

“Messina 1908–2008”: Progetto
di ricerca integrato per l’area
Calabro – Peloritana.
L’esperimento di sismica passiva

Quaderni di Geofisica

84



Quaderni di Geofisica

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

“Messina 1908-2008”: Progetto di ricerca integrato per l’area Calabro - Peloritana. L’esperimento di sismica passiva

“Messina 1908-2008”: integrated research project for the Calabro - Peloritana area. The passive seismic experiment

Milena Moretti¹, Aladino Govoni^{1,3}, Lucia Margheriti¹,
Luciano Zuccarello², Stefano Speciale¹, Alfonso G. Mandiello¹,
Alberto Basili¹, Andrea Bono¹, Corrado Castellano¹, Fabio Criscuoli¹,
Salvatore Rapisarda², Luigi Abruzzese¹, Giampiero Aiesi²,
Paola Baccheschi¹, Roberto D’Anna¹, Giovanni De Luca¹,
Diego Franceschi¹, Lucian Giovani¹, Francesco Pio Lucente¹,
Giorgio Mangano¹, Marco Manni², Carlo Marcocci¹,
Giuseppe Passafiume¹, Pier Raffaele Platania², Luciano Scuderi²,
Orazio Torrisi², Giuseppe D’Anna¹, Salvatore Mazza¹, Domenico Patanè²
e Giulio Selvaggi¹

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

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

³OGS (Istituto Nazionale Oceanografia e Geofisica Sperimentale, Centro Ricerche Sismologiche - Udine)

“Messina 1908-2008”: Progetto di ricerca integrato per l’area Calabro - Peloritana. L’esperimento di sismica passiva

Il 28 dicembre 1908 un forte terremoto colpì duramente le città di Messina e di Reggio Calabria e molteplici centri abitati limitrofi. L’evento sismico di $M_w=7.1$ generò un maremoto e causò circa 100.000 morti. Durante il 2008 numerose sono state le iniziative per rievocare tale importante terremoto che è ricordato nella storia come il più forte avvenuto in Italia. Tra le iniziative promosse dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia vi è il progetto di ricerca “Messina 1908-2008” le cui finalità sono far convergere i dati sismici e geodetici già a disposizione dei singoli gruppi di ricerca in un’unica banca dati e nel contempo promuoverne l’acquisizione di nuovi. In questo rapporto è descritto l’esperimento di sismica passiva integrato mare-terra iniziato ad ottobre 2007 e terminato nel gennaio 2010 avente l’obiettivo di acquisire nuovi dati di alta qualità e dettaglio per ottenere una migliore definizione della microsismicità locale. Ciò consentirà di raggiungere una migliore comprensione di come interagiscano il processo di subduzione e le dinamiche superficiali nell’area dell’arco Calabro Peloritano ed in particolare nello stretto di Messina.

On December 28, 1908 a strong earthquake struck the area around Messina and Reggio Calabria. The $M = 7.1$ earthquake generated a destructive tsunami and caused about 100,000 casualties. During 2008, several initiatives have been promoted to commemorate the 100th anniversary of what is remembered as the strongest earthquake in Italy. Also the Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia promoted conferences and research projects to commemorate the earthquake and those who lost their lives focusing on applied research into the seismic hazard in Calabria and Sicily. One of these researches project, is “Messina 1908-2008” whose purpose is to gather all the seismic and geodetic data currently available to the various research groups in a single database and promote the acquisition of new geodetic and seismological data. In this technical report we describe the passive seismic experiment integrated sea-land which started in October 2007 until January 31, 2010, with the aim of acquiring new high quality and high resolution data to get a better picture of the microsismicity in the strait area. This will allow us to achieve a better understanding of how the process of subduction and the surface dynamics interact in general in the Calabrian arc and in particular in the Messina Strait.

Introduzione

Il 28 dicembre 1908 alle ore 4:20 GMT un disastroso terremoto di $M_w=7.1$ ($M_s=7.5$ ed intensità di XI grado della scala MCS) colpì l’area dello stretto di Messina generando un forte maremoto e causando oltre 100.000 vittime. Studi successivi hanno individuato come struttura responsabile del terremoto una faglia normale ad andamento NNE-SSW localizzata all’interno dello stretto di Messina, ma l’esatta geometria e cinematica di tale struttura è ancora oggetto di discussione [Pino et al. 2000; Valensise e Pantosti 2001; Billi et al. 2008]. Nel 2008 il terremoto, uno dei più distruttivi della storia sismica d’Italia, è stato commemorato attraverso iniziative e

progetti di ricerca sia per ricordare l’evento e quanti vi persero la vita che per promuovere nuovi studi sul rischio sismico in Calabria e Sicilia. Il Centro Nazionale Terremoti (CNT) dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha promosso il progetto di ricerca “Messina 1908-2008” [Govoni et al., 2008; Margheriti et al., 2008a; 2008b] un progetto con un’evidente ricaduta sia per la prevenzione che la previsione dei terremoti co-finanziato dal Dipartimento della Protezione Civile (Progetto sismologico *S5 Test sites* della Convenzione DPC-INGV 2007-2009; <http://dpc-s5.rm.ingv.it/>). In tale ambito è stato progettato e realizzato l’esperimento di sismica passiva “Messina 1908-2008” con l’obiettivo di raccogliere nuovi dati sismologici nell’area colpita dal terremoto

del 1908. Le stazioni temporanee sono state installate nell'area Calabro – Peloritana a cavallo dello Stretto di Messina coprendo un'area di circa 120 km di raggio con centro nella città di Messina a integrazione delle reti sismiche permanenti, nazionale e regionale, già presenti nell'area oggetto di studio. La campagna di acquisizione dati è iniziata il 18 ottobre 2007 ed è terminata il 31 gennaio 2010.

Nel contempo, a luglio 2008 è avvenuta la deposizione in mare di 5 OBS/H (*Ocean Bottom Seismometers with Hydrophone*) che hanno permesso un'importante implementazione del sistema di osservazione sismica integrato terra-mare per un periodo di circa 4 mesi [D'Anna et al., 2008; 2009b].

Obiettivo ambizioso del progetto di ricerca è anche la creazione di un archivio dati multidisciplinare costituito dai nuovi dati acquisiti e dai dati sismici e geodetici già patrimonio dell'INGV. L'archivio dati multidisciplinare nasce dall'esigenza di acquisire, gestire, aggiornare e distribuire facilmente il dato archiviato permettendo lo scambio, la condivisione e l'analisi di base dei dati e fornendo le basi per un prototipo da utilizzare nei futuri esperimenti di sismica.

In questo lavoro presentiamo la campagna sismica effettuata dalla Rete Sismica Mobile (RSM) del CNT in collaborazione con la Sezione di Catania, la realizzazione dell'archivio dati multidisciplinare e alcune analisi dati preliminari.

1. Obiettivi scientifici del progetto di Ricerca “Messina 1908-2008”

Lo stretto di Messina è uno straordinario “laboratorio naturale” in cui gli effetti di una subduzione ancora attiva si sommano a una tettonica crostale vigorosa di cui il terremoto del 1908 è il testimone più evidente. Il progetto “Messina 1908-2008” [Govoni et al., 2008; Margheriti et al., 2008a; 2008b] ha l'obiettivo di unificare le reti di osservazione sismologiche e geodetiche già esistenti nello Stretto estendendole con strumenti sul fondo marino ed elevandone gli *standard* tecnologici.

Il progetto ha una duplice finalità:

1. fornire nuovi dati di alta qualità e dettaglio che consentiranno di comprendere come il processo di subduzione e le dinamiche superficiali interagiscano migliorando la comprensione dei processi sismogenetici nella zona Calabro-Peloritana;
2. creare un archivio dati multidisciplinare (ADM) dove far convergere i nuovi dati con quelli già a nostra disposizione forniti dalle stazioni delle reti sismiche e geodetiche permanenti presenti nell'area.

L'ADM, primo tentativo dell'INGV di realizzare una banca dati integrata di dati sismici e geodetici di stazioni temporanee e permanenti facilmente accessibile, costituirà il prototipo da utilizzare anche nei successivi esperimenti della RSM [Mandiello et al., 2009].

Il progetto di ricerca ha ricevuto un importante riconoscimento vincendo il premio “Antonello da Messina” nell'Edizione speciale 2008 (Basilica di S. Maria degli Angeli, Roma - 19 dicembre 2008).

2. Le reti sismiche permanenti

Una delle principali attività dell'INGV è il monitoraggio sismico e vulcanico del territorio nazionale che viene svolto attraverso la gestione e la manutenzione di reti strumentali di diversa scala e tipologia e tre sale di sorveglianza h24, una sismica presso la sede centrale di Roma e due vulcaniche presso la Sezione di Catania e l'Osservatorio Vesuviano di Napoli. Nell'ultimo decennio le reti si sono quantitativamente e qualitativamente sviluppate consentendo di controllare in maniera estesa lo spettro di frequenze emesse dalla sorgente sismica e la ciclicità delle strutture sismogenetiche.

2.1 La Rete Sismica Nazionale

Competenza del CNT è il monitoraggio e la sorveglianza sismica del territorio nazionale garantite attraverso la gestione e la manutenzione della Rete Sismica Nazionale (RSN) nata dopo il terremoto dell'Irpinia del 1980.

Negli ultimi anni, in particolare in seguito al terremoto del 1997 dell'Umbria-Marche e grazie ai finanziamenti da parte del Dipartimento della Protezione Civile, importanti sviluppi tecnologici hanno consentito un notevole miglioramento qualitativo e quantitativo del monitoraggio. Il forte sviluppo delle prestazioni della rete ha permesso di acquisire nell'ultimo decennio decine di migliaia di terremoti crostali e profondi che hanno assicurato notevoli avanzamenti nella conoscenza sismotettonica dell'area italiana, nell'identificazione e caratterizzazione delle faglie attive, nello studio della struttura crostale e profonda, con notevoli ricadute per le modellazioni geodinamiche dell'area. Dati sempre più precisi e dettagliati della sismicità hanno ridotto drasticamente i tempi necessari per una completa fruibilità dell'informazione sia per scopi di Protezione Civile che di ricerca scientifica.

Oggi la RSN, costituita da oltre 250 stazioni con acquisitori digitali ad alta dinamica a 3 o 6 componenti, sensori a banda estesa e sistemi di trasmissione digitale dei dati diversificati e affidabili, opera in forte sinergia con le reti locali e regionali dedicate sia al controllo delle aree vulcaniche che al monitoraggio di dettaglio di aree di particolare interesse (Figura 1).

Nell'area oggetto di studio il numero di stazioni della RSN (Figura 2, triangoli verdi) è notevole e permette di localizzare con un'ottima precisione eventi di magnitudo superiore a 2.3 [Schorlemmer et al., 2009].

In Tabella 1 è fornita la lista delle stazioni e la relativa strumentazione della RSN i cui dati sono usati nel progetto di ricerca “Messina 1908-2008”.



Figura 1 Mappa della RSN aggiornata ad agosto 2009 (a cura del LabGis, CNT, Sede Irpinia; <http://labgis.gm.ingv.it/>).
Figure 1 The RSN station map updated to August, 2009 (tanks to LabGis, CNT, Sede Irpinia; <http://labgis.gm.ingv.it/>).

SIGLA	LOCALITÀ	ACQUISITORE	SENSORE
ATN	Antenna a Mare (ME)	PreSys1000	S-13
CARO	Carosei (CS)	Trident	Trillium 40s
ECNV	Catenanuova (ME)	Trident	Trillium 40s
ESLN	Serra La Nave (CT)	Trident	Trillium 40s
GALF	Gagliano Castelferrato (EN)	Trident	Trillium 40s
GIB	Gibilmanna (TP)	Gaia2	Trillium 120s
GIO	Monte San Gregorio (CT)	Gaia2	L-4C
GMB	Gambarie (RC)	Gaia2	L-4C
GRI	Girifalco (CZ)	Gaia1	L-4C
IFIL	Filicudi (ME)	Trident	LE-3Dlite
ILLI	Lipari (ME)	Trident	Trillium 40s
IVPL	Vulcano Piano (ME)	Trident	Trillium 40s
JOPP	Joppolo (VV)	Trident	Trillium 40s
MILZ	Milazzo Faro (ME)	Gaia2	Trillium 40s
MMME	Mongiuffi-Melia (ME)	Trident	Trillium 40s
MNO	Monte Soro (ME)	Gaia2	LE-3D/5S
MPAZ	Palizzi (RC)	Trident	Trillium 40s
MSCL	Scilla (RC)	Trident	LE-3D/5S
MSRU	Santa Rosalia (ME)	Trident	Trillium 40s
MTTG	Motta San Giovanni (RC)	Trident	Trillium 40s
PLAC	Placanica (RC)	Trident	Trillium 40s
PLLN	Pollina (PA)	Gaia2	LE-3D/5S
SERS	Sersale (CZ)	Trident	Trillium 40s
SOI	Samo (RC)	Gaia1	LE-3D/5S

Tabella 1 Lista delle stazioni della RSN impiegate durante il progetto di ricerca “Messina 1908-2008” (Figura 2, triangoli verdi) con indicate le località e la strumentazione installata.
Table 1 Location and instrumentation of the RSN stations used in the “Messina 1908-2008” (Figure 2, green triangles).

2.2 La rete euro-mediterranea MedNet

MedNet è la rete di stazioni sismiche a larga banda installate nei paesi che circondano il Mediterraneo e che l’INGV gestisce in collaborazione con altri istituti geofisici internazionali. Sin dalla sua concezione MedNet ha voluto contribuire con strumenti sismografici di avanguardia alla copertura strumentale della regione del Mediterraneo, una regione ad alta sismicità con un sistema tettonico piuttosto complesso. Nell’area d’interesse del progetto due sono le stazioni della rete MedNet utilizzate (Figura 2, triangoli blu; Tabella 2).

2.3 La Rete Sismica Permanente della Sicilia Orientale

La RSN è integrata in alcune regioni con le reti di monitoraggio su scala regionale gestite direttamente dalle Regioni o da enti locali di ricerca. Questa integrazione rappresenta una valida ottimizzazione delle risorse e consente di presentare alla comunità scientifica un quadro univoco della sismicità evitando confusioni e malintesi.

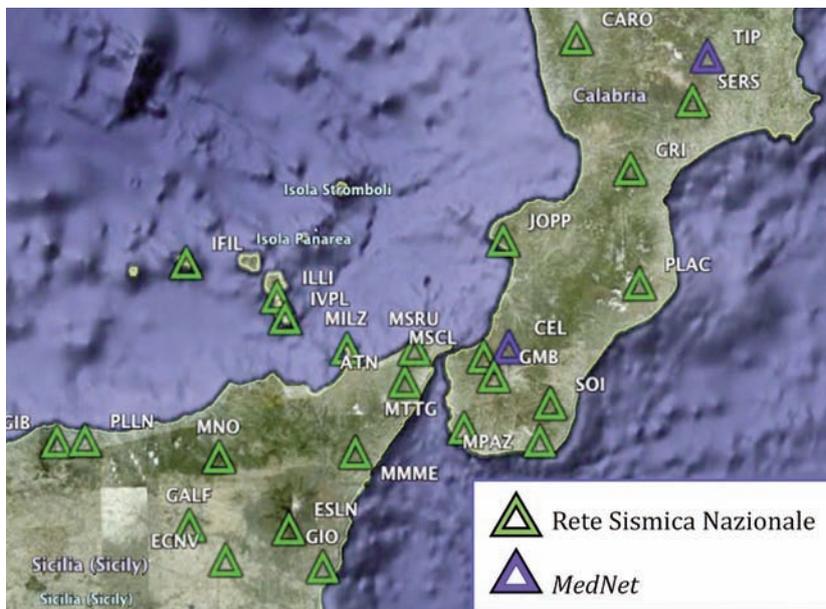


Figura 2 Mappa della RSN (triangoli verdi) e della rete MedNet (triangoli blu) impiegate nel progetto “Messina 1908-2008”. Le Tabella 1 e 2 descrivono le località e la strumentazione impiegata in ciascun sito.

Figure 2 Map of the RSN (green triangles) and MedNet (blue triangles) stations used in the “Messina 1908-2008” project. Tables 1 and 2 list locations and instruments of all sites.

SIGLA	LOCALITÀ	ACQUISITORE	SENSORE
CEL	Celeste (RC)	Q4120	STS-2-120S
TIP	Timpagrande (KR)	Q4120	STS-2-120S

Tabella 2 Lista delle stazioni della rete MedNet impiegate durante il progetto di ricerca “Messina 1908-2008” (Figura 2, triangoli blu) con indicate le località e la strumentazione installata.

Table 2 Location and instrumentation of the MedNet stations used in the “Messina 1908-2008” (Figure 2, blue triangles).

In tale ottica, la Sezione di Catania gestisce la Rete Sismica Permanente della Sicilia Orientale (RSP) con l’obiettivo di monitorare le principali aree sismogenetiche della Sicilia orientale (Peloritani–Stretto di Messina, Iblei–Sicilia Sud orientale). Inoltre si occupa del monitoraggio dell’area delle isole Eolie e in collaborazione con l’Osservatorio Vesuviano dell’isola di Stromboli.

Ad oggi la RSP conta 73 stazioni sismometriche digitali di nuova generazione ubicate nell’area compresa tra l’arcipelago Eoliano e l’altopiano Ibleo. Quasi la metà sono installate nella sola area del Mt. Etna. Ciascuna stazione è equipaggiata con sensori a 3 componenti, oltre 50 quelle a larga banda, e dotate nella maggior parte dei casi di un sistema di trasmissione dati satellitare. Nella sua configurazione attuale la RSP (Figura 3) consente di estendere la capacità di rilevamento degli eventi sismici alle scosse di più piccola magnitudo (~1.5) non rilevabili dalla RSN. Tale rete è pertanto di fondamentale importanza per la sorveglianza sismica e la ricerca scientifica nelle aree tettoniche e sui vulcani attivi siciliani ed è indispensabile ai fini di una più accurata valutazione del rischio sismico in una fascia di territorio, come quello della Sicilia orientale, in cui nel passato si sono verificati forti e disastrosi terremoti. Nell’area d’interesse del progetto dieci sono le stazioni della rete RSP utilizzate comprese le due sta-

zioni ubicate a Stromboli (STR4 e STR5) gestite in collaborazione con l’Osservatorio Vesuviano di Napoli.

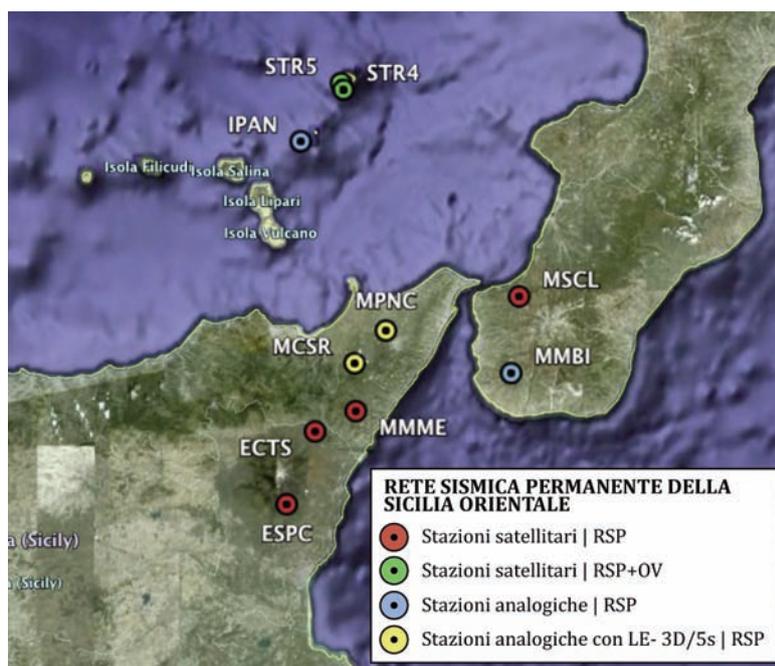


Figura 3 Mappa delle stazioni permanenti della RSP usate nel progetto “Messina 1908-2008” (Tabella 3; RSP = Sezione di Catania; OV = Osservatorio Vesuviano).

Figure 3 Map of the RSP permanent stations used in the “Messina 1908-2008” Project “ (Table 3; RSP = Sezione di Catania; OV = Osservatorio Vesuviano).

SIGLA	LOCALITÀ	ACQUISITORE	SENSORE
ECTS	Castiglione (CT)	Trident	RSP
MCSR*	Castroreale (CT)	ISMES	RSP
MMBI*	Montebello Ionico	ISMES	RSP
MPNC*	S.Pier Niceto	ISMES	RSP
MSCL	Scilla (RC)	Trident	RSP
STR4	Stromboli 4 (ME)	Gaia1	RSP/OV
STR5	Stromboli 5 (ME)	Gaia1	RSP/OV

Tabella 3 Elenco delle stazioni permanenti della RSP impiegate durante il progetto di ricerca “Messina 1908-2008” (Figura 3) con indicate le località, la strumentazione installata e la rete sismica di appartenenza (RSP = Sezione di Catania; OV = Osservatorio Vesuviano, Sezione di Napoli). Con “*” sono indicate le stazioni analogiche.

Table 3 Location, instruments and network code (RSP = Sezione di Catania; OV = Osservatorio Vesuviano, Sezione di Napoli) of the RSP stations used in the “Messina 1908-2008” (Figure 3). The asterisk denotes the analogic stations.

3. Le reti sismiche temporanee

A integrazione delle reti permanenti, le reti sismiche temporanee rappresentano un sistema di monitoraggio flessibile da utilizzare, in tempi relativamente rapidi, in qualsiasi scenario di crisi su tutto il territorio nazionale permettendo di ottimizzare la qualità del monitoraggio sismico nelle aree in cui la RSN ha un minor numero di stazioni. Avere una densa rete sismica permette di ottenere un notevole abbassamento della soglia di detezione dei terremoti e il miglioramento delle localizzazioni consentendo così di associare la microsismicità alle strutture sismogenetiche.

zioni anche in ambito internazionale.

Numerosi sono i progetti di ricerca che hanno visto collaborazioni fra le diverse unità di lavoro permettendo un’ottimizzazione sia dell’uso della strumentazione che delle risorse umane oltre alla fruttuosa possibilità di scambio di esperienza tra tecnici, ricercatori e tecnologi con una reciproca crescita professionale. Il rilevante numero di strumenti (un totale di oltre 100 acquisitori corredati di sensori velocimetrici ed accelerometri a diversa banda di frequenza) permette una proficua autonomia negli esperimenti sismici programmati ma anche delle ottime collaborazioni durante le emergenze sismiche e vulcaniche.



Figura 4 Esempi d’installazione di stazioni sismiche temporanee durante il progetto “Messina 1908-2008”.
Figure 4 Some temporary stations installed during the “Messina 1908-2008” project.

Tuttavia non è economicamente e tecnicamente concepibile sviluppare un ulteriore addensamento su tutto il territorio nazionale utilizzando le stesse tecniche di trasmissione dati utilizzate dalla rete attuale. Per questo si fa ricorso a esperimenti sismici temporanei, sviluppati in aree campione, utilizzando strutture trasmissive su scala locale e sistemi di acquisizione differenti.

Unità di reti sismiche temporanee operano presso diverse sedi dell’INGV con un’attività ordinaria strettamente collegata all’ambito della ricerca realizzata dalla sezione di appartenenza. Il CNT, di frequente in collaborazione con la Sezione dell’INGV “Sismologia e Tettonofisica”, s’interessa dello studio delle caratteristiche sismologiche e della struttura profonda della regione italiana attraverso esperimenti sismici programmati. La Sezione di Milano compie campagne di misure di rumore per lo studio degli effetti di sito mentre la sezione di Catania e l’Osservatorio Vesuviano di Napoli svolgono la loro attività di ricerca e d’acquisizione principalmente in ambiente vulcanico in primo luogo nel territorio nazionale, ma con buone rela-

In Figura 4, alcuni esempi di stazioni sismiche temporanee installate durante il progetto “Messina 1908-2008”.

La realizzazione degli OBS/H ha permesso all’INGV di avviare dal 2006 il processo di estensione a mare delle reti temporanee di monitoraggio sismico dando un nuovo impulso alla ricerca [D’Anna et al., 2009a]. Questi primi strumenti, progettati e assemblati presso l’Osservatorio di Gibilmanna del CNT (Figura 5 e 7), sono stati realizzati grazie alla convenzione stipulata con il Dipartimento Nazionale di Protezione Civile (DPC) e vengono impiegati come rete temporanea *offshore* per lo studio di faglie e vulcani sottomarini consentendo pertanto un notevole miglioramento nella geometria delle reti sismiche in aree vicine alla costa.

4. L’Esperimento “MESSINA 1908-2008”

Alla progettazione e realizzazione della rete sismica temporanea hanno partecipato operatori della sezione CNT e

della Sezione di Catania. Un totale di 22 persone tra ricercatori e tecnici hanno preso parte alla campagna di installazione della rete [Moretti et al., 2008; 2009].

Obiettivo dell’esperienza nell’area calabro-peloritana è stato l’acquisizione di nuovi dati sismici di alta qualità e dettaglio per un miglioramento della definizione della micro-



Figura 5 Un OBS/H realizzato presso l’Osservatorio di Gibilmanna - CNT.
Figure 5 One of the OBS/H built by the Osservatorio di Gibilmanna - CNT staff.



Figura 6 Mappa della rete sismica temporanea. I triangoli gialli rappresentano le stazioni sismiche temporanee del CNT, quelli rossi della Sezione di Catania mentre le stelle bianche indicano gli OBS/H. In Tabella 4 e 6 sono indicate le località che hanno ospitato le stazioni, le coordinate geografiche e la strumentazione installata della rete sismica a terra. In Tabella 5 e 7 sono riportate analoghe indicazioni per la rete sismica a mare.

Figure 6 Map of the temporary stations used in the “Messina 1908-2008” project. The white stars are the OBS/H, while yellow and red triangles are respectively the CNT and the Sezione di Catania temporary seismic stations. Table 4 and 6 give details about the on-land seismic network (see Appendix A for the detailed station book). Table 5 and 7 give details about the sea seismic network.



Figura 7 Uno degli OBS/H durante la deposizione nella campagna "Messina 1908-2008".
Figure 7 The INGV OBS/H ready for deployment.

SIGLA	LOCALITÀ	LATITUDINE	LONGITUDINE	ALT (M)	CODICE CANALE
ME01	Mistretta (ME)	37.932919	14.361088	944	IV.ME01..EH
ME02	San Fratello (ME)	38.033211	14.590067	677	IV.ME02..EH
ME03	Palmi (RC)	38.330135	15.837419	567	IV.ME03..EH
ME04	Brognauro (VV)	38.592850	16.357622	907	IV.ME04..EH
ME05*	Diga del Menta (RC)	38.124279	15.899861	1458	IV.ME05..EH
ME06	Antenna a Mare (ME)	38.159470	15.464720	1130	IV.ATN.01.EH
ME07	Castell'Umberto (ME)	38.081280	14.811569	739	IV.ME07..EH
ME08*	Mali (ME)	38.053000	15.400000	1005	IV.MALI.01.EH
ME09*	Pentidattilo (RC)	37.952396	15.756405	244	IV.ME09..EH
ME10	Cittanova (RC)	38.302914	16.195333	728	IV.ME10..EH
ME11	Novara di Sicilia (ME)	38.027800	15.136700	775	IV.NOV.01.HH
ME12*	Panarea (ME)	38.631500	15.070000	120	IV.ME12..HH
ME13	Scilla (RC)	38.232000	15.790000	835	IV.MSCL.01.HH
ME14*	Reggio Calabria	38.162000	15.703000	500	IV.MRCB.01.HH
ME15*	Gioiosa Marea (ME)	38.170807	14.898788	116	IV.ME15..HH

Tabella 4 Elenco delle stazioni della RSM installate per il progetto "Messina 1908-2008" (Figura 6). Sono indicate le località, con relative coordinate geografiche, presso cui hanno trovato ospitalità le stazioni sismiche. L'ultima colonna riporta il codice stazione internazionale registrato presso l'ISC (vedi Capitolo 5.) e il codice del canale. Con l'asterisco (*) sono indicate le stazioni lasciate in acquisizione in geometria ridotta fino alla chiusura del progetto. In Tabella 6 è indicata la strumentazione installata in ogni sito e la durata dell'installazione. In Allegato A, le schede stazioni forniscono informazioni dettagliate sui siti occupati.

Table 4 Code, location and geographic coordinates of the RSM seismic stations installed during the "Messina 1908-2008" project (Figura 6). The last column lists the International station code registered at ISC (see chapter 5.) and the channel code. The asterisk denotes the stations left in a reduced geometry until the end of the project.

SIGLA	LATITUDINE	LONGITUDINE	PROFONDITÀ	DATA DEPOSIZIONE	DATA RECUPERO
A2	37° 36' 28.2" N	15° 56' 51.6" E	1919	15/07/2008 10:44	08/11/2008
A3	38° 28' 13.1" N	15° 16' 36.2" E	1150	18/07/2008 06.22	07/11/2008
A4	37° 42' 32.1" N	15° 33' 26.4" E	1585	15/07/2008 12:47	18/10/2008
A5	38° 42' 53.2" N	15° 31' 10.1" E	1360	18/07/2008 08.10	06/11/2008
A6	38° 20' 38.7" N	14° 44' 50.8" E	1420	18/07/2008 04:11	07/11/2008

Tabella 5 Coordinate geografiche, profondità e data di deposizione e di recupero degli OBS/H [da D'Anna et al., 2009].
Table 5 Code, geographic coordinates, deposition and recovery data of the OBS/H. [by D'Anna et al., 2009].

SIGLA	LOCALITÀ	ACQUISITORE	SENSORE	START	STOP
ME01	Mistretta (ME)	REF TEK 130-1	LE-3D/5s	2007-10-18	2009-02-03
ME02	San Fratello (ME)	REF TEK 130-1	LE-3D/5s	2007-10-19	2009-02-03
ME03	Palmi (RC)	REF TEK 130-1	LE-3D/5s	2007-10-20	2009-02-05
ME04	Brognaturo (VV)	REF TEK 130-1	LE-3D/5s	2007-10-21	2008-06-29
ME05*	Diga del Menta (RC)	REF TEK 130-1	LE-3D/5s	2007-10-22	2010-01-31
ME06	Antenna a Mare (ME)	REF TEK 130-1	LE-3D/5s	2007-11-15	2008-04-15
ME07	Castell'Umberto (ME)	REF TEK 130-1	LE-3D/5s	2007-11-22	2008-05-11
ME08*	Mali (ME)	REF TEK 130-1	LE-3D/5s	2007-11-20	2009-10-27
ME09*	Pentidattilo (RC)	REF TEK 130-1	LE-3D/5s	2008-06-28	2010-01-31
ME10	Cittanova (RC)	REF TEK 130-1	LE-3D/5s	2007-11-21	2009-02-05
ME11	Novara di Sicilia (ME)	<i>Taurus</i>	LE-3D/20s	2007-11-15	2009-08-28
ME12*	Panarea (ME)	<i>Taurus</i>	LE-3D/20s	2007-11-06	2010-01-31
ME13	Scilla (RC)	<i>Taurus</i>	LE-3D/20s	2007-11-08	2007-12-17
ME14*	Reggio Calabria	<i>Taurus</i>	LE-3D/20s	2007-11-08	2009-06-10
ME15*	Gioiosa Marea (ME)	REF TEK 130-1	<i>Trillium 40s</i>	2008-05-13	2010-01-31

Tabella 6 È indicata la strumentazione, la data di installazione e di disinstallazione delle stazioni della rete temporanea. Con l'asterisco (*) sono indicate le stazioni lasciate in acquisizione in geometria ridotta.

In Tabella 4 le coordinate geografiche presso cui hanno trovato ospitalità le stazioni sismiche.

In Allegato A, le schede stazioni forniscono informazioni dettagliate su ogni stazione.

Table 6 Code, location, digitizer, sensor and installation period of the temporary network stations. The asterisk denotes the stations left in a reduced geometry until the end of the project. See table 4 for the geographic coordinates and Appendix A for the station book.

SIGLA	AREA DI DEPOSIZIONE	ACQUISITORE	SENSORE
A1	Sud dello Stretto di Messina	<i>Geolon MLS</i>	<i>Trillium 120p</i>
A2	Nord dello Stretto di Messina	<i>Geolon MLS</i>	<i>Trillium 120p</i>
A3	Sud dello Stretto di Messina	<i>Geolon MLS</i>	<i>Trillium 120p</i>
A4	Nord dello Stretto di Messina	<i>Geolon MLS</i>	<i>Trillium 120p</i>
A5	Nord dello Stretto di Messina	<i>Geolon MLS</i>	<i>Trillium 120p</i>
A6	Nord dello Stretto di Messina	<i>Geolon MLS</i>	<i>Trillium 120p</i>

Tabella 7 Lista delle OBS/H. In particolare sono indicati l'area di deposizione, il tipo di digitalizzatore e i sensori associati che caratterizzavano i singoli siti.

In Tabella 5 le coordinate geografiche e la profondità di deposizione.

Table 7 Code, location, digitizer and sensor of the OBS/H. See table 5 for the geographic coordinates.

sismicità locale ovvero delle strutture sismogenetiche in modo da comprendere meglio come il processo di subduzione e le dinamiche superficiali interagiscono.

Le stazioni delle reti sismiche permanenti nell'area oggetto di studio hanno una distanza media di 25-30 km che permette di localizzare terremoti di magnitudo superiore a 2.3 [Schorlemmer et al., 2009]. L'introduzione di stazioni temporanee nella maglia delle reti permanenti presenti consente di diminuire notevolmente le distanze medie tra le stazioni, in alcune aree fino a quasi 10 km come ad esempio a cavallo dello stretto, con una conseguente riduzione della soglia di localizzazione che possiamo stimare da 0.7 ad 1 magnitudo.

Tra ottobre e novembre 2007 sono state installate 12 stazioni sismometriche (Figura 6; Tabella 4 e 6) nell'area che va da Mistretta in provincia di Messina (ME01) fino a

Brognaturo in provincia di Vibo Valentia (ME04). Alcune stazioni sono state installate nei siti predisposti per le nuove stazioni permanenti della rete siciliana. Inoltre al fine di omogeneizzare la rete, alle stazioni analogiche di Castoreale (MCSR) e di San Pier Niceto (MPNC) sono stati sostituiti i sensori, dei LE-3D/5s al posto dei MARK 3D da 1s (cerchi gialli in Figura 3).

Nel corso del primo anno, la rete temporanea ha subito delle modifiche sia per problemi logistici che per migliorarne la geometria. Sono state installate ulteriori 2 stazioni, una nella costa nord della Sicilia (ME15, Gioiosa Marea; Figura 6) ed una nella costa sud della Calabria (ME09, Pentidattilo; Figura 6), ma nel contempo una stazione è stata trafugata (ME07, Castell'Umberto; Figura 6) ed una è andata distrutta in seguito ad un incendio estivo (ME06, Antenna a Mare; Figura 6). Nel frattempo la stazione tem-

poranea di Scilla (ME13; Figura 6) è stata trasformata in stazione permanente prima della RSP poi della RSN (MSCL in Figura 2 e 3) mentre ME04 a Brognaturo (VV) è stata disinstallata perché ritenuta non funzionale all'esperimento.

A febbraio 2009, la maggior parte delle stazioni sono state disinstallate lasciando in acquisizione una rete ridotta a copertura dello stretto (N° 6 stazioni indicate con * in Tabella 4 e 6). L'esperimento è terminato il 31 gennaio 2010.

In Allegato A, le schede stazioni forniscono informazioni più dettagliate per ogni sito.

Nel frattempo, a metà luglio 2008, è stata effettuata la campagna di deposizione di cinque OBS/H (Figura 5 e 7; Tabella 5 e 7) [D'Anna et al., 2008; 2009b]. L'uso di tali strumenti rappresenta una nuova frontiera per la sismologia italiana considerando che solo di recente è disponibile in Italia questo tipo di strumentazione. Un ulteriore obiettivo è stato quello di testare per la prima volta il sistema di comunicazione acustico per consentire il recupero di porzioni di segnali senza la necessità di recuperare la stazione dal fondo marino.

Per esigenze logistiche, la campagna è avvenuta in due fasi: prima la deposizione (Figura 7) degli OBS/H nel Mar Ionio settentrionale (A2 e A4) e poi la deposizione nell'area Eoliana (A3, A5 e A6).

La campagna di acquisizione in mare è terminata i primi di novembre 2008.

Un'analisi preliminare dei dati, ha evidenziato un iniziale buon funzionamento degli OBS/H ma dopo un periodo di 17-25 giorni, alcuni hanno presentato dei problemi legati al livellamento dei sensori. Il sensore fuori bolla ha iniziato a consumare molta più corrente del previsto nel tentativo di stabilizzare le masse diminuendo quindi l'autonomia della stazione.

4.1 La strumentazione

La strumentazione impiegata per l'acquisizione a terra comprende stazioni sismometriche ad alta dinamica dotate di velocimetri a tre componenti (Tabella 6; Figura 8).

Le stazioni installate dal CNT sono costituite da un acquirente REF TEK 130-1 (da ora indicato come 130) e un sensore

SEZIONE INGV	ACQUISITORE	SENSORE	
Centro Nazionale Terremoti	<p>REF TEK 130-1</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Dimensioni = 135 x 185 x 343 mm - Peso = 2 kg - Passo di campionamento = 125 sps - Guadagno = 1 	<p>Lennartz LE-3D/5s</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Sensitivity = 400 V/m/s - EigenFrequency = 0.2 Hz - Damping = 0.707 	<p>Nanometrics Trillium 40s</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Sensitivity = 1500 V/m/s - EigenFrequency = 0.025 Hz - Damping = 0.707
Sezione di Catania	<p>Nanometrics Taurus</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Dimensioni = 147 x 60 x 264mm - Peso = 1.8 kg - Passo di campionamento = 100 sps - Guadagno = 1 	<p>Lennartz LE-3D/20s</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Sensitivity = 1000 V/m/s - EigenFrequency = 0.05 Hz - Damping = 0.707 	

Figura 8 Strumentazione adottata dalle due unità di RSM durante l'esperimento "Messina 1908-2008". I dettagli tecnici relativi ai sensori sono riportati nell'Allegato B.

Figure 8 Details of the instrumentation used in the "Messina 1908-2008" experiment. See Appendix B for sensor technical details.

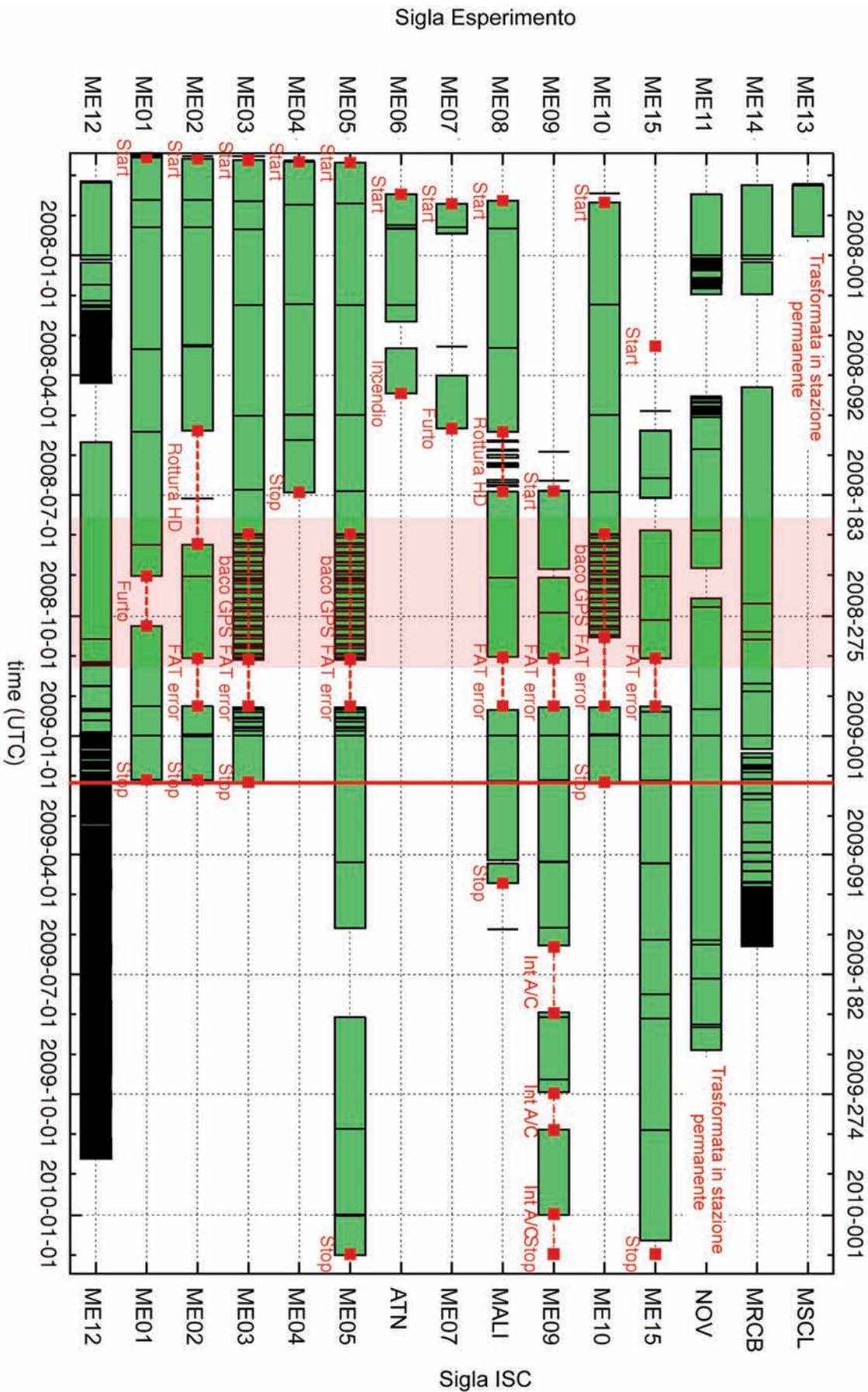


Figura 9 Stato di funzionamento delle stazioni della rete temporanea a terra (18 ottobre 2007 al 31 gennaio 2010). Sono evidenziati l'inizio ("Start"), la fine ("Stop") e i periodi d'interruzione nell'acquisizione ("FAT error") causati da problemi di incompatibilità tra le CF a nostra disposizione e i 130; "rottura HD" per problemi di hardware; "baco GPS" a causa di un baco del firmware del GPS; "Int. A/C" interruzione dell'alimentazione della stazione; "Furto" e "Incendio". Il rettangolo rosso mostra il periodo di deposizione degli OBS/H. La barra rossa la data in cui è avvenuta la riduzione della riduzione della rete della stazione; "Furto" e "Incendio". Il rettangolo rosso mostra il periodo di deposizione degli OBS/H. **Figure 9** . Diagram of the temporary on-land network (October 18, 2007 to January 31, 2010). The plot shows the "Start" and all data gaps ("FAT error") caused by a wrong CF formatting; "rottura HD" caused by an Hard Disk failure; "baco GPS" caused by a bug in some GPS units firmware; "Int. A/C" caused by the switch off of the mains; "Furto" the station was stolen; "Incendio" the station was destroyed by a large fire. The light red box indicates the period of deposition of the OBS/H. The red line shows the date of the reduction of the RSM (see Section 4.0) station number.

Lennartz LE-3D/5s (<http://www.lennartz-electronic.de/>) ad eccezione di ME15, Gioiosa Marea, dotata di un *Trillium 40s* della *Nanometrics* (<http://www.nanometrics.ca/>).

Ogni stazione è ottimizzata per lunghi utilizzi in campagna alloggiando tutti i componenti (acquisitore, regolatore solare e batteria) all'interno di una cassetta di plastica, utilissima per il trasporto, che viene protetta dalle intemperie e dal sole diretto tramite un telone impermeabile. La stazione è dotata di un impianto di alimentazione a pannelli solari costituito da un pannello da 50 W, una batteria AGM (*Absorbed Glass Mat*) da 42 Ah ed un regolatore solare ad alta efficienza con tecnologia *switching* dotato di funzione LVD (*Low Voltage Disconnect* ovvero distacco del carico sotto una certa soglia di tensione). Questo impianto, in siti scarsamente soleggiati o in situazioni di alta montagna con rischio di neve, può essere rinforzato utilizzando pannelli fino a 70 W e batterie fino ad 80 Ah. Gli acquisitori 130 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 da consentire un'autonomia 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 con un passo di campionamento di 125 sps [Moretti et al., 2010a]. Le stazioni della sezione di Catania sono invece basate sull'acquisitore *Taurus* della *Nanometrics* (<http://www.nanometrics.ca/>) ed equipaggiate con sensori *Lennartz LE3D-20s* (<http://www.lennartz-electronic.de/>). Anch'esse sono ottimizzate all'interno di una valigetta Peli impermeabile e sono dotate di un impianto di alimentazione a pannelli solari costituito da un pannello da 20 W ed una batteria da 12 Ah. L'acquisizione era su CF da 4 GB che consente circa 2 mesi di registrazione in continuo a 3 canali con passo di campionamento pari a 100 sps.

Gli OBS/H sono stati equipaggiati con sismometri *Trillium 120p* (120s - 175 Hz) della *Nanometrics* (<http://www.nanometrics.ca/>) e con sensori differenziali di pressione (*Differential Pressure Gauge*) *Cox-Webb*, con banda passante tra i 200s e i 2Hz (Tabella 7; Figura 6 e 7) [D'Anna et al. 2008; 2009b].

4.2 Funzionamento delle stazioni

Il funzionamento delle stazioni è stato nel complesso regolare. Per quanto riguarda le stazioni del CNT, i principali problemi sono stati originati da un malfunzionamento del *firmware* delle antenne GPS REF TEK modello 01 e da un'errata formattazione delle CF da 4 GB.

I GPS REF TEK modello 01 basati sul *chipset SiRF* a partire dal 31 luglio 2008 hanno iniziato a provocare salti di tempo della durata di un secondo in maniera erratica e non prevedibile. Il fenomeno è durato circa 3 mesi e sembra dovuto ad un *bug* del *firmware*. Tutte queste anomalie sono state tabulate e i dati saranno corretti a posteriori. Nessun *upgrade* del *firmware* è stato rilasciato dal produttore del *chip* essendo quest'ultimo ormai fuori produzione.

A circa metà esperimento tutte le CF utilizzate dai 130 sono state riformattate col controllo dei blocchi rovinati. La nuova partizione realizzata utilizzava l'intera capienza della CF (leggermente superiore a 4GB). Per qualche problema di incompatibilità su tutte le CF a nostra disposizione gli acquisitori 130 non sono riusciti a creare più di 64 voci di *directory*. I dati vengono archiviati in *directory* giornalieri per cui al 65° giorno tutte le stazioni hanno bloccato l'acquisizione ("*FAT error*" in Figura 9). Nessuna spiegazione ci è stata fornita dalla casa produttrice.

A fine luglio 2008 è stata trafugata la stazione a Castell'Umberto (ME07), così come è accaduto a settembre a Mistretta (ME01), ma in tal caso la strumentazione è



Figura 10 Quello che è rimasto della strumentazione del nuovo sito di ME06 ubicato nei pressi di Antenna a Mare (ME) a causa di uno dei tanti incendi che durante l'estate 2008 hanno interessato Sicilia e Calabria.

Figure 10 Relics of the new site for ME06 located nearby Antenna a Mare (ME) after one of the large blazes that affected Sicilia and Calabria during the summer of 2008.

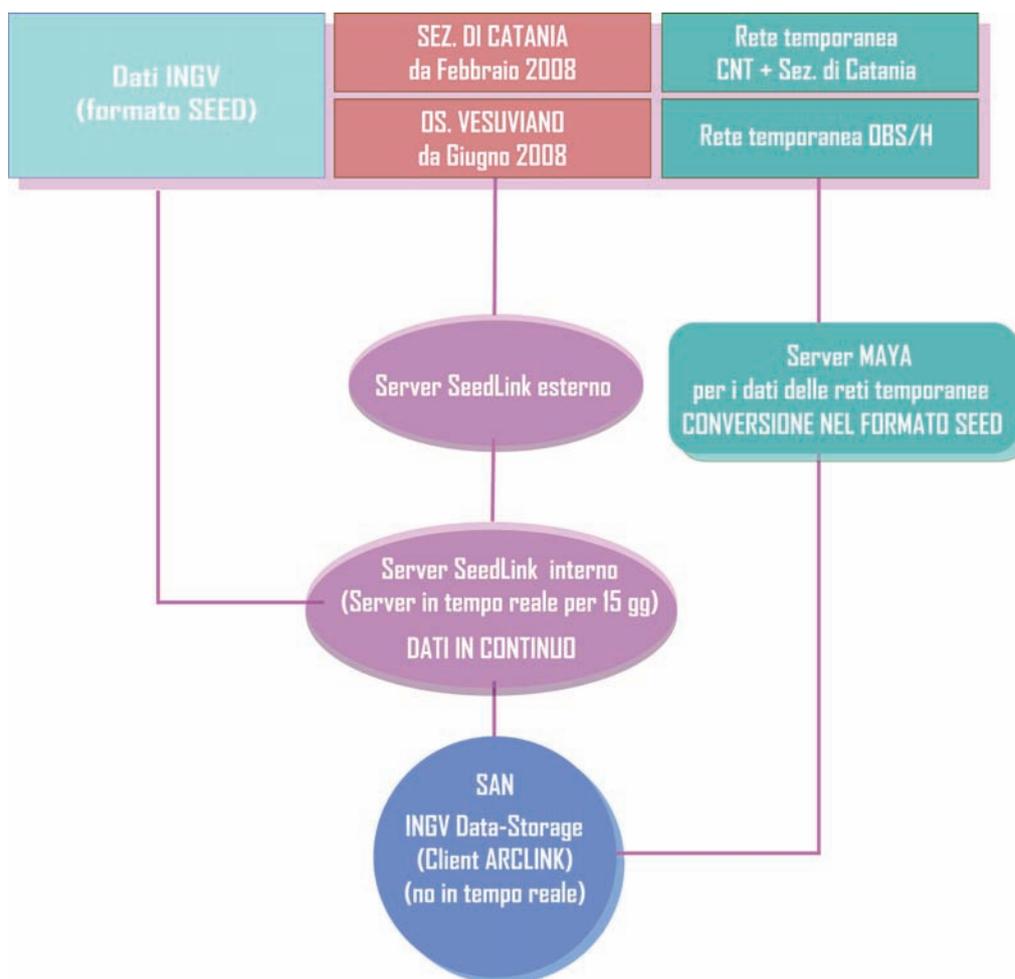


Figura 11 Schema rappresentante le diverse sorgenti di dati sismici ed il ruolo dei server dati nel processo di costruzione dell'archivio.
Figure 11 Schetch of the data sources and the role of the data servers in the process of archive building.

Con questo processo di unificazione si ottiene un doppio beneficio: utilizzare la SAN (*Storage Area Network*) interna ad elevata disponibilità per la gestione dell'archivio principale e nel contempo unificare le procedure di accesso ai dati con gli strumenti *software* di analisi e ricerca correntemente in uso. L'integrazione dei dati dell'esperimento con quelli acquisiti dalle reti sismiche permanenti ha richiesto fundamentalmente l'operazione di conversione dei dati dal formato nativo (REF TEK e *Nanometrics*) al formato standard internazionale SEED (*Standard for the Exchange of Earthquake Data*) e la creazione di un archivio strutturato secondo le specifiche adottate dalla RSN. Tale archivio permette di gestire, aggiornare e distribuire facilmente il dato favorendo lo scambio, la condivisione e l'analisi tra tutti gli utenti del progetto.

Da tempo la gestione dell'archiviazione dei dati e le procedure di scambio dati sono basate sul pacchetto *software* di pubblico dominio di acquisizione dati *SeisComP* (*Seismological Communication Processor*) originariamente sviluppato per la rete GEOFON (<http://geofon.gfz-potsdam.de/geofon//seismon/globmon.html>) ed in seguito adottato da progetti come MEREDIAN

(Mediterranean-European Rapid Earthquake Data Information and Archiving Network; <http://www.orfeus-eu.org/Organization/Projects/Meredian/meredian.html>) e GITEWS (German Indian ocean Tsunami Early Warning System; <http://www.gitews.org/>).

Il pacchetto *SeisComP*, attivamente sviluppato dal gruppo di GEOFON al GFZ di Potsdam (<http://geofon.gfz-potsdam.de/geofon/>), utilizza il formato SEED per l'archiviazione e il protocollo *SeedLink* per lo scambio dei dati.

Il sistema di acquisizione INGV è formato principalmente da due *server SeedLink* specializzati. Il primo è situato in rete interna ed è il principale collettore di dati della RSN mentre il secondo è esterno al *firewall* e realizza le connessioni con gli altri *server* sia nazionali che internazionali per lo scambio dati in tempo reale.

In ogni sede INGV un *server SeedLink* raccoglie i dati della rete sismica di competenza e li rende disponibili al *server SeedLink* della sede di Roma. In particolare per il progetto "Messina 1908-2008" le forme d'onda delle reti dei Peloritani e delle isole Eolie sono state acquisite in tempo reale dalle

sezioni di Napoli e Catania.

I dati delle reti temporanee (terra e mare) sono stati archiviati localmente dalle stazioni e raccolti periodicamente durante le missioni di manutenzione o addirittura a fine esperimento (come nel caso degli OBS/H) in formato non SEED (Figura 11). Essi non possono quindi essere immessi direttamente nel sistema di acquisizione dell'INGV. Per ciascun formato di dati è stato sviluppato quindi un programma di conversione al formato SEED che genera anche una struttura di archivio rispettando le convenzioni sui nomi di file e *directory* adottate dall'archivio della RSN.

A partire dalle informazioni di configurazione del progetto è stato sviluppato un programma per la generazione dei *dataless SEED Volumes* di ciascuna stazione contenenti tutte le informazioni accessorie sulle caratteristiche del canale dati e sugli intervalli temporali di validità di ciascuna informazione. Completati i *dataless* e aggiornato il *database* del sistema di gestione delle stazioni della RSN, registrati i siti presso l'ISC (*International Seismological Centre*; <http://www.isc.ac.uk/>), i dati della rete sismica temporanea sono stati inseriti nel circuito di archiviazione e distribuzione dati dell'INGV.

Per la distribuzione dati l'INGV utilizza il protocollo *ArcLink* (sviluppato sempre dal Gruppo Geofon, GFZ) che permette l'accesso remoto alle forme d'onda e ai metadati, sia tramite interfaccia *web* sia mediante linea di comando.

Oggi l'INGV con la pagina *web* EIDA (*European Integrated Data Archive*; <http://eida.rm.ingv.it>) permette l'accesso ai dati prodotti dalle stazioni permanenti ed a quelle temporanee con un unico strumento. Per scaricare le forme d'onda dell'esperimento è sufficiente accedere all'area *Data Request* del sito e selezionare le stazioni contenute nell'area di coordinate 37.5-38.9/14.2-16.6 per il periodo 18 ottobre 2007 - 31 gennaio 2010. All'interno di tale selezione sono comprese, insieme alle stazioni temporanee, le stazioni delle reti sismiche permanenti.

6. Procedure per l'analisi dati

Per l'analisi interattiva dei dati si è deciso di impiegare *SisPick! 2.0* [Bono, 2008] e *Locator* [Basili, 2005], due applicazioni progettate e realizzate da ricercatori e tecnologi dell'INGV per il sistema di monitoraggio sismico nazionale ed implementate *ad hoc*, per lo studio di *dataset* integrati. Questa scelta nasce dal proposito di avere un sistema unico di analisi interattiva e localizzazione, conosciuto dai turnisti della sala di monitoraggio e comunque di facile apprendimento.

SisPick! è un sistema *software* ideato per l'analisi interattiva dei segnali sismici registrati dalle stazioni di una rete sismometrica digitale e in uso presso la sala operativa di

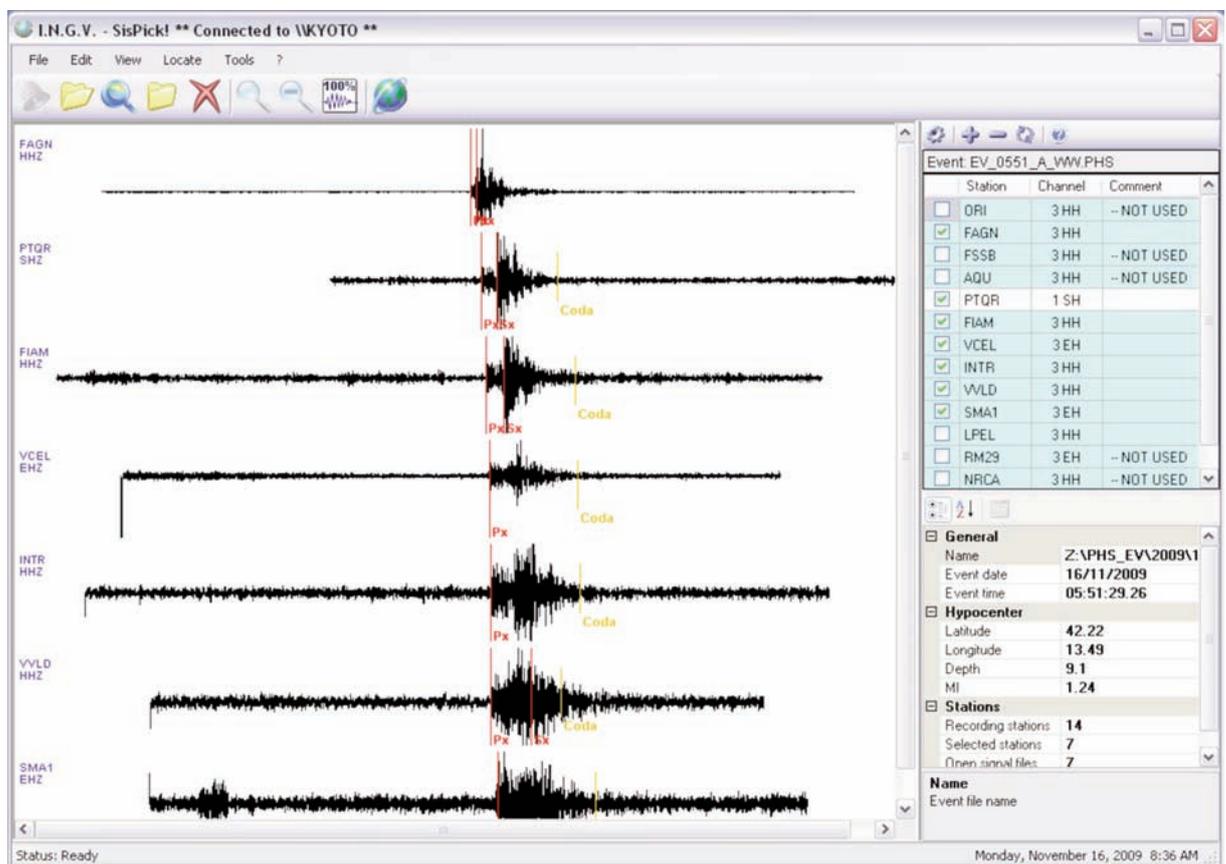


Figura 12 L'interfaccia principale di *SisPick! 2.0* [Bono, 2008].
 Figure 12 The *SisPick! 2.0* [Bono, 2008] graphical interface.

monitoraggio sismico dell'INGV di Roma dal 2003. In continua evoluzione per soddisfare le molte e diversificate esigenze degli utenti, nella versione *SisPick! 2.0* [Bono, 2008] è stata leggermente modificata la modalità di lettura delle fasi su un sismogramma.

L'interfaccia di *SisPick! 2.0* è comune alla maggior parte delle applicazioni per ambiente *MSWindows*. In particolare (Figura 12) sono presenti in alto una barra menù e una barra degli strumenti, al centro un'area grafica di lavoro e, sulla destra, alcune finestre di informazione.

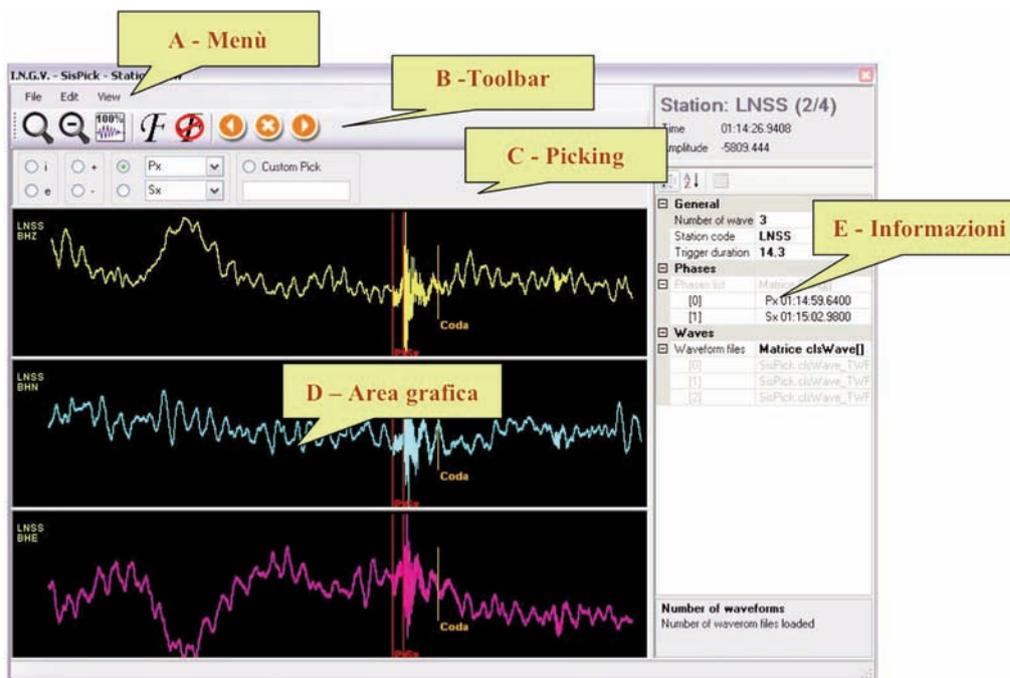


Figura 13 Visualizzazione della finestra di dettaglio di una stazione sismica a 3 componenti: A) barra dei menù; B) barra degli strumenti: in particolare sono presenti pulsanti per l'applicazione e annullamento del filtro *standard* e per la navigazione tra le stazioni; C) barra del *picking*; per la scelta delle fasi durante l'interpretazione; D) area grafica di lavoro; E) finestre di informazioni [Bono, 2008].

Figure 13 The picking window of a 3 channel station: A) menu bar; B) toolbar: contains filter apply/remove and trace navigation buttons; C) picking bar; D) waveform view; E) information window [Bono, 2008].

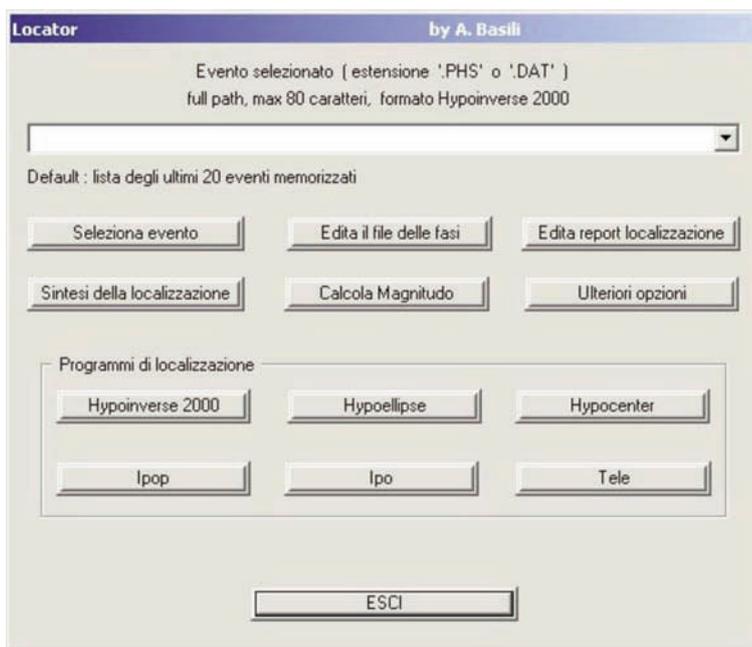


Figura 14 L'interfaccia di *Locator* [Basili, 2005], il sistema di localizzazione usato nella sala di monitoraggio sismico nazionale INGV.
Figure 14 The *Locator* graphical interface. It is the location program used in the seismic surveillance room at INGV.

Una volta caricato l’evento d’interesse, quando si esegue il dettaglio di stazione, se sono disponibili le tre componenti, queste vengono automaticamente caricate e visualizzate diversificandole per colore (Figura 13). Il giallo identifica le tracce Z, il celeste le tracce N e il magenta le componenti E. Le tracce risultano sincronizzate e raggruppate. Le operazioni di *zoom*, *picking* e *editing* si applicano a tutte le componenti disponibili del segnale di ciascuna stazione.

Per il progetto “Messina 1908-2008” *SisPick!* è stato opportunamente adattato alle particolari esigenze dettate dal contesto di utilizzo precedentemente esposto. Alcune modifiche, esclusivamente di carattere tecnico, sono state apportate alla modalità di ricerca e selezione degli eventi e alle “regole” per il salvataggio delle interpretazioni. La localizzazione di un evento è una funzione che *SisPick! 2.0* demanda a procedure ad esso collegate. Nel nostro

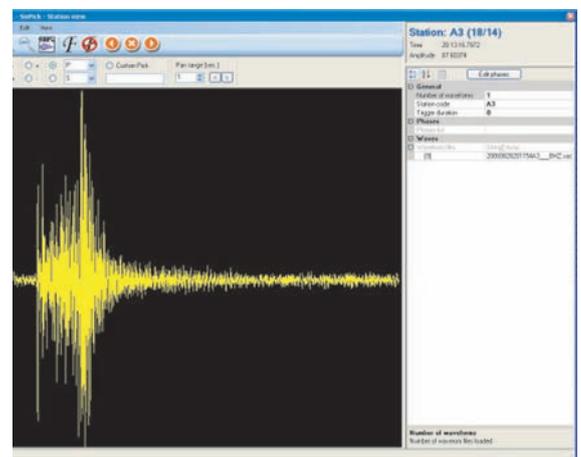
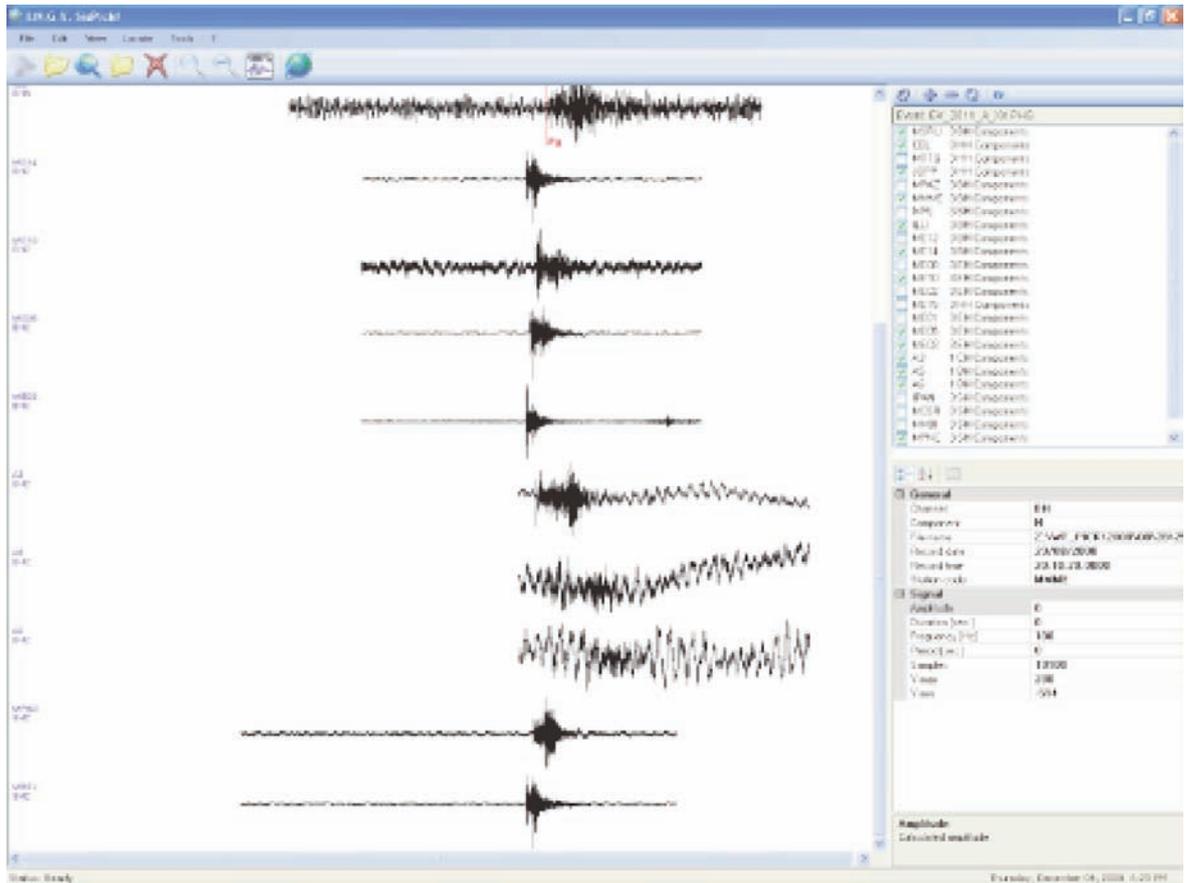


Figura 15 Prime analisi dei dati acquisiti durante la campagna sismica “Messina 1908-2008”. In alto: segnali sismici visualizzati con l’applicazione *SisPick! 2.0*. In basso a sinistra: evento registrato dalla stazione temporanea ME14. In basso a destra: evento registrato dall’OBS A3.

Figure 15 Waveform analysis of the “Messina 1908-2008” temporary stations. Up: event waveforms as visualized by *SisPick! 2.0*. Lower left: ME14 waveforms. Lower right: OBS A3 waveforms.

SOLO RSN									
Data	Ora (UTC)	Lon	Lat	Prof. (m)	Az (°) asse-ellisse princ.	Errore massimo	Errore minimo	Errore in prof.	MI
01/08/08	22:38:10	15.1178	38.4428	4.6	4	0.89	0.89	1.0	2.6
06/08/08	15:20:08	15.0853	38.3786	7.4	37	1.66	0.72	1.1	2.1
13/08/08	13:39:30	16.3917	37.5301	52.2	129	2.18	0.88	2.3	3.1
14/08/08	14:21:42	14.8488	38.3474	10.5	30	1.54	0.46	0.6	1.8
18/08/08	11:24:55	15.2702	38.2625	14.6	1	1.40	0.80	2.1	1.9
25/08/08	10:46:10	15.6649	38.3107	8.5	170	0.49	0.36	0.7	1.8
26/08/08	16:17:34	15.9188	37.2261	10.9	128	1.48	0.53	0.4	2.3
24/08/08	13/07:36	15.5455	37.9458	8.5	135	0.72	0.45	0.8	2.4

RETI SISMICHE INTEGRATE									
Data	Ora (UTC)	Lon	Lat	Prof. (m)	Az (°) asse-ellisse princ.	Errore massimo	Errore minimo	Errore in prof.	MI
01/08/08	22:38:10	15.1194	38.4306	4.6	16	0.69	0.61	0.9	2.6
06/08/08	15:20:08	15.0796	38.3650	8.1	61	0.76	0.59	0.8	2.1
13/08/08	13:39:30	16.3887	37.5394	55.7	134	1.54	0.88	1.8	3.1
14/08/08	14:21:42	14.8496	38.3517	10.3	24	0.91	0.64	0.6	1.8
18/08/08	11:24:55	15.2798	38.2669	23.7	30	1.08	0.79	1.7	1.9
24/08/08	13/07:36	15.5525	37.9418	8.7	149	0.51	0.38	0.5	2.4
25/08/08	10:46:10	15.6781	38.3024	8.8	0	0.65	0.49	0.7	1.8
26/08/08	16:17:34	15.9093	37.2298	10.2	117	1.27	0.76	0.4	2.3

Tabella 9 Sono mostrate le differenze fra le localizzazioni realizzate con i dati provenienti dalla sola RSN (in alto) e integrati con i dati della rete temporanea (in basso).

Table 9 Comparison of hypocentral parameters of the test events localized using only the RSN data (above) and using the integrated data set (below).

caso si è adottato *Locator*, il sistema utilizzato nella sala di monitoraggio sismico nazionale [Basili, 2005]. *Locator* si avvale di una collezione di *routine* di localizzazione e calcolo della magnitudo ampiamente collaudate e ad uso della comunità scientifica (*Hypoinverse*, *Ipo*, *IpoP*, *Hypoellipse*, ecc.). In Figura 14 l'interfaccia di *Locator*.

Per verificare tutte le procedure implementate, è stato generato l'archivio *SisPick! 2.0* relativo al periodo agosto-settembre 2008 in cui erano presenti tutte e due le reti temporanee in mare e a terra. In questo *dataset* ridotto sono stati identificati 8 eventi principali registrati da tutta la rete sismica, sia temporanea che permanente, e di questi eseguito il *picking* e la localizzazione (Figura 15; Tabella 9). L'integrazione delle fasi sismiche registrate a terra con quelle riportate dai cinque OBS/H ha portato alla riduzione degli ellissoidi di confidenza relativi alle localizzazioni ipocentrali (Figura 16).

6.1 Sismicità registrata e localizzata dalla RSN

Durante il periodo in cui si è svolto l'esperimento

"Messina 1908-2008", nell'area di interesse (37.5-38.9/14.2-16.6), sono stati registrati e localizzati dalla RSN 1176 eventi ($0 \leq M < 5$, tutte le profondità; Figura 18). La selezione è stata effettuata da ISIDE (*Italian Seismic Instrumental and parametric Data-basE*; <http://iside.rm.ingv.it>; Mele et al., 2007) che pubblica il Bollettino Sismico Italiano (<http://legacy.ingv.it/~roma/reti/rms/bollettino/index.php>) integrato con le informazioni prodotte dal Servizio di Sorveglianza Sismica nazionale.

Molti dei terremoti di tale selezione in realtà non ricadono soltanto nello stretto di Messina. Inoltre, dei 1176 eventi meno del 30% sono di $M \leq 2$ e solo 20 sono di $M \leq 1$, che rappresenta in realtà il *range* di magnitudo di maggior interesse per il progetto. Ci aspettiamo tuttavia di aumentare in modo rilevante il numero di eventi nell'area dello stretto e soprattutto quelli di bassa magnitudo proprio grazie ai dati acquisiti dalla RSM, in totale oltre 320 GB di segnali registrati.

In Figura 17 viene mostrata la distribuzione giornaliera dei terremoti selezionati da ISIDE.

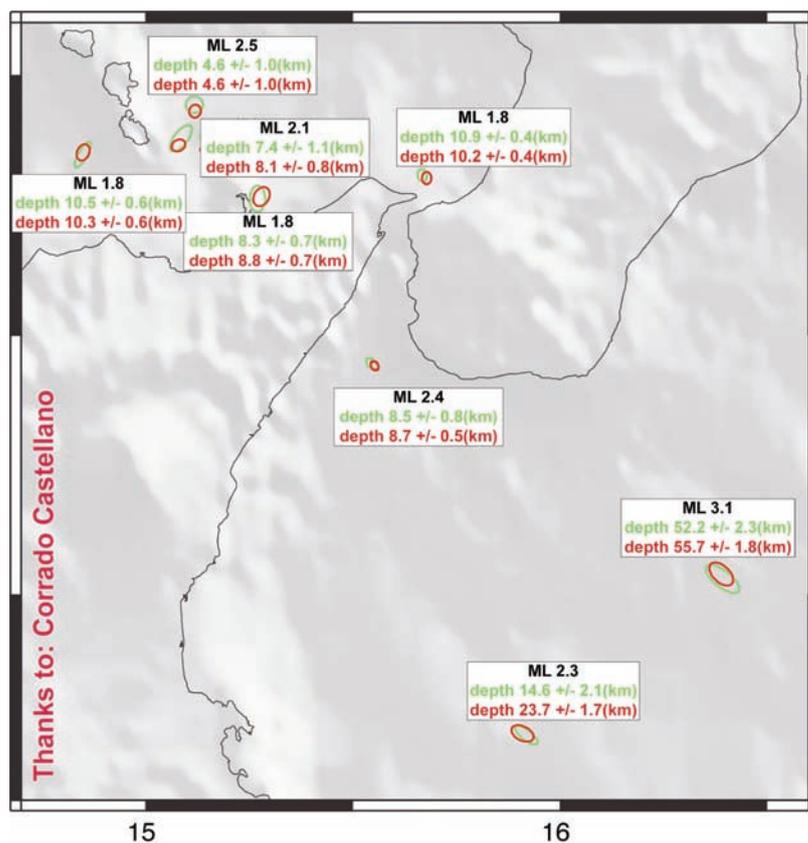


Figura 16 Localizzazioni degli 8 eventi campione registrati nel mese di Agosto 2008 realizzate utilizzando i dati della sola RSN (in verde) e l’integrazione dei dati della RSM integrata terra-mare (in rosso). In Tabella 9 le due localizzazioni a confronto.
Figure 16 Hypocentral locations of the 8 test events recorded during August 2008: green circle – location using only RSN stations, red circle - location using the integrated data set. In Table 9 the two locations are compared.

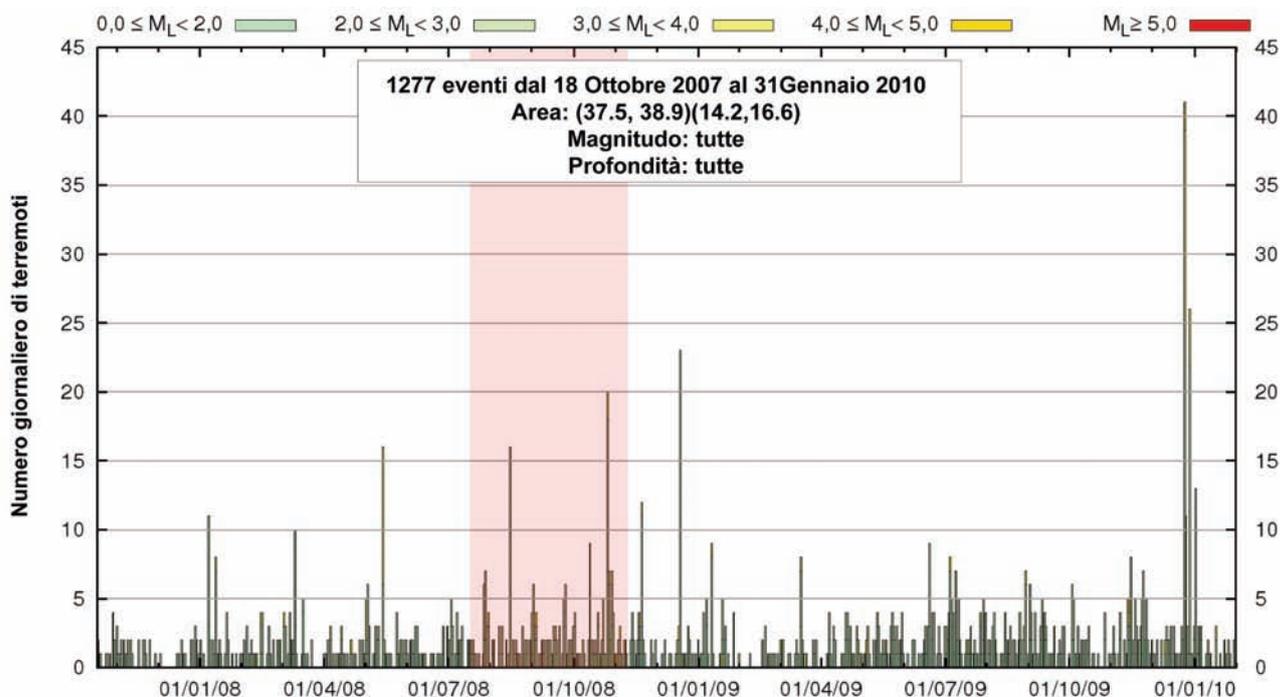
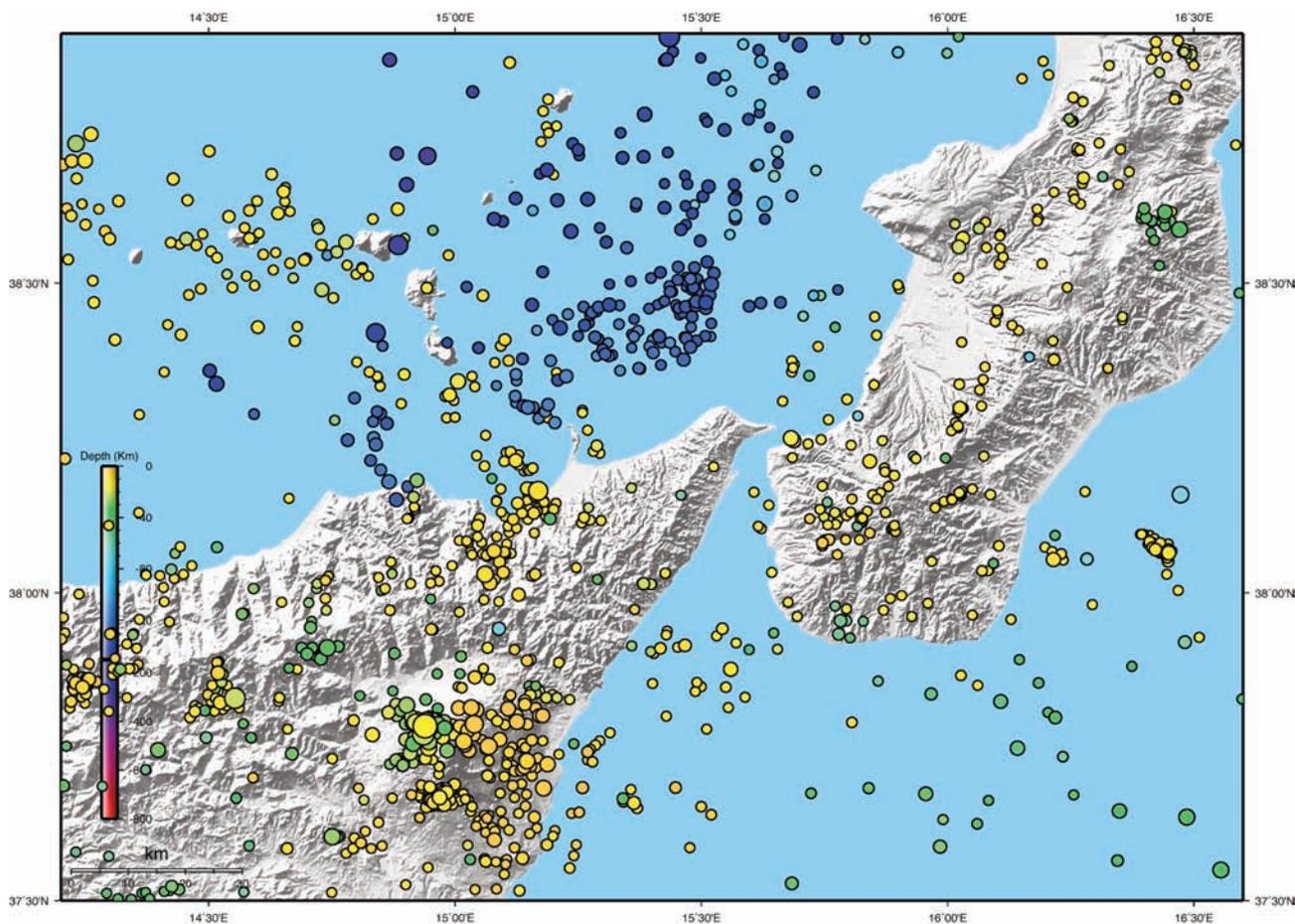


Figura 17 Distribuzione giornaliera della sismicità dal 18 Ottobre 2007 al 31 Gennaio 2010 nell’area 37.5-38.8/14.2-16.6 (estrazione dati: ISIDE, <http://iside.rm.ingv.it>). Il rettangolo rosso evidenzia il periodo di acquisizione degli OBS/H.
Figure 17 Daily distribution of seismicity from October 18, 2007 to January 31, 2010 (area: 37.5-38.9/14.2-16.6) extracted from ISIDE (<http://iside.rm.ingv.it>). The light red box indicates the period of deposition of the OBS/H.



Magnitude	○ 2	○ 3	○ 4	☆ 5	☆ 6
Date From: 2007/10/18 To: 2010/01/31					
Latitude Min: 37.5 Max: 38.9					
Longitude Min: 14.2 Max: 16.6					
Magnitude Min: 0.0 Max: 10.0 Type: Mag pref					
Depth (km) Min: ND Max: ND					
Total earthquakes: 1277					

INGV 2010 Jun 10 16:57:40 INGV, Centro Nazionale Terremoti, Centro Dati e Informazione sui Terremoti

Numero di terremoti	1277
0 ≤ M < 2	490
2 ≤ M < 3	706
3 ≤ M < 4	77
4 ≤ M < 5	4
M ≥ 5	0

18 Ottobre 2007-31 gennaio 2010

Numero di terremoti	206
0 ≤ M < 2	83
2 ≤ M < 3	114
3 ≤ M < 4	8
4 ≤ M < 5	1
M ≥ 5	0

15 Luglio 2008-8 Novembre 2009

Figura 18 Mappa della sismicità dal 18 Ottobre 2007 al 31 Gennaio 2010, nell'area 37.5-38.9/14.2-16.6 (da ISIDE, <http://iside.rm.ingv.it>). Nelle due tabelle sono riassunti il numero dei terremoti per classi di magnitudo durante tutto l'esperimento (a sinistra) e nel periodo di acquisizione degli OBS/H.

Figure 18 Map of the seismicity from October 18, 2007 to January 31, 2010 (area: 37.5-38.9/14.2-16.6) from ISIDE (<http://iside.rm.ingv.it>). The tables report the number of earthquakes for magnitude ranges during the experiment (left) and during the OBS/H acquisition.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano Raffaele Azzaro per l'attenta revisione del manoscritto.

Inoltre un sincero ringraziamento alla Redazione del Centro Editoriale Nazionale dell'INGV per la professionalità e l'instancabile disponibilità.

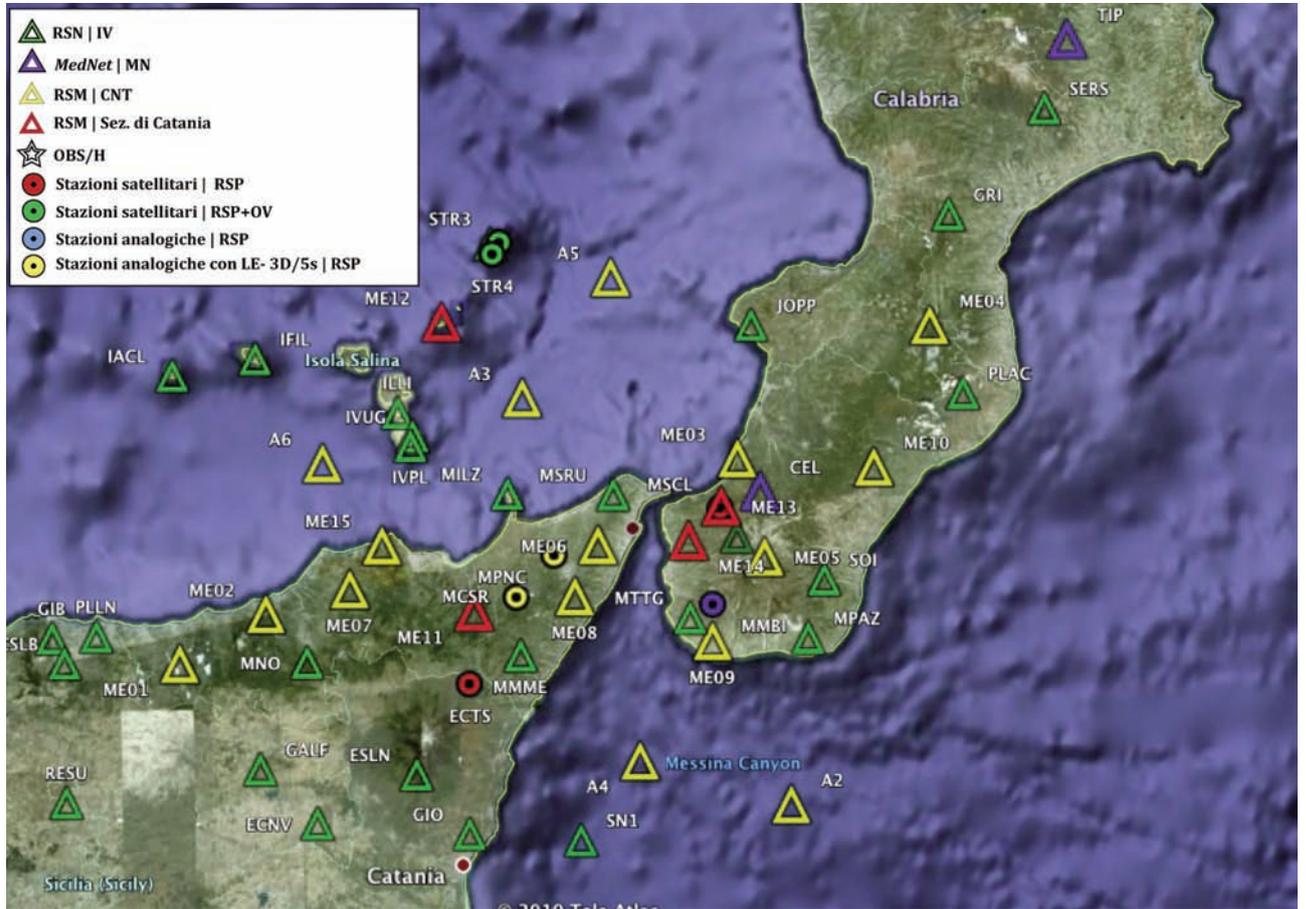
Bibliografia

- Basili A. (2005). *Locator: Il manuale*. Documentazione disponibile in forma digitale.
- Bono A. (2008). *SisPick! 2.0 Sistema interattivo per l’interpretazione di segnali sismici. Manuale utente*. Rapporti Tecnici INGV, n° 59.
- Billi A., Funicello R., Minelli L., Faccenna C., Neri G., Orecchio B., Presti D. (2008). *On the cause of the 1908 Messina tsunami, southern Italy*. Geophys. Res. Lett., 35, L06301, doi:10.1029/2008GL033251.
- D’Anna, G., Mangano, G., D’Alessandro, A., D’Anna, R., Passafiume, G., Speciale, S., Amato, A. (2009a). *Il nuovo OBS/H dell’INGV*, Quaderni di Geofisica, n° 65, ISSN: 1590-2595.
- D’Anna, G., Mangano, G., D’Alessandro, A., D’Anna, R., Passafiume, G., Speciale, S., Passarello S. (2009b). *Progetto “Messina 1908 - 2008”. Rapporto della campagna OBS nell’area Eoliana e dello Stretto di Messina*, Rapporti Tecnici INGV, n° 98.
- D’Anna G., Mangano G., D’Alessandro A., D’Anna R., Passafiume G., Speciale S., Selvaggi G., Margheriti L., Patané D., Luzio D. and Calò M. (2008). *“Messina 1908-2008” Progetto di ricerca integrato sull’area Calabro – Peloritana: la campagna OBS/H*, Convegno 1908 - 2008 Scienza e Società a 100 anni dal grande Terremoto, 10-12 Dicembre 2008, Reggio Calabria.
- Govoni, A., Margheriti, L., D’Anna, R., Selvaggi, G., Patané, D., Moretti, M. and Zuccarello, L. (2008). *“Messina 1908-2008”: understanding crust dynamics and subduction in Southern Italy*. AGU 2008 Fall Meeting | 15—19 December 2008.
- Mandiello A.G., Govoni A., Di Stefano R., Moretti M., Chiaraluce L., Lauciani V., Pintore S., Baccheschi P., Margheriti L., Mazza S. and Selvaggi G. (2009). *Integrating data from temporary networks into INGV Data archive*, FIRST ANNUAL MEETING, DPC-INGV Seismological Projects. Rome, 19-21 October 2009.
- Margheriti L., D’Anna G., Selvaggi G., Patané D., Moretti M., Govoni A., (2008a). *Alla ricerca di nuovi dati sulla relazione tra subduzione e cinematica crostale nell’arco Calabro-Peloritano*. Capitolo del volume “Il terremoto e il maremoto del 28 dicembre 1908” Editors: Bertolaso G., Boschi E., Valensise G., Guidoboni E.. Dec-2008 Publisher: SGA.
- Margheriti, L. and Messina 1908-2008 team (2008b). *Understanding crust dynamics and subduction in southern Italy*, Eos Trans. AGU, 89(25), 225-226.
- Mele F., Castello B., Marchetti M., Marocci C., Moro R. e Ripsosati D. (2007). *ISIDE, Italian Seismological Instrumental and parametric Data-basE una pagina web per interrogare il Bollettino Sismico Italiano*. 26° Convegno Nazionale GNGTS - Roma 13-15 Novembre 2007.
- Moretti M., A. Govoni L. Abruzzese, G. Aiesi, P. Baccheschi, F. Criscuoli, G. D’Anna, R. D’Anna, G. De Luca, D. Franceschi, L. Giovani, F.P. Lucente, L. Zuccarello, A.G. Mandiello, A. Basili, A. Bono, C. Castellano, F. Criscuoli, S. Mazza, O. Torrisi (2008). *“Messina 1908-2008” Progetto Di Ricerca Integrato Sull’area Calabro - Peloritana: La Campagna Sismica*, Convegno 1908 - 2008 Scienza e Società a 100 anni dal grande Terremoto, 10-12 Dicembre 2008, Reggio Calabria.
- Moretti, M., A. Govoni, G. Colasanti, M. Silvestri, E. Giandomenico, S. Silvestri, F. Criscuoli, L. Giovani, A. Basili, C. Chiarabba, e A. Delladio (2010). *La Rete Sismica Mobile del Centro Nazionale Terremoti*. Rapporti Tecnici INGV, n° 137.
- Moretti M., Govoni A., Mangano G., D’Anna G., Mandiello A.G., Margheriti L., Mazza S., Patané, D., Selvaggi, G. and “Messina 1908 – 2008” Working Group (2009). *RU03 | WP 2.1-2.2 Deployment of an on-land, off-shore seismic network to build up an integrated seismic data archive*, FIRST ANNUAL MEETING, DPC-INGV Seismological Projects. Rome, 19-21 October 2009.
- Moretti M., Govoni A., Margheriti L., Mandiello A.G., Pintore S., Di Stefano R., Chiaraluce L., Baccheschi P., Lauciani V., Marocci C. and Mazza S. (2010b). *Integrated SEED data archive for temporary seismic experiments*. MEETING FINAL, DPC-INGV Seismological Projects. Rome, 30 June – 2 July 2010.
- Pino, N. A., Giardini D. and Boschi E. (2000). *The December 28, 1908, Messina Straits, southern Italy, earthquake: Waveform modeling of regional seismograms*. J. Geophys. Res., 105, 25,473– 25,492.
- Schorlemmer, D., F. Mele, and W. Marzocchi (2009). *A completeness analysis of the National Seismic Network of Italy*, J. Geophys. Res., 115, B04308, doi:10.1029/2008JB006097.
- Valensise, G., and Pantosti D. (2001). *The investigation of potential earthquake sources in peninsular Italy: a review*. J. Seismol., 5, 287-306.

allegato A

schede stazioni

Mappa totale delle stazioni



SCHEDE STAZIONI

MESSINA1908_2008

ME01
MISTRETTA (ME)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	18/10/2007
OUT	03/02/2009
LAT	N 37.932919
LOK	E 14.361088
ALT	944M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK130-1
SENSORE	LE-3D/5S
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLO SOLARE DA 50W
BATTERIA	40AH



Con l'installazione della stazione sismometrica ME01 in località Mistretta (ME) il 18 ottobre 2007, ha avuto inizio l'esperimento "Messina1908-2008".

ME01 è la più occidentale della rete sismica temporanea ed è stata installata grazie all'ospitalità e alla collaborazione del comune di Mistretta che ha fornito un buon sito in *open field*.

Il sensore è stato cementato su roccia.

La stazione ha un periodo di interruzione nell'acquisizione dati dal 1 settembre al 10 ottobre 2008 per un atto vandalico (indicato come "Furto" in *Figura 9* al *Paragrafo 4.2*). La strumentazione è stata presto ritrovata, ad eccezione delle CF, e il sito tempestivamente ripristinato (10 ottobre 2008).

Il sito è stato registrato presso l'ISC come Rete Permanente IV, con sigla internazionale **ME01** e codice sensore **EH**.



Ringraziamo il Sindaco e l'ufficio tecnico del comune di Mistretta per l'ospitalità e la collaborazione.



CARTA D'IDENTITÀ

IN	19/10/2007
OUT	03/02/2009
LAT	N 38.033211
LON	E 14.590067
ALT	677M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130-1
SENSORE	LE-3D/5S
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLO SOLARE DA 50W
BATTERIA	40AH



La stazione sismometrica ME02 è stata installata in prossimità di San Fratello (ME) all'interno di una proprietà privata in *open field*.

Il sensore è stato cementato su roccia.

La stazione ha due periodi di interruzione nell'acquisizione dati: dal 13 maggio all'8 agosto del 2008 per problemi di *hardware* (indicato come "Rottura HD" in *Figura 9* al *Paragrafo 4.2*) e dal 2 novembre al 9 dicembre 2009 per un problema di incompatibilità tra le CF a nostra disposizione e i 130 (indicato come "FAT error" in *Figura 9* al *Paragrafo 4.2*).

Il sito è stato proposto per l'installazione di una stazione permanente della RSN.

Il sito è stato registrato presso l'ISC come Rete Permanente IV, con sigla internazionale **ME02** e codice sensore **EH**.



Ringraziamo l'ufficio tecnico del comune di San Fratello per la disponibilità e la collaborazione e il proprietario del terreno per la sua ospitalità.

ME03
PALMI (RC)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	20/10/2007
OUT	05 /02/2009
LAT	N 38.330135
Lon	E 15.837419
ALT	567M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130-1
SENSORE	LE-3D/5S
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLO SOLARE DA 65W
BATTERIA	40AH



La stazione sismometrica ME03 è stata installata in Calabria in prossimità della cittadina di Palmi (RC) all'interno di una proprietà privata in *open field*.

Il sensore è stato cementato su roccia.

ME03 ha due periodi di interruzione nell'acquisizione dati: dal 31 luglio al 3 novembre 2008 a causa di un baco del *firmware* del GPS (indicato come "baco GPS" in *Figura 9* al *Paragrafo 4.2*) e dal 3 novembre al 9 dicembre 2008 per un problema di incompatibilità tra le CF a nostra disposizione e i 130 (indicato come "FAT error" in *Figura 9* al *Paragrafo 4.2*).

Il sito è stato registrato presso l'ISC come Rete Permanente **IV**, con sigla internazionale **ME03** e codice sensore **EH**.



Ringraziamo il proprietario del terreno per la collaborazione e l'ospitalità.

ME04
BROGNATURO (RC)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	21/10/2007
OUT	29 /06/2008
LAT	N 38.592850
LON	E 16.357622
ALT	907M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130-1
SENSORE	LE-3D/5S
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLO SOLARE DA 65W
BATTERIA	40AH



ME04, installata a circa 2 km da Brognaturo (VV), è la stazione sismometrica più nord-orientale della rete temporanea "Messina 1908-2008". Rispetto alla media generale (circa 25 km) la sua distanza dalle altre stazioni è maggiore, ma particolarmente difficile è stato reperire un sito migliore ad una distanza minore.

Considerando la finalità dell'esperienza e dopo le prime analisi dati, si è deciso di disinstallare la strumentazione a soli 7 mesi dalla sua attivazione.

Il sensore è stato sotterrato.

Non ci sono interruzioni nell'acquisizione dei dati.

Il sito è stato registrato presso l'ISC come Rete Permanente IV, con sigla internazionale ME04 e codice sensore EH.



SCHEDE STAZIONI

MESSINA1908_2008

ME05
DIGA DEL MENTA (RC)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	22/10/2007
OUT	31/01/2010
LAT	N 38.124279
LO	E 15.899861
ALT	1458M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130-1
SENSORE	LE-3D/5S
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	ALIMENTATORE
BATTERIA	40AH



ME05, in pieno parco dell'Aspromonte, si è dimostrato essere un sito particolarmente strategico nello sviluppo della geometria della rete temporanea. La vegetazione molto ricca e varia avrebbe reso molto difficile la ricerca di un buon sito alternativo. La strumentazione è stata installata accanto alla centralina meteorologica della diga. Il sensore è stato posato all'interno di un pozzetto mentre come alimentazione è stato usato l'impianto elettrico esistente.

ME05 ha avuto due periodi di interruzione nell'acquisizione dei dati: dal 31 luglio al 3 novembre 2008 a causa di un baco del *firmware* del GPS (indicato come "baco GPS" in Figura 9 al Paragrafo 4.2) e dal 3 novembre al 9 dicembre 2008 per un problema di incompatibilità tra le CF a nostra disposizione e i 130 (indicato come "FAT error" in Figura 9 al Paragrafo 4.2).

Il sito è stato registrato presso l'ISC come Rete Permanente IV, con sigla internazionale ME05 e codice sensore EH.



Ringraziamo l'Ing. Iriti e tutto il personale della Diga del Menta per la collaborazione e la disponibilità dataci.

ME06
ANTENNA A MARE (ME)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	15/11/2007
OUT	15/04/2008
LAT	N 38.159470
LON	E 15.46472
ALT	1130M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130-1
SENSORE	LE-3DLITE
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLO SOLARE DA 50W
BATTERIA	40AH



ME06 ad Antenna a Mare è stato un sito particolarmente sfortunato. Ospitato all'interno di una struttura militare ha avuto diversi problemi con la ricezione del GPS legati delle interferenze elettromagnetiche degli apparati presenti. A luglio 2008 si è deciso di spostare la stazione (da ME06 a ME16) ma di tale nuovo sito non si hanno dati perché la strumentazione è andata completamente carbonizzata a causa di uno dei tanti incendi che durante l'estate 2008 hanno interessato la Sicilia e la Calabria. Nelle foto la documentazione di ciò che è rimasto della strumentazione.

Il sensore della ME06 è stato sistemato all'interno di un casotto.

I dati a nostra disposizione arrivano fino al 15 aprile 2008.

Essendo il sito già registrato presso l'ISC come ATN, ME06 ha adottato tale sigla internazionale ed è stata distinta dalla permanente tramite il *location code* (01). Il suo codice sensore è EH e la Rete Permanente IV.

Ringraziamo il personale della caserma della Aeronautica Militare di Antenna A Mare per l'ospitalità e la collaborazione.



ME07
CASTELL'UMBERTO (ME)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	22/11/2007
OUT	11/05/2008
LAT	N 38.081280
LON	E 14.811569
ALT	739M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130-1
SENSORE	LE-3D/5S
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLO SOLARE DA 50W
BATTERIA	40AH



Nonostante fosse posizionata all'interno di una proprietà privata, la stazione sismometrica ME07 installata nei pressi dell'abitato di Castell'Umberto (ME) è stata trafugata dopo circa 6 mesi dalla sua installazione.

Posizionata in *open field*, il sensore era cementato su roccia.

La mole dei dati acquisiti da ME07 sono di conseguenza di modesta entità nel bilancio dell'esperimento anche perché la stazione nel breve periodo di funzionamento, ha avuto anche notevoli problemi di alimentazione.

Maggiori dettagli del funzionamento della strumentazione in *Figura 9 al Paragrafo 4.2.*

Il sito è stato registrato presso l'ISC come Rete Permanente **IV**, con sigla internazionale **ME07** e codice sensore **EH**.



Ringraziamo il proprietario del terreno per la collaborazione e l'ospitalità.

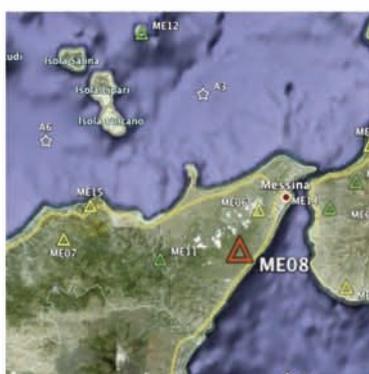
ME08
MALI (ME)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	20/10/2007
OUT	23 /04/2009
LAT	N 38.053000
LON	E 15.400000
ALT	1005M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130-1
SENSORE	LE-3D/5S
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLO SOLARE DA 65W
BATTERIA	80AH



La stazione ME08 è stata installata all'interno nel pozzetto che ospita la stazione analogica MALI della rete sismica permanente della Sezione di Catania.

ME08 ha avuto due periodi di interruzione nell'acquisizione dei dati: dal 15 aprile al 29 giugno 2008 per problemi di *hardware* (indicato come "Rotura HD" in *Figura 9* al *Paragrafo 4.2*) e dal 1 novembre al 9 dicembre 2008 per un problema di incompatibilità tra le CF a nostra disposizione e i 130 (indicato come "FAT error" in *Figura 9* al *Paragrafo 4.2*).

La strumentazione è stata disinstallata il 23 aprile 2009 a causa di lavori di manutenzione nel pozzetto.

Essendo il sito già registrato presso l'ISC come **MALI**,

ME08 ha adottato tale sigla internazionale ed è stata distinta dalla permanente tramite il *location code* (01). Il suo codice sensore è **EH** e la Rete Permanente **IV**.



ME09

PENTIDATTILO (RC)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	28/06/2008
OUT	31/01/2010
LAT	N 37.952396
LON	E 15.756405
ALT	244M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130-1
SENSORE	LE-3D/5S
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	ALIMENTATORE
BATTERIA	40AH



ME09 è stata l'ultima stazione installata dell'esperimento "Messina 1908-2008".

Ospitata all'interno di un locale di servizio dell'anfiteatro di Pentidattilo, ME09 è la più meridionale dell'area calabrese e si è dimostrata strategica per la geometria della rete temporanea.

Come impianto di alimentazione è stata utilizzata la corrente continua dell'abitazione ospite.

Ci sono diverse interruzioni nell'acquisizione dei dati a causa di distacchi della corrente e dal 2 novembre al 9 dicembre 2008 per un problema di incompatibilità tra le CF a nostra disposizione e i 130 (indicato come "FAT error" in Figura 9 al Paragrafo 4.2).

La stazione è stata registrata come Rete Permanente IV, con sigla interazionale ME09 e codice sensore EH.



Ringraziamo il comune di Melito Porto Salvo, di cui Pentidattilo è una frazione, per l'ospitalità e la collaborazione.

SCHEDE STAZIONI

MESSINA1908_2008

ME10
CITTANOVA (RC)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	21/11/2007
OUT	05/02/2009
LAT	N 38.302914
LON	E 16.195333
ALT	728M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130-1
SENSORE	LE-3D/5S
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLO SOLARE DA 50W
BATTERIA	40AH



La stazione ME10 è stata installata all'interno di una cava dismessa nei pressi di Cittanova (RC).

Il sensore è stato cementato su roccia.

ME10 ha due periodi di interruzione nell'acquisizione dei dati: dal 31 luglio al 17 ottobre 2008 a causa di un baco del *firmware* del GPS (indicato come "baco GPS" in *Figura 9* al *Paragrafo 4.2*) e dal 17 ottobre al 9 dicembre 2008 per un problema di incompatibilità tra le CF a nostra disposizione e i 130 (indicato come "FAT error" in *Figura 9* al *Paragrafo 4.2*).

Il sito è stato registrato presso l'ISC come Rete Permanente IV, con sigla internazionale ME10 e codice sensore EH.



Ringraziamo il proprietario della cava per la collaborazione e l'ospitalità.

ME11
NOVARA DI SICILIA (ME)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	15/11/2007
OUT	28/08/2009
LAT	N 38.027800
LOK	E 15.136700
ALT	775M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	TAURUS
SENSORE	LE-3D/20S
GPS	TAURUS
ALIMENTAZIONE	PANNELLO SOLARE DA 100W
BATTERIA	100AH



ME11 è stata installata all'interno del pozzetto della stazione permanente di tipo analogica.

Il sensore *Lennartz* LE 3D/20s è stato alloggiato nel vano sotto la botola in legno.

L'alimentazione è fornita da una batteria Braga Moro 100Ah con regolatore di carica Steca da 30A e due pannelli solari da 50 W.

I dati, storiati su CF da 4 GByte dalla *Taurus* settata in *Buffer mode*, hanno un passo di campionamento pari a 100 sps.

La stazione è stata rimossa il 28 agosto 2008 per lavori di manutenzione al pozzetto.

Al suo posto è stata installata una stazione permanente (sigla NOV) in trasmissione continua tramite sistema *Nanometrics*.

Essendo il sito già registrato presso l'ISC come NOV, ME11 ha adottato tale sigla internazionale ed è stata distinta dalla permanente tramite il *location code* (01). Il suo codice sensore è HH e la Rete Permanente IV.



SCHEDE STAZIONI

MESSINA1908_2008

ME12
PANAREA (ME)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	06/11/2007
OUT	31/01/2010
LAT	N 38.631500
LON	15.07000
ALT	120M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	TAURUS
SENSORE	LE-3D/20S
GPS	TAURUS
ALIMENTAZIONE	PANNELLO SOLARE DA 20W
BATTERIA	12AH



La stazione ME12 è stata installata in *open field* nell'isola di Panarea (ME).

L'alimentazione è fornita da un pannello fotovoltaico della Eurosolare da 20W con batteria tampone da 12 V - 12 Ah.

L'acquisizione dei dati, su HD da 40 GB con passo di campionamento pari a 100 sps, risulta particolarmente discontinua soprattutto nella seconda parte dell'esperimento (*Figura 9* al *Paragrafo 4.2*) per cause ancora da accertare.

Il sito è stato registrato presso l'ISC come Rete Permanente **IV**, con sigla internazionale **ME12** e codice sensore **HH**.



ME13

SCILLA (RC)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	08/11/2007
OUT	17/12/2007
LAT	N 38.232000
LON	E 15.790000
ALT	835M

STRUMENTAZIONE

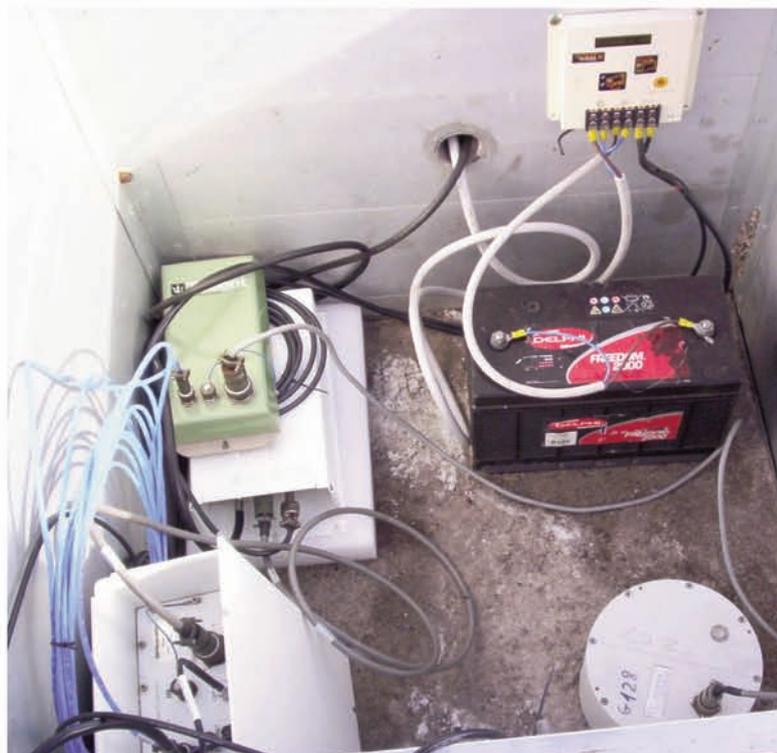
ACQUISITORE	TAURUS
SENSORE	LE-3D/20S
GPS	TAURUS
ALIMENTAZIONE	PANNELLO SOLARE DA 100W
BATTERIA	100AH



ME13 ha acquisito un solo mese in attesa dell'installazione della stazione permanente avvenuta il 20 dicembre 2007.

Il sito attualmente ospita la stazione MSCL in trasmissione continua tramite sistema *Nano-metrics* prima di competenza della Sezione di Catania e poi dall'11 giugno 2009 del CNT.

Essendo il sito già registrato presso l'ISC come **MSCL**, ME13 ha adottato tale sigla internazionale ed è stata distinta dalla permanente tramite il *location code* (01). Il suo codice sensore è **HH** e la Rete Permanente **IV**.



SCHEDE STAZIONI

MESSINA1908_2008

ME14
REGGIO CALABRIA (RC)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	08/11/2007
OUT	10/06/2009
LAT	N 38.162000
LON	E 15.703000
ALT	500M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	TAURUS
SENSORE	LE-3D/20S
GPS	TAURUS
ALIMENTAZIONE	PANNELLO SOLARE DA 20W
BATTERIA	12AH



La stazione ME14 è stata installata all'interno di un pozzetto di un sito permanente di prossima installazione.

Nell'acquisizione dati non ci sono interruzioni.

Essendo il sito già registrato presso l'ISC come **MRCB**, ME14 ha adottato tale sigla internazionale ed è stata distinta dalla permanente tramite il *location code* (01). Il suo codice sensore è **HH** e la Rete Permanente **IV**.



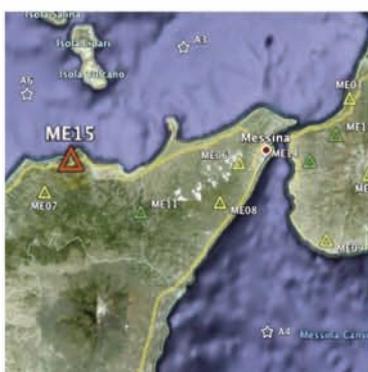
ME15
GIOIOSA MAREA (ME)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	13/05/2008
OUT	31/01/2010
LAT	N 38.170807
LON	E 14.898788
ALT	116M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130-1
SENSORE	TRILLIUM 40S
GPS	REF TEK
ALIMENTAZIONE	PANNELLO SOLARE DA 50W
BATTERIA	40AH



ME15 installata a Gioiosa Marea (ME) in *open field* è l'unica stazione con sensore a larga banda (*Trillium 40 s*).

ME15 ha un periodo di interruzione nell'acquisizione dei dati dal 2 novembre al 9 dicembre 2008 per un problema di incompatibilità tra le CF a nostra disposizione e i 130 (indicato come "FAT error" in *Figura 9* al *Paragrafo 4.2*).

Il sito è stato registrato presso l'ISC come Rete permanente **IV**, con sigla internazionale **ME15** e codice sensore **HH**.



Ringraziamo il proprietario del terreno per la collaborazione e l'ospitalità.

allegato B

specifiche tecniche

dei sensori

Lennartz LE-3D/5s



Diametro	195 mm
Altezza	165 mm
Peso	6.5 kg

ALIMENTAZIONE	
Tensione di alimentazione	10 - 16 V
Consumi	0.12 W
PRESTAZIONI	
Temperatura operativa	-15 a +60 °C
<i>Eigenfrequency</i>	0.2 Hz
<i>Upper corner frequency</i>	>40 Hz
RMS del rumore a1Hz	<1 nm/s
<i>Dynamic range (tipico)</i>	140 dB
Poli	3 poli: -0.888 / +0.888j -0.888 / -0.888j -0.220 / 0.000j
Zeri	Triplo zero all'origine
Fattore di normalizzazione	-
Frequenza di normalizzazione	-

Lennartz LE-3D/20s:



Diametro	195 mm
Altezza	165 mm
Peso	6.5 kg

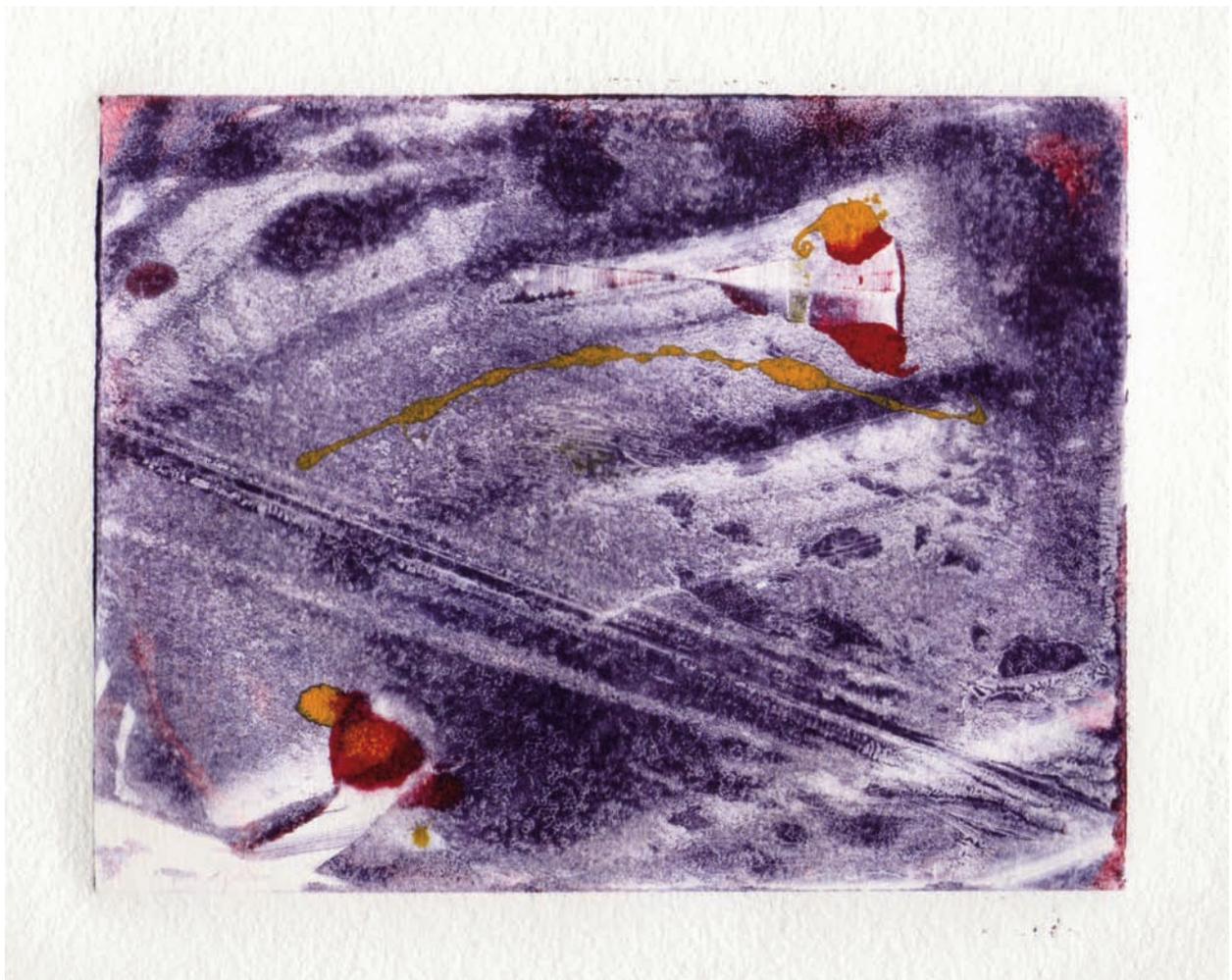
ALIMENTAZIONE	
Tensione di alimentazione	10 - 16 V
Consumi	0.6 W
PRESTAZIONI	
Temperatura operativa	-15 a +60 °C
<i>Eigenfrequency</i>	0.05 Hz
<i>Upper corner frequency</i>	>40 Hz
RMS del rumore a1Hz	<2 nm/s
<i>Dynamic range (tipico)</i>	136 dB
Poli	3 poli: -0.22 / +0.235j -0.22 / -0.235j -0.23 / 0.000j
Zeri	Tripla zero all'origine
Fattore di normalizzazione	-
Frequenza di normalizzazione	-

Nanometrics Trillium 40s



Diametro	220 mm
Altezza	205 mm
Peso	11 kg

ALIMENTAZIONE	
Tensione di alimentazione	9-36 VDC
Consumi	0.6 W
PRESTAZIONI	
Temperatura operativa	1500 V/m/s
Eigenfrequency	-20 a +50 °C
Upper corner frequency	0.025 Hz
RMS del rumore a1Hz	85.5 Hz
Dynamic range (tipico)	-
Poli	-
Zeri	4 poli: -0.1103 ±0.1110i -86.3 -241 ±178i -535 ±719i
Fattore di normalizzazione	0 0 -68.8 -323 -2530
Frequenza di normalizzazione	1.104 x 10 ⁵ (rad/s) ²



Percorsi | monotipo | 11 x 14.5cm su 20 x 30cm | 2009
Daniela Troina Magrì | www.danielatroina.it



Progetto di ricerca Centro Nazionale Terremoti "Messina 1908-2008"
Progetto sismologico S5 Test sites della Convenzione DPC-INGV 2007-2009

Indice

Introduzione	4
1. Obiettivi scientifici del progetto di Ricerca “Messina 1908–2008”	5
2. Le reti sismiche permanenti	5
2.1 La Rete Sismica Nazionale	5
2.2 La rete euro-mediterranea MedNet	7
2.3 La Rete Sismica Permanente della Sicilia Orientale	7
3. Le reti sismiche temporanee	9
4. L’esperimento “Messina 1908–2008”	9
4.1 La strumentazione	13
4.2 Il funzionamento delle stazioni	15
5. L’archivio delle forme d’onda	16
6. Procedure per l’analisi dati	18
6.1 Sismicità registrata e localizzata dalla RSN	21
Ringraziamenti	23
Bibliografia	24
Allegato A: Schede stazioni	25
Scheda 1 ME01 – Mistretta	27
Scheda 2 ME02 – San Fratello	28
Scheda 3 ME03 – Palmi	29
Scheda 4 ME04 – Brognaturo	30
Scheda 5 ME05 – Diga del Menta	31
Scheda 6 ME06 – Antenna A Mare	32
Scheda 7 ME07 – Castell’Umberto	33
Scheda 8 ME08 – Mali	34
Scheda 9 ME09 – Pentidattilo	35
Scheda 10 ME10 – Cittanova	36
Scheda 11 ME11 – Novara di Sicilia	37
Scheda 12 ME12 – Panarea	38
Scheda 13 ME13 – Scilla	39
Scheda 14 ME14 – Reggio Calabria	40
Scheda 15 ME15 – Gioiosa Marea	41
Allegato B: Specifiche tecniche dei sensori	43
Lennartz LE-3D/5s	44
Lennartz LE-3D/20s	45
Nanometrics Trillium 40s	46

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