

Rapporti tecnici INGV

**Rapporto della campagna sismica
sul vulcano Teide, Isola di Tenerife
(Canarie)**

127



Direttore

Enzo Boschi

Editorial Board

Raffaele Azzaro (CT)

Sara Barsotti (PI)

Mario Castellano (NA)

Viviana Castelli (BO)

Anna Grazia Chiodetti (AC)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Luigi Cucci (RM1)

Mauro Di Vito (NA)

Marcello Liotta (PA)

Lucia Margheriti (CNT)

Simona Masina (BO)

Nicola Pagliuca (RM1)

Salvatore Stramondo (CNT)

Andrea Tertulliani - coordinatore (RM1)

Aldo Winkler (RM2)

Gaetano Zonno (MI)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano - coordinatore

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860055

Fax +39 06 36915617

redazionecen@ingv.it



Rapporti tecnici INGV

RAPPORTO DELLA CAMPAGNA SISMICA SUL VULCANO TEIDE, ISOLA DI TENERIFE (CANARIE)

Milena Moretti¹ e Aladino Govoni^{1,2}

in collaborazione con

Justo Orozco^{3,4}, Guillermo Cotés⁴, Enrique González⁴, Enrique Valenzuela⁴,
David Calvo Fernandez⁵ e Jesús M. Ibáñez⁴

¹INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Centro Nazionale Terremoti)

²INOGS (Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Centro Ricerche Sismologiche)

³Universidad de Colima, México

⁴Universidad de Granada (Istituto Andaluz de Geofisica, Granada, España)

⁵ITER (Istituto Tecnológico y de Energías Renovables, Granadilla de Abona, Tenerife, España)

127

Indice

Introduzione	5
1. Il Progetto di Ricerca	5
2. Inquadramento dell'isola di Tenerife	6
3. L'esperimento sismico	7
3.1 La partecipazione della Rete Sismica Mobile del CNT	9
3.2 Considerazioni tecniche generali	12
Allegato: Schede stazioni	15
Ringraziamenti	28
Bibliografia	28

Introduzione

La Rete Sismica Mobile (RSM) in dotazione al Centro Nazionale Terremoti (CNT) è da anni impiegata nell'attività di monitoraggio in occasione di emergenze sismiche e vulcaniche ma soprattutto in numerosi progetti scientifici con particolare riguardo allo studio di dettaglio di specifiche aree e/o strutture sismotettoniche. In numerose occasioni gli esperimenti di acquisizione di nuovi dati sismici e le emergenze sismiche o vulcaniche degli ultimi anni hanno visto una collaborazione con altre unità di reti mobili sia interne all'INGV (la Sezione di Catania, la Sezione di Milano-Pavia e l'Osservatorio Vesuviano di Napoli) che esterne (ad esempio il Centro Ricerche Sismologiche di Udine).

All'inizio del 2009 Jesús M. Ibáñez Direttore dell'*Instituto Andaluz de Geofísica Universidad* di Granada ha proposto alla RSM del CNT di partecipare all'esperimento di sismica passiva da realizzare al Teide, complesso vulcanico nell'isola di Tenerife, nell'ambito del Progetto di ricerca finanziato "*High resolution imagin of seismogenetic volumes in active volcanoes, Tenerife and Deception Islands, and its significance for volcanic hazard assesment*" (HISS).

L'esperimento, iniziato il 10 novembre 2009 proprio con l'installazione di una delle 6 stazioni messe a disposizione dalla RSM del CNT, avrà la durata di circa un anno.

In questo rapporto tecnico viene descritta la campagna di installazione della RSM del CNT.

1. Il Progetto di Ricerca

I vulcani e in generale le regioni vulcaniche sono una manifestazione superficiale dei processi dinamici che avvengono all'interno della Terra. La sismologia vulcanica è quella parte della sismologia che cerca di comprendere e quantificare tali processi non soltanto per una maggiore conoscenza scientifica ma anche con l'obiettivo di mitigare il rischio vulcanico.

Il rischio, in generale, può essere definito come il valore atteso di perdite intese come vite umane, feriti, danni alle proprietà e alle attività economiche, dovuti al verificarsi di un evento di una data intensità, in una particolare area, in un determinato periodo di tempo.

Il rischio può essere esprimibile attraverso l'equazione:

$$R = P \times V \times E$$

dove:

P = Pericolosità (*Hazard*) ovvero la probabilità che un fenomeno di una determinata intensità si verifichi in un certo periodo di tempo, in una data area;

V = Vulnerabilità ovvero l'attitudine di un determinato elemento a sopportare gli effetti indotti da un evento di una certa intensità;

E = Esposizione o Valore esposto ovvero il numero di unità (o "valore") di ognuno degli elementi a rischio (es. vite umane, case) presenti in una data area.

Nel caso del rischio vulcanico, la vulnerabilità delle persone e degli edifici risulta sempre elevata nei confronti delle fenomenologie vulcaniche, di conseguenza il rischio è minimo solo quando la pericolosità o il valore esposto sono tali (ad esempio nel caso di vulcani "estinti" o che presentano fenomenologie a pericolosità limitata, oppure vulcani in zone non abitate). Inoltre, quanto maggiore è la probabilità di eruzione, tanto maggiore è il rischio; così pure, quanto maggiori sono i beni e la popolazione esposta, tanto maggiore è il danno che ne potrebbe derivare e quindi il rischio.

Tra i diversi modi di classificare i vulcani appare così anche la catalogazione basata sul pericolo e sui rischi associati. Concentrarsi sullo studio del comportamento eruttivo di una regione vulcanica per conoscere

e capire il perché e come un vulcano entra in eruzione, ha anche lo scopo di salvare vite e di attenuare gli effetti che il vulcanismo provoca sulla popolazione e sulle proprietà. E' tuttavia importante concentrarsi non solo sui vulcani al momento della loro attività, ma anche e soprattutto su quelli considerati in stato di riposo per definire il loro "stato di normale" ovvero il comportamento abituale che essi hanno e che costituisce lo sfondo con cui confrontare ogni modifica di stato e su cui basare scenari di allerta e di evacuazione. Studi con questo obiettivo hanno una notevole importanza sui vulcani in prossimità di aree popolate dove l'allarme alla popolazione, residenti o visitatori diventa critica.

Il progetto di ricerca "*High resolution imagin of seismogenetic volumes in active volcanoes, Tenerife and Deception Islands, and its significance for volcanic hazard assesment*" (HISS) è finalizzato allo studio della struttura profonda del complesso vulcanico *Cañadas Teide-Pico Viejo* nell'isola di Tenerife e il complesso vulcanico di *Deception* (Isole *Shetland* del Sud, Antartide) utilizzando diverse metodologie di sismologia passiva. L'obiettivo è quello di determinare, mediante acquisizioni di dettaglio, le caratteristiche della sismicità (intese come localizzazione, meccanismo sorgente e tasso di accadimento degli eventi) in periodi "normali" in modo da determinare, per ciascuna delle aree vulcaniche studiate, un livello di riferimento per l'attività sismica. Possibili cambiamenti futuri di tale livello troveranno quindi un immediato utilizzo come elementi predittivi e di *early warning* per un risveglio dell'attività vulcanica.

Le due regioni selezionate per il progetto, sono state già oggetto di esperimenti di esplorazione sismica attiva: TOMODEC nel 2006 e TOM-TEIDEVS nel 2007 [Almendros et al., 2007; García-Yeguas et al., 2008, 2009; Ibáñez et al., 2008]. Obiettivo dei due precedenti progetti era la determinazione della struttura 2D e 3D dei rispettivi edifici vulcanici. I nuovi dati che verranno acquisiti nelle due nuove campagne sismiche saranno di maggior dettaglio rispetto alle precedenti acquisizioni e quindi andrebbero ad integrare importanti *databases* già esistenti.

Allo stato attuale, per le due aree sono disponibili diversi profili 2-D e un modello 3-D, realizzati usando registrazioni di *airguns shots* [García-Yeguas et al., 2008, 2009].

Un ulteriore scopo del progetto è completare le immagini delle due isole vulcaniche utilizzando tecniche passive quali le *receiver functions*, tomografia passiva (dove è possibile utilizzare i terremoti), *noise interferometry*.

La RSM del CNT partecipa alla campagna sismica realizzata al complesso vulcanico-*Cañadas Teide-Pico Viejo* nell'isola di Tenerife (Canarie, Spagna) mettendo a disposizione 6 stazioni sismometriche a larga banda.

2. Inquadramento dell'isola di Tenerife

Le Isole Canarie sono un arcipelago formato da sette isole maggiori e diversi isolotti tutti di origine vulcanica, che formano una catena di circa 500 Km di fronte alle coste marocchine nell'Oceano Atlantico (*Figura 4*).

Tenerife, la più estesa e centrale delle isole maggiori, presenta uno dei più importanti complessi vulcanici delle Isole Canarie: il sistema vulcanico *Teide-Pico Viejo-Cañadas*. Il Teide che con i suoi 3.718 m rappresenta la massima elevazione della regione canaria, è costituito da un edificio vulcanico di tipo strato-vulcano che poggia su un'ampia depressione calderica costituita da due semi-caldere separate dalla formazione *Los Roques de García*. Il Teide culmina nel *Pilón de Azúcar*, che presenta tuttora un'attività residua sotto forma di fumarole e solfatare a 86° C. La caldera, nota come *Las Cañadas*, che prende il nome dalla struttura più tipica del parco ovvero la *cañada*, la pianura sedimentaria sita normalmente ai piedi delle pareti o anfiteatro della caldera, ha forma quasi ellittica, allungata EW, con dimensioni 16 km x 9 km [Carracedo et al., 2007].

Tutto questo spettacolare complesso geologico deriva da una grande struttura vulcanica denominata edificio *Cañadas*, che formava in origine il settore centrale di Tenerife. Tale edificio, dall'enorme complessità strutturale, si sviluppò in altezza per millenni per l'accumulo verticale di grandi quantità di colate di lava e strati di piroclasti, originati in molteplici eruzioni avvenute nel corso di tre milioni e mezzo di anni, un periodo nel quale si sono alternate fasi di costruzione e distruzione. Negli ultimi 300 anni, sono riconosciuti sei processi effusivi ultimo dei quali è l'eruzione di *Chinyero* nel 1909 durata solamente dieci giorni producendo colate di lava che hanno causato pochi danni.

La presenza di aree densamente popolate attorno all'edificio vulcanico fa di questi luoghi una tra le zone più vulnerabili delle regioni delle Canarie.

3. L'esperienza sismica

La campagna d'installazione che darà il via all'esperienza HISS, è programmata tra novembre 2009 e gennaio 2010. Sono previste circa 30 stazioni sismometriche a larga banda e 2 *array* per un totale di 50 strumenti dislocati.

Capofila del progetto e quindi dell'esperienza sismica, è l'Istituto *Andaluz de Geofísica* dell'Università di Granada (Direttore Dr *Jesús M. Ibáñez*). Il progetto coinvolge diverse istituzioni spagnole e straniere. In Spagna, oltre l'Università di Granada, partecipano l'Università di La Laguna, attraverso il Dipartimento di Geografia e l'Istituto Tecnologico delle Risorse Rinnovabili (ITER) di Tenerife. A livello internazionale aderiscono l'Università di *Liverpool* (Regno Unito), il Centro Nazionale Terremoti (CNT), la Sezione di Catania (SCT) e l'Osservatorio Vesuviano (OV) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Italia), l'Università di Dublino (Irlanda), l'USGS (USA), l'Università di *Colima* (Messico) e l'Università di *Buenos Aires e La Plata* (Argentina).

Il processo di installazione delle stazioni sismometriche sul complesso vulcanico-*Cañadas Teide-Pico Viejo* nell'isola di Tenerife avverrà gradualmente e in più fasi, mediante gruppi di lavoro da 4 a 8 persone. Queste fasi comporterà la distribuzione di un numero di strumenti compreso tra le 4 e le 10 stazioni a settimana.

Le aree di distribuzione delle stazioni comprendono sia gli spazi all'interno del Parco Nazionale del Teide, che nella zona circostante, ovvero il Parco Naturale della Corona Forestale. Le operazioni di installazione saranno effettuate con l'ausilio del personale *ranger* del Parco Nazionale.

L'installazione della strumentazione è stata preceduta da una campagna di ricognizione dei siti realizzata dal personale dell'Istituto *Andaluz de Geofísica* di Granada. In *Figura 1* la mappa dei siti ipotizzati.

In *Tabella 1* sono elencate le coordinate dei siti selezionati. L'ultima colonna sulla destra mostra le stazioni che si trovano nel Parco Nazionale del Teide (*yes*) o nel Parco Naturale della Corona Forestale (*no*).

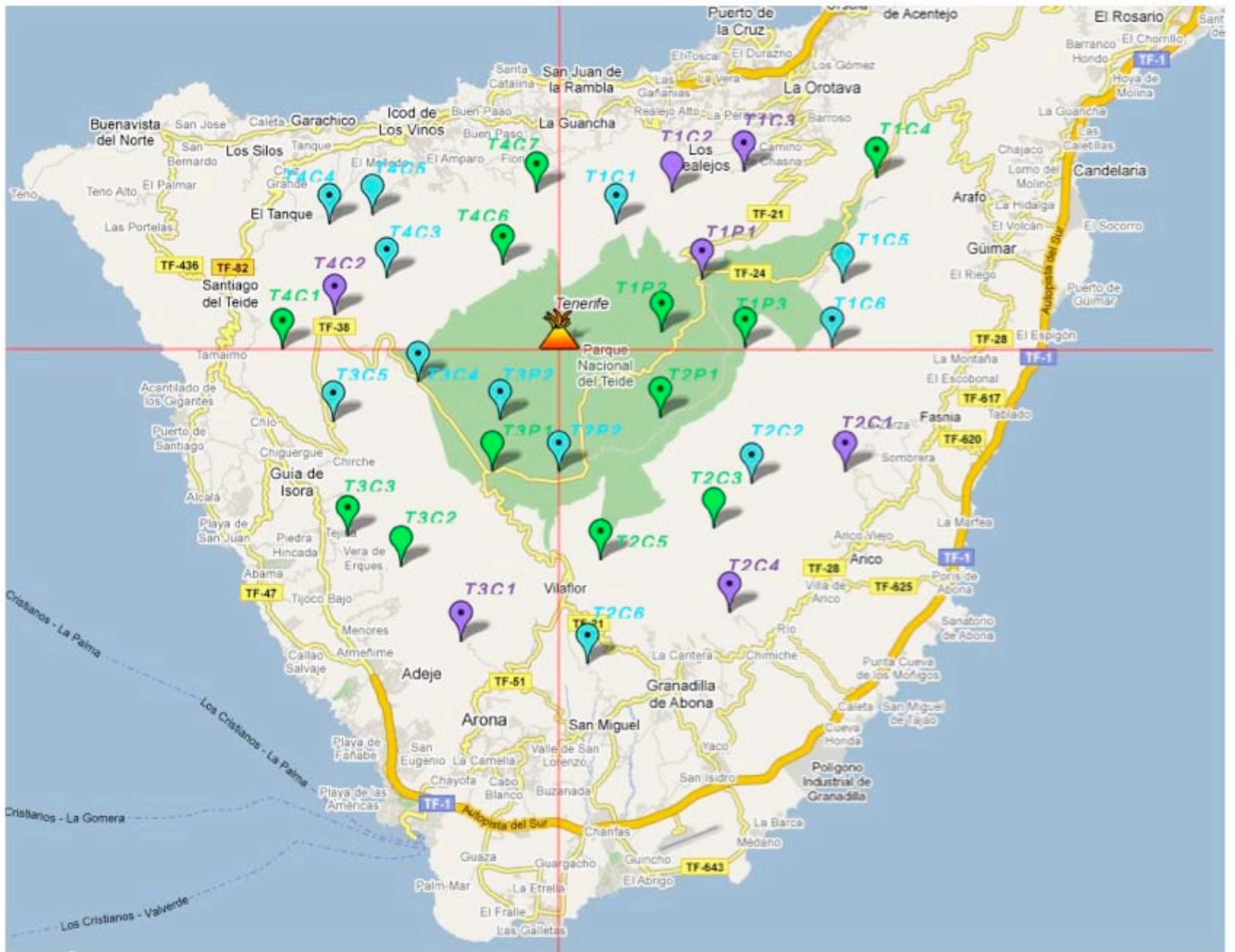


Figura 1. Mappa dei siti selezionati durante la campagna di ricognizione precedente alla fase d'installazione della strumentazione. In *Tabella 1* le coordinate di riferimento.

3.1 La partecipazione della Rete Sismica Mobile del CNT

La RSM del CNT è stata invitata a collaborare a questo esperimento mettendo a disposizione la strumentazione ed il personale sia per l'installazione che per la successiva manutenzione della rete temporanea. La strumentazione, composta da 6 acquisitori *REF TEK 130-1* (<http://www.reftek.com>; Figura 2) equipaggiati con i nuovi sensori a larga banda *Nanometrics Trillium Compact 120s* (<http://www.nanometrics.ca>; Figura 3), è stata installata durante la prima campagna sismica tra il 9 e il 14 novembre 2009.

Q1	1°		Quadrante			
Sigla	Lat	Lon	z [m]	SNR%	priorità	Parco del Teide
T1C6	+28° 16' 16.44"	-16° 29' 49.92"	1832	28,4	1	no
T1C1	+28° 19' 41.58"	-16° 36' 40.02"	1747	25,8	2	no
T1P2	+28° 16' 41.63"	-16° 35' 15.25"	2172	21,6	3	yes
T1P1	+28° 18' 9.96"	-16° 33' 56.52"	2070	14,6	4	yes
T1C4	+28° 20' 57.30"	-16° 28' 25.26"	1834	21,4	5	no
T1C3	+28° 21' 6.62"	-16° 32' 38.15"	1106	7,7	6	no
T1P3	+28° 16' 16.86"	-16° 32' 36.36"	2292	22,4	7	yes
T1C5	+28° 18' 2.40"	-16° 29' 31.62"	2212	25,6	8	no
T1C2	33.54"	-16° 34' 55.70"	1246	15,7	9	no
Q2	2°		Quadrante			
Sigla	Lat	Lon	z [m]	SNR%	priorità	Parco del Teide
T2C6	+28° 7' 33.12"	-16° 37' 34.44"	1028	31,7	1	no
T2P1	+28° 14' 20.76"	-16° 35' 15.66"	2153	28,8	2	yes
T2P2	+28° 12' 50.64"	-16° 38' 33.60"	2021	34,4	3	yes
T2C2	+28° 12' 32.82"	-16° 32' 24.06"	1320	30,0	4	no
T2C5	+28° 10' 26.46"	-16° 37' 10.56"	1654	27,8	5	no
T2C4	+28° 8' 58.56"	-16° 33' 5.47"	728	17,4	6	no
T2C1	+28° 12' 52.20"	-16° 29' 26.77"	918	19,9	7	no
T2C3	+28° 11' 17.16"	-16° 33' 35.22"	1400	26,5	8	no
Q3	3°		Quadrante			
Sigla	Lat	Lon	z [m]	SNR%	priorità	Parco del Teide
T3C5	+28° 15' 19.92"	-16° 42' 57.90"	1957	23,6	1	no
T3P2	+28° 14' 16.33"	-16° 40' 21.07"	2227	25,0	2	yes
T3C3	+28° 11' 3.96"	-16° 45' 10.26"	809	17,4	3	no
T3C1	+28° 8' 10.82"	-16° 41' 35.27"	1058	15,3	4	no
T3C4	+28° 14' 13.50"	-16° 45' 36.72"	1180	23,3	5	no
T3C2	+28° 10' 13.68"	-16° 43' 29.04"	1162	18,3	6	no
T3P1	+28° 12' 51.66"	-16° 40' 34.14"	2052	20,2	7	yes
Q4	4°		Quadrante			
Sigla	Lat	Lon	z [m]	SNR%	priorità	Parco del Teide
T4C3	+28° 18' 10.38"	-16° 43' 56.22"	1567	26,9	1	no
T4C6	+28° 18' 33.42"	-16° 40' 15.00"	1555	21,7	2	no
T4C7	+28° 20' 31.80"	-16° 39' 10.62"	1035	22,9	3	no
T4C1	+28° 16' 14.82"	-16° 47' 13.62"	1210	20,7	4	no
T4C4	+28° 19' 40.56"	-16° 45' 44.16"	1141	26,5	5	no
T4C2	+28° 17' 11.10"	-16° 45' 35.16"	1481	19,3	6	no
T4C5	+28° 19' 55.92"	-16° 44' 23.46"	1120	25,3	7	no

Tabella 1. Coordinate dei siti selezionati all'interno del Parco Nazionale del Teide (yes nell'ultima colonna) o del Parco Naturale della Corona Forestale (no). Nella quinta colonna sono mostrati i risultati preliminari per i rapporti segnale/rumore (SNR%) ottenuti su dati già esistenti.

La *Nanometrics* ha da poco iniziato la produzione del sensore velocimetrico *Trillium Compact 120s* con caratteristiche particolarmente appropriate per l'impiego in esperimenti temporanei. La caratteristica più interessante è la compattezza con dimensioni paragonabili ai sensori *Lennartz LE 3D-lite*. La sensibilità e le caratteristiche generali (Tabella 2) sono di poco inferiori a quelle del *Trillium 120* con dimensioni, peso e consumi elettrici assolutamente inferiori. Inoltre ha il controllo delle masse automatico ed è quindi utilizzabile con qualsiasi tipo di acquisitore. Questo sensore sembra particolarmente adatto anche per gli impieghi in zona epicentrale a seguito di sequenze rilevanti avendo un livello di saturazione (dichiarato) per un magnitudo 5.5 a 10 km.

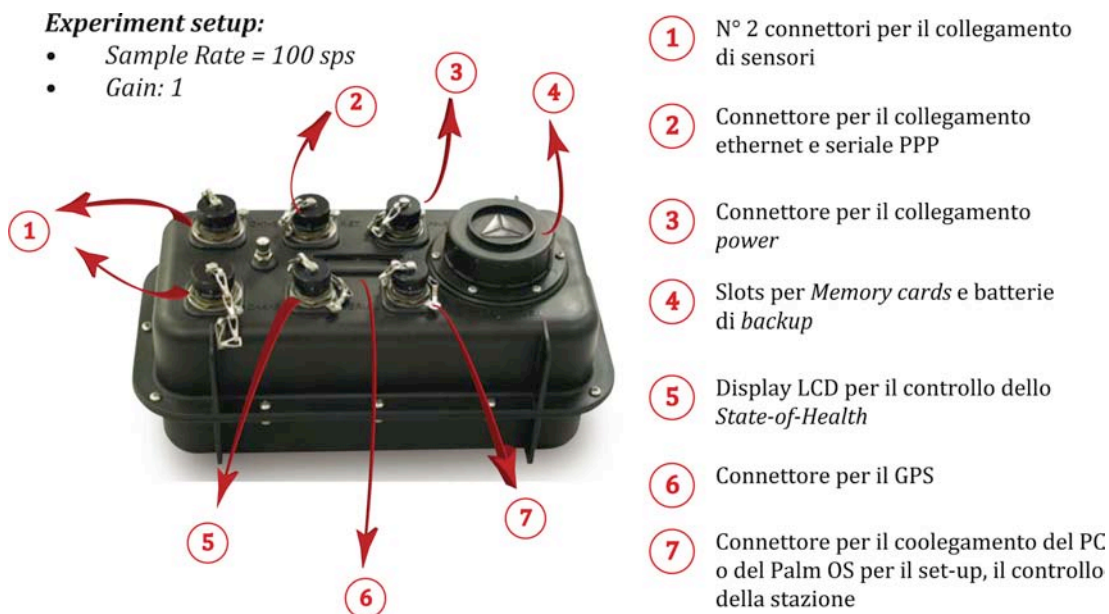


Figura 2. Strumentazione utilizzata dalla RSM del CNT: l'acquisitore *REF TEK 130-1*.



Altezza	128 mm
Diametro	90 mm
Peso	1.2 kg
Sensibilità	750 V*s/m ± 0.5%
Sensibilità fuori asse	± 0.5%
Larghezza di banda	da 120 s a 100 Hz

Il rivestimento termicamente isolante per l'installazione è anche una borsa da trasporto del sensore .



Figura 3. Il sensore a larga banda *Nanometrics Trillium compact 120 s*.

SIMBOLO	PARAMETRO	VALORE NOMINALE	UNITÀ
z_n	Zeri	0 0 -434.1	rad/s
p_n	Poli	-0.03691 ± 0.03712i -371.2 -373.9 ± 475.5i 588.4 ± 1508i	rad/s
k	Fattore di normalizzazione	8.184×10^{11}	(rad/s) ⁴
f_0	Frequenza di normalizzazione	1	Hz
S	Sensibilità a f_0	749.1	V·s/m

Tabella 2. Caratteristiche strumentali del sensore *Nanometrics Trillium Compact 120s*.

La campagna d'installazione è durata 4 giorni durante i quali sono state realizzate 6 stazioni dal *team* italiano e 4 da quello spagnolo. In *Figura 4* la mappa dei 6 siti occupati dalle stazioni della RMS-CNT.

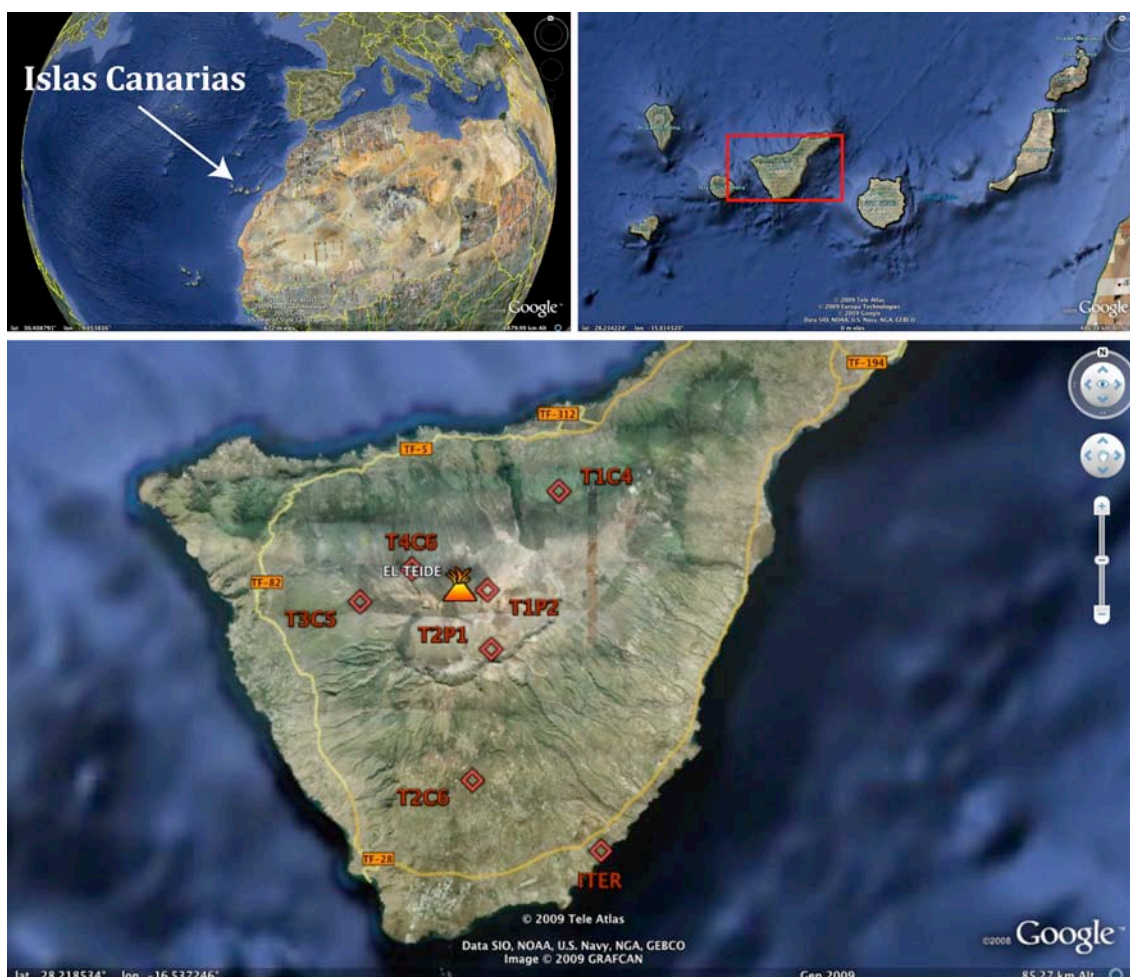


Figura 4. Mappa dei siti occupati dalla strumentazione della RSM-CNT.

1° giorno:

Parte della strumentazione italiana è stata spedita e parte è stata trasportata come bagaglio a mano durante il volo aereo Roma-Tenerife (Canarie). Prima d'installare la strumentazione, è stato necessario

effettuare il ri-assemblaggio e il *setup* dell'attrezzatura. Inoltre, nonostante siano previsti con cadenza bimestrale degli affiancamenti per le successive fasi di *dump* e di manutenzione delle stazioni sismometriche, era importante addestrare i colleghi spagnoli sul funzionamento della nostra strumentazione (*Figura 5*). Questa fase preliminare, è avvenuta presso l'ITER (in mappa, *Figura 4*) che collabora al progetto di ricerca e ha messo a disposizione i locali per le operazioni preparatorie all'installazione.

La giornata è conclusa con l'installazione della prima stazione che ha dato il via ufficiale all'esperimento sismico. Il sito T3C5 (localizzazione in *Figura 4*; coordinate in *Tabella 3*; *Scheda #1*) ha visto la collaborazione di tutto il personale italiano e spagnolo in fase di formazione questa volta sul campo.



Figura 5. Due momenti della fase di *setup* della strumentazione avvenuta presso l'ITER di *Tenerife*.

2° giorno:

Sono state installate 4 stazioni, 2 del *team* italiano e 2 del *team* spagnolo. La RSM-CNT ha montato la T2C6 (localizzazione in *Figura 4*; coordinate in *Tabella 3*; *Scheda #2*) e la T2P1 (localizzazione in *Figura 4*; coordinate in *Tabella 3*; *Scheda #3*).

3° giorno:

Sono state installate 4 stazioni, 2 del *team* italiano e 2 del *team* spagnolo. La RSM-CNT ha montato la T1C4 (localizzazione in *Figura 4*; coordinate in *Tabella 3*; *Scheda #4*) e la T4C6 (localizzazione in *Figura 4*; coordinate in *Tabella 3*; *Scheda #5*).

4° giorno:

E' stata installata la sesta e ultima stazione italiana, T1P2 (localizzazione in *Figura 4*; coordinate in *Tabella 3*; *Scheda #6*).

<i>NAME</i>	<i>SITE</i>	<i>LAT (°N)</i>	<i>LON (°W)</i>	<i>ALT (m)</i>
T3C5	<i>Montagna de Mañana</i>	28.264830	16.726830	1871
T2C6	<i>Vilaflor</i>	28.125620	16.627230	1039
T2P1	<i>Sette Cañadas</i>	28.227650	16.610480	2225
T1C4	<i>El Orégano</i>	28.351050	16.550510	1108
T4C6	<i>Zona Norte</i>	28.290380	16.680720	2009
T1P2	<i>Huevos de Teide</i>	28.273900	16.613880	2649

Tabella 3. Coordinate dei siti della RSM-CNT.

3.2 Considerazioni tecniche generali

Gli acquisitori e i sensori messi a disposizione dalla RSM del CNT, permettono installazioni in ambienti con un *range* di temperatura molto ampio ($-20^{\circ}\text{C} < T < 60^{\circ}\text{C}$), ma per i sensori *Trillium Compact 120s* è molto importante evitare rilevanti escursioni termiche. In realtà i *Trillium Compact 120s* sono dotati di un *case* d'installazione (*Figura 3*) che permette un ottimo isolamento termico. Data la natura sabbiosa dei terreni è stato ritenuto più opportuno interrare i sensori ad una profondità di 30-40 cm (*Figura 6*). Questa

soluzione permette il miglior accoppiamento possibile al terreno, minimizza l'esposizione dello strumento alle condizioni atmosferiche e garantisce una discreta coibentazione del sensore. L'unico sito che potrebbe beneficiare dell'utilizzo del *case* d'isolamento è il T4C6 (*Scheda #5*) nella *Zona Norte* dove il sensore è stato collocato sulla monumentazione di una stazione GPS permanente dell'ITER. Dall'analisi dei dati preliminari che verrà effettuata al primo intervento di manutenzione e scarico dati, verrà valutata la necessità di migliorare la coibentazione termica del sensore.

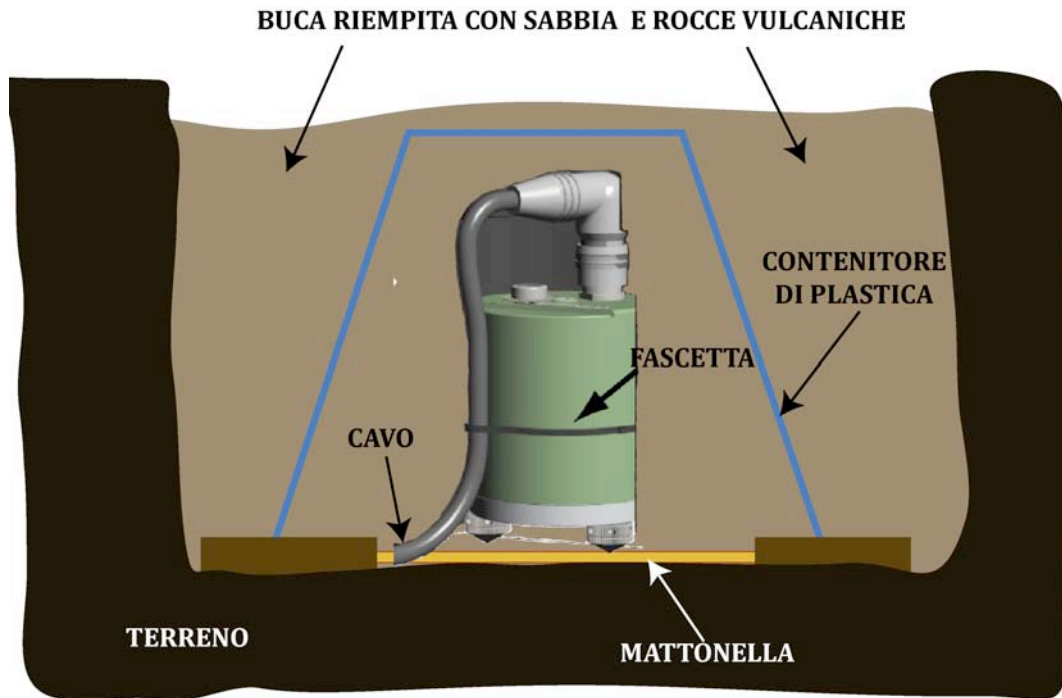


Figura 6. Schema dell'interramento del sensore sismico su substrato soffice. Questa soluzione garantisce un adeguato isolamento termico e nel contempo protegge il sensore dalle condizioni ambientali (acidità, umidità, esposizione alla luce solare, ecc.).

Ogni stazione è stata dotata di un impianto di alimentazione costituito da un pannello fotovoltaico da 40 W, una batteria tampone da 60 Ah ed un regolatore solare a tecnologia *switching* dotato di circuito *LVD* (*Low Voltage Disconnect*). L'impianto così dimensionato consente una lunga autonomia di funzionamento della stazione sismica. Inoltre il circuito *LVD*, scollegando il carico quando la tensione batteria è inferiore agli 11.5 V, permette di non danneggiare la batteria con una scarica profonda.

Gli acquisitori *REF TEK 130-1* sono dotati di doppio *slot* per *Compact Flash (CF)* fino a 8 Gb di capacità. Ogni Gb consente di registrare dai 20 ai 25 giorni di dati in continuo a seconda della rumorosità del sito. Tutti i siti utilizzati presentavano un rumore sufficientemente basso (vedi *Tabella 2*) da stimare una durata di almeno 23 giorni per Gb. Le stazioni sono state equipaggiate con una singola CF da 4 Gb per un totale di circa 90 giorni di autonomia. Queste stime saranno verificate durante il primo intervento di manutenzione e scarico dati.

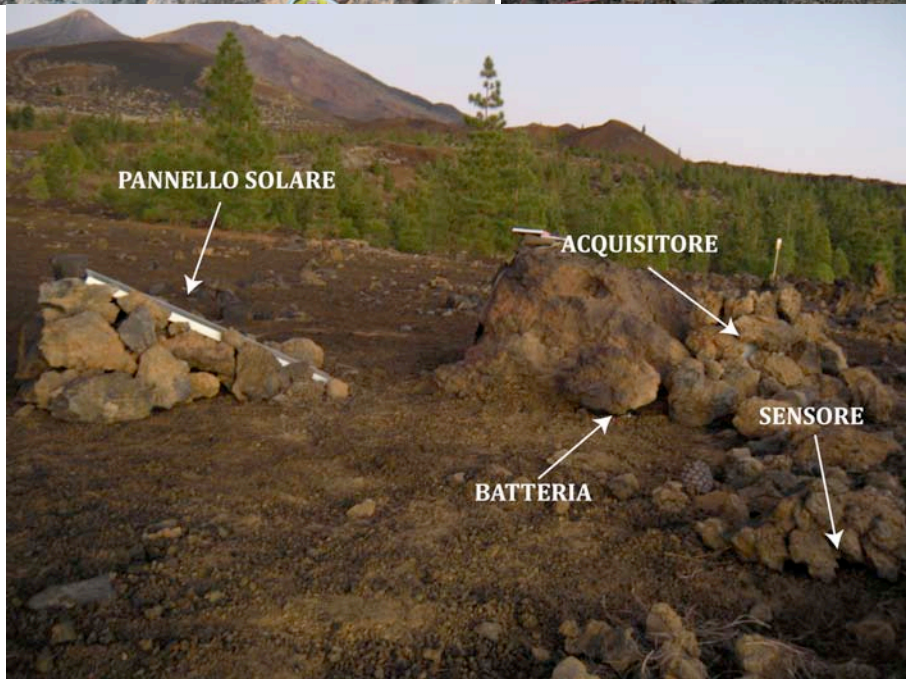
La scelta dei siti è stata determinata dal miglior compromesso fra la geometria della rete sismica progettata per una copertura ottimale del vulcano e la sicurezza della strumentazione. Inoltre per un minor impatto possibile con l'ambiente, gli strumenti sono stati interrati o mimetizzati con il territorio coprendoli con pietre vulcaniche (vedi foto nelle schede stazioni in Allegato A). L'unica cosa visibile è il pannello solare che, con un'inclinazione di circa 30° sufficiente per quelle latitudini, ha un impatto visivo molto limitato.

Allegato

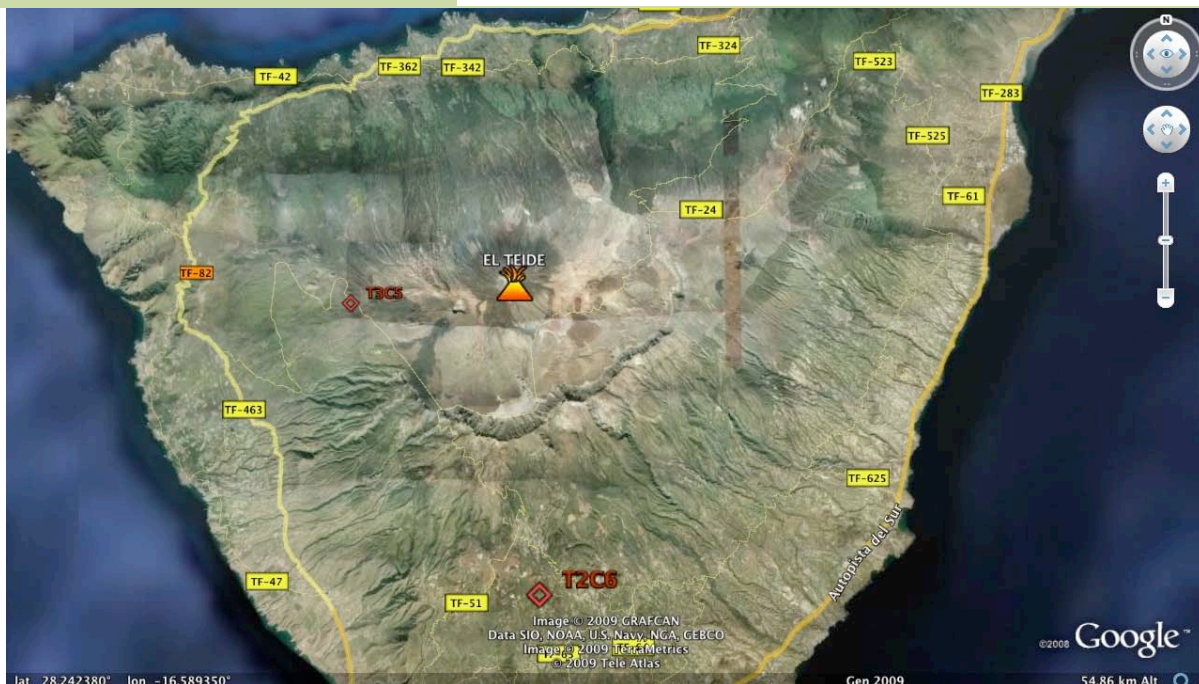
Schede stazioni

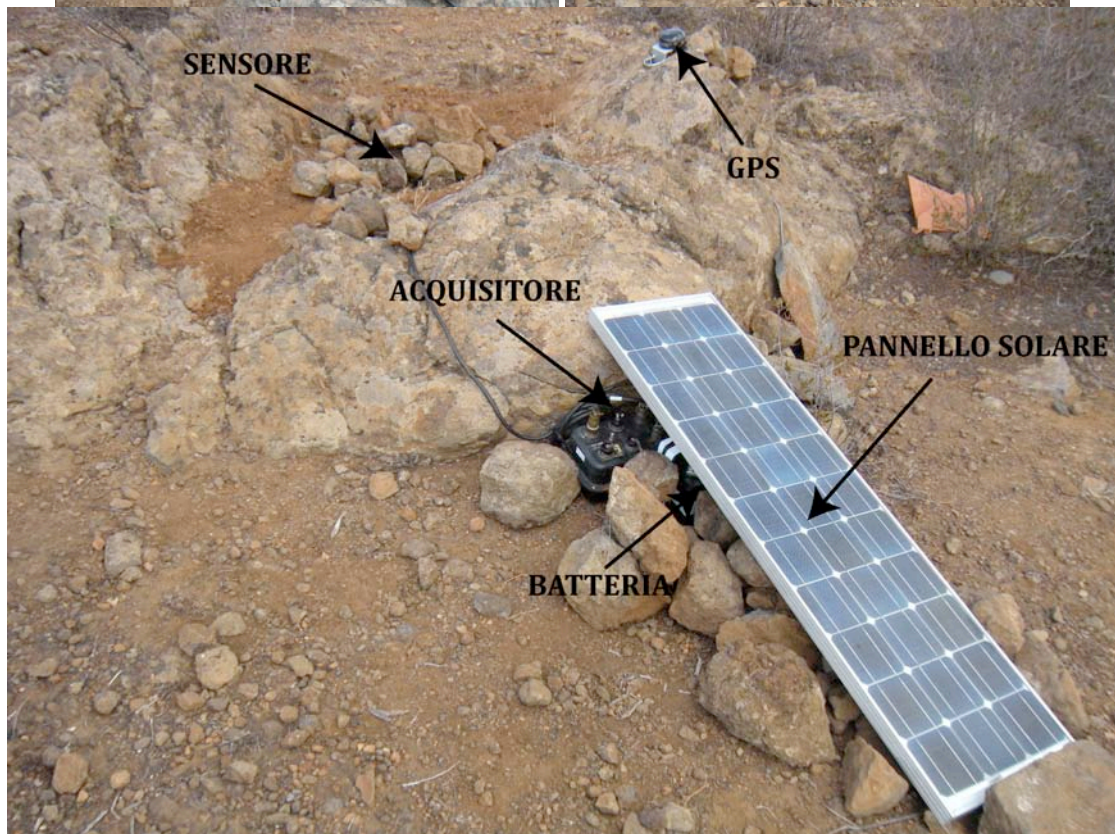
SCHEDA #1	INSTALLAZIONE
<p>T3C5 MONTAGNA DE MAÑANA</p>	<p>STRUMENTAZIONE: Acquisitore: REF TEK 130-1 S/N: 9216 Sensore: Trillium Compact 120s S/N: 191 GPS: /2 S/N 7227 Batteria: 60 Ah Pannello solare: 40 W</p>
<p>INIZIO: 10/11/2009 Start: 2009:314:05:45:00 FINE: Fine 2010</p> <p>COORDINATE: Lat: 28.264800° N Lon: 16.726800° W Alt: 1871 m</p>	<p>STATUS: Batteria: 12.6 V Canali: Ch1 ok Ch2 ok Ch 3 ok GPS: Locked SV's 9 LL=00</p> <p>NOTE: - Sensore interrato.</p>





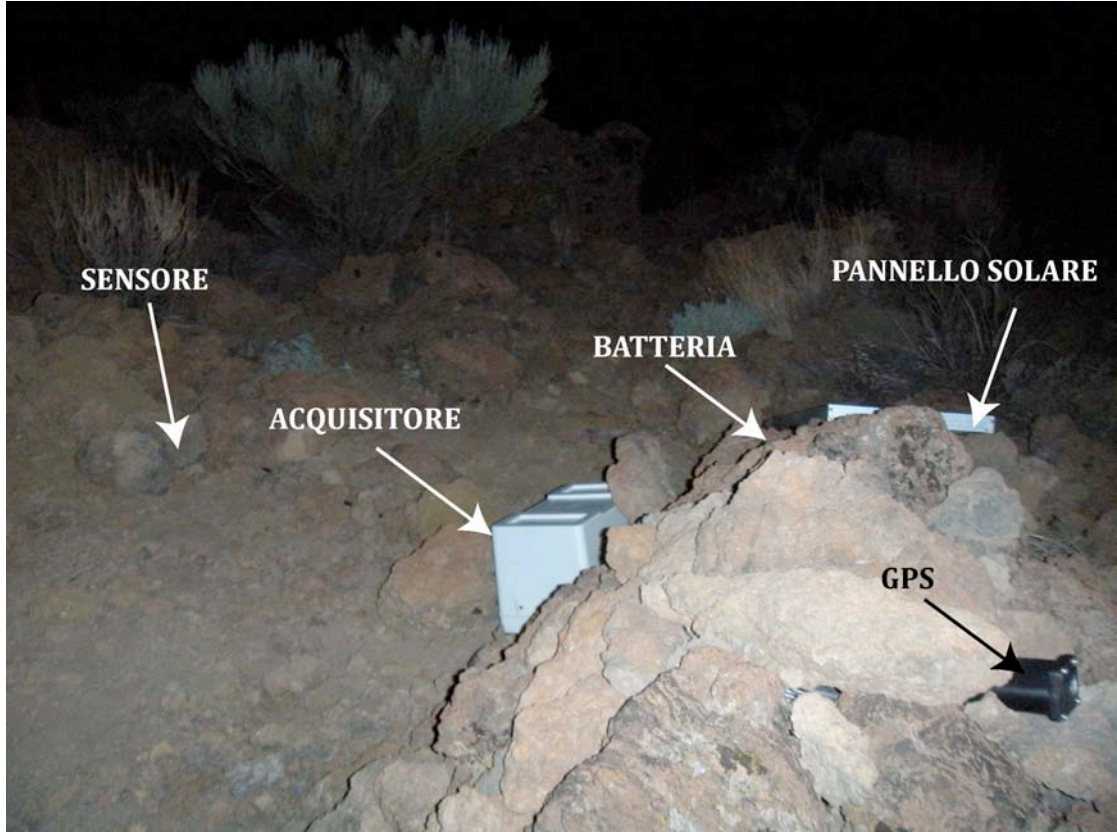
SCHEDA #2	INSTALLAZIONE
<p>T2C6 VILAFLOR</p>	<p>STRUMENTAZIONE: Acquisitore: REF TEK 130-1 S/N: 931F Sensore: Trillium Compact 120s S/N: 195 GPS: /2 S/N 7224 Batteria: 60 Ah Pannello solare: 40 W</p>
<p>INIZIO: 11/11/2009 Start: 2009:315:11:24:00 FINE: The end of 2010</p> <p>COORDINATE: Lat: 28.125620° N Lon: 16.627230° W Alt: 1039 m</p>	<p>STATUS: Batteria: 12.8 V Canali: Ch1 ok Ch2 ok Ch 3 ok GPS: Locked SV's 9 LL=00</p> <p>NOTES: - Sensore interrato.</p>



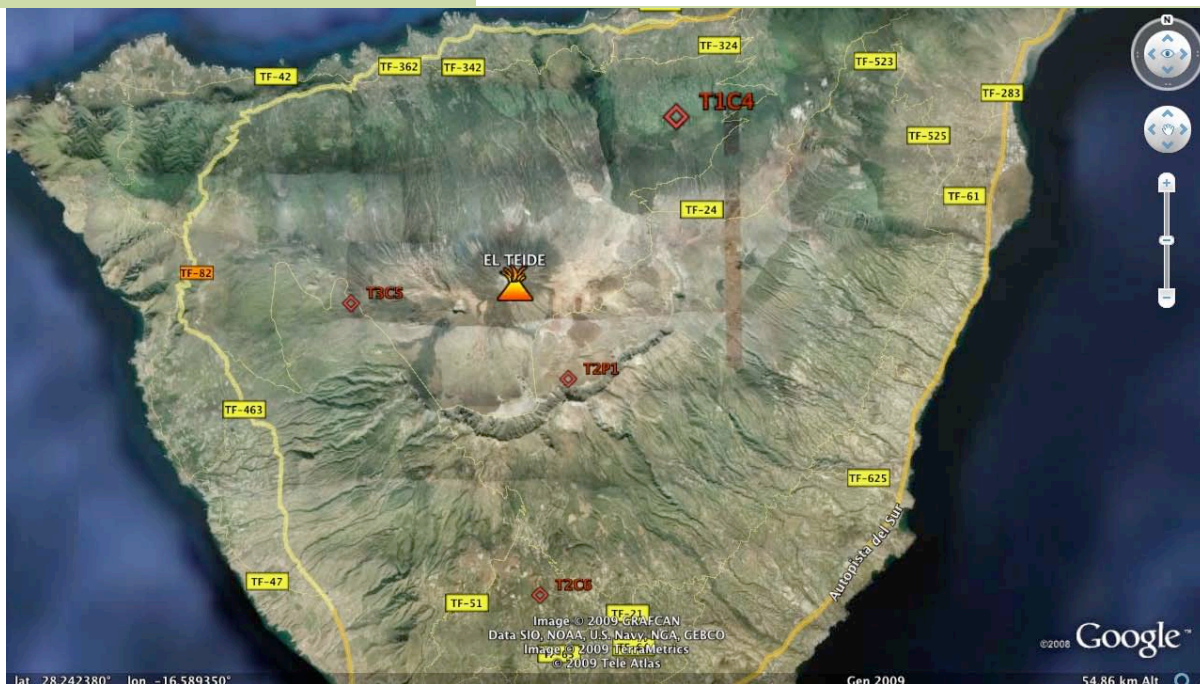


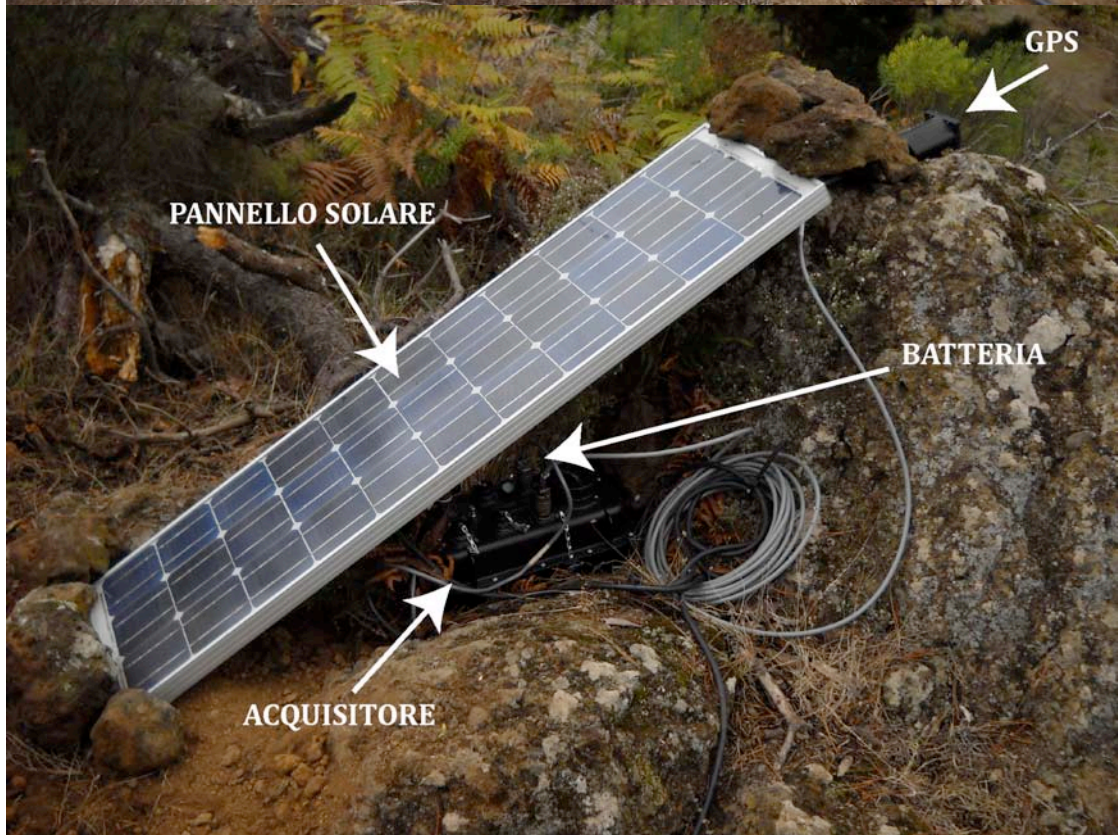
SCHEDA #3	INSTALLAZIONE
<p>T2P1 SETTE CAÑADAS</p>	<p>STRUMENTAZIONE: Acquisitore: REF TEK 130-1 S/N: 932E Sensore: Trillium Compact 120s S/N: 200 GPS: S/N 1245 Batteria: 60 Ah Pannello solare: 40 W</p>
<p>INIZIO: 11/11/2009 Start: 2009:315:18:26:00 FINE: Fine 2010</p> <p>COORDINATE: Lat: 28.227650° N Lon: 16.610480° W Alt: 2225 m</p>	<p>STATUS: Batteria: 12.8 V Canali: Ch1 ok Ch2 ok Ch 3 ok GPS: Locked SV's 3 LL=00</p> <p>NOTE: - Sensore interrato.</p>



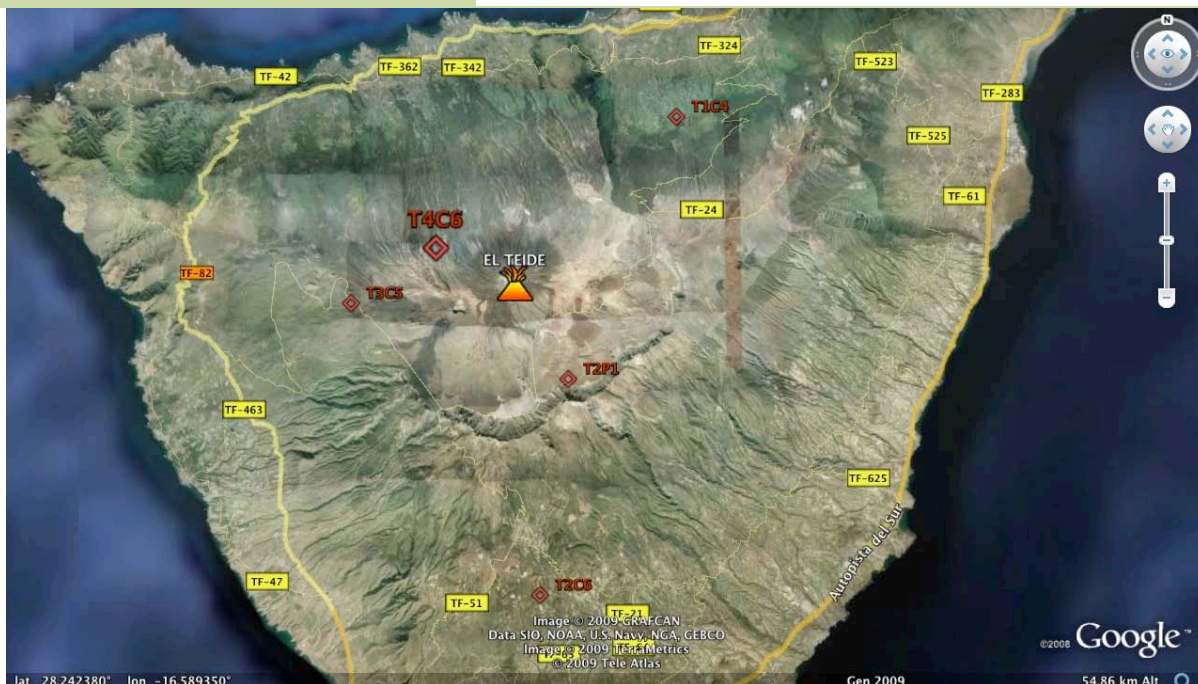


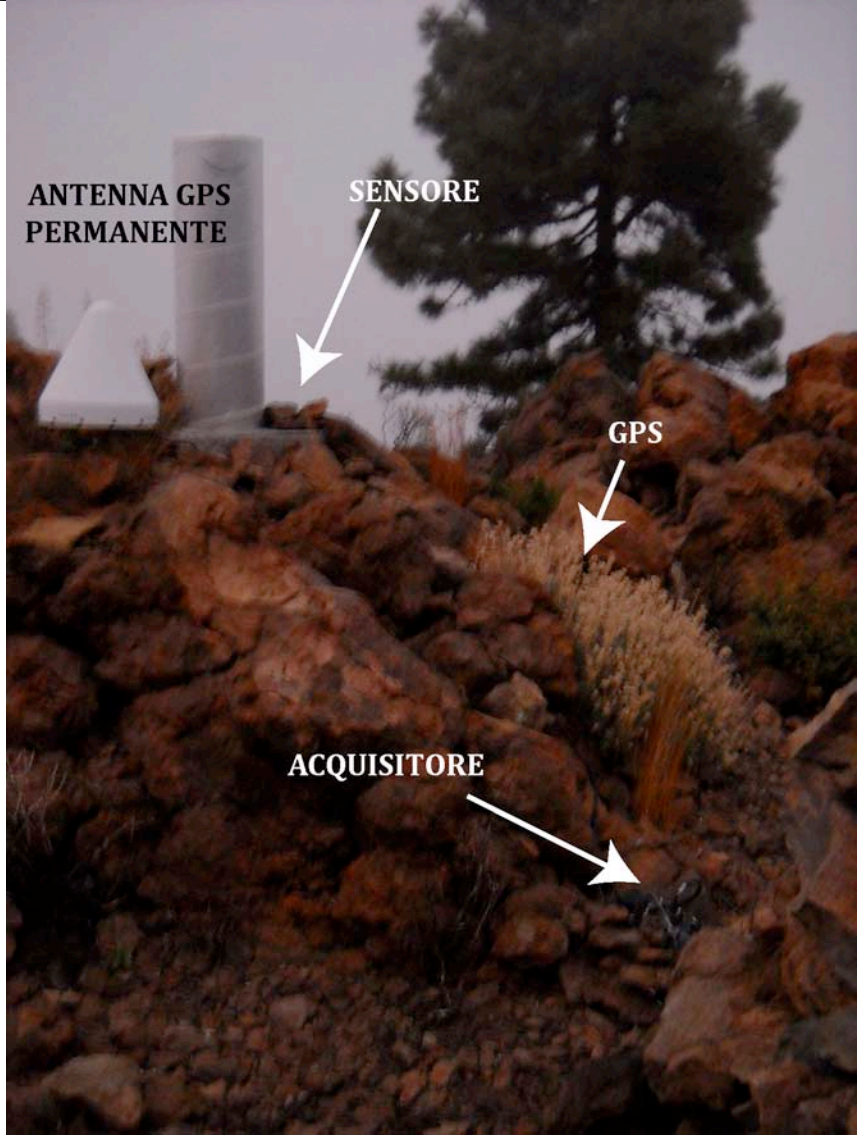
SCHEDA #4	INSTALLAZIONE
<p>T1C4 EL ORÉGANO</p>	<p>STRUMENTAZIONE: Acquisitore: REF TEK 130-1 S/N: a960 Sensore: Trillium Compact 120s S/N: 193 GPS: S/N 0740 Batteria: 60 Ah Pannello solare: 40 W</p>
<p>INIZIO: 12/11/2009 Start: 2009:316:12:57:00 FINE: Fine 2010</p> <p>COORDINATE: Lat: 28.351050° N Lon: 16.550510° W Alt: 1108m</p>	<p>STATUS: Batteria: 12.7 V Canali: Ch1 ok Ch2 ok Ch 3 ok GPS: Locked SV's 7 LL=00</p> <p>NOTES: - Sensore interrato.</p>



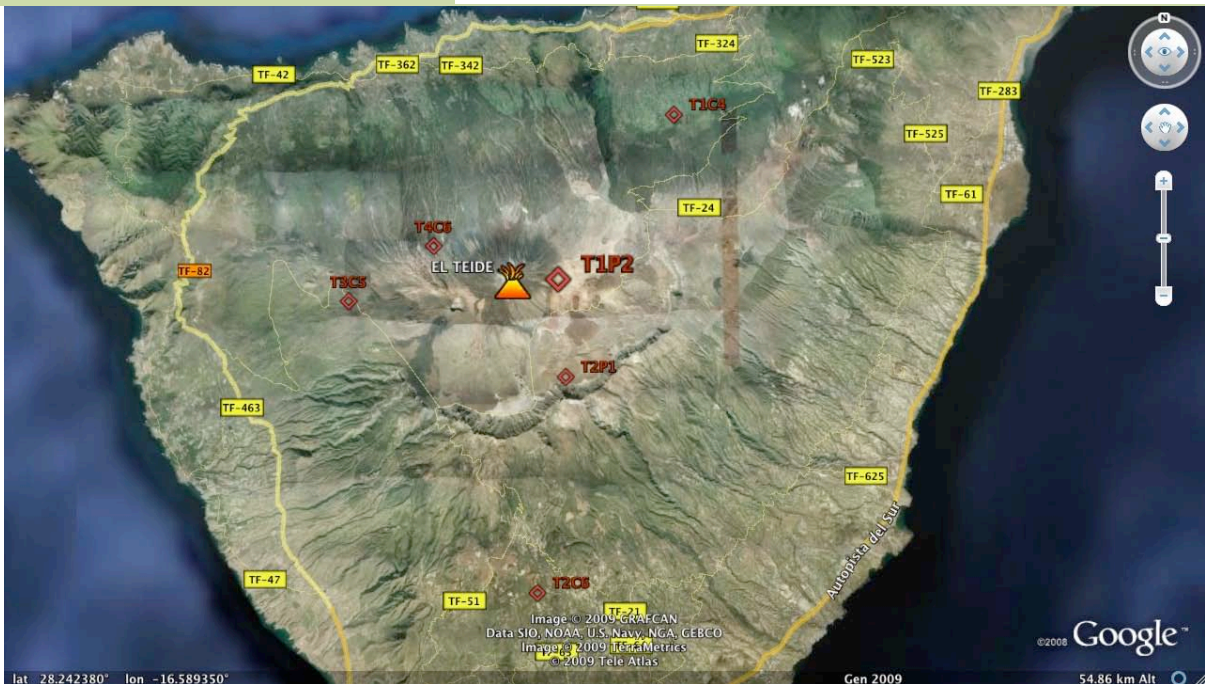


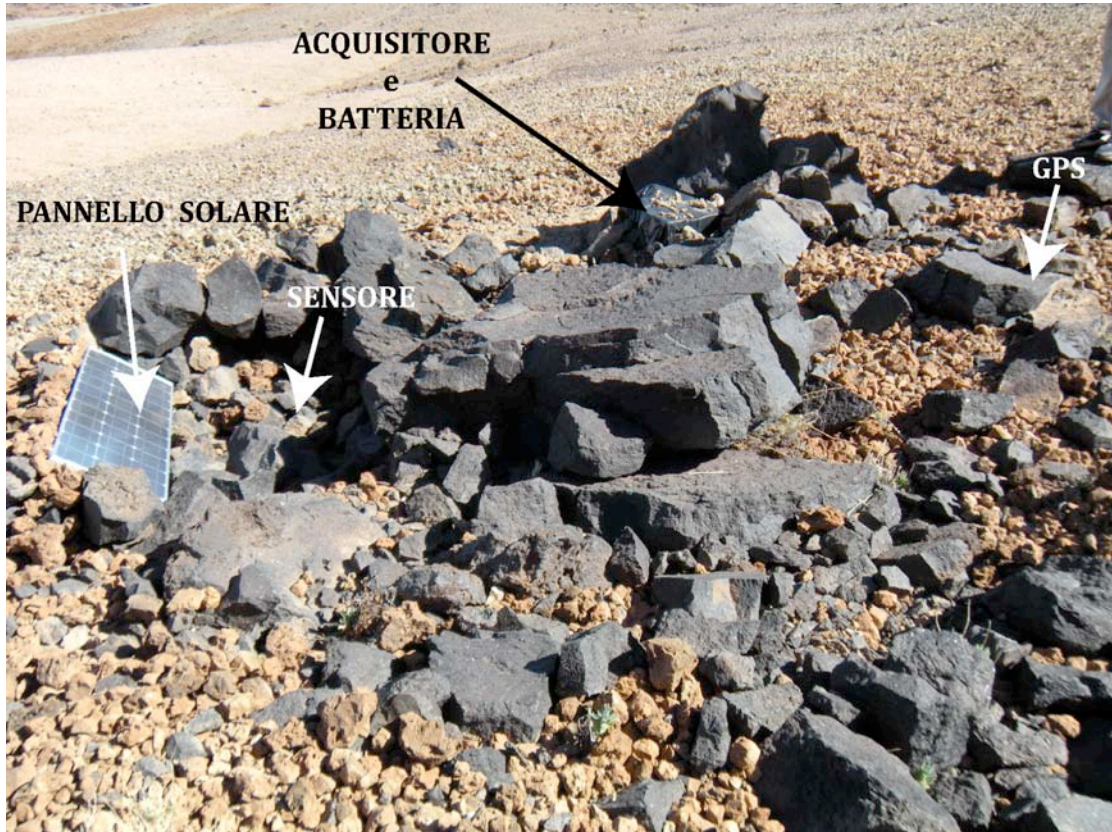
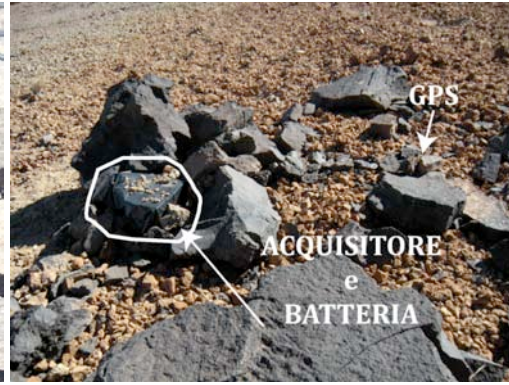
SCHEDA #5	INSTALLAZIONE
<p>T4C6 ZONA NORTE</p>	<p>STRUMENTAZIONE: Acquisitore: REF TEK 130-1 S/N: A295 Sensore: Trillium Compact 120s S/N: 197 GPS: S/N 1539 Batteria: Pannello solare:</p>
<p>INIZIO: 12/11/2009 Start: 2009:316:18:00:00 FINE: Fine 2010</p> <p>COORDINATE: Lat: 28.290380° N Lon: 16.680720° W Alt: 2009 m</p>	<p>STATUS: Batteria: 12.7 V Canali: Ch1 ok Ch2 ok Ch 3 ok GPS: ----- **</p> <p>NOTE: - Installazione presso la stazione GPS permanente.</p>





SCHEDA #6	INSTALLAZIONE
<p>T1P2 HUEVOS DE TEIDE</p>	<p>STRUMENTAZIONE: Acquisitore: REF TEK 130-1 S/N: A667 Sensore: Trillium Compact 120s S/N: 192 GPS: S/N 0794 Batteria: 60 Ah Pannello solare: 40 W</p>
<p>INIZIO: 13/11/2009 Start: 2009:317:12:45:00 FINE: Fine 2010</p> <p>COORDINATE: Lat: 28.273900° N Lon: 16.613880° W Alt: 2649 m</p>	<p>STATUS: Batteria: 12.5 V Canali: Ch1 ok Ch2 ok Ch 3 ok GPS: Locked SV's 9 LL=00</p> <p>NOTE: Sensore interrato.</p>





Ringraziamenti

Un doveroso quanto sincero ringraziamento va al Dr *Jesús M. Ibáñez*, Direttore dell'Instituto *Andaluz de Geofísica* dell'Università di Granada che ci ha invitato a partecipare all'esperimento sismico al Teide dandoci la possibilità di conoscere questo splendido vulcano che ci ha appassionato e più volte stupito con le sue incredibili e molteplici "buena vista".

Un grazie a: *Justo Orozco*, *Guillermo Cotés*, *Enrique González*, *Enrique Valenzuela* e *David Calvo Fernandez* per la collaborazione, la compagnia e le utili lezioni di spagnolo.

Un grazie particolare a *David*, perfetto e instancabile cicerone, che con la sua "guida aggressiva", ci ha fatto conquistare da questa splendida isola con il suo incredibile vulcano.

Infine, un sentito ringraziamento a Danilo Galluzzo per gli utili commenti e suggerimenti oltre alla gentile disponibilità offerta nella revisione del presente lavoro.

Bibliografia

- Almendros, J., Ibáñez, J.M., Carmona, E. and Zandomeneghi, D., (2007). Array analyses of volcanic earthquakes and tremor recorded at Las Cañadas caldera (Tenerife Island, Spain), *Journal of Volcanology and Geothermal Research* v. 160, p.285-299.
- Carracedo, J.C., Rodríguez Badiola, E., Guillou, H., Paterne, M., Scaillet, S., Pérez Torrado, F.J., Paris, R., Fra-Paleo, U. and Hansen, A., (2007). Eruptive and structural history of Teide Volcano and rift zones of Tenerife, *Canary Islands Geological Society of America Bulletin*, v. 119, p.1027-1051, doi:10.1130/B26087.1
- García-Yeguas, A., Ibáñez J.M., Rietbrock A. and TOM-TEIDEVS group, (2008). The TOM-TEIDEVS project: An active seismic experiment at Tenerife Island (Canary Islands, Spain) imaging an active volcano edifice. . IAVCEI- 2008 General Assembly, Reykjavik-Iceland, 17-22 August 2008.
- García-Yeguas, A., Ibáñez, J M, Rietbrock, A and TOM-TEIDEVS working group, (2008). An active seismic experiment at Tenerife Island (Canary Island, Spain): Imaging an active volcano edifice. *Eos Trans., AGU Fall Meet. Suppl.*, 89(53), 2008.
- García-Yeguas A., Ibáñez J.M. , Sallarés V. , Rietbrock and A. and TOM-TEIDEVS group .Imaging active volcanoes: 3D Seismic Tomography of Tenerife Island, (Canary Islands, Spain). XI International Meeting of Volcán de Colima. Colima, February 2nd-6th, 2009.
- Ibáñez, J. M., A. Rietbrock, and A. García-Yeguas (2008), Imaging an Active Volcano Edifice at Tenerife Island, Spain, *Eos Trans. AGU*, 89(32), doi:10.1029/2008EO320001.

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Laboratorio Grafica e Immagini | INGV Roma

© 2010 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

<http://www.ingv.it>



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia