

Rapporti tecnici INGV

La campagna sismica del progetto
Alto Lazio: rapporto delle attività
2008-2009

183



Direttore

Enzo Boschi

Editorial Board

Raffaele Azzaro (CT)

Sara Barsotti (PI)

Mario Castellano (NA)

Viviana Castelli (BO)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Luigi Cucci (RM1)

Mauro Di Vito (NA)

Marcello Liotta (PA)

Simona Masina (BO)

Mario Mattia (CT)

Nicola Pagliuca (RM1)

Umberto Sciacca (RM1)

Salvatore Stramondo (CNT)

Andrea Tertulliani - Editor in Chief (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

LA CAMPAGNA SISMICA DEL PROGETTO ALTO LAZIO: RAPPORTO DELLE ATTIVITÀ 2008-2009

Mario Anselmi², Mauro Buttinelli², Irene Bianchi¹, Gianfranco Colasanti¹, Claudio Chiarabba¹,
Fedora Quattrocchi²

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

²INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Sismologia e Tettonofisica)

183

Indice

Introduzione	5
1. Assetto Geologico dell'area	5
2. L'esperimento Alto-Lazio	6
3. Descrizione dell'analisi scientifica dei dati	12
4. Conclusioni	13
Ringraziamenti	13
Bibliografia	14
Allegato: schede stazionk	15

Introduzione

Il progetto Alto Lazio nasce presso l'INGV nell'ambito degli studi diretti sia al monitoraggio sismico del territorio italiano sia alla ricerca in campo sismologico, tettonico e geodinamico di aree ancora non ben studiate e conosciute.

La penisola italiana viene attualmente monitorata dal punto di vista sismico per mezzo di una rete (RSN) costituita da circa 250 stazioni sismiche permanenti e da una serie di reti permanenti regionali o locali che insistono su aree meno estese ma di particolare interesse e/o suscettività sismica (Mele et al., 2007).

A questa serie di reti sismiche permanenti vengono talvolta aggiunte localmente, in aree ben definite e maggiormente circoscritte, delle reti sismiche temporanee.

Lo scopo delle reti temporanee è quello di una migliore caratterizzazione del territorio dal punto di vista microsismico: le reti temporanee infatti, avendo una distanza tra le stazioni molto piccola (entro i 10 km) rispetto alle reti permanenti, hanno anche una soglia di rilevazione della magnitudo più bassa e permettono generalmente di registrare terremoti di magnitudo bassa ($M < 3$).

L'esperimento Alto Lazio rappresenta uno dei progetti che l'INGV ha realizzato nel corso degli ultimi 10 anni sul territorio italiano attraverso la collaborazione di personale ricercatore e tecnico delle sezioni del Centro Nazionale Terremoti e di Tettonofisica e Sismologia.

Il seguente rapporto tecnico descrive l'insieme delle attività svolte durante la campagna sismologica realizzata nell'area settentrionale del Lazio tra l'Aprile del 2008 ed il Marzo del 2009.

1. Assetto Geologico dell'area

L'area del complesso dei domi intrusivi della Tolfa (*Tolfa Domes Complex* – TDC) e dei limitrofi bacini neogenici di Tolfa e di Tarquinia è caratterizzato, in linea generale, da delle successioni di rocce facilmente distinguibili tra loro sia per età che per posizione stratigrafica (Figura 1).

La serie basale carbonatica, probabilmente autoctona, è costituita dalla successione riferibile alla *Falda Toscana auctt.* [Boccaletti & Guazzone, 1968; Boccaletti & Sagri, 1966, 1967; Boccaletti & Bortolotti, 1965; Boccaletti et al., 1969]. Essa è caratterizzata, dal basso verso l'alto, dalle anidriti triassiche della Formazione di Burano, (Carnico-Norico), calcari e marne a Rhaetavicula Contorta (Retico), Calcarea Massiccio (Retico-Hettangiano), Calcarea Selcifera (Liassico Medio superiore), che localmente si presenta nodulare e di colore rosato ("Rosso Ammonitico"), Marne a Posidonia (Dogger), Diaspri (Malm), Maiolica (Malm-Neocomiano), Scaglia Toscana (cretaceo-oligocene) costituita da argilliti, marne varicolori e calcari e di mare profondo. In tutto questo settore non si registra la presenza del Macigno Toscano. In posizione stratigrafica successiva alla serie basale carbonatica, in contatto tettonico, poggia la serie delle unità subliguridi, che in questo settore è rappresentata dal Flysch Tolfetano (Flysch argilloso-calcareo, Flysch calcareo, Formazione del Mignone, Flysch calcareo e marne rosate, Flysch arenaceo [Fazzini et al., 1972; Civitelli e Corda, 1982; 1993] di età compresa tra il Cretaceo e l'Oligocene. Posta tettonicamente al di sopra della la serie dei Flysch della Tolfa, e in parte coeva, vi è la serie delle unità liguridi *s.l.* del flysch della Pietraforte (costituita dalle successioni degli argilloscisti varicolori manganeseiferi, Pietraforte *s.s.*, argille e calcari). La stratigrafia della regione è caratterizzata nelle porzioni sommitali da depositi autoctoni e neoautoctoni. I primi, caratterizzati dalle Arenarie di Manciano e di Perolla, testimoniano i primi movimenti di surrezione della catena appenninica; i secondi sono caratterizzati essenzialmente da due serie plioceniche trasgressive, tra loro eteropiche e quasi sempre di spessore modesto.

Questo settore è inoltre organizzato in una serie di alti e bassi strutturali (*horst*, *graben* e *half-graben*), riferibili ai processi distensivi legati all'evoluzione del Tirreno Settentrionale, già attivi a partire dal tardo Miocene. Nelle aree strutturalmente depresse come i bacini della Tolfa e di Tarquinia, già in alcuni casi a partire dal Tortoniano-Messiniano si registra sedimentazione di tipo continentale. In questi settori si rinvencono unità conglomeratiche con gessi [Barberi et al., 1994 e referenze contenute; De Rita et al., 1994, 1997, e referenze contenute] la cui deposizione è stata chiaramente controllata dall'evoluzione di questi bacini secondo geometrie di *graben* o *half-graben*, attraverso grandi faglie maestre con direzioni preferenziali appenniniche (NE-SE) e anti-appenniniche (NE-SW).

Queste discontinuità, in particolare nel settore del TDC, già a partire dal Pliocene superiore-Pleistocene inferiore [2.2 – 2.0 Ma, Pandeli et al., 2009, De Rita et al., 1994, 1997] sono state utilizzate

come vie preferenziali di risalita dei corpi magmatici intrusivi differenziati (trachidaciti e trachiandesiti) che attualmente formano il complesso dei domi della Tolfa. Questi corpi, risalendo e intrudendosi orizzontalmente in corrispondenza dei principali cambiamenti litologici già descritti, hanno contribuito ad un sollevamento locale che ha portato i depositi di mare poco profondo del Pliocene superiore alle attuali quote comprese tra i 200 e i 400 metri sul livello del mare [De Rita et al., 1994, 1997].

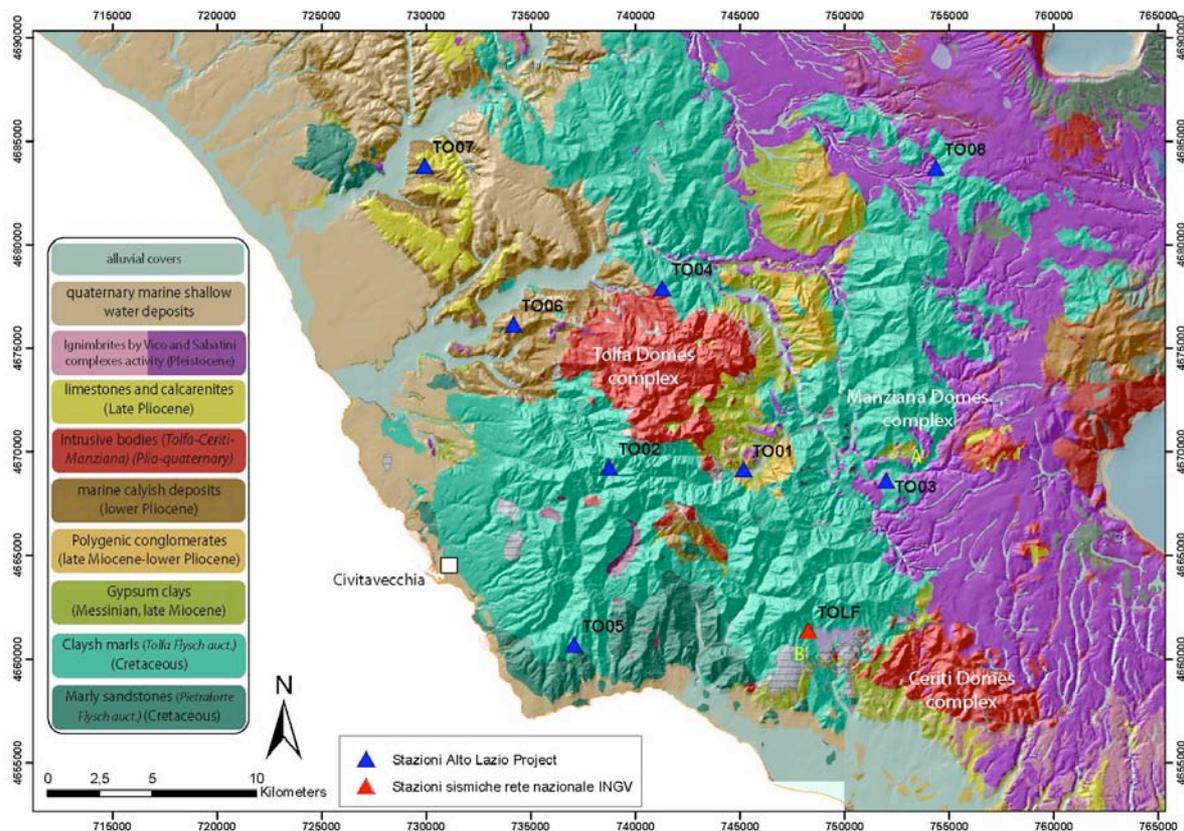


Figura 1. Mappa geologica dell'area alto-laziale.

2. L'esperimento Alto Lazio

L'esperimento Alto Lazio è stato realizzato ai fini della caratterizzazione, dal punto di vista tettonico e geodinamico, di un'area ancora molto dibattuta e poco investigata dal punto di vista sismico. Come descritto nel paragrafo precedente, l'elemento più interessante nell'area è rappresentato dal complesso dei duomi vulcanici dei Monti della Tolfa - Monti Ceriti.

La rete sismica è stata disposta in modo tale da registrare e caratterizzare la sismicità crostale di tale complesso e dell'area di costa alto-laziale; inoltre, anche in accordo con la disposizione di alcune stazioni della RSN, la sua disposizione risulta essere congeniale alla registrazione di telesismi, con i quali investigare l'assetto di Crosta profonda e di Mantello superiore al di sotto di tutta l'area

Per l'esperimento di sismica passiva, svoltosi per un periodo di circa 11 mesi dall'aprile 2008 all'aprile 2009, si è proceduto all'installazione di una rete sismica temporanea, costituita da 8 stazioni sismometriche a tre componenti e ad alta dinamica (Figura 2).

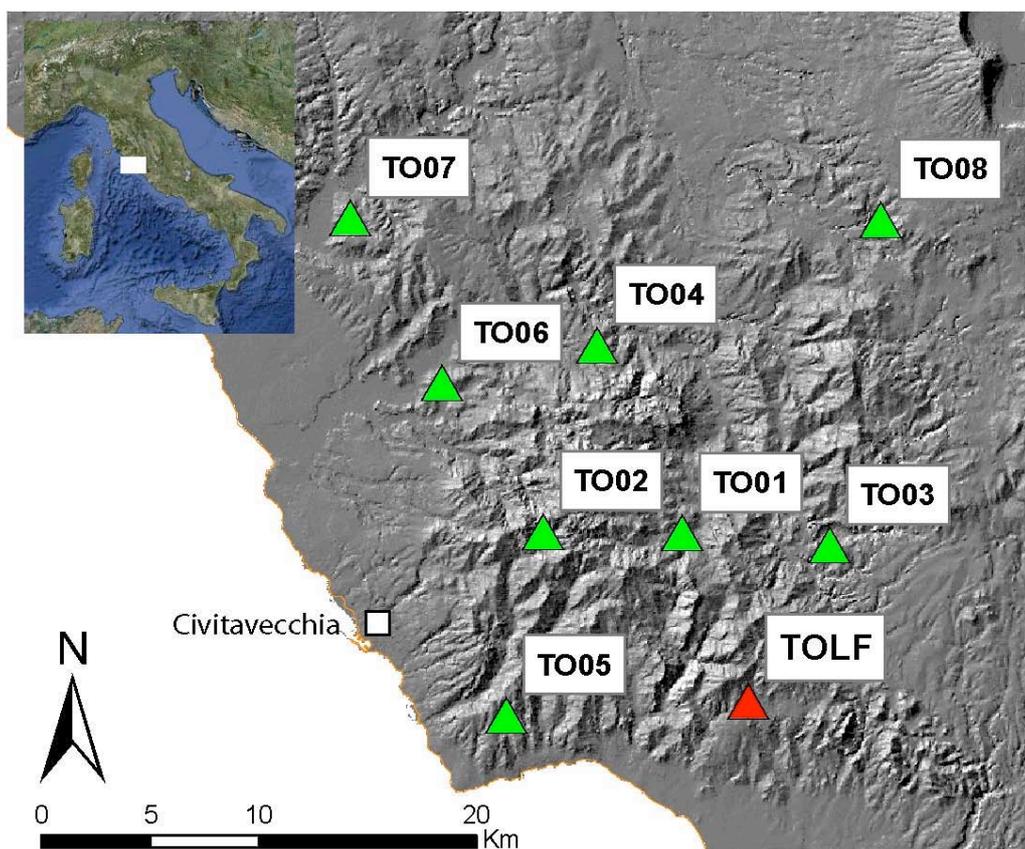


Figura 2. Mappa delle stazioni della rete sismica temporanea del progetto Alto Lazio. I triangoli in verde rappresentano le stazioni temporanee dell'esperimento, mentre il triangolo rosso rappresenta la stazione permanente della RSN.

Ciascuna stazione è stata equipaggiata con un acquisitore reftek130-01 (<http://www.reftek.com>) e da un sensore Lennartz LE-3D/5s (<http://www.lennartz-electronic.de>) (Figura 1). Le stazioni della rete sismica sono utilizzate in modalità *stand-alone*, ovvero i dati vengono registrati su supporti rimovibili di tipo compact flash disposti all'interno degli acquisitori stessi, senza nessun trasferimento in tempo reale presso centri di monitoraggio o di acquisizione a distanza.



Figura 3. Un digitalizzatore Reftek 130-01 (a sinistra) ed un sensore Lennartz LE-3D/5s (a destra).

La fase di preparazione all'installazione della rete sismica è stata caratterizzata da una campagna per la ricerca di siti idonei al posizionamento di ciascuna stazione.

Tipicamente un sito idoneo all'installazione di una stazione sismica dovrebbe, tra i vari requisiti, essere caratterizzato da un basso rumore di fondo. Ciò solitamente avviene in luoghi lontani da centri abitati, infrastrutture (strade, autostrade, ferrovie, elettrodotti, ecc.), aree di cava, aree industriali, aree boschive, fiumi, laghi e mari.

Tuttavia le condizioni "ideali" descritte in precedenza non si verificano facilmente, per cui l'idoneità o meno del sito viene stabilita sulla base di un accettabile compromesso tra questi fattori.

La misura del rumore di fondo di un sito e la successiva analisi del suo contenuto in frequenze costituisce una delle più importanti prove scientificamente valide per sancire l'idoneità o meno di un sito di acquisizione sismica. Essa consiste in una registrazione di durata variabile (solitamente di non meno di 2-3 ore) e per mezzo di un acquisitore sismico, del rumore di fondo di un sito che viene poi analizzato nelle sue caratteristiche spettrali.

Nel caso dell'esperimento Alto Lazio è stato utilizzato un acquisitore sismico di tipo Reftek 130 ed un sensore sismico di tipo Lennartz-3D/1s. Il campionamento dell'acquisitore è in genere scelto con una frequenza maggiore rispetto a quella che verrà scelta per il normale esercizio. Nel nostro caso è stato scelto un campionamento di 250 Hz, mentre il campionamento di esercizio è di 125 Hz.

Successivamente è stata effettuata un'analisi spettrale del segnale di tipo P.S.D. (Power Spectral Density); essa consiste nell'analizzare la potenza dell'onda per ciascuna frequenza o per ciascun intervallo di frequenza. Essa viene espressa in dB in funzione dei diversi valori di frequenza (vedi figure 4a e 4b). Oltre a questo è stato analizzato il rapporto spettrale tra le due componenti orizzontali del sensore (E-W e N-S) rispetto alla componente verticale (Z). Nelle Figure 4 e 5 vengono mostrate le analisi spettrali dei siti delle stazioni TO05 e TO07. In entrambi i siti si vede come, per gli intervalli di frequenza che ci interessano (0.5-8 Hz) vi siano dei valori di PSD abbastanza contenuti e quindi un rumore di fondo accettabile (Figura 4-5).

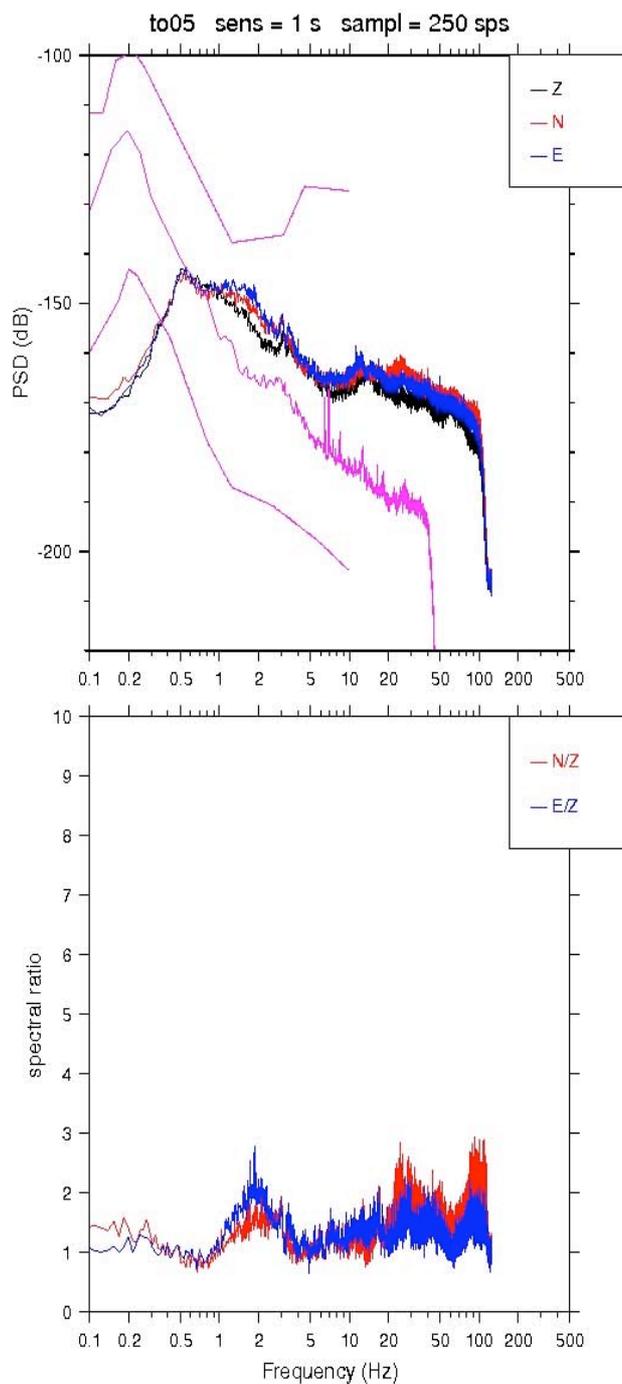


Figura 4. Analisi spettrale P.S.D. (Power Spectral Density) dei segnali di rumore di fondo registrati nel sito della stazione TO05. In alto l'analisi del livello PSD viene espressa in dB in funzione della frequenza: le due linee viola, in corrispondenza dei valori PSD di -110 e -160 dB, rappresentano gli intervalli indicati da Peterson (1993) entro i quali gli spettri reali dovrebbero mantenersi. La linea viola centrale rappresenta invece lo spettro di segnale caratteristico del sito italiano con il più basso livello di rumore di fondo, adottato come standard per il confronto. In basso i rapporti spettrali tra ciascuna delle componenti orizzontali (E ed N) e la componente verticale (Z).

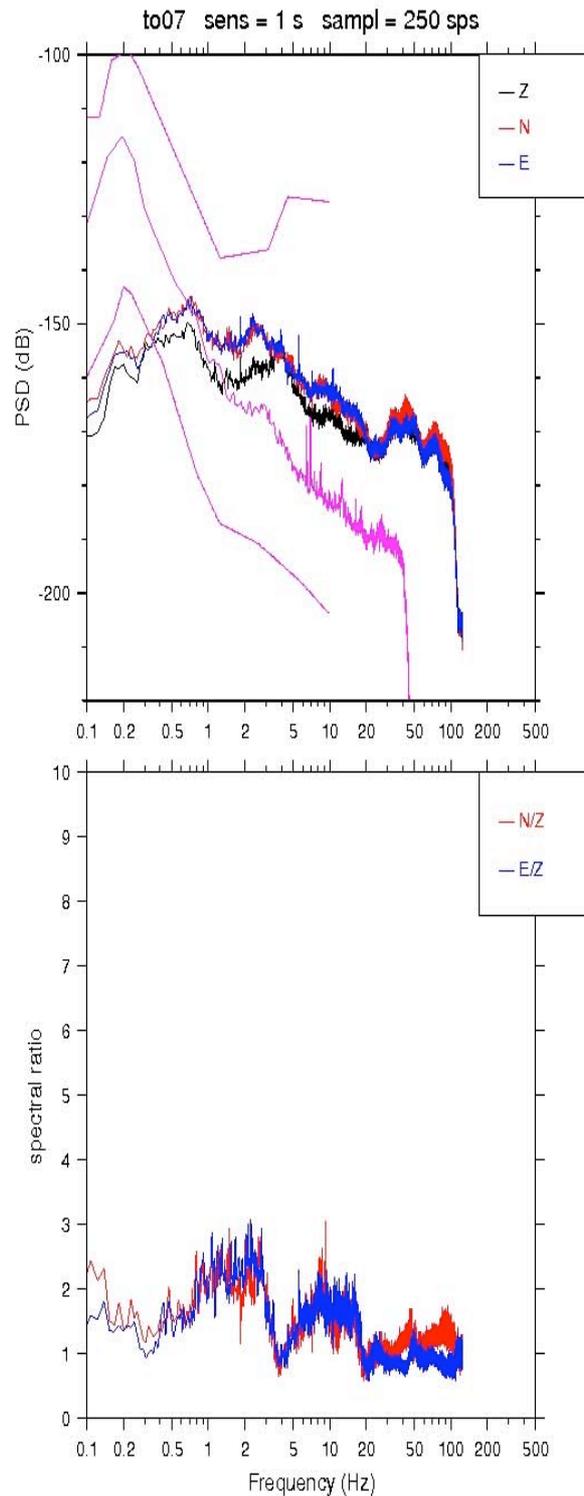


Figura 5. Analisi spettrale PSD dei segnali di rumore di fondo registrati nel sito della stazione TO07. In alto l'analisi del livello PSD viene espresso in dB in funzione della frequenza; le due linee viola, in corrispondenza dei valori PSD di -110 e -160 dB, rappresentano gli intervalli indicati da Peterson (1993) entro i quali gli spettri reali dovrebbero mantenersi. La linea viola centrale rappresenta invece lo spettro di segnale caratteristico del sito italiano con il più basso livello di rumore di fondo, adottato come standard per il confronto. In basso i rapporti spettrali tra ciascuna delle componenti orizzontali (E ed N) e la componente verticale (Z).

La rete sismica temporanea (Figura 2) dell'esperimento Alto Lazio, seppur con le limitazioni relative sia alla temporaneità delle installazioni che alla modalità di acquisizione dei dati (stand-alone invece che trasmissione in tempo reale alla sede INGV) ha contribuito, nell'area di studio, a rendere localmente più fitta la maglia della rete sismica nazionale (RSNC), permettendo una maggiore capacità e sensibilità di rilevamento del segnale sismico, con relativo abbassamento della soglia di magnitudo minima rilevabile. Tale contributo, mancando il trasferimento in tempo reale dei dati acquisiti dalla rete, ha interessato solamente le analisi dei dati in tempi successivi a quelli di acquisizione (analisi tecniche ed elaborazioni scientifiche) ma non quelle legate alle operazioni di monitoraggio sismico in tempo reale del territorio nazionale.

La rete di stazioni è stata installata in alcune località delle provincie di Roma e Viterbo (Tabella 1) grazie alla disponibilità e alla collaborazione di cittadini privati e di istituzioni pubbliche (il Parco regionale di Marturanum, l'Università Agraria di Tarquinia, l'Università Agraria di Tolfa, la Riserva Naturale Regionale di Monterano).

Nel corso dell'esperimento si è provveduto allo spostamento della stazione TO07 in seguito al furto, da parte di ignoti, di un pannello solare che alimentava la batteria dell'acquisitore. La stazione, una volta spostata e riposizionata in un altro sito, è stata rinominata con la sigla TO09 mentre la vecchia sigla TO07 è stata abbandonata.

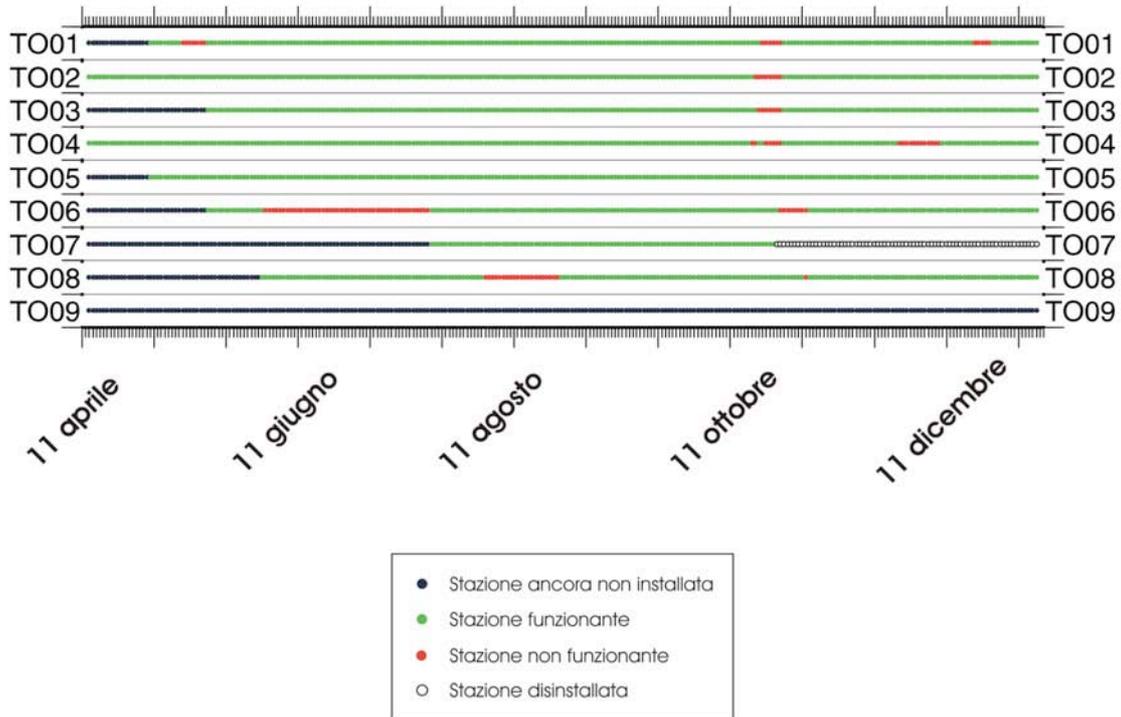
Nella figura 6 sono mostrati gli andamenti del funzionamento di ciascuna stazione per il periodo dell'esperimento; la figura mostra come da maggio 2008 ad aprile 2009 vi sia stata una efficienza della rete in linea con le previsioni attese. Purtroppo, come capita sovente durante gli esperimenti di questo tipo, si è incorsi in diversi inconvenienti tecnico-logistici legati al vandalismo, al maltempo e ad altre cause varie ed eventuali ad oggi ancora sconosciute.

Per portare un esempio, la stazione TO01, situata a sud del paese di Tolfa (RM), ha subito vari inconvenienti tra i quali il dissotterramento del sensore sismico per causa antropica, la rottura del pannello solare a causa, probabilmente, del forte vento ed infine la rottura della batteria di alimentazione dell'acquisitore sismico. Dalla figura 6 si evidenzia infatti come, nel 2009, il funzionamento della stessa stazione sia notevolmente ridotto rispetto alle altre stazioni della rete.

Sigla	Località	Latitudine	Longitudine	Altitudine	acquisitore	sensore
TO01	Tolfa (RM)	42°08'06.20"N	11°58'01.95"E	203	Reftek 130	Le 5s
TO02	Allumiere (RM)	42°08'16.22"N	11°53'18.99"E	410	Reftek 130	Le 5s
TO03	Canale Monterano (RM)	42°07'40.65"N	12°02'53.38"E	223	Reftek 130	Le 5s
TO04	Tolfa (RM)	42°12'15.86"N	11°56'21.64"E	227	Reftek 130	Le 5s
TO05	S.Marinella (RM)	42°03'41.39"N	11°51'52.70"E	88	Reftek 130	Le 5s
TO06	Tarquinia (VT)	42°12'05.48"N	11°50'09.76"E	96	Reftek 130	Le 5s
TO07	Tarquinia (VT)	42°16'17.15"N	11°47'19.60"E	188	Reftek 130	Le 5s
TO08	Barbarano Romano (VT)	42°13'28.02"N	12°03'09.29"E	463	Reftek 130	Le 5s
TO09	Civitella Cesi (VT)	42°11'12.48"N	12°01'05.22"E	220	Reftek 130	Le 5s

Tabella 1. Lista dei siti e dell'equipaggiamento delle stazioni della rete Alto Lazio.

2008



2009

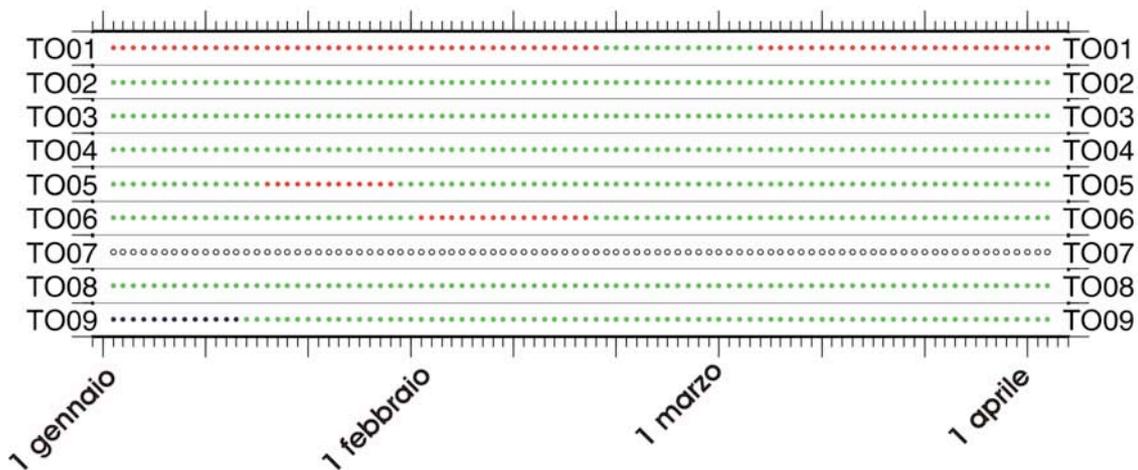


Figura 6. Schema temporale del funzionamento di ciascuna stazione sismica durante l'esperimento di sismica passiva Alto Lazio.

3. Descrizione dell'analisi scientifica dei dati

Durante l'esperimento Alto Lazio sono stati acquisiti circa 100 Gb di dati sismometrici in continuo in formato proprietario Reftek. Tali dati sono di proprietà di una compagnia privata che ha finanziato interamente l'esperimento. Nel rispetto di un'apposita clausola posta all'interno della convenzione tra tale compagnia e l'INGV i dati saranno ristretti nella loro distribuzione fino alla fine dell'anno 2013. Attualmente i dati in continuo dell'esperimento Alto-Lazio sono contenuti all'interno dell'archivio europeo di condivisione di dati sismologici E.I.D.A. (European Integrated Data Archive) in formato MINISEED.

Ciascuna delle stazioni dell'esperimento (Tabella 1) è stata registrata presso il sito dell'International Seismological Centre (I.S.C. <http://www.isc.ac.uk>).

Fino ad oggi i dati di tale esperimento sono stati utilizzati per studi di sismicità locale e telesismica. La parte di dati relativa alla sismicità e microsismicità locale è risultata insufficiente per poter eseguire studi di tomografia sismica locale o studi di sismotettonica.

Attraverso la tecnica di Receiver Function's analysis (Langston, 1979) è stato possibile realizzare la modellizzazione della struttura crostale di velocità dell'area e caratterizzare la geometria della Moho tirrenica al di sotto di essa. Ulteriore obiettivo è stato la migliore definizione dei rapporti geometrici e geodinamici tra la suddetta Moho tra il complesso dei Monti della Tolfa e dei Monti Ceriti.

Tali risultati sono stati ottenuti nell'ambito di una tesi di Dottorato di ricerca e sono in corso di preparazione per la sottomissione su riviste internazionali di settore.

4. Conclusioni

L'esperimento di sismica passiva Alto-Lazio, svolto tra l'Aprile 2008 e l'Aprile 2009, ha permesso di acquisire un dataset continuo di dati sismici mai realizzato nell'area del complesso dei duomi Tolfetani e Ceriti. Nonostante l'area non sia tra quelle a maggiore suscettività sismica del territorio nazionale, l'assenza di studi di questo tipo lasciava aperti numerosi interrogativi in merito all'assetto tettonico profondo dell'area.

Grazie al buon funzionamento delle stazioni è stato possibile archiviare una grande quantità di registrazioni in continuo che costituiscono una buona base per studi di sismica passiva.

In particolare questi dati sono stati utilizzati per rilevare la sismicità e microsismicità locale, praticamente assenti nel periodo dell'esperimento, a conferma della sostanziale scarsa attività sismica dell'area.

Buona è stata la registrazione degli eventi telesismici, analizzati attraverso la tecnica delle *Receiver Functions*, per ogni singola stazione del progetto, al fine di determinare la presenza di forti contrasti di velocità nella struttura di sottosuperficie, e per la ricostruzione delle discontinuità sismiche a scala crostale.

Questo ha permesso inoltre la definizione di dettaglio del contesto geodinamico di questo settore del margine tirrenico.

È stata effettuata una modellazione della struttura di velocità crostale al di sotto di ogni singola stazione analizzata ed un modello crostale generale del settore. I risultati ottenuti sono in accordo con i principali lavori di letteratura per l'assetto della porzione crostale più superficiale. Le evidenze sull'assetto crostale profondo hanno apportato invece novità sia a livello tettonico sia a livello geodinamico-evolutivo per il settore, nel contesto di questa porzione del margine tirrenico centro-settentrionale.

Ringraziamenti

Un ringraziamento va innanzitutto ai proprietari dei terreni interessati dall'esperimento, per la disponibilità mostrata nelle fasi di installazione, manutenzione e scaricamento dei dati durante tutto il progetto. Per lo stesso motivo si ringraziano gli enti pubblici che hanno collaborato (Parco Regionale Marturanum, Università Agraria di Tarquinia, Università Agraria di Tolfa, Riserva Naturale Regionale di Monterano). Un ringraziamento alla CO.RE.MO. (COMmissione REte MObile) del Centro Nazionale Terremoti per aver concesso l'utilizzo di tutta la strumentazione tecnica necessaria alla realizzazione della campagna sismica.

Un sentito ringraziamento va al Laboratorio di Sismologia nelle persone di Alberto Delladio, Aladino Govoni, Milena Moretti, Fabio Criscuoli e Lucian Giovani per aver fornito tutto il supporto tecnico.

Infine un ringraziamento va ai tecnici dell'INGV Marcello Silvestri, Stefano Silvestri, Marco Colasanti per il loro supporto nell'installazione e nella manutenzione delle stazioni durante tutta la durata del progetto.

Bibliografia

- Ammon, C. J., (1991). The isolation of receiver effects from teleseismic P waveforms. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 81, 2504-2510, 1991.
- Barberi F., Buonasorte G., Cioni R., Fiordelisi A., Foresi L., Iaccarino S., Laurenzi M.A., Sbrana A., Vernia L., Villa I.M., (1994). Plio-Pleistocene geological evolution of the geothermal area of Tuscany and Latium. *Mem. Descr. Car. Geol. It.*, 49, 77-134.
- Boccaletti M., Bortolotti V., (1965) - Lacune della Serie Toscana. I.- Serie stratigrafiche giurassico-eoceniche nelle zone di Roggio e Trassilico sul versante orientale delle Alpi Apuane, *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 1965, vol. 84, fasc. 5, pp. 271-356.
- Boccaletti M., Ficarelli G., Manetti P., Turi A., (1969) - Analisi stratigrafiche, sedimentologiche e petrografiche delle formazioni mesozoiche della Val di Lima (Prov. di Lucca), *Memorie della Società Geologica Italiana*, 1969, vol. 8, fasc. 4, pp. 847-922.
- Boccaletti M., Guazzone G., (1968) - A contribution to the regional study of structural-stratigraphic units by systematic analysis of structural trends. I) Serie Toscana (preliminary paper), *Memorie della Società Geologica Italiana*, 1968, vol. 7, fasc. 2, pp. 247-259.
- Boccaletti M., Sagri M., (1966) - Lacune della Serie Toscana. 2) Breccie e lacune al passaggio Maiolica-Gruppo degli Scisti Policromi in Val di Lima, *Memorie della Società Geologica Italiana*, 1966, vol. 5, fasc. 1, pp. 19-66.
- Boccaletti M., Sagri M., (1967) - Lacune della Serie Toscana. 3)- Stratigrafia del Mesozoico nella zona di Equi Terme (Lunigiana), *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 1967, vol. 86, fasc. 3, pp. 503-523.
- Civitelli, G., Corda, L., (1982). Nuovi dati sulla Pietraforte: sue caratteristiche e rapporti con i flysch calcarei dell'area tolfetana. *Geologica Romana* 21, 191-216.
- Civitelli, G., Corda, L., (1993). The Allochthonous Succession. In: De Filippo M. (Ed.), *Sabatini Volcanic Complex*. CNR Quaderni de La Ricerca Scientifica 114, 19-28.
- De Rita, D., Bertagnini, A., Faccenna, C., Landi, P., Rosa, C., Zarlenga, F., Di Filippo, M., Carboni, M.G., (1997). Evoluzione geopetrografica-strutturale dell'area tolfetana. *Bollettino della Società Geologica Italiana* 116, 143-175.
- De Rita, D., Bertagnini, A., Carboni, M.G., Ciccacci, S., Di Filippo, M., Faccenna, C., Fredi, P., Funicello, R., Landi, P., Sciacca, P., Vannucci, N., Zarlenga, F., (1994). Geological-petrological evolution of the Ceriti Mountains Area (Latium, Central Italy). *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia* 49, 291-322.
- Fazzini P., Gelmini R., Mantovani M.P., Pellegrini M. (1972) - Geologia dei Monti della Tolfa (Lazio settentrionale; Provincia di Viterbo e Roma) – *Memorie della Società Geologica Italiana*, 11, 65-144.
- Mele F., B. Castello, A. Marchetti, C. Marocci, R. Moro (2007). ISIDe, Italian Seismological Instrumental and parametric Database: una pagina web per interrogare il Bollettino Sismico Italiano. 26° Convegno Nazionale GNGTS, Roma.
- Pandeli E., Bartolini C., Dini A., Antolini E., (2009). New data on the paleogeography of Southern Tuscany (Italy) since Late Miocene time. *International Journal Earth Sciences*, Volume 99, Number 6, Pages 1357-1381.
- Peterson, J. (1993). Observation and modeling of seismic background noise, U.S. Geol. Surv. Tech. Rept., 93-322, 1-95, 1993.

allegato

schede stazioni



ESPERIMENTO ALTO_LAZIO

INSTALLAZIONE

Sigla:TO01

Località:Tolfa

Coordinate GPS 42°08',1034 N
(da stazione): 11°58',0325 E

Data installazione: 28/04/2008
(Giorno Giuliano 2008119)

ACQUISITORE Reftek 130
(Tipo e S/N) A-279

SENSORE Lennartz 5s.
(Tipo e S/N) L-217

GPS REF 130-2 5097
(Tipo e S/N)





ESPERIMENTO ALTO_LAZIO
INSTALLAZIONE

Sigla: T002

Località: Allumiere

Coordinate GPS 42°08',2703 N
(da stazione): 11°53',3165 E

Data installazione: 11/04/2008
(Giorno Giuliano 2008102)

ACQUISITORE Reftek 130
(Tipo e S/N) A-295

SENSORE Lennartz 5s.
(Tipo e S/N) P-307

GPS
(Tipo e S/N)





ESPERIMENTO ALTO_LAZIO
INSTALLAZIONE

Sigla: T003

**Località: Mercareccia - ex cava di tufo in
Riserva Naturale di Monterano (RM)**

Coordinate GPS 42°07,6964' N
(da stazione): 12°02,8896' E

Data installazione: 14/05/2008
(Giorno Giuliano 2008135)

ACQUISITORE Reftek 130
(Tipo e S/N) 9317

SENSORE Lennartz 5s.
(Tipo e S/N) R-0357

GPS Reftek 1478
(Tipo e S/N)





ESPERIMENTO ALTO_LAZIO
INSTALLAZIONE

Sigla: T004

Località: Tolfa (RM) - Via del Marano

Coordinate GPS 42°12'26,44 N
(da stazione): 11°56'36,07 E

Data installazione: 11/04/2008
(Giorno Giuliano 2008102)

ACQUISITORE Reftek 130
(Tipo e S/N) A284

SENSORE Lennartz 5s.
(Tipo e S/N) O-296





ESPERIMENTO ALTO_LAZIO
INSTALLAZIONE

Sigla: TO05

Località: S.Marinella (RM) – Via Lerici

Coordinate GPS 42°03',6899 N
(da stazione): 11°51',8783 E

Data installazione: 28/04/2008
(Giorno Giuliano 2008119)

ACQUISITORE Reftek 130
(Tipo e S/N) 9213

SENSORE Lennartz 5s.
(Tipo e S/N) R-0356

GPS REF 1461
(Tipo e S/N)



	<p>ESPERIMENTO ALTO_LAZIO</p> <p>INSTALLAZIONE</p>
<p>Sigla: T006</p>	<p>Località: Civitavecchia - Farnesiana Poggio Reale (RM)</p>
<p>Coordinate GPS 42°12,0913' N (da stazione): 11°50,1627' E</p>	
<p>Data installazione: 14/05/2008 (Giorno Giuliano 2008135)</p>	
<p>ACQUISITORE Reftek 130 (Tipo e S/N) 9191</p>	
<p>SENSORE Lennartz 5s. (Tipo e S/N) W-0469</p>	
<p>GPS Reftek 0-800 (Tipo e S/N)</p>	
	



ESPERIMENTO ALTO_LAZIO
INSTALLAZIONE

Sigla: TO07

Località: Tarquinia -nei pressi dell'Acropoli (VT)

Coordinate GPS 42°16,2059' N
(da stazione): 11°47,3266' E

Data installazione: 15/07/2008
(Giorno Giuliano 2008197)

ACQUISITORE Reftek 130
(Tipo e S/N) 932B

SENSORE Lennartz 5s.
(Tipo e S/N) P-0319

GPS Reftek 0704
(Tipo e S/N)





ESPERIMENTO ALTO_LAZIO
INSTALLAZIONE

Sigla: T008

Località: Barbarano Romano (VT) - Parco Regionale Marturanum

Coordinate GPS 42°13,4670' N
(da stazione): 12°03,1549' E

Data installazione: 29/05/2008
(Giorno Giuliano 2008150)

ACQUISITORE Reftek 130
(Tipo e S/N) 920C

SENSORE Lennartz 5s.
(Tipo e S/N) R-0351

GPS
(Tipo e S/N)





ESPERIMENTO ALTO_LAZIO
INSTALLAZIONE

Sigla: TO09

Località: Civitella Cesi (VT)

Coordinate GPS 42°11,2176' N
(da stazione): 12°01,0869' E

Data installazione: 14/01/2009
(Giorno Giuliano 2009014)

ACQUISITORE Reftek 130
(Tipo e S/N) 932B

SENSORE Lennartz 5s.
(Tipo e S/N) P-0319

GPS Reftek 0704
(Tipo e S/N)



Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2011 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