione degli atti necessari alla gestione e al funzionamento di convenzioni progetti istituzionali o progetti esterni</p> <p>OB. Agevolazione delle attività di monitoraggio e sorveglianza e di operatività in emergenza in conformità a quanto previsto dall'allegato A) della Convenzione attuativa dell'Accordo INGV - DPC. AZIONI: Emanazione degli atti necessari al corretto e costante svolgimento delle attività in capo alla Sezione</p> <p>OB. Agevolazione delle interazioni con altri enti di ricerca e università al fine di promuovere attività in collaborazione AZIONI: Attivazione di Collaborazioni di ricerca, tutoraggio di laureandi, dottorandi e tirocinanti .</p>

b.	Attività di ricerca
	<p>Nella sezione le attività di ricerca spaziano in misura sostanzialmente paritaria nelle 3 Strutture in cui si articola scientificamente l'INGV. Il personale afferente alla ricerca opera nell'ambito di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Geodinamica e interno della Terra</li> <li>● Tettonica attiva</li> <li>● Pericolosità sismica e contributo alla definizione del Rischio</li> <li>● Fisica dei terremoti e scenari cosismici</li> <li>● Sorveglianza sismica e operatività post-terremoto</li> <li>● Storia e struttura dei sistemi vulcanici</li> <li>● Dinamiche di unrest e scenari pre-eruttivi</li> <li>● Dinamiche e scenari eruttivi</li> <li>● Ambiente marino</li> <li>● Clima e oceani</li> <li>● Monitoraggio ambientale, sicurezza e territorio</li> </ul>

c.	Infrastrutture di ricerca
	<p>Le infrastrutture presenti nella sezione sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Centro di calcolo</li> <li>● Laboratorio di Geodesia</li> <li>● Banca dati EMMA (Earthquake Mechanisms of the Mediterranean Area)</li> <li>● Banca dati RCMT (Regional Centroid Moment Tensor)</li> <li>● Archivio dati di vulcanologia storica</li> <li>● Archivio dei dati di rianalisi degli ultimi 60 anni (1953-2012) del Mar Mediterraneo</li> </ul>

- Banca dati MED-MFC Analisi e Forecast del Sistema di previsione marino del Mare
- Banca dati Db-HAZRISK Risultati di pericolosità probabilistica (vulcani, terremoti, tsunami) e di rischio (in collaborazione con la sede di Napoli)
- Banche dati GATBO Registrazioni e soluzioni GPS (in collaborazione con la sezione CNT)
- Banche dati RING Soluzioni, serie temporali e campi di velocità GPS (in collaborazione con la sezione CNT)
- Banche dati PANDA Portal of Antarctic Data (in collaborazione con la sezione CNT)

**d. Eventuali collaborazioni con le Università**

Nell'ambito delle convenzioni esistenti con l'Università di Bologna e altri Atenei, la sezione accoglie laureandi, dottorandi e tirocinanti curriculari.

**e. Altre attività**

Nella sezione trovano ampio spazio attività nel campo della divulgazione e disseminazione e iniziative di educazione al rischio rivolte alle scuole, alla cittadinanza, sia locali, nelle aree di competenza geografica, sia nell'ambito del progetto EDURISK (DPC).

**f. Elenco progetti attivi finanziati da enti esterni**

- **NEXT DATA:** Sistema nazionale per la raccolta, conservazione, accessibilità e diffusione dei dati ambientali e climatici in aree montane e marine (MIUR)
- **EUCISE 2020:** European test bed for the maritime Common Information Sharing Environment in the 2020 prospective (EU)
- **TIDES (COST Action):** Time Dependent Seismology (EU)
- **MED-MDF:** Mediterranean Monitoring and Forecasting Centre (Mercator)
- **Conv. INGV Regione Emilia Romagna 2:** Supporto all'attività di protezione civile connesse al rischio sismico (Ag. regionale di Protezione Civile – Regione Emilia Romagna)
- **SOCIETY** Science, histOry, Culture, muslc, Environment, arT, technologY– How do you spell research? (EU)
- **EMODNET DATA INGESTION:** EMOdNet Ingestion and safe-keeping of marine data (Executive Agency for Small and Medium sized Enterprises)
- **SeaDataCloud:** Further developing the pan-European infrastructure for marine and ocean data management (EU)
- **INGV-MISE-DGS 2018:** Accordo operativo 2018 al fine di una collaborazione tecnico-scientifica tra INGV e MISE (MISE)
- **Convenzione INGV-MVO:** Continuous volcanic gas measurements at Soufrière Hills Montserrat, Antilles, (Montserrat Volcano Observatory)
- 

**g. Elenco progetti attivi finanziati da INGV**

Alparray  
 COHESO  
 FREAPROB  
 ProCiv Conv.A  
 FISR 2016 - BIZZARRI  
 FISR 2016 - LOLLI  
 FISR 2016 - OLIVIERI  
 FISR 2016 - ROUWET  
 FISR 2016 - SALIMBENI  
 FISR 2017 - TODESCO

<b>h.</b>	<b>Personale Impiegato</b>
-----------	----------------------------

Tipo di personale		Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020	Anno "n"
	Ricercatori/Tecnologi	41 persone			
	CTER	8 persone			
	OPTEC	1 persona			
	Ricercatori/Tecnologi in afferenza in altre sezioni	5			
	Assegnisti	2			
	Borsisti	1			
	Co.Co.Pro	2			
	Associati di Ricerca	5			

<b>i.</b>	<b>Fonti di finanziamento</b>
-----------	-------------------------------

Alla sezione viene affidato un budget di fonti istituzionali dall'Amministrazione Centrale allocati nei diversi capitoli. Per i fondi di progetto è previsto il versamento di una quota di overhead, che viene calcolata sulle entrate, a favore dell'Amministrazione Centrale.

<b>l.</b>	<b>Elenco progetti attivi finanziati da enti esterni</b>
-----------	--

- NEXT DATA
- EUCISE 2020
- TIDES
- MED-MDF
- Conv. INGV Regione Emilia Romagna 2
- SOCIETY
- EMODNET DATA INGESTION
- SeaDataCloud
- INGV-MISE-DGS 2018
- Convenzione INGV-MVO

<b>m.</b>	<b>Elenco progetti attivi finanziati da INGV</b>
-----------	--

Alparray  
 COHESO  
 FREAPROB  
 ProCiv Conv.A  
 FISR 2016 - BIZZARRI  
 FISR 2016 - LOLLI  
 FISR 2016 - OLIVIERI  
 FISR 2016 - ROUWET  
 FISR 2016 - SALIMBENI  
 FISR 2017 - TODESCO



# Terza missione



Corsi tenuti presso Università, corsi di master presso enti locali, corsi di alta formazione

Sede del corso	Titolo	Periodo/durata di svolgimento
Poitecnico di Torino	"Ionospheric effects on Navigation and Telecommunication" nell'ambito del Master on Navigation	mag-17
Università degli Studi Roma Tre	"Space weather" corso nell'ambito del Dottorato in Fisica	mar-18
Poitecnico di Torino	"Ionospheric effects on Navigation and Telecommunication" nell'ambito del Master on Navigation	mag-18
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma	Seminario "L'utilizzo del dilatometro piatto e del dilatometro sismico"	4/13/2018
Università degli Studi di San Marino	SEMINARIO TECNICO "Caratterizzazione geotecnica e sismica con l'utilizzo del Dilatometro Sismico Marchetti SDMT secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni"	3/16/2018
RILAB - Laboratorio Sismologico della Provincia di Rieti	4° Corso teorico-pratico di costruzioni in zona sismica	12/12/2017
Università degli Studi di Bologna	Seminario di Dottorato "Studio dei fenomeni di liquefazione indotti mediante la tecnica del blast test nel Comune di Mirabello (FE)"	10/30/2017
Università degli Studi dell'Aquila	Attività didattica "RISPOSTA SISMICA LOCALE: ESERCITAZIONI CON IL SOFTWARE 1D STRATA" nell'ambito del corso di Fondazioni, Prof. Paola Monaco	10/23/2017
Università degli Studi dell'Aquila	Giornata di studio "Valutazione della risposta sismica dei siti nella progettazione secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni in memoria del Prof. Silvano Marchetti"	9/28/2017
Regione Abruzzo, L'Aquila	Corso di Formazione per i professionisti affidatari degli incarichi per lo svolgimento degli studi di Microzonazione Sismica nell'ambito territoriale Abruzzo di cui all'Ordinanza Commissariale n°24 del 12 maggio 2017	7/19/2017
Università degli Studi di Padova	Seminario "Studi di liquefazione dei terreni mediante prove in situ e blast test"	5/22/2017
Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, Bologna	Giornata di studio "STUDIO DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE INDOTTI MEDIANTE LA TECNICA DEL BLAST TEST - Risultati dell'attività di ricerca svolta presso il Comune di Mirabello (FE)"	5/19/2017
Brigham Young University, Utah, USA	Webinar "Seismic dilatometer test: instrumentation, data interpretation and engineering applications" nell'ambito del corso di Advanced Soil Mechanics, Civil Engineering Master Degree, Prof. Kyle M. Rollins	4/19/2017
Università Sapienza di Roma, Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra	Building and using databases in Earth Sciences	novembre/dicembre 2017
Università degli Studi di Catania	Programmazione Parallela su Architettura GPU	A.A. 2016/2017
Università degli Studi di Catania	Programmazione Parallela su Architettura GPU	A.A. 2017/2018
Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche (Magistrale)	Geomatca	Settembre - Dicembre 2018
Università di Pisa - Corso di Laurea in Scienze Geologiche (triennale)	Cartografia Numerica	Febbraio - Maggio 2018
Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche (Magistrale)	Geomatca	Settembre - Dicembre 2017
Università di Pisa - Corso di Laurea in Scienze Geologiche (triennale)	Cartografia Numerica	Febbraio - Maggio 2017
Istituto Tecnologico de Energias Renovables, Santa Cruz de Tenerife, Tenerife, Spagna	Tenerife International Training Course 2018	marzo 2018
Istituto Tecnologico de Energias Renovables, Santa Cruz de Tenerife, Tenerife, Spagna	Tenerife International Training Course 2017	aprile 2017
ELSTE master program (Universities of Lausanne and Geneva, Switzerland)	Quantifying lava flow hazards in response to effusive eruptions	12 giugno 2017
INGV-CT nell'ambito dell'attività di formazione e orientamento "Alternanza scuola lavoro"	Pericolosità vulcanica	10 aprile 2018
Dipartimento della Protezione Civile Via Vitorchiano 4, Roma	Corso di formazione propedeutico alle attività di divulgazione estiva presso i Centri INGV di Stromboli e Vulcano rivolta a studenti in Scienze Geologiche (Università di Bari, Catania, Calabria, Napoli, Rome 3 e Sapienza)	giu-17
Centri INGV di Vulcano e Stromboli	Tutoraggio degli studenti coinvolti in esperienza pratica di divulgazione scientifica ai visitatori dei Centri INGV di Vulcano e Stromboli	luglio-settembre 2017
Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR) - Università degli Studi di Cagliari	Applicazioni della tecnica Laser a Scansione Terrestre (TLS) per la modellazione tridimensionale di oggetti di interesse architettonico e geofisico	18 Ottobre 2017, intera giornata.
Castiglione del Lago, Italy	2nd (Geo)Science Communication School GCS 2017	27 May - 1 April 2017
Tarquina, Italy	3rd International Training School on "Convective and volcanic clouds detection, monitoring and modelling"	18-25 October 2017
Castiglione del Lago, Italy	3rd (Geo)Science Communication School GCS 2018	7-12 May 2018
Nicosi (Catania), Italy	4th International Training School on "Convective and volcanic clouds detection, monitoring and modelling"	28 September - 6 October 2018
Online lecture for Master Students of the Latin-American Universities belonging to the ALVO (Asociación Latinoamericana de Volcanología) Network coordinated by the Instituto de Geofísica, UNAM, DF, Mexico	Procesos de transporte y caída de cenizas volcánicas	19/09/2017 (2 hours)
Lectured Master students at the Department of Physics and Geology, University of Perugia, Italy	Models for Volcanic Risk	14/11/2017 (4 hours)
Master in Psicologia dell'Emergenza e Psicotraumatologia - LUMSA Roma	Le competenze dello psicologo dell'emergenza. Interventi psicosociali in emergenza. Role playing e psicodramma.	Marzo 2018 - Marzo 2019
Università di Roma Tre, Corso di Laurea Magistrale in Geologia del Territorio e delle Risorse	Sismologia e Geodesia	contratto AA. 2017-18: 01/10/2017-30/09/2018 (3CFU)
Università di Roma Tre, Corso di Laurea Magistrale in Geologia del Territorio e delle Risorse	Sismologia e Geodesia	Cultore della materia per corso integrativo AA.2016-17 (12 ore)
Università di Palermo	Elementi di Sismologia (Insegnamento Universitario di 6 crediti)	Ottobre-Dicembre 2017
Università Roma Tre	Corso Integrativo al Corso Sismologia Geodesia (G. Cultrera)	ottobre 2017-gennaio 2018
Università Sapienza di Roma, corso di Laurea triennale in Scienze Geologiche	Fisica Terrestre	Ottobre-Dicembre 2017
Università degli studi di Genova, Dipartimento di Matematica	Computational Fluid Dynamics for Geosciences	Marzo-Aprile 2018
Dottorato Regione Toscana Scienze della Terra	Introduction to Computational Fluid Dynamics for Earth Sciences	Autunno 2018
Università Roma III, corso di laurea triennale in Scienze della Terra	Seminari sulla vulcanologia sperimentale all'interno del corso di Introduzione alla vulcanologia	mag-18
Università Chieti, corso di laurea triennale	Fisica Terrestre	Ottobre 2017- Gennaio 2018
Università Roma La Sapienza, corso di laurea magistrale	Metodologie Geofisiche	Marzo-Giugno 2017
Università Roma La Sapienza, corso di laurea magistrale	Geofisica Applicata alle Risorse Energetiche	Marzo-Giugno 2018
Università Roma III, corso di Dottorato di Ricerca in Fisica e Matematica	Earth Magnetism	Maggio-Giugno 2017 da ripetere nel 2018
Università degli studi di Teramo /Sede INGV di L'Aquila/ Uffici della Regione Abruzzo	Supporto per i professionisti per analisi geofisiche e modellazioni nelle finalità degli studi di microzonazione dei comuni teramani (coordinamento interno Dott. G. Milana e S. Amoroso)	Maggio 2017/ Gennaio 2018
Università Roma "La Sapienza", Dipartimento di Fisica, corso di laurea triennale	Elettronica Generale	Il semestre: Marzo-Giugno 2017
Lezione Univ. Bicocca Milano	Sismologia	Maggio 2017
Ciclo di lezioni Liceo Parentucelli, Sarzana	Sismologia	Febbraio-Marzo 2017
Ciclo di lezioni I. C. San Domenico Savio Catania	Sismologia	Ottobre 2017
Università Roma Tre, corso di laurea magistrale	Geologia per il rischio sismico	ottobre-dicembre 2017
Università di Oslo	Lava Flow Hazard Monitoring during effusive eruptions at Mt Etna	mag-17
Università della Calabria, corso di laurea triennale in Scienze Geologiche	Fisica Terrestre- modulo Laboratorio	marzo-giugno 2018
Università di Palermo, Corso di laurea triennale	Chimica-Fisica	Maggio_Giugno 2017 (6 CFU/48 ore)
Università CICESE (Baja California), Corso di laurea Magistrale	Termodinamica Applicata ai Sistemi Geotermici	Gennaio_Marzo 2018 (48 ore)
International School of Space Science (http://www.cifs-issg.org/) University of L'Aquila	The Polar Upper Atmosphere: from Science to Operational Issues. Team building activity during the training course aiming to establish students-teams to: i) stimulate the interaction among the new generation of scientists from different Countries and ii) furnish the preliminary tools to build a "first iteration of a project proposal" under the supervision of experts.	16-21 Settembre 2018
Politecnico di Milano	Master in Tunnel Engineering (Lezione di Seismic Site Response)	mag-17
Università degli Studi dell'Aquila	Gli osservatori geomagnetici italiani in Antartide	Aprile 2018. Seminario per l'orientamento rivolto a studenti del corso di Laurea triennale in Fisica
Docente delle lezioni "Tecniche di campionamento dei fluidi naturali e metodologie analitiche per l'analisi dei costituenti maggiori in soluzioni acquose." e "Metodi di campionamento e analisi per la determinazione dei gas disciolti." nell'ambito del corso "Metodi di controllo geochemico e geofisico dei fenomeni naturali sul campo ed in laboratorio" - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) PO FSE Sicilia 2020 - Avviso 11/2017		2018
Third DCO Early Career Scientist Workshop to Study Mt. Etna. Deep Carbon Observatory, https://deepcarbon.net/feature/third-dco-early-career-scientist-workshop-study-mt-etna#.Wqk1jeOW72	Plume and soil gas geochemistry: applications for volcano monitoring	28 August - 2 September 2017
Università degli Studi di Bologna	Modulo del corso di Sismologia	ottobre-dicembre 2017
Università di Palermo, Laurea Triennale in Scienze Geologiche	Geoinformatica	Marzo-Giugno 2017
Università degli Studi di Pavia	Seismic interpretation for geological modelling	Marzo 2018
Università degli Studi di Pavia	1st PhD Congress. Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra e dell'ambiente. Seminario "3D Geological modelling: from basin analysis to seismotectonics"	Maggio 2017

Università degli Studi di Pavia	Earth and Environmental Sciences PhD Program. External Reviewer Board Member	2017-2018
Università Ca' Foscari (Venezia)	Ocean Dynamics	Gennaio-Marzo 2017
Università Ca' Foscari (Venezia)	Ocean Dynamics	Gennaio-Marzo 2018
Istituto di Istruzione Superiore Bernardino Lotti curriculum Geotecnico	Terremoti, Vulcani e Miniere	dai Novembre 2017 al Marzo 2018
Università di Bologna, corso di laurea magistrale in Fisica del Sistema Terra	Tomografia sismica	Settembre-Dicembre 2017
Bolsena	Scuola di Vulcanologia, Associazione Italiana di Vulcanologia (AIV)	Lezioni nell'ambito della Scuola, 2008-2018
Firenze, Pisa, Siena	Dottorato Regionale in Scienze della Terra, Università degli Studi di Firenze, Pisa e Siena	Membro del collegio dei docenti, XXX ciclo, 2013-2018
Nicosi (Catania), workshop DeepCarbon Observatory	Anatomy of an unstable volcano: multiple processes affecting flank instability at Mt. Etna (Italy)	29 agosto 2017
Università di Catania, corso di laurea magistrale in scienze geofisiche	Breve corso su "Volcano deformation: geodetic monitoring techniques and examples from active volcanoes"	mag-17
Università Roma La Sapienza, Corso di Dottorato su Paesaggio e Ambiente, Facoltà di Architettura	Paesaggio e geologia	marzo 2017
Università Roma La Sapienza, Corso di Dottorato su Paesaggio e Ambiente, Facoltà di Architettura	Forme, processi e pericolosità geologiche	maggio 2018
Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università Do Vale Do Paraiba di Sao Jose dos Campos, Brasile - Dottorato in Fisica e Astronomia	Seminario dal titolo "An assimilative method to real-time update the IRI model for space weather purposes"	22 marzo 2017
Università di Chieti	Seminari di sismologia	nov. 2017
Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Fisica e Geologia, Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche, Curriculum in Georisorse, Rischio Vulcanico e Sismico.	Geologia dei Terremoti	Anno Accademico 2017-2018
Università La Sapienza, corso di laurea in Fisica, triennale	6 ore di lezione sui sistemi di controllo di assetto per palloni stratosferici per il corso di 'Metodi dell' Astrofisica Spaziale'	novembre- dicembre 2017
Università di Bologna	Rischio Vulcanico, laurea magistrale	previsto per secondo semestre 2018 e 2019
Dottorato in scienze della terra congiunto Univ. Firenze Pisa	Inverse problems and parameter estimation	Maggio 2017
Procida (Palazzo della Cultura)	High Resolution Geophysical Prospections: a Tool for Archaeological Investigations	10-24 Settembre 2017
FIRENZE (Auditorium Fondazione Cassa di Risparmio di Firenze)	Esplorazione geofisica del sottosuolo nel centro storico di Firenze	18-mag-18
Ciclo di lezioni Univ. Bicocca Milano	Sismologia	Maggio 2017
Ciclo di lezioni Liceo Pertini, Genova	Sismologia	Febbraio-Marzo 2017
Seminario Univ. Losanna, Svizzera	Exploiting data for new evidences on geodynamic processes along convergent continental margins: the Cifalps project	Dicembre 2017
Conferenza Festival della Scienza, Genova	Prepararsi ai rischi ambientali: yes we can!	Novembre 2017
Società Italiana per l'Organizzazione Internazionale	"Space Weather and Space Climate from the Arctic" in seno al master Universitario in Sviluppo Sostenibile, Geopolitica delle risorse e studi Artici	set-17
Università di Perugia	Short Course on Magmas, Eruptions and Risks	mar-17
Università di Ferrara - Corso di laurea magistrale in Ingegneria Civile	Lezione per il corso di Geologia dei Terremoti (Prof. Riccardo Caputo) dal titolo "Microzonazione sismica - teoria ed esempi pratici".	2,5 ore 12 dicembre 2017
Seminario "rischiTALIA" - Facoltà di Architettura - Università di Reggio Calabria	Dove accadranno i prossimi terremoti? Previsione a medio e lungo termine fra geologia e storia	22 febbraio 2017
Musei per la Scuola - Attività di formazione per insegnanti - Parco Regionale dell'Appia Antica	I terremoti dell'Appennino centrale del 2016-2017 nel quadro della pericolosità sismica del Lazio	8 aprile 2017
Master Universitario EmTASK - Università di Modena e Reggio Emilia(UniMoRe)	Tettonica attiva, terremoti e idrocarburi nell'area padana: cosa sapevamo e cosa abbiamo imparato a cinque anni dai terremoti del maggio 2012	27 maggio 2017
Alma Mater Europaea - Sede di Ascoli Piceno - International School on Safety and Environmental Protection - Executive Master in "Meccanica strutturale statistica per le tecnologie ad alto rischio"	1. I terremoti dell'Appennino centrale del 2016-2017: una sequenza infinita? 2. La cultura dei terremoti in Italia: un viaggio tra primati, certezze, ritardi e omissioni. 3. Tettonica attiva, terremoti e idrocarburi nell'area padana: cosa sapevamo e cosa abbiamo imparato a cinque anni dai terremoti del maggio 2012	17 giugno 2017
Dipartimento DISPUTer dell'Università G. d'Annunzio Chieti-Pescara	Attività didattica integrativa nell'ambito del corso di "Sismologia e Sismotettonica" (SSD GEO10). Titolo: Elementi di Sismologia Applicata: picking e localizzazione di eventi sismici	22/01/2018, seminario e attività pratica della durata complessiva di 6 ore
Scuola Superiore di Catania - Università di Catania- PhD school "Italo Gorini"	Geophysical instrumentation to monitor and study active volcanoes	settembre, 2017

<b>Produzione testi/documenti di didattica a livello universitario</b>	<b>Data di elaborazione/pubblicazione</b>
<b>Descrizione dell'opera</b>	A.A. 2016/2017 A.A. 2017/2018 2017
Appunti del corso di Programmazione Parallela su Architettura GPU	
Cerese, A. (2017) Rischio e comunicazione. Teorie, modelli, problemi. Egea, Milano. (curatela)	
Presentazione PowerPoint dal titolo: Recent paroxysmal activity at Etna: monitoring data to understand magma dynamics in the volcano plumbing system.	Seminario per il corso di dottorato di ricerca presso Università di Perugia, 01/02/2017
Titolo: "History of Hischian Earthquakes". Casa editrice BIBLIOPOLIS, Napoli. Autori: Elena Cubellis e Giuseppe Luongo. ISBN 978-88-7088-652-8	Copyright 2017. Stampa gennaio 2018
Volume "La Terra tra mito e Scienza" Pacini Editore, Pisa 65 pp. ISBN:978-88-6985-344-6	2017
Dispense Fisica Terrestre	aggiornamento a Ottobre 2017
Slide per il corso di Metodologie Geofisiche	Marzo 2017
Dispense Earth Magnetism	aggiornamento Maggio 2017
Console R., Murru M., Falcone G., Earthquake Occurrence, Short- and Long-term Models and their Validation, Wiley-ISTE, Vol. 1, pp. 170. ISBN 978-1-78630-124-6	lug-17
Natech Risk Assessment and Management: Reducing the Risk of Natural-Hazard Impact on Hazardous Installations. Capitolo 5. Ed. Elsevier	28-ott-16
Dispense interne del corso per gli studenti	Dal 2013 aggiornate ogni anno
Earthquake Occurrence (Short-and Long-term Models and their Validation)	2017 ISTE WILEY
Diapositive di lezione per le lezioni sui sistemi di controllo d'assetto del corso di 'Metodi dell'Astrofisica Spaziale'	on-line dal dicembre 2017

Tutoraggi di lauree brevi, master, lauree specialistiche e dottorati			
Nome Studente	Categoria del titolo conseguito	Sede di Studio	Periodo di svolgimento
Giulia D'Angelo	Dottorato in Fisica	Università Roma Tre (Roma)	Novembre 2015-Ottobre 2018
Riccardo Di Rollo	Dottorato in Ingegneria Civile e del Territorio (in corso)	Università degli Studi dell'Aquila	gennaio 2017-presente
Giulia Di Vincenzo	Laurea di I Livello in Scienze Geologiche	Università degli Studi di Chieti-Pescara	marzo-ottobre 2017
Serena Cococcia	Laurea Magistrale in Ingegneria Civile	Università degli Studi dell'Aquila	gennaio-aprile 2017
Simone Saraullo	Borsa di studio "Fondazione Filaurò"	Università degli Studi dell'Aquila	febbraio-luglio 2017
Anna Gatti	Tesi di Laurea Triennale	Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli studi di Pisa	2016-2017
Lorenzo Cappelli	Tesi di Laurea magistrale in corso	Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli studi di Firenze	2018
Naomi Jahan	Internship	Università Smith College, Northampton (USA)	9 giugno - 28 luglio 2017
Lorenzo Cappelli	Tirocinio di formazione e orientamento	Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli studi di Firenze	9 ottobre - 10 novembre 2017
Fabrizio Tinelli	Laurea Specialistica in Geologia del Territorio e delle Risorse	Università degli Studi Roma Tre - Roma	2017-2018
Alberto Ottimo	Laurea triennale	Università degli Studi di Catania	A.A. 2016/2017
Alessio Cocco	Laurea Breve	Università di Pisa	Aprile - Ottobre 2018
Giulia Barfucci	Dottorato	UNIVERSITA' DI FIRENZE	2016-2018
Sara Lenzi	Dottorato	CNR-IGG PISA	2017-2019
Melania Moschella	Laurea in Sc. Geologiche	Univ La Sapieba, Roma	Genn 2017-Maggio 2018
Damiano Delrosso	Dottorato	Università di Bologna	novembre 2016 - novembre 2019
Studiante: Laeger Kathrin. Corsaro Rosa Anna ha svolto il ruolo di valutatore esterno delle tesi di dottorato	Dottorato di Ricerca in Scienza e Tecnologia per la Fisica e Geologia. Tesi dal titolo: "Quantification and experimental modelling of the compositional heterogeneity of volcanic products caused by syneruptive magma mixing"	Università di Perugia	2017
Miriana Di Donato	Laurea Magistrale	Università di Bologna	Aprile 2017 -Marzo 2018
Mathieu Poret	Dottorato	Università di Bologna	2015-2018
Silvia Massaro	Dottorato	Università di Bari	2015-2018
Michele Straface	Laurea Triennale in Informatica	Università della Calabria (tesi presso UNICAL/INGV sede Rende-CS)	Marzo - Luglio 2017
Rosalbino Bisignano	Laurea Triennale in Informatica	Università della Calabria (tesi presso UNICAL/INGV sede Rende-CS)	Marzo - Settembre 2017
Giuseppe Ritacco	Laurea Triennale in Informatica	Università della Calabria (tesi presso UNICAL/INGV sede Rende-CS)	Marzo - Luglio 2017
Giulia Elisa Martinuzzi	Laurea Magistrale in Sociologia	Università di Roma	Febbraio - Ottobre 2018
Daniela D'Errico	PhD Psicologia	Università di Nottingham	Gennaio-Dicembre 2018
Doriana Attoico	Laurea Magistrale in "Scienze Geologiche e geofisiche"	Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"	02/2017-02/2018
Maria Venezia	Tesi di Laurea (co-tutoraggio)	Università di Benevento	ottobre 2017-gennaio 2018
Flavia Palumbo	laurea triennale	Roma (Università La Sapienza)	in corso (2018)
Flavio Di Stefano	dottorato	Roma (Università La Sapienza)	2017-2019
Elvira Musicò	PhD	INGV Roma2, DIET INGEGNERIA SAPIENZA	CICLO XXX, 2014-2017
Juliana Garrido Damaceno	PhD	INGV Roma2, INGEGNERIA-Università del Salento	CICLO 33, 2017-2020
Valeria Cascone	Laurea Magistrale in Geologia di Esplorazione	Università di Roma "Sapienza"	Giugno- Dicembre 2017
Elisa Biagioli	Laurea magistrale in matematica	Università degli studi di Genova, Dipartimento di Matematica	2017
Elisa Biagioli	Dottoranda in matematica	Università degli studi di Genova, Dipartimento di Matematica	2017-2020
Giovanni Biagioli	Laureando magistrale in matematica	Università degli studi di Firenze, Dipartimento di Matematica	2018
Giulia Riffaldi	Laureanda magistrale in matematica	Università degli studi di FPisa, Dipartimento di Matematica	2018
Alvaro Aravena Ponce	Dottorando in scienze della terra	Università degli studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra	2016-2019
Pietro Gabbellini	Dottorando in scienze della terra	Università degli studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra	2017-2020
Cristian Daniele	Laurea triennale in Informatica	Università degli Studi di Catania	A.A. 2017/2018
Giovanni Pasqualino	Laurea triennale in Informatica	Università degli Studi di Catania	A.A. 2017/2018
Mauro Mazza	Laurea triennale in Informatica	Università degli Studi di Catania	A.A. 2017/2018
Federico Grasso	Laurea triennale in Informatica	Università degli Studi di Catania	A.A. 2017/2018
Vito Zago	Dottorato in Ingegneria	Università degli Studi di Catania	A.A. 2015/2018
Simone Orefice	Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra, XXX ciclo	Università di Roma Tre, Roma	2014-2017
Serena D'Arcangelo	Laurea Magistrale	Chieti	Aprile 2016- Aprile 2017
Andrea Carducci	Laurea Magistrale	Chieti	Aprile 2016- Aprile 2017
Laura Rubino	Laurea Triennale	Chieti	Giugno 2016- Feb 2017
Nicolò Carfagna	Laurea Triennale	Chieti	Giugno 2016- Feb 2017
Mauricio Sechi	Laurea Triennale	Chieti	Gennaio 2017- Ott. 2017
Francesco Di Blasio	Laurea Triennale	Chieti	Gennaio 2017- Ott. 2017
Mattia Casanova	Laurea Triennale	Chieti	Gennaio 2017- Ott. 2017
Spedalieri Giancarlo	Dottorato in Scienze Geologiche Biologiche ed ambientali - XXXI ciclo	Università degli Studi di Catania	Gennaio 2017 - Ottobre 2018
Spedalieri Giancarlo	Dottorato in Scienze Geologiche Biologiche ed ambientali - XXXI ciclo	Università degli Studi di Catania	Gennaio 2017 - Ottobre 2018
Spedalieri Giancarlo	Dottorato in Scienze Geologiche Biologiche ed ambientali - XXXI ciclo	Università degli Studi di Catania	Gennaio 2017 - Ottobre 2018
Martina Raggiunti	Tutoraggio didattico per tirocinio formativo propedeutico al corso di laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche svolto presso INGV-L'Aquila	Università degli Studi "G. d'Annunzio" CHIETI-PESCARA	03/11/2017-30/01/2018
Emanuele Ruggieri	Laurea Magistrale in Geologia degli idrocarburi	Università di Perugia	a.a. 2016-2017
Leonardo Vimercati	Tutoraggio e lezioni pratiche studente Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche	Università Bicocca-Milano	Giugno-Luglio 2017
Marco Asnaghi	Tutoraggio e lezioni pratiche studente Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche	Università Bicocca-Milano	Giugno-Luglio 2017
Kevin Delle Piane	Tutoraggio e lezioni pratiche studente Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche	Università Bicocca-Milano	Giugno-Luglio 2017
Andrea Carnevale	Tutoraggio e lezioni pratiche studente Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche	Università Bicocca-Milano	Giugno-Luglio 2017
Deborah Maceroni	Laurea Magistrale in Geologia del Territorio e delle Risorse	Università degli Studi Roma Tre	Luglio 2017-Marzo 2018
Alberto Braccacini	Laurea Triennale in Scienze Geologiche	Università degli Studi Roma Tre	Luglio 2017-Marzo 2018
Marco Luppichini	Applicazione di tecnica fotogrammetrica Structure from Motion per la realizzazione di un modello digitale del terreno di una porzione del Fiume Versilia	Pisa	Settembre-Dicembre 2017
Deborah Maceroni	Laurea magistrale	Roma	luglio 2017-marzo 2018
Lorenzo Lo Sardo	Dottorato	Cassino	novembre 2014-aprile 2018
Matina Mattia	Laurea Magistrale in Geologia del Territorio e delle Risorse	Roma Tre	2016-2017
Simone Santilli	Tirocinio al fine di conseguire la Laurea Magistrale in Geologia del Territorio e delle Risorse	Roma Tre	2018
De Pasquale Achille	laurea triennale	Università di Catania	Gennaio - Aprile 2017
D'Agostino Fabio	laurea triennale	Università di Catania	Gennaio - Aprile 2017
Paola Luiso	PhD School in Earth, Environment and Resources Sciences	DISTAR, Università Federico II, Napoli	2015-2017
Eleonora Di Marzo	Tirocinio corso di Laurea Magistrale in Geologia e Geologia Applicata	DISTAR, Università Federico II, Napoli	2017
Eleonora Di Marzo	Tesi di Laurea Magistrale in Geologia e Geologia Applicata	DISTAR, Università Federico II, Napoli	2017/2018
Daniele Ferrantelli	Laurea	Catania	2018
Deborah Maceroni	Laurea Magistrale in Geologia del Territorio e delle Risorse	Università degli Studi Roma Tre	Luglio 2017-Marzo 2018
Alberto Braccacini	Laurea Triennale in Scienze Geologiche	Università degli Studi Roma Tre	Luglio 2017-Marzo 2018
Emanuela Longo	Seismic Input Modelling for relevant earthquakes in Eastern Sicily (PhD Thesis)	University of Malta	2015-2017
Fabio Sposito	Dottorato in Scienze della Terra e del Mare	Università di Palermo	2015/2017
Benedetto Schiavo	Dottorato in Scienza dell'Atmosfera	UNAM Messico	2015 2018
Alessandro Montemagno	Laurea Magistrale	Università di Palermo	2016 2017
Tiziana Cannata	Laurea Magistrale	Università di Palermo	2016 2017

Marco Luppichini	Laurea Specialistica	Pisa	Anno accademico 2017/2018
Daniela D'Errico	PhD Research Project in Clinical Psychology	The University of Nottingham, Division of Psychiatry and Applied Psychology	ottobre 2017 - ottobre 2019
Megi Vogli	Laurea specialistica	Università di Milano	2016-2017
India Giancarlo	Laurea Magistrale	Palermo	Sett. 2016-Febbr. 2017
Riccardo Fabbri	Laurea triennale in Scienze Geologiche	Bologna	dicembre 2017 - giugno 2018
Deepak Garg	Phd	Università degli Studi di Firenze	27 Nov. 2013-10 Apr. 2017
Farzaneh Dashti	Ph.D. Student of Geophysics	INGV Roma	Febbraio-Giugno 2018
Francesca Randazzo	Laurea specialistica in Riqualificazione Ambientale ed Ingegneria Naturalistica	Palermo	Gennaio-Marzo 2017
Andrea Griguolo	Laurea Magistrale	Università degli Studi di Roma "La Sapienza"	Novembre 2016-Gennaio 2017
Lorenzo Porcelli (tirocinio formato)	Laurea breve Scienze Geografiche	Università La Sapienza	22/3/2017 - 22/6/2017
Lorenzo Cugliari (tutoraggio)	Laurea magistrale Scienze Sociali	Università La Sapienza	gennaio/luglio 2017
Amir Sadeghi Bagherabadi	PhD candidate student of Geophysics and seismology at	IASBS, Zanjan, Iran.	at INGV september 2016 - september 2017
Enea Montoli	Dottorato	Università Ca' Foscari (Venezia)	2014-2018
Claudia Mascandola	Tutore Dottorato di ricerca in Scienze della Terra. Titolo progetto: Un approccio integrato alla stima della pericolosità sismica nell'Italia Centro-Settentrionale mediante l'integrazione di dati sismotettonici, geofisici e macrosismici	Pisa	2016-2019
Alessio Axel Florio	Tirocinio laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche	Università di Firenze	Dicembre 2017-Febbraio 2018
Samuele Papeschi	Dottorato in Scienze della Terra	Università di Firenze	Novembre 2015 - Novembre 2018
Diana Orlandi	Laurea Specialistica in Scienze e Tecnologie Geologiche	Università di Pisa	Dicembre 2016 - Giugno 2017
Paride Legovini	Dottorato di ricerca in Geofisica	Bologna	1/11/2015-31/10/2018
Tahira Ashruf	Dottorato di ricerca in Geofisica	Bologna	1/11/2017-31/10/2020
Alessio Lorenzetti	Tesi di laurea magistrale in Fisica del Sistema Terra	Bologna	1/4/2018-31/10/2018 (presunto)
Christina Tsarsitalidou	Tesi di laurea magistrale in Fisica del Sistema Terra	Bologna	1/4/2018-31/10/2018 (presunto)
Diego Cammarano	Laurea Magistrale (Ingegneria)	Roma	2018
Paola Luiso	PhD School in Earth, Environment and Resources Sciences	DISTAR, Università Federico II, Napoli	2015-2017
Maria Ascione	Tirocinio corso di Laurea Magistrale in Geologia e Geologia Applicata	DISTAR, Università Federico II, Napoli	2017
Eleonora Di Marzo	Tirocinio corso di Laurea Magistrale in Geologia e Geologia Applicata	DISTAR, Università Federico II, Napoli	2017
Eleonora Di Marzo	Tesi di Laurea Magistrale in Geologia e Geologia Applicata	DISTAR, Università Federico II, Napoli	2017/2018
Fabrizio Di Fiore	Tirocinio curricolare laurea magistrale	Università La Sapienza	dic 2017 - gen 2018
Valentina Armeni	Laurea triennale	Università La Sapienza	ottobre 2017
Serena Dominijanni	Tirocinio curricolare laurea magistrale	Università La Sapienza	ottobre 2017
Barbara Bonechi	Tirocinio curricolare laurea magistrale	Università La Sapienza	aprile 2017
Alessandro Tadini	Dottorato di ricerca regionale in Scienze della Terra	Università di Firenze-Pisa-Siena	2013-2017
Alvaro Aravena Ponce	Dottorato di ricerca regionale in Scienze della Terra	Università di Firenze-Pisa-Siena	2016-2019
Georgie Watson, University of Portsmouth	MSc Geological and Environmental Hazards - Erasmus+ Programme - Work Placement	INGV-OE Catania	1 giugno - 1 agosto 2017
Fabio Urbani, Università degli Studi di Urbino	Stage su manutenzione sonde radon e monitoraggio, Sviluppo software in MatLab ed Excel, Analisi dati radon per monitoraggio vulcanico e tettonico	INGV-OE Catania	4-22 maggio 2017
Danielle Faye Adcock, University of Portsmouth	MSc Geological and Environmental Hazards - Erasmus+ Programme - Work Placement	INGV-OE Catania	1-21 giugno 2017
Erika Schiappapietra	Individual Study for Master Degree in Earthquake Engineering and Engineering Seismology (12 cdf)	IUSS-Pavia	1/12/2017-28/2/2018
Annachiara Cristiano	Tirocinio	Università di Napoli Federico II - Ingegneria	1/11/2016-28/2/2017
Claudio Finocchiaro	Tesi di Laurea Magistrale in Scienze Geologiche	Università di Catania	settembre 2016 - marzo 2017
Ugo Mastroeni	Tesi di Laurea Magistrale in Scienze Geologiche	Università di Catania	giugno 2017 - marzo 2018
Rosario Pettinato	Tesi di Laurea Magistrale in Scienze Geofisiche	Università di Catania	giugno 2017 - in corso
Andrea Pellerito	Dottorato di Ricerca	Università di Palermo	Novembre 2017, in corso
Viviana Flauto	Tirocinio di Laurea	INGV-PA	maggio-giugno 2017
Rita De Stefano	Laurea specialistica	Università Federico II DiSTAR	2017-
Gianmarco Buono	Dottorato di Ricerca	Università Federico II DiSTAR	2017-2019
Carlo Pelullo	Dottorato di Ricerca	Università Federico II DiSTAR	2018-2020
Ciro Sepe	Dottorato di Ricerca	Università Federico II DiSTAR	2017-2019
Cosimo Rubino	Laurea Specialistica	Palermo	2017
Amorese Michele	attività di tirocinio	Politecnico Milano c/o INGV Milano	20.11.2017- 31.01.2018
Comi Ilaria	attività di tirocinio	Politecnico Milano c/o INGV Milano	20.11.2017- 31.01.2018
Maria Carmela Mingolla	Laurea Specialistica in Fisica	INGV Roma	2015-2016-2017
Luigi Perna	Dottorato di ricerca in Geofisica	INGV Roma	2014-2015-2016-2017
Alessio Pignalberi	Dottorato di ricerca in Geofisica	INGV Roma	2016-2017-2018-2019
M. Berthwell Dubazane	Dottorato di Fisica	Rhodes University (South Africa)	2018
Alessandra Rossetti (Tirocinio)	Master in Giornalismo e comunicazione istituzionale della Scienza	Università di Ferrara	giu-dic 2017
Tinelli Fabrizio (Tirocinio)	CdL in Geologia del Territorio e delle Risorse	Uni Roma3	maggio-giugno 2017
Luca Del Rio	Laurea Magistrale	UNIVERSITÀ DEGLI STUDI "LA SAPIENZA", ROMA	2017-2018
Filippo Zummo	Laurea breve	Università degli Studi di Palermo	2017
Mariano Artale	Laurea breve	Università degli Studi di Palermo	2017
Chiara Alessi	Laurea breve	Università degli Studi di Palermo	2017-2018
Giovanni Bergonzoni	Laurea breve	Università degli Studi di Ferrara	2017-2018
Enza Alberti	Laurea specialistica	Università degli Studi di Palermo	2017-2018
Angelo Battaglia	Dottorato di ricerca XXX ciclo	Università degli Studi di Palermo	2016-2019
Joao Pedro Nogueira lages	Dottorato di ricerca XXXII ciclo	Università degli Studi di Palermo	2017-2020
Andrea Mercurio	Laurea	Università Telematica Internazionale Uninettuno	5/2017 - 10/2017
Hossein Ghobadi	Dottorato	Università del Salento	2017 - 2020
Nathalie Hasselle	PhD	Università di Palermo	2016-2018
Carlotta Monetti	triennale Geologia	BIGEA-Università di Bologna	settembre-ottobre 2017
Damiana Femminella	triennale Geologia	BIGEA-Università di Bologna	luglio 2017
Sorja Gaviano	Laurea Specialistica	Università di Pisa - L.S. Geofisica di esplorazione & applicata	1/10/2017 - 1/7/2018
Margherita Barletta	Laurea Specialistica	Università di Pisa - L.S. Geofisica di esplorazione & applicata	1/10/2016 - 1/7/2018
Matthew Varnam	dottorato	University of Manchester, School of Earth and Environmental Sciences	2017-2020
Ben Esse	dottorato	University of Manchester, School of Earth and Environmental Sciences	2017-2020
Lorena Rabito	laurea triennale	Università di Catania, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e ambientali	febbraio - luglio 2017
Chiara Giustolisi	tirocinio di formazione ed orientamento	Università di Catania, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e ambientali	marzo - giugno 2018
Paola Rapisarda	tirocinio di formazione ed orientamento	Università di Catania, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e ambientali	marzo - giugno 2018
Salvo Russo	tirocinio di formazione ed orientamento	Università di Catania, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e ambientali	marzo - giugno 2018
Pablo Tierz Lopez	Dottorato di Ricerca	INGV Bologna	Esame sostenuto il 23/05/2017
Dario Sabbagh	Dottorato	UNIVERSITA' ROMATRE	2014-2017
Francesco Pintori	Dottorato di Ricerca in Geofisica	Università di Bologna	2016-2018
Ballardini Michela	Laurea breve	Scuola di Scienze Corso di Laurea in Scienze Ambientali dell'Università di Bologna	Marzo-Settembre 2017
Ballardini Michela	Tirocinio curricolare presso INGV Bologna	Corso di Laurea in Scienze Ambientali dell'Università di Bologna	Dicembre 2016-Febbraio 2017
Valenti Jessica	Laurea breve	Scuola di Scienze Corso di Laurea in Scienze Ambientali dell'Università di Bologna	Novembre 2017-Marzo 2018
Cristiani Claudia	Tirocinio curricolare presso INGV Bologna	Corso di Laurea in Scienze Ambientali dell'Università di Bologna	Gennaio 2018-Maggio 2018
Franzosi Federico	Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche	Università Bicocca-Milano	Dicembre 2017-Febbraio 2018

Scarponi Matteo	Tutoraggio studente Phd in Geofisica, I anno	Università di Losanna, Svizzera	Settembre 2017-oggi
Leonardo Vimercati	Tutoraggio e lezioni pratiche studente Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche	Università Bicocca-Milano	Giugno-Luglio 2017
Marco Asnaghi	Tutoraggio e lezioni pratiche studente Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche	Università Bicocca-Milano	Giugno-Luglio 2017
Kevin Delle Piane	Tutoraggio e lezioni pratiche studente Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche	Università Bicocca-Milano	Giugno-Luglio 2017
Andrea Carnevale	Tutoraggio e lezioni pratiche studente Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche	Università Bicocca-Milano	Giugno-Luglio 2017
Stefano Aretusini	PhD	Università di Manchester, Manchester (UK)	2013-2017
Kathryn Haywards	PhD	Australian University (ANU), Canberra (AU)	2017-oggi
Piercarlo Giacomel	PhD	La Sapienza, Università di Roma (IT)	2018-oggi
Pierre-Yves Tournigand	Dottorato di Ricerca	Sapienza Università di Roma	2015-2017
Talia Loemba Bouity	Laurea Magistrale	Sapienza Università di Roma	2017
Riccardo Rossi	Stage per laurea Triennale	Sapienza Università di Roma	2017
Valentina Gambetti	Stage per laurea Triennale	Università di Roma Tre	2017
Carlotta Monetti	Laurea triennale Geologia	Università di Bologna, Dipartimento BiGeA	September-October 2017
Mercurio Claudio	Laurea Magistrale	Università di Palermo	2016-2017
Esposito Raimondo	Laurea Magistrale	Università di Napoli Federico II	2016-2017
Vitale Dario	Laurea Magistrale	Università di Salerno	2016-2017
Bauduin Andrea	Laurea Magistrale	Università di Napoli Federico II	2017-2018
Alessandra Gaspari	Laurea in Scienze Geologiche (triennale)	Università di Bologna	Luglio-Novembre 2017
Mirko Bonazza	Laurea Magistrale in Ingegneria	Università di Ferrara	Marzo-Ottobre 2017
Daniele Ferrantelli	Laurea	Catania	2018
Valeria Cascone	Laurea Magistrale in Geologia di Esplorazione	Sapienza Università	Marzo 2017- Gennaio 2018
Karola Schulz	Master Degree in Geophysics	Potsdam University	Settembre 2017 - Giugno 2018
Emanuele Ruggieri	Tesi di Laurea Magistrale in Geologia degli Idrocarburi	Università degli studi di Perugia	AA 2016/2017
Martina Raggiunti	Tirocinio: Caratterizzazione delle stazioni sismiche del Centro Italia della Rete Sismica Nazionale gestita dall'INGV	Dipartimento DISPUTer dell'Università G. d' Annunzio Chieti-Pescara	Dal 13/11/2017 al 28/02/2018
Nicola Famiglietti	Laurea Triennale	Università Parthenope di Napoli	maggio 2016-ottobre 2016
Marika Beatrice	Laurea Triennale	Università del Sannio	gennaio 2017 - maggio 2017
Marisa Viglioglia	Laurea Triennale	Università Federico II di Napoli	ottobre 2017 - novembre 2018
Adeline Clutier	Master (presso Université Montpellier, Francia)	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia	gennaio 2018 - giugno 2018
Andrea Mercurio	Laurea	Università Telematica Internazionale Uninettuno	5/2017 - 10/2017
Hossein Ghobadi	Dottorato	Università del Salento	2017 - 2020
Alessandro Valentini	Dottorato	Università di Chieti	2016-2018
Simona Miccolis	Tutoraggio didattico propedeutico alla laurea svolto presso INGV L'Aquila	Università di Chieti - INGV L'Aquila	2017-2018
Erika Cipettini	Laurea Magistrale in Scienze Geologiche	Università Roma 3	A partire da luglio 2017; laurea conseguita il 25 ottobre 2017
Camilla Longone	Laurea Magistrale in Scienze Geologiche	Università di Milano	A partire da novembre 2017; laurea da conseguirsi ad aprile 2018
Vittorio Minio	Laurea specialistica	Università di Catania	2017-2018
Arianna Cuius	Laurea specialistica	Università di Catania	2017-2018
Giancarlo Spedalieri	dottorato	Università di Catania	2017-2018

<b>Citazioni eccezionali, premi, riconoscimenti onorari</b>	
<b>Descrizione della citazione, premio, riconoscimento</b>	<b>Data del riconoscimento</b>
Premio Speciale Maratea 2017 per il libro "Terremoto e rischio sismico" di Ciaccio Maria Grazia e Cultrera Giovanna (Collana Fondamenti. Ed. Ediesse, 2014, pp. 210. ISBN: 978-88-230-1803-7)	10-set-17
INVITED TALK: Costa A., Macedonio G., Modelling electric field effects on volcanic ash aggregation, IAVCEI 2017, Portland, USA, 14-18 August 2017.	4-18 August 2017
INVITED TALK: Costa A., Massaro S., Sulpizio R., Evolution of magma feeding system during Plinian eruptions: The example of Pomici di Avellino eruption of Somma–Vesuvius, Italy, Japan Geoscience Union Meeting 2018, Chiba, Japan, 20-24 May 2018.	20-24 May 2018
Eletta vice-chair URSI Commissione G <a href="http://www.ursi.org/commission.php?id=G">http://www.ursi.org/commission.php?id=G</a>	ago-17
Il Laboratorio di Tecnologie (TecnoLab) della Sezione di Catania è un Cuda Research Center di NVIDIA.	dal 2011 ad oggi
Certificate of Outstanding Contribution in Reviewing (Earth and Planetary Science Letters)	marzo 2017
Article highlighted by the AGU (American Geophysical Union) Editors and in AGU blog posts and more. ( <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2017GC006825/full">http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2017GC006825/full</a> ) Editors' Highlight from GCubed ( <a href="http://gcubed.agu.org">http://gcubed.agu.org</a> ) Read highlight ( <a href="http://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/hub/article/10.1002/2017GC006825/editorhighlight">http://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/hub/article/10.1002/2017GC006825/editorhighlight</a> )	Giugno 2017
2017 Sergey Soloviev Medal, European Geosciences Union, "for outstanding scientific contributions in fundamental research that improves our knowledge of basic natural hazards principles".	2017
2017 Honorary Fellow della Geological Society of America. Questo premio è conferito a chi si è distinto in "geoscience investigations, promoting environmental awareness, linking science and society, providing notable service to implementing public policy in natural resource managements, or otherwise making outstanding contributions to science".	2017
Membro del comitato scientifico internazionale VASAG (Volcanic Ash Scientific Advisory Group), WMO-IUGG, in relazione al rischio da cenere vulcanica per il traffico aereo.	2010-in corso
Premio Speciale della Giuria alla XX Edizione del Premio di Letterario "Parco Majella" 2017 con il libro: "Pianeta Terra: una storia non finita", Carlo Doglioni e Silvia Peppoloni. Il Mulino, ISBN 978-88-15-26376-6.	luglio 2017
Inserimento tra le 100 scienziate italiane esperte nel settore STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), nel progetto "100 esperte: donne contro gli stereotipi", finanziato dalla Commissione Europea.	ottobre 2017
"Role Model" del progetto internazionale "Inspiring Girls", per la promozione della leadership al femminile	novembre 2017
Zastrow, M. (2017), Is there a greenhouse effect in the ionosphere, too? Likely not, Eos, 98, <a href="https://doi.org/10.1029/2017EO083969">https://doi.org/10.1029/2017EO083969</a> . Pubblicato il 13 Ottobre 2017. Inserito in JGR Highlights dagli editori del giornale.	2017
Excellent Reviewer - Earth Planets and Space	2017
Excellent Reviewer - JVGR	2017
Alternate Member in the Advisory Board of European Platform of Women Scientists (EPWS)	Settembre 2017-
Vice Presidente Associazione Donne e Scienza	Dicembre 2017-
Marie Skłodowska-Curie Actions Seal of Excellence	March 2018
Medal Award: IMarEST Denny Medal – Journal of Operational Oceanography, the Copernicus team has been awarded the Institute's 2017 Denny Medal (JOO) for the publication entitled 'The Copernicus Marine Environment Monitoring Service Ocean State Report' published in the Journal of Operational Oceanography Vol. 10, Issue 2	07/02/2018 Comunicazione, Friday 16th March 2018 (Celebration)
Certificate of Outstanding Contribution in Reviewing (Journal of Applied Geophysics)	nov- 2017

Incarichi editoriali	
Descrizione dell'incarico o dell'evento	Durata/periodo dell'incarico
Attività di reviewer per le seguenti riviste: *Seismological Research Letters; * Geoscience Letters; *Pure and Applied Geophysics; *Journal of Seismology	Febbraio 2017-Marzo 2018
Membro dell'Editorial Board di Scientific Reports nella categoria Earth and Environmental Sciences	2014-oggi
Membro Editorial Board di "Quaderni di Geofisica INGV, Rapporti tecnici INGV, Miscellanea INGV"	da 2006 ad oggi
Membro Editorial Board di "Frontiers in Earth Science, sezione di Petrologia"	da 2015 ad oggi
Editor in Chief of the scientific journal Annals of Geophysics, INGV	November 2017 - present
Editor of the Special Issue "Stress field control of eruption dynamics" on Frontiers in Earth Science	2015 - 2017
Associate Editor of Scientific Reports (Nature Publishing Group)	2014 -present
Associate Editor of Frontiers in Earth Science (EPFL)	2013 - present
Editor in Chief di 'Quaderni di Geofisica'	anno 2017
Editor in Chief di 'Rapporti Tecnici INGV'	anno 2017
Editor in Chief di 'Miscellanea INGV'	anno 2017
Membro dell'Advisory Board dell'Italian Journal of GeoscienceM	anno 2017
Membro dell'Editorial board di Annals of Geophysics	2017-
Membro dell'Editorial Board della rivista internazionale "Episodes" dello IUGS (International Union of Geological Sciences. (dal 1/01/2017)	a partire da gennaio 2017
Membro del Publication Committee dello IUGS - International Union of Geological Sciences	a partire da settembre 2017
Co-editor del volume: Peppoloni S., Di Capua G., Bobrowsky P.T., Cronin V. (Eds). Geothetics: at the heart of all geosciences. Annals of Geophysics, 2017, Vol 60, Fast Track 7: <a href="http://www.annalsofgeophysics.eu/index.php/annals/issue/view/537">http://www.annalsofgeophysics.eu/index.php/annals/issue/view/537</a>	pubblicato nel settembre 2017
Editorial of the Special Issue on Selected Papers from the 27th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI-2015). International Journal on Artificial Intelligence Tool (IJAIT), 26 (1):1-5. DOI: 10.1142/S0218213017020018, 1702001, <a href="http://www.worldscientific.com/toc/ijait/26/01">http://www.worldscientific.com/toc/ijait/26/01</a>	2018
A. Esposito, A. M. Esposito, L. C. Jain (2017-2018): Book Proposal "Innovations in Big Data Mining and Embedded Knowledge", in Book Series: "Intelligent Systems Reference Library". Springer-Verlag, Germany.	2017-2018
In the Program Committee of 8th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom 2017)	2017
In the Program Committee of the of ICTAI 2017 (IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence 2017)	2017
In the Program Committee of the of ICTAI 2018 (IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence 2018)	2018
Membro dell'Editorial Board of The Scientific World Journal (Hindawi), ( <a href="https://www.hindawi.com/journals/tswj/editors/geology/">https://www.hindawi.com/journals/tswj/editors/geology/</a> )	2015-2018
Membro dell'Editorial Board of Scientific Reports (Springer Nature), ISSN 2045-2322 (online), ( <a href="http://www.nature.com/srep/about/editorial-board#earthenvironment">http://www.nature.com/srep/about/editorial-board#earthenvironment</a> )	2017-2018
Membro dell'editorial board della Rivista "Geofluids" (Hindawi)	dal 2016 ad oggi
Associated Editor rivista ISI "Acta Geophysica"	dal 2012
Editor della rivista Internazionale GEOFLUIDS	Dal 2016
Guest Editor of Speciale Issue JVGR, Title:Volcano-Hydrothermal Systems	2016/2017
Associate Editor of "Applied Geochemistry"	2017-Attuale
Editore dell'Editorial Board che cura le collane editoriali dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Quaderni di Geofisica, Rapporti Tecnici INGV e Miscellanea INGV	2015-Attuale
Editorial Board Member della rivista Scientific Reports	2015-presente
Membro dell'Editorial Board di CLISP (Climate Science and Policy) edito dal Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC)	2009-presente
Journal of Seismology (board member)	2002-presente
Editore Associato di Frontiers in Earth Sciences, specialty Geohazards and Georisks, Nature Publishing Group.	2016-in corso
Guest Editor for Bulletin Earthquake Engineering	1/01/2016-1/06/2017
Special Issues: S2 project: From Seismic Observation to PSHA Validation Vol. 15, N6, June 2017	June 2017
Membro dell' Editorial Board della rivista "Scienze e Ricerche" (2017).	gennaio 2017
Co-editor del volume: Peppoloni S., Di Capua G., Bobrowsky P.T., Cronin V. (Eds). Geothetics: at the heart of all geosciences. Annals of Geophysics, 2017, Vol 60, Fast Track 7: <a href="http://www.annalsofgeophysics.eu/index.php/annals/issue/view/537">http://www.annalsofgeophysics.eu/index.php/annals/issue/view/537</a>	settembre 2017
Membro del Board scientifico di "Geographies of the Anthropocene" book series	novembre 2017
Guest Editor per uno special issue "Studies on Mesosphere, Thermosphere and Ionosphere from Equatorial to Mid Latitudes - Recent Investigations and Improvements - Part 1" della rivista Advances in Space Research	2016 - 2017
Guest Editor per uno special issue "Studies on Mesosphere, Thermosphere and Ionosphere from Equatorial to Mid Latitudes - Recent Investigations and Improvements - Part 2" della rivista Advances in Space Research	2017 - 2018
Guest Editor per la rivista Remote Sensing - numero speciale "Environmental Research with Global Navigation Satellite System (GNSS)"	da gennaio 2018
Editor del Volume Speciale di Annals of Geophysics, n.59, fast track 5 sul Terremoto di Amatrice	settembre 2016- gennaio 2017
Editorial Board di Scientific Reports	dal 2015 - presente
Editor VOLCANICA	gennaio 2018 in avanti
Guest Editor J. African Earth Sciences-Lake Nyos Special Issue	novembre 2017 in avanti
MDPI Geoscience, Special Issue "Volcanic Plumes: Impacts on the Atmosphere and Insights into Volcanic Processes	2017-2018
Associate Editor del Journal of Applied Volcanology	Dal 2013
Associate Editor del Bulletin of Volcanology	Dal 2015
Associate Editor di Statistics in Volcanology	Dal 2013
Editorial Board Annals of Geophysics	2017-present
Editorial board del Clyto online publishing	2017 - oggi
Associated Editor della rivista Bulletin of Volcanology	2012-2017
Associated Editor per il Journal of Geophysical Research	dal 2010
Editor per Geofluids	dal 2016
Guest Editor Natural Hazard and Earth System Science	2017-2018

Organizzazione di conferenze ed eventi	
Descrizione dell'incarico o dell'evento	Durata/periodo dell'evento
Workshop "Blast Induced Liquefaction to Evaluate Pile Behavior and Soil Improvement Techniques", Prof. Kyle M. Rollins, Brigham Young University, Provo, Utah (USA), L'Aquila INGV	15-mag-17
Giornata di studio "Studio dei fenomeni di liquefazione indotti mediante la tecnica del blast test - Risultati dell'attività di ricerca svolta presso il Comune di Mirabello (FE)", Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, Bologna	19-mag-17
7° Incontro Annuale Giovani Ingegneri Geotecnici (IAGIG), AGI, Catania	19-20 Maggio 2017
co-organizzatore del Post-meeting field workshop at Stromboli CoV 2018:	Stromboli island from 8 to 13 September 2018
Small Group Meeting degli stakeholders per SAVEMEDCOASTS (enti, Comuni, altri)	5 aprile 2017, Roma - INGV
CONVENER della sessione "S10 Advances in seismic anisotropy: studies from crust to core" al 36th General Assembly of the European Seismological Commission (ESC) - La Valletta, Malta	2-7 Settembre 2018
EMSO ERIC All Regions Workshop	09-11 ottobre 2017
Workshop IAGA Italia, Roma,	21-22 Febbraio 2018
Convener of IASPEI Symposium S04 – Historical and Macroseismic Studies of Earthquakes, IAG-IASPEI Joint Scientific Assembly, Kobe, Japan	30/07/2017-05/08/2017
TREASURE project (H2020 MSCA ITN) 1st workshop	apr-18
Chairman della sessione EGU 2017 "Hazard monitoring during effusive eruption: data, modelling and uncertainties"	23-28 Aprile 2017
Chairman della sessione COV 2018 "Source term provision and quantification of uncertainty in lava flow modelling"	2-7 Settembre 2018
Membro del Comitato scientifico del Workshop internazionale di Ustica 2017 dal titolo "Explosive eruptions and the Mediterranean Civilizations through prehistory and history".	12-16 settembre 2017
Coordinamento scientifico della mostra INGV per il Festival della Scienza di Genova 2017. Titolo: L'immagine del vulcano, dalle illustrazioni storiche alla grafica computazionale. Comitato scientifico: S. Branca, C. Carmisciano, G. D'Addezio, Mauro De Vito, A. Neri.	26 ottobre – 5 novembre 2017
CONVEENER EGU 2018	9-13 Aprile 2018
co-convener sessione OS4.6 ad EGU2017 (European Geosciences Union General Assembly)	25 aprile 2017
co-convener sessione OS4.5 ad EGU2018 (European Geosciences Union General Assembly)	12-13 aprile 2018
Coordinatrice dello "Scientific Committee" di Cities on Volcanoes 10, Napoli, 2-7 settembre 2018	Napoli, 2-7 settembre 2018. Sessione
Convener della Sessione S.2: "Coordination of Civil Protection and Scientific community: best practices to support the management of volcanic crises and the long-term risk mitigation plans", Cities on Volcanoes 10	Napoli, 2-7 settembre 2018. Sessione
Convener della sessione: S28 Multidisciplinary approach to investigate magma ascent, degassing and eruption. Congresso SIMP-SGI-AIV-SoGel 2017 "Geosciences: a tool in a changing world"	Pisa 3-6 settembre 2017.
COV 2018, Session 1.10: Characterization and analysis of eruptive patterns, Convener: D. Coppola, A. Costa, M. Ripepe, G. Wadge, R. Wright, Cities on Volcanoes 10, Naples, Italy	2-7 September 2018
COV 2018, Session 2.5: Assessing and managing volcanic hazards and risk for critical facilities, Convener: C. Connor, Y. Fukushima, A. Costa, E. Spiller, Cities on Volcanoes 10, Naples, Italy	2-7 September 2018
EGU 2018, Session NH2.1/GI3.21/GMPV6.3: Volcano Records and Quantification of Volcanic Hazards, Convener: J. Selva, Co-Convener: M. Bebbington, H. Odbert, S. Jenkins, S. Biass, J. Lindsay, T. Wang, S. Scollo, S. Takarada, A. Costa, L. Sandri, EGU General Assembly 2017, Vienna, Austria	8-13 April 2018
SIF 2017, Session on "Vulcanologia Fisica", Convener: A. Costa, 103o Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica, Trento, Italy	11-15 September 2017
IAVCEI 2017, Session V.6: Volcanic ash and gas: Generation, transport and impacts on infrastructure, aviation, and climate, Convener: M. Poret, A. Schmidt, V. Cigala, A. Robok, I. Tarasenko, T. Mather, A. Costa, IAVCEI Scientific Assembly 2017, Portland, USA	14-18 August 2017
IAVCEI 2017, Session III.8 Combining geological data and numerical simulations for understanding the eruption dynamics and depositional processes, Convener: S. Massaro, R. Sulpizio, A. Costa, D. Doronzo, P. Tizzani, L. D' Auria, S. Pepi, B. Massa, IAVCEI Scientific Assembly 2017, Portland, USA	14-18 August 2017
EGU 2017, Session NH2.1: Volcano Records and Quantification of Volcanic Hazards, Convener: J. Selva, Co-Convener: M. Bebbington, H. Odbert, S. Jenkins, S. Biass, J. Lindsay, T. Wang, S. Scollo, S. Takarada, A. Costa, L. Sandri, EGU General Assembly 2017, Vienna, Austria	23-28 April 2017
Organizer of the DCO Workshop on Continuity of DCO databases, instrumentation, research consortia, and resources beyond 2020 in Florence, Italy	19-20 April 2017
AGU 2107 Fall Meeting - Primary Convener Session G51	10-14/12/2017
Scuola "The Polar Upper Atmosphere: from science to operational issues"	5 giorni/17-21 Settembre 2018
IAVCEI Scientific Assembly, Portland, USA. Convener della sessione "Investigating conduit processes and eruption dynamics by integrating experiments, numerical modelling, observations, and sample analysis".	2017
IAVCEI Scientific Assembly, Portland, USA. Organizzatore dell'workshop "Numerical Modeling with OpenFOAM for Volcanological Applications"	2017
EGU General Assembly, Vienna, Austria. Convener della sessione "Magma ascent, degassing and eruptive dynamics"	2017
Membro del comitato scientifico del 12° International Symposium on Numerical Analysis of Fluid Flows, Heat and Mass Transfer - Numerical Fluids 2017, Thessaloniki, Greece	2017
EGU General Assembly, Vienna, Austria. Convener della sessione "Magma ascent, degassing and eruptive dynamics"	2018
Membro comitato Organizzatore del Convegno Congiunto SIMP-SGI-AIV-SoGel "Geosciences: a tool in a changing world"	Pisa, 3-6 Settembre 2017
Organizzatore del Workshop "Uncertainty Quantification in Lava Flow Hazard Modeling and Real-Time Source Term Provision" finanziato da MeMoVolc network della European Science Foundation (ESF)	dal 20 al 24 Febbraio 2017
CONVEENER AGU FALL MEETING, New Orleans (USA)	dic-17
Componente del Comitato Organizzatore dell'International Field Trip on "FROM 1997 TO 2016: THREE DESTRUCTIVE EARTHQUAKES ALONG THE CENTRAL APENNINE FAULT SYSTEM, ITALY", ( <a href="http://convegni.unicam.it/TDEq_centralItaly">http://convegni.unicam.it/TDEq_centralItaly</a> )	
PANGEO II- (Brasile) - Comitato Scientifico e keynote speaker	1 settimana/20-24 Novembre 2017
EGU- (Vienna) - Presidente Divisione EMRP	1 settimana/24-27 Aprile 2017
EGU- (Vienna) - Convener Sessione	1 giorno/24 Aprile 2017
Convener della Sessione di Geotetica al congresso EGU (Vienna 2017)	aprile 2017
Convener della Sessione di Geotetica al congresso EGU (Vienna 2018)	aprile 2018
Co-convener di tre sessioni di geotetica al congresso RFG 2018 - Resource for Future Generations (Vancouver 2018).	giugno 2018

Co-chairs (A. Esposito, A.M. Esposito (INGV, Italy), M. Koutsombogera (TCD, Ireland), and Vogel C. (TCD, Ireland)) of the Special Track on Linguistic and Behavioural Interaction Analysis, held inside the 8th IEEE International Conference on Cognitive Info Communication, Debrecen, Hungary, <a href="http://www.coginfocom.hu/conference/CogInfoCom17/tracks.html">http://www.coginfocom.hu/conference/CogInfoCom17/tracks.html</a> .	11-14/09/2017
Co-Chairs (A. Esposito, Antonietta M. Esposito, Sara Invitto, Nadia Mammone, Gennaro Cordasco, Mauro Maldonato, Francesco Carlo Morabito) of the Special Session on "Dynamics of Signal Exchanges" held inside the 27th Italian Workshop on Neural Networks WIRN 2017 <a href="https://wirn2017.polito.it/">https://wirn2017.polito.it/</a>	14-16/06/2017
CO-CHAIRS (A. Esposito, A. M. Esposito, G. Cordasco, M. Maldonato, C. Vogel) of the Special Session "Dynamics of Signal Exchanges" of the 28th Italian Workshop on Neural Networks WIRN 2018 (June 13-15, 2018, Vietri sul Mare, Salerno, Italy).	13-15/06/2018
CONVENERS (P. Cusano, A. Esposito, M. Falanga, D. Galluzzo, S. Petrosino, L. Zuccarello) of the Session S1.11 "Understanding volcanic processes through geophysical and volcanological data investigations", Symposium I "Multi-disciplinary approaches to improve the understanding of volcano dynamics and hazards", Topic: Time and length scale of precursors and unrest phases", in the 10th International Conference "Cities on Volcanoes 10 (COV10)", September 2-7, 2018 Naples, Italy. <a href="https://www.citiesonvolcanoes10.com/s1-11/">https://www.citiesonvolcanoes10.com/s1-11/</a>	2-7/09/2018
Organizzatore sessione Convegno AIQUA: Il Quaternario: Passato, Presente, Futuro : 40 anni di Quaternario in Italia in una prospettiva alpino-mediterranea.	13/06/2018 - 14/06/2018
Nella manifestazione nazionale italiana "Settimana del Pianeta Terra", la sottoscritta organizza e coordina l'evento "Dentro il terremoto: percorso "animato" in Realtà Aumentata per la conoscenza e la riduzione dei danni non strutturali". Si tratta di un geoevento tenutosi il 21 ottobre 2017 all'Osservatorio Etno dell'INGV di Catania, realizzato con il supporto del progetto europeo KnowRISK. Un percorso aperto a scuole e pubblico, con speciali stand animati da suoni, immagini e video per discutere dei terremoti e illustrare i rischi dei danni non-strutturali causati da terremoti.	21-ott-17
Organizzazione e chair della sessione "Remote detection, observation and tracking of effusive events" nel Workshop "Uncertainty Quantification in Lava Flow Hazard Modeling and Real-Time Source Term Provision", Catania.	dal 21/02/2017 al 24/02/2017
Organizzazione della sessione EGU 2017 "Hazard monitoring during effusive eruption: data, modelling and uncertainties", Vienna, Austria	apr-17
Organizzazione della sessione Cov10 Session S1.6 "Source term provision and quantification of uncertainty in lava flow modelling", Napoli	set-18
Organizzatore sessione EGU 2018 "The 2016-2017 Central Italy seismic sequence: understanding earthquake faulting processes from Geodetic, Geological and Seismological data"	12/04/2018 - 13/04/2018
membro dell'organizing committee per il "4.2 ka BP event international workshop"	Pisa 10-12 Gennaio 2018
Organizzazione della partecipazione dell'INGV all'evento Street Science dell'Università degli studi dell'Aquila	29-set-17
Convener sessione S1.7 Impacts of volcanic emissions and gas blowouts on the surrounding environments: understanding the processes to constrain the hazards	2-7 Settembre 2018
Festival della Scienza di Genova 2017. Organizzazione e realizzazione del laboratorio scientifico collegato alla conferenza "Gli alieni sono già tra noi! Dove? In mare!" e partecipazione al Gruppo di Lavoro Scientifico per la realizzazione della Mostra "L'immagine del Vulcano - Dalle illustrazioni storiche alla grafica computazionale".	26 ottobre - 5 novembre 2017
XXX Trofeo Mariperman. Organizzazione, allestimento e realizzazione del laboratorio ludico didattico (MEMORY e Gioco del Polpo) e seminario sull'Oceanografia Storica. Luogo: Le Grazie (SP).	8-11 giugno 2017
Partecipazione all'Organizzazione del World Oceans Day, in collaborazione con Ocean Literacy Italia, attraverso l'organizzazione di un laboratorio didattico. Luogo: Le Grazie (SP).	8-giu-17
Progetto Ambiente - Un mare di scienza. Collaborazione con LABTER (comune della Spezia) per la realizzazione di incontri di divulgazione scientifica per le scuole (realizzati nella sede INGV di Porto Venere).	7-apr-17
XXXI Trofeo Mariperman. Organizzazione, allestimento e realizzazione del laboratorio ludico didattico (MAREOPOLI) e seminario sull'Oceanografia Storica. Luogo: La Spezia	21-23 settembre 2018
Sea Future 2018 (Exhibition & Business Convention). Allestimento di uno spazio espositivo per INGV.	23-25 maggio 2018
Organizzazione dell'evento di presentazione del volume "Storia dell'Oceanografia dalle origini alla fine del Settecento". Luogo: da definirsi, alla Spezia.	mag-18
Organizzazione ORFEUS annual Observatory meeting (membro comitato scientifico)	25-27 Ottobre 2017
ORFEUS annual meetings	every year since 2014
Direttore Third TIDES Advanced Training School: Seismic tomography – theory, inversion and uncertainties	Oxford, UK, 10-14 July 2017
Direttore Fourth TIDES Advanced Training School: Seismic monitoring of changes in natural and anthropogenic environments	Prague, CK, 2-6 July 2018
Third Annual Hyperspectral Imaging Conference	15 – 16 May 2012, Rome, Italy
Membro del Comitato Organizzatore della Conferenza internazionale "Cities on Volcanoes", COV10, IAVCEI, Napoli 2018.	2017-2018
Co-Convenor - ESC2018 - S01 Marco Mucciarelli Memorial Session: Bringing Scientists and Engineers from Around the World Together to Reduce the Impact of Future Earthquakes	12/2017 - 9/2018
Co-Convenor - GNGTS2017: Sessione 2.2: Metodi e problemi di microzonazione sismica	nov-17
Organizzazione Giornate di studio su Stromboli	27-28 marzo 2018
Organizzazione Sessione Vulcanologia P24 presso Congresso SGI-SIMP	12-14 settembre 2018
Etna International Training school of geochemistry, Science meets practice	24-29/7/2017
Convener della Sessione di Geoetica al congresso EGU (Vienna 2017)	aprile 2017
Convener della Sessione di Geoetica al congresso EGU (Vienna 2018)	aprile 2018
Convener del Townhall meeting "Seeking Engagement and Input on Harassment and Workplace Climate Issues within the Geoscience Community", al congresso EGU (Vienna 2018)	aprile 2018
Co-convenor di tre sessioni di geoetica al congresso RFG 2018 - Resource for Future Generations (Vancouver 2018).	giugno 2018
Convegno Nazionale IAGA	21-22 febbraio 2018
Scientific Organizing Committee della sessione COSPAR-18-C1.1: RECENT ADVANCES IN EQUATORIAL, LOW- AND MID-LATITUDE MESOSPHERE, THERMOSPHERE AND IONOSPHERE STUDIES della Cospar Scientific Assembly 2018	14-22 luglio 2018
Referente INGV-BO Progetto Cifalps2	giugno 2017-dicembre 2019
Co-organizzatore workshop "SPACE WEATHER AS A GLOBAL CHALLENGE"	Embassy of Italy, Washington D.C. May 18, 2017
Escursione didattica Vulcano-Stromboli-Etna	aprile 2017
CVL10-New Zealand, 2019. Organizzazione e comunicazione	dal 2017 fino a marzo 2019
Monticchio summer meeting	giugno 2018
Vulcano summer school	giugno 2018

Membro del comitato organizzatore del Convegno "Questione di genere: le parole della scienza" Roma, Sala Giacomello del CNR, P.le Aldo Moro 7	30 novembre - 1 dicembre 2017
Cities on volcanoes 10, Convenor S1.33 Volcanic Degassing: Insights into Volcanic Processes, Impacts and Hazard,	2 - 7 September 2018
Etna International Training School of Geochemistry, 2016. Science meets Practice, INGV OE- Nicolosi	1-6 agosto 2018
WMO -World Meteorological Organization workshop, INGV-OE Catania	8-12 October 2018
CHAIRMAN CONVEGNO: PAESAGGI DOMESTICI Sessione: Ricostruire il paesaggio (Pompei)	27-28 Aprile 2017
CONVEENER EGU 2018: Session EOS8	9-13 Aprile 2018
CONVEENER 36th European Seismological Commission 2018: Session S13	2-7 settembre 2018
CO-CONVEENER EGU 2018	9-13 Aprile 2018
Co-convenor della sessione Session G3.6/SM2.20	8-13 Aprile 2018
Co-convenor della sessione TS5.4/SM1.06	8-13 Aprile 2018
Co-Convenor at EGU General Assembly 2018, Session ESS1.1 Informatics in Oceanography and Ocean Science	apr-18
Membro dell'International Steering Committee di International Conference on Marine Data and Information Systems (IMDIS) 2018, <a href="https://imdis.seadatanet.org/Conference-Information/Committees">https://imdis.seadatanet.org/Conference-Information/Committees</a>	5-7 Novembre 2018
Co-Convenor EGU 2018	9-13 Aprile 2018
Co-Convenor EGU 2017	23-28 Aprile 2017
Convenor della sessione "Visualization Tools And Image Processing In Volcanology", IAVCEI Scientific Assembly	ago-17
Member of Organizing Committee of Etna International Training School of Geochemistry, 2018. Science meets practice	24 July-28 July 2017
Member of Organizing Committee of Third DCO Early Career Scientist Workshop to Study Mt. Etna	28 August-2 September 2017
Member of Organizing Committee of Etna International Training School of Geochemistry, 2019. Science meets practice	30 July-4 August of 2018
Science Invaders: I ricercatori invadono il MAMbo, evento pubblico	24 settembre 2017
Convenor della sessione S13 al 36th General Assembly of the European Seismological Commission (ESC), Malta 2018	2-7 settembre 2018
Co-organizzatore workshop "SPACE WEATHER AS A GLOBAL CHALLENGE"	Embassy of Italy, Washington D.C. May 18, 2017
Workshop del gruppo Fault2SHA a Barcelonnette (FR). Fault2SHA è un European Working Group riconosciuto dall'ESC	2-4 maggio 2017
Co-convenor sessione EMRP3.2/CL5.24 Environmental Magnetism	Convegno EGU 2018 (aprile 2018)
Convenor Cities Of Volcanoes (COV10) - S1.10 (understanding volcanic processes through geophysical and volcanological data investigations)	2-7 settembre, 2018
Convenor Cities Of Volcanoes (COV10) - S1.40 (Advanced Processing Techniques for Geophysical Signals Recorded at Active Volcanoes)	2-7 settembre, 2018
Global Tsunami Model Splinter meeting durante EGU General Assembly 2017	25 Aprile 2017
Co-Convenor Sessione "Tsunami" EGU General Assembly 2017	27 Aprile 2017
TSUMAPS-NEAM Final Project Meeting	11-12 Settembre 2017
IOC UNESCO Information Meeting on NEAMTWS: Reducing Tsunami Risk through Early Warning System, Preparedness and Awareness	13-14 Settembre 2017
Co-Convenor Sessione "Tsunami" EGU General Assembly 2018	9 Aprile 2018
Co-Convenor Sessione "Understanding large subduction earthquakes by integrating geological and geophysical observations, laboratory results, and numerical modeling" EGU General Assembly 2017	27 Aprile 2017
Convenor Sessione "Subduction interface properties and large subduction earthquakes: integrating geological and geophysical observations, laboratory results, and numerical modeling" EGU General Assembly 2018	9 Aprile 2018

Coordinamento di grandi progetti o di grandi attività di ricerca/tecnologiche (nazionali e internazionali)	
Descrizione del coordinamento	Durata/periodo del coordinamento
Coordinamento delle Unità Operative e delle Unità di Supporto agli affidatari degli studi di Microzonazione Sismica Emergenza Sisma 2016-2017, in qualità di Membro della Struttura di Coordinamento del Centro per la Microzonazione Sismica e le sue applicazioni (Ordinanza n. 24 del 12 maggio 2017 della Presidenza del Consiglio dei Ministri "Assegnazione dei finanziamenti per gli studi di microzonazione sismica di III livello ai Comuni interessati dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016 e proroga di termini di cui all'ordinanza n. 13 del 9 gennaio 2017")	maggio 2017-presente
Responsabilità dell'Unità di Ricerca "Sismologia applicata all'ingegneria per la ricostruzione e la mitigazione del rischio" nell'ambito del progetto INGV-Regione Abruzzo "L.R. Abruzzo n.37/2016 - Indagini di geologia, sismologia e geodesia per la mitigazione del rischio sismico"	gennaio-dicembre 2017
Responsabilità di progetto scientifico come Coordinatore del Task 3 "Reinterpretation of in situ test results within the framework of novel approaches" per il progetto "Liquefaction assessment protocols to Protect critical infrastructures against earthquake damage (LIQ2PROEARTH)" (importo totale finanziamento: €198.048,00; riferimento progetto: PTDC/ECM-GEO/1780/2014) - Principal Investigator Prof. Antonio Viana da Fonseca (Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal) - Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) - Ministry for Education and Science	gennaio-dicembre 2017
Responsabile scientifico del progetto SEW - Save the Etna World (Bando Ambiente 2015)	2017-2019
Responsabile scientifico del progetto premiale: Ash-RESILIENCE: A research infrastructure for volcanic ash hazard assessment to aviation and communities living near Italian active volcanoes	2018-2019
Coordinatore del progetto europeo SAVEMEDCOASTS. Finanziato da DG-ECHO	tutto il 2017
Responsabile INGV nel WP10 "GNSS Data and Data Products" di EPOS-IP	2015-oggi
Progetto finanziato dalla European Commission, Humanitarian Aid & Civil Protection: Probabilistic Tsunami Hazard Maps for the NEAM Region (TSUMAPS-NEAM), codice ECHO/SUB/2015/718568/PREV26	01/01/2016 - 30/09/2017 (durata del progetto)
Progetto Premiale 2014: Faglie Sismogeniche e Tsunamigeniche nei Mari Italiani (FASTMIT)	2017-2018
Referente tecnico-scientifico dell'INGV del programma di partecipazione dell'Italia all'infrastruttura di ricerca pan-europea EMSO ERIC di ESFR1	dal 01 gennaio 2016
Coordinamento tecnico-scientifico del progetto GPUSPH ( <a href="http://www.gpusph.org">http://www.gpusph.org</a> )	da novembre 2008
Coordinamento Museo di Dronia	Inaugurazione 16 ottobre 2017
Progetto EUROVOLC: Leader del Task 6.1 del WP6, attività NA3.1 - Networking volcano geophysical and geochemical observations of sub-surface processes	2018-2021
Progetto EUROVOLC: Leader del Task 15.2 del WP15, attività TA4 - Access to Research institutions	2018-2021
Scientific Responsible for INGV of the WP8: Characterization of grain-size parameters, determination of mass eruption rate and assimilation of geophysical data to initialize Volcanic Ash Transport and Dispersal Models (VATDMs) of the EU Research Project European Network of Observatories and Research Infrastructures for Volcanology - EUROVOLC (Grant agreement no. 731070), INGV Bologna, Italy	1 February 2018 – 31 January 2021
Scientific Coordinator of the INGV Research Project Premiale funded by the Italian Ministry of Education and University (MIUR) Ash-RESILIENCE: A research infrastructure for volcanic ash hazard assessment to aviation and communities living near Italian active volcanoes	1 March 2018 -29 February 2020
Scientific Responsible of the Italian Civil Protection Department - INGV Research Project "OBIETTIVO 4 – Task 1: Mappe di pericolosità probabilistiche per flussi di fango al Vesuvio e Campi Flegrei", Coordinators: A. Costa e M. Di Vito, INGV, Italy	2018
Member of the Scientific Committee of Cities on Volcanoes 10 to be held in Naples, Italy	2017-2018
Member of the Italian Civil Protection Department - INGV Working Group "Vesuvio e Campi Flegrei: individuazione degli elementi utili per l'aggiornamento dei livelli di allerta del Vesuvio e dei Campi Flegrei, con riferimento ai parametri del monitoraggio e alle fenomenologie attese"	2017-2018
Scientific Responsible of the Italian Civil Protection Department - INGV Research Project "OBIETTIVO 4 – Task 1: Vesuvio e Campi Flegrei: scenari di pericolosità per fenomeni sin-eruttivi e immediatamente post-eruttivi di alluvionamento e flussi di fango (zona blu) sulla base di dati ed evidenze di terreno e simulazioni numeriche", INGV Bologna, Italy	2017
Member of the Deep Carbon Observatory (DCO) Task Force 2020 for determining the future of DCO beyond the end of the decadal program and secure DCO's legacies	2016-2018
PI-INGV progetto IPS	24 mesi/da Febbraio 2016, chiusura prevista Ottobre 2018
PI-INGV progetto TREASURE	48 mesi/Gennaio 2017-Dicembre 2020
Responsabile scientifico Progetto e-SAFE (fondi ESA)	12 mesi/ Dicembre 2017-Dicembre 2018
Responsabile scientifico Progetto TEMPO (fondi ESA)	24 mesi/ Sett. 2016-sett. 2018
Responsabile scientifico INGV Progetto Limadou-Scienza (fondi ASI)	36 mesi/Nov. 2016- Nov. 2019
Leader del Task Group "Ethics Guidelines for RIs" del Progetto Europeo ENVRI PLUS (2015-2019): ENvironmental Research Infrastructures Providing shared soLutions for science and Society.	maggio 2015- aprile 2019
Membro dell'International Advisory Board del Progetto europeo INTERMIN - International Network of Raw Materials Training Centres	dal 1 febbraio 2018 al 31 gennaio 2021
Membro dell'International Advisory Board del Progetto europeo SMART Exploration - Sustainable mineral Resources by utilizing new exploration technologies	dal 1 dicembre 2017 al 30 novembre 2020
Coordinamento di una Unità di Ricerca nell'ambito del progetto Europeo KnowRISK (Know your city, Reduce seiSmic risk through non-structural elements) (Co-financed by European Commission's Humanitarian Aid and Civil Protection Grant agreement ECHO/SUB/2015/718655/PREV28)	Da Gennaio 2016 a Marzo 2018
Co-chair di WOVO (Word Organization of Volcano Observatories); ( <a href="http://www.wovo.org/contacts/">http://www.wovo.org/contacts/</a> )	2015-2018
Progetto SMART CONCRETE	2013-2018
Accordo Quadro Collaborazione scientifica SGC Colombia_INGV Italia	2018_2022
Accordo Specifico Collaborazione scientifica SGC Colombia_INGV Italia	2018
Coordinamento dell'allestimento e dell'inaugurazione del Museo Geofisico di Dronia; formazione del personale per le visite guidate	settembre-ottobre 2017
Membro della Comunità Scientifica del Virunga Superiste	2017-Attuale
Leader dell'unità di ricerca geochimica RU4 in antartide inerente al progetto: ICEVOLC Project - Multiparametric Experiment at antarctica VOLCanoes: data from volcano and cryosphere-ocean-atmosphere.dynamics. Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA) <a href="https://www.icevolc-project.com/">https://www.icevolc-project.com/</a>	2016 - 2019
P.I. ENVRIPLUS 2017-18 progetto: Natural Impact of passive and active volcanic CO2 degassing activity on the atmosphere	2017-2018
ARISTOTLE	2016-2018
Presidente ORFEUS Executive Committee	2008-
Chairman, COST Action TIDES <a href="http://tides-cost.eu">http://tides-cost.eu</a>	3/11/2014 – 2/11/2018
PON 012710 MASSIMO: responsabile dei rapporti istruttori	2012-2020
Vice-Chair e principale co-proponente della Research Network MEMOVOLC "Measuring and Modelling of Volcanic Eruption Dynamics", European Science Foundation.	2011-2017
Vice-Chair e rappresentante italiano della COST Action EJM "Expert judgment network: bridging the gap between scientific uncertainty and evidence-based decision making" EU-FP7.	2013-2017
Co-coordinamento ConvenzioneINGV-DPC Allegato B2 - Obiettivo 1 - Task B "Caratterizzazione stazioni accelerometriche"	2017 - 2018
Leader del Work Package "Ethical Issue and societal issues" del Progetto Europeo ENVRI PLUS (2015-2019): ENvironmental Research Infrastructures Providing shared soLutions for science and Society.	maggio 2015- aprile 2019
Leader del Task Group "State of art/reconnaissance of ethical issues" del Progetto Europeo ENVRI PLUS (2015-2019): ENvironmental Research Infrastructures Providing shared soLutions for science and Society.	maggio 2015- aprile 2019
Coordinatore WP11 - Volcano Observations del progetto H2020 EPOS-IP	2015-2019

Coordinatore delle attività TA/VA del progetto H2020 INFRAIA EUROVOLC Coordinatore WP3 - Training, Dissemination and Outreach del progetto H2020 INFRAIA EUROVOLC	2018-2021
Point of Contact (PoC) del "Mt. Etna Supersite" (contributo alla GEO-GSNL Initiative)	2016-2018
Coordinatore del Progetto PNRA "Upper atmosphere observations and Space Weather"	2016-2020
CALAPA FISR-INGV	2018
Coordinamento della iniziativa GEO-Geohazard Supersites and Natural Laboratories, una partnership tra agenzie spaziali globali (riunite nel CEOS), 8 grandi istituti di ricerca e monitoraggio geofisico di vari paesi, e oltre 140 ricercatori nel mondo.	Dal luglio 2014 all'attuale
Work Package Leader del WP12 del progetto H2020 "EUROVOLC"	01/02/2018-31/1/2021
Progetto SeaDataCloud-Further developing the pan-European infrastructure for marine and ocean data management (H2020-INFRAIA-2016-1)	Novembre 2016-Ottobre 2020
ERC- NOFEAR	2018 - 2020
Coordinatore per l'INGV del progetto IBISCO (Ionospheric environment characterization for Biomass Calibration over South East Asia)	2016-2017
accordo quadro DPC-INGV Centro di Pericolosità Vulcanica, Task B, co-responsabile di Task (prot. 0013043 del 31/10/2016).	2016-2017
2017: EUROPLANET2020 Research Infrastructure H2020-INFRAIA-2014-2015 G.A: 654208, Proposal grant n. 10341: 'High-Speed Imaging Of Gas-Particle And Particle-Particle Interactions In Lab-Sized Volcanic Jets/plumes'	2017
Coordinatore del Progetto PNRA "Upper atmosphere observations and Space Weather"	2016-2020
Principal Investigator del Progetto VOLCANOWAVES European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No 798480: State of unrest of active VOLCANOes through advanced seismic WAVES analysis - An application to eruption forecast modelling	2018-2020

Indicazione del soggiorno estero		
Indicazione struttura ospitante	Descrizione motivazione del soggiorno estero	Durata del soggiorno estero (da - a)
Céline Beauval, ISTerre, Université Grenoble Alpes, Grenoble, Francia	*Collaborazione su catalogo pre-strumentale per il Libano. *Seminario dal titolo "Earthquakes between 1350 and 1670 in southern Dalmatia and Montenegro"	20/02/2017 - 23/02/2017
Tohoku University, Sendai (Giappone)	Il soggiorno è finalizzato ad attività di ricerca per la determinazione dei parametri ipocentrali dei terremoti off-shore mediante l'uso delle fasi convertite pP e sP	15-30 Agosto
MASSEY UNIVERSITY	VISITING SCIENTIST PRESSO VOLCANIC RISK SOLUTIONS, HOST PROFESSOR: GERT LUBE	27 GENNAIO 2018 - 3 APRILE 2018
University of Nariño, San Juan de Pasto, Colombia	Research visit	September - October 2017
ISTerre, Grenoble	Soggiorno Scientifico come Professore Invitato	15/05/2018-15/07/2018
Arizona State University	Collaborazione per modellistica condotto vulcanico e simulazioni eruzioni basaltiche	Febbraio/Marzo 2018
Aarhus University Department of Physics and Astronomy	Attività di ricerca e simulazioni in laboratorio presso Wind Tunnel Facility	05/03/2018-09/03/2018
Aarhus University Department of Physics and Astronomy	Attività di ricerca e simulazioni in laboratorio presso Wind Tunnel Facility	20/03/2017-24/03/2017
California Institute of Technology, Seismological Laboratory, Pasadena California	Studio della struttura sismica della zona di subduzione in Italia meridionale	da 20/06/2017 a 11/08/2017
Institute of Statistical Mathematics	Development of Earthquake probability forecasting model for Italy region	Dal 19 Febbraio al 3 Marzo 2018
CICESE ( Centro de Investigacion Científica y de Educacion Superior Ensenada) Baja California	Seminario Scientifico su "Geochimica dei Fluidi in aree Geotermiche"	9/1/2017
Instituto di Geofisica UNAM, Città del Messico, Messico	Seminario Scientifico su "Indagini geochimiche in aree Geotermiche"	8/1/2017
Observatoire Volcanologique du Piton de la Fournaise (OVPF) e Maïdo Observatory, La Reunion (Francia)	ENVRIPLUS 2017-18 progetto: Natural Impact of passive and active volcanic CO2 degassing activity on the atmosphere	1-15 settembre 2017
University of Strasbourg (EOST)	collaborazione ricerca	agosto 2009
NEIC/USGS	visita ad invito	agosto 2010
University of Strasbourg (EOST)	collaborazione ricerca	agosto 2011
Working group Technologies Applied to Cultural and Natural Heritage (TACNH) Co-chair within the activities of 11th U.S.-Italy Joint Commission Meeting on Science and Technology Cooperation	working group	dal 2016
Nell' ambito dell'accordo di cooperazione INGV-IZMIRAN(PROT.N.0014413) /trasferita a Mosca presso IZMIRAN dal 09/01/17 al 15/01/17: dal 05/02/18 al 13/02/18	accordo di cooperazione	dal 09/01/17 al 15/01/17: dal 05/02/18 al 13/02/18
Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'università Do Vale Do Paraiba di Sao Jose dos Campos, Brasile	collaborazione scientifica e seminari in ambito dottorato	14-24 marzo 2017
Hawaiian Volcano Observatory - USGS (USA)	Studio delle dinamiche del lago di lava Halemaumau (Big Island, Hawaii) in collaborazione con USGS e Univ. of Hawaii at Manoa	2 settimane (3-16 febbraio)
GNS Science (NZ)	Realizzazione di una campagna di geofisica a White Island (Bay of Plenty) in collaborazione con Univ. Savoie Mont Blanc - ISTERRE e GNS	2 settimane (aprile)
Univ. de La Reunion - IPGP (FRA)	Invited researcher	1 mese (1-30 giugno)
Universität Wien, Department für Lithosphärenforschung	Mobilità all'estero nell'ambito del dottorato di ricerca	25/10/2017-25/11/2017
Hanoi University of Science and Technology	Collaborazione scientifica e realizzazione di una campagna di misura GNSS	10-22 Ottobre 2017
Nazioni Unite, sede di Vienna	Partecipazione in qualità di rappresentante nazionale per lo Space Weather alla "Committee on the Peaceful Uses of Outer Space"	30/1/2017 - 5/2/2017
Nazioni Unite, sede di Vienna	Partecipazione in qualità di rappresentante nazionale per lo Space Weather alla "Committee on the Peaceful Uses of Outer Space"	29/1/2018 - 2/2/2018
Emergency Mapping Service Copernicus della EC	Partecipazione al Working Group on Disasters del CEOS	dal 13 al 15 marzo 2018
INGEMMET - Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú	Meeting con i presidenti di INGEMMET, IGP-Instituto Geofísico del Perú e INIGEM - Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña, per definire la creazione di un Supersite multihazard in Perú	il 9 marzo 2018
Servicio Geológico Colombiano - Pasto, Colombia	Meeting con il direttore dell'Osservatorio del vulcano Galeras, per definire la creazione di un Supersite in Colombia. Training di ricercatori di vari paesi latinoamericani su tecniche di analisi InSAR e piattaforma di calcolo per i Supersites	il 7 marzo 2018
IGEPN - Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador	Meeting con il direttore e il Coordinatore del Supersite Ecuador per la valutazione dell'andamento del Supersite	il 5 marzo 2018
UP NOAA Center, Manila, Filippine	Meeting con il direttore del Centro NOAA per definire la creazione di un Supersite nelle Filippine	9 e 10 febbraio 2018
Taal Volcano Observatory, Taygatay Filippine	Meeting con il personale dell'istituto PHIVOLCS per definire la creazione di un Supersite nelle Filippine	il 7 febbraio 2018
Nazioni Unite HQ in Ginevra	Partecipazione all'Expert Meeting on the Global Risk Assessment Framework in support of the implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction and the Agenda 2030 for Sustainable Development	20 e 21 novembre 2017
Reagan Center, Washington USA	Assemblea Plenaria del Group on Earth Observations - GEO e partecipazione a vari meetings e presentazioni delle attività dell'iniziativa Geohazard Supersites	dal 23 al 27 ottobre 2017
University of Iceland e Iceland Meteorological Office	Meeting per discutere aspetti di funzionamento del Supersite Islanda	11 e 12 ottobre 2017
Buenos Aires, Argentina	Partecipazione ad incontri bi- e multi-laterali sull'iniziativa Supersites con: Osservatorio vulcanologico dell'Argentina, Osservatorio vulcanologico delle Ande del Sud (Chile), NASA, CONAE, nell'ambito del CEOS WG on Disasters, tenutosi durante il workshop: Strengthening Disaster Risk Reduction across the Americas	5,6,7 settembre 2017
Atene, Grecia	Meeting con la comunità del Supersite Enceladus (Gulf of Corinth and Ionian Islands)	20 e 21 febbraio 2017
PIERRE AND MARIE CURIE UNIVERSITY	VISITING SCIENTIST AT ISTEP (Institut des Sciences de la Terre de Paris)	MAGGIO 2018
Centro Excelencia Geotermia de los Andes (CEGA) Departamento Geologia Universidad de Chile	Mobilità Chile Geothermal Energy	10 giorni/anno 2018-2019-2020
Hanoi University of Science and Technology	Collaborazione scientifica e realizzazione di una campagna di misura GNSS	10-22 Ottobre 2017
Hanoi University of Science and Technology	Collaborazione scientifica e realizzazione di una campagna di misura GNSS	10-22 Ottobre 2017
Nazioni Unite, sede di Vienna	Partecipazione in qualità di rappresentante nazionale per lo Space Weather alla "Committee on the Peaceful Uses of Outer Space"	30/1/2017 - 5/2/2017
Nazioni Unite, sede di Vienna	Partecipazione in qualità di rappresentante nazionale per lo Space Weather alla "Committee on the Peaceful Uses of Outer Space"	29/1/2018 - 2/2/2018
Università di Granada	Progetto e collaborazione scientifiche progetto KNOWAVES	maggio e luglio 2017

<b>Indicazioni relative al guest scientist</b>	<b>Indicazione della Università/Istituzione di provenienza del guest scientist</b>	<b>Descrizione del progetto o della ricerca</b>	<b>Durata del soggiorno estero (da - a)</b>
Cedric Twardzik	Université de Nice – Sophia Antipolis	ANR E-POST: studio dell'early afterslip	Dal 6 al 10 Marzo 2017
Jerome Blandin, Nadine lanteri	IFREMER (F)	Collaborazione EMSO ERIC	gennaio, giugno 2017
Mathilde Cannat	CNRS (F)	Collaborazione EMSO ERIC	gennaio, giugno 2017
George Petihakis, Vasilis Likousis	Hellenic Marine Reserch Centre	Collaborazione EMSO ERIC	gennaio, giugno 2017
Viorel Vulturescu, Viad Radulescu	GeoEcomar (RO)	Collaborazione EMSO ERIC	gennaio, giugno 2017
Heric Delory, Joaquin Hernandez-Brito	PLOCAN (E)	Collaborazione EMSO ERIC	gennaio, giugno 2017
Juan José Danobeitia, Juame Piera	CSIC - Consejo Superior de Investigacione Scientificas (E)	Collaborazione EMSO ERIC	gennaio, giugno 2017
Michel Gillooly, Peter Heffernan	Marine Institute of Ireland	Collaborazione EMSO ERIC	gennaio, giugno 2017
Eduardo Silva	INSC TEC (PT)	Collaborazione EMSO ERIC	gennaio, giugno 2017
Daniel Carapau	Fundacao para a Ciencia e a tecnologia (PT)	Collaborazione EMSO ERIC	gennaio, giugno 2017
Richard Lampitt, Henry Ruhl	National Oceanographic Centre (UK)	Collaborazione EMSO ERIC	gennaio, giugno 2017
Paul Thao	Université Clermont Auvergne, Observatoire du Physique du Globe de Clermont, Laboratoire Magmas et Volcans, UMR6524-CNRS	Numerical modelisation of lava flows	Luglio-Settembre 2018
SUZUKY YUJIRO	University of Tokyo, department of earthquake research	Definizione di benchmark per la simulazione numerica di plume vulcanici	16-27 Aprile 2018
Melissa Pfeffer	Icelandic Met Office	Simulazione di colate di lava e produzione mappe di invasione	Febbraio 2017
Vinicius Wernek	Osservatorio Nazionale Brasiliano	A comparative study of Pc5-6 geomagnetic pulsations	settembre 2017-gennaio 2018
Alexandra Gutmann (PhD student)	Institute of Inorganic and Analytical Chemistry, Johannes Gutenberg-University Mainz, Mainz, Germ	Bromine Chemistry in volcanic plumes – Development of in-situ denuder sampling techniques for hydrogen bromine	05/03/2018-10/03/2018
BOUDOIRE Guillaume	Laboratoire Géosciences Réunion, Université de La Réunion, Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP), Sorbonne Paris-Cité, UMR 7154 CNRS, F-97715 Saint-Denis, France	Dynamics and sources of the recent eccentric eruptive activity at La Réunion (France)	October 25, 2017 to March 3, 2018
Mohammad Shahvar	Building and Housing Research Center (BHRC), Iran	Collaborazione alla compilazione della banca dati strong motion Iraniana	1-25 Ottobre 2017
Andreas Rietbrock	University of Liverpool	computational seismology	Marzo-Giugno 2012
Kouroukias Christos	Aristotle University of Thessaloniki - Faculty of Sciences-Dept. of Geology	Erasmus + (Higher Education) Student Mobility for Traineeships	11 June-11 August 2018
Mangira Georgios	Aristotle University of Thessaloniki - Faculty of Sciences-Dept. of Geology	Erasmus + (Higher Education) Student Mobility for Traineeships	11 June-11 August 2018
Brenna Marco	University of Otago, New Zealand	Experimental investigation of mechanisms generating phonolites in the Dunedin Volcano, New Zealand	dal 26 giugno al 14 luglio 2017
Teresa Ubide	University of Queensland	Understanding clinopyroxene zoning as recorder of pre-eruptive magmatic processes (research project)	dal 22 Maggio al 6 Giugno 2017
Mahdi Bahrampouri	Department of Civil and Environmental Engineering Virginia Tech, USA	Strong-Motion data processing	feb-18
Nell' ambito dell'accordo di cooperazione INGV-IZMIRAN(PROT.N.0014413 / Prof. A. Mikhailov è stato ospite INGV-RM2 dal 26/03/17 al 01/04/17 e dal 29/05/17 al 01/06/17			dal 26/03/17 al 01/04/17 e dal 29/05/17 al 01/06/17
Stavros Melettidis	Instituto Geográfico Nacional - Centro Geofísico de Canarias, Tenerife (Spagna)	Studio delle eruzioni oloceniche delle isole Canarie	14-6 al 29-6 2017
Cognome e nome del guest scientist	Indicazione della Università/Istituzione di provenienza del guest scientist	Descrizione del progetto o della ricerca	Durata del soggiorno estero (da - a)
Dear Varuliantor	LAPAN (National Institute of Aeronautics and Space) - Indonesia	GNSS and Space Weather	9/2017 - 11/2017
Dear Varuliantor	LAPAN (National Institute of Aeronautics and Space) - Indonesia	GNSS and Space Weather	4/2018 - 5/2018
Charles Balagizi	Goma Volcano Observatory, Goma City, Democratic Republic of Congo	Il Dr. Balagizi ha soggiornato per due mesi presso INGV-CNT a Roma, per sviluppare la proposta del Virunga Supersite e per familiarizzare con le procedure dell'iniziativa GSNL	2017
Prof. Dolorinda Danile	Centro Excelencia Geotermia de los Andes (CEGA) Departamento Geologia Universidad de Chile	Unraveling the structural control on geothermal reservoirs applying numerical simulations at San Felipe-Los Andes (Chile) and Neapolitan geothermal district (Italy)	10 giorni/anno 2018-2019-2020
Dear Varuliantor	LAPAN (National Institute of Aeronautics and Space) - Indonesia	GNSS and Space Weather	9/2017 - 11/2017
Dear Varuliantor	LAPAN (National Institute of Aeronautics and Space) - Indonesia	GNSS and Space Weather	4/2018 - 5/2018
De Angelis Silvio	University of Liverpool	INFRAETNA (NERC NE/P00105X/1)	giugno-luglio 2017
Tom Parsons	USGS, Pacific Coastal and Marine Science Center, Menlo Park, CA, USA	Metodi per la pericolosità probabilistica da tsunami	15-20 Settembre 2017
Kenneth Ryan	USGS, Pacific Coastal and Marine Science Center, Menlo Park, CA, USA	Simulazioni di rottura dinamica per la pericolosità da tsunami	15-22 Settembre 2017
Shane Murphy	IFREMER, LAD Géosciences Marine, Brest, France	Simulazioni di rottura dinamica e slip stocastico per la pericolosità da tsunami	18-22 Settembre 2017
Gareth Davies	Geoscience Australia, Canberra	Metodi per la pericolosità probabilistica da tsunami	16-19 Aprile 2018
Finn Løvholt	NGI, RISC Section, Oslo, Norway	Metodi per il calcolo approssimato del run-up	16-17 Aprile 2018
Shane Murphy	IFREMER, LAD Géosciences Marine, Brest, France	Simulazioni di rottura dinamica e slip stocastico per la pericolosità da tsunami	16-19 Aprile 2018

CONVENZIONI ATTIVE AL 11.5.2018

Descrizione	Sezione	Controparte	Valenza	Valido Dal	Valido Al	
1 Accordo di collaborazione tra INGV e Facoltà Scienze politiche La Sapienza	AC	Università La Sapienza - Facoltà di Scienze politiche Sociologia e Comunicazione	nazionale	1/23/2018	1/22/2019	
2 Convenzione con il Dip.to di Scienze economiche Università di Palermo	AC	Università degli studi di Palermo	nazionale	12/21/2017	12/20/2022	
3 Convenzione per collaborazione scientifica tra INGV e Dip.to di Ingegneria Civile UniPavia	AC	Università degli studi di Pavia	nazionale	12/21/2017	2/20/2018	
4 Convenzione attuativa del protocollo d'intesa per lo sviluppo dello studio della fisica UniBO	AC	Università degli studi di Bologna	nazionale	12/21/2017	6/30/2018	
5 Accordo di collaborazione tra INGV e Città Metropolitana di Roma Capitale	AC	Città Metropolitana di Roma Capitale	nazionale	12/21/2017	12/20/2022	
6 Accordo di programma tra INGV e Regione Autonoma della Sardegna ed altri per il progetto SAR-GRAV	AC	Regione Autonoma della Sardegna e INFN	nazionale	12/21/2017	12/20/2021	
7 MEMORANDUM OF UNDERSTANDING - IGG (CAS, Beijing, China) e INGV	ROMA1	Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences (China)	internazionale	6/20/2018	6/20/2023	
8 Accordo di collaborazione scientifico-tecnologica paritetica INGV-RM2 UNIGE-DITEN	ROMA2	Università di Genova - DITEN	nazionale	3/1/2018	2/28/2021	
9 Protocollo d'intesa Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e Università La Sapienza di Roma	AC	Università La Sapienza - Roma	nazionale	1/18/2018	1/23/2018	
10 Memorandum of Understanding MoU (Cooperation) Univ. of Portsmouth - INGV	CATANIA	Escuela Politecnica National (Quito, Ecuador)	internazionale	1/15/2018	1/15/2019	
11 MEMORANDUM OF UNDERSTANDING	PALERMO	Università di Malta	internazionale	2/1/2018	2/1/2023	
12 Accordo di ricerca collaborativa INGV- Universit' di Bari	AC	Università di Bari	nazionale	11/29/2017	11/28/2020	
13 Accordo Quadro di collaborazione scientifica ASI-INGV	AC	Agenzia Spaziale Italiana (ASI)	nazionale	10/23/2017	10/22/2022	
14 Accordo Quadro di collaborazione scientifica ASI-INGV	AC	Agenzia Spaziale Italiana (ASI)	nazionale	10/23/2017	10/22/2022	
15 Caratterizzazione geologico-tecnica e geofisica di siti interessati da sinkholes, fenomeni franosi	ROMA2	Città Metropolitana di Roma Capitale	nazionale	1/1/2018	1/1/2023	RINNOVO
16 MED-SUV Memorandum of Understanding to maintain the main monitoring systems and e-infrastructure	CATANIA	CNR-IRA, BRGM	internazionale	12/31/2017	12/31/2019	
17 ACCORDO DI PROGRAMMA	AC	Regione Autonoma Sardegna	nazionale	12/6/2017	12/29/2017	
18 Progetto MENFOR2.0	ROMA2	Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale	nazionale	1/2/2018	8/31/2018	
19 Accordo di programma con Centro Europeo di Formazione e Ricerca in Ingegneria Sismica (EUCENTRE)	AC	EUCENTRE	nazionale	10/23/2017	10/23/2022	
20 Convenzione di ricerca INGV e DISTA-UniPV	ROMA1	Dipartimento di Scienze della Terra e Ambiente, Università degli Studi di Pavia	nazionale	12/1/2017	9/30/2018	
21 Accordo di collaborazione tra l'Università degli Studi di Catania (CUTGANA) e l'INGV	CATANIA	Università degli Studi di Catania per il tramite del Cutgana	nazionale	11/15/2017	11/15/2020	
22 Convenzione INGV DICAr (Università Pavia)	MILANO	Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Facoltà di Ingegneria, Pavia (DICAr)	nazionale	11/1/2017	12/31/2017	
23 Faglie attive e capaci e ricostruzione post-2016	ROMA1	Regione Umbria, Direzione Regionale Governo del territorio, Servizio Geologico	nazionale	11/20/2017	11/19/2022	
24 CONVENZIONE FRA REGIONE TOSCANA E INGV PER LA REALIZZAZIONE DEL PROGRAMMA DI INTERVENTO POR-FSE	PISA	Regione Toscana	nazionale	12/10/2017	3/1/2020	
25 Accordo tra CRUI e INGV per l'acquisto diritti di accesso di riviste elettroniche e servizi integra	BOLOGNA	CRUI	nazionale	1/1/2018	12/31/2020	RINNOVO
26 Accordo Quadro SGC (servizio Geologico Colombiano)_INGV	PALERMO	SGC (servizio Geologico Colombiano)	internazionale	11/1/2017	11/1/2021	
27 Accordo quadro tra Agenzia Spaziale Italiana e INGV	CNT	Agenzia Spaziale Italiana	nazionale	10/10/2017	10/10/2022	RINNOVO
28 MoU tra INGV e British Geo Survey e Universit' di Edimburgo	CNT	BRITISH GEOLOGICAL SURVEY (BGS) e UNIVERSITY OF EDINBURGH (UoE)	internazionale	11/1/2017	5/30/2020	
29 PROTOCOLLO DI INTESA BENI CULTURALI ETRURIA MERIDIONALE - INGV	ROMA2	Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio Etruria meridionale	nazionale	10/2/2017	10/2/2022	
30 Accordo di collaborazione studi e indagini definizioni modelli concettuali corpi idrici	AC	Regione Siciliana Dipartimento dell'Acqua e dei Rifiuti	nazionale	7/17/2017	11/17/2018	
31 Accordo quadro di programma tra CREA e INGV	AC	CREA (Consiglio per la ricerca in agricoltura e analisi della economia agraria)	nazionale	7/17/2017	7/17/2022	
32 Convenzione collaborazione scientifica Comune di Celano (AQ)	AC	Comune di Celano	nazionale	7/20/2017	7/31/2017	
33 Convenzione operativa tra INGV e UniSiena - Centro di GeoTecnologie	AC	Università di Siena Centro di Geotecnologie	nazionale	7/26/2017	3/26/2018	
34 AGREEMENT FOR COLLABORATIVE RESEARCH BETWEEN THE INGV AND THE CENTRE DE RECHERCHES PETROGRAPHIQUES	PALERMO	Centre de Recherches petrographiques et geochemiques	internazionale	9/1/2017	8/31/2020	
35 Continuous volcanic gas measurements at Soufriere Hills (Montserrat, Antilles)	BOLOGNA	Montserrat Volcanic Observatory (MVO)	internazionale	9/25/2017	9/24/2020	
36 MONITORING AND STUDY OF GEOPHYSICAL AND VOLCANOLOGICAL PROCESSES AT VIRUNGA VOLCANOES AND LAKE KIVU	PALERMO	OBSERVATOIRE VOLCANOLOGIQUE DE GOMA	internazionale	9/1/2017	9/1/2022	
37 ACCORDO DI COLLABORAZIONE INGV E UNIPARTENOPE	CNT	Università degli Studi di Napoli Parthenope	nazionale	10/1/2017	10/1/2022	RINNOVO
38 Cooperation in the field of Geo-hazards Research INGV-EPN Ecuador	ROMA1	Escuela Politecnica National (Quito, Ecuador)	internazionale	8/1/2017	7/31/2021	
39 Convenzione tra il DiSTeM-UNIPA e il CNT-INGV per la realizzazione di un laboratorio di Sismologia	CNT	Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare dell'Università di Palermo	nazionale	1/1/2018	12/31/2022	
40 Attivit' sperimentali mirate alla valorizzazione dei beni culturali in provincia di Catania	ROMA2	Polo regionale di Catania	nazionale	7/5/2017	12/31/2020	
41 Accordo di collaborazione INGV - DICEA	ROMA1	Dipartimento di Ingegneria Civile Edile e Ambientale, Università La Sapienza, Roma	nazionale	9/1/2017	8/31/2020	
42 IBM PROTOTYPE EVALUATION AGREEMENT	ROMA1	International Business Machines Corporation, a New York corporation	internazionale	9/1/2017	8/30/2022	
43 Accordo quadro tra INGV e Dip.to di Scienze della Terra dell'Università di Firenze	PISA	Dip.to di Scienze della Terra, Università di Firenze	nazionale	8/1/2017	8/1/2021	
44 COOPERATION AGREEMENT BETWEEN IRSN AND INGV IN THE FIELD OF SEISMOLOGY AND EARTHQUAKE GEOLOGY	ROMA1	IRSN - INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SURETE NUCLEAIRE	internazionale	5/23/2013	5/23/2017	RINNOVO
45 PROTOCOLLO DI INTESA - FONDAZIONE GOLINELLI - SCUOLA INFORMALE DI CULTURA IMPRENDITORIALE 2017	BOLOGNA	FONDAZIONE GOLINELLI	nazionale	7/3/2017	12/1/2017	
46 CIFALPS-2: China-Italy-France Alps Seismic Survey II	CNT	Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences (Repubblica Popolare Cinese)	internazionale	8/1/2017	8/1/2020	
47 ERS: Enhancing Geothermal reservoirs II Modelling and Analysis of Hydraulic and Thermal Stimulation	ROMA1	University of Bergen (NO), Iceland Geosurvey	internazionale	9/1/2017	8/31/2020	
48 SECURE (Sustainable deployment and Conservation of Underground Reservoirs and Environment)	ROMA1	DMK, UNI-GFZ-Potsdam(DE), Uni-Mainz(DE), LMU-Munich(DE), ENAGAS(E), KNMI(NL), NAM(NL)	internazionale	9/1/2017	8/31/2020	
49 ACCORDO DI COLLABORAZIONE TRA IL CONSORZIO EGO E L'ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA	PISA	CONSORZIO EGO	nazionale	8/1/2017	8/1/2019	

N.	INCARICHI DI RICERCA	NOTE	ATENEEO/ENTE	SCADENZE	SEZIONE	DATA INIZIO
1	CHIOCCI Francesco Latino	ASSOCIATO	Roma La Sapienza	4/30/2018	RM2	5/1/2004
2	CONSOLE Rodolfo	ASSOCIATO	CGAM	5/15/2018	RM2	5/16/2015
3	CIVETTA Lucia	ASSOCIATO	in quiescenza	5/31/2018	PA	6/1/2002
4	REY Ana	ASSOCIATO	CSIC Madrid	5/31/2018	RM2	6/1/2012
5	CLARKE Amanda	ASSOCIATO	Arizona State University	6/30/2018	PI	7/1/2008
6	DE STROBEL Federico	ASSOCIATO	in quiescenza	6/30/2018	RM2	7/1/2007
7	MUSUMECI Giovanni	ASSOCIATO	Pisa	6/30/2018	PI	7/1/2008
8	PORRECA Massimiliano	ASSOCIATO	Perugia	6/30/2018	RM2	7/1/2016
9	SAROLI Michele	ASSOCIATO	Cassino	6/30/2018	CNT	7/1/2008
10	TABACCO Ignazio Ezio	ASSOCIATO	in quiescenza	6/30/2018	RM2	4/1/2011
11	TROLL Valentin Rudolf	ASSOCIATO	Uppsala University	6/30/2018	RM1	7/1/2008
12	FAGIOLINI Adriano	ASSOCIATO	Palermo	7/15/2018	CNT	7/16/2016
13	LANZAFAME Gianni	ASSOCIATO	in quiescenza	7/15/2018	CT	7/16/2016
14	ROVELLI Antonio	ASSOCIATO	in quiescenza	7/15/2018	RM1	7/16/2016
15	IAFOLLA Valerio	ASSOCIATO	in quiescenza	7/31/2018	RM2	8/1/2003
16	PIANA AGOSTINETTI Nicola	ASSOCIATO	Dublino	7/31/2018	CNT	8/1/2012
17	PAPARO Gabriele	ASSOCIATO	in quiescenza	10/15/2018	RM2	10/16/2014
18	BINI Monica	ASSOCIATO	Pisa	10/31/2018	NA	11/1/2016
19	DEEGAN Frances M.	ASSOCIATO	Uppsala University	10/31/2018	RM1	11/1/2016
20	DEL PEZZO Edoardo	ASSOCIATO	in quiescenza	10/31/2018	NA	11/1/2016
21	SCIPPACERCOLA Sergio	ASSOCIATO	Federico II Napoli	10/31/2018	NA	11/1/2016
22	FERRANTI Luigi	ASSOCIATO	Federico II Napoli	11/30/2018	RM1	12/1/2016
23	VITALE Stefano	ASSOCIATO	Federico II Napoli	11/30/2018	NA	12/1/2016
24	ALLARD Patrick	ASSOCIATO	CNRS Parigi	12/31/2018	CT	11/1/2003
25	AZZERBONI Bruno	ASSOCIATO	Messina	12/31/2018	RM2	4/1/2014
26	BARRA Diana	ASSOCIATO	Federico II Napoli	12/31/2018	NA	6/1/2012
27	BIANCHI Cesidio	ASSOCIATO	in quiescenza	12/31/2018	RM2	2/1/2016
28	CANNATA Andrea	ASSOCIATO	Perugia	12/31/2018	CT	3/1/2016
29	CIOTOLI Giancarlo	ASSOCIATO	CNR - IGAG	12/31/2018	RM2	4/1/2014
30	D'ANTONIO Massimo	ASSOCIATO	Federico II Napoli	12/31/2018	NA	6/1/2002
31	DELLA VENTURA Giancarlo	ASSOCIATO	Roma TRE	12/31/2018	RM1	4/1/2010
32	DI TORO Giulio	ASSOCIATO	Padova	12/31/2018	RM1	11/1/2013
33	FAVALI Paolo	ASSOCIATO	in quiescenza	12/31/2018	RM2	2/1/2016
34	FINOCCHIO Giovanni	ASSOCIATO	Messina	12/31/2018	RM2	4/1/2014
35	LUONGO Giuseppe	ASSOCIATO	in quiescenza	12/31/2018	NA	4/1/2013
36	MASSA Bruno	ASSOCIATO	Sannio	12/31/2018	NA	11/1/2011
37	MELONI Antonio	ASSOCIATO	in quiescenza	12/31/2018	RM2	3/1/2016
38	PALANGIO Paolo	ASSOCIATO	in quiescenza	12/31/2018	RM2	6/1/2016
39	PATERNOSTER Michele	ASSOCIATO	Basilicata	12/31/2018	PA	4/1/2010
40	PINARDI Nadia	ASSOCIATO	Bologna	12/31/2018	BO	11/1/2001
41	RENDA Pietro	ASSOCIATO	Palermo	12/31/2018	PA	1/1/2006
42	ROTOLO Silvio	ASSOCIATO	Palermo	12/31/2018	PA	4/1/2010
43	SANI Federico	ASSOCIATO	Firenze	12/31/2018	BO	11/1/2013
44	VALENZA Mariano	ASSOCIATO	Palermo	12/31/2018	PA	1/1/2002

45	VICCARO Marco	ASSOCIATO	Catania	12/31/2018	CT	4/1/2016
46	ZANCHETTA Giovanni	ASSOCIATO	Pisa	12/31/2018	PI	1/1/2009
47	ZOLESI Bruno	ASSOCIATO	in quiescenza	12/31/2018	RM2	2/1/2016
48	CHIODI Marcello	ASSOCIATO	Palermo	2/15/2019	CNT	2/16/2017
49	DEL GAUDIO Carlo	ASSOCIATO	in quiescenza	2/28/2019	NA	3/1/2017
50	RANALDI Massimo	ASSOCIATO	Roma TRE	2/28/2019	RM1	3/1/2013
51	TARCHINI Luca	ASSOCIATO	Roma TRE	2/28/2019	RM1	3/1/2013
52	HERAULT Alexis	ASSOCIATO	CNAM Parigi	3/31/2019	CT	4/1/2011
53	BARBERI Franco	ASSOCIATO	in quiescenza	4/30/2019	RM1	5/1/2017
54	CHIERICI Francesco	ASSOCIATO	IRA-INAF	4/30/2019	RM2	5/1/2017
55	GASPERINI Paolo	ASSOCIATO	Bologna	4/30/2019	BO	5/1/2017
56	BONINI Lorenzo	ASSOCIATO	Trieste	5/15/2019	RM1	5/16/2015
57	IEZZI Gianluca	ASSOCIATO	Chieti	5/15/2019	RM1	5/16/2007
58	GIOVINAZZI Sonia	ASSOCIATO	Roma La Sapienza	5/31/2019	CNT	6/1/2017
59	MANFREDI Lorenza Ilia	ASSOCIATO	CNR	5/31/2019	CNT	6/1/2017
60	RIPEPE Maurizio	ASSOCIATO	Firenze	5/31/2019	CT	6/1/2017
61	COLLETTINI Cristiano	ASSOCIATO	Roma La Sapienza	6/12/2019	RM1	6/13/2017
62	CORTI Giacomo	ASSOCIATO	CNR - IGG	6/12/2019	PI	6/13/2017
63	MOLLO Silvio	ASSOCIATO	Roma La Sapienza	6/12/2019	RM1	6/13/2017
64	AIUPPA Alessandro	ASSOCIATO	Palermo	7/31/2019	PA	8/1/2003
65	MARTORANA Raffaele	ASSOCIATO	Palermo	7/31/2019	CNT	8/1/2017
66	MARTURANO Aldo	ASSOCIATO	in quiescenza	7/31/2019	NA	8/1/2017
67	SCANDONE Roberto	ASSOCIATO	in quiescenza	7/31/2019	NA	8/1/2017
68	CENSI Paolo	ASSOCIATO	Palermo	11/15/2019	PA	11/16/2017
69	DI STEFANO Pietro	ASSOCIATO	Palermo	11/15/2019	PA	11/16/2017
70	MICCADEI Enrico	ASSOCIATO	Chieti-Pescara	11/15/2019	RM1	11/16/2017
71	PIACENTINI Tommaso	ASSOCIATO	Chieti-Pescara	11/15/2019	RM1	11/16/2017
72	PRINCIPE Claudia	ASSOCIATO	CNR - PISA	11/15/2019	NA	11/16/2017
73	SCALERA Giancarlo	ASSOCIATO	in quiescenza	11/15/2019	RM2	11/16/2017
74	BONOMO Sergio	ASSOCIATO	CNR - IBIM	12/15/2019	PI	12/16/2017
75	CARDELLINI Carlo	ASSOCIATO	Perugia	12/15/2019	BO	12/16/2017
76	GODANO Cataldo	ASSOCIATO	Campania	12/15/2019	NA	12/16/2017
77	MARTINELLI Giovanni	ASSOCIATO	Regione Emilia e Romagn	12/15/2019	PA	12/16/2017
78	BOSMAN Alessandro	ASSOCIATO	IGAG/CNR	1/31/2020	CNT	2/1/2018
79	LAMBECK Kurt	ASSOCIATO	in quiescenza	1/31/2020	CNT	2/1/2018
80	SANSO' Fernando	ASSOCIATO	in quiescenza	1/31/2020	CNT	2/1/2018





























Riposati	Daniela	Partecipazione al progetto Alternanza Scuola Lavoro 2017, con il progetto "Scienza e Graphic design: un approccio globale alla diffusione della conoscenza delle Scienze della Terra, attraverso la conoscenza della comunicazione dell'immagine e osservazione".	Educatore	A causa dei tagli al personale del Laboratorio non è stato possibile partecipare all'iniziativa 2018	13
Giunchi	Carlo	Realizzazione di un simposio didattico come tesina di maturità per studenti dell'Istituto Tecnico Industriale Statale "G. Marconi" di Pinerolo (PI) Seminario presso la manifestazione "Happy Hour" organizzata presso l'Istituto Tecnico Industriale Statale "G. Marconi" di Pinerolo (PI) "Costruzione di un simposio con hardware open source" tenuto il 05/05/2017 ( <a href="http://www.marconipinerolo.it/wordpress/happy-hour-2017/">http://www.marconipinerolo.it/wordpress/happy-hour-2017/</a> )	Educatore	Proseguimento attività con la realizzazione di un digitalizzatore per sensori sismici e sito web per la condivisione dei segnali	13
Giunchi	Carlo	Alternanza Scuola Lavoro, Liceo Bachmann, Istituto Fossati Da Passano (attività di peer education attraverso laboratori ludico-scientifici e giochi didattici)	Educatore	Alternanza Scuola Lavoro, Liceo Capellini-Sauro, Liceo Cossiga-Morandi, Liceo Mezzanotte, realizzazione di un gioco didattico. Membro comitato tecnico-scientifico Istituto Fosati-Da Passano.	13
Loianni	Mirna	MARCOPOLO, grafica, illustrazioni e stampa gioco didattico M. Loianni	Educatore	OPOLI Grafica e stampa gioco didattico DIDATTICA INGV	13
Di Laura	Francesca	- Lezioni a studenti del secondo ciclo di scuola secondaria superiore in materia di terremoti a studenti del secondo ciclo di scuola primaria su "I terremoti"	Educatore	Lezioni a studenti del secondo ciclo di scuola primaria su "I vulcani nel mondo ed in Italia"	13
Danesi	Stefania	Seminari per - studenti Scienze Geologiche Univ. Torino (12/01 e 3/11, circa 60 partecipanti) - Classi V Liceo Scientifico Statale Da Vinci c/o Camera del Lavoro MI (16/5) - Liceo Scientifico Ins. Versari, Pinerolo (16/5) - Liceo Scientifico Vittorini, Milano	Educatore	Disponibilità per seminari presso scuole, enti	13
Sandri	Laura	Realizzazione del progetto di Alternanza Scuola-Lavoro denominato "Monitoraggio della ionosfera statale, in antenna" (Sezione Scientifica - Sezione Terrestre con i reti di strumenti INGV) con il liceo statale "Artemisia"	Educatore	Armonizzazione dell'offerta didattica per le attività di Alternanza Scuola-Lavoro all'interno della sezione Roma 2	13
Augliera	Paolo	INSIEME PER CONVIVERE CON I TERREMOTI (30/10/2017) Attività rivolte alle Scuole di Anagnina: "Le città invisibili", un Laboratorio didattico per gli studenti delle cinque classi (dalla 1° alla 5°) della scuola primaria "G. Galilei" di Anagnina per esplorare la memoria, le relazioni, la trasformazione, i desideri.	Educatore	Lezioni a studenti del secondo ciclo di scuola primaria su "I terremoti" - Lezioni a studenti di scuola secondaria inferiore su "I vulcani" - Seminari presso istituti superiori per l'alternanza scuola-lavoro	13
La Longa	Federica	ASL Liceo Scientifico Statale "G. Peano" Progetto Conoscere il terremoto: amico o nemico? Il progetto finalizzato a promuovere un percorso di conoscenza del fenomeno sismico, rivolto a circa 100 alunni di una classe IV nel periodo marzo a maggio 2017, per una durata 60 ore.	Educatore		13
La Longa	Federica	ASL Liceo Scientifico Statale "G. Peano" Progetto "Giulpease ed oltre", si occupa di analisi della leggibilità di testi a carattere scientifico-divulgativo. Il progetto durato 30 ore (novembre 2017) ha coinvolto 20 studenti della classe V.	Educatore		13
La Longa	Federica	Attività formative organizzate in collaborazione con SpaceEarth technology, spin-off INGV, presso l'Istituto Tecnico Industriale Statale "G. Marconi" di Roma. A gennaio 2017 è stato realizzato il laboratorio su "Rischio sismico e psicologia dell'emergenza", con metodologia didattica del gioco di ruolo "Le carte del Rischio". Partecipanti: 100 alunni	Educatore	ASL Liceo Scientifico Statale "G. Peano" Progetto "Terremoto: pericolo o rischio? Il progetto promuove un percorso di approfondimento sul tema del rischio sismico, rivolto a circa 100 alunni di una classe IV e coinvolge in totale 22 studenti della classe IV.	13
La Longa	Federica	ASL Federico Caffè - Progetto doppiaggio video "Sud" Il progetto ha proposto agli studenti di collaborare per creare una versione in lingua inglese del video dedicato agli insegnanti, sul laboratorio didattico. Ha avuto una durata 20 ore (novembre 2017) ed ha coinvolto alcuni studenti della V classe	Educatore	Il Laboratorio didattico "In missione al Polo Sud" nasce dall'idea di convivere con i bambini della scuola primaria di Anagnina, attraverso un'attività di visita virtuale che scientificamente si specializza in Antartide. A gennaio 2018, è stata realizzata nella scuola di Alba (CN) una doppia edizione, che ha coinvolto 90 alunni di IV e V.	13
La Longa	Federica	- Incontri e seminari presso scuole elementari e medie inferiori e presso i centri di guida dei laboratori dell'Istituto Tecnico Industriale Statale "G. Marconi" di Pinerolo, presso associazioni culturali e di volontariato su tematiche inerenti il Rischio vulcanico e vulcani presso Istituto Penale per minorenni di Pinerolo, presso Istituto Penale per adulti di Pinerolo (Rivolto ai circa 20 ragazzi)	Educatore		13
Capasso	Giorgio	Attività di presidio presso lo stand sismologico nel corso delle visite scolastiche. Attività di guida lungo i percorsi espositivi dell'attività istituzionale dell'INGV. Obiettivo: sensibilizzare gli studenti delle scuole CON LE SCUOLE, rivolto da ottobre a giugno presso la sede di Roma, che coinvolge ogni anno circa 4000 studenti, della scuola primaria alla scuola secondaria di secondo grado. Il progetto prevede lo svolgimento di attività didattiche, laboratori, giochi interattivi. Progetti di alternanza Scuola-lavoro	Educatore		13
Ferrari	Fernuccio		Educatore		13
Marelli	Antonella	Progetto "Incontri con le scuole" arricchito da progetti in collaborazione con le realtà del territorio. Progetti di formazione per insegnanti. Organizzazione di giornate di Orientamento per le scuole superiori	Educatore		13
Marelli	Antonella	Corsi sulla sicurezza d'ipa 81/2008 rivolto ai ragazzi delle scuole superiori	Educatore		13









Musacchio	Gemma	Lopes, M., Mata de Sá, F., Ferreira, M.A., and Oliveira, C.S., Oliveira, C.F., Maron, F., Sgaurina, T. and Musacchio, G. (2017) How to survive earthquakes: the example of Norcia. In: Proceedings of the International Conference on Earthquake Engineering and Dynamics, 12-14 June 2017, Reykjavik, Iceland	Comunità scientifica																14		
Caramelli	Antonio	Brevetto dal titolo "Rinnesa per veicoli multi-rotore a controllo remoto" - Numero di deposito: 10201700076673 - Data deposito: 07/07/2017 - Inventori: B. Caramelli, A. Romeo G., S. Savo - Titolare: INGV - Descrizione: "Rinnesa per finanziamento (bando della Regione Lazio, febbraio 2017), per lo sviluppo del prototipo.	Società e industria																	15	
Caramelli	Antonio	Brevetto dal titolo "Tappo per vasi di Dewar utilizzate sensori a ultrasuoni per il monitoraggio di liquidi in contenitori a pressione" - Numero di deposito: 10201800003588 - Data deposito: 15/03/2018 - Inventore: Nardi, A. - Titolare: INGV	Società e industria																	15	
Caramelli	Antonio	Marchio INGV (nuovo marchio d'istituto) - Numero di deposito: 3020700068923 - Data deposito: 11/07/2017 - Inveniente: Presidente Carlo Doglieni - Titolare: INGV	Società e industria																	15	
Di Laura	Francesca	Spacearth - Technology Spin Off INGV Immagine coordinata - materiale istituzionale, promozionale, divulgativo V. Romano	Società e industria																	15	
Mangiaggi	Salvatore	Progettazione di istituto.ringv.it	Comunità scientifica																		

ANNO 2017 PUBBLICAZIONI JCR		
RIVISTA	TITOLO	IF 2016
Nature Geoscience	Past seismic slip-to-the-trench recorded in Central America megathrust	13,941
Reviews of Geophysics	In-flight dynamics of volcanic ballistic projectiles	12,340
Reviews of Geophysics	Probabilistic Tsunami Hazard Analysis: Multiple Sources and Global Applications	12,340
Reviews of Geophysics	Why and How to Write a High-Impact Review Paper: Lessons From Eight Years of Editorial Board Service to Reviews of Geophysics	12,340
Nature communications	Lower plate serpentinite diapirism in the Calabrian Arc subduction complex	12,124
Nature communications	Volcanism in slab tear faults is larger than in island-arcs and back-arcs	12,124
Nature communications	Progressive approach to eruption at Campi Flegrei caldera in southern Italy	12,124
Earth-Science Reviews	The added value of time-variable microgravimetry to the understanding of how volcanoes work	7,051
Earth-Science Reviews	Mud volcanism: An updated review	7,051
Earth-Science Reviews	Three years (2011–2013) of eruptive activity at Mt. Etna: Working modes and timescales of the modern volcano plumbing system from micro-analytical studies of crystals	7,051
Earth-Science Reviews	Along-arc, inter-arc and arc-to-arc variations in volcanic gas CO <sub>2</sub> /S/T ratios reveal dual source of carbon in arc volcanism	7,051
Gondwana Research	Oroclinal bending in the Alborz Mountains (Northern Iran): New constraints on the age of South Caspian subduction and extrusion tectonics	6,959
Gondwana Research	Earthquakes in the western Alpine mantle wedge	6,959
Earth System Science Data	Global inventory of gas geochemistry data from fossil fuel, microbial and burning sources, version 2017	6,696
Remote Sensing of Environment	Using multi-band InSAR data for detecting local deformation phenomena induced by the 2016–2017 Central Italy seismic sequence	6,265
Journal of hazardous materials	Mineralogy and textures of riebeckitic asbestos (crocidolite): The role of single versus agglomerated fibres in toxicological experiments	6,065
Atmospheric Chemistry and Physics	Variability and quasi-decadal changes in the methane budget over the period 2000–2012	5,318
Atmospheric Chemistry and Physics Discussions	First results of the Piton de la Fournaise STRAP 2015 experiment: multidisciplinary tracking of a volcanic gas and aerosol plume	5,318
Environmental pollution	Volcanogenic SO <sub>2</sub> , a natural pollutant: Measurements, modeling and hazard assessment at Vulcano Island (Aeolian Archipelago, Italy)	5,099
Science of The Total Environment	Biomagnetic monitoring and element content of lichen transplants in a mixed land use area of NE Italy	4,900
Science of The Total Environment	Modelling of hydrogen sulfide dispersion from the geothermal power plants of Tuscany (Italy)	4,900
The Cryosphere	High-resolution boundary conditions of an old ice target near Dome C, Antarctica	4,803
The Cryosphere	Geothermal flux and basal melt rate in the Dome C region inferred from radar reflectivity and heat modelling	4,803
The Cryosphere	Impacts of freshwater changes on Antarctic sea ice in an eddy-permitting sea-ice–ocean model	4,803
The Cryosphere	Comparison of measurements from different radio-echo sounding systems and synchronization with the ice core at Dome C, Antarctica	4,803
The Cryosphere Discussions	Radio-echo sounding measurements and ice-core synchronization at Dome C, Antarctica	4,803
Quaternary Science Reviews	Sea-level rise and potential drowning of the Italian coastal plains: Flooding risk scenarios for 2100	4,797
Quaternary Science Reviews	First integrated tephrochronological record for the last ~190 kyr from the Fucino Quaternary lacustrine succession, central Italy	4,797
Quaternary Science Reviews	The Valle di Manche section (Calabria, Southern Italy): A high resolution record of the Early-Middle Pleistocene transition (MIS 21–MIS 19) in the Central Mediterranean	4,797
Geology	Fault gouge graphitization as evidence of past seismic slip	4,635
Geology	Fumarolic tremor and geochemical signals during a volcanic unrest	4,635
Geology	Evolution of shear fabric in granular fault gouge from stable sliding to stick slip and implications for fault slip mode	4,635
Geochimica et Cosmochimica Acta	Mobility of plume-derived volcanogenic elements in meteoric water at Nyiragongo volcano (Congo) inferred from the chemical composition of single rainfall events	4,609
Geochimica et Cosmochimica Acta	Methane origin in the Samail ophiolite: Comment on "Modern water/rock reactions in Oman hyperalkaline peridotite aquifers and implications for microbial habitability" [Geochim. Cosmochim. Acta 179 (2016) 217–241]	4,609
Geochimica et Cosmochimica Acta	The relative abundances of resolved I <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> D <sub>2</sub> and I <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> D and mechanisms controlling isotopic bond ordering in abiotic and biotic methane gases	4,609
Geochimica et Cosmochimica Acta	The primary volcanic aerosol emission from Mt Etna: Size-resolved particles with SO <sub>2</sub> and role in plume reactive halogen chemistry	4,609
Geochimica et Cosmochimica Acta	CO <sub>2</sub> flux geothermometer for geothermal exploration	4,609
Geochimica et Cosmochimica Acta	Stalagmite carbon isotopes and dead carbon proportion (DCP) in a near-closed-system situation: An interplay between sulphuric and carbonic acid dissolution	4,609
Surveys in Geophysics	New Insights on Mt. Etna's Crust and Relationship with the Regional Tectonic Framework from Joint Active and Passive P-Wave Seismic Tomography	4,413
Earth and Planetary Science Letters	Forced transport of thermal energy in magmatic and phreatomagmatic large volume ignimbrites: Paleomagnetic evidence from the Colli Albani volcano, Italy	4,409
Earth and Planetary Science Letters	A new approach to investigate an eruptive paroxysmal sequence using camera and strainmeter networks: Lessons from the 3–5 December 2015 activity at Etna volcano	4,409

Earth and Planetary Science Letters	Structural control on the directional amplification of seismic noise (Campo Imperatore, central Italy)	4,409
Earth and Planetary Science Letters	Stratification at the Earth's largest hyperacidic lake and its consequences	4,409
Earth and Planetary Science Letters	Production of nanoparticles during experimental deformation of smectite and implications for seismic slip	4,409
Earth and Planetary Science Letters	Regional earthquakes followed by delayed ground uplifts at Campi Flegrei Caldera, Italy: Arguments for a causal link	4,409
Earth and Planetary Science Letters	Potential earthquake precursory pattern from space: The 2015 Nepal event as seen by magnetic Swarm satellites	4,409
Earth and Planetary Science Letters	Static versus dynamic fracturing in shallow carbonate fault zones	4,409
Earth and Planetary Science Letters	Numerical investigation of permeability models for low viscosity magmas: Application to the 2007 Stromboli effusive eruption	4,409
Earth and Planetary Science Letters	Corrigendum to "Assessing tephra total grain-size distribution: Insights from field data analysis" [Earth Planet. Sci. Lett. 443 (2016) 90–107]	4,409
Earth and Planetary Science Letters	Frictional stability and earthquake triggering during fluid pressure stimulation of an experimental fault	4,409
Earth and Planetary Science Letters	Shallow system rejuvenation and magma discharge trends at Piton de la Fournaise volcano (La Réunion Island)	4,409
Environmental Research Letters	The role of humidity in determining scenarios of perceived temperature extremes in Europe	4,404
Nature Scientific Reports	Discriminating between natural and anthropogenic earthquakes: insights from the Emilia Romagna (Italy) 2012 seismic sequence	4,259
Nature Scientific Reports	New insights into earthquake precursors from InSAR	4,259
Nature Scientific Reports	Magma dynamics within a basaltic conduit revealed by textural and compositional features of erupted ash: the December 2015 Mt. Etna paroxysms.	4,259
Nature Scientific Reports	Magma reservoir dynamics at Toba caldera, Indonesia, recorded by oxygen isotope zoning in quartz	4,259
Scientific Reports	SEDA: A software package for the Statistical Earthquake Data Analysis	4,259
Scientific Reports	The epistemic and aleatory uncertainties of the ETAS-type models: an application to the Central Italy seismicity	4,259
Scientific reports	Near-source high-rate GPS, strong motion and InSAR observations to image the 2015 Lefkada (Greece) Earthquake rupture history	4,259
Scientific reports	Aseismic transient during the 2010-2014 seismic swarm: evidence for longer recurrence of $M \geq 6.5$ earthquakes in the Pollino gap (Southern Italy)?	4,259
Scientific reports	Source and dynamics of a volcanic caldera unrest: Campi Flegrei, 1983-84	4,259
Scientific reports	Effect of particle volume fraction on the settling velocity of volcanic ash particles: insights from joint experimental and numerical simulations	4,259
Scientific reports	Dome-like behaviour at Mt. Etna: The case of the 28 December 2014 South East Crater paroxysm	4,259
Scientific Reports	Vein networks in hydrothermal systems provide constraints for the monitoring of active volcanoes	4,259
Scientific reports	Monitoring diffuse volcanic degassing during volcanic unrests: the case of Campi Flegrei (Italy)	4,259
Scientific reports	Clues on the origin of post-2000 earthquakes at Campi Flegrei caldera (Italy)	4,259
Scientific reports	The 3-D structure of the Somma-Vesuvius volcanic complex (Italy) inferred from new and historic gravimetric data	4,259
Scientific reports	The Calabrian Arc: three-dimensional modelling of the subduction interface	4,259
Scientific reports	Learning from soil gas change and isotopic signatures during 2012 Emilia seismic sequence	4,259
Scientific reports	Ultra-thin clay layers facilitate seismic slip in carbonate faults	4,259
Scientific reports	Ash aggregation enhanced by deposition and redistribution of salt on the surface of volcanic ash in eruption plumes	4,259
Scientific reports	Quaternary fluvial terraces of the Tiber Valley: geochronologic and geometric constraints on the back-arc magmatism-related uplift in central Italy	4,259
Scientific reports	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of Glacial Termination VI: constraints on the duration of Marine Isotopic Stage 13	4,259
Scientific Reports	High-precision $^{14}\text{C}$ and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of the Campanian Ignimbrite (Y-5) reconciles the time-scales of climatic-cultural processes at 40 ka	4,259
Scientific reports	Discovering geothermal supercritical fluids: a new frontier for seismic exploration	4,259
Scientific reports	Temporal evolution of a seismic sequence induced by a gas injection in the Eastern coast of Spain	4,259
Scientific reports	Horizontal mantle flow controls subduction dynamics	4,259
Scientific reports	Stability of volcanic ash aggregates and break-up processes	4,259
Scientific reports	Hydrogeochemical changes before and during the 2016 Amatrice-Norcia seismic sequence (central Italy)	4,259
Scientific reports	Longer aftershocks duration in extensional tectonic settings	4,259
Geophysical Research Letters	Coseismic ruptures of the 24 August 2016, Mw 6.0 Amatrice earthquake (central Italy)	4,253
Geophysical Research Letters	Signature of magmatic processes in strainmeter records at Campi Flegrei (Italy)	4,253
Geophysical Research Letters	Geodetic model of the 2016 Central Italy earthquake sequence inferred from InSAR and GPS data	4,253
Geophysical Research Letters	The shallow magma chamber of Stromboli Volcano (Italy)	4,253
Geophysical Research Letters	Space-weighted seismic attenuation mapping of the aseismic source of Campi Flegrei 1983-84 unrest	4,253
Geophysical Research Letters	Aseismic deformation associated with an earthquake swarm in the northern Apennines (Italy)	4,253

Geophysical Research Letters	Loading Rate Variations Along a Midcrustal Shear Zone Preceding the Mw 6.0 Earthquake of 24 August 2016 in Central Italy	4,253
Geophysical Research Letters	Noise-based seismic monitoring of the Campi Flegrei caldera	4,253
Geophysical Research Letters	New perspectives on volcano monitoring in a tropical environment: Continuous measurements of soil CO <sub>2</sub> flux at Piton de la Fournaise (La Réunion Island, France)	4,253
Geophysical Research Letters	Surface imprint of toroidal flow at retreating slab edges: The first geodetic evidence in the Calabrian subduction system	4,253
Geophysical Research Letters	Bayesian rupture imaging in a complex medium: The 29 May 2012 Emilia, Northern Italy, earthquake	4,253
Geophysical Research Letters	Inflation Leading to a Slow Slip Event and Volcanic Unrest at Mount Etna in 2016: Insights From CGPS Data	4,253
Geophysical Research Letters	Dike propagation energy balance from deformation modeling and seismic release	4,253
Geophysical Research Letters	Nucleation process of magnitude 2 repeating earthquakes on the San Andreas Fault predicted by rate-and-state fault models with SAFOD drill core data	4,253
Geological Society of America Bulletin	Holocene slip rate variability along the Pernicana fault system (Mt. Etna, Italy): Evidence from offset lava flows.	4,212
GSA Bulletin	Construction and degradation of a broad volcanic massif: The Vicuña pampa volcanic complex, southern central Andes, NW Argentina	4,212
Journal of Advances in Modeling Earth Systems	The effect on simulated ocean climate of a parameterization of unbroken wave-induced mixing incorporated into the k-epsilon mixing scheme	4,189
Journal of Climate	A Multisystem View of Wintertime NAO Seasonal Predictions	4,161
Journal of Climate	The Role of Forcings in the Twentieth-Century North Atlantic Multidecadal Variability: The 1940–75 North Atlantic Cooling Case Study	4,161
Journal of Climate	The ENSO Transition Probabilities	4,161
Journal of Climate	Tropical Cyclone Interaction with the Ocean: The Role of High-Frequency (Subdaily) Coupled Processes	4,161
Journal of Climate	Regional Sea Level Changes for the Twentieth and the Twenty-First Centuries Induced by the Regional Variability in Greenland Ice Sheet Surface Mass Loss	4,161
Climate Dynamics	An ensemble of eddy-permitting global ocean reanalyses from the MyOcean project	4,146
Climate Dynamics	Intercomparison and validation of the mixed layer depth fields of global ocean syntheses	4,146
Climate Dynamics	Interannual-decadal variability of wintertime mixed layer depths in the North Pacific detected by an ensemble of ocean syntheses	4,146
Climate Dynamics	Ocean heat content variability and change in an ensemble of ocean reanalyses	4,146
Global and Planetary Change	Integrated multi-stratigraphic study of the Coll de Terrers late Permian–Early Triassic continental succession from the Catalan Pyrenees (NE Iberian Peninsula): A geologic reference record for equatorial Pangaea	3,915
Global and Planetary Change	Atlantic multi-decadal oscillation influence on weather regimes over Europe and the Mediterranean in spring and summer	3,915
Biogeosciences (BG)	The environmental and evolutionary history of Lake Ohrid (FYROM/Albania): interim results from the SCOPSCO deep drilling project	3,851
Tectonics	Remagnetizations used to unravel large-scale fold kinematics: A case study in the Cameros Basin (Northern Spain)	3,784
Tectonics	Transfer zones in an oblique back-arc basin setting: Insights from the Latium-Campania segmented margin (Tyrrhenian Sea)	3,784
Tectonics	Fault Segmentation as Constraint to the Occurrence of the Main Shocks of the 2016 Central Italy Seismic Sequence	3,784
Atmospheric Research	The unusual wet summer (July) of 2014 in Southern Europe	3,778
Journal of Geophysical Research: Planets	Experimental constraints on the rheology, eruption, and emplacement dynamics of analog lavas comparable to Mercury's northern volcanic plains Authors	3,721
Journal of Geophysical Research: Planets	Electromagnetic signal penetration in a planetary soil simulant: Estimated attenuation rates using GPR and TDR in volcanic deposits on Mount Etna	3,721
Lithos	Volatile contents of mafic-to-intermediate magmas at San Cristóbal volcano in Nicaragua	3,677
Lithos	Clinopyroxene-melt element partitioning during interaction between trachybasaltic magma and siliceous crust: Clues from quartzite enclaves at Mt. Etna volcano	3,677
Lithos	The Cotoncello Shear Zone (Elba Island, Italy): The deep root of a fossil oceanic detachment fault in the Ligurian ophiolites	3,677
Lithos	Westward migration of oceanic ridges and related asymmetric upper mantle differentiation	3,677
Lithos	Evidence for an intra-oceanic affinity of the serpentinized peridotites from the Mt. Pollino ophiolites (Southern Ligurian Tethys): Insights into the peculiar tectonic evolution of the Southern Apennines	3,677
Lithos	Brucite-driven CO <sub>2</sub> uptake in serpentinized dunites (Ligurian Ophiolites, Montecastelli, Tuscany)	3,677
Lithos	The post-collisional late Variscan ferroan granites of southern Sardinia (Italy): Inferences for inhomogeneity of lower crust	3,677
Journal of Glaciology	Ice flux evolution in fast flowing areas of the Greenland ice sheet over the 20th and 21st centuries	3,643
Atmospheric Environment	The impact of Mount Etna sulfur emissions on the atmospheric composition and aerosol properties in the central Mediterranean: A statistical analysis over the period 2000–2013 based on observations and Lagrangian modelling	3,629
Atmospheric Environment	Improved quantification of CO <sub>2</sub> emission at Campi Flegrei by combined Lagrangian Stochastic and Eulerian dispersion modelling	3,629

Marine Geology	Sedimentary impacts of recent moderate earthquakes from the shelves to the basin floor in the western Gulf of Corinth	3,572
Solid Earth	Combined effects of grain size, flow volume and channel width on geophysical flow mobility: three-dimensional discrete element modeling of dry and dense flows of angular rock fragments	3,495
Solid Earth	Active faulting, 3-D geological architecture and Plio-Quaternary structural evolution of extensional basins in the central Apennine chain, Italy	3,495
Solid Earth	Increasing CO <sub>2</sub> flux at Pisciarelli, Campi Flegrei, Italy	3,495
Journal of Geophysical Research: Atmospheres	Microseepage of methane to the atmosphere from the Dawanqi oil-gas field, Tarim Basin, China	3,454
Journal of Geophysical Research: Atmospheres	Emission of Methane and Heavier Alkanes From the La Brea Tar Pits Seepage Area, Los Angeles	3,454
Journal of Geophysical Research: Atmospheres	A novel methodology to determine volcanic aerosols optical properties in the UV and NIR and Angström parameters using Sun photometry	3,454
Journal of Geophysical Research: Atmospheres	Western North Pacific Tropical Cyclone Model Tracks in Present and Future Climates	3,454
Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society	Historical ocean reanalyses (1900-2010) using different data assimilation strategies	3,444
Analytical and Bioanalytical Chemistry	Development and application of a sampling method for the determination of reactive halogen species in volcanic gas emissions	3,431
Optics Letters	Portable laser spectrometer for airborne and ground-based remote sensing of geological CO <sub>2</sub> emissions	3,416
Journal of geophysical research - earth surface	Repeated surveys reveal nontectonic exposure of supposedly active normal faults in the central Apennines, Italy	3,412
Metrologia	Regional comparison of absolute gravimeters, EURAMET.M.G-K2 key comparison	3,411
Metrologia	Regional comparison of absolute gravimeters SIM.M.G-K1 key comparison	3,411
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Aftershocks, groundwater changes and postseismic ground displacements related to pore pressure gradients: Insights from the 2012 Emilia-Romagna earthquake	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Geometry and evolution of a fault-controlled Quaternary basin by means of TDEM and single-station ambient vibration surveys: The example of the 2009 L'Aquila earthquake area, central Italy	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	A multivariate probabilistic graphical model for real-time volcano monitoring on Mount Etna	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Non-Newtonian flow of bubbly magma in volcanic conduits	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	The leap in the dark: Geological thoughts about an unpredictable planet	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Reservoir Structure and Wastewater-Induced Seismicity at the Val d'Agri Oilfield (Italy) Shown by Three-Dimensional Vp and Vp/Vs Local Earthquake Tomography	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Microgravity changes at the Laguna del Maule volcanic field: Magma-induced stress changes facilitate mass addition	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Borehole Volumetric Strainmeter Calibration From a Nearby Seismic Broadband Array at Etna Volcano	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Mixed-Mode Slip Behavior of the Altotiberina Low-Angle Normal Fault System (Northern Apennines, Italy) through High-Resolution Earthquake Locations and Repeating Events	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Integrating puffing and explosions in a general scheme for Strombolian-style activity	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	The Initial Development of Transient Volcanic Plumes as a Function of Source Conditions	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Three-Dimensional Electrical Resistivity Tomography of the Solfatara Crater (Italy): Implication for the Multiphase Flow Structure of the Shallow Hydrothermal System	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Earthquakes in the Mantle? Insights From Rock Magnetism of Pseudotachylytes	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Microstructural evidence for seismic and aseismic slips along clay-bearing, carbonate faults	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Assessing future vent opening locations at the Somma-Vesuvio volcanic complex: 2. Probability maps of the caldera for a future Plinian/sub-Plinian event with uncertainty quantification	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	A Bayesian seismic hazard analysis for the city of Naples	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Assessing future vent opening locations at the Somma-Vesuvio volcanic complex: 1. A new information geodatabase with uncertainty characterizations	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	The dynamics of volcanic jets: Temporal evolution of particles exit velocity from shock-tube experiments	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Rupture Directivity of the Strongest 2016-2017 Central Italy Earthquakes	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Seismic swarms and diffuse fracturing within Triassic evaporites fed by deep degassing along the low-angle Alto Tiberina normal fault (central Apennines, Italy)	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	CO <sub>2</sub> flux from Javanese mud volcanism	3,350
Journal of Geophysical Research: Solid Earth	Exploring the explosive-effusive transition using permanent ultraviolet cameras	3,350
Chemical geology	A new set of standards for in-situ measurement of bromine abundances in natural silicate glasses: Application to SR-XRF, LA-ICP-MS and SIMS techniques	3,347

Chemical geology	Geochemical characteristics of soil radon and carbon dioxide within the Dead Sea Fault and Karasu Fault in the Amik Basin (Hatay), Turkey	3,347
Chemical Geology	The 2013 eruption of Chaparrastique volcano (El Salvador): Effects of magma storage, mixing, and decompression	3,347
Chemical Geology	The hydrothermal system of Cerro Machín volcano (Colombia): New magmatic signals observed during 2011–2013	3,347
Chemical Geology	The role of the aquifer in soil CO <sub>2</sub> degassing in volcanic peripheral areas: A case study of Stromboli Island (Italy)	3,347
Chemical Geology	Noble gases and rock geochemistry of alkaline intraplate volcanics from the Amik and Ceyhan-Osmaniye areas, SE Turkey	3,347
Chemical Geology	Geochemical monitoring of the 2012 Po Valley seismic sequence: A review and update	3,347
Chemical Geology	Geochemistry of dissolved gases from the Eastern Carpathians - Transylvanian Basin boundary	3,347
Chemical Geology	The complex rheology of megacryst-rich magmas: The case of the mugearitic "cicirara" lavas of Mt. Etna volcano	3,347
Chemical Geology	(Garnet)-spinel peridotite xenoliths from Mega (Ethiopia): Evidence for rejuvenation and dynamic thinning of the lithosphere beneath the southern Main Ethiopian Rift	3,347
Chemical Geology	Hydrological versus volcanic processes affecting fluid circulation at Mt. Etna: Inferences from 10 years of observations at the volcanic aquifer	3,347
Chemical Geology	Stromboli volcanic activity variations inferred from observations of fluid geochemistry: 16 years of continuous monitoring of soil CO <sub>2</sub> fluxes (2000–2015)	3,347
Journal of Operational Oceanography	The Copernicus Marine Environment Monitoring Service Ocean State Report	3,342
Journal of Petrology	Solidification and Turbulence (Non-laminar) during Magma Ascent: Insights from 2D and 3D Analyses of Bubbles and Minerals in an Etnean Dyke	3,280
Journal of Petrology	A Branched Magma Feeder System during the 1669 Eruption of Mt Etna: Evidence from a Time-integrated Study of Zoned Olivine Phenocryst Populations	3,280
Seismological Research Letters	The Central Italy Seismic Sequence between August and December 2016: Analysis of Strong-Motion Observations	3,275
Seismological Research Letters	The 2016 Central Italy Seismic Sequence: A First Look at the Mainshocks, Aftershocks, and Source Models	3,275
Seismological Research Letters	The Site Characterization Scheme of the INGV Strong Motion Database (ISMD): Overview and Site Classification	3,275
Seismological Research Letters	Fast Discrimination of Local Earthquakes Using a Neural Approach	3,275
Seismological Research Letters	Tracking Earthquakes in Documentary Sources of the Sixteenth–Eighteenth Centuries: Examples from Calabria (Southern Italy)	3,275
Paleoceanography	Latest Cretaceous climatic and environmental change in the South Atlantic region	3,254
Remote Sensing	The Use of Surveillance Cameras for the Rapid Mapping of Lava Flows: An Application to Mount Etna Volcano	3,244
Remote Sensing	Decomposing DInSAR Time-Series into 3-D in Combination with GPS in the Case of Low Strain Rates: An Application to the Hyblean Plateau, Sicily, Italy	3,244
Remote Sensing	A Low-Cost Smartphone Sensor-Based UV Camera for Volcanic SO <sub>2</sub> Emission Measurements	3,244
Remote Sensing	Did Anthropogenic Activities Trigger the 3 April 2017 Mw 6.5 Botswana Earthquake?	3,244
Remote Sensing	A Novel and Inexpensive Method for Measuring Volcanic Plume Water Fluxes at High Temporal Resolution	3,244
Remote Sensing	Reply to Kern, C. The Difficulty of Measuring the Absorption of Scattered Sunlight by H <sub>2</sub> O and CO <sub>2</sub> in Volcanic Plumes: A Comment on Pering, et al. "A Novel and Inexpensive Method for Measuring Volcanic Plume Water Fluxes at High Temporal Resolution", Remote Sens. 2017, 9, 146	3,244
Geochemistry Geophysics Geosystems	What happens to in-soil Radon activity during a long-lasting eruption? Insights from Etna by multidisciplinary data analysis	3,201
Geochemistry Geophysics Geosystems	Geochemistry of Zr, Hf, and REE in a wide spectrum of Eh and water composition: The case of Dead Sea Fault system (Israel)	3,201
Geochemistry Geophysics Geosystems	Temporal variations in air permeability and soil CO <sub>2</sub> flux in volcanic ash soils (island of Vulcano, Italy)	3,201
Geochemistry Geophysics Geosystems	Pressure evolution in shallow magma chambers upon buoyancy-driven replenishment	3,201
Geochemistry Geophysics Geosystems	Searching for patterns in caldera unrest	3,201
Geochemistry Geophysics Geosystems	A CO <sub>2</sub> -gas precursor to the March 2015 Villarrica volcano eruption	3,201
Geochemistry Geophysics Geosystems	A geochemical and geophysical reappraisal to the significance of the recent unrest at Campi Flegrei caldera (Southern Italy)	3,201
Geochemistry Geophysics Geosystems	Understanding volcanic hazard at the most populated caldera in the world: Campi Flegrei, Southern Italy	3,201
Geochemistry Geophysics Geosystems	Physical and Transport Property Variations Within Carbonate-Bearing Fault Zones: Insights From the Monte Maggio Fault (Central Italy)	3,201
Geochemistry Geophysics Geosystems	A New Sulfur and Carbon Degassing Inventory for the Southern Central American Volcanic Arc: The Importance of Accurate Time-Series Data Sets and Possible Tectonic Processes Responsible for Temporal Variations in Arc-Scale Volatile Emissions	3,201
Catena	The loess deposits of Buca Dei Corvi section (Central Italy): Revisited	3,191
Air Quality, Atmosphere & Health	Spatio-temporal monitoring by ground-based and air- and space-borne lidars of a moderate Saharan dust event affecting southern Europe in June 2013 in the framework of the ADRIMED/ChArME campaign	3,184

Marine pollution bulletin	Continuous monitoring of noise levels in the Gulf of Catania (Ionian Sea). Study of correlation with ship traffic	3,146
Icarus	Brittle ice shell thickness of Enceladus from fracture distribution analysis	3,131
Atmospheric Measurement Techniques	Remote sensing of volcanic CO <sub>2</sub> , HF, HCl, SO <sub>2</sub> , and BrO in the downwind plume of Mt. Etna	3,089
Organic Geochemistry	Methane clumped isotopes: Progress and potential for a new isotopic tracer	3,081
GIScience & Remote Sensing	From ERS-1/2 to Sentinel-1: two decades of subsidence monitored through A-DInSAR techniques in the Ravenna area (Italy)	3,049
Microchemical Journal	A multivariate approach to the study of orichalcum ingots from the underwater Gela's archaeological site	3,034
Geological Journal	Coexistence of contractional and extensional tectonics during the northern Apennines orogeny: the late Miocene out-of-sequence thrust in the Elba Island nappe stack	2,978
Geomorphology	Tidal notches, coastal landforms and relative sea-level changes during the Late Quaternary at Ustica Island (Tyrrhenian Sea, Italy)	2,958
Geomorphology	Multidisciplinary approach for fault detection: Integration of PS-InSAR, geomorphological, stratigraphic and structural data in the Venafro intermontane basin (Central-Southern Apennines, Italy)	2,958
Geomorphology	Visualization and comparison of DEM-derived parameters. Application to volcanic areas	2,958
Geomorphology	The 10 m-resolution TINITALY DEM as a trans-disciplinary basis for the analysis of the Italian territory: current trends and new perspectives	2,958
Journal of geophysical research - Oceans	A new real-time tsunami detection algorithm	2,939
Newsletters on Stratigraphy	Astronomical tuning of the La Vedova section between 16.3 and 15.0 Ma. Implications for the origin of megabeds and the Langhian GSSP	2,933
Contributions to Mineralogy and Petrology	CrystalMoM: a new model for the evolution of crystal size distributions in magmas with the quadrature-based method of moments	2,913
Contributions to Mineralogy and Petrology	Effects of CO <sub>2</sub> flushing on crystal textures and compositions: experimental evidence from recent K-trachybasalts erupted at Mt. Etna	2,913
Marine and Petroleum Geology	Assessment of thermal evolution of Paleozoic successions of the Holy Cross Mountains (Poland)	2,888
Marine and petroleum geology	Reply to Narkiewicz (2017) comment on "Thermal evolution of Paleozoic successions of the Holy Cross Mountains (Poland)"	2,888
PLoS One	Insensitivity of Tree-Ring Growth to Temperature and Precipitation Sharpens the Puzzle of Enhanced Pre-Eruption NDVI on Mt. Etna (Italy)	2,806
PloS one	The Aggradational Successions of the Aniene River Valley in Rome: Age Constraints to Early Neanderthal Presence in Europe	2,806
PloS one	Probabilistic-numerical assessment of pyroclastic current hazard at Campi Flegrei and Naples city: Multi-VEI scenarios as a tool for "full-scale" risk management	2,806
PloS one	Understanding large-scale, long-term larval connectivity patterns: The case of the Northern Line Islands in the Central Pacific Ocean	2,806
Environmental Science and Pollution Research	Magnetic properties and element concentrations in lichens exposed to airborne pollutants released during cement production	2,741
Environmental science and pollution research	Effect of solid waste landfill organic pollutants on groundwater in three areas of Sicily (Italy) characterized by different vulnerability	2,741
Journal of Geophysical Research: Space Physics	A mechanism of midlatitude noontime foE long-term variations inferred from European observations	2,733
Journal of Geophysical Research: Space Physics	The First Use of Coordinated Ionospheric Radio and Optical Observations Over Italy: Convergence of High-and Low-Latitude Storm-Induced Effects	2,733
Journal of Geophysical Research: Space Physics	Long-term variations of exospheric temperature inferred from foF <sub>2</sub> observations: A comparison to ISR Ti trend estimates	2,733
Journal of Geophysical Research: Space Physics	A statistical study of global ionospheric map total electron content changes prior to occurrences of M ≥ 6.0 earthquakes during 2000-2014	2,733
Journal of Geophysical Research: Space Physics	Scaling Features of High-Latitude Geomagnetic Field Fluctuations at Swarm Altitude: Impact of IMF Orientation	2,733
Tectonophysics	The combined inversion of seismological and GOCE gravity data: New insights into the current state of the Pacific lithosphere and upper mantle	2,693
Tectonophysics	Seismic sequences and swarms in the Latium-Abruzzo-Molise Apennines (central Italy): New observations and analysis from a dense monitoring of the recent activity	2,693
Tectonophysics	The shallow structure of a surface-rupturing fault in unconsolidated deposits from multi-scale electrical resistivity data: The 30 October 2016 Mw 6.5 central Italy earthquake case study	2,693
Tectonophysics	Heterogeneous brittle-ductile deformation at shallow crustal levels under high thermal conditions: The case of a synkinematic contact aureole in the inner northern Apennines, southeastern Elba Island, Italy	2,693
Tectonophysics	Crustal structure beneath Portugal from teleseismic Rayleigh Wave Ellipticity	2,693
Tectonophysics	The role of rheology, crustal structures and lithology in the seismicity distribution of the northern Apennines	2,693
Tectonophysics	Field- to nano-scale evidence for weakening mechanisms along the fault of the 2016 Amatrice and Norcia earthquakes, Italy	2,693
Tectonophysics	Insights on the seismotectonics of the western part of northern Calabria (southern Italy) by integrated geological and geophysical data: Coexistence of shallow extensional and deep strike-slip kinematics	2,693

Tectonophysics	Crustal seismic anisotropy beneath Shillong plateau - Assam valley in North East India: Shear-wave splitting analysis using local earthquakes	2,693
SOLAR PHYSICS	Comprehensive Analysis of the Geoeffective Solar Event of 21 June 2015: Effects on the Magnetosphere, Plasmasphere, and Ionosphere Systems	2,682
Sensors	THz Pyro-Optical Detector Based on LiNbO <sub>3</sub> Whispering Gallery Mode Microdisc Resonator	2,677
Sensors	Fiber Optic Thermo-Hygrometers for Soil Moisture Monitoring	2,677
Stochastic Environmental Research and Risk Assessment	An ordered probit model for seismic intensity data	2,629
Stochastic Environmental Research and Risk Assessment	Spatial pattern analysis using hybrid models: an application to the Hellenic seismicity	2,629
Astrobiology	Methane Seepage on Mars: Where to Look and Why	2,603
Journal of Archaeological Science: Reports	Trace-element fingerprinting of the 69–36 ka Colli Albani eruptive units: A preliminary dataset for archaeological and tephra studies in central-southern Italy	2,602
Applied geochemistry	Rain-plume interactions at Nyiragongo and Nyamulagira volcanoes and associated rainwater hazards, East Africa	2,581
Applied geochemistry	Geochemistry of hydrothermal fluids from the eastern sector of the Sabatini Volcanic District (central Italy)	2,581
Applied Geochemistry	Methane and hydrogen in hyperalkaline groundwaters of the serpentinized Dinaride ophiolite belt, Bosnia and Herzegovina	2,581
Applied Geochemistry	Geochemical processes assessed by Rare Earth Elements fractionation at "Laguna Verde" acidic-sulphate crater lake (Azufra volcano, Colombia)	2,581
Bulletin of Volcanology	Translations of volcanological terms: cross-cultural standards for teaching, communication, and reporting	2,580
Bulletin of Volcanology	Plume composition and volatile flux of Nyamulagira volcano, Democratic Republic of Congo, during birth and evolution of the lava lake, 2014–2015	2,580
Bulletin of Volcanology	New findings of Late Glacial Etna pumice fall deposits in NE Sicily and implications for distal tephra correlations in the Mediterranean area	2,580
Bulletin of Volcanology	Paleomagnetism of Holocene lava flows from the Reykjanes Peninsula and the Tungnaá lava sequence (Iceland): implications for flow correlation and ages	2,580
Bulletin of Volcanology	Time-series analysis of fissure-fed multi-vent activity: a snapshot from the July 2014 eruption of Etna volcano (Italy)	2,580
Bulletin of Volcanology	Like a cannonball: origin of dense spherical basaltic ejecta	2,580
Bulletin of Volcanology	Characteristics of puffing activity revealed by ground-based, thermal infrared imaging: the example of Stromboli Volcano (Italy)	2,580
Bulletin of Volcanology	Validation of a novel Multi-Gas sensor for volcanic HCl alongside H <sub>2</sub> S and SO <sub>2</sub> at Mt. Etna	2,580
Bulletin of Volcanology	Magnetotelluric imaging of the resurgent caldera on the island of Ischia (southern Italy): inferences for its structure and activity	2,580
Bulletin of Volcanology	The 2012–2016 eruptive cycle at Copahue volcano (Argentina) versus the peripheral gas manifestations: hints from the chemical and isotopic features of fumarolic fluids	2,580
Bulletin of Volcanology	Hydrothermal activity and subsoil complexity: implication for degassing processes at Solfatara crater, Campi Flegrei caldera	2,580
Bulletin of Volcanology	The Baia–Fondi di Baia eruption at Campi Flegrei: stratigraphy and dynamics of a multi-stage caldera reactivation event	2,580
Bulletin of Volcanology	A review of mass and energy flow through a lava flow system: Insights provided from a non-equilibrium perspective	2,580
Bulletin of Volcanology	Effects of hydrothermal unrest on stress and deformation: insights from numerical modeling and application to Vulcano Island (Italy)	2,580
Bulletin of Volcanology	Timescales of magmatic processes prior to the ~4.7 ka Agnano-Monte Spina eruption (Campi Flegrei caldera, Southern Italy) based on diffusion chronometry from sanidine phenocrysts	2,580
Bulletin of Volcanology	FIERCE: Finding volcanic ERuptive CEnters by a grid-searching algorithm in R	2,580
Bulletin of Volcanology	Steady subsidence of a repeatedly erupting caldera through InSAR observations: Aso, Japan	2,580
Bulletin of Volcanology	Settling-driven gravitational instabilities associated with volcanic clouds: new insights from experimental investigations	2,580
Bulletin of Volcanology	Magmatic gas percolation through the old lava dome of El Misti volcano	2,580
Bulletin of Volcanology	First study of the heat and gas budget for Sirung volcano, Indonesia	2,580
Bulletin of Volcanology	Isotopically ( $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ ) heavy volcanic plumes from Central Andean volcanoes: a field study	2,580
Bulletin of Volcanology	Volatiles and energy released by Puracé volcano	2,580
Engineering Geology	Sand volcano generated by a violent degassing from methane-saturated aquifers: The case study of Medolla (Modena, Italy)	2,569
Geothermics	Fluid injection in Enhanced Geothermal Systems: a study on the detectability of self-potential effects and on their correlation with induced seismicity	2,553
Computers & Geosciences	An improved data integration algorithm to constrain the 3D displacement field induced by fast deformation phenomena tested on the Napa Valley earthquake	2,533
Computers & Geosciences	Vel-IO 3D: A tool for 3D velocity model construction, optimization and time-depth conversion in 3D geological modeling workflow	2,533
Computers & Geosciences	TOUGH2-seed: A coupled fluid flow and mechanical-stochastic approach to model injection-induced seismicity	2,533
Computers & Geosciences	Denosing of magnetotelluric signals by polarization analysis in the discrete wavelet domain	2,533
Natural Hazards and Earth System Sciences	Sea-level rise along the Emilia-Romagna coast (Northern Italy) in 2100: scenarios and impacts	2,510

Natural Hazards and Earth System Sciences	On a reported effect in ionospheric TEC around the time of the 6 April 2009 L'Aquila earthquake	2,510
Natural Hazards and Earth System Sciences	High-resolution modelling of atmospheric dispersion of dense gas using TWODEE-2.1: application to the 1986 Lake Nyos limnic eruption	2,510
Natural Hazards and Earth System Sciences	Integrating faults and past earthquakes into a probabilistic seismic hazard model for peninsular Italy	2,510
Natural Hazards and Earth System Sciences	When probabilistic seismic hazard climbs volcanoes: the Mt. Etna case, Italy – Part 1: Model components for sources parameterization	2,510
Natural Hazards and Earth System Sciences	SeaConditions: a web and mobile service for safer professional and recreational activities in the Mediterranean Sea	2,510
Natural Hazards and Earth System Sciences	Coastal ocean forecasting with an unstructured grid model in the southern Adriatic and northern Ionian seas	2,510
Natural Hazards and Earth System Sciences	When probabilistic seismic hazard climbs volcanoes: the Mt. Etna case, Italy – Part 2: Computational implementation and first results	2,510
Natural Hazards and Earth System Sciences	Brief communication: Vehicle routing problem and UAV application in the post-earthquake scenario	2,510
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Time-dependent Coulomb stress changes induced by the 2002-2003 Etna magmatic intrusions and implications on following seismic activities	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Chemical characterisation of rainwater at Stromboli Island (Italy): The effect of post-depositional processes	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Tracing the circulation of groundwater in volcanic systems using the 87Sr/86Sr ratio: Application to Mt. Etna	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Chlorine isotope composition of volcanic rocks and gases at Stromboli volcano (Aeolian Islands, Italy): Inferences on magmatic degassing prior to 2014 eruption	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Potentially harmful elements released by volcanic ashes: examples from the Mediterranean area	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Geochemistry and volatile content of magmas feeding explosive eruptions at Telica volcano (Nicaragua)	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Using mosses as biomonitors to study trace element emissions and their distribution in six different volcanic areas	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Syneruptive sequential fragmentation of pyroclasts from fractal modeling of grain size distributions of fall deposits: the Cretaio Tephra eruption (Ischia Island, Italy)	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Geochemical constraints on volatile sources and subsurface conditions at Mount Martin, Mount Mageik, and Trident Volcanoes, Katmai Volcanic Cluster, Alaska	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Carbon isotope composition of CO <sub>2</sub> -rich inclusions in cumulate-forming mantle minerals from Stromboli volcano (Italy)	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Fractionation processes affecting the stable carbon isotope signature of thermal waters from hydrothermal/volcanic systems: The examples of Campi Flegrei and Vulcano Island (southern Italy)	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	The 1928 eruption of Mount Etna (Italy): Reconstructing lava flow evolution and the destruction and recovery of the town of Mascali	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Monitoring the December 2015 summit eruptions of Mt. Etna (Italy): Implications on eruptive dynamics	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Investigating the deepest part of a volcano plumbing system: Evidence for an active magma path below the western flank of Piton de la Fournaise (La Réunion Island)	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Magma transport and storage at Mt. Etna (Italy): A review of geodetic and petrological data for the 2002–03, 2004 and 2006 eruptions	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	The spectrum of persistent volcanic flank instability: A review and proposed framework based on Kilauea, Piton de la Fournaise, and Etna	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Long-term dynamics across a volcanic rift: 21 years of microgravity and GPS observations on the southern flank of Mt. Etna volcano	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Modelling tephra dispersal and ash aggregation: The 26th April 1979 eruption, La Soufrière St. Vincent	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Retrieval and intercomparison of volcanic SO <sub>2</sub> injection height and eruption time from satellite maps and ground-based observations	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Detection of plumes at Redoubt and Etna volcanoes using the GPS SNR method	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Long-term monitoring on a closed-conduit volcano: A 25 year long time-series of temperatures recorded at La Fossa cone (Vulcano Island, Italy), ranging from 250 °C to 520 °C	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Magmatic processes revealed by anorthoclase textures and trace element modeling: The case of the Lajes Ignimbrite eruption (Terceira Island, Azores)	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Geochemistry of two contrasting deep fluids in the Sardinia microplate (western Mediterranean): Relationships with tectonics and heat sources	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Quantification of carbon dioxide emissions of Ciomadul, the youngest volcano of the Carpathian-Pannonian Region (Eastern-Central Europe, Romania)	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Vapour discharges on Nevado del Ruiz during the recent activity: Clues on the composition of the deep hydrothermal system and its effects on thermal springs	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Stability of volcanic conduits during explosive eruptions	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Transient numerical model of magma ascent dynamics: application to the explosive eruptions at the Soufrière Hills Volcano	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Monitoring crustal changes at volcanoes by seismic noise interferometry: Mt. Etna case of study	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Heat flux-based strategies for the thermal monitoring of sub-fumarolic areas: Examples from Vulcano and La Soufrière de Guadeloupe	2,492

Journal of Volcanology and Geothermal Research	Source and magmatic evolution inferred from geochemical and Sr-O-isotope data on hybrid lavas of Arso, the last eruption at Ischia island (Italy; 1302AD)	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Rare earths behaviour during the deposition of volcanic sublimates	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Separation of scattering and intrinsic attenuation at Asama volcano (Japan): Evidence of high volcanic structural contrasts	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	New proximal tephras at Somma-Vesuvius: evidences of a pre-caldera, large (?) explosive eruption	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Volcanic gas emissions and degassing dynamics at Ubinas and Sabancaya volcanoes; implications for the volatile budget of the central volcanic zone	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	The dynamics of slug trains in volcanic conduits: Evidence for expansion driven slug coalescence	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Hydrothermal systems of the Karymsky Volcanic Centre, Kamchatka: Geochemistry, time evolution and solute fluxes	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Hydrothermal system and acid lakes of Golovnin caldera, Kunashir, Kuril Islands: Geochemistry, solute fluxes and heat output	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	The CO <sub>2</sub> flux from hydrothermal systems of the Karymsky volcanic Centre, Kamchatka	2,492
Journal of Volcanology and Geothermal Research	Preface	2,492
Journal of geochemical exploration	A new approach for the measurement of gaseous elemental mercury (GEM) and H <sub>2</sub> S in air from anthropogenic and natural sources: Examples from Mt. Amiata (Siena, Central Italy) and Solfatara Crater (Campi Flegrei, Southern Italy)	2,464
Journal of geochemical exploration	The impact of natural and anthropogenic factors on groundwater quality in an active volcanic/geothermal system under semi-arid climatic conditions: The case study of Methana peninsula (Greece)	2,464
Marine Chemistry	Hydrochemical mercury distribution and air-sea exchange over the submarine hydrothermal vents off-shore Panarea Island (Aeolian arc, Tyrrhenian Sea)	2,457
Journal of Space Weather and Space Climate	Long-term variations of the upper atmosphere parameters on Rome ionosonde observations and their interpretation	2,446
Journal of Sedimentary Research	The Transformation of Sediment Into Rock: Insights From IODP Site U1352, Canterbury Basin, New Zealand	2,427
Geophysical Journal International	Frequency ranges and attenuation of macroseismic effects	2,414
Geophysical Journal International	Shear wave velocities in the upper mantle of the Western Alps: new constraints using array analysis of seismic surface waves	2,414
Geophysical Journal International	Investigating the architecture of the Paganica Fault (2009Mw6.1 earthquake, central Italy) by integrating high-resolution multiscale refraction tomography and detailed geological mapping	2,414
Geophysical Journal International	Surface temperature and precipitation affecting GPS signals before the 2009 L' Aquila earthquake (Central Italy)	2,414
Geophysical Journal International	New evidence for the serpentinization of the Palaeozoic basement of southeastern Sicily from joint 3-D seismic velocity and attenuation tomography	2,414
Geophysical Journal International	Between-event and between-station variability observed in the Fourier and response spectra domains: comparison with seismological models	2,414
Geophysical Journal International	Separation of source and site effects in ground motions recorded in the village of Onna during aftershocks of the 2009 April 6, Mw 6.1 L'Aquila earthquake	2,414
Geophysical Journal International	Assessing the seismic coupling of shallow continental faults and its impact on seismic hazard estimates: a case-study from Italy	2,414
Geophysical Journal International	The imprint of thermally induced devolatilization phenomena on radon signal: implications for the geochemical survey in volcanic areas	2,414
Geophysical Journal International	The gravity anomaly of Mount Amiata; different approaches for understanding anomaly source distribution	2,414
Geophysical Journal International	Rupture dynamics along bimaterial interfaces: a parametric study of the shear-normal traction coupling	2,414
Journal of Structural Geology	How do horizontal, frictional discontinuities affect reverse fault-propagation folding?	2,408
Journal of Structural Geology	The effect of water on strain localization in calcite fault gouge sheared at seismic slip rates	2,408
Journal of Structural Geology	Friction and scale-dependent deformation processes of large experimental carbonate faults	2,408
Journal of Structural Geology	Reactivation of normal faults as high-angle reverse faults due to low frictional strength: Experimental data from the Moonlight Fault Zone, New Zealand	2,408
Sedimentary Geology	Geology and taphonomy of the L'Espinou dinosaur bonebed, a singular lagoonal site from the Maastrichtian of South-Central Pyrenees	2,373
Sedimentary Geology	Aridification across the Carboniferous–Permian transition in central equatorial Pangea: The Catalan Pyrenean succession (NE Iberian Peninsula)	2,373
Structural Control and Health Monitoring	Damage detection in elastic properties of masonry bridges using coda wave interferometry	2,355
The Holocene	Mid-Holocene relative sea-level changes along Atlantic Patagonia: New data from Camarones, Chubut, Argentina	2,324
The Holocene	Assessing tectonic subsidence from estimates of Holocene relative sea-level change: An example from the NW Mediterranean (Magra Plain, Italy)	2,324
Journal of Environmental Radioactivity	Soil radon survey to assess NAPL contamination from an ancient spill. Do kerosene vapors affect radon partition ?	2,310
Journal of environmental radioactivity	Geographically weighted regression and geostatistical techniques to construct the geogenic radon potential map of the Lazio region: A methodological proposal for the European Atlas of Natural Radiation	2,310

Marine Biology	The influence of high pCO <sub>2</sub> on otolith shape, chemical and carbon isotope composition of six coastal fish species in a Mediterranean shallow CO <sub>2</sub> vent	2,286
International journal of earth sciences	The use of HVSR measurements for investigating buried tectonic structures: the Mirandola anticline, Northern Italy, as a case study	2,283
Safety Science	Evaluating the structural priorities for the seismic vulnerability of civilian and industrial wastewater treatment plants	2,246
Earth Planets and Space	Statistical analysis of geomagnetic field intensity differences between ASM and VFM instruments onboard Swarm constellation	2,243
Magnetic resonance imaging	On the R <sub>2</sub> * relaxometry in complex multi-peak multi-Echo chemical shift-based water-fat quantification: Applications to the neuromuscular diseases	2,225
Terra nova	Role of African–Eurasian plate setting in the felt areas of intermediate-depth earthquakes: an investigation using crowdsourced data	2,214
Terra Nova	Flooding scenarios due to land subsidence and sea-level rise: a case study for Lipari Island (Italy)	2,214
Terra Nova	Remarkable variability in dyke features at the Vicuña Pampa Volcanic Complex, Southern Central Andes	2,214
Quaternary International	Geoarchaeology and paleoseismology blend to define the Fucino active normal fault slip history, central Italy	2,199
Quaternary International	Late Quaternary sea-level changes and early human societies in the central and eastern Mediterranean Basin: An interdisciplinary review	2,199
Quaternary International	Anomalous multi-origin marine notch sites: Three case studies in the central Mediterranean Sea	2,199
Quaternary International	Evidence of relative sea level rise along the coasts of central Apulia (Italy) during the late Holocene via maritime archaeological indicators	2,199
Quaternary International	Millstone quarries along the Mediterranean coast: Chronology, morphological variability and relationships with past sea levels	2,199
Quaternary International	Broken speleothems reveal Holocene and Late Pleistocene paleoearthquakes in Northern Calabria, Italy	2,199
Quaternary International	A review of the stratigraphy of Rome (Italy) according to geochronologically and paleomagnetically constrained aggradational successions, glacio-eustatic forcing and volcano-tectonic processes	2,199
Quaternary International	A novel multidisciplinary bio- and geo-chronological approach for age determination of Palaeolithic bone artifacts in volcanic settings: An example from eastern Sabatini, Latium, Italy	2,199
Estuarine, Coastal and Shelf Science	Coastal inundation risk assessment due to subsidence and sea level rise in a Mediterranean alluvial plain (Volturno coastal plain – southern Italy)	2,176
Journal of maps	Topographic Maps of Mount Etna's Summit Craters, updated to December 2015	2,174
Journal of maps	High-resolution aeromagnetic survey of Calabria (Southern Italy)	2,174
Journal of Maps	Flooding scenario for four Italian coastal plains using three relative sea level rise models	2,174
Journal of Maps	Geomorphology of the Ceyhan River lower plain (Adana Region, Turkey)	2,174
Journal of Maps	Pluvial flood hazard in the city of Rome (Italy)	2,174
Bulletin of the Seismological Society of America	Ground-motion variability for single site and single source through deterministic stochastic method simulations: implications for PSHA	2,146
Bulletin of the Seismological Society of America	Physics-Based Broadband Ground-Motion Simulations for Probable M <sub>w</sub> ≥7.0 Earthquakes in the Marmara Sea Region (Turkey)	2,146
Bulletin of the Seismological Society of America	A Unified Probabilistic Framework for Seismic Hazard Analysis	2,146
Bulletin of the Seismological Society of America	Estimation of Earthquake Early Warning Parameters for Eastern Sicily	2,146
Bulletin of the Seismological Society of America	Long-Period Amplification in Deep Alluvial Basins and Consequences for Site-Specific Probabilistic Seismic-Hazard Analysis: An Example from the Po Plain (Northern Italy)	2,146
Bulletin of the Seismological Society of America	Large Eighteenth–Nineteenth Century Earthquakes in Western Gulf of Corinth with Reappraised Size and Location	2,146
Bulletin of the Seismological Society of America	Fitting Earthquake Spectra: Colored Noise and Incomplete Data	2,146
Bulletin of the Seismological Society of America	Mws of Seismic Sources under Thick sediments	2,146
Bulletin of the Seismological Society of America	Influence of Twenty Years of Research on Ground-Motion Prediction Equations on Probabilistic Seismic Hazard in Italy	2,146
Journal of non-crystalline solids	Glass stability (GS) of chemically complex (natural) sub-alkaline glasses	2,129
Hydrogeology Journal	A hydrogeological conceptual model of the Suio hydrothermal area (central Italy)	2,109
Hydrogeology Journal	Chemical parameters as natural tracers in hydrogeology: a case study of Louros karst system, Greece	2,109
Physics of the Earth and Planetary Interiors	Effects of layered crust on the coseismic slip inversion and related CFF variations: Hints from the 2012 Emilia Romagna earthquake	2,075
Physics of the Earth and Planetary Interiors	Crustal structure of northern Italy from the ellipticity of Rayleigh waves	2,075
Physics of the Earth and Planetary Interiors	Seismic quiescence preceding the 2016 central Italy earthquakes	2,075
Physics of the Earth and Planetary Interiors	Pattern recognition approach to the subsequent event of damaging earthquakes in Italy	2,075
Physics of the Earth and Planetary Interiors	Full-waveform seismic tomography of the Vrancea, Romania, subduction region	2,075

American Mineralogist	High-resolution geochemistry of volcanic ash highlights complex magma dynamics during the Eyjafjallajökull 2010 eruption	2,021
American Mineralogist	Geochemical and radiogenic isotope probes of Ischia volcano, Southern Italy: Constraints on magma chamber dynamics and residence time	2,021
Cretaceous Research	The first dinosaur tracksite from Abruzzi (Monte Cagno, Central Apennines, Italy)	2,015
Bulletin of Engineering Geology and the Environment	Integrated ultrasonic, laser scanning and petrographical characterisation of carbonate building materials on an architectural structure of a historic building	1,901
Bulletin of Earthquake Engineering	When time and faults matter: towards a time-dependent probabilistic SHA in Calabria, Italy	1,899
Bulletin of Earthquake Engineering	Systematic source, path and site effects on ground motion variability: the case study of Northern Italy	1,899
Bulletin of Earthquake Engineering	SYNTHESIS: a web repository of synthetic waveforms	1,899
Bulletin of Earthquake Engineering	Update of the single-station sigma analysis for the Italian strong-motion stations	1,899
Bulletin of Earthquake Engineering	In field data to correctly characterize the seismic response of buildings and bridges	1,899
Bulletin of Earthquake Engineering	Rosetta, a tool for linking accelerometric recordings and macroseismic observations: description and applications	1,899
Bulletin of Earthquake Engineering	A geolithological approach to seismic site classification: an application to the Molise Region (Italy)	1,899
Bulletin of Earthquake Engineering	S2-2014 Project: a tour	1,899
Bulletin of Earthquake Engineering	Fieldwork on local-site seismic response in the Po Plain: examples from ambient vibration array and single station analyses	1,899
Bulletin of Earthquake Engineering	Empirical scoring of ground motion prediction equations for probabilistic seismic hazard analysis in Italy including site effects	1,899
Bulletin of Earthquake Engineering	Modelling site amplification effects for eastern Cuba	1,899
Natural Hazards	Active faulting and continental slope instability in the Gulf of Patti (Tyrrhenian side of NE Sicily, Italy): a field, marine and seismological joint analysis	1,833
Natural Hazards	Exploratory seismic site response surveys in a complex geologic area: a case study from Mt. Etna volcano (southern Italy)	1,833
Natural Hazards	Evidence of positive tectonic inversion in the northcentral sector of the Sicily Channel (Central Mediterranean)	1,833
Natural Hazards	Convolutive independent component analysis for processing massive datasets: a case study at Campi Flegrei (Italy)	1,833
Natural Hazards	Erratum to: The environmental effects of the 1743 Salento earthquake (Apulia, southern Italy): a contribution to seismic hazard assessment of the Salento Peninsula	1,833
Natural Hazards	The environmental effects of the 1743 Salento earthquake (Apulia, southern Italy): a contribution to seismic hazard assessment of the Salento Peninsula	1,833
Entropy	Avalanching Systems with Longer Range Connectivity: Occurrence of a Crossover Phenomenon and Multifractal Finite Size Scaling	1,821
Journal of Geodynamics	Progressive migration of slab break-off along the southern Tyrrhenian plate boundary: Constraints for the present day kinematics	1,806
Journal of Geodynamics	The December 2015 Mount Etna eruption: An analysis of inflation/deflation phases and faulting processes	1,806
Journal of Geodynamics	Mantle ingredients for making the fingerprint of Etna alkaline magmas: implications for shallow partial melting within the complex geodynamic framework of Eastern Sicily	1,806
Journal of Geodynamics	Estimating the macroseismic parameters of earthquakes in eastern Iran	1,806
Italian Journal of Geosciences	Styles and rates of deformation in the frontal accretionary wedge of the Calabrian Arc (Ionian Sea): controls exerted by the structure of the lower African plate	1,767
Italian Journal of Geosciences	Understanding seismogenic processes in the Southern Calabrian Arc: a geodynamic perspective	1,767
Italian Journal of Geosciences	Structural architecture and active deformation pattern in the northern sector of the Aeolian-Tindari-Letojanni fault system (SE Tyrrhenian Sea-NE Sicily) from integrated analysis of field, marine geophysical, seismological and geodetic data	1,767
Italian Journal of Geosciences	Present-day kinematics and deformation processes in the southern Tyrrhenian region: new insights on the northern Sicily extensional belt	1,767
Italian Journal of Geosciences	Tilt measurements on volcanoes: more than a hundred years of recordings	1,767
Italian Journal of Geosciences	New insights on the tectonics of the Lampedusa Plateau from the integration of offshore, onland and space geodetic data	1,767
Italian Journal of Geosciences	New findings of the Campanian Ignimbrite ash within slope deposits of the Treska valley (former Yugoslav Republic of Macedonia)	1,767
Annales Geophysicae	A study of geomagnetic field variations along the 80° S geomagnetic parallel	1,610
Annales Geophysicae	Ionospheric F-region response to the 26 September 2011 geomagnetic storm in the Antarctica American and Australian sectors	1,610
Annales Geophysicae	Climatology and modeling of ionospheric scintillations and irregularity zonal drifts at the equatorial anomaly crest region	1,610
Navigation	Mitigation of Ionospheric Effects on GNSS Positioning at Low Latitudes	1,604
Navigation	Ionosphere Monitoring in South East Asia in the ERICA Study	1,604
International Journal of Disaster Risk Reduction	The forgotten vulnerability: A geology- and history-based approach for ranking the seismic risk of earthquake-prone communities of the Italian Apennines	1,603
Ocean Dynamics	Coupling hydrodynamic and wave models: first step and sensitivity experiments in the Mediterranean Sea	1,597
Ocean Dynamics	Benchmarking the mesoscale variability in global ocean eddy-permitting numerical systems	1,597
Pure and Applied Geophysics	Statistical Features of Foreshocks in Instrumental and ETAS Catalogs	1,591
Pure and Applied Geophysics	A Multi-parametric Climatological Approach to Study the 2016 Amatrice–Norcia (Central Italy) Earthquake Preparatory Phase	1,591

Pure and Applied Geophysics	A Reappraisal of Seismicity and Eruptions of Pantelleria Island and the Sicily Channel (Italy)	1,591
Pure and Applied Geophysics	Time–Space Evolution of Seismic Strain Release in the Area Shocked by the August 24–October 30 Central Italy Seismic Sequence	1,591
Pure and Applied Geophysics	Evidence for Static and Dynamic Triggering of Seismicity Following the 24 August 2016, M <sub>w</sub> = 6.0, Amatrice (Central Italy) Earthquake	1,591
Pure and Applied Geophysics	On the Theory of Solitons of Fluid Pressure and Solute Density in Geologic Porous Media, with Applications to Shale, Clay and Sandstone	1,591
Environmental Earth Sciences	Preliminary geochemical characterization of groundwater drained by the Roman emissary of Lake Albano (Italy)	1,569
Journal of South American Earth Sciences	Paleomagnetic study of an historical lava flow from the Llaima volcano, Chile	1,563
European Journal of Remote Sensing	Laser Scanning Application for Geostructural analysis of Tuffaceous Coastal Cliffs: the case of Punta Epitaffio, Pozzuoli Bay, Italy	1,533
Review of Scientific Instruments	Deep underground rotation measurements: GINGERino ring laser gyroscope in Gran Sasso	1,515
Earth Science Informatics	The MED-SUV virtual research environment for enabling the GEO Geohazard supersites in Italy	1,495
Geoheritage	Promotion and Development of Protected Volcanic Areas Through Field-Based Environmental Communication Activities: the ‘Gran Cono’ Tour in the Vesuvius National Park (Italy)	1,472
Archaeometry	New insights on the provenance of obsidian fragments of Ustica Island (Palermo, Sicily)	1,47
Antarctic Science	NeQuick2 and IRI2012 models applied to mid and high latitudes, and the Antarctic ionosphere	1,461
Antarctic Science	Tide gauge observations in Antarctica (1958–2014) and recent ice loss	1,461
Physics and Chemistry of the Earth	Seismic amplification in a fractured rock site. The case study of San Gregorio (L'Aquila, Italy)	1,426
Physics and Chemistry of the Earth	A multidisciplinary approach to the seismic characterization of a mountain top (Monteluco, central Italy)	1,426
Physics and Chemistry of the Earth	Results from shallow geophysical investigations in the northwestern sector of the island of Malta	1,426
Physics and Chemistry of the Earth	Advance in seismic site response: Usual practices and innovative methods	1,426
Journal of African Earth Sciences	Multi-component gas emission measurements of the active lava lake of Nyiragongo, DR Congo	1,420
Advances in Space Research	NmF2 trends at low and mid latitudes for the recent solar minima and comparison with IRI-2012 model	1,401
Advances in Space Research	An updating of the SIRM model	1,401
Advances in Space Research	Studies on mesosphere, thermosphere and ionosphere from equatorial to mid latitudes – Recent investigations and improvements – Part 1	1,401
Advances in Space Research	Electric field computation analysis for the Electric Field Detector (EFD) on board the China Seismic-Electromagnetic Satellite (CSES)	1,401
Advances in Space Research	Does TEC react to a sudden impulse as a whole? The 2015 Saint Patrick’s day storm event	1,401
Advances in Space Research	Modelling ionospheric scintillation under the crest of the equatorial anomaly	1,401
Advances in Space Research	Equatorial ionospheric disturbances over the East African sector during the 2015 St. Patrick’s day storm	1,401
Isotopes in environmental and health studies	Assessment of the origin and geothermal potential of the thermal waters by hydro-isotope geochemistry: Eskisehir province, Turkey	1,386
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A	Looking inside volcanoes with the Imaging Atmospheric Cherenkov Telescopes	1,362
Journal of Applied Geophysics	Multidisciplinary geophysical approach to map a disposal site: The Ponza island case study	1,347
Journal of Applied Geophysics	Geomorphological and geophysical investigations for the characterization of the Roman Carsulae site (Tiber basin, Central Italy)	1,347
Journal of Applied Geophysics	Comparison of different sets of array configurations for multichannel 2D ERT acquisition	1,347
Journal of atmospheric and solar-terrestrial physics	First ground-based observations of mesopause temperatures above the Eastern-Mediterranean Part I: Multi-day oscillations and tides	1,326
Journal of atmospheric and solar-terrestrial physics	Equinoctial spread-F occurrence at low latitudes in different longitude sectors under moderate and high solar activity	1,326
Radiation Physics and Chemistry	The HEPD particle detector and the EFD electric field detector for the CSES satellite	1,315
Mineralogical Magazine	Fluorophlogopite-bearing and carbonate metamorphosed xenoliths from the Campanian Ignimbrite (Fiano, southern Italy): crystal chemical, geochemical and volcanological insights	1,285
International Journal of Disaster Risk Science	A Damage Scenario for the 2012 Northern Italy Earthquakes and Estimation of the Economic Losses to Residential Buildings	1,222
Journal of Applied Remote Sensing	Earthquake damage mapping by using remotely sensed data: the Haiti case study	1,107
Journal of Seismology	Empirical equations for the prediction of PGA and pseudo spectral accelerations using Iranian strong-motion data	1,089
Journal of Seismology	Comment on the paper ‘Historical seismicity in the Middle East: new insights from Ottoman primary sources (sixteenth to mid-eighteenth centuries)’ by Güçlü Tülüveli (JOSE, 2015, vol. 19, 1003–1008)	1,089
Journal of Seismology	Travel time source-specific station corrections related to lithospheric structures in the Mediterranean	1,089
Journal of Seismology	Seismic hazard of the Northern Apennines based on 3D seismic sources	1,089

Journal of Seismology	The 7 and 11 May 1984 earthquakes in Abruzzo-Latium (Central Italy): reappraisal of the existing macroseismic datasets according to the EMS98	1,089
Journal of Mathematical Physics	Nonlinear heat conduction equations with memory: physical meaning and analytical results	1,077
Journal of Geophysics and Engineering	The magnetotelluric response over a 3D polarizable structure	0,994
Journal of Geophysics and Engineering	Assessment of a geological model by surface wave analyses	0,994
Acta Geophysica	Automatic scaling of critical frequency foF2 from ionograms recorded at Sao José dos Campos, Brazil: a comparison between Autoscala and UDIDA tools	0,968
Acta Geophysica	A physics-based earthquake simulator and its application to seismic hazard assessment in Calabria (Southern Italy) region	0,968
Acta Geophysica	Micro-seismic monitoring after the shipwreck of the Costa Concordia at Giglio Island (Italy)	0,968
Acta Geophysica	Statistical seismology: preface to the topical issue	0,968
Archaeological Prospection	GPR versus Geoarchaeological Findings in a Complex Archaeological Site (Badia Pozzeveri, Italy)	0,938
Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria	Last Interglacial sea-level highstand deduced from notches and inner margins of marine terraces at Puerto Deseado, Santa Cruz Province, Argentina	0,938
Journal of Marine Research	From weather to ocean predictions: an historical viewpoint	0,935
Annals of Geophysics	Atmospheric dispersion modelling of CO2 emission in the Colli Albani volcanic district (central Italy)	0,915
Annals of Geophysics	Geoethics: Ethical, Social and Cultural Implications in Geosciences	0,915
Annals of Geophysics	The Cape Town Statement on Geoethics	0,915
Annals of Geophysics	Geoethics in Science Communication: The Relationship between Media and Geoscientists	0,915
Annals of Geophysics	Fast geophysical prospection to map the archaeological site of Cocciano: preliminary results	0,915
Annals of Geophysics	The first Italian blast-induced liquefaction test (Mirabello, Emilia-Romagna, Italy): description of the experiment and preliminary results	0,915
Annals of Geophysics	Airborne Radio Echo Sounding (RES) measures on Alpine Glaciers to evaluate ice thickness and bedrock geometry: preliminary results from pilot tests performed in the Ortles Cevedale Group (Italian Alps)	0,915
Annals of Geophysics	SEDA a software package for the Statistical Earthquake Data Analysis: a tutorial application to the 2009 L'Aquila and the 2012 Emilia (Italy) sequences	0,915
Annals of Geophysics	Temporal analysis of d13C CO2 and CO2 efflux in soil gas emissions at Mt. Etna: a new tool for volcano monitoring	0,915
Annals of Geophysics	Characterization of seismic signals recorded in Tethys Bay, Victoria Land (Antarctica): data from atmosphere-cryosphere-hydrosphere interaction	0,915
Annals of Geophysics	A Combined Velocity Field of the Mediterranean Region	0,915
Annals of Geophysics	Ethical Dilemmas in Geosciences. We Can Ask, but, Can We Answer?	0,915
Annals of Geophysics	A study of building vibrations induced by weak motions: effects of earthquake excitation, ambient noise and wind speed	0,915
Annals of Geophysics	Seismic lines Offshore Mount Etna (SOME): open database	0,915
Annals of Geophysics	From magma ascent to ash generation: investigating volcanic conduit processes by integrating experiments, numerical modeling, and observations	0,915
Annals of Geophysics	The Italian magnetic repeat station network: results from the 2012.5 'Reduced Network' completion	0,915
Annals of Geophysics	Sub-surface characterization of the Amphiteatrum Flavium Area (Rome, Italy) through single-station ambient vibration measurements	0,915
Annals of Geophysics	Feasibility study for the microseismic monitoring of the natural gas reservoir of "SANT'ALBERTO" (Po Plain, Italy)	0,915
Annals of Geophysics	Simulating complex fluids with smoothed particle hydrodynamics	0,915
Annals of Geophysics	A mixed automatic-manual seismic catalog for Central-Eastern Italy: analysis of homogeneity	0,915
Annals of Geophysics	Definition of small-scale volcanic structures by electrical resistivity tomography: The Trentaremi cone, an example from the Campi Flegrei Caldera (Italy)	0,915
Annals of Geophysics	The MURAVES muon telescope: technology and expected performances	0,915
Annals of Geophysics	Muography with nuclear emulsions - Stromboli and other projects	0,915
Annals of Geophysics	Ambient vibration recording on the Maddalena Bridge in Borgo a Mozzano (Italy): data analysis	0,915
Annals of Geophysics	The EtnaPlumeLab (EPL) research cluster: advance the understanding of Mt. Etna plume, from source characterisation to downwind impact	0,915
Annals of Geophysics	Analysis of the Seismic Site Effects along the Ancient Via Laurentina (Rome)	0,915
Annals of Geophysics	Preface Special issue: Monitoring and Seismic Characterization of Archaeological Sites and Structures	0,915
Annals of Geophysics	The palaeogeographic setting and the local environmental impact of the 130 ka Falconiera tuff-cone eruption (Ustica island, Italy)	0,915
Periodico di Mineralogia	The effect of degassing and volatile exsolution on the composition of a trachybasaltic melt decompressed at slow and fast rates	0,883
Periodico di mineralogia	Geochemistry and tectonic setting of triassic magmatism from the Lercara Basin (Sicily, Italy)	0,883
Journal of Environmental and Engineering Geophysics	Examples of Improved Inversion of Different Airborne Electromagnetic Datasets Via Sharp Regularization	0,696
Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata	Detection of volcanic earthquakes and tremor in Campi Flegrei	0,652
Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata	Seismogenic zonation as a branch of the logic tree for the new Italian seismic hazard map - MPS16: a preliminary outline	0,652

Open Geosciences	Marine sediment cores database for the Mediterranean Basin: a tool for past climatic and environmental studies	0,475
Journal of Volcanology and Seismology	The hydrothermal system of Mendeleev Volcano, Kunashir Island, Kuril Islands: The geochemistry and the transport of magmatic components	0,25
Frontiers in Earth Science	Learning about Hydrothermal Volcanic Activity by Modeling Induced Geophysical Changes	0,000
Frontiers in Earth Science	A Framework for Probabilistic Multi-Hazard Assessment of Rain-Triggered Lahars Using Bayesian Belief Networks	0,000
Frontiers in Earth Science	New Advances in Dial-Lidar-Based Remote Sensing of the Volcanic CO <sub>2</sub> Flux	0,000
Frontiers in Earth Science	Editorial: Stress Field Control of Eruption Dynamics	0,000
Frontiers in Earth Science	A Physical Model of Sill Expansion to Explain the Dynamics of Unrest at Calderas with Application to Campi Flegrei	0,000
Frontiers in Earth Science	The Effects of Vent Location, Event Scale, and Time Forecasts on Pyroclastic Density Current Hazard Maps at Campi Flegrei Caldera (Italy)	0,000
Frontiers in Earth Science	Corrigendum: Maars to calderas: end-members on a spectrum of explosive volcanic depressions	0,000
Geosciences	Inventory of Onshore Hydrocarbon Seeps in Romania (HYSED-RO Database)	0,000
Geosciences	Nonlinear Spectral Unmixing for the Characterisation of Volcanic Surface Deposit and Airborne Plumes from Remote Sensing Imagery	0,000
Geosciences	Volcanic Plume CO <sub>2</sub> Flux Measurements at Mount Etna by Mobile Differential Absorption Lidar	0,000
Geosciences	Ultraviolet Imaging of Volcanic Plumes: A New Paradigm in Volcanology	0,000
Il Nuovo Cimento C	Interseismic coupling for the Altotiberina Fault from GPS data	0,000
Key Engineering Materials	Structural Interpretation of Data from Static and Dynamic Structural Health Monitoring of Monumental Buildings	0,000
Quaderni di Geofisica	Bollettino Sismico Italiano 2012	0,000
Quaderni di Geofisica	Il terremoto a Campobasso del 16 gennaio 2016. L'evento di MW 4.3 e la sequenza sismica associata	0,000
Quaderni di Geofisica	Procedura near real-time per la valutazione dell'hazard da eruzioni laterali all'Etna (Sicilia, Italia)	0,000
Quaderni di Geofisica	Acquisizione di registrazioni di microtremore nel territorio di Camerino	0,000
Quaderni di Geofisica	Monitoraggio integrato di un'area marino-costiera: la foce del fiume Volturno (Mar Tirreno centrale)	0,000
Rendiconti Online della Società Geologica Italiana	Structural inheritance controlling active crustal deformation in the Val d'Agri area (southern Apennines, Italy): new insights from finite element modelling	0,000
Science advances	Earthquake forecasting during the complex Amatrice-Norcia seismic sequence	0,000
Science advances	Nucleation speed limit on remote fluid-induced earthquakes	0,000

PUBBLICAZIONI 2017 NON JCR		
TIPO	RIVISTA	TITOLO
Abstract	European Geosciences Union General Assembly 2017	EPOS Seismology services and their users
Abstract	Congresso congiunto SIMP-SGI- SOGEI-AIV	Workshops on Sicilian active volcanoes: Implementing the School Education through collaboration among different institutions
Abstract	International Ocean Literacy Conference	A Gulf of Poets and Scientists: the experience and challenges of the Scientific Dissemination Group of La Spezia (Liguria –Italy)
article	La Lettura - Corriere della Sera	Scorre rapido il fiume di metallo nel ventre profondo della Terra
article	Rapporti Tecnici INGV	Il sistema elettronico per l'alimentazione, il controllo e l'acquisizione dati del nuovo Osservatorio multidisciplinare di Portopalo di Capopassero
article	Rapporti Tecnici INGV	"Eastern Alpine Seismic Investigation" (EASI) 2015-2016. L'installazione e la manutenzione delle stazioni temporanee INGV
article	Rapporti Tecnici - INGV	Implementazione del Sistema Embedded per l'Osservatorio multidisciplinare di Portopalo di Capopassero
article	Procedia Earth and Planetary Science	Dissolved Carbon in Groundwater versus Gas Emissions from the Soil: The Two Sides of the Same Coin
article	Procedia Earth and Planetary Science	Preliminary Geochemical and Isotopic Results in Thermal and Cold Waters of Graciosa Volcanic Island (Azores)
article	MICRO	I minerali di origine fumarolica dei Campi Flegrei : Solfatara di Pozzuoli (Napoli) e dintorni
article	Miscellanea INGV	Giocando verso uno sviluppo sostenibile: il contributo della sede INGV di Porto Venere nella realizzazione di giochi didattico-scientifici
article	Nuclear and Particle Physics Proceedings	A new technique for probing the internal structure of volcanoes using cosmic-ray muons
article	Procedia Earth and Planetary Science	Water-rock Interaction Ascribed to Hyperalkaline Mineral Waters in the Cabeço de Vide Serpentinized Ultramafic Intrusive Massif (Central Portugal)
article	Procedia Earth and Planetary Science	Abiotic Methane in Continental Serpentinization Sites: An Overview
article	Soils and Foundations	Determination of the critical state of granular materials with triaxial tests
article	Journal of Applied Volcanology	Phreatic eruptions at crater lakes: occurrence statistics and probabilistic hazard forecast
article	Mediterranean Archaeology and Archaeometry	The argonautica orphica version for the voyage of the argonauts: a geo-analysis
article	Raziskave S Področja geodezije in Geofizike	Potre 6. Maja 1976 V Furlaniji. Reevalvacija makroseizmčnih podatkov
article	Applied Sciences	A New Damage Assessment Method by Means of Neural Network and Multi-Sensor Satellite Data
article	International Journal of Nanotechnology and Nanomedicine Research	Nanoparticles control and record (?)earthquakes propagation at large scales
article	112emergencies	La prevenzione dai rischi naturali: una missione etica e civile
article	Rapporti Tecnici INGV	Esperimento di sismica passiva per lo studio di dettaglio dei vulcani di fango nella Riserva Naturale Regionale delle Salse di Nirano (Modena)
article	Progettazione Sismica	Dopo i terremoti del 2016: alcuni interrogativi sulla riduzione del rischio sismico
article	Impact	Time Dependent Seismology
article	Rendiconti Online della Società Geologica Italiana	Cultural climate in Naples between the birth and development of volcanology
article	Oxford University Press	Antarctic Climate History and Global Climate Changes
article	Geoenvironmental Disasters	A method for locating rockfall impacts using signals recorded by a microseismic network
book		Earthquake Occurrence: Short- and Long-term Models and their Validation
book		Italian Magnetic Network and Italian Geomagnetic Field Map at year 2015.0
book		International Journal on Artificial Intelligence Tools
book chapter	Natural Hazard Uncertainty Assessment: Modeling and Decision Support, Geophysical Monograph 223	Uncertainty Assessment of Pyroclastic Density Currents at Mount Vesuvius (Italy) Simulated Through the Energy Cone Model
book chapter	Advances in Volcanology	Supporting the Development of Procedures for Communications During Volcanic Emergencies: Lessons Learnt from the Canary Islands (Spain) and Etna and Stromboli (Italy)
book chapter	Bollettino Sezione Campania	Le specie mineralogiche trovate per la prima volta al mondo nei Campi Flegrei: vere e perdute
book chapter	Landscapes and Landforms of Italy	Landforms and landscapes of Mount Etna (Sicily): relationships between a volcano, its environment and human activity
book chapter	Advances in Volcanology	Communicating Information on Eruptions and Their Impacts from the Earliest Times Until the Late Twentieth Century
book chapter	Encyclopedia of Geochemistry	Natural Gas
book chapter	Advances in Volcanology	Deterministic Versus Probabilistic Volcano Monitoring: Not "or" But "and"
book chapter	Advances in Volcanology	The Need to Quantify Hazard Related to Non-magmatic Unrest: From BET_EF to BET_UNREST
book chapter	Advancing Culture of Living with Landslides	Comparing Patterns of Spatial Relationships for Susceptibility Prediction of Landslide Occurrences
book chapter	Mineral reaction kinetics: Microstructures, textures, chemical and isotopic signatures	Dynamic crystallization in magmas
book chapter	Fault Zone Dynamic Processes: Evolution of-Fault Properties During Seismic Rupture, Geophysical Monograph 277	"Coseismic Foliations" in Gouge and Cataclasite: Experimental Observations and Consequences for Interpreting the Fault Rock Record
book chapter	Natural Hazard Uncertainty Assessment: Modeling and Decision Support, Geophysical Monograph 223	Uncertainty Assessment of Pyroclastic Density Currents Uncertainty Assessment of Pyroclastic Density Currents Cone Model
book chapter	Environmental hazards: methodologies for risk assessment and management	Tectonic hazards: Volcanoes
book chapter	Architetti in viaggio. La Sicilia nello sguardo degli altri	Jean Houel e la vulcanologia dell'Etna
Conference paper	ACM International Conference on Computing Frontiers 2017 - Big Data Analytics Workshop	Big Data Analytics on Large-Scale Scientific Datasets in the INDIGO-DataCloud Project
Conference paper	16th World Conference on Earthquake Engineering	The 2016 Italian seismic hazard model
Conference paper	XX Congreso Geológico Argentino	Geoethical considerations in disaster risk reduction
Conference paper	Proceedings of the International Conference on Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 12-14 June 2017, Reykjavik, Iceland. <a href="http://icesd.hi.is/wp-content/uploads/2017/06/AID_38.pdf">http://icesd.hi.is/wp-content/uploads/2017/06/AID_38.pdf</a>	How to survive earthquakes: the example of Norcia

Conference paper	36° Convegno del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida	Le sequenze sismiche del finalese (Liguria Occidentale ): una interpretazione sismotettonica
Conference paper	Multi-Temp 2017	Lava emplacement mapping with SAR and optical satellite data
Conference paper	International Conference on Earthquake Engineering and Structural Dynamics	From seismic input to damage scenario: an example for the pilot area of Mt. Etna volcano (Italy) in the KnowRISK Project
Conference paper	International Conference on Earthquake Engineering and Structural Dynamics	Awareness on Seismic Risk: How can Augmented Reality help?
Conference paper	International Conference on Earthquake Engineering and Structural Dynamics	The participatory risk communication action of the KnowRISK project: case study in Italy
Conference paper	International Conference on Earthquake Engineering and Structural Dynamics	Development of a common (European) tool to assess earthquake risk communication
Conference paper	International Conference on Earthquake Engineering and Structural Dynamics	KnowRISK on Seismic Risk Communication: the set-up of a participatory strategy
Conference paper	International Conference on Earthquake Engineering and Structural Dynamics	KnowRISK Practical Guide for mitigation of seismic risk due to non-structural components
Conference paper	36° Convegno del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida	The KNOWRISK project: when communication becomes prevention
Conference paper	American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting	The ASTARTE Paleotsunami Deposits data base – web-based references for tsunami research in the NEAM region
Conference paper	CIMNE International Centre for Numerical Methods in Engineering	Spatial target mapping: an approach to susceptibility prediction based on iterative crossvalidations
Conference paper	4th WFL 2017 Advancing Culture of Living with Landslides	Comparing Patterns of Spatial Relationships for Susceptibility Prediction of Landslide Occurrences
Conference paper	European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2017	The ASTARTE Paleotsunami and Mass Transport Deposits data bases – web-based references for tsunامي and submarine landslide research around Europe
Conference paper	GIORNATA DI STUDIO SU ISCHIA	Analisi InSAR della deformazione del suolo del terremoto Ischiano
Conference paper	11° Workshop Tematico di Telerilevamento	Land subsidence from geo-resources exploitation: evidences from InSAR and GPS observations
Conference paper	11° Workshop Tematico di Telerilevamento	X-band COSMO-SkyMed and C-band Sentinel missions for hazard mapping: the 2016-2017 Central Italy seismic sequence
Conference paper	2017 Dragon Symposium	A multi-sensor approach for coastal area monitoring
Conference paper	38th Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS) 2017	On the use of satellite Remote Sensing for detecting surface effects due to subsurface processes
Conference paper	AGU Fall Meeting 2017	Mechanical decoupling along a subduction boundary fault: the case of the Tindari-Alfeo Fault System, Calabrian Arc (central Mediterranean Sea)
Conference paper	36° Convegno del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida (GNGTS)	Site characterization of the national seismic network of Italy: results at five case studies
Conference paper	GNGTS 2017- 36° Convegno Nazionale	Bollettino Sismico Italiano: Analysis of Early Aftershocks of the 2016 MW 6.0 Amatrice, MW 5.9 Visso and MW 6.5 Norcia earthquakes in Central Italy
Conference paper	16th World Conference on Earthquake Engineering	HYPSTHER PROJECT: HYBRID GROUND MOTION PREDICTION EQUATIONS FOR PSHA PURPOSES
Conference paper	16th World Conference on Earthquake Engineering	Engineering Strong-Motion database: a gateway to access European strong motion data
Conference paper	8th International INQUA Meeting on Paleoseismology, Active Tectonics and Archeoseismology	The new Italian seismic hazard model
Conference paper	6th ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering	A new numerical procedure for assessing the dynamic behaviour of ancient masonry towers
Conference paper	XXXII nd International Union of Radio Science	Analysis of the ionospheric scintillations during 20-21 January 2015 from SANAE by means of the DemoGRAPE scintillation receivers
Extended abstract	36° Convegno del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida (GNGTS)	L'Archivio Storico Macrosismico Italiano (ASMI)
Extended abstract	36° Convegno del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida (GNGTS)	Servizi per l'accesso ai dati in ASMI, l'Archivio Storico Macrosismico Italiano
Oral presentation	EGU General Assembly 2017	An EMSO data case study within the INDIGO-DC project
Oral presentation	Questione di genere: le parole della scienza	Le dimensioni di genere nella ricerca scientifica ambientale
Poster session	EGU General Assembly 2017	The Cape Town Statement on Geoethics
Poster session		Tectonic model of the 2016, Central Apennines earthquake sequence: implications for seismogenic source identification
Poster session	European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2017	GSNL 2.0: leveraging on Open Science to promote science-based decision making in Disaster Risk Reduction
Poster session	European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2017	Contribution of the EVER-EST project to the community of the Geohazard Supersites initiative
Poster session	PSHA workshop	Modelling the 3D complexities of a subduction interface: the Calabrian Arc (Italy)
Poster session	PSHA workshop	Earthquake-fault dip angle statistics for PSHA analyses
Poster session	American Geophysical Union, Fall Meeting 2017	Italian Present-day Stress Indicators: IPSI Database
Poster session	AGU Fall Meeting 2017	Non-Double-Couple Component Analysis of Induced Microearthquakes in the Val d'Agri Basin (Italy)
Poster session	EGU General Assembly 2017	Three-axial Fiber Bragg Grating Strain Sensor for Volcano Monitoring
Poster session	EGU General Assembly 2017	Magmatic processes evidenced by borehole dilatometer data at Campi Flegrei, Italy.
Poster session	European Marine Science Educators Association EMSEA	Best- Practices in Marine Science Literacy: a Report of sample activities in a Long School-Training
Poster session	EGU General Assembly 2017	Games As Educational Tools in eARTh Science: MAREOPOLI and THE ENERGY CHALLENGE
Poster session	UK Wildfires Conference 2017	Burnt area detection in PDN using two post fire images
Poster session	EGU General Assembly 2017	Sailing for Science: on board experiences for transferring knowledge on Historical Oceanography for Future Innovation
Poster session	EGU General Assembly 2017	Eco-drifters for a dispersion experiment at the mouth of the River Arno: the citizen-science contribution
Poster session	EMSO ERIC ALL REGIONS WORKSHOP	An example of synergy between industry and research for the development of new technologies for marine research and monitoring: MARE_Lab.
report		Installazione della rete di monitoraggio sismico ReMoTA nell'area geotermica di Torre Alfina-Castel Giorgio (Lazio settentrionale-Umbria)
report		25th European Seismological Commission Working Group Volcano Seismology: Workshop on 25 years advancing volcano seismology in a wider volcanological context
report		Analysis of the variability in ground-motion synthesis and inversion
report		White Paper on Responsible Mining

report		D13.1 QUESTIONNAIRE TO ANALYSE THE ETHICAL AND SOCIAL ISSUES AND ASSESSMENT REPORT ON QUESTIONNAIRE ANSWERS
report		Geomagnetic Observation Result, 2014-2015
report		Geomagnetic Observation Result, 2013-2014
report		Rapporto Sulle Attività Svolte Dal Gruppo Bollettino Sismico Italiano A Seguito Della Sequenza Sismica Del Centro Italia 2016/2017 Relativo Agli Eventi Nel Periodo Tra Il 17/01/2017 E Il 26/02/2017
report		Bollettino Sismico Italiano: gennaio - aprile 2016
report		Bollettino Sismico Italiano: maggio - agosto 2016
report		Bollettino Sismico Italiano: settembre - dicembre 2016
report		Rapporto Sulle Attività Svolte Dal Gruppo Bollettino Sismico Italiano A Seguito Della Sequenza Sismica Del Centro Italia 2016-2017 Nel Periodo Tra Il 23-9-2016 Ed Il 16-01-2017
report		Summary report on the 30 october, 2016 earthquake in central Italy Mw 6.5
report		Gruppo Operativo Emersito++ Evento Sismico Ischia 2017: Campagne Di Misure Geofisiche, Rapporto N°1
report		Gruppo operativo EMERSITO- evento sismico ISCHIA 2017: Rapporto n.1 23/08/2017
report		Site Characterization Of Station Iv.Lav9 (Lanuvio) Of Italian National Seismic Network
report		Site characterization of the INGV seismic station IV.CDCA – Città di Castello
report		Site Characterization of the INGV station IV.CMPO - Campotto Po
report		Emergenza sismica nel centro Italia 2016-2017. Secondo rapporto del gruppo operativo SISMICO. Sviluppo e mantenimento della rete sismica mobile a seguito del terremoto di Amatrice Mw 6.0 (24 agosto 2016, Italia centrale)
report		Emergenza sismica nel centro Italia. Terzo rapporto del gruppo operativo SISMICO
report		Quest- Rilievo Macrosismico Per Il Terremoto Dell'Isola Di Ischia Del 21 Agosto 2017
report		Quest- Rilievo Macrosismico Per Il Terremoto Dell'Isola Di Ischia Del 21 Agosto 2017
report		La Scheda Stazione elettronica: un sistema informatico di raccolta e condivisione delle informazioni sulla composizione e la configurazione delle stazioni in campagne di acquisizione dati
report		Yearbook magnetic results 2016 Geomagnetic observatory of Castello Tesino
report	Rapporti Tecnici - INGV	IRON-DB: a database for the Italian Radon mOnitoring Network
web product		GEO-GSNL website
web product		IPSI 1.0, Database of Italian Present-day Stress Indicators



# Sezioni

## OSSERVATORIO NAZIONALE TERREMOTI

### SEZIONE DI ROMA1

### SEZIONE DI ROMA2

### AMMINISTRAZIONE CENTRALE

Via di Vigna Murata 605 - 00143 Roma

Tel.: +39 06518601 / Fax: +39 065041181

### SEZIONE DI BOLOGNA

Via Donato Creti, 12 - 40128 Bologna

Tel.: +39 0514151411 / Fax: +39 0514151498

### SEZIONE DI CATANIA - Osservatorio Etneo

Piazza Roma, 2 - 95123 Catania

Tel.: +39 0957165800 / Fax: +39 095435801

### SEZIONE DI MILANO

Via Bassini, 15 - 20133 Milano

Tel.: +39 0223699280 / Fax: +39 0223699458

### SEZIONE DI NAPOLI - Osservatorio Vesuviano

Via Diocleziano, 328 - 80124 Napoli

Tel.: +39 0816108483 / Fax: +39 0816100811

### SEZIONE DI PALERMO

Via Ugo La Malfa, 153 - 90146 Palermo

Tel.: +39 0916809400 / Fax: +39 0916809449

### SEZIONE DI PISA

Via della Faggiola, 32 - 56126 Pisa

Tel.: +39 0508311927 / Fax: +39 0508311942



ISTITUTO NAZIONALE  
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

