

CONVENZIONE-QUADRO
TRA IL DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE E
L'ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA
PER L'ATTIVITÀ DI SORVEGLIANZA SISMICA E VULCANICA
SUL TERRITORIO NAZIONALE, DI CONSULENZA TECNICO - SCIENTIFICA E
DI STUDI SUI RISCHI SISMICO E VULCANICO

(Triennio 2010 - 2012)

ALLEGATO A

PROGRAMMA DI ATTIVITÀ DI CUI ALL'ART. 3.4 LETTERA A

Servizio

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'S' followed by a 'B'.

INDICE

Con riferimento all'art. 3.4 della Convenzione-quadro DPC-INGV 2010-12, la voce a) "servizio" riguarda i seguenti aspetti:

- I. monitoraggio sismico e vulcanico in tutte le sue componenti, manutenzione e miglioramento delle reti e delle stazioni di osservazione, con particolare riferimento alle reti fiduciarie;
- II. banche-dati sismologiche e vulcanologiche, strumentali e non; loro manutenzione, fruibilità, interoperabilità e disseminazione verso il Dipartimento; interfaccia di consultazione via web;
- III. preparazione dell'emergenza: organizzazione e coordinamento delle attività dei gruppi di intervento, definizione di dati ed elaborazioni da fornire al Dipartimento, modalità e formati di trasferimento a fini decisionali; linee guida per l'implementazione delle attività durante le emergenze;
- IV. formazione e divulgazione sui temi della pericolosità sismica, vulcanica e da maremoti associati.

A-I. MONITORAGGIO

A-I.1. Monitoraggio sismico

Il monitoraggio sismico del territorio nazionale è un sistema complesso in tutte le sue componenti, dalla sensoristica usata ai sistemi di acquisizione e di analisi. La Tabella 1 riporta lo stato attuale della Rete Sismica Nazionale dell'INGV e delle altre reti collegate in tempo reale che contribuiscono al sistema di monitoraggio. Tutti i dettagli tecnici della rete sono disponibili, sito per sito, su iside.rm.ingv.it. Di seguito se ne descrivono brevemente le caratteristiche principali.

Sensoristica

I siti delle stazioni hanno diversi sensori installati sia sismologici che geodetici. I sensori sismici possono essere a larghissima banda, larga banda o banda allargata (360 s, 40 s, o 5 s, rispettivamente). Negli anni precedenti sono stati eliminati quasi tutti i sensori a corto periodo in un processo di ottimizzazione della rete. In circa 100 siti sono installati sensori geodetici a doppia frequenza che costituiscono l'ossatura della Rete Integrata Nazionale GPS che consiste in 150 ricevitori, oggi strumento essenziale per gli aspetti sismologici a seguito di forti eventi. Inoltre, in 80 siti sono stati installati accelerometri e altri sono invece non integrati con altri sensori per un totale di circa 100 accelerometri.

Digitalizzatori

Il segnale dei sensori sismici viene digitalizzato e temporizzato direttamente nei siti di acquisizione. I digitalizzatori usati sono anche essi di diverso tipo, sia commerciali (Taurus Nanometrics ad es.) che di realizzazione presso i laboratori INGV (Gaia). I digitalizzatori realizzati presso INGV sono a basso costo e mantengono la qualità dei prodotti commerciali.

Sistemi di trasmissione dati

La ridondanza dei vettori di trasmissione usati nei siti della rete nazionale è un valore importante anche se ha la conseguenza di una estrema richiesta di professionalità dei tecnici che svolgono la manutenzione e dei sistemi di controllo. In generale vengono usati sistemi satellitari sia UDP che TCP/IP su satelliti diversi (IntelSat, HellasSat e HotBird) per garantire una equilibrata gestione di eventuali guasti ai satelliti o ai teleporto. Le stazioni che trasmettono i dati usando il vettore satellitare rappresentano circa il 60% della rete sismica. Una buona percentuale è rappresentata da connettività via terra sia in intranet che in internet, quest'ultima è usata soprattutto per l'acquisizione di stazioni appartenenti a altre reti. Dal 2010 sono in sperimentazione sistemi wifi o UMTS che rappresentano ancora una piccola percentuale ma si prevede un importante sviluppo nei prossimi anni. Sono stati eliminati, come processo di ottimizzazione del 2010, tutti i collegamenti in cda dedicati.

Sistemi di acquisizione

I dati delle stazioni sono acquisiti in tempo reale sia nella sede centrale che in alcune delle sedi

periferiche dell'INGV (Grottaminarda, Catania, Napoli) e questa scelta è anche essa basata sul garantire la corretta ridondanza del sistema di acquisizione. I dati satellitari sono acquisiti sia direttamente che tramite intranet in modo da poterli visualizzare anche in assenza di segnale diretto agli hub centrali di Roma, Grottaminarda o Catania. I dati sismici e geodetici delle stazioni appartenenti ad altre reti (OGS, Università di Genova, etc.) sono sempre acquisiti con sistemi terrestri e in alcuni casi (stazioni dell'OGS) rappresentano una debolezza del sistema che al momento non è possibile ottimizzare. I dati vengono acquisiti tramite dei server dedicati e ridondati (naqserver, seedlink server, etc.) e quindi trasmessi ai server dedicati all'analisi in tempo reale dei segnali.

Sistemi di analisi

Al momento ci sono due sistemi di analisi dei dati sismici che garantiscono la detection, trigger e location degli eventi sismici. Il sistema attivo è backnet ed è ridondato dal sistema earthworm che a breve diventerà il sistema principale. Tutte e due i sistemi sono a loro volta ridondati a Roma e il sistema earthworm è anche attivo a Grottaminarda. Il sistema earthworm gestisce anche il dato accelerometrico mentre il dato geodetico in tempo reale è acquisito su server dedicati e ridondati a Roma e a Grottaminarda.

Archiviazione e distribuzione dati

I dati sismici acquisiti ed elaborati sono archiviati su una Storage Area Network (SAN) presso la sede Centrale e in una SAN attualmente in costruzione a Grottaminarda per la necessaria ridondanza e sicurezza del dato sismico. Anche i dati geodetici sono archiviati su una SAN a Grottaminarda. La distribuzione dei dati sismici avviene attraverso dei portali che sono <http://iside.rm.ingv.it> dove è possibile avere tutte le informazioni parametriche relative alle localizzazioni e <http://eida.rm.ingv.it> dove è possibile avere le forme d'onda delle stazioni sismiche della rete nazionale. I dati geodetici nel formato rinex sono invece distribuiti da due server dedicati (gpsfree.rm.ingv.it e gpsgiving.int.ingv.it).

Sale di monitoraggio

Le sale di monitoraggio rappresentano l'ultimo anello del sistema di monitoraggio. La sala H24/7 di Roma è ridondata da quella di Grottaminarda che non è h24/7 ma è organizzata con una reperibilità attiva h24/7. Nelle sale si svolge il servizio di sorveglianza dove i turnisti hanno computer per analisi in post-processamento e sistemi di visualizzazione dell'informazione su videowall. Accanto alle operazioni di sorveglianza, il server riservato e ridondato (geoserver.rm.ingv.it e labet2.rm.ingv.it) garantisce al Dipartimento l'accesso alle informazioni dirette prodotte nelle sale di monitoraggio.

- a. Gestione e operatività del sistema di monitoraggio
- Per quanto esposto precedentemente, il mantenimento del sistema di sorveglianza prevede costi relativi alla gestione e all'operatività dell'infrastruttura le cui voci posso essere così sintetizzate:
- contratti di locazione dei siti della rete sismica;
 - contratti di connettività per la trasmissione dei dati;
 - contratti o convenzioni con altri Enti o Università per lo scambio dati;
 - contratti di assistenza HW e SW per i server dedicati alla acquisizione, elaborazione e distribuzione dati;
 - contratti di assistenza per i sistemi di visualizzazione;
 - licenze SW per le analisi e per il server di condivisione delle informazioni;
 - autovetture per la manutenzione ordinaria e straordinaria della rete;
 - attrezzatura di laboratori e DPI per il personale che deve mantenere in efficienza la rete;
 - cancelleria e materiale di consumo vario (dischi etc.)
 - personale impegnato nella gestione della rete;
 - personale impegnato nei turni di sorveglianza;
 - personale impegnato nella elaborazione dati.

Non vengono in questa sede specificate le gestioni indirettamente legate al sistema di monitoraggio ma essenziali comunque per il suo buon funzionamento come ad esempio la gestione dei sistemi di condizionamento dei CED.

La quantificazione di questi impegni e relativi costi potrà essere articolata in maniera analoga a quella del triennio precedente.

- b. Manutenzione ordinaria e straordinaria del sistema di monitoraggio
La manutenzione ordinaria viene svolta da personale INGV e riguarda tutti i componenti che partecipano al sistema di monitoraggio e include sia gli interventi di manutenzione quali pulizia dei siti, verifica e controllo della qualità dei dati, interventi programmati per sostituzione batterie che possono essere così riassunti:

- verifica periodica ai siti per pulizia e taglio erba;
- verifica periodica ai sistemi di alimentazione e di trasmissione;
- costante controllo di qualità dei segnali acquisiti;
- controllo dei sistemi di acquisizione dati;
- controllo dei sistemi anti-virus dei server di acquisizione.

Non vengono in questa sede specificate le manutenzioni indirettamente legate al sistema di monitoraggio ma comunque essenziali per il suo buon funzionamento come ad esempio la manutenzione dei sistemi di condizionamento dei CED.

La manutenzione straordinaria viene effettuata da personale INGV su tutto il territorio nazionale e riguarda sia la parte di segnalazione guasti che di interventi di ripristino a seguito di accertamento di guasto. Di norma, i guasti vengono riparati entro breve tempo dalla loro segnalazione e consiste spesso nella sostituzione delle parti non funzionanti, una prima verifica in laboratorio per accertare il livello di guasto della strumentazione, l'eventuale riparazione in laboratorio o la spedizione presso laboratori certificati.

- c. Ottimizzazione e sviluppo del sistema di monitoraggio

Le precedenti convenzioni 2004-2006 e 2007-2009 hanno avuto come ottimizzazione e sviluppo prioritariamente la crescita qualitativa e quantitativa della rete sismica e geodetica e il rafforzamento della parte di acquisizione e distribuzione dati. Per il triennio 2010-2012, a causa dei considerevoli tagli dei fondi disponibili, le attività di ottimizzazione si concentreranno sui seguenti aspetti:

- rafforzamento dello scambio dati sismici tra le sedi INGV e tra le sedi non INGV che partecipano all'integrazione e allo scambio dati della rete nazionale;
- messa in esercizio del "disaster recovery" presso la sede di Grottaminarda che consiste principalmente nella ottimizzazione del CED e degli apparati di rete informatica;
- controllo di tutti gli impianti elettrici dei siti della rete nazionale con particolare riguardo alla sicurezza e alla prevenzione;
- sviluppo SW per l'accessibilità ai dati parametrici e delle forme d'onda con trasformazione di <http://iside.rm.ingv.it> e <http://eida.rm.ingv.it> da portali a web-service
- messa in esercizio del nuovo SW di acquisizione earthworm
- sviluppo del geoserver o, in alternativa, creazione di nuovo prodotto per la condivisione delle informazioni in tempo reale della rete sismica in accordo con quanto specificato nella Tab. 1 dell'Allegato Tecnico Generale.

A-1.2. Monitoraggio vulcanico

Il monitoraggio delle aree vulcaniche italiane viene svolto attraverso un complesso sistema osservativo multidisciplinare basato su un insieme di tecniche e metodologie di indagine geofisica, geochimica, vulcanologia, satellitare. Il monitoraggio geofisico si basa sulla variazione di parametri fisici che accompagnano la migrazione del magma verso la superficie quali la sismicità, le variazioni di forma dell'edificio e del campo gravimetrico. Le metodologie geochimiche utilizzano le variazioni nella composizione chimica ed isotopica dei fluidi emessi dal complesso vulcanico prodotte dalla dinamica magmatica. I rilievi vulcanologici e le indagini mineralogiche e petrografiche delle ceneri e dei prodotti eruttati completano il quadro delle informazioni che, allo stato attuale delle conoscenze, può essere utilizzato ai fini di ipotizzare le più probabili fenomenologie eruttive future ed i loro effetti sull'ambiente.

Il sistema osservativo sviluppato in questi anni dall'INGV applica queste metodiche attraverso reti di misura automatiche ed attività di campagna e di laboratorio.

Monitoraggio dei parametri geofisici

Le stazioni di monitoraggio sono di due tipologie: monoparametriche e multiparametriche. Queste ultime hanno diversi tipi di sensori installati (es. sismologici, geodetici, meteo). Oltre il 50% dei siti oggi condivide sensori sismici e geodetici che costituiscono l'ossatura della Rete Multiparametrica Integrata, strumento essenziale per il monitoraggio geofisico dei vulcani.

Relativamente ai sensori sismici, questi possono essere a larga banda (sensori da 120s a 40s), o a corto periodo (1s). Negli ultimi anni si è provveduto ad ottimizzare le reti, attraverso il rinnovamento tecnologico delle stazioni sostituendo le vecchie strumentazioni analogiche (16 ancora operative tra l'Etna e le isole Eolie, 20 nelle aree vulcaniche della Campania) dotate di sensori a corto periodo, con strumentazione digitale dotata di sensori triassiali a corto periodo (3 stazioni ed un array di 16 sensori nelle aree vulcaniche della Campania) ed a larga banda (33 Etna, 26 isole Eolie di cui 9 a Vulcano e 14 a Stromboli, 1 Pantelleria, 15 nelle aree vulcaniche della Campania). In diversi siti sono stati installati anche sensori accelerometrici (7 tra l'Etna e le isole Eolie, 2 nelle aree vulcaniche della Campania) mentre altri presentano sensori infrasonici (11 stazioni nell'area Etna, 15 nelle aree vulcaniche della Campania) e stazioni meteo (2 stazioni all'Etna, 3 nelle aree vulcaniche della Campania). Maggiori dettagli sono riportati negli allegati "Reti Geofisiche e Vulcanologiche". Il segnale dei sensori sismici viene digitalizzato e temporizzato direttamente nei siti di acquisizione. I digitalizzatori usati sono principalmente della Nanometrics, mentre per i vulcani della Campania e per Stromboli sono utilizzati apparati realizzati dall'INGV (GAIA e GILDA).

Per quanto concerne il monitoraggio delle deformazioni del suolo questo viene effettuato con reti permanenti di stazioni GPS (36 Etna, 14 isole Eolie, 3 Pantelleria, 28 nelle aree vulcaniche della Campania), clinometriche (14 Etna, 9 Eolie, 3 Pantelleria, 9 nelle aree vulcaniche della Campania), dilatometriche (2 Stromboli) ed estensimetriche (4 Etna). All'isola di Stromboli (Sciara del Fuoco) è installato un sistema di monitoraggio costituito da 23 capisaldi misurati in continuo da una stazione totale robotizzata. Alle reti permanenti si aggiungono periodiche campagne di misura di reti geodetiche (GPS, livellazioni) all'Etna, alle isole Eolie e Pantelleria per un complessivo numero di 180 capisaldi, mentre per i vulcani della Campania i vertici predisposti per le campagne di misura GPS sono circa 70, quelli per le livellazioni di precisione circa 1000, distribuiti su 500 km lineari complessivi raggruppati in circuiti concatenati (Vesuvio 270 km 359 capisaldi, Campi Flegrei 136 km 360 capisaldi, Ischia 100 km 257 capisaldi).

Relativamente al monitoraggio gravimetrico e magnetico, attualmente sono operative in continuo all'Etna e allo Stromboli un numero complessivo di 4 stazioni gravimetriche, 16 magnetometri (8 magnetometri scalari, 5 gradiometrici, 3 vettoriali), 1 stazione magnetotellurica (Etna) e 3 stazioni geoelettriche, mentre al Vesuvio ed ai Campi Flegrei sono operative due stazioni gravimetriche in registrazione continua. A queste si aggiungono misure discrete di tipo gravimetrico utilizzando 71 capisaldi all'Etna, 32 a Vulcano, 22 a Pantelleria ed 85 nelle tre aree vulcaniche attive della Campania, in cui sono anche eseguite misure assolute di gravità.

Monitoraggio dei parametri geochimici

La sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche attive si basa sul monitoraggio delle fasi fluide rilasciate da sistemi vulcanici e geotermici, attraverso misure continue (effettuate con reti di misura automatiche con trasmissione dei dati) ed indagini discrete periodiche (consistenti in misure e campionamenti di acque e gas con frequenze di intervento differenti, adeguate al livello di pericolosità di ciascuna delle aree sorvegliate). I presupposti scientifici che stanno alla base di tali attività derivano dal fatto che le specie gassose disciolte nel magma vengono rilasciate in quantità considerevoli ed in modo differenziato durante la risalita verso la superficie. Ciò consente di evidenziare, attraverso l'analisi dei fluidi, l'ingresso di nuovo magma nei condotti di alimentazione di un vulcano, studiare i processi di trasferimento di questo nella crosta, verificare fenomeni di accumulo di gas, valutare i livelli di pericolosità vulcanica ed effettuare ipotesi a breve e medio termine sulle sue potenziali evoluzioni.

Misure continue - Le reti geochimiche attualmente in uso consentono di misurare un elevato numero di parametri fra i quali i flussi di SO₂ ed i rapporti C/S, F/S Cl/S nei plume, i flussi di CO₂ diffusi dai suoli, le pressioni e le temperature fumaroliche, i tenori di radon ed i gradienti di temperatura nel suolo, i parametri chimico-fisici delle acque e la pressione assoluta dei gas disciolti, i parametri meteo. Nella tabella seguente vengono indicate, per ciascuna area vulcanica, le stazioni installate ed i parametri monitorati.

Area	N° stazioni	Parametri monitorati
Etna	3	Rapporto C/S nel plume (Sensori elettrochimici)
	9	Flusso di SO ₂ nel plume (UV-Scanner)
	5	Tenore Radon
	16	Flusso di CO ₂ nei suoli (IR) + meteo
	9	Parametri chimico-fisici delle acque+meteo

Vulcano	15	Flusso di CO ₂ nei suoli (IR) + Parametri chimico-fisici delle acque + temperature fumarolica e fusso di calore + meteo
	1	Flusso di SO ₂ nel plume (UV-Scanner)
Stromboli	4	Flusso di SO ₂ nel plume (UV-Scanner)
	1	Rapporto HF/SO ₂ HCl/SO ₂ (FTIR)
	2	Rapporto C/S nel plume (Sensori elettrochimici)
	2	Flusso di CO ₂ nei suoli (IR) + parametri chimico-fisici delle acque + TDGP + fusso di calore + meteo
Campi Flegrei	1	Flusso di CO ₂ nei suoli (IR) + meteo Pressione dinamica delle fumarole
Vesuvio	1	Flusso di CO ₂ nei suoli (IR) + meteo
Pantelleria	1	Flusso di CO ₂ nei suoli (IR) + gradiente verticale di CO ₂ in atmosfera + meteo

Alcune tipologie di stazioni (flussi CO₂, parametri chimico-fisici, TDGP) sono state sviluppate e realizzate nei laboratori di meccanica ed elettronica dell'INGV.

Misure e campionamenti discreti di acque e gas - Forniscono dati sulla composizione chimica (elementi maggiori ed in tracce) ed isotopica dei fluidi. Queste misure sono complementari rispetto alle informazioni acquisite mediante le reti di monitoraggio automatico in quanto consentono di acquisire dati su un numero maggiore di parametri rispetto alle reti di monitoraggio ed esplorare ampi settori dei vulcani non coperti dalle reti. I dati acquisiti mediante indagini discrete vengono impiegati per lo sviluppo di modelli termodinamici attraverso cui è possibile interpretare le anomalie e valutare i livelli di pericolosità vulcanica. Inoltre questi dati vengono utilizzati per la calibrazione della sensoristica utilizzata dalle reti.

Le aree vulcaniche su cui vengono effettuati campionamenti discreti di acque e gas, campagne di misura dei flussi di gas dai suoli, dei parametri chimico-fisici delle acque sono: Etna, Stromboli, Vulcano, Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia, Pantelleria e Panarea. Le frequenze di intervento sono adeguate al livello di attività di ciascuna area (vedi tabella seguente).

Nei gas liberi e disciolti viene determinato il chimismo (H₂, O₂, N₂, CO, CH₄, CO₂, H₂O) e la composizione isotopica (³He/⁴He e δ¹³C_{CO2}). Nelle acque viene determinata la composizione chimica (elementi maggiori ed in tracce) ed isotopica (δ¹⁸O, δD). Al momento del prelievo vengono misurati anche i principali parametri chimico-fisici: temperatura, pH, Eh, conducibilità elettrica. La tabella seguente indica, per ciascuna area vulcanica: i) il numero di interventi effettuati per anno; ii) il numero di siti monitorati; iii) la tipologia delle misure e dei campionamenti.

Etna	Campionamento ed analisi chimica ed isotopica delle acque e dei gas disciolti nella falda attraverso campionamenti effettuati con frequenza mensile	12 siti: Monte Ilice, S. Giacomo, Ponteferro, Guardia, fontana del Cherubino, Currune, Acqua Difesa, Acquarossa, Acqua Grassa, Romito, Solicchiata, Rocca Campana;
	Prospezioni mensili per la stima del flusso diffuso di CO ₂ dai suoli	140 siti suddivisi in 3 settori: Paternò, Zafferana-S. Venerina e Pernicana
	Determinazione della composizione chimica ed isotopica dei gas emessi in aree periferiche e sommitali del vulcano. Frequenza di campionamento da settimanale a mensile	10 punti di campionamento: P39, Vallone Salato, Stadio, Naftia, Fondachello, Torre del Filosofo, Belvedere della Valle del Bove, P78 e Primoti
	Analisi dei rapporti CO ₂ /SO ₂ nei gas del plume emessi dai crateri dell'Etna misurati in modo discreto attraverso misure a cadenza quindicinale/mensile (in relazione alle condizioni meteo);	Voragine, BNC, SUD-EST
	Misure settimanali del flusso di SO ₂ e BrO nel plume mediante sensori miniDOAS	
	Misure settimanali del rapporto HF/SO ₂ HCl/SO ₂ mediante FTIR (2 spettrometri).	

	Misure mensili di gas nei suoli mediante sensori Radon (4 sonde) ed He	
Vulcano	Determinazioni del chimismo e della composizione isotopica delle acque e dei gas disciolti nella falda attraverso prospezioni effettuate con frequenza bimestrale	7 siti: Bambara, Camping Sicilia, Muscarà, Discarica, Eas, Lentia, Casamento
	Flusso diffuso di CO ₂ dai suoli nell'area di Vulcano Porto; le misure vengono effettuate con cadenza bimestrale	50 punti di misura distribuiti su un'area di circa 2.2 Km ²
	Determinazioni bimestrali del chimismo e della composizione isotopica dei gas di alta temperatura del campo fumarolico del cratere La Fossa	fumarole F0, FA, F5AT, F11
Stromboli	Determinazione mensile del chimismo e della composizione isotopica delle acque e dei gas disciolti nella falda termale	5 siti di misura
Campi Flegrei	Campagne mensili di campionamento delle fumarole per la determinazione della composizione chimica ed isotopica	2 fumarole: Bocca Grande e Bocca Nuova
Vesuvio	Campionamento semestrale delle falde: analisi chimica dell'acqua. Campagne mensili di campionamento fumarolico (bordo craterico e fondo)	9 pozzi e 3 sorgenti
Ischia	Determinazione della composizione chimica ed isotopica delle acque e dei gas disciolti della falda. Campionamento semestrale	15 siti
	Determinazione della composizione chimica ed isotopica dei gas campionati in aree fumaroliche ed in aree a degassamento anomalo. Campionamento semestrale	3 punti di misura
Pantelleria	Determinazione della composizione chimica ed isotopica delle acque e dei gas disciolti. Misura dei parametri chimico-fisici delle acque. Cadenza semestrale	15 punti di campionamento
	Determinazione della composizione chimica ed isotopica dei gas campionati in aree fumaroliche ed in aree a degassamento anomalo. Cadenza semestrale	3 punti di campionamento
Panarea	Una campagna annuale per il campionamento dei fluidi di bassa termalità presenti nell'isola in cui vengono determinate la composizione chimica ed isotopica.	

Nella successiva tabella, vengono elencate le strumentazioni da laboratorio utilizzate per la determinazione della composizione chimica ed isotopica nei campioni di fluidi prelevati nelle aree vulcaniche.

<i>Laboratori analitici</i>	I Laboratori Analitici sono stati sviluppati negli anni sotto lo stimolo delle attività di sorveglianza e ricerca parallelamente al progresso del settore strumentale e vantano ormai una consolidata esperienza scientifica e tecnologica. I laboratori supportano tutte le attività di sorveglianza e ricerca della Sezione e grazie all'esperienza ed alle competenze maturate, rappresentano il riferimento nazionale per il supporto analitico alle altre Sezioni dell'INGV impegnate in attività di monitoraggio e ricerca nell'ambito della geochimica dei fluidi. Le specifiche esigenze di ricerca e di nuove tecniche analitiche hanno portato allo sviluppo tecnologico dei laboratori stimolando la messa a punto di nuove metodologie di misura e/o la realizzazione di nuove strumentazioni "ad hoc".
-----------------------------	---

Chimica delle acque	Cromatografia liquida	Determinazione quantitativa dei cationi ed anioni nei campioni di acque: N. 2 - DIONEX DX 120. (PA) N1 - DIONEX ICS 3000 (NA-OV) N. 1 DIONEX DX 500 (NA-OV)
		METROHM 761 COMPACT IC - METROHM 766 IC SAMPLE PROCESSOR - Determinazione del contenuto anionico delle acque naturali, dei fluidi fumarolici (ampolle alcaline) e derivati dal desorbimento di trappole alcaline.
		Spettrofotometro SHIMADZU UV – 1601 - Determinazione quantitativa di boro ed ammoniaca in acque e condensati fumarolici
	ICP-MS	AGILENT 7500ce con sistema ORS (Octapole Reaction System) - Determinazione quantitativa di elementi in tracce in liquidi e solidi (PA). THERMO Fisher X2 serie - Determinazione quantitativa di elementi in tracce in liquidi (NA-OV)
	ICP – Ottico (PA)	Horiba Jobin – Yvon ultima 2 – Determinazione quantitativa di elementi in tracce in liquidi e solidi in matrici saline.
Chimica dei Gas	Gas-cromatografia	Determinazione quantitativa di He, H ₂ , O ₂ , N ₂ , CO, CH ₄ , CO ₂ in gas liberi, gas disciolti in acqua o gas arricchiti in ampolle alcaline. N°1 - PERKIN ELMER Clarus 500 equipaggiato con colonna 60/80 Carboxen 1000, detector TCD, metanizzatore e FID disposti in serie – (PA) N.3 AGILENT Technologies mod. 6890 N con detector TCD, FID ed RDG2 (NA-OV) N. 1 ALCATEL ASM 142 He Leak Detector (NA-OV)
		N°2 - Perkin Elmer XL Autosystem equipaggiati con colonna 60/80 Carboxen 1000 e colonna RT MolSieve 5A, entrambi con detector TCD, metanizzatore e FID disposti in serie - Determinazione quantitativa di He, H ₂ , O ₂ , N ₂ , CO, CH ₄ , CO ₂ e di Ar, H ₂ , O ₂ , N ₂ , CO, CH ₄ in gas liberi, gas disciolti in acqua o gas arricchiti in ampolle alcaline. (PA)
Isotopi delle acque e dei gas	Isotopi Stabili	GV 2003 con modulo automatico di preparazione Gilson XL222 e Carb Prep System Determinazioni: - δ ¹⁸ O (H ₂ O)- δ ¹³ C _(TDIC) (Total Dissolved Inorganic Carbon) - δ ¹³ C e δ ¹⁸ O in carbonati solidi (PA)
		FINNIGAN DELTA PLUS con Dual Inlet System – Multiport – Micro volume Determinazioni:- δ ¹³ C e δ ¹⁸ O della CO ₂ in campioni gassosi (PA)
		FINNIGAN DELTA PLUS XP con ConFlo III + TC/EA - GC/C III – Trace GC – GC/TC – PreCon Determinazioni: δD - δ ¹⁸ O (H ₂ O) - δ ¹³ C - δ ¹⁸ O (CO ₂) in campioni gassosi - δ ¹³ C - δD (CH ₄) in campioni gassosi- δ ¹⁵ N (N ₂) in campioni gassosi (PA)
		FINNIGAN DELTA PLUS XP con ConFlo III + TC/EA Determinazioni: - δD - δ ¹⁸ O (H ₂ O) (PA) FINNIGAN DELTA PLUS XP con Gas Bench II per analisi isotopiche - δ ¹⁸ O (H ₂ O)- δ ¹³ C(TDIC) (Total Dissolved Inorganic Carbon) - δ ¹³ C e δ ¹⁸ O in carbonati solidi - δD (H ₂ O) δ ¹⁵ N Ar (NA-OV)
	Isotopi dei gas Nobili (PA)	HELIX SFT - spettrometro di massa a magnete variabile in condizioni di vuoto statico dotato di uno doppio "flight tube" per la determinazione dei rapporti isotopici ³ He/ ⁴ He. ARGUS - spettrometro di massa a magnete variabile che lavora in condizioni di vuoto statico, realizzato per l'analisi isotopica delle masse dell'Argon.

		HELIX MCT – Multicollector tube - spettrometro di massa a magnete variabile che lavora in condizioni di vuoto statico, realizzato per l'analisi isotopica di Ne, Ar, Kr, Xe.
Laser Ablation	Laser ad eccimeri (PA)	COHERENT Geolas COMPex Pro 100 excimer laser device Laser wavelenght 193 nm
	ICP-MS (PA)	AGILENT 7500ce con sistema ORS (Octapole Reaction System) - Determinazione quantitativa di elementi in tracce nelle melt inclusions.
Spettroscopia	Misure di SO ₂ nei plumes vulcanici	Mini DOAS
		- Active DOAS della Oceanoptics - Camera UV sperimentale per la determinazione dei tenori di SO ₂ in atmosfera

Monitoraggio vulcanologico

Il monitoraggio dei fenomeni eruttivi viene eseguito attraverso telecamere nelle bande del visibile e dell'infrarosso termico con trasmissione automatica e centralizzazione dei dati (7 Etna, 4 Stromboli, 2 Vulcano, 2 ai Campi Flegrei, 1 al Vesuvio; per maggiori dettagli si veda l'allegato "Reti Geofisiche e Vulcanologiche") e con campagne di misura periodiche, realizzate con frequenza commensurata al livello di attività. Il rilevamento dell'attività esplosiva viene effettuato mediante radar Doppler (1 Etna), disdrometri (2 Etna) e la stazione di ricezione delle immagini Meteosat. Queste attività sono integrate dai rilievi dei prodotti eruttivi effettuati in campagna ed elaborati nel laboratorio di cartografia, e dalle analisi di laboratorio della composizione geochimica, petrografica e sedimentologica (Fluorescenza ai raggi X, Microscopia elettronica con microanalisi EDS, Microscopia ottica, Analisi granulometriche).

Telerilevamento satellitare

L'INGV dispone di tre sistemi di acquisizione satellitare dedicati al monitoraggio delle aree vulcaniche italiane. I sistemi permettono di acquisire immagini da diversi satelliti in real-time e near real-time (notte e giorno) e di fornire l'estrazione di parametri, quali: temperatura superficiale, Effusion Rate, contenuto di SO₂, aerosol vulcanici emessi nel plume etneo, rilevamento e concentrazione di cenere nei plumes eruttivi. Campagne di misura con spettro-radiometri portatili e confronti con i dati acquisiti da reti terrestri (geochimiche, telecamere) vengono effettuati periodicamente per validare i dati satellitari.

Sistema Multimissione KONGSBERG (attivo dal 2010) composto da un'antenna in banda L/X per la ricezione di dati di satelliti polari (NASA-MODIS, CINA-FY-1) e un'antenna KU EUMETSAT per ricezione dei dati METOP ed MSG e altri sistemi geostazionari (GOES, MTSAT). Sistema multimissione è finalizzato all'integrazione dei dati satellitari durante le fasi eruttive dell'Etna e dello Stromboli ma anche per eventi relativi a vulcani non italiani come avvenuto nel 2010 per l'eruzione dell'Eyjafjallajökull in Islanda e del Merapi in Indonesia.

Stazione VCS per immagini METEOSAT-MSG-SEVIRI (attiva dal 2006). Il sistema è dedicato al monitoraggio dell'Etna ed invia automaticamente immagini alla sala operativa di Catania.

Stazione TERASCAN L-Band HPRT di ricezione dati satellitari AVHRR a bordo della costellazione di satelliti NOAA (attiva dal 2004) che permettono il monitoraggio del territorio italiano tra le 5 e le 8 volte al giorno.

Sistemi di trasmissione dati

La ridondanza dei vettori di trasmissione usati nelle reti in area vulcanica è un valore essenziale per garantire la continuità dell'acquisizione. In generale vengono usati sistemi satellitari su satelliti diversi (IntelSat, HellasSat) per garantire un'equilibrata gestione di eventuali guasti ai satelliti. Le stazioni che trasmettono i dati usano sia vettori trasmissivi terrestri che satellitari. Il vettore satellitare viene usato per circa il 50% delle stazioni della rete sismica e GPS. La trasmissione di tipo terrestre utilizza sistemi in radiofrequenza (UHF, UMTS, SpreadSpectrum e WiFi).

Nell'area campana oltre a sistemi di trasmissione di tipo terrestre, sono state implementate anche linee ADSL, per ridondanza e *backup* dei dati acquisiti localmente; alcune stazioni a basso flusso di dati utilizzano anche linee GSM. Il sistema GSM è anche utilizzato, dove possibile, per l'attivazione di sistemi di telecontrollo della strumentazione periferica.

Negli ultimi anni si è proceduto a eliminare progressivamente, come processo di ottimizzazione, i

collegamenti in cda dedicati. Alcuni dei punti di raccolta dati e le sedi sono interconnesse mediante linee dedicate internet (GARR, SPC).

Molte delle reti di monitoraggio geochimico dispongono di sistemi misti di trasmissione dati: internet/UHF o GSM (quest'ultimo sistema verrà progressivamente abbandonato).

Sistemi di acquisizione dati

I dati delle stazioni permanenti sono acquisiti in tempo reale sia nelle sedi centrali (Catania-Palermo-Napoli) che in alcune delle sedi periferiche (CUAD-CT, Lipari, Nicolosi, Stromboli, OV-Ercolano) e in siti particolarmente attrezzati (Posillipo-Napoli, Camaldoli della Torre-Torre del Greco Oss. Casamicciola-Ischia), nell'ottica di garantire una maggiore sicurezza e ridondanza anche in caso di caduta di collegamento tra le sedi. I dati satellitari sono acquisiti direttamente presso la sede del CUAD-CT dove sono co-localizzati gli HUB e tramite intranet, trasmessi, alla Sala Operativa della sede di Catania. I dati vengono acquisiti tramite dei server dedicati e ridondati e quindi trasmessi ai server dedicati all'analisi in tempo reale dei segnali.

Sistemi di analisi dei segnali

Relativamente ai dati sismici, al momento ci sono due sistemi di analisi che garantiscono la detection, trigger e location degli eventi sismici. I sistemi sono basati sul sistema earthworm, che a breve diventerà il sistema principale, e su un sistema proprietario dell'INGV. Il sistema earthworm gestisce i dati sismici, accelerometrici, infrasonici e dilatometrici. Inoltre sono attivi sistemi di analisi basati su calcolo parallelo, realizzati con cluster di processori, utilizzati per l'analisi in tempo reale dei dati sismici e per la simulazione numerica dei processi vulcanici, sia di processi esterni quali il trasporto e deposito delle ceneri, che interni tra cui i processi deformativi e la risalita di gas nei condotti vulcanici (132 e 56 processori dedicati). Per quanto riguarda le reti GPS, i dati sono analizzati mediante software dedicato (GAMIT, RTD, TGO e software proprietario). Le analisi delle reti permanenti forniscono la posizione e la velocità di ciascuna stazione con frequenza giornaliera e, per alcune stazioni, anche ad alta frequenza (di norma 1 Hz). Le reti clinometriche sono acquisite sia mediante software proprietario, che ne consente l'analisi a bassa e ad alta frequenza, che tramite software sviluppato dall'INGV. Il monitoraggio delle deformazioni del suolo è completato dall'analisi di dati satellitari SAR mediante software commerciali e di pubblico dominio (p.es. SAR-Scape, ROI-Pack, IDL).

I dati delle reti per il monitoraggio dei parametri geochimici, nella maggioranza dei casi, sono gestiti mediante software sviluppato dall'INGV sia per la gestione delle stazioni che per l'elaborazione, lo storage e la visualizzazione. E' in fase di studio un sistema per la generazione di warnings mediante SMS che, quando avrà raggiunto un livello sufficiente di affidabilità, potrà essere impiegato per Stromboli Etna e Vulcano. Si conta, in questo modo di sopperire alla mancanza della sala operativa.

Archiviazione e distribuzione dati

Le sezioni che si occupano del monitoraggio vulcanico utilizzano sistemi differenti in relazione al segnale monitorato. I dati geofisici acquisiti dalle stazioni remote della Sezione di Catania vengono elaborati da sistemi dedicati ed archiviati su una Storage Area Network (SAN) presso la sede del CUAD ove viene operato un backup multiplo su librerie DLT. E' in costruzione un buffer di dati su un NAS ospitato in sede per la necessaria ridondanza, per le operazioni di routine e per la disponibilità dei dati per la ricerca.

Quelli acquisiti nell'area campana sono archiviati in sistemi NAS (15 TeraB effettivi in RAID 5) per i dati in linea, e trasferiti, come *backup*, su nastri magnetici (da 330 Gb) ed ottici (Blu-Ray da 25 Gb). I dati geochimici acquisiti dalla sezione di Palermo, in considerazione della bassa frequenza di acquisizione, vengono archiviati su due database gemelli (per ragioni di ridondanza) di cui viene effettuato un backup settimanale.

La distribuzione dei dati interni avviene attraverso portali Web intranet dove è possibile reperire le informazioni di dettaglio. All'esterno il portale Internet veicola le informazioni, mentre siti ad accesso riservato forniscono informazioni in tempo reale al Dipartimento di Protezione Civile.

Sale di monitoraggio

Rappresentano l'ultimo anello del sistema di monitoraggio.

La sala di monitoraggio H24/7 dell'OV-NA è in fase di ristrutturazione. E' previsto un ampliamento dei sistemi di controllo sia dei parametri monitorati che della funzionalità dei sistemi di acquisizione, trasmissione ed analisi dei dati.

La sala H24/7 di Catania, in caso di necessità (ad esempio per problemi di trasferimento dati dal

CUAD) può essere trasferita in forma ridotta presso la sede del CUAD. Nelle sale si svolge il servizio di sorveglianza dove i turnisti hanno computer per analisi in post-processamento e sistemi di visualizzazione dell'informazione su videowall.

Gestione ed operatività del sistema di monitoraggio

Così come indicato per il monitoraggio sismico, il mantenimento del sistema di sorveglianza dei vulcani attivi richiede costi per la gestione e l'operatività dell'infrastruttura le cui voci principali sono le seguenti:

- contratti di locazione dei siti strumentati;
- contratti di connettività per la trasmissione dei dati;
- contratti o convenzioni con altri Enti o Università;
- contratti di assistenza HW e SW per server dedicati all'acquisizione, elaborazione, visualizzazione e distribuzione dati;
- contratti di assistenza per le strumentazioni di laboratorio dedicate alla sorveglianza vulcanica;
- licenze SW per le analisi dati;
- autovetture e mezzi speciali per il campionamento, le misure di campagna e la manutenzione ordinaria e straordinaria delle reti;
- attrezzatura per i laboratori e dispositivi per la sicurezza in laboratorio ed in campagna per il personale che deve effettuare le misure di campagna, i campionamenti e la manutenzione delle reti;
- materiale di consumo per laboratori analisi fluidi, rocce e ceneri vulcaniche,
- cancelleria e materiale di consumo vario;
- personale impegnato nella gestione delle reti;
- personale impegnato nella manutenzione delle reti;
- personale impegnato nei turni di sorveglianza;
- personale impegnato nella elaborazione dati.

La quantificazione di questi impegni e relativi costi è analoga a quella del triennio precedente.

Manutenzione ordinaria e straordinaria del sistema di monitoraggio

Strumentazioni di campagna e di laboratorio per le indagini discrete – I laboratori INGV utilizzati per scopi di monitoraggio (analisi di fluidi fumarolici, falde acquifere, rocce e ceneri vulcaniche) richiedono una costante attenzione al fine di produrre dati di elevata qualità e precisione. In molti casi, le manutenzioni, in particolar modo quelle ordinarie, vengono svolte da personale INGV formato opportunamente. In altri casi si è costretti a ricorrere a personale esterno attraverso contratti di manutenzioni o richieste di intervento con costi considerevoli.

La manutenzione ordinaria riguarda anche strumentazioni per le misure dirette di parametri chimici (Spettrofotometri IR), fisici e chimico-fisici (T, pH, Conducibilità elettrica) realizzate dall'INGV, delle vetrerie per i campionamenti, la sostituzione di colonne cromatografiche, gli eluenti per le analisi, ecc.

Reti di monitoraggio - La manutenzione ordinaria e straordinaria delle reti di monitoraggio viene svolta interamente da personale INGV e consiste in verifiche delle significatività dei siti, delle infrastrutture dei siti, dei sistemi di trasmissione dati, della qualità dei dati, dei sistemi di visualizzazione, elaborazione e storage.

Le attività di manutenzione dei sistemi di trasmissione dati dipendono fortemente dalla tipologia dei sistemi stessi. Nel caso di ponti radio oltre a quanto indicato per i siti di misura, si verificano gli allineamenti delle parabole, delle antenne ed i livelli dei segnali; nel caso di segnali trasferiti attraverso internet o WiFi, si verifica l'ampiezza di banda disponibile in relazione al traffico.

Per le infrastrutture remote (siti di misura), le azioni che generalmente vengono svolte consistono in: a) pulizia del sito (taglio dell'erba e rimozione di fango, detriti ed eventualmente di sublimati depositati da gas vulcanici); b) ripristino delle strutture di protezione delle strumentazioni; c) sostituzione di parti soggette ad usura (filtri, batterie, pompe, tubazioni e cavi esposti); d) verifica degli orientamenti dei sensori meteo, pannelli fotovoltaici e generatori eolici.

Anche nel caso della verifica della qualità dei dati vengono utilizzati sistemi differenti (anche automatici) in relazione alla tipologia di dato (segnale sismico, geodetico, flusso di CO₂, etc). Per il raggiungimento di questo obiettivo nelle sale operative e/o di monitoraggio periodicamente vengono svolti test che verificano l'intero processo di acquisizione, dalla misura del segnale, al trasferimento presso le sale, alla memorizzazione, elaborazione, visualizzazione ed allertamento del personale di sala, valutando anche le capacità delle varie componenti anche in relazione all'ampliamento delle reti e del numero dei parametri monitorati.

A differenza della manutenzione ordinaria, che viene svolta con cadenza programmata in relazione

alla tipologia della rete, allo stato di attività del sistema ed alle condizioni meteo, gli interventi straordinari vengono svolti in seguito a guasti accidentali di una o più componenti del sistema osservativo provocati da fulmini, vandalismi, ecc. Di norma, tali interventi vengono effettuati entro breve tempo dalla segnalazione a meno che l'intervento riguardi siti difficilmente accessibili, quali la sommità dello Stromboli e dell'Etna, per cui è necessario attendere condizioni meteo favorevoli e/o richiedere l'accompagnamento di guide autorizzate o l'uso dell'elicottero in casi estremi. La manutenzione prevede anche il controllo e la riparazione (quando possibile) delle parti soggette a guasto in modo da riutilizzare il componente ed effettuare una statistica dei guasti allo scopo di migliorare il sistema nei suoi vari aspetti.

Ottimizzazione e sviluppo del sistema di monitoraggio

Nel triennio 2010-2012 le attività di sviluppo ed ottimizzazione, nell'ambito della convenzione) si concentreranno sui seguenti punti (compatibilmente con la disponibilità di fondi):

a) Rafforzamento dei sistemi di storage dovuto principalmente all'ampliamento delle reti in Sicilia frutto dell'Accordo di Programma Quadro con la Regione Siciliana ed il Dipartimento di Protezione Civile per il potenziamento delle reti sismiche e vulcaniche.

b) Migrazione di numerose stazioni geochimiche su sistema di trasmissione radio su frequenza dedicata.

c) Sviluppo di nuovo software per il ricalcolo automatico di dati continui (rapp. Carbonio/Zolfo) e per l'acquisizione e lo storage di segnali geochimici presso sede diversa dalla Sala monitoraggio di Palermo per maggiore fruibilità in aree di emergenza o per "disaster recovery".

d) sviluppo di un nuovo sistema per la condivisione delle informazioni con DPC in accordo con quanto specificato nell'Allegato Tecnico Generale.

Strumenti di trasmissione dei dati di monitoraggio

Con riferimento all'Allegato Tecnico Generale, l'INGV assicura un sistema di condivisione delle informazioni in tempo reale che, congiuntamente ai comunicati e alle valutazioni sui fenomeni eruttivi fornite dall'INGV stesso, fornisce al DPC le informazioni disponibili per la valutazione del livello di criticità dei vulcani italiani.

Il sistema prevede una pagina web ad accesso riservato per il DPC, su uno o più server dell'INGV, tramite cui si accede ai parametri, ritenuti più significativi ai fini di protezione civile ed aggiornati in tempo reale.

Di seguito sono indicate le principali tipologie di dati che devono essere rappresentati attraverso l'interfaccia di consultazione web.

A) Stromboli

Sismicità:

- Segnale sismico registrato da alcune stazioni di riferimento (2 stazioni)
- Andamento dell'ampiezza del tremore vulcanico calcolata tramite una stazione di riferimento in finestre temporali selezionabili e indicazione di livelli di ampiezza (ad es. bassa, media e alta)
- Mappe delle sorgenti dei segnali sismici localizzabili

Deformazioni:

- Andamento temporale di alcuni segnali rappresentativi di deformazione misurati dalle varie reti installate;

Geochimica:

- Andamento temporale dei flussi diffusi di CO₂ nei suoli (un sito).

Sorveglianza visiva:

- Immagini in tempo reale da telecamere nel visibile e nel termico;
- Immagini satellitari acquisite dai sensori AVHRR;

B) Etna

Sismicità:

- Segnale sismico di quattro stazioni di riferimento;
- Andamento dell'ampiezza del tremore vulcanico calcolato attraverso una stazione di riferimento in finestre temporali selezionabili con indicazione di livelli di ampiezza (ad es. bassa, media e alta).
- Mappe epicentrali e sezioni ipocentrali degli eventi sismici con magnitudo uguale e

- maggiore a quelle di soglia (All. Tecnico Generale; Tabella magnitudo di soglia);
- Elenco degli eventi con relativa localizzazione, quando determinabile, e valore di magnitudo;
- Andamento temporale (frequenza di accadimento) della sismicità e energia associata (strain release).

Deformazioni:

- Andamento temporale di due baseline di deformazione misurate dalla rete GPS permanente.

Geochimica:

- Andamento temporale dei flussi diffusi di CO₂ nei suoli (due siti).
- Andamento temporale di alcuni parametri chimico-fisici rilevati nella falda (due siti).

Sorveglianza visiva:

- Immagini in tempo reale da telecamere nel visibile e nel termico.

Dati EO:

- Immagini satellitari acquisite dai sensori AVHRR.

C) Vulcano

Sismicità:

- Segnale sismico di due stazioni di riferimento;
- Mappe epicentrali e sezioni ipocentrali di eventi sismici con magnitudo uguale e maggiore a quelle di soglia (All. Tecnico Generale; Tabella magnitudo di soglia);
- Elenco degli eventi con relativa localizzazione, quando determinabile, e valore di magnitudo;
- Andamento temporale (frequenza di accadimento) della sismicità e energia associata (strain release).

Deformazioni:

- Andamento temporale dei segnali di deformazione misurati dalle varie reti installate.

Geochimica:

- Andamento temporale della temperatura fumarolica (due siti);
- Andamento temporale del flusso di CO₂ diffusa dal suolo (due siti);
- Andamento temporale dei parametri fisico-chimici più significativi rilevati in falda (un sito)

Sorveglianza visiva:

- Immagini in tempo reale da telecamere nel visibile e nel termico.

Dati EO:

- Immagini satellitari acquisite dai sensori AVHRR.

D) Vesuvio, Campi Flegrei e Ischia

Sismicità:

- Segnali sismici delle stazioni più significative per il Vesuvio, Campi Flegrei e Ischia (una per area);
- Mappe epicentrali e sezioni ipocentrali di eventi sismici con magnitudo uguale e maggiore a quelle di soglia, quando calcolabile (All. Tecnico Generale; Tabella magnitudo di soglia);
- Elenco delle scosse con relativa localizzazione, quando determinabile, e valore di magnitudo;
- Andamento temporale (frequenza di accadimento) della sismicità e energia associata (strain release) relativo a periodi diversi.

Deformazioni:

- Andamento temporale delle deformazioni misurate per ciascun complesso vulcanico.

Geochimica:

- Andamento temporale dei parametri geochimici più significativi rilevati in modo automatico nelle fumarole, al suolo, nonché in falda per ciascun complesso vulcanico.

Simulazioni:

- Mappe di previsione della distribuzione di ceneri vulcaniche (anche in formato vettoriale) al suolo sulla base dei dati meteo e mappe di pericolosità da invasione di colate piroclastiche.

Dati EO:

- Immagini satellitari acquisiti dai sensori AVHRR.

A-II BANCHE DATI

A-II.1. Banche-dati sismologiche

La manutenzione e fruibilità delle banche dati è interesse primario dell'INGV. Tutte le banche dati di interesse per il DPC sono disponibili on-line. Ad eccezione di ISIDE, le banche dati in questione vengono aggiornate progressivamente offline dai gruppi che le gestiscono; gli avanzamenti vengono pubblicati a scadenze irregolari.

CPTI, compilato principalmente nell'ambito del TTC 5.1, non è una banca dati ma un semplice file che in genere gli utenti preferiscono gestire nei rispettivi sistemi. INGV fornirà a DPC le eventuali release intermedie non pubbliche.

DBMI (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/>), compilato anch'esso nell'ambito del TTC 5.1, raccoglie e seleziona in modo critico i dati degli studi macrosismici relativi a terremoti con effetti in territorio italiano, ovvero quelli resi disponibili all'interno di INGV (CFTI, CMTE, Bollettino macrosismico, studi vari) e all'esterno (studi di autori vari, studi da database esteri, etc.). Viene anch'esso periodicamente aggiornato, su base pluriennale. E' associato all'iniziativa internazionale AHEAD (Archive of Historical Earthquake Data), sviluppata nell'ambito del progetto UE NERIES; attualmente è gestita da INGV. L'accesso è libero ma per la versione 2011 verrà disciplinata la possibilità di scarico totale e vietata la riproduzione integrale su altri siti pubblici. Risiede su un server della sezione di Milano, con backup attivo entro poche ore in caso di failure. Versioni in progress verranno rilasciate a DPC o mediante apposito software autoinstallante o mediante ip dedicato.

DISS (<http://diss.rm.ingv.it/diss/>). Viene sviluppato su due piattaforme, un back-end basato su desktop GIS che contiene software e dati di sviluppo, un front-end basato su web-GIS per la distribuzione e consultazione. Entrambe le piattaforme risiedono su un unico server. Recentemente, è stato acquisito un nuovo server più potente con il quale si intende separare front-end da back-end e che dovrebbe assicurare sia il load balancing sia la ridondanza. Anche il software è stato recentemente aggiornato ma la nuova versione non viene ancora utilizzata per problemi legati all'aggiornamento hardware. Il front-end è interamente basato su software open source. Il back-end è invece parzialmente basato su software commerciale.

L'accesso al database è libero. Per l'uso è richiesta solo la citazione della fonte. Il database viene distribuito attraverso il sito web diss.rm.ingv.it/diss che mette a disposizione un'interfaccia di consultazione web-GIS, una sua replica per Google-Earth, e i file della parte parametrica in vari formati desktop-GIS.

L'aggiornamento avviene mediamente una volta l'anno, secondo la disponibilità dei dati. Le ultime volte è stato aggiornato nell'ambito di Convenzioni INGV-DPC, attualmente è in corso un aggiornamento nell'ambito del progetto EU SHARE. L'aggiornamento dei dati richiede una'intensa attività di rilevamento geologico sul terreno per l'acquisizione di nuovi dati e per la validazione di dati di letteratura.

La authorship è del DISS Working Group, gruppo di ricerca informale dell'INGV, che ne detiene il copyright nel 2000 per la versione DISS 1, nel 2001 per DISS 2, e dal 2005 per DISS 3.

Il data-base ISIDE, compilato nell'ambito del TTC 5.2, viene distribuito tramite la sua pagina web (<http://iside.rm.ingv.it/>) da server dedicati. Fornisce i dati relativi a terremoti che ricadono sul territorio nazionale e nelle regioni limitrofe (parametri ipocentrali e segnali velocimetrici associati). Il suo aggiornamento avviene in tempo quasi-reale, come frutto dell'attività di sorveglianza sismica nazionale, per tutti i terremoti localizzati sul territorio nazionale e nelle aree limitrofe. I parametri di tutti i terremoti (latitudine, longitudine, profondità, magnitudo) vengono inseriti non appena controllati e rianalizzati dai sismologi in turno. Successivamente questi dati vengono sostituiti con quelli determinati dalla revisione di tutti i dati disponibili, che definiscono il Bollettino sismico italiano. Al momento su ISIDE sono disponibili i dati dal 2005 a oggi; nel triennio si prevede di implementare la consultazione on-line degli anni precedenti. Ad ISIDE, che rappresenta il front-end verso l'esterno dei dati sismologici strumentali, vanno associate le attività di archiviazione e storage dei dati sismometrici delle stazioni sismiche della RSN e delle altre reti collegate che vengono acquisite per il monitoraggio e gli studi sui terremoti. Proseguirà l'archiviazione delle forme d'onda in continuo dei dati del moto del suolo, avviata nel 2004. Questa attività comporta un

notevole impiego di risorse umane e di memoria di massa (si tratta di alcuni Tbyte/anno) ma si tratta di una risorsa molto importante per lo studio dei terremoti.

ITACA (<http://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet/>), il database dei dati accelerometrici italiani, è stato compilato come banca dati "storica" nell'ambito dei progetti INGV-DPC delle passate convenzioni (2004-2006 e 2007-2009) e mantenuto nell'ambito del TTC 5.2. I dati sono in prevalenza di origine DPC mentre l'architettura e i software di gestione sono stati sviluppati da INGV. ITACA Risiede su un server con backup effettuato ogni ora.

Nel corso della presente convenzione verrà istituito un gruppo di lavoro volto a studiare le modalità per il trasferimento di ITACA presso il DPC.

INGV mantiene anche, in forza dell'Ordinanza PCM 3519 (28/04/2006), la banca dati "zonesismiche" (<http://zonesismiche.mi.ingv.it/>), che propone i valori di pericolosità sismica prodotti nell'ambito dell'apposito progetto INGV (GdL MPS, 2004; Stucchi et al., 2011, in stampa) e la banca dati della pericolosità sismica (<http://esse1.mi.ingv.it/>) prodotta nell'ambito della convenzione INGV-DPC 2006-2006 (Meletti et al., 2007), che serve di base ai dati delle Norme Tecniche 2008. Stante la natura di questi due dataset e il fatto che siano diventati un riferimento normativo, queste banche dati non vengono modificate. La loro continua fruibilità da parte dell'utenza è garantita dai sistemi di sicurezza previsti dalla Sezione di Milano a cui si aggiunge il servizio di Reverse Proxy assicurato dal GARR, che oltre alla continuità aumenta le possibilità di sopportare carichi eccezionali (i due siti hanno regolarmente funzionato durante l'emergenza del terremoto dell'Abruzzo). I dati sono accessibili a chiunque e le regole di utilizzo e di citazione sono contenute nei relativi disclaimers.

A-II.2. Banche-dati vulcanologiche

DATABASE DIVO (Database for Italian Volcanoes) – Il database è stato realizzato nell'ambito dei progetti Paroxysm, Lava, Flank ed Unrest finanziati dalla precedente convenzione INGV-DPC 2007-2009. Esso è stato sviluppato con due obiettivi principali:

- contenere dati scientifici eterogenei, appartenenti a discipline differenti quali la geochimica, geofisica, geodesia, ecc., ed acquisiti nelle diverse aree vulcaniche italiane. I dati attualmente disponibili vanno dalle singole misure ai risultati di modellizzazioni sofisticate acquisiti o calcolati negli anni 2008 e 2009. In tal modo si è cercato di realizzare uno strumento multidisciplinare per la valutazione dell'attività dei vulcani monitorati;
- essere compatibile con gli standard internazionali (in particolare con WOVOdat) e quindi interfacciabile con i diversi database disponibili nel mondo.

Nell'ambito dell'attuale convenzione, il database DIVO verrà mantenuto online in modo da essere fruibile da parte del DPC. I contenuti verranno aggiornati offline anche attraverso le attività dei progetti (vedi All. B).

DATABASE SPEED - Il database è stato sviluppato nell'ambito del progetto SPEED (convenzione INGV-DPC 2007-2009) e consiste in una banca dati unificata per la gestione dei dati parametrici per il monitoraggio geodetico e geochimico dei vulcani attivi della regione Campania. A completamento del sistema di gestione del database, è stata sviluppata un'interfaccia WEB unificata che consente di interrogare sia SPEED che altri database disponibili per i vulcani Campani (WBSM per gli eventi sismici identificati e processati in modo automatico, GeoVes per i dati definitivi, ossia revisionati dal personale tecnico-scientifico). L'interfaccia restituisce i dati in formati tabulari e grafici, dei parametri più significativi acquisiti dalle reti di monitoraggio nell'area campana, nonché la geometria delle reti e le elaborazioni statistiche. Lo stesso sistema, consente anche la gestione dei comunicati e bollettini emanati dall'Osservatorio Vesuviano per il Dipartimento della Protezione Civile ed il Centro di Competenza per la Protezione Civile della Regione Campania. Nell'ambito della presente convenzione, il database SPEED verrà messo online ed accessibile al DPC attraverso la suddetta interfaccia WEB.

A-II.3. Interfaccia di consultazione via web delle banche-dati

Nel corso della presente convenzione verrà studiata la possibilità di sviluppare un'interfaccia di consultazione via web che permetta una facile e rapida consultazione dei dati, sismologici e vulcanologici, soprattutto nelle fasi di emergenza.

A-III. PREPARAZIONE DELL'EMERGENZA

A-III.1. Preparazione dell'emergenza: gruppi di intervento

Emergenza sismica

In caso di variazioni significative dei parametri monitorati, o in caso di dichiarazione dello stato di emergenza, l'INGV provvederà al potenziamento delle reti di monitoraggio con apparati mobili, campagne di misura straordinarie ed al potenziamento dei sistemi di trasmissione dei dati sia per le nuove installazioni mobili che per una maggiore sicurezza e ridondanza nella centralizzazione dei segnali. Ciò avverrà compatibilmente con le disponibilità di personale e di fondi (o su fondi aggiuntivi eventualmente forniti dal DPC), comunicando tempestivamente le attività svolte o in essere al DPC.

Le attività che hanno immediato interesse per il DPC verranno concordate preventivamente con il DPC.

Rete Sismica Mobile. INGV si avvale di una Struttura di Pronto Intervento (SPI) che interviene in area epicentrale con un duplice obiettivo:

1. Migliorare la qualità del monitoraggio sismico mediante l'installazione di una rete sismica temporanea a registrazione locale e/o in telemetria satellitare ad integrazione della Rete Sismica Permanente;
2. Allestire un presidio tecnico/scientifico per essere presenti in area epicentrale come punto di riferimento per tutto il personale INGV coinvolto nell'emergenza e come supporto scientifico al Dipartimento della Protezione Civile.

La SPI è costituita da:

- A - Una rete sismica mobile stand-alone (Re.Mo.);
- B - Una rete sismica mobile real-time (Re.Mo.Tel.);
- C - Un Centro Operativo Emergenza Sismica (COES).

Le tre sottostrutture sono operativamente autonome, ma anche facilmente integrabili in funzione dei diversi possibili scenari sismici. La responsabilità scientifica della SPI è affidata al Direttore del CNT il quale decide, in accordo con il Presidente INGV e sentito il DPC, in merito alla sua attivazione in occasione di evento sismico significativo.

A - La rete sismica mobile stand-alone (Re.Mo.). La rete sismica mobile stand-alone (Re.Mo.), la cui finalità è prevalentemente scientifica, è costituita da strumentazione esclusivamente dedicata alle emergenze: 8 stazioni sismometriche formate da acquisitori Reftek 130 equipaggiati da sensori velocimetri a corto periodo Lennartz 3D lite 1s e accelerometri Kinematics Episensor FBA ES-T. La dislocazione delle stazioni deve essere comunicata al DPC, da cui sono recepite eventuali indicazioni per esigenze specifiche, al fine di ottimizzare l'attivazione delle reti mobili. La buona efficienza della strumentazione è assicurata dall'attività ordinaria del personale che aderisce al servizio di reperibilità, che garantisce anche la massima tempestività di intervento in caso di evento sismico significativo su tutto il territorio italiano.

B - La rete sismica mobile Telemetrata (Re.Mo.Tel.). La struttura è costituita da strumentazione Nanometrics in grado di inviare i dati in tempo reale al centro di acquisizione dati della Rete Sismica Nazionale a Roma rendendo possibile il miglioramento della soglia di detezione dei segnali sismici ed il livello di risoluzione dei parametri ipocentrali. I dati vengono acquisiti presso il centro acquisizione dati di Roma e ridonati presso l'Osservatorio di Grottaminarda. La Re.Mo.Tel. conta fino a 9 stazioni sismometriche telemtrate presso 3 sottonodi. Il sottonodo è telemtrato a sua volta ad un centro stella dove è situato un sistema satellitare di trasmissione dati.

C - Il Centro Operativo Emergenza Sismica (COES) - presidio tecnico-scientifico

Una tenda a montaggio rapido costituisce la struttura base del Centro Operativo Emergenza Sismica ovvero il presidio tecnico-scientifico dell'INGV. Attrezzato con terminali di controllo collegati via satellite alla sede di Roma consente di seguire l'evoluzione della sequenza in tempo reale e dare supporto logistico a tutte le squadre di operatori dell'INGV presenti in zona epicentrale. Questa struttura rappresenta un punto di riferimento per il personale INGV coinvolto nell'emergenza sismica e ha una funzione di supporto per il Dipartimento di Protezione Civile.

La SPI può essere impiegata in caso di non emergenza, in occasione di esercitazioni di Protezione Civile o manifestazioni di taglio divulgativo.

L'attività ordinaria comprende le mansioni del personale reperibile o di riferimento di una delle sottostrutture per il mantenendo in buona efficienza di tutta la strumentazione e l'attrezzatura necessaria per l'intervento. La SPI può essere attivata dal Direttore del CNT anche per terremoti di $M < 5.0$ per motivi non esclusivamente scientifici. Per eventi superficiali con $M > 5.0$ di norma la rete mobile interviene sul territorio e l'attivazione del COES è decisa dal Direttore del CNT in accordo con il Presidente INGV, sentito il DPC.

I costi dell'operatività della SPI sono inclusi in quello del monitoraggio sismico, sia per quanto riguarda il personale che la manutenzione ordinaria della strumentazione. Naturalmente, i costi effettivi dipendono fortemente dal manifestarsi o meno di emergenze nel triennio e della loro entità.

I gruppi di coordinamento EMERGEO e QUEST sono strutture INGV che, in caso di emergenza, svolgono in autonomia scientifica e operativa le indagini previste dai rispettivi statuti. I gruppi mettono a disposizione di DPC i risultati delle proprie indagini anche in anteprima, fatta salva la natura scientifica delle indagini stesse e dei relativi risultati.

I ricercatori INGV che operano nel campo della geologia del terremoto sono organizzati al fine di effettuare il rilievo degli effetti geologici prodotti in superficie da eventi sismici di magnitudo prossima o superiore a 5.5 in Italia, in autonomia scientifica e operativa, secondo procedure proprie sviluppate secondo standard internazionali.

I gruppi di intervento macrosismico INGV svolgono il rilievo macrosismico diretto secondo standard e procedure proprie, comunicate al DPC; per eventi al di sopra della soglia del danno il rilievo viene finalizzato prioritariamente alla delimitazione dell'area di maggior danno.

I costi delle attività di questi gruppi potranno gravare sulla presente convenzione in caso di richieste specifiche del DPC.

Emergenza vulcanica

In caso di emergenza vulcanica, oltre ad eventuali sopralluoghi, le Sezioni vulcanologiche monitoranti dell'INGV (Catania, Napoli e Palermo) integrano le reti sismiche e geochimiche permanenti con strumentazioni mobili con l'obiettivo di migliorare la qualità del monitoraggio.

RSM-CT. La rete sismica mobile stand-alone della Sezione di Catania, la cui finalità è prevalentemente scientifica, è costituita da 10 stazioni sismometriche che dispongono di acquisitori Taurus Nanometrics, sensori velocimetrici a larga banda Lennartz 3D 20s e sensori Nanometrics 120s. La strumentazione è mantenuta in efficienza attraverso attività di manutenzione ordinaria.

RSM-NA. La rete sismica mobile stand-alone dell'Osservatorio Vesuviano dispone di 15 acquisitori numerici a 3 canali e 12 acquisitori a 6 canali, questi ultimi per una configurazione a doppio sensore. I sensori triassiali a diposizione sono 30 a corto periodo (1 s), 15 a medio periodo (20 s), 12 a larga banda (60-120 s) e 16 accelerometri. Inoltre è disponibile un acquisitore a 18 canali per la realizzazione di un array mobile. Questi apparati, di rapida installazione, utilizzati anche per lo studio degli apparati vulcanici, consentono l'analisi non in linea dei dati. Per il potenziamento della rete di monitoraggio centralizzata è in corso l'ampliamento della rete di trasmissione WiFi sui vulcani della Campania, in grado di assicurare l'immediata centralizzazione ed analisi dei dati di nuove installazioni per il monitoraggio sismico, deformativo, geochimico e termico.

RGM-PA. La rete mobile per il monitoraggio dei parametri geochimici gestita dalla sezione di Palermo consta di 10 stazioni per il monitoraggio dei flussi diffusi di CO_2 dai suoli e tre stazioni per il monitoraggio dei parametri chimico-fisici delle acque di falda. Realizzata per finalità di ricerca, può essere positivamente utilizzata ad integrazione delle strumentazioni permanenti o per studiare nuovi elementi strutturali. La rete dispone di doppio sistema di trasmissione dati (radio su frequenza dedicata e/o GSM) nonché di un sistema mobile di visualizzazione ed elaborazione dati. Attualmente la rete è utilizzata per lo studio di siti per l'ampliamento delle reti geochimiche permanenti (Accordo di Programma Quadro con la Regione Siciliana).

A-III.2. Definizione di dati ed elaborazioni da fornire al DPC

Per le attività di monitoraggio in caso di crisi sismica, verranno forniti degli aggiornamenti periodici (con periodo da concordare con il DPC a seconda del tipo di emergenza) nella forma delle Relazioni descritte nell'Allegato Tecnico Generale. Verranno forniti i parametri ipocentrali (latitudine, longitudine, profondità, magnitudo) delle repliche, carte della distribuzione epicentrale delle stesse, grafici dell'andamento spazio-temporale della sismicità (numero di eventi per unità di tempo, magnitudo nel tempo, ecc.).

I gruppi di intervento macrosismico e geologico INGV forniscono al DPC, con tempistica e modalità da concordare, gli aggiornamenti progressivi del rilievo macrosismico in forma tabellare (formato DBMI), con l'indicazione di denominazione delle località, coordinate e valori di intensità MCS/EMS, nonché del rilievo geologico. Un documento finale con i risultati complessivi del rilievo verrà in via prioritaria messo a disposizione del DPC e sarà diffuso via sito web dell'INGV.

I gruppi di intervento INGV in caso di evento eruttivo forniscono al DPC, con tempistica e modalità da concordare:

- Quadro della sismicità e delle deformazioni del suolo.
- Rilevamento, classificazione e mappe di distribuzione e del materiale piroclastico emesso.
- Mappe di previsione della distribuzione di ceneri vulcaniche (anche in formato vettoriale) al suolo basate su dati meteo.
- Mappe di previsione dei flussi lavici (come da progetto LAVA).
- Mappe dell'andamento del campo lavico, compresi gli aggiornamenti progressivi del rilievo secondo i formati concordati. Inoltre, relazioni periodiche con i risultati complessivi del rilievo verranno messe a disposizione del DPC e saranno diffuse via sito web dell'INGV.
- Relazioni periodiche sui dati acquisiti dalle reti mobili.
- Mappe sulla distribuzione areale del degassamento di CO₂ diffusa dai suoli.

A-IV. FORMAZIONE E DIVULGAZIONE

Il DPC è impegnato nelle attività di formazione e divulgazione in materia sismologica e vulcanologica attraverso l'Ufficio 'Rischio sismico e vulcanico' per le competenze tecnico-scientifiche, l'Ufficio 'Volontariato, formazione e comunicazione' per gli aspetti formativi e divulgativi in senso stretto e l'Ufficio Stampa del Capo del Dipartimento per i rapporti con i mezzi di comunicazione di massa.

L'INGV è attivo da molti anni sui temi della formazione e divulgazione, che rientrano nei suoi compiti istituzionali. La maggior parte di queste attività rientra negli interessi del DPC e, pertanto, le modalità di attivazione e realizzazione verranno concordate con il DPC stesso, con il quale verrà definito un calendario delle iniziative, in modo da migliorare le sinergie con quelle messe in campo dal DPC, direttamente o attraverso altri enti ed istituzioni.

A tal fine verrà istituito un gruppo di lavoro DPC-INGV, per la formazione e la divulgazione, in modo da concordare le singole iniziative con i diversi Uffici competenti del DPC. Tra le attività da implementare, è di primaria importanza la promozione della crescita culturale degli operatori dei mezzi di informazione.

SINTESI DELLA RIPARTIZIONE DEI COSTI RELATIVI ALLA VOCE A

La ripartizione dei costi associati alle attività descritte è sintetizzata nelle tabelle che seguono. Essa è da intendersi come riferita all'intera durata triennale della presente Convenzione-quadro. Qualora le parti convengano nel ridurre la durata della Convenzione-quadro a due anni (scadenza al 31 dicembre 2011), la ripartizione dei costi relativi alla voce A viene riformulata di comune accordo tra le parti stesse, in modo da non superare € 18.000.000 per il 2010 ed € 10.000.000 per il 2011. In ogni caso, tali valori rappresentano i tetti di spesa a cui il DPC si atterrà in caso di rendicontazioni eccedenti tali somme.

TERREMOTI		2010	2011	2012	<i>totale generale</i>
A-I Monitoraggio					
totali parziali	spese	2.268.250.00	1.618.090.00	1.381.590.00	5.267.930.00
	personale	4.889.000.00	3.356.500.00	2.419.000.00	10.664.500.00
<i>totale</i>		<i>7.157.250.00</i>	<i>4.974.590.00</i>	<i>3.800.590.00</i>	<i>15.932.430.00</i>
A-II Banche dati					
totali parziali	spese	70.000.00	125.000.00	105.000.00	300.000.00
	personale	374.850.00	216.750.00	212.500.00	804.100.00
<i>totale</i>		<i>444.850.00</i>	<i>341.750.00</i>	<i>317.500.00</i>	<i>1.104.100.00</i>
A-III Emergenza					
totali parziali	spese	*	24.080.00	11.180.00	35.260.00
	personale	*	175.000.00	125.000.00	300.000.00
<i>totale</i>		*	<i>199.080.00</i>	<i>136.180.00</i>	<i>335.260.00</i>
A-IV Formazione					
totali parziali	spese	92.450.00	46.010.00	46.010.00	184.470.00
	personale	175.500.00	103.000.00	53.000.00	331.500.00
<i>totale</i>		<i>267.950.00</i>	<i>149.010.00</i>	<i>99.010.00</i>	<i>515.970.00</i>
<i>totale spese terremoti</i>		<i>2.430.700.00</i>	<i>1.813.180.00</i>	<i>1.543.780.00</i>	<i>5.787.660.00</i>
<i>totale personale terremoti</i>		<i>5.439.350.00</i>	<i>3.851.250.00</i>	<i>2.809.500.00</i>	<i>12.100.100.00</i>
<i>totale costi terremoti</i>		<i>7.870.050.00</i>	<i>5.664.430.00</i>	<i>4.353.280.00</i>	<i>17.887.760.00</i>

* per il 2010, spese minori, relative alla voce A-III, hanno riguardato strumenti di monitoraggio e sono pertanto inglobate nella voce A-I.

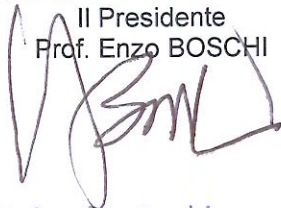
VULCANI		2010	2011	2012	<i>totale generale</i>
A-I Monitoraggio					
totali parziali	spese	3.006.750.00	2.144.910.00	1.831.410.00	6.983.070.00
	personale	4.889.000.00	3.356.500.00	2.419.000.00	10.664.500.00
	<i>totale</i>	7.895.750.00	5.501.410.00	4.250.410.00	17.647.570.00
A-II Banche dati					
totali parziali	spese	70.000.00	125.000.00	105.000.00	300.000.00
	personale	66.150.00	38.250.00	37.500.00	141.900.00
	<i>totale</i>	136.150.00	163.250.00	142.500.00	441.900.00
A-III Emergenza					
totali parziali	spese	*	31.920.00	14.820.00	46.740.00
	personale	*	175.000.00	125.000.00	300.000.00
	<i>totale</i>	*	206.920.00	139.820.00	346.740.00
A-IV Formazione					
totali parziali	spese	122.550.00	60.990.00	60.990.00	244.530.00
	personale	175.500.00	103.000.00	53.000.00	331.500.00
	<i>totale</i>	298.050.00	163.990.00	113.990.00	576.030.00
	<i>totale spese vulcani</i>	3.199.300.00	2.362.820.00	2.012.220.00	7.574.340.00
	<i>totale personale vulcani</i>	5.130.650.00	3.672.750.00	2.634.500.00	11.437.900.00
	<i>totale costi vulcani</i>	8.329.950.00	6.035.570.00	4.646.720.00	19.012.240.00

* per il 2010, spese minori, relative alla voce A-III, hanno riguardato strumenti di monitoraggio e sono pertanto inglobate nella voce A-I.

RIEPILOGO	2010	2011	2012	<i>totale generale</i>
totale spese terremoti + vulcani	5.630.000.00	4.176.000.00	3.556.000.00	13.362.000.00
totale personale terremoti + vulcani	10.570.000.00	7.524.000.00	5.444.000.00	23.538.000.00
totale costi terremoti + vulcani	16.200.000.00	11.700.000.00	9.000.000.00	36.900.000.00
spese generali 10% terremoti + vulcani	1.800.000.00	1.300.000.00	1.000.000.00	4.100.000.00
<i>totale generale</i>	18.000.000.00	13.000.000.00	10.000.000.00	41.000.000.00

Per l'ISTITUTO NAZIONALE
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Il Presidente
Prof. Enzo BOSCHI



Roma, li 26.07.2011

Per il DIPARTIMENTO
DELLA PROTEZIONE CIVILE

Il Dirigente delegato
Prof. Mauro DOLCE

