



Ricerca di Sistema elettrico

Studio della sismicità naturale dell'area del bacino del Sulcis

A. Plaisant, A. Testa
M. Anselmi, M. Pastori, D. Piccinini, P. De Gori,
M. Buttinelli, G. Colasanti, C. Chiarabba

STUDIO DELLA SISMICITÀ NATURALE DELL'AREA DEL BACINO DEL SULCIS

A. Plaisant, A. Testa (Sotacarbo)

M. Anselmi, M. Pastori, D. Piccinini, P. De Gori, M. Buttinelli, G. Colasanti, C. Chiarabba (INGV)

Settembre 2015

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2014

Area: Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente

Progetto: B.2 Cattura e sequestro della CO₂ prodotta da combustibili fossili

Obiettivo: Studi sull'utilizzo pulito di combustibili fossili, cattura e sequestro della CO₂

Responsabile del Progetto: ing. Stefano Giammartini, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione "Studi sull'utilizzo pulito di combustibili fossili, cattura e sequestro della CO₂"

Responsabile scientifico ENEA: ing. Paolo Deiana

Responsabile scientifico Sotacarbo: ing. Enrico Maggio

Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE AL PROGETTO.....	5
2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI	5
2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	5
2.2 SISMICITÀ STRUMENTALE E STORICA DELL'AREA	11
2.3 CAMPAGNA DI ACQUISIZIONE DI DATI SISMICI	14
2.4 ANALISI DI RUMORE SISMICO AMBIENTALE ALLE SINGOLE STAZIONI	16
2.5 VALUTAZIONE DELLA SENSIBILITÀ DELLA RETE DA RUMORE SISMICO AMBIENTALE.....	17
2.6 RISULTATI DELLA CAMPAGNA DI ACQUISIZIONE DEI DATI	19
2.6.1 <i>Analisi di triggering, pickinged operazioni di riconoscimento degli eventi</i>	19
2.6.2 <i>Risultati dell'analisi manuale e della localizzazione</i>	21
2.6.3 <i>Calcolo delle magnitudo</i>	22
2.7 REGISTRAZIONE DI EVENTI REGIONALI E TELESISMICI	23
3 CONCLUSIONI.....	25
RINGRAZIAMENTI	26
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	27
ALLEGATO 1.....	29
ALLEGATO 2.....	50

Sommario

Il presente lavoro si inserisce nell'ambito dell'Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico, Piano Annuale di Realizzazione 2014, relativamente al tema di ricerca B.2 "Cattura e sequestro della CO₂ prodotta da combustibili fossili" e riguarda le attività c.4 "Studio della sismicità naturale dell'area del bacino del Sulcis". Il documento descrive lo studio della sismicità di fondo (o di background) dell'area ricadente all'interno del permesso di ricerca Monte Ulmus, e oltre. Per tale studio è stata progettata e realizzata una rete sismica temporanea. Le attività di progettazione e installazione della rete sono iniziate nel luglio del 2014 e sono terminate nell'agosto 2015. L'attuale assetto della rete sismica, composta di 10 stazioni temporanee, è stato ottenuto in diverse fasi di installazione, con variazioni di posizione di alcune stazioni dovute ad esigenze tecniche e tecnico-logistiche. La rete sismica ha acquisito dati per un lasso di tempo di circa un anno, consentendo di individuare pochi eventi sismici di bassa magnitudo. Lo studio del rumore di fondo ha consentito inoltre di validare la bontà della locazione delle stazioni e di definire anche la baseline degli eventi sismici nell'area di indagine

1 Introduzione al progetto

L'area del Sulcis ospita quello che viene considerato il bacino carbonifero più grande esistente sul territorio italiano. Esso, seppur in maniera discontinua, è stato sfruttato sin dalla fine del '800 fino ai primi anni '70, con un picco di produzione massima durante il ventennio fascista, che decantava il carbone sulcitano come importantissima risorsa autarchica, sebbene fosse di scarsa qualità a causa dell'elevato contenuto di zolfo. Dei primi anni '30 è anche la fondazione della città di Carbonia, localizzata nei pressi dell'antico centro di Serbariu e nata con lo scopo principale di dominare e servire il centro minerario.

Il bacino del Sulcis è stato scelto come test-site per un progetto pilota di stoccaggio geologico di anidride carbonica; l'obiettivo principale è quello dell'immagazzinamento all'interno dell'acquifero salino posto stratigraficamente al di sotto dei livelli carboniferi. Allo stato attuale si sta procedendo alla caratterizzazione geologica, strutturale e geochimica dell'area, per definire le caratteristiche del Bacino. Nel caso si riscontrassero condizioni favorevoli, si procederà successivamente a test di iniezione per la valutazione della fattibilità dello stoccaggio geologico.

Il progetto è finanziato dal Ministero dello Sviluppo Economico e dalla Regione Autonoma della Sardegna e viene diretto e coordinato dalla società SOTACARBO S.p.A. (Società di Tecnologia Avanzate per il CARBOne). La SOTACARBO S.p.A. si occupa dello sviluppo e del miglioramento di tecnologie legate al "Carbone Pulito" ovvero di tecnologie dedicate alla cattura dell'anidride carbonica prodotta dalla combustione (allo scopo di produrre energia elettrica) di carbone e biomasse e al successivo stoccaggio geologico controllato.

Nell'ambito di questo progetto e relativamente agli studi di fattibilità tecnica e geologica, l'obiettivo affidato ad INGV è quello della definizione della baseline sismica dell'area di studio. Nei successivi paragrafi saranno descritte tutte le attività di campagna e le prime elaborazioni dei dati raccolti nell'ambito dell'esperimento di sismica passiva relativo al progetto.

2 Descrizione delle attività svolte e risultati

2.1 Inquadramento geologico-strutturale

Il bacino carbonifero del Sulcis occupa un'area della Sardegna Sud-Occidentale che si sviluppa con andamento pressoché meridiano fra l'insenatura di Fontanamare a Nord ed il Golfo di Palmas a Sud; verso Est il limite del Bacino è dato dagli affioramenti Paleozoici, mentre ad Ovest è costituito dalla linea di costa (Figura 1.1).

Nell'area in esame sono presenti (seppur non affioranti) le seguenti unità litologiche principali (dal basso verso l'alto, Figura 1.2):

- Basamento cristallino Paleozoico;
- Formazione del Miliolitico;
- Complesso del Produttivo;
- Formazione del Cixerri;
- Complesso Vulcanico Calcalino Oligo – Miocenico;
- Copertura sedimentaria Quaternaria.

Dal punto di vista strutturale, l'area risulta interessata da una serie di fratture a carattere regionale con direzione prevalente NO-SE, NE-SO e subordinatamente E-O (Valera, 1966; Diana G.F., 1985) ricollegabili agli eventi tettonici che hanno interessato la Sardegna meridionale a partire dal Miocene e fino al Quaternario.

Tali linee strutturali, possono rappresentare delle zone di debolezza che potrebbero dare luogo a fenomeni di infiltrazione, risalita e/o migrazione di fluidi.

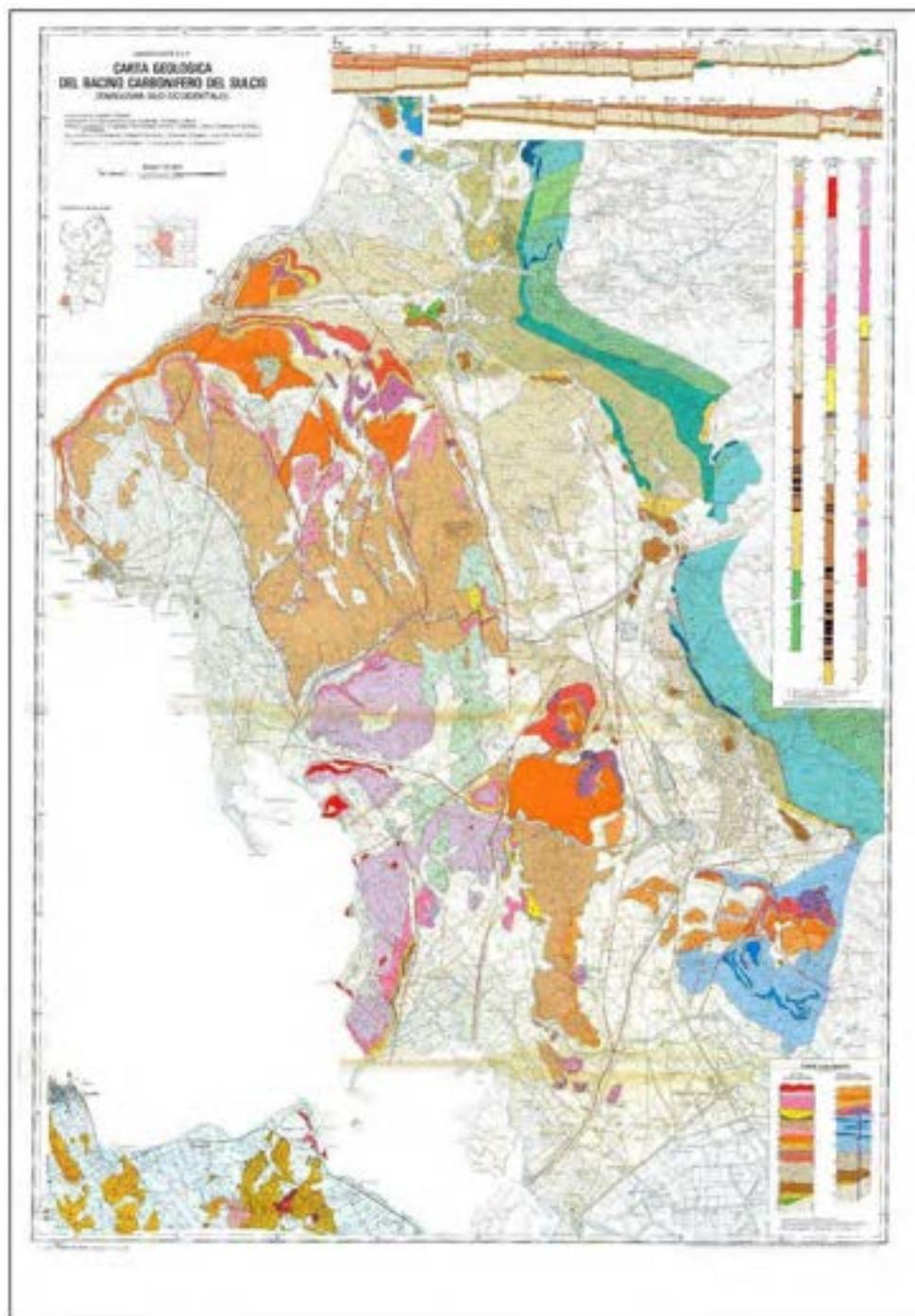


Figura 1.1 - Cartografia geologica dell'area del Bacino Carbonifero del Sulcis (Assorgia et al. 1993; Carbosulcis, 1990; Tocco et al., 2008).

Schema stratigrafico del Bacino carbonifero del Sulcis

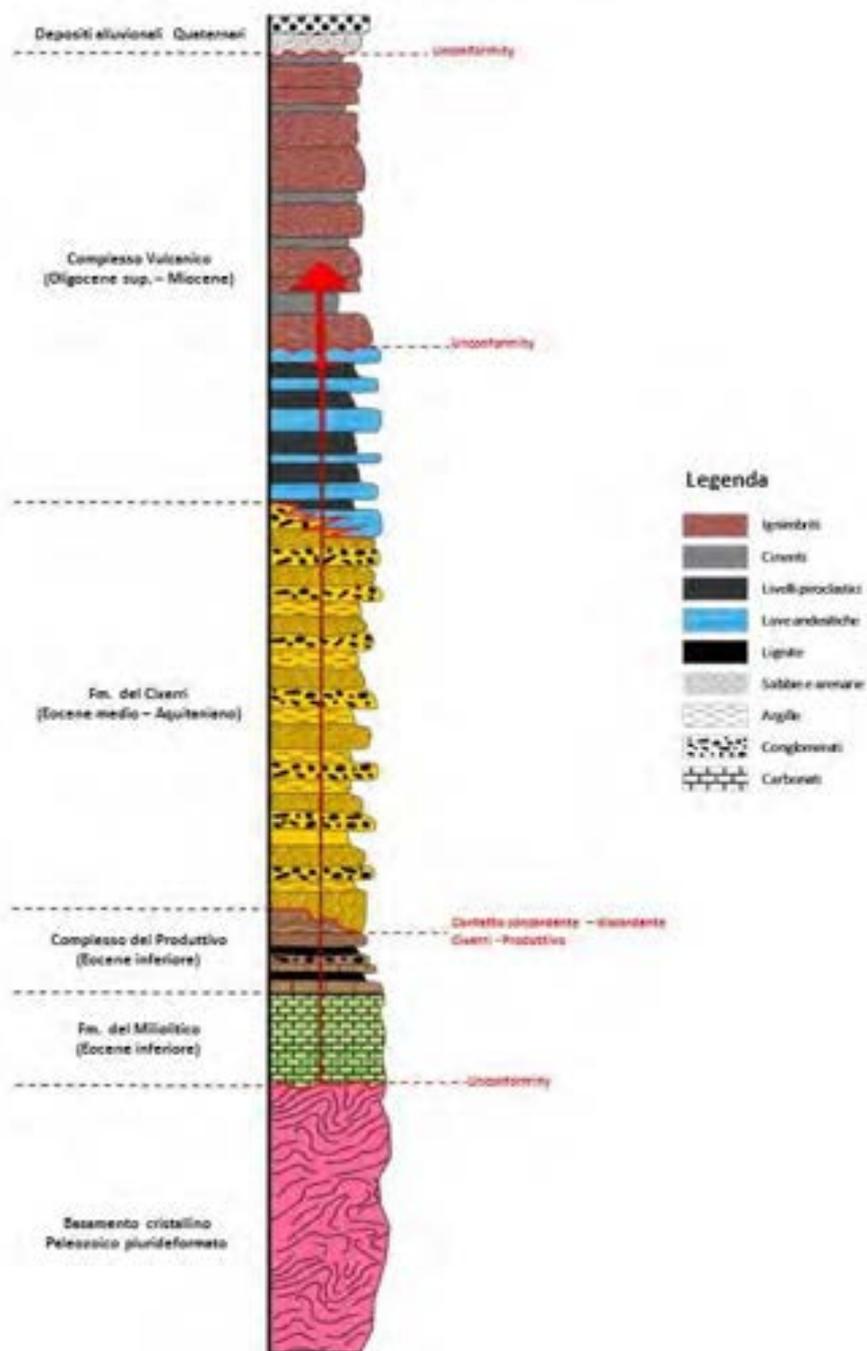


Figura 1.2 - Stratigrafia sintetica del Bacino Carbonifero del Sulcis.

Grazie alla presenza di importanti giacimenti minerali nella parte continentale della regione (miniere di carbone e manganese) è stato possibile ricostruire, a partire dal Paleozoico, la sequenza stratigrafica completa dell'area (Del Vecchio, 1992; Morra et al. 1994; Lecca et al. 1997; Carosi et al. 1998; Barca e Costamagna, 1997; 2000):

- Formazioni Paleozoiche;
- Formazioni Mesozoiche;
- Formazioni Cenozoiche sedimentarie;

- Vulcanismo calcalkalino tardo Eocenico-medio Miocenico della regione del Sulcis;
- Vulcanismo alcalino Tardo Miocenico-Quaternario;
- Depositi sedimentari Quaternari.

Le Formazioni Paleozoiche sono costituite da metamorfiti di bassissimo grado, spesso fossilifere, di età compresa fra il pre-Cambriano ed il Siluriano (Carmignani et al., 1982; 1994; Carosi et al., 1998; Ribecai et al., 2005; Figura 1.3). Tale complesso è costituito da tre formazioni principali: la “Formazione Bithia”, i micascisti del Monte Settiballas e gli gneiss del Monte Filau.

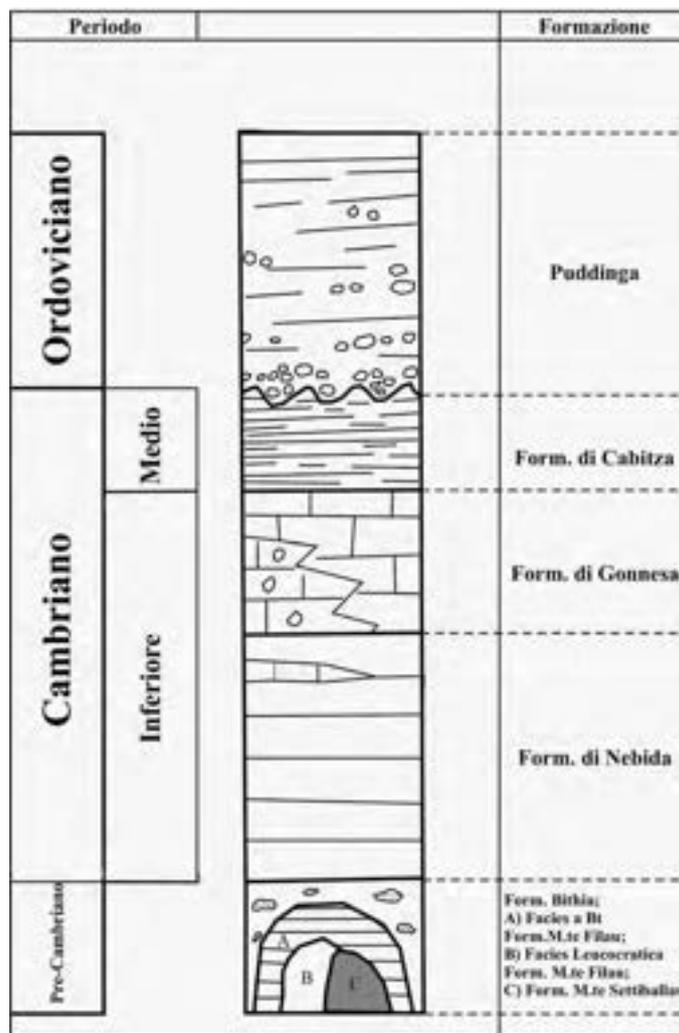


Figura 1.3 – Schema stratigrafico delle formazioni paleozoiche della regione del Sulcis (Ribecai et al., 2005).

Questi prodotti rappresentano le rocce di ambiente più profondo tra quelle affioranti nelle regioni del Sulcis e dell'Iglesiente. La “Formazione Bithia” è costituita da metasedimenti di età sconosciuta, stratigraficamente poste a letto delle sequenze metasedimentarie dell'Iglesiente (più precisamente, a letto della “Formazione di Nebida”, di età Cambriana; Carmignani et al. 1982; Carosi et al. 1998). Gli gneiss del Monte Filau derivano da un granitoide Ordoviciano intruso nei micascisti del Monte Settiballas e vengono suddivisi in due facies: una leucocratica, affiorante parzialmente nel nucleo, nelle zone bordiere e nei dicchi, ed una a biotite, affiorante nel resto del corpo granitoide (Carmignani et al. 1982; Carosi et al., 1998). I Micascisti del Monte Settiballas sono rappresentati da depositi lentiformi interni agli gneiss, interpretati come facenti parte del basamento Precambriano (Carmignani et al., 1982; Carosi et al., 1998).

Le sequenze Mesozoiche della regione del Sulcis affiorano esclusivamente nelle aree di Porto Pino e sull'Isola di S. Antioco (Barca e Costamagna, 1997; Figura 1.4). Esse sono rappresentate da due unità tettoniche principali, chiamate rispettivamente "Unità Cala Su Trigu" e "Unità Guardia Sa Perda".

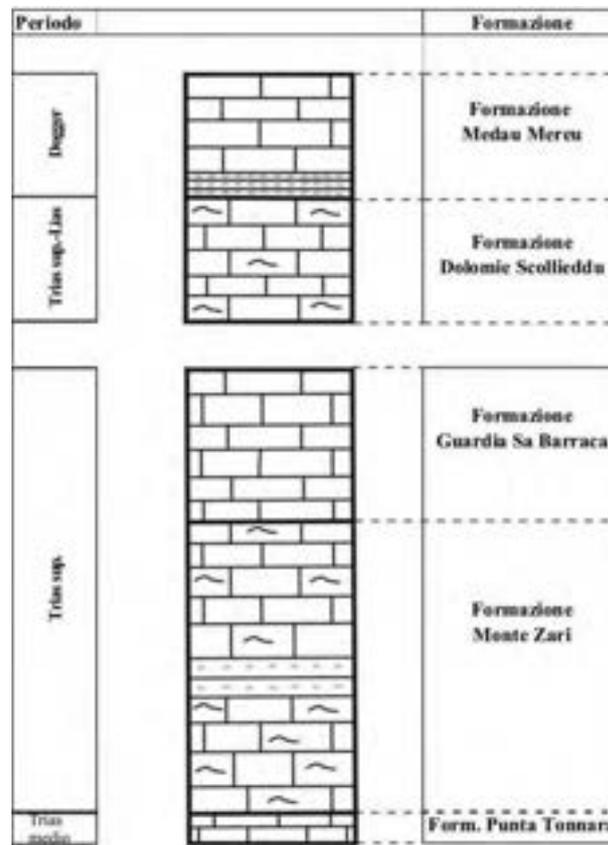


Figura 1.4 – Schema stratigrafico delle formazioni Mesozoiche della regione del Sulcis (Barca e Costamagna, 1997).

La sequenza Mesozoica dell'Unità "Cala Su Trigu" (Triassico superiore-Dogger inferiore) è costituita, dal basso verso l'alto, da due formazioni: a) Formazione delle "dolomie Scollieddu" (Barca e Costamagna, 1997), dolomie stratificate grigio-nere-rosate ricche in fossili (coralli, bivalvi, brachiopodi e gasteropodi) per uno spessore complessivo pari a circa 100 m.; b) Formazione "Medau Mereu" (Dogger inferiore; Barca e Costamagna, 1997), costituita da calcari e marne ricche in fossili con spessori stimati intorno ai 100-120 m. La sequenza Mesozoica dell'Unità Guardia Sa Perda (300-350 m di spessore, età compresa tra il Trias medio e il Trias superiore; Barca e Costamagna, 1997) consiste di tre formazioni principali: a) Formazione "Punta Tonnara", calcari laminati grigio-bluastri, localmente evaporatici, dello spessore di circa 20 m; b) Formazione "Monte Zari", dolomie nere-biancastre con livelli di marne policrome dello spessore di circa 120 m; c) Formazione di "Guardia Sa Barraca", costituita da una successione calcarea del Liassico medio-inferiore e da calcari a ooliti e bioclasti del Liassico superiore, dallo spessore complessivo di circa 120 m.

I sedimenti Cenozoici, di età compresa tra il Paleocene e l'Oligocene, affiorano esclusivamente lungo il graben di Giba e nella Fossa del Cixerri. La base è rappresentata dai depositi dell'Unità di Monte Margiani (Barca e Costamagna, 1997; 2000, Figura 1.5), caratterizzata da arenarie e conglomerati poligenici di età compresa tra il Paleocene sup. e l'Eocene inferiore.

Al di sopra dell'Unità di Monte Margiani poggiano, in maniera trasgressiva e discordante, le litologie appartenenti alla "Serie Lignitifera" (Barca e Costamagna, 2000), tradizionalmente suddivisa in due unità litostratigrafiche:

- a) Il "Miliolitico", di età Ilerdiana, costituito da calcari localmente ricchi di micro e macrofossili (Barca e Costamagna, 2000);

- b) Il “Lignifero”, di età compresa tra il Cuisiano ed il Luteziano, costituito da alternanze ben stratificate di calcari marnosi, marne, marne arenacee, arenarie, conglomerati poligenici e strati di lignite (Barca e Costamagna, 2000).

Al di sopra della “Serie Lignitifera” poggiano in discordanza le litologie appartenenti alla “Formazione del Cixerri”, di età compresa tra il Luteziano e l’Oligocene inferiore (Barca e Costamagna, 1997). Questa formazione è costituita da conglomerati poligenici, arenarie e siltiti rossastre e rappresenta l’ultima formazione sedimentaria del Cenozoico in Sardegna.

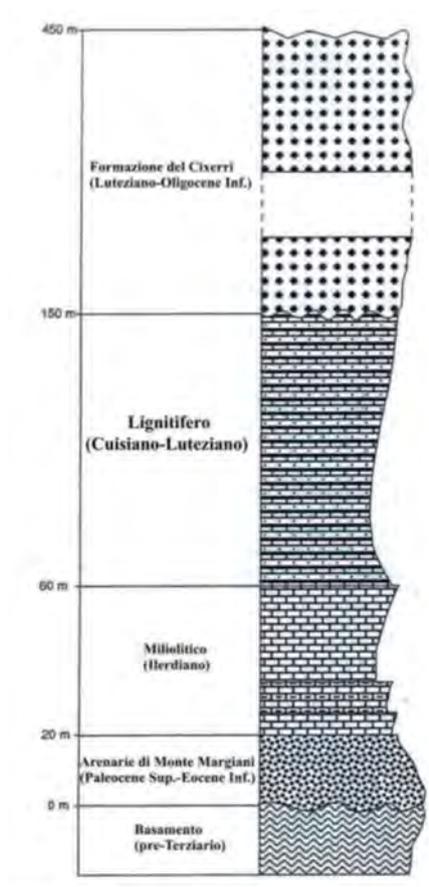


Figura 1.5 – Schema stratigrafico delle sequenze Cenozoiche sedimentarie della regione del Sulcis (Barca e Costamagna, 2000). Si rimanda al testo per la spiegazione delle formazioni geologiche.

2.2 Sismicità strumentale e storica dell'area

Il settore sud-occidentale della Sardegna è caratterizzato da una bassa sismicità strumentale. Negli ultimi 20 anni sono stati registrati pochi eventi sismici di piccola magnitudo nel graben del Campidano ed un evento di magnitudo moderata (ML 4.1) nel golfo di Cagliari. La copertura della rete sismica nazionale, che include nell'area due sole stazioni permanenti, Cagliari- Monte Serpeddi (CGL) e Villasalto (VSL) nella provincia cagliaritano, rispecchia la bassa sismicità dell'area (Figura 2.1 e Tabella 2.1).

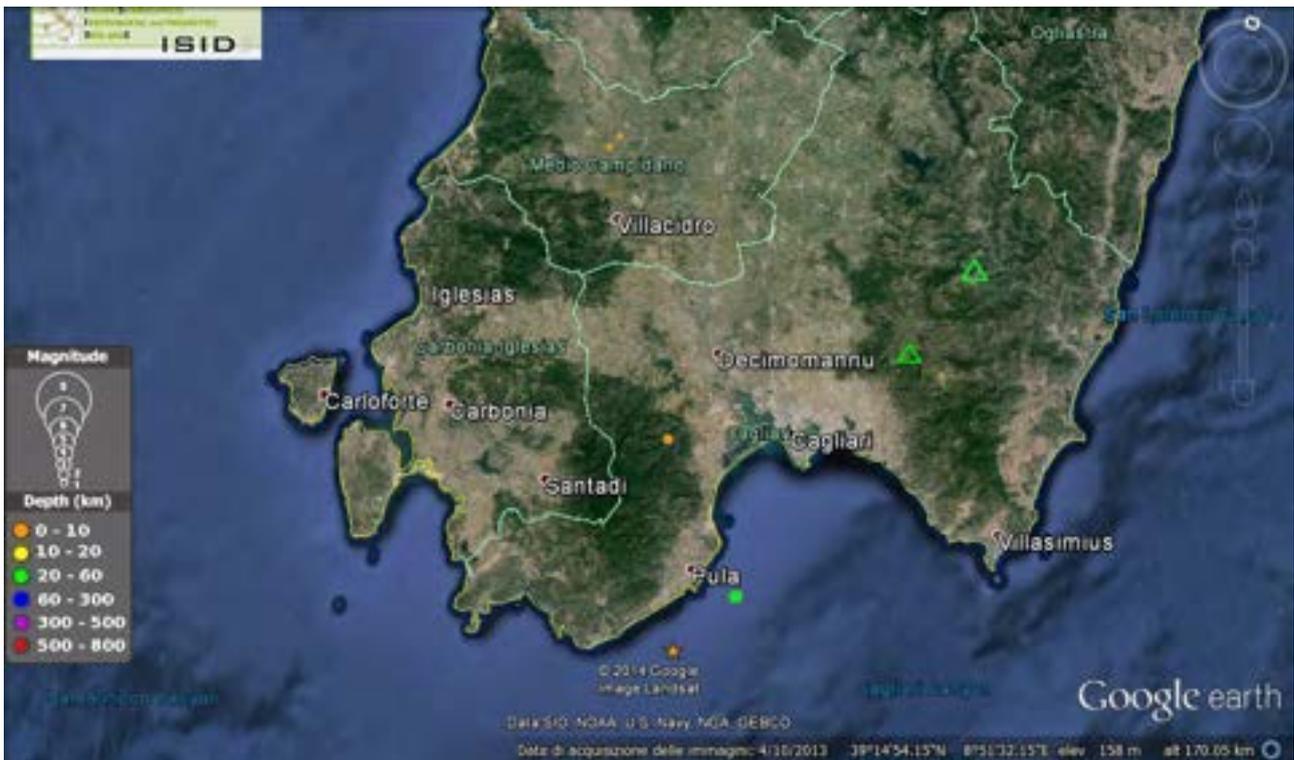


Figura 2.1 – Mappa della sismicità strumentale dal catalogo ISIDE dell'Ingv. I pallini rappresentano gli epicentri dei terremoti, la cui dimensione è proporzionale alla Magnitudo ML ed il colore è scelto in funzione della profondità. La stellina rappresenta terremoti con ML >4.0. I triangoli verdi rappresentano le due stazioni della RSN, CGL (Cagliari) e VSL (Villasalto).

Tabella 2.1- Tabella degli eventi avvenuti dall'aprile 2004 ad oggi nella parte meridionale della Sardegna.

Evento YYY-MM-DD HH:MM:SS.SSS	Latitudine	Longitudine	Profondità (km)	Magnitudo (ML)
2007-10-02 08:51:53.290	39.575	8.714	10.0	1.4
2007-04-23 09:47:06.670	39.557	8.701	10.0	1.4
2006-07-13 02:06:29.440	39.181	8.912	10.0	2.7
2006-03-24 10:43:47.670	38.898	9.0	8.6	4.1
2006-03-22 22:45:20.090	38.989	9.088	23.3	3.4

Per quanto riguarda la sismicità storica della parte meridionale della Sardegna, l'evento più antico menzionato nel catalogo storico si è verificato nell'area di Cagliari nel 1610 (Boschi et al., 1997, Figura 2.2). Il suo epicentro potrebbe essere in relazione con le faglie estensionali che bordano il Golfo di Cagliari (e.g. Capoterra Fault). La sismicità localizzata nel settore nord-occidentale della provincia di Cagliari sembra essere invece legata al sistema di faglie del Graben del Campidano. Tali strutture sembrano essersi riattivate negli eventi del 1835 e del 1855, chiaramente avvertiti dalla popolazione nella città di Cagliari, anche se la mappa delle isolinee sismiche non fornisce una chiara indicazione riguardo la posizione effettiva delle sorgenti sismiche.

Nel settore sud-occidentale un'altra sorgente sismica viene delineata tra le isole di Sant'Antioco e San Pietro, con gli eventi del 1771 (Boschi et al. 1997), a cui va aggiunto un altro evento di bassa energia verificatosi nell'isola di Sant'Antioco nel 1923 (Ingrao, 1928). Infine a 50 km dalla costa, a sud di Cagliari, un evento di $ML=5.2$ è avvenuto nell'agosto del 1977 e localizzato nei pressi del Monte Quirino, un rilievo marino calcareo (Finetti and Morelli, 1973). Gasparini et al. (1986) hanno calcolato il meccanismo focale che risulta di tipo strike-slip con direzione NW-SE.

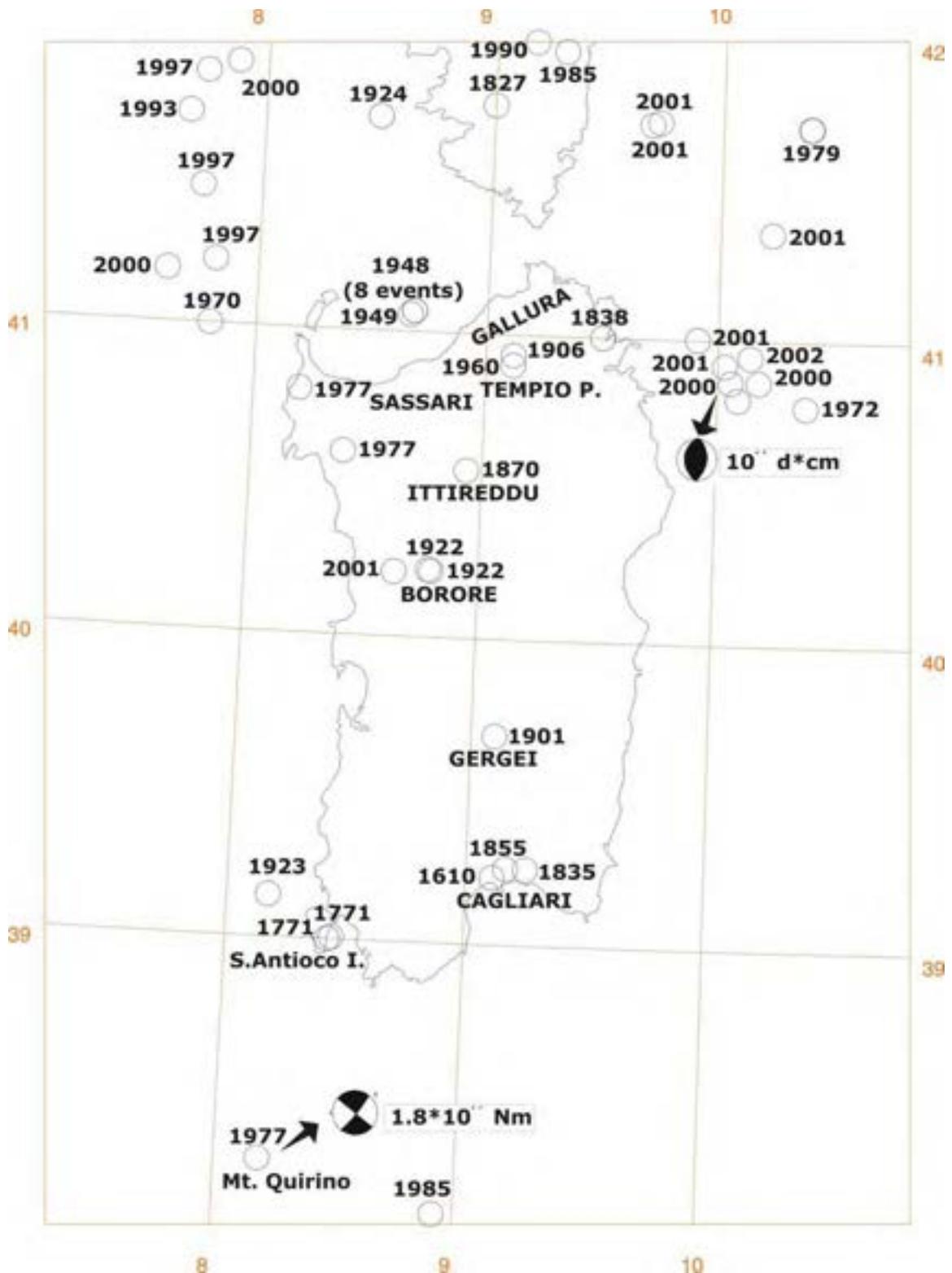


Figura 2.2. Sismicità, meccanismi focali (insieme con i valori di tensore momento) e principali terremoti storici della Sardegna (estratti dal Catalogo Storico INGV, Boschi et al. 1997). Gli eventi avvenuti nell'area sud-occidentale sono elencati nella Tabella 2.2.

Tabella 2.2 - La tabella ha i seguenti valori: Depth=profondità calcolata; Int.=intensità macrosismica in gradi MCS; Mag.= magnitudo valutata o calcolata; Ref.=Magnitudo bibliografica (vedere la bibliografia del catalogo INGV, Boschi et al., 1997), Nd= parametro non determinato. ML è la magnitudo locale calcolata alle stazioni indicate (e.g., RMP: Roma Monte Porzio).

<i>Year</i>	<i>Month</i>	<i>Day</i>	<i>Time hh:mm:ss</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Depth Km</i>	<i>Int.</i>	<i>Mag.</i>	<i>Ref.</i>
1610	06	04	Nd	39.22	9.11	nd	IV-V	3.3	Nd
1771	08	17	13:30	39.00	8.43	nd	IV	3.0	Nd
1771	08	17	18:30	39.00	8.43	nd	V	3.5	Nd
1835	03	06	Nd	39.25	9.25	nd	III	2.5	Nd
1855	06	11	Nd	39.25	9.167	nd	nd	nd	Nd
1923	11	24	18:48	39.15	8.25	nd	II	2.2	Nd
1977	08	28	09:45:14.5	38.21	8.21	10	nd	5.2 ML	RMP
1985	08	12	01:23:29.2	38.16	8.98	10	nd	nd	Nd

2.3 Campagna di acquisizione di dati sismici

Le attività di progettazione e realizzazione della rete sismica temporanea sono iniziate nel Luglio del 2014 e sono terminate nel Luglio 2015. Nella prima fase operativa sono state installate tre stazioni sismiche (SU01, SU02, SU03) nella parte settentrionale dell'area in esame (Iglesiente).

La configurazione definitiva con 10 stazioni, ottenuta in diverse fasi di installazione, è stata raggiunta a partire dal novembre 2014 e mantenuta fino al luglio 2015.

Le iniziali 3 stazioni sismiche (SU01, SU02 e SU03) sono state rimosse e per le successive installazioni è stata ripresa la numerazione dalla SU04 alla SU14 (triangoli rossi e verdi in Figura 3.1 e Tabella 3.1) con eccezione della SU07, che è stata installata solo per qualche settimana e poi disinstallata per motivi tecnici e logistici.

Ciascuna stazione della rete temporanea è costituita da:

- un digitalizzatore ad alta dinamica Reftek 130-1 a 6 canali e 24 bit;
- un pannello fotovoltaico da 40-80 Watt;
- batterie tampone;
- un'antenna GPS;
- un sensore velocimetrico.

Per quanto riguarda i sensori, 8 delle 10 stazioni (rappresentate da triangoli verdi in Figura 3.1) sono equipaggiate con sensori di tipo Lennartz Le3D/5s (Figura 3.2, a sinistra), mentre le restanti 2 stazioni (SU04 e SU14, triangoli rossi in Figura 3.1) sono equipaggiate con sensore Nanometrics Trillium Compact 120s (Figura 3.2, a destra).

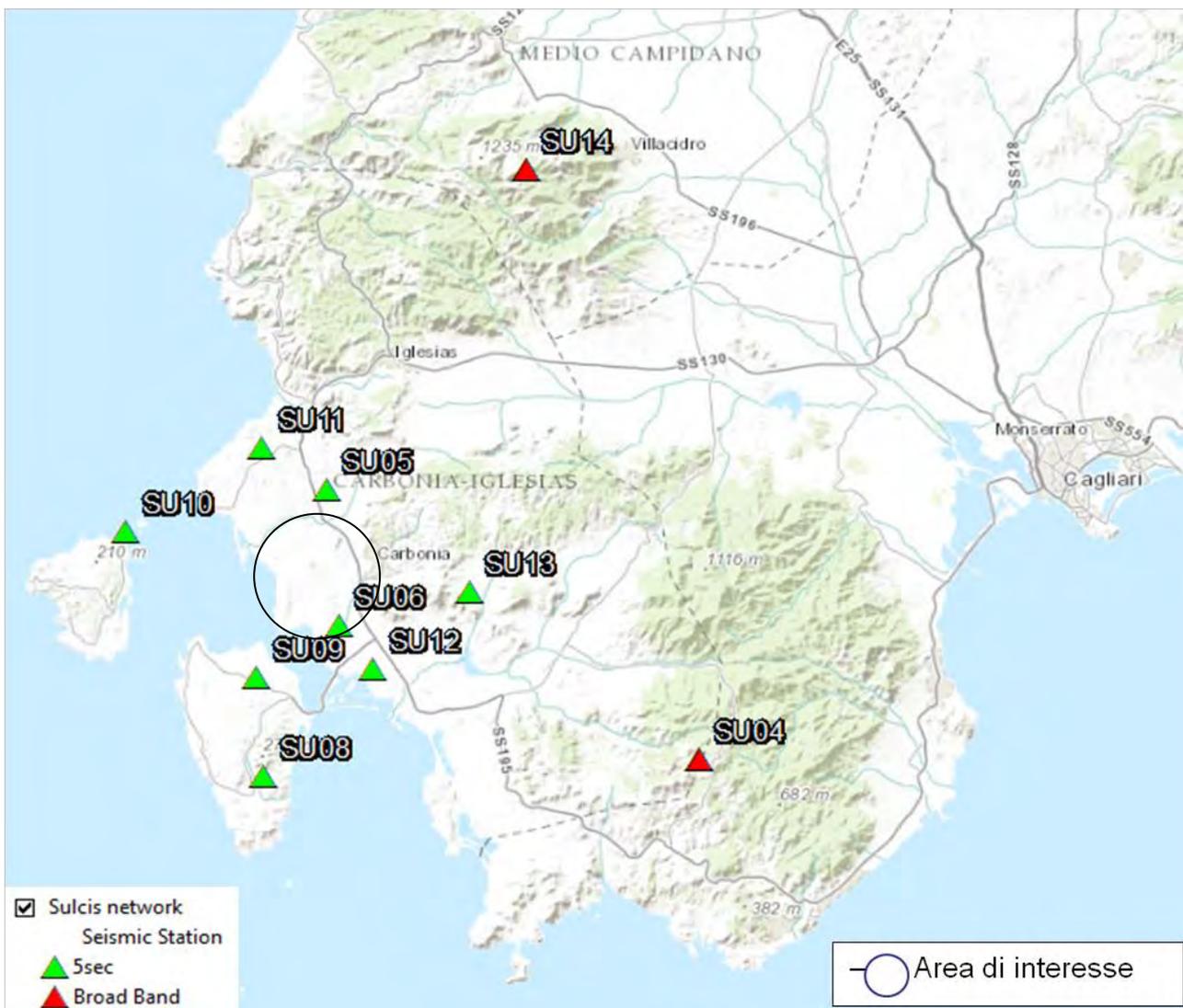


Figura 3.1 – Mappa delle stazioni temporanee installate nell’area del Sulcis durante il progetto. I triangoli in rosso rappresentano la posizione delle stazioni munite di sensore BroadBand. I triangoli in verde rappresentano invece le stazioni equipaggiate con sensori a banda allargata.

La ricerca dei siti idonei all’installazione delle stazioni della rete temporanea è stata complicata, oltre che dai consueti problemi legati alla presenza di centri abitati, strade ad alta densità di circolazione, attività industriali e di miniera ed elettrodotti, anche dalla presenza di parchi eolici (di cui quello di Portovesme è uno tra i più grandi d’Europa), dalla presenza della più grande zona di addestramento militare d’Italia (Capo Teulada), dalla vicinanza dal mare e dall’intenso traffico marittimo. Tuttavia, come si potrà notare dall’analisi del rumore sismico ambientale alle singole stazioni e dalla valutazione della sensibilità complessiva della rete sismica, i siti di installazione risultano essere sufficientemente adeguati allo scopo del progetto.

Tabella 3.1 Tabella con le coordinate delle stazioni sismiche della rete temporanea.

Sigla	Latitudine	Longitudine	Quota (m. s.l.m.)	Località
SU04	39.024953333299997	8.804175000000001	483	Teulada (CI)
SU05	39.215771666700000	8.480751666670001	127	Cortoghiana (CI)

SU06	39.119635000000002	8.492523333330000	101	S.Giovanni Suergiu (CI)
SU08	39.012286666700000	8.427746666670000	106	Maladroxia -Sant'Antioco (CI)
SU09	39.082084999999999	8.421109000000000	96	Sa scrocca - Sant'Antioco (CI)
SU10	39.184556666699997	8.307314999999999	16	Le tonnare – Carloforte (CI)
SU11	39.245438333300001	8.423693333300000	150	Seruci (CI)
SU12	39.088684999999998	8.522083333300000	17	Porto Botte (CI)
SU13	39.143513333300000	8.605341666670000	170	Perdaxius isAtsoris (CI)
SU14	39.444526666700000	8.652810000000001	955	Gonnosfanadiga (VS)



Figura 3.2 Immagini dei sensori sismici: a sinistra il sensore Lennartz LE3D/5s; a destra il sensore Nanometrics Trillium Compact 120s (le immagini non sono in scala relativa tra i due oggetti, il LE3D/5s è più grande del Nanometrics).

2.4 Analisi di rumore sismico ambientale alle singole stazioni

Per ogni stazione della rete temporanea è stata calcolata la Power Spectral Density (PSD) (e.g. Marzorati and Bindi, 2006) di ognuna delle tre componenti e il rapporto H/V (HVSR), separatamente per le due componenti orizzontali (N/Z e E/Z). Il calcolo è stato fatto sia in orario diurno (ore 10:00) che in orario notturno (22:00), analizzando una registrazione in continuo di 60 minuti, con finestre di 2 s (Figura 4.1 e figure allegate alle schede di installazione stazioni in allegato a questo documento).

La prima viene stimata per quantificare in maniera oggettiva il livello di rumore di una stazione sismica, paragonando le PSD con le curve di rumore di Peterson (1993)¹, che descrivono i livelli di rumore sismico (Low Noise Model e High Noise Model) in funzione della frequenza (Figura 4.1, pannelli in alto).

La tecnica HVSR (Nakamura, 1989) viene usata per stimare le amplificazioni locali dovute principalmente a condizioni geologiche (Figura 4.1, pannelli in basso). Questa tecnica evidenzia la composizione del campo d'onda responsabile delle vibrazioni ambientali, che a sua volta è dipendente sia dalle sorgenti delle vibrazioni stesse che dalla struttura geologica e topografica sulla quale la stazione sismica opera.

¹ <http://earthquake.usgs.gov/regional/asl/pubs/files/ofr93-322.pdf>

Nella Figura 4.1 viene mostrata l'analisi del rumore sismico di una stazione, la SU05, posta al centro della rete sismica temporanea. Le analisi del rumore alle altre stazioni sono inserite all'interno delle schede di stazione allegate.

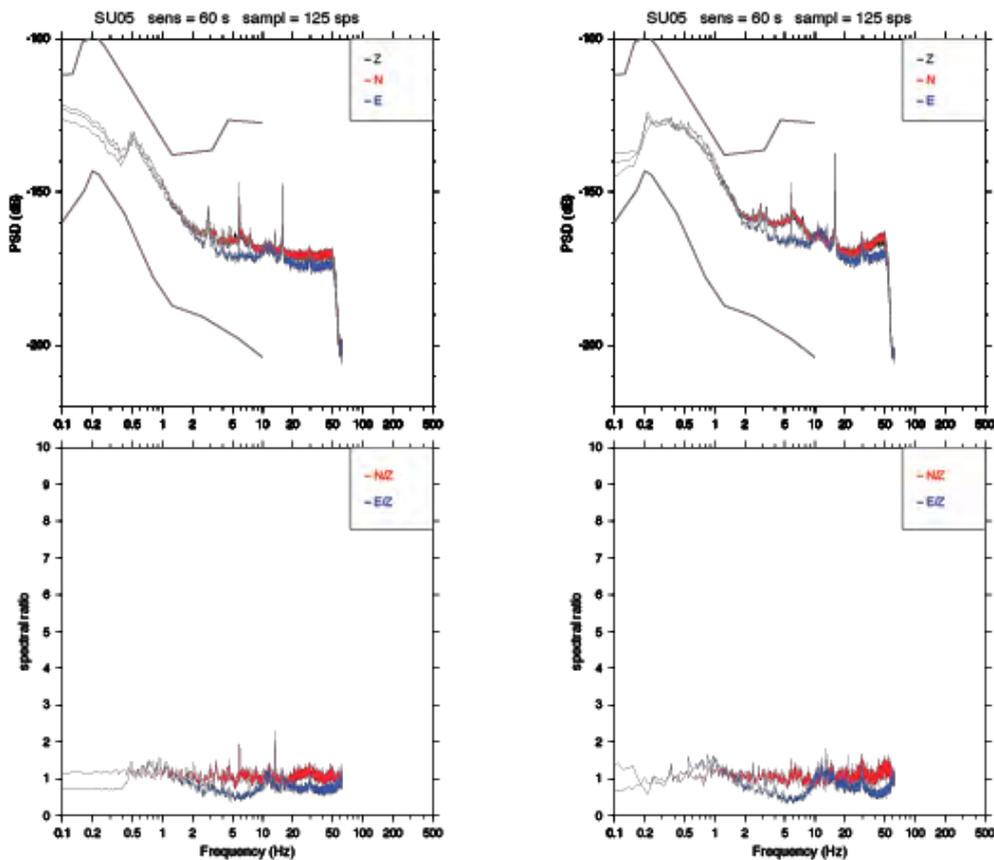


Figura 4.1 – Analisi del rumore sismico alla stazione SU05 digiorno (ore 10:00, a sinistra) e di notte (ore 22:00, a destra). I Pannelli in alto rappresentano la funzione di PSD espressa in decibel. I pannelli in basso rappresentano invece i rapporti tra le componenti orizzontali e la verticale, sia la N/Z (in rosso) e la E/Z (in blu).

2.5 Valutazione della sensibilità della rete da rumore sismico ambientale

Al fine di valutare la capacità di rilevamento della rete sismica installata, sulla base delle condizioni di rumore locale di ogni stazione è stata sviluppata una procedura capace di elaborare contemporaneamente i dati di rumore acquisiti a tutte le stazioni e simulare una serie di sorgenti sismiche in posizione e magnitudo note. Una volta propagato il segnale sintetico all'interno del modello crostale si è valutato se il rapporto Segnale/Rumore superasse una certa soglia ad almeno un certo numero minimo (di solito 4) di stazioni. Per parametrizzare il modello di sorgente sono state usate le formule di Madariaga (1976) secondo le quali abbiamo considerato un modello di faglia circolare di raggio r . In condizioni di *far-field* onde P ed S produrranno una funzione di spostamento di tipo *boxcarcon* durata diversa, legata alla *corner frequency* FcP FcS . A loro volta le Corner Frequencies dipendono dalla velocità delle onde S alla sorgente ($FcP=0.32*Vs/r$; $FcS=0.21*Vs/r$) e dalla dimensione del raggio di faglia determinato dalla misura del Momento sismico scalare (M_0) e dallo Stress Drop statico $\Delta\sigma$. Secondo le formule di Keilis – Borok (1959) e Madariaga (1976):

$$r = \sqrt[3]{\frac{7}{16} \frac{M_0}{\Delta\sigma}}$$

Dove $\Delta\sigma$ è un parametro fissato, Moseley ricava dalla formula di Kanamori (1977):
 $M_0 = 10^{(1.5 \cdot M_w + 9.1)}$.

Il valore di spostamento medio u su una faglia può essere ottenuto direttamente dalla definizione di M_0 :

$$u = M_0 \cdot \mu = M_0 / V_s \cdot \rho \cdot A$$

dove A è l'area di faglia e V_s la velocità delle onde di taglio, ρ la densità alla sorgente e μ lo è il modulo di taglio.

Una volta convoluta nel dominio delle frequenze la *source-time function* (funzione sorgente) con una funzione di Green calcolata per un semispazio anelastico, si ottengono le ampiezze delle onde P e S nel dominio di far field. Per ogni stazione è stata ottenuta una funzione spettrale media relativa al rumore sismico diurno e notturno, analizzando 120 minuti di traccia sismica in finestre da 1 minuto: per ogni stazione la funzione spettrale di riferimento è rappresentata dalla media geometrica dei 120 spettri ottenuti. Una volta discretizzato il modello crostale in nodi uniformemente distribuiti, per ogni nodo viene posta una sorgente sismica sintetica di magnitudo M_w nota, il cui segnale viene propagato all'interno del modello fino a raggiungere ogni stazione.

Se il rapporto fra il segnale e il rumore calcolato ad ogni stazione ha una certa ampiezza in una determinata banda di frequenze, si assume che la stazione abbia rilevato l'evento. Quando il numero di stazioni (N) che hanno rilevato l'evento è $N > 3$ si può affermare che per una sorgente posta in quel nodo, quella è la magnitudo minima rilevabile. Nel nostro caso abbiamo scelto nodi con una spaziatura di 1 km in latitudine e longitudine. La banda di frequenze, all'interno della quale il rapporto segnale/rumore deve essere almeno di 2, è compresa fra 3 e 25 Hz. Questo intervallo è stato scelto in considerazione della magnitudo degli eventi sintetici generata e del loro contenuto in frequenza. Inoltre la banda considerata ricade ampiamente all'interno della banda "passante" nel sistema di acquisizione. Il valore del coefficiente utilizzato per modellare l'attenuazione anelastica è stato scelto pari a $Q=300$ e indipendente dalla frequenza. Sebbene questa sia una scelta approssimata, crediamo che possa essere rappresentativa dell'area in esame. Sono stati generati 2 possibili scenari, con ipocentri a profondità di 5 km per le ore diurne e per quelle notturne (Figura 5.1).

Il risultato dell'analisi di sensibilità mostra come la rete sia in grado di "sentire" tutti i terremoti con $M_w \geq 1$. Questo non significa che la rete non sia in grado di registrare terremoti anche con magnitudo più bassa, ma è in grado di individuare sicuramente tutti i terremoti con magnitudo pario maggiore a quel valore.

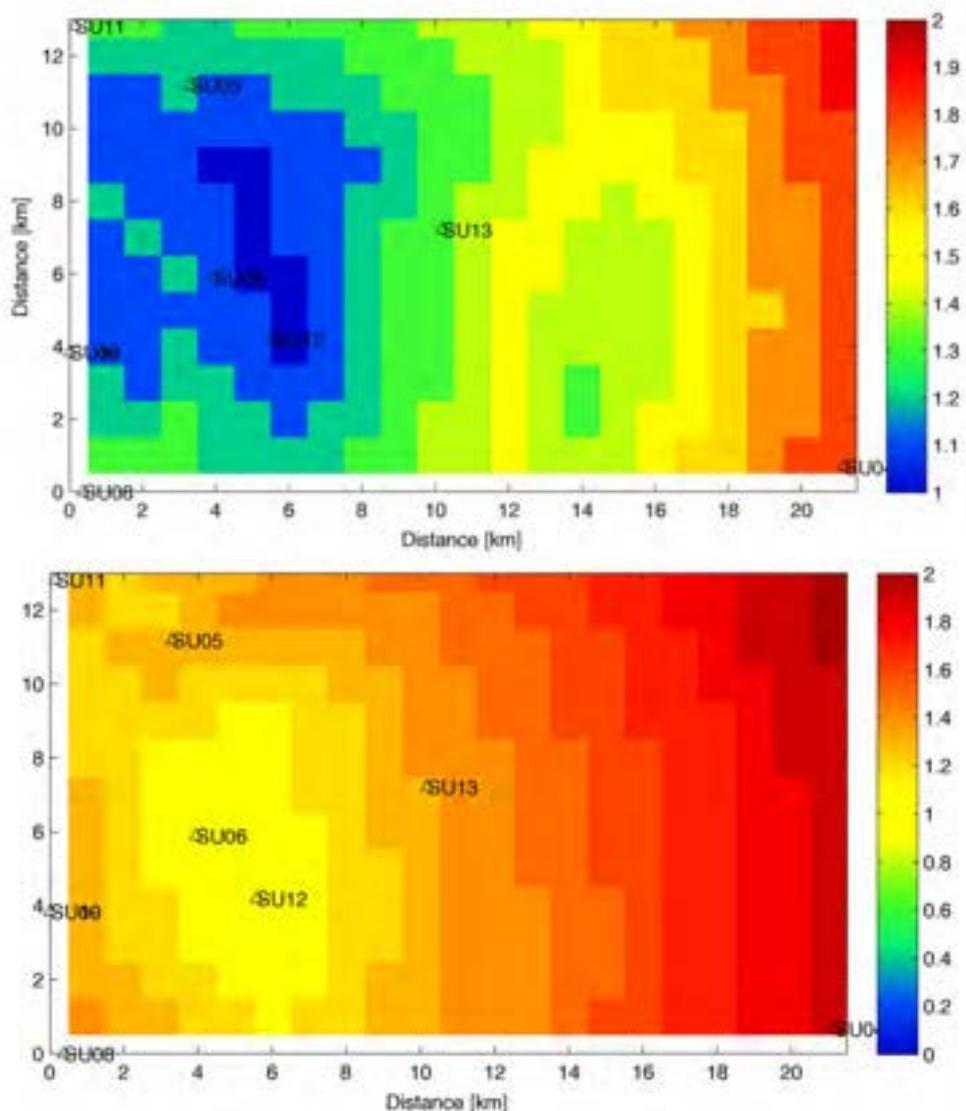


Figura 5.1 - Mappa di sensibilità teorica diurna (in alto) e notturna (in basso) della rete temporanea installata nell'area del Bacino del Sulcis, con ipocentri sintetici fissati a profondità di 5 km. Le due mappe hanno scale di colore diverse.

2.6 Risultati della campagna di acquisizione dei dati

In questo paragrafo descriveremo le operazioni relative all'elaborazione e all'analisi dei dati raccolti durante la campagna di sismica passiva. Le operazioni effettuate sono analisi sismologiche utilizzate di routine, in parte di tipo automatico, per la gestione e il trattamento di grandi moli di dati. Tuttavia i risultati di tutte le procedure automatiche sono stati successivamente controllati manualmente dagli analisti sismologici per verificare che vi fosse una corrispondenza tra i risultati delle procedure automatiche ed i risultati reali, soprattutto per quanto riguarda il riconoscimento di eventi sismici.

2.6.1 Analisi di triggering, pickinged operazioni di riconoscimento degli eventi

Il principale obiettivo del progetto è quello di individuare, all'interno delle registrazioni continue collezionate, la presenza di eventuali terremoti che caratterizzano l'attività sismica naturale dell'area di studio.

A tal fine ci siamo avvalsi, in prima analisi, di procedure automatiche standard di detezione (triggering) e di determinazione dei tempi di arrivo delle onde P e S (picking). I risultati di tali analisi hanno individuato circa 1700 eventi potenziali.

Le comuni procedure di detezione (o triggering) si fondano su algoritmi basati su STA/LTA (short termaverage /long termaverage) eseguiti su delle serie temporali delle componenti acquisite dalle stazioni sismiche.

I termini STA e LTA sono riferiti a valori di ampiezza del segnale sismico, mediati lungo finestre molto piccole (2-4 secondi per STA) e finestre lunghe (30-40 secondi per LTA, Figura 6.1.1) di segnale.

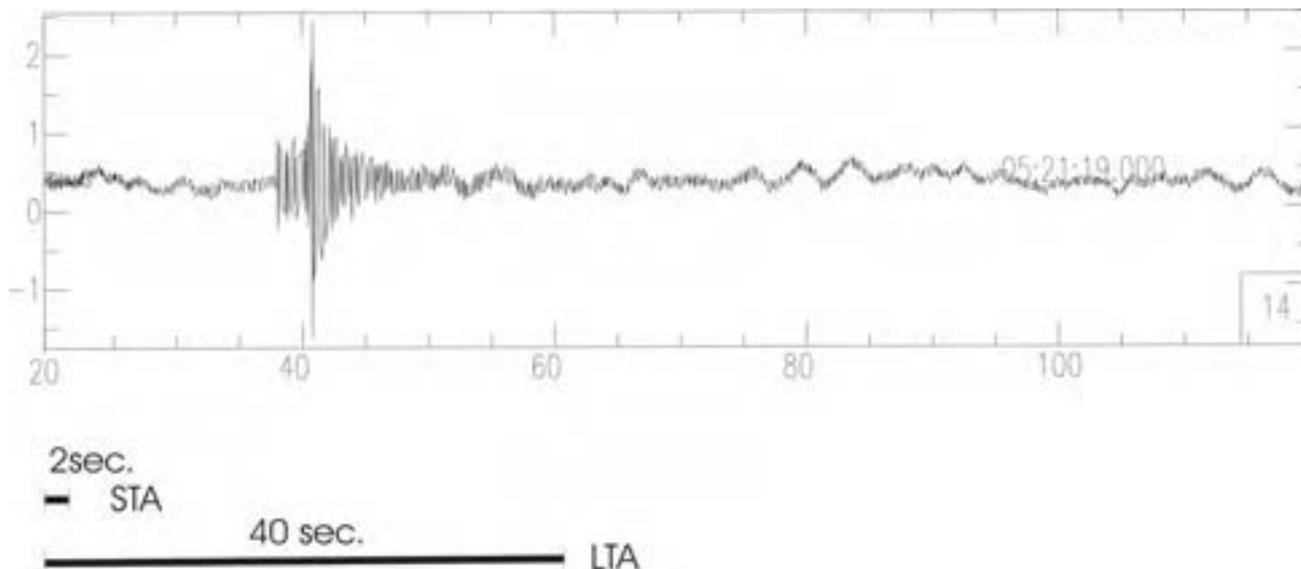


Figura 6.1.1 - Analisi lungo finestre di segnale del rapporto STA/LTA. In questo caso la finestra di analisi STA è uguale a 2 sec. mentre quella LTA è uguale a 40 secondi.

L’algoritmo sviluppato è in grado di processare un flusso continuo di dati a tre componenti (N-S, E-W, Z), in due diversi passaggi successivi. Nella prima fase l’algoritmo corregge le tracce sismiche acquisite in funzione della risposta delle coppie di strumenti (sismometro/acquisitore); alle tracce viene applicato un filtro capace di esaltare le frequenze tipiche degli eventi sismici (tipicamente 3-25 Hz) e di ridurre il rumore sismico ambientale. Nella seconda fase la procedura calcola la sommatoria della diagonale della matrice di covarianza su porzioni di 1 secondo di segnale, esaltando il segnale coerente sulle tre componenti (Montalbetti&Kanasevich, 1970). Questa procedura è necessaria per l’individuazione di segnali coincidenti a più stazioni.

Una volta eseguite queste fasi, si ottiene una serie di “eventi sismici potenziali” che devono essere verificati, uno ad uno, dall’analista sismologo, per verificare che il dato corrisponda veramente ad un terremoto e non ad una associazione di rumori casuali avvenuti in coincidenza alle stazioni.

Gli eventi sismici potenziali così individuati sono stati elaborati con una procedura di riconoscimento automatico delle fasi P ed S (picking).

La procedura di picking automatico si basa su alcune analisi statistiche e processa le serie temporali a 3 componenti acquisite fornendo una stima dell’arrivo delle onde P e delle onde S.

La stima delle onde P è effettuata calcolando la media pesata fra le singole stime individuate usando gli algoritmi AIC [Akaike Information Criteria]. Il peso attribuito alle due stime è determinato calcolando il rapporto fra l’ampiezza della componente verticale del moto del suolo prima e dopo il tempo di arrivo stimato.

La stima dell’arrivo delle onde S è invece individuata calcolando la matrice di covarianza su finestre mobili pari a 10 campioni con un overlap di 5 campioni. La nuova serie temporale così calcolata è analizzata con lo scopo di individuare il punto della serie a partire dalla quale il modulo della diagonale della matrice di covarianza presenta un marcato aumento di varianza.

In questo rapporto sono stati presi in analisi i dati registrati dal 1 novembre 2014 al 14 luglio 2015. Sebbene l'esperimento sia iniziato nel luglio 2014, tuttavia solo dal 1 novembre il numero di stazioni sismiche è diventato tale da permettere un'analisi soddisfacente delle registrazioni.

La maggior parte del tempo è stata utilizzata per le fasi di testing delle procedure realizzate e analisi dei risultati.

2.6.2 Risultati dell'analisi manuale e della localizzazione

Dei potenziali 1700 eventi sono stati riconosciuti, attraverso un'analisi di tipo manuale, 82 eventi "reali" i quali, a loro volta, sono stati usati per la determinazione dei tempi di arrivo P e S, con i quali è stato possibile ricavare una localizzazione con un modello 1-D di velocità medio italiano molto simile a quello utilizzato per il monitoraggio sismico del territorio nazionale, le cui caratteristiche vengono riportate nella Tabella 6.2.1.

Degli 82 eventi riconosciuti soltanto 5 eventi sono stati localizzati con alta qualità all'interno della rete temporanea, hanno errori di localizzazione (sia orizzontale che verticale) minori di 2 km, un numero minimo di stazioni che hanno registrato ciascun evento pari a 5 ed un gap azimutale² massimo di 200 gradi. I restanti 77 sono un misto di terremoti, che per ragioni di natura fisica non possono essere localizzati con adeguata precisione, e di "falsi eventi", derivanti da una coincidenza di rumori casuali, per tale ragione non hanno una localizzazione sufficientemente precisa (elevati errori di localizzazione orizzontali e/o verticali, numero insufficiente di stazioni, gap azimutale troppo elevato) e pertanto vengono scartati per implicazioni di sismotettonica e di baseline sismica.

In Figura 6.2.2 sono riportati i 5 eventi ben localizzati (cerchi rossi), distribuiti nella parte centrale dell'area (3 eventi) e a Sud-Est dell'isola di Sant'Antioco, con epicentro in mare ma vicino alla costa (2 eventi). Le sezioni mostrano profondità che variano tra 2,5 e 18 km. Inoltre con cerchi blu sono mostrati anche gli altri 77 eventi non localizzati con adeguata precisione.

Figura 6.2.1- Mappa e sezioni verticali della sismicità registrata e localizzata durante l'esperimento. I pallini di colore rosso rappresentano la localizzazione degli epicentri dei 5 eventi registrati con elevata precisione. I pallini blu invece rappresentano i 77 terremoti che non hanno una localizzazione sufficientemente affidabile.

Tabella 6.2.1 – Modello di velocità -1D utilizzato per la localizzazione dei terremoti. Il modello rappresenta un modello di velocità medio, utilizzato nel monitoraggio sismico del territorio nazionale.

Velocità onde P (km/s)	Profondità (km)	V _p /V _s
5.0	0	1.73
6.5	11	1.73
8.05	38	1.73

In questo tipo di analisi di baseline sismica, l'algoritmo di detezione che viene utilizzato si avvale di parametri di configurazione abbastanza larghi che consentono di individuare tutta la sismicità presente, anche di magnitudo molto bassa e al limite della sensibilità della rete. Utilizzando tali parametri si rischia di introdurre assieme agli eventi "reali" anche un'elevata quantità di rumori casuali, coincidenti a più stazioni, che fanno parte del rumore di fondo della area e/o di rumori legati ai siti della rete.

²Il gap azimutale è l'angolo massimo tra l'epicentro e due stazioni adiacenti sul piano azimutale. Solitamente minore è questo angolo e maggiore è l'affidabilità della localizzazione. Un angolo minore di 200° indica che l'evento è localizzato all'interno della rete sismica.

Come regola generale la procedura automatica risulta tanto più affidabile quanto più il rapporto segnale/rumore a ciascuna stazione è elevato e quindi, nel caso della sismicità di bassa magnitudo, quanto più il rumore ambientale è basso. In questa area il livello del rumore di fondo risulta particolarmente elevato (come mostrato dall'analisi del rumore di fondo mostrata nel paragrafo 5 e inserita all'interno delle schede di stazione presenti nell'Allegato 1), per cui si verifica spesso che venga individuato dalle procedure automatiche un elevato numero di "falsi" eventi rispetto a quelli che invece sono realmente terremoti. In Figura 6.2.3 viene riportato un esempio di stima di onde P ed S ottenuto mediante le procedure automatiche sviluppate dal personale afferente al progetto.

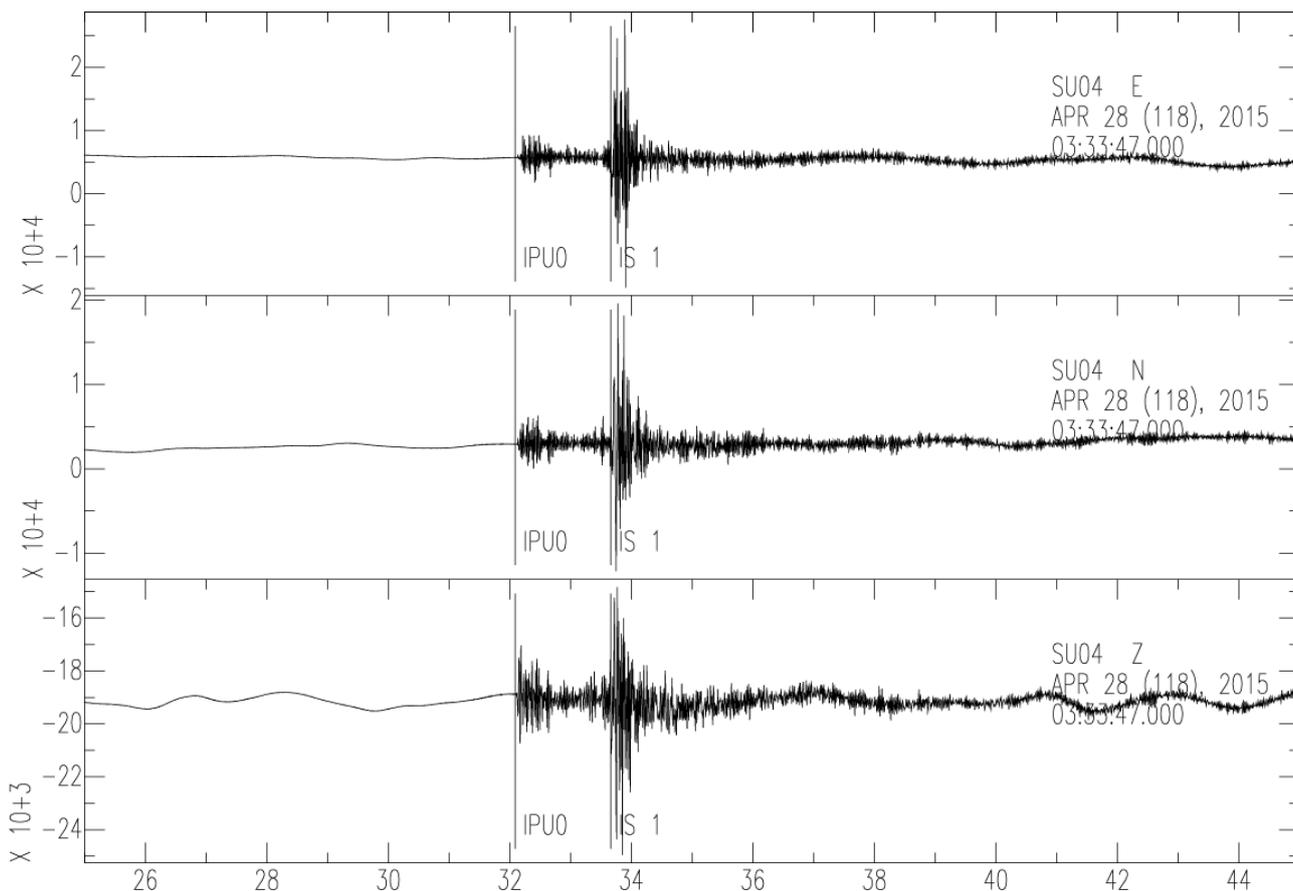


Figura 6.2.3 –Picking automatico di uno dei 5 eventi individuati dall’analisi del dato continuo del dataset dell’esperimento Sulcis. La barra con etichetta “IPUO” rappresenta l’arrivo dell’onda P, mentre la barra “IS 1” rappresenta l’arrivo dell’onda S.

2.6.3 Calcolo delle magnitudo

Il calcolo delle magnitudo locale (ML o Magnitudo Richter) è stato effettuato sui 5 eventi selezionati seguendo la procedura standard, ossia eseguendo una deconvoluzione della risposta strumentale ad ogni stazione (acquisitore + sensore sismico) e la successiva convoluzione per la risposta strumentale del sismografo a torsione Wood-Anderson (quello di riferimento per il calcolo della magnitudo ML). In seguito si è proceduto alla stima dell’ampiezza massima picco-picco della traccia sismica sintetica ottenuta e la conseguente stima della magnitudo locale (Figura 6.3.1). Nella Tabella 6.3.1 è contenuta la lista dei 5 terremoti con la loro localizzazione ed il valore di Magnitudo ML

Tabella 6.3.1 – Lista dei terremoti registrati locali registrati all'interno della rete durante l'esperimento.

YYMMGGHHMMSS.SS	LAT	LON	DEPTH	ML	MLError
150311164443.18	38N58.47	8E27.01	17.41	1.07	+/-0.27
150326104928.76	39N10.38	8E32.41	2.87	1.03	+/-0.26
150428033416.79	39N03.81	8E46.38	10.31	1.24	+/-0.17
150506112435.81	39N10.06	8E35.47	2.41	0.42	+/-0.26
150506113707.84	39N11.67	8E34.18	2.81	1.29	+/-0.32

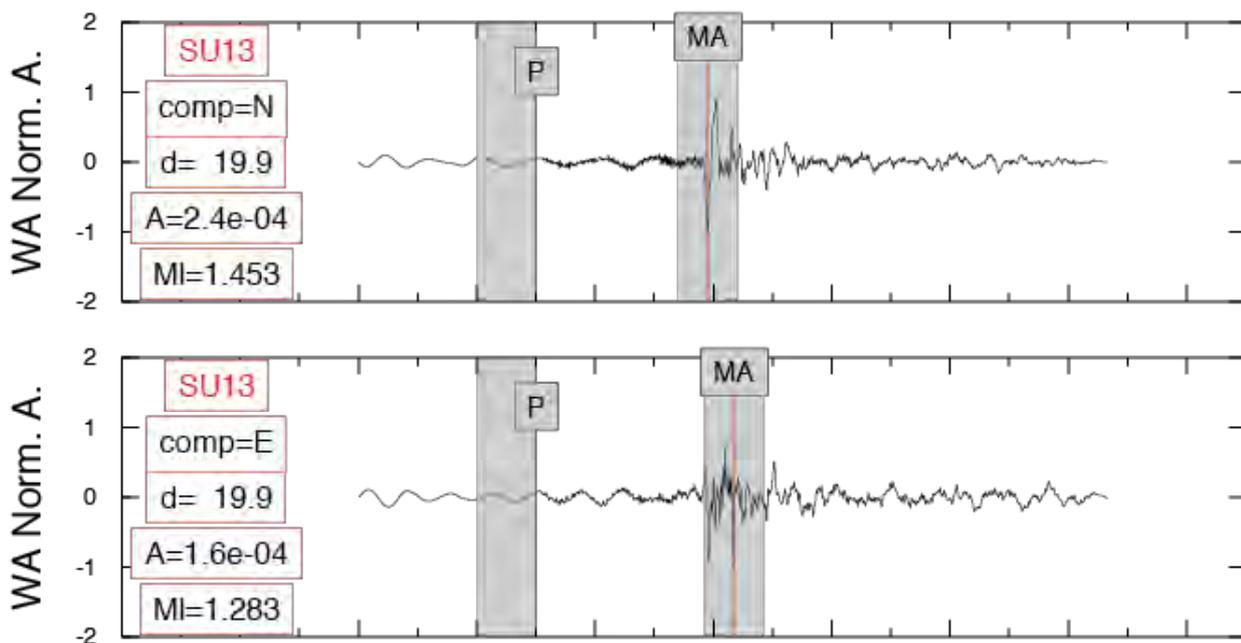


Figura 6.3.1 - Esempio di conversione di una traccia sismica acquisita da una stazione della rete temporanea (in alto) in una traccia acquisita dal sismografo Wood-Anderson e calcolo della magnitudo ML in corrispondenza dell'ampiezza massima (MA).

Le singole misure di magnitudo ottenute per ciascuna stazione sono state mediate, ottenendo così la stima finale della magnitudo di ogni evento. Per ciò che riguarda la legge di attenuazione delle ampiezze con la distanza è stata usata la legge di Hutton e Boore per omogeneità con le procedure adottate dall'INGV per il monitoraggio sismico H24. Questa scelta è anche coerente con le Linee Guida dettate dal Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) nelle quali si prevede l'adozione di "procedure omogenee a quelle adottate a scala nazionale" per la stima della magnitudo della sismicità registrata.

2.7 Registrazione di eventi regionali e telesismici

Nel corso della campagna di registrazione le stazioni sismiche, oltre al rumore di fondo e alla sismicità locale, hanno registrato i terremoti fuori rete, quelli regionali e telesismici (questi ultimi con una distanza epicentrale maggiore di 2000 km dal luogo di registrazione).

Nella Figura 7.1 è mostrata la mappa degli epicentri registrati dalla rete sismica temporanea dal 1 novembre 2014 al 15 luglio 2015 di Magnitudo $M_w \geq 5.5$, estratti dal bollettino del consorzio EMSC

(European – Mediterranean Seismological Centre, <http://www.emsc-csem.org/>). Nella Figura 7.2 è mostrata invece una registrazione, alla stazione SU11, del terremoto del Nepal del 25 aprile 2015 di magnitudo Mw 7.8. Infine, in allegato, è mostrata una tabella con la lista e le caratteristiche dei terremoti mostrati nella Figura 7.1.

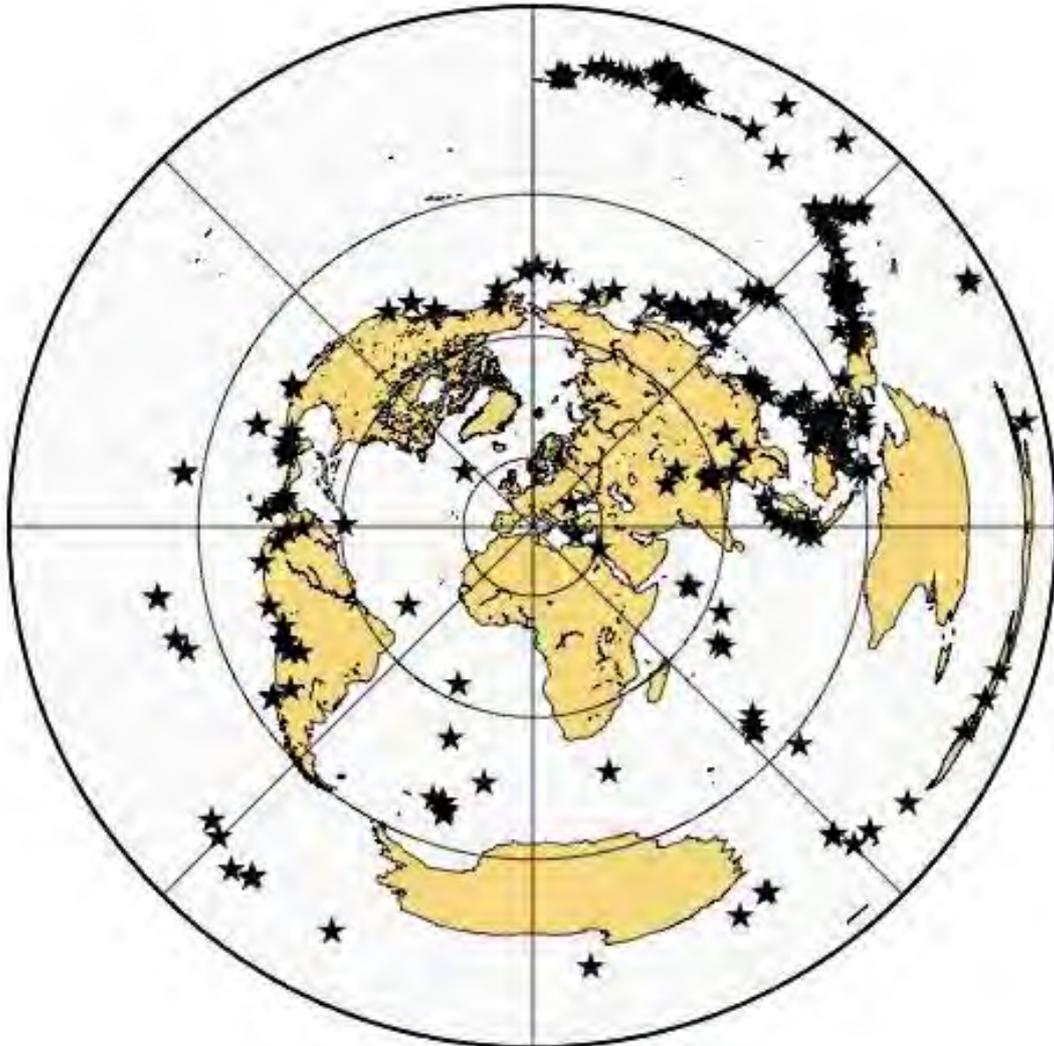


Figura 7.1 Localizzazione dei terremoti regionali e dei telesismi con Magnitudo $M_w \geq 5.5$ avvenuti durante il periodo di registrazione della rete temporanea. Il centro della proiezione è centrata sull'area del Sulcis, mentre le stelle nere rappresentano gli epicentri di ciascun terremoto.

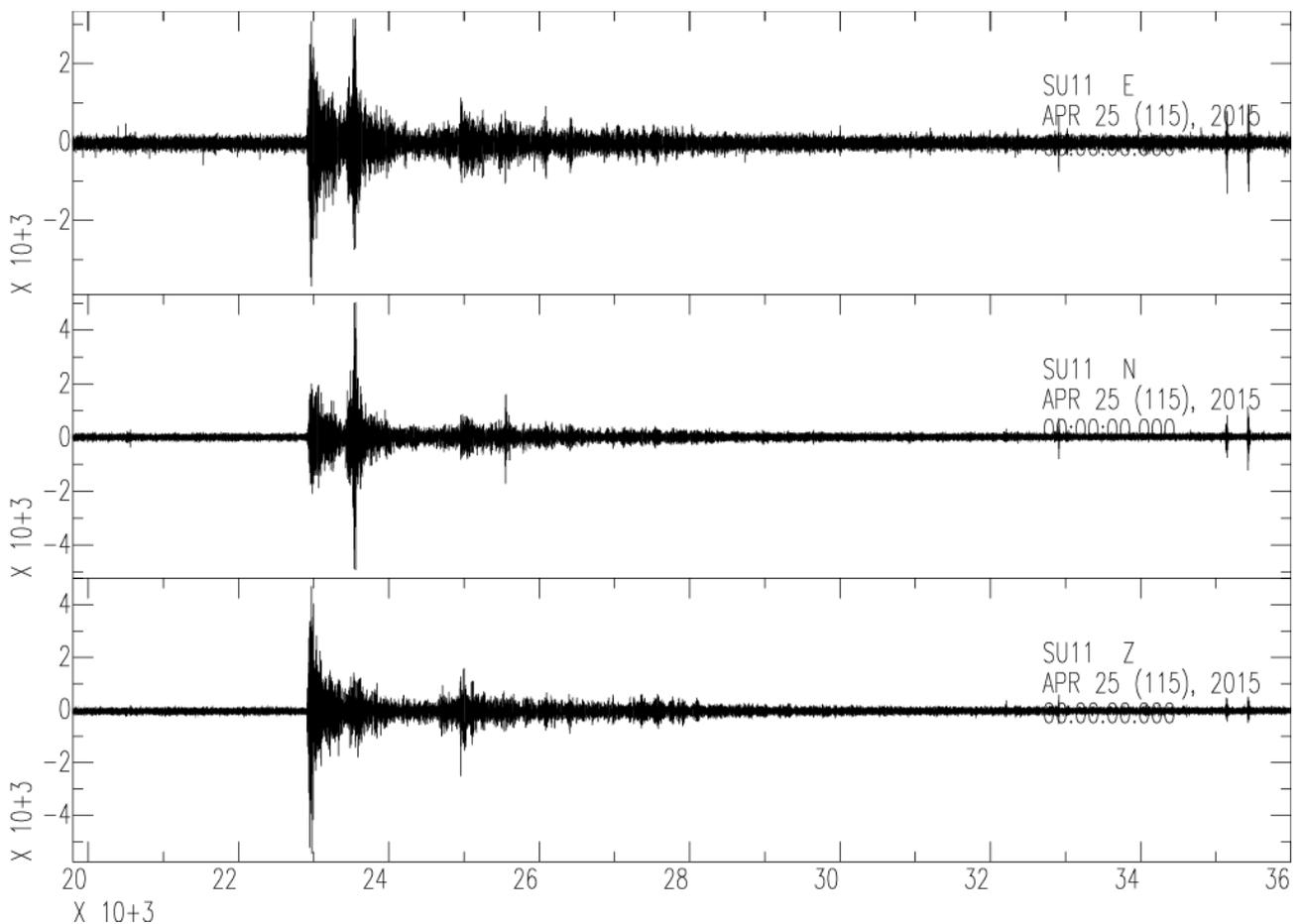


Figura 7.2– Sismogramma a 3 componenti (dall’alto in basso E, N, Z) raffigurante il terremoto in Nepal del 25 aprile 2015 di Magnitudo Mw 7.8, registrato alla stazione SU11 della rete temporanea.

3 Conclusioni

La sismicità registrata nell’area di studio durante il periodo dell’esperimento mostra 5 eventi sismici con un valore di Magnitudo ML compreso tra un minimo di 0,42 e massimo di 1,29. Essa è abbastanza esigua sia come numero di eventi sia come valori di magnitudo ML, sebbene vi sia un discreto numero di terremoti registrati ma non localizzabili affidabilmente (per via delle limitazioni discusse nel paragrafo 6.2) e quindi anche con magnitudo non calcolabile.

Le analisi del rumore sismico a ogni singola stazione della rete temporanea mostrano, nonostante le sorgenti di rumore già conosciute (moto ondoso del mare, traffico navale, attività dei campi eolici e attività antropica), livelli di rumore accettabili per l’obiettivo di studio, sia per quanto riguarda l’intensità del rumore di fondo (P.S.D.) sia per quanto riguarda i possibili effetti di amplificazione del segnale sismico (N/Z e E/Z) nell’intervallo di frequenze interessato.

La stima della sensibilità della rete sismica temporanea, riportata e discussa nel paragrafo 5, mostra un valore di magnitudo minima pari ad 1 che, come verificato sia in questo esperimento (vedere il paragrafo 6.3) che in altri simili, risulta assolutamente conservativa.

In base a tali considerazioni è possibile affermare che tutti gli eventi non localizzabili hanno un valore di magnitudo ML molto inferiore ad 1.

Infine, poiché la sismicità localizzata con massima precisione ha un numero di eventi molto basso, l’associazione con le strutture tettoniche è difficile e poco rappresentativa.

Ringraziamenti

Gli Autori vogliono ringraziare quanti, a più titolo e in diversa misura, hanno partecipato o dato supporto alla campagna di sismica passiva. A questo proposito si ringraziano tutti i proprietari delle proprietà private in cui sono installate le stazioni sismiche della rete temporanea del Sulcis, che gratuitamente hanno ospitato e spesso aiutato nella manutenzione i nostri strumenti.

Si ringrazia il Corpo Forestale della Regione Sardegna delle stazioni di Carbonia, Villacidro ed Iglesias per il supporto fornito durante la ricerca e l'ispezione dei siti. Si ringraziano i sindaci e i tecnici comunali dei paesi di Gonnosfanadiga e S. Giovanni Suergiu per il loro contributo.

Si ringrazia infine l'Unità Funzionale di Rete Mobile del Centro Nazionale Terremoti, in particolare Milena Moretti, Fabio Criscuoli, Lucian Giovani, Giovanbattista Cimini, Luigi Improta e Aladino Govoni. Un grazie va al CNT e al suo direttore Alberto Michellini per aver permesso all'Unità di Rete Mobile di fornire il supporto a tutte le attività.

Riferimenti bibliografici

- Barca S., Costamagna L.G. (1997) – Compressive “Alpine” tectonics in Western Sardinia (Italy): geodynamic consequences – Acadèmie des sciences, Paris, 325, 791-797
- Barca S., Costamagna L.G. (2000) – Il bacino Paleogenico del Sulcis-Iglesiente (Sardegna SW): nuovi dati stratigrafico-strutturali per un modello geodinamico nell’ambito dell’orogenesi pirenaica – Bollettino della Società Geologica Italiana, 119, 495-515
- Boschi, E., Guidoboni, E., Ferrari, G., Valensise, G., Gasperini, P., 1997. Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990. Pubbl. ING-SGA, ING Rome, Italy.
- Carmignani L., Carosi R., Di Pisa A., Gattiglio M., Musumeci G., Oggiano G., Pertusati P. (1994) – The hercynian chain in Sardinia (Italy) – Geodinamica Acta, 5, 217-233
- Carmignani L., Cocozza T., Ghezzi C., Pertusati P., Ricci C.A. (1982) – I Lineamenti del Basamento Sardo in Guida alla geologia del Paleozoico Sardo – Società Geologica Italiana (Roma), 11-23
- Carosi R., Perillo M., Pertusati P.C. (1998) – Structural evolution of the Southern Sulcis metamorphic complex (SW Sardinia) – Acadèmie des sciences, Paris, 326, 505-512
- Del Vecchio L. (1992) – Significato del “Vulcanismo calcoalcalino recente” (18-15 Ma) della Sardegna Sud Occidentale – Tesi di dottorato IV ciclo Università degli Studi di Napoli
- Dieni I., Massari F., Medus J. (2008) – Age, depositional environment and stratigraphic value of the Cuccuru ‘e Flores Conglomerate: insight into the Palaeogene to Early Miocene geodynamic evolution of Sardinia – Bulletin de la Societe Geologique de France, 179, 51-72
- Ingrao G. (1928) - Bollettino sismico anno 1923 Reg. Uff. Centr. Meteorol. e Geofisica-Macrosismica 2, 1–20 (8) (1928), pp. 153–160
- Kanamori, Hiroo (1977) *The energy release in great earthquakes*. Journal of Geophysical Research, 82 (20). pp. 2981-2987. ISSN 0148-0227
- Lecca L., Lonis R., Luxoro S., Melis E., Secchi F., Brotzu P. (1997) – Oligo-Miocene volcanic sequences and rifting stages in Sardinia: a review – Periodico di Mineralogia, 66, 7-61
- Madariaga, R. (1976), - *Dynamics of an expanding circular fault*, . Bull. Seismol. Soc. Am., 66, 639–666.
- Marzorati, S. and Bindi, D.: Ambient noise levels in north central Italy. *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 7, Q09010, doi:10.1029/2006GC001256, 2006.
- Morra V., Secchi F.A., Assorgia A. (1994) – Petrogenetic significance of peralkaline rocks from Cenozoic calc-alkaline volcanism from SW Sardinia, Italy – *Chemical Geology*, 118, 109-142
- Nakamura, Y., (1989), - *A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface*, . Q. Rep. Railw. Tech. Res. Inst., 30, 25–30.
- Peterson, J. (1993). Observation and modeling of seismic background noise, U.S. Geol. Surv. Tech. Rept., 93-322, 1-95, 1993.

- Ribecai C., Bagnoli G., Mazzarini F., Musumeci G. (2005) – Paleontological evidence for Late Cambrian in the Arburese area, SW Sardinia – In: Steemans P., Javaux E. (eds.), Pre-Cambrian to Paleozoic Palaeopalynology and Palaeobotany. Carnets de Géologie/Notebooks on Geology, Brest, Memoir 2005/02, Abstract 08

Allegato 1

Schede di installazione delle stazioni sismiche

	esperimento <i>SULCIS</i> INSTALLAZIONE
Sigla: SU04	Località: Teulada – Punta Sebera
Operatori: Colasanti Gianfranco, Anselmi Mario	
Data Installazione: 22/09/2014 (anche Giorno Giuliano) 265	
ACQUISITORE (Tipo e S/N): A969	
SENSORE 1: Trillium 120 s - 00198	
Coordinate GPS (da staz): locked 8sv' N39°01.4972 – E8°48.2505 elev. 483 m.	

Memoria disco 1: 4Gb	Start : 16:03 GMT
Memoria disco 2	Stop:

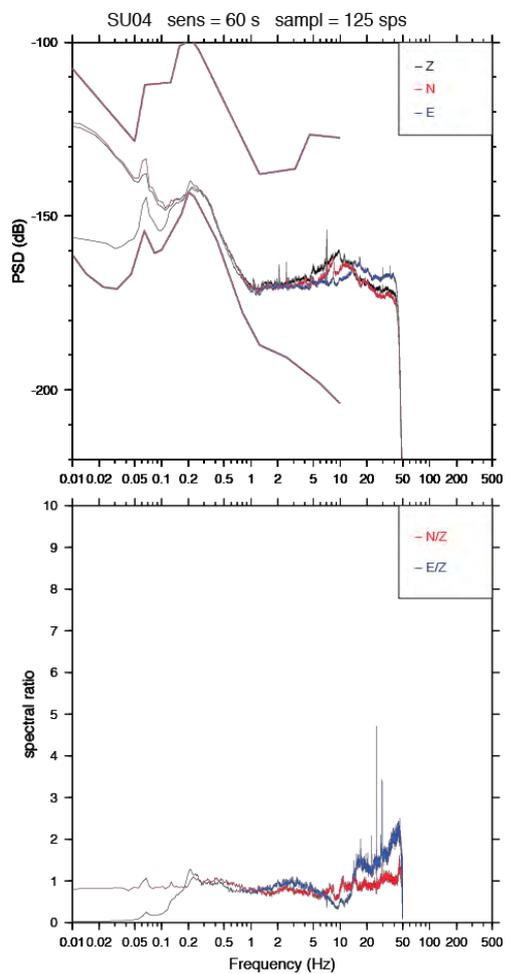
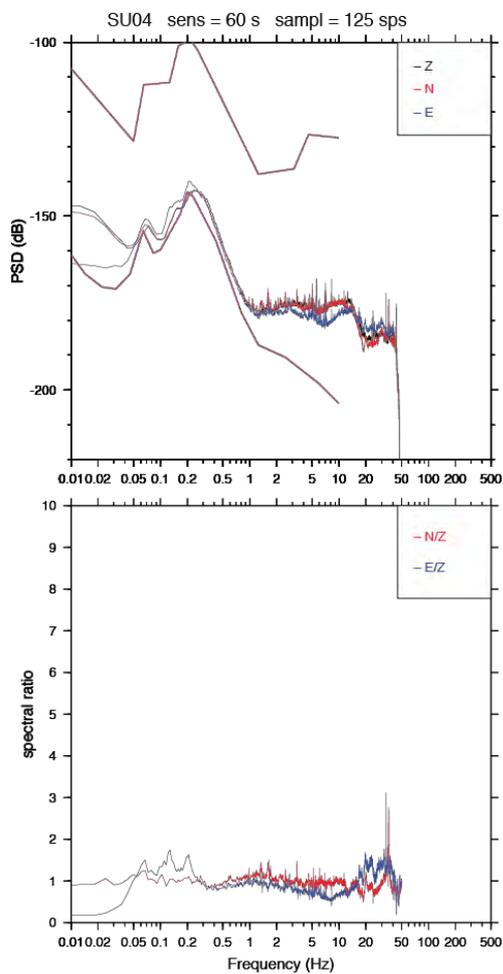
Batterie					
Est (tester)		Est (palm)	13.1	Int (palm)	3.3

Monitor (ok)											
Ch 1	X	Ch2	X	Ch3	X	Ch4		Ch5		Ch6	



Day-time (10 a.m.)

Night-time (10 p.m.)



	esperimento <i>SULCIS</i> INSTALLAZIONE
	Sigla: SU05
Località: Cortoghiana - Miniera	
Operatori: Colasanti Gianfranco, Anselmi Mario	
Data Installazione: 23/09/2014 (anche Giorno Giuliano) 266	
ACQUISITORE (Tipo e S/N): 9205	
SENSORE 1: R- 0360	
GPS: 6473	
Coordinate GPS (da staz): locked 8sv' N39°01.4972 – E8°48.2505 elev. 127 m.	

Memoria disco 1: 4Gb	Start : 15:25 GMT
Memoria disco 2	

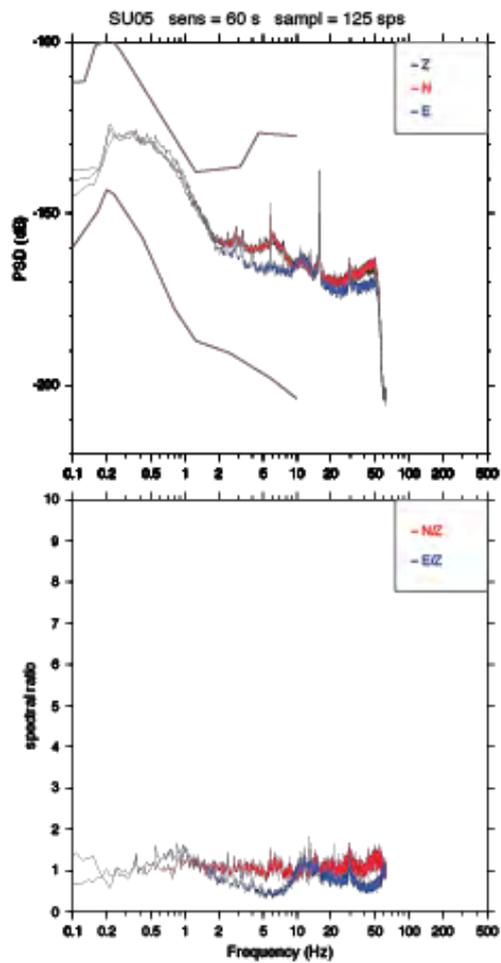
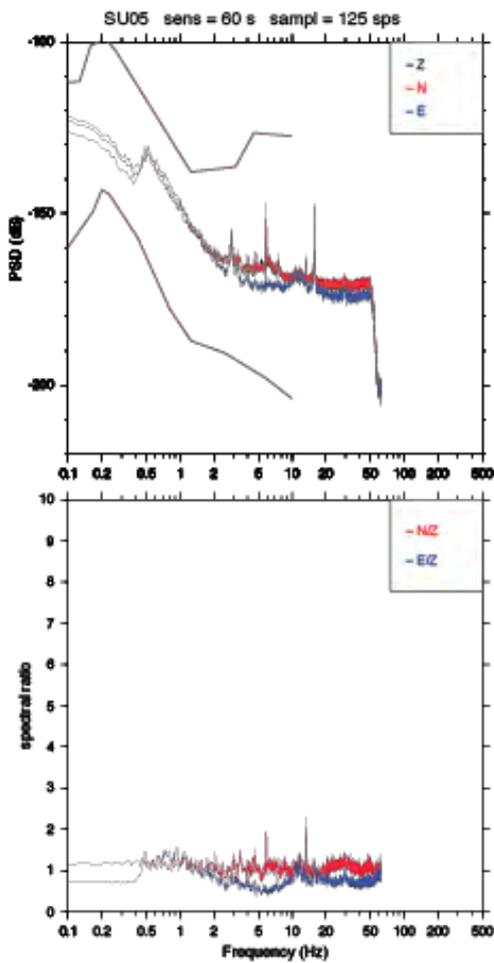
Batterie					
Est (tester)		Est (palm)	12.3	Int (palm)	3.3

Monitor (ok)											
Ch 1	X	Ch2	X	Ch3	X	Ch4		Ch5		Ch6	



Day-time (10:00 a.m.)

Night time (10:00 p.m.)



	esperimento <i>SULCIS</i> INSTALLAZIONE
	Sigla: SU06
Località: S. Giovanni Suergiu – IsLoccis-Santus	
Operatori: Colasanti Gianfranco, Anselmi Mario	
Data Installazione: 24/09/2014 (anche Giorno Giuliano) 267	
ACQUISITORE (Tipo e S/N): A960	
SENSORE 1: P-0302	
GPS:	
Coordinate GPS (da staz): N39°07.1781 – E8°29.5514	

Memoria disco 1: 4Gb	Start : 09:01 GMT
Memoria disco 2	

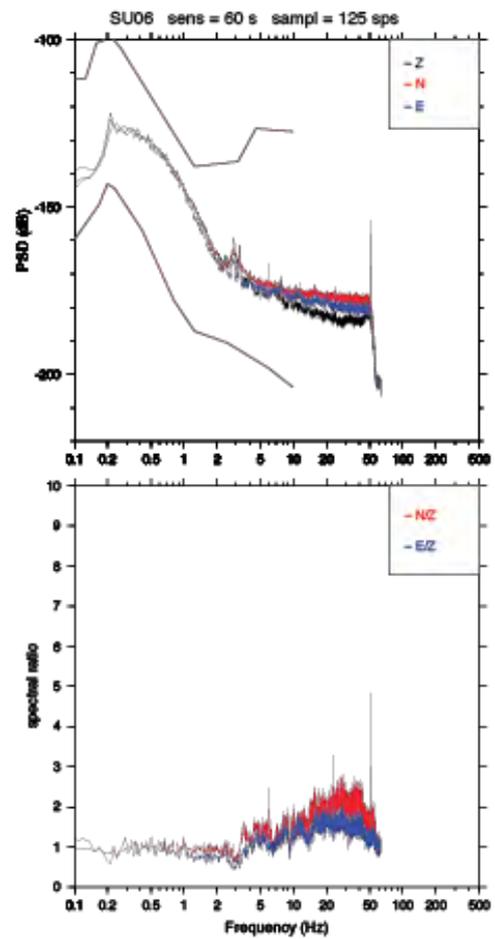
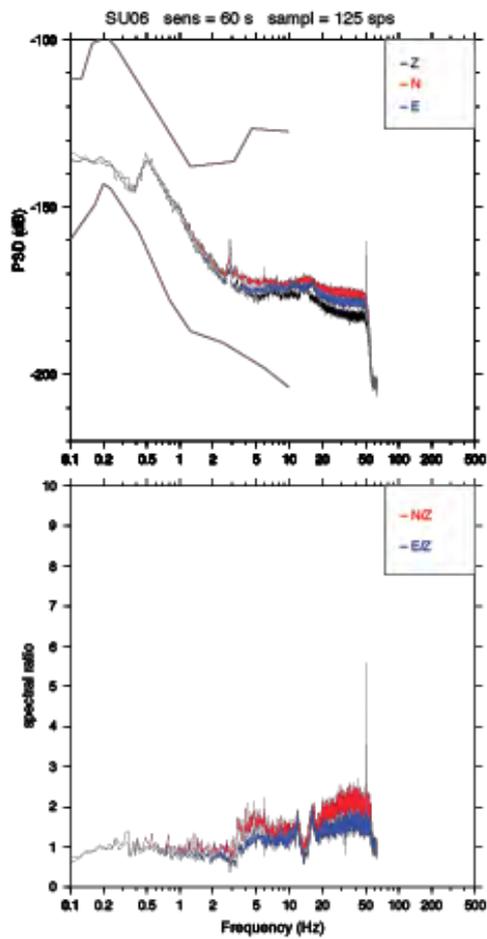
Batterie					
Est (tester)		Est (palm)	13.4	Int (palm)	3.3

Monitor (ok)											
Ch 1	X	Ch2	X	Ch3	X	Ch4		Ch5		Ch6	



Day-time (10:00 a.m.)

Night time (10:00 p.m.)



	esperimento <i>SULCIS</i> INSTALLAZIONE
Sigla: SU08	Località: Isola di Sant'Antioco (CI) - Maladroxia presso Agriturismo "Sa Ruscitta"
Operatori: Colasanti Gianfranco, Anselmi Mario	
Data Installazione: 25/09/2014 (anche Giorno Giuliano) 268	
ACQUISITORE (Tipo e S/N): 9192	
SENSORE 1: w-0466	
GPS:	
Coordinate GPS (da staz): locked N39°00.7372 – E8°25.6648 Elev: 106 m.	

Memoria disco 1: 4Gb	Start : 14:08 GMT
Memoria disco 2	

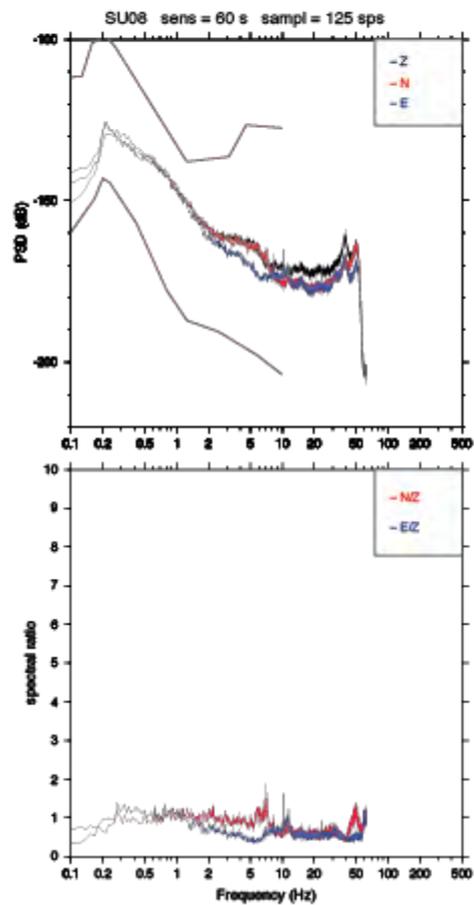
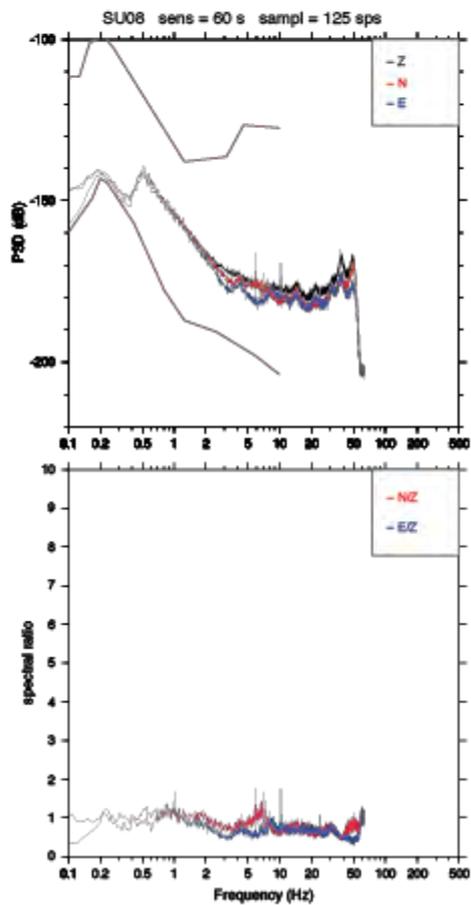
Batterie					
Est (tester)		Est (palm)	12.3	Int (palm)	3.3

Monitor (ok)											
Ch 1	X	Ch2	X	Ch3	X	Ch4		Ch5		Ch6	



Day-time (10:00 a.m.)

Night time (10:00 p.m.)



	EsperimentoSULCIS
	INSTALLAZIONE
Sigla: SU09	Località: Santantiocolocalità Scrocca
Operatori: Gianfranco Colasanti	
Data installazione: 25/10/2014	

ACQUISITORE:Reftek SN 9191	Start: ore 15:20
GPS: type 02SN 5620	
SENSORE 1: lennartz 5 sec SN O-296	Disco 1: 1 GbDisco 2: 2 Gb
Coordinate GPS (da staz):N 39.082085 E 8.421109 H 96	
Sat 8 lock 15:20	

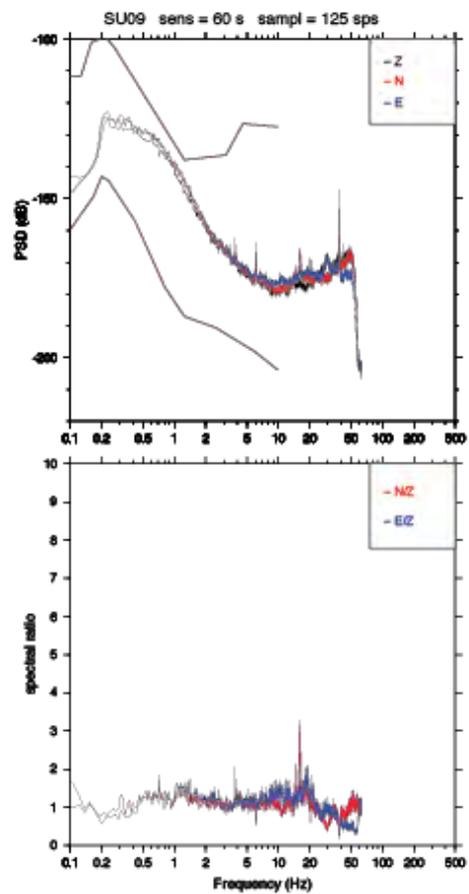
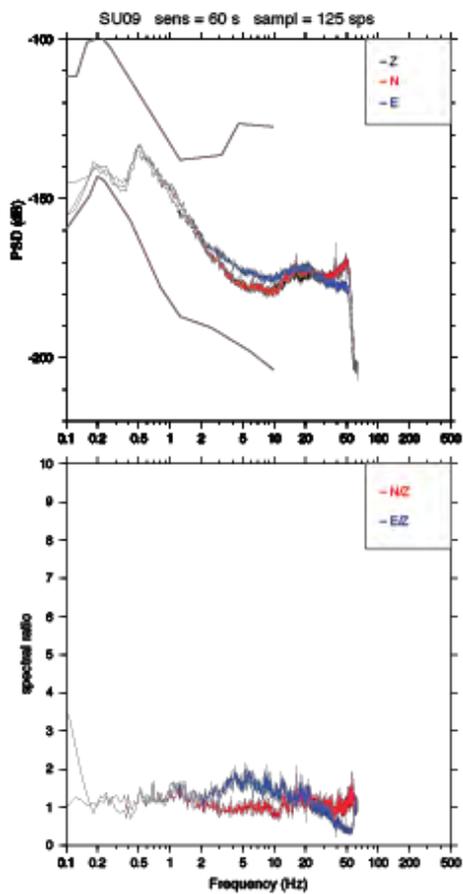
Batterie					
Est (tester)		Est (palm)	13.1	Int (palm)	

Monitor											
Ch 1	X	Ch2	X	Ch3	X	Ch4		Ch5		Ch6	



Day-time (10:00 a.m.)

Night time (10:00 p.m.)



 <p>rete mobile Centro Nazionale Terremoti</p>	<p>Esperimento SULCIS</p> <p>INSTALLAZIONE</p>	
	<p>Sigla: SU10</p>	<p>Località: Carloforte – Loc. Tonnare</p>
<p>Operatori: Colasanti Gianfranco</p>		
<p>Data installazione:</p>	<p>11/11/14 (315)</p>	

<p>ACQUISITORE: refttek 9196</p>	<p>Start: 11.32</p>
<p>SENSORE 1: Le3D-5s S/N U-0467</p> <p>GPS : TY01 S/N 0741</p>	<p>Disco 1:4Gb</p>
<p>Coordinate GPS (da staz): N°39°11.0734E°08°18.4389</p>	

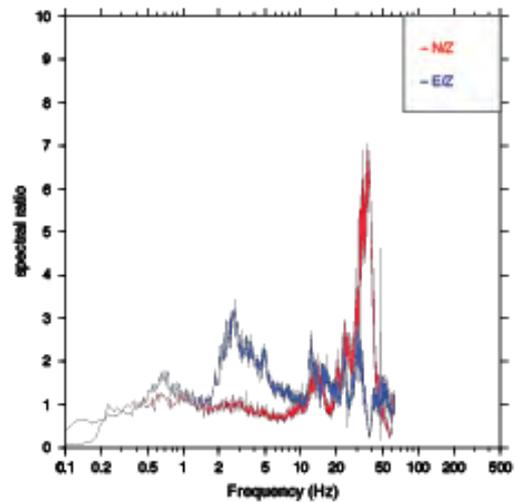
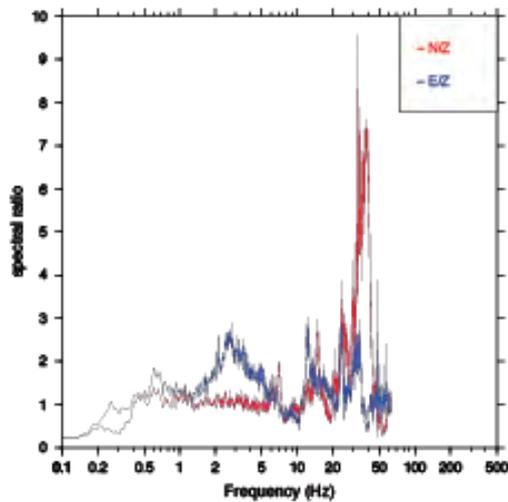
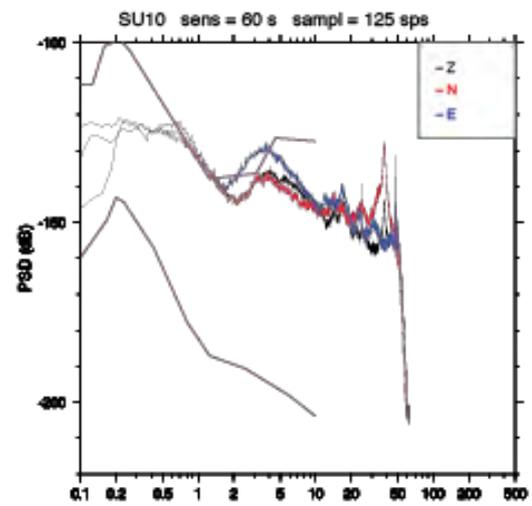
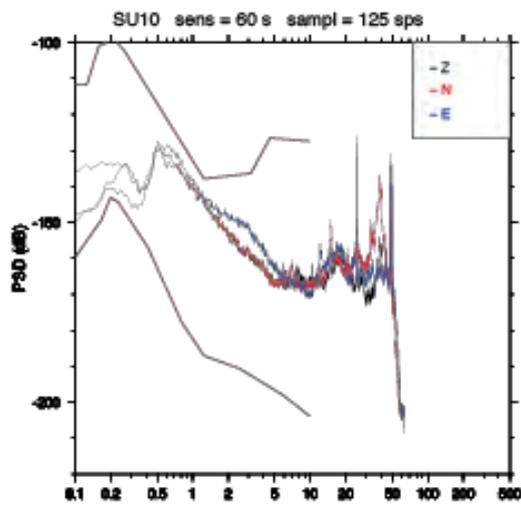
Batterie					
Est (tester)		Est (palm)	13.2	Int (palm)	3.3

Monitor											
Ch 1	X	Ch2	X	Ch3	X	Ch4		Ch5		Ch6	



Day-time (10:00 a.m.)

Night time (10:00 p.m.)



	Esperimento SULCIS INSTALLAZIONE	
	Sigla: SU11	Località: Seruci
Operatori: Colasanti Gianfranco		
Data installazione: 12/11/2014(316)		

ACQUISITORE: ReftekS/N:9215	Start: 16:14
SENSORE 1: GPS : TY 5106	Disco 1: 4 Gb
Coordinate GPS (da staz): 39°14.7263 8°25.4216alt: 150 m.	

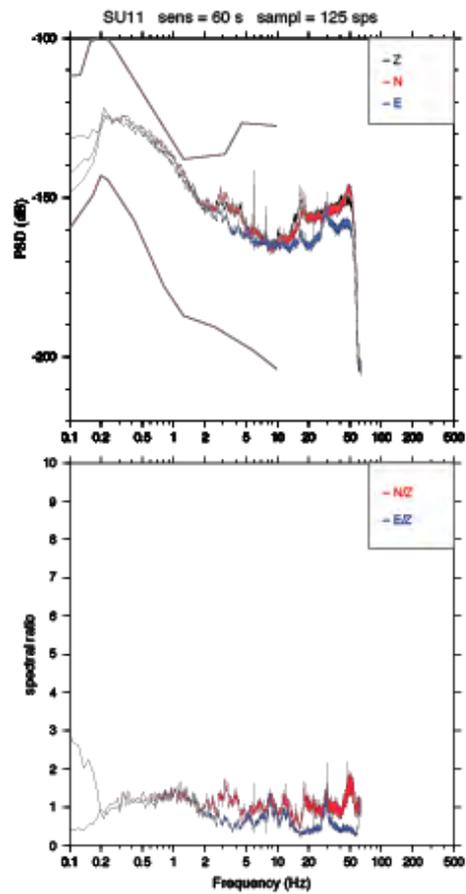
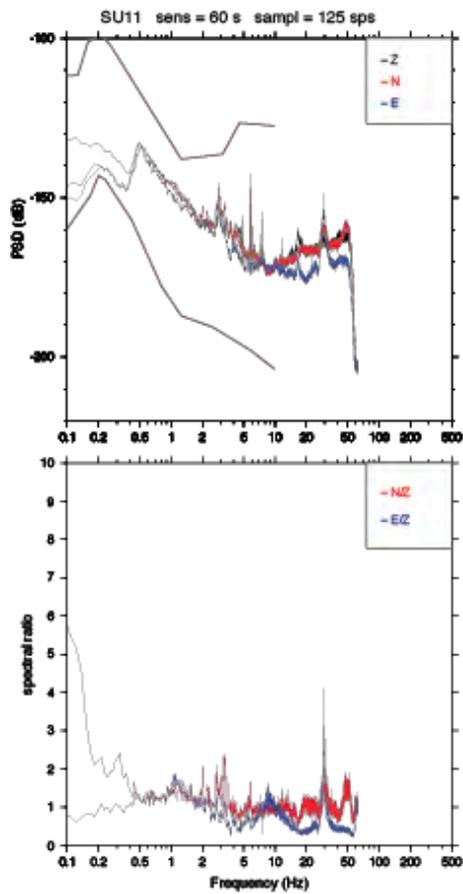
Batterie					
Est (tester)		Est (palm)	12.5	Int (palm)	3.3

Monitor											
Ch 1	X	Ch2	X	Ch3	X	Ch4		Ch5		Ch6	



Day-time (10:00 a.m.)

Night time (10:00 p.m.)



 <p>rete mobile Centro Nazionale Terremoti</p>	<p>Esperimento SULCIS</p> <p>INSTALLAZIONE</p>
	<p>Sigla: SU12</p> <p>Località: Porto Botte – Agriturismo Agrifoglio</p>
<p>Operatori: Colasanti Gianfranco</p>	
<p>Data installazione: 13/11/2014 (317)</p>	

<p>ACQUISITORE: Reftek A935</p>	<p>Start: 14:17 UTC</p>
<p>SENSORE 1: Le3D5s S/N:20613</p> <p>GPS : TY02 S/N:7221</p>	<p>Disco 1: 4Gb</p>
<p>Coordinate GPS (da staz): 39°05.3211 8°31.3250</p> <p>Locked 10 sat 14:15</p>	

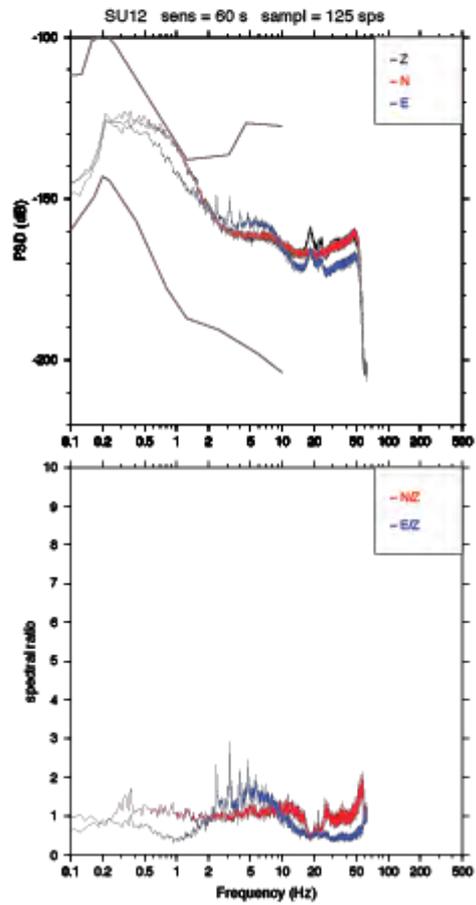
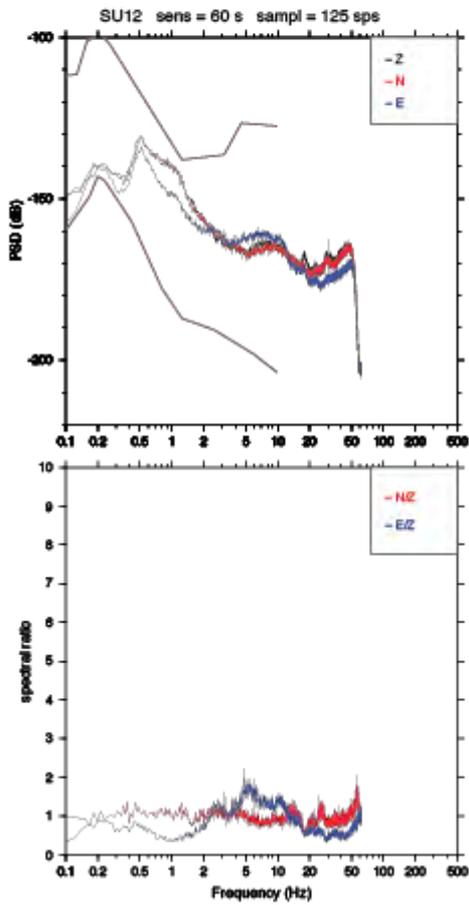
Batterie					
Est (tester)		Est (palm)	14.1	Int (palm)	3.3

Monitor											
Ch 1	X	Ch2	X	Ch3	X	Ch4		Ch5		Ch6	



Day-time (10:00 a.m.)

Night time (10:00 p.m.)



	Esperimento SULCIS INSTALLAZIONE	
	Sigla: SU13	Località: Perdaxius – IsAtzoris
Operatori: Colasanti Gianfranco		
Data installazione: 14/11/14 (318)		

ACQUISITORE: refttek 9210	Start: 11.26
SENSORE 1: Le3D-5s S/N P032 GPS : TY01 S/N 0794	Disco 1:4Gb
Coordinate GPS (da staz): N 39°08.6108E 08°36.3205 alt. 170 m. 10 satlocked 10:54	

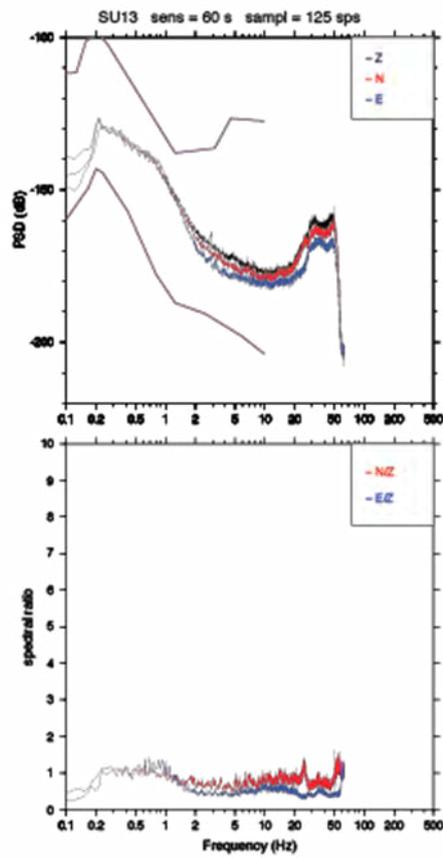
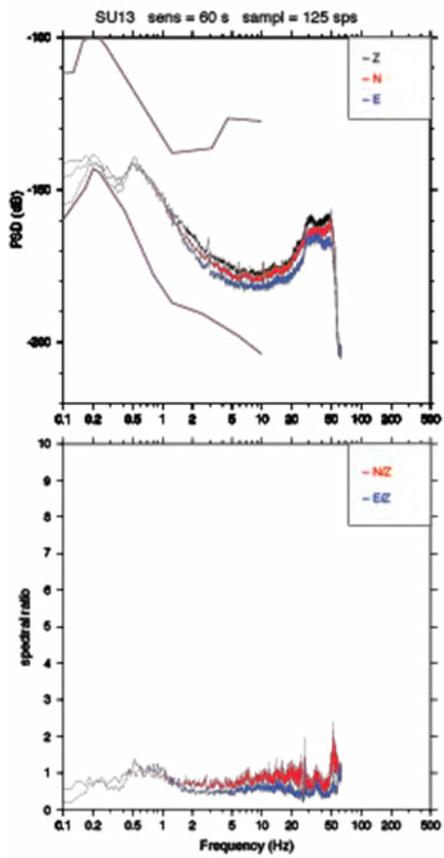
Batterie					
Est (tester)		Est (palm)	12.9	Int (palm)	3.3

Monitor											
Ch 1	X	Ch2	X	Ch3	X	Ch4		Ch5		Ch6	



Day-time (10:00 a.m.)

Night time (10:00 p.m.)



	Esperimento SULCIS	
	INSTALLAZIONE	
Sigla: SU14	Località: Gonnosfanadiga (VS)	
Operatori: Colasanti Gianfranco		
Data installazione: 07/01/2015		

ACQUISITORE: Reftek 130/ 918E	Start: 2015.07 10:54
SENSORE 1: Trillium 120 s / 00196	Disco 1: 4GB
Coordinate GPS (da staz): 39°26.6716- 08°39.1686	

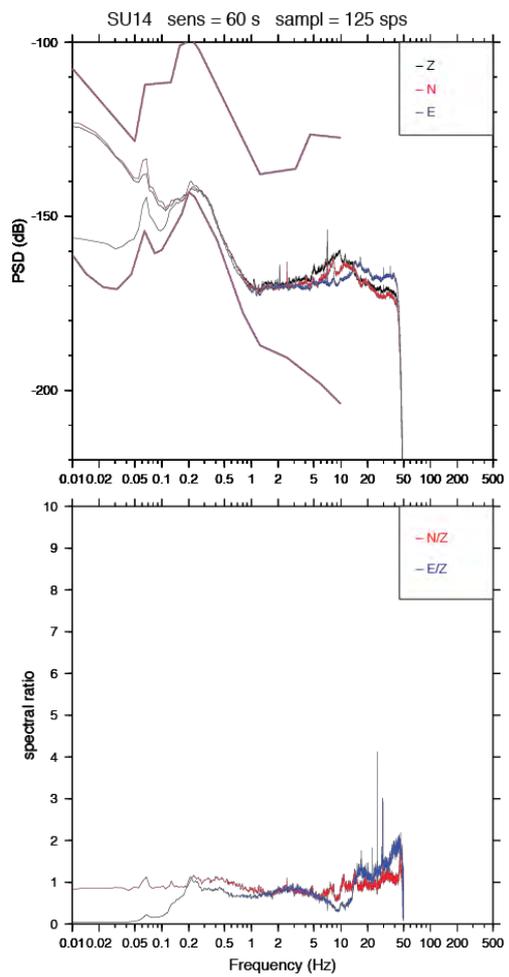
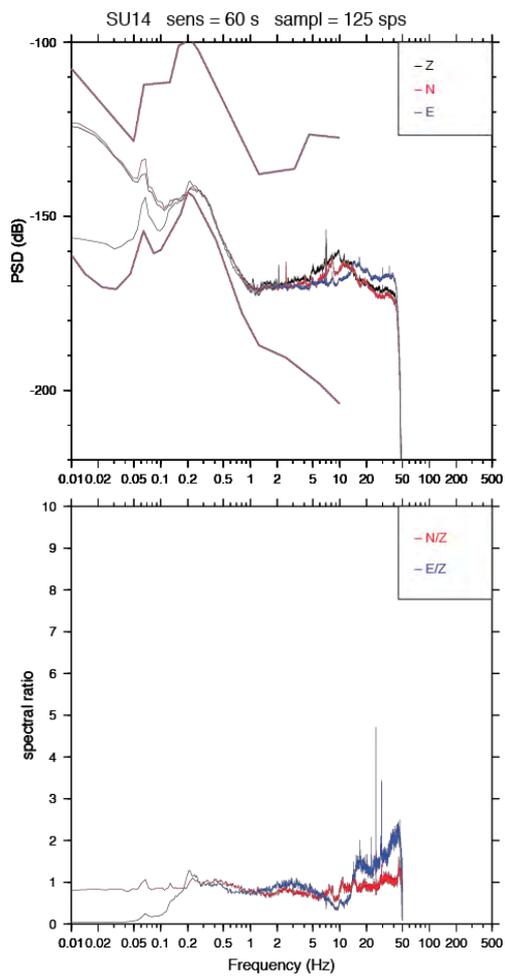
Batterie					
Est (tester)	12.6	Est (palm)		Int (palm)	3.3

Monitor											
Ch 1	X	Ch2	X	Ch3	X	Ch4		Ch5		Ch6	



Day-time (10 a.m.)

Night-time (10 p.m.)



Allegato 2

Lista dei terremoti regionali e dei telesismi registrati dalla rete sismica temporanea

YYYY-MM-DDTHH:MM:SS.SSS	LON	LAT	DEPTH	Mw
2015-07-12T17:52:05.660Z	131,7544	33,0334	46,93	5,5
2015-07-12T04:37:31.330Z	128,1867	2,9916	115,00	5,5
2015-07-11T11:26:59.230Z	148,0251	43,9006	31,88	5,5
2015-07-10T04:12:42.530Z	158,3960	-9,3030	12,00	6,7
2015-07-09T18:32:51.220Z	141,4617	40,3653	81,00	5,5
2015-07-09T13:25:54.550Z	-90,2494	13,3015	47,48	5,6
2015-07-07T20:03:19.120Z	-177,1329	-22,9379	169,64	5,8
2015-07-07T16:08:03.640Z	-111,3022	-13,3864	10,00	5,7
2015-07-07T07:01:42.740Z	-111,6323	-13,3290	10,00	5,9
2015-07-07T06:21:02.230Z	-179,7416	-35,4391	10,00	5,6
2015-07-07T05:35:14.530Z	-179,6186	-35,4259	10,00	5,6
2015-07-07T05:10:28.240Z	147,9829	43,9390	49,00	6,3
2015-07-06T12:24:08.560Z	-174,5001	-20,7139	44,00	5,8
2015-07-06T03:50:57.870Z	-142,1098	-56,6001	10,00	5,6
2015-07-03T06:43:21.540Z	125,8907	10,1691	32,00	6,1
2015-07-03T03:16:35.580Z	95,0302	11,4187	9,03	5,5
2015-07-03T01:07:47.290Z	78,1357	37,4682	20,00	6,4
2015-07-01T19:35:22.900Z	162,5531	-10,9929	21,00	6,0
2015-07-01T14:30:21.720Z	159,6191	-52,2048	10,00	5,7
2015-06-30T03:39:29.410Z	151,5457	-5,4513	43,00	6,0
2015-06-29T22:07:48.500Z	71,3004	36,6802	191,00	5,5
2015-06-29T09:09:16.110Z	-74,2317	-16,045	28,00	5,8
2015-06-27T15:34:04.010Z	34,6826	29,0447	22,00	5,5
2015-06-25T18:45:57.450Z	-178,3241	-32,0722	10,00	6,0
2015-06-24T22:32:21.000Z	-151,962	61,6644	114,20	5,7
2015-06-23T12:22:20.410Z	140,0686	27,6475	470,67	5,6
2015-06-23T12:19:29.160Z	139,7745	27,7070	462,13	5,5
2015-06-23T12:18:30.270Z	139,7254	27,7375	460,00	6,5
2015-06-23T08:59:55.770Z	-175,0399	-19,5686	138,00	5,5

2015-06-21T21:28:16.270Z	-178,3276	-20,4307	562,61	6,0
2015-06-20T23:39:09.510Z	-177,0845	-23,5295	151,00	5,9
2015-06-20T05:32:08.810Z	-26,5027	-59,6293	50,11	5,7
2015-06-20T05:22:17.840Z	-73,7481	-36,3656	4,58	5,5
2015-06-20T02:10:07.100Z	-73,8120	-36,3601	11,00	6,4
2015-06-17T12:51:32.790Z	-17,1605	-35,3639	10,00	7,0
2015-06-16T06:17:01.180Z	-179,0024	-20,3944	656,00	5,9
2015-06-15T21:04:24.670Z	125,8447	4,1537	136,00	5,7
2015-06-15T17:40:53.930Z	125,2517	-9,7420	20,00	5,8
2015-06-13T03:17:24.080Z	-176,1590	-24,5961	22,00	5,5
2015-06-12T11:07:08.040Z	-173,0098	-15,6758	48,00	6,0
2015-06-11T04:51:24.140Z	143,3457	39,6080	5,72	5,7
2015-06-11T04:45:29.730Z	143,3310	39,6720	10,49	5,7
2015-06-10T13:52:09.770Z	-68,4323	-22,4000	124,00	6,0
2015-06-10T08:33:03.780Z	143,3190	39,6795	30,96	5,8
2015-06-09T00:16:44.560Z	-143,8281	-56,0320	10,00	5,6
2015-06-08T06:01:08.300Z	142,0308	41,5615	42,00	6,1
2015-06-05T14:54:00.970Z	78,1817	-37,1708	10,00	5,6
2015-06-04T23:15:43.910Z	116,5409	5,9867	10,00	6,0
2015-06-01T20:11:30.610Z	-129,9582	44,4971	10,00	5,9
2015-06-01T06:52:41.340Z	-129,8114	44,4584	10,00	5,8
2015-05-30T18:49:07.340Z	142,9722	30,7856	6,05	6,2
2015-05-30T17:18:35.040Z	-173,3817	-15,7216	10,00	6,0
2015-05-30T11:23:02.110Z	140,4931	27,8386	664,00	7,8
2015-05-29T08:40:13.230Z	99,9237	-47,3578	10,00	5,9
2015-05-29T07:00:09.000Z	-156,4300	56,5940	72,60	6,7
2015-05-26T23:41:40.800Z	-25,2138	-58,7355	35,00	5,7
2015-05-26T16:42:33.040Z	135,7341	-0,3277	15,00	5,8
2015-05-26T10:32:03.350Z	-68,5076	-22,0570	124,00	5,6
2015-05-24T21:06:41.140Z	-26,4546	-59,6530	34,00	5,8

2015-05-24T14:38:59.510Z	-175,9627	-19,3933	10,00	6,2
2015-05-24T04:53:23.630Z	-14,1708	-16,8550	10,00	6,3
2015-05-23T19:28:17.380Z	152,5914	-4,7846	31,84	5,9
2015-05-22T23:59:33.770Z	163,2154	-11,1093	10,00	6,8
2015-05-22T21:45:19.480Z	163,6959	-11,0559	11,19	6,9
2015-05-21T19:32:57.730Z	160,3336	-9,8042	5,00	5,7
2015-05-20T22:48:53.420Z	164,1694	-10,8759	11,00	6,8
2015-05-20T00:30:54.700Z	-175,5247	-19,3021	203,00	6,0
2015-05-19T15:25:21.080Z	-132,1618	-54,3312	7,20	6,7
2015-05-19T13:54:56.470Z	168,5853	-18,6153	50,00	5,8
2015-05-18T17:04:53.650Z	154,4418	-7,1480	10,00	5,7
2015-05-18T04:02:46.580Z	80,3254	-41,5553	9,00	5,7
2015-05-17T08:52:37.120Z	165,8102	-12,0807	9,00	5,6
2015-05-16T11:34:09.980Z	86,0734	27,5603	7,00	5,5
2015-05-15T20:26:56.870Z	102,2191	-2,5420	151,00	6,0
2015-05-12T21:12:58.890Z	142,0317	38,9056	35,00	6,8
2015-05-12T07:36:54.490Z	86,1617	27,6250	15,00	6,3
2015-05-12T07:17:20.640Z	86,2177	27,7141	13,01	5,5
2015-05-12T07:05:19.730Z	86,0655	27,8087	15,00	7,3
2015-05-10T21:25:46.440Z	142,0157	31,2373	6,00	6,0
2015-05-10T00:50:18.580Z	-94,0135	14,8388	9,00	5,6
2015-05-08T07:52:06.140Z	149,8228	-6,1204	35,00	5,9
2015-05-08T03:12:21.520Z	97,9026	1,5404	36,00	5,7
2015-05-07T07:10:19.590Z	154,5567	-7,2175	10,00	7,1
2015-05-05T20:53:20.980Z	67,2078	-15,3785	10,00	5,5
2015-05-05T08:16:58.450Z	152,2351	-5,5289	45,61	5,8
2015-05-05T01:58:16.620Z	152,1638	-5,4716	35,00	5,6
2015-05-05T01:53:59.830Z	152,0278	-5,3494	35,00	5,8
2015-05-05T01:44:06.380Z	151,8751	-5,4624	55,00	7,5
2015-05-04T12:24:08.150Z	154,2683	-61,4428	14,00	5,7

2015-05-04T02:29:11.420Z	168,8833	-44,5226	10,00	5,6
2015-05-03T23:40:56.660Z	151,9265	-5,5385	35,00	5,9
2015-05-03T22:35:07.600Z	151,8552	-5,5228	35,00	5,5
2015-05-03T22:32:39.010Z	151,6757	-5,6314	24,00	6,0
2015-05-02T16:50:42.990Z	140,2130	31,5293	10,00	5,7
2015-05-01T08:06:52.250Z	151,8715	-5,4912	35,00	6
2015-05-01T08:06:03.480Z	151,7773	-5,2005	44,00	6,8
2015-04-30T10:45:02.930Z	151,7706	-5,3750	31,00	6,7
2015-04-30T10:19:08.200Z	-26,9077	-60,3933	10,00	5,8
2015-04-28T18:56:53.310Z	-95,0355	17,1089	111,00	5,5
2015-04-28T16:39:39.190Z	-178,6329	-20,8865	581,00	6,1
2015-04-26T23:35:29.730Z	-79,8322	-8,3237	22,00	5,6
2015-04-26T07:09:10.670Z	86,0173	27,7711	22,91	6,7
2015-04-25T09:17:02.310Z	87,3173	28,3902	10,00	5,7
2015-04-25T06:56:33.860Z	85,7505	27,8822	10,00	5,5
2015-04-25T06:45:21.320Z	84,8216	28,2244	10,00	6,6
2015-04-25T06:18:10.870Z	86,0213	27,6857	10,00	5,6
2015-04-25T06:15:22.910Z	85,5398	27,6285	10,00	6,1
2015-04-25T06:11:25.950Z	84,7314	28,2305	8,22	7,8
2015-04-24T13:56:15.180Z	-130,7714	51,6148	8,00	6,2
2015-04-24T03:36:42.400Z	173,0066	-42,0602	48,00	6,1
2015-04-22T22:57:15.650Z	166,4320	-12,0390	72,00	6,2
2015-04-20T12:00:00.070Z	122,4532	24,0471	29,00	6,1
2015-04-20T11:45:13.440Z	122,4530	24,0851	29,00	6,0
2015-04-20T09:05:34.120Z	102,4776	-5,6841	27,00	5,7
2015-04-20T01:42:58.380Z	122,3158	24,2026	29,00	6,4
2015-04-17T15:52:51.480Z	-178,6005	-15,8815	10,00	6,5
2015-04-16T18:07:43.610Z	26,8235	35,1891	20,00	6,0
2015-04-14T08:13:55.330Z	-173,3499	-15,1965	8,00	5,6
2015-04-11T05:00:42.480Z	126,6945	2,1173	50,00	5,5

2015-04-10T16:23:04.080Z	65,8580	-13,7935	10,00	5,7
2015-04-07T00:46:21.830Z	-173,2247	-15,1676	30,00	6,3
2015-04-05T20:51:39.730Z	152,7221	-5,5476	8,00	5,5
2015-04-03T21:17:54.770Z	147,7519	-6,2934	30,00	5,9
2015-04-03T12:32:38.670Z	-176,3463	-23,0158	59,21	5,5
2015-04-02T04:10:10.000Z	-178,5831	-17,8607	560,00	5,9
2015-04-01T11:06:35.790Z	-172,8346	-16,0213	10,00	5,5
2015-03-31T12:18:24.200Z	152,4900	-4,8946	39,00	6,0
2015-03-31T12:15:21.840Z	152,4751	-4,9150	35,00	5,7
2015-03-31T12:10:40.540Z	162,4863	-10,9590	26,00	5,6
2015-03-30T18:02:10.790Z	-172,8635	-15,4261	9,64	5,8
2015-03-30T10:34:53.060Z	78,0903	-39,2859	10,00	5,9
2015-03-30T08:48:25.340Z	-173,0293	-15,4994	11,00	6,5
2015-03-30T08:18:01.340Z	-172,9409	-15,3920	14,54	6,4
2015-03-30T07:56:53.230Z	-173,0490	-15,4296	10,00	6,0
2015-03-30T00:15:31.410Z	152,6038	-5,2049	42,05	5,7
2015-03-29T23:48:31.010Z	152,5623	-4,7294	41,00	7,5
2015-03-29T07:50:54.290Z	126,4846	1,6535	45,05	5,6
2015-03-28T22:28:50.780Z	121,9895	0,4002	118,00	5,9
2015-03-28T19:16:33.120Z	176,7927	-18,2822	8,00	5,5
2015-03-28T16:36:53.850Z	-68,6175	-22,2167	112,00	5,6
2015-03-27T21:59:39.270Z	-77,5836	-1,2012	195,03	5,5
2015-03-23T10:13:50.880Z	121,7500	23,7235	35,00	5,5
2015-03-23T04:51:38.010Z	-69,1663	-18,3534	130,00	6,4
2015-03-22T05:56:22.370Z	145,7186	13,2251	10,00	5,5
2015-03-20T15:42:52.380Z	154,8778	-4,7852	23,96	5,6
2015-03-18T18:27:29.500Z	-73,5219	-36,1167	13,00	6,2
2015-03-17T22:12:28.940Z	126,5217	1,6686	44,00	6,2
2015-03-17T20:16:19.080Z	-178,5653	-17,8236	555,93	5,5
2015-03-16T03:00:05.950Z	152,0288	-4,0737	196,00	5,9

2015-03-15T23:17:16.910Z	122,3067	-0,5409	31,00	6,1
2015-03-15T04:47:19.970Z	146,4233	18,7532	46,00	5,8
2015-03-15T02:17:07.850Z	-176,3784	-22,2789	112,00	5,5
2015-03-10T20:55:44.370Z	-72,9875	6,7757	155,00	6,2
2015-03-09T02:48:45.580Z	-82,6541	6,5308	11,00	5,8
2015-03-07T22:18:57.500Z	151,7342	-6,5331	22,00	5,6
2015-03-07T13:18:23.960Z	-173,2900	50,5075	10,00	5,6
2015-03-06T08:22:18.960Z	80,6046	-41,3157	10,00	6,0
2015-03-03T10:37:30.050Z	98,7161	-0,7789	28,00	6,1
2015-03-02T02:50:47.880Z	-150,6522	-59,561	13,00	5,5
2015-03-01T08:30:03.030Z	-90,9992	13,4392	20,00	5,5
2015-03-01T03:32:33.780Z	124,4702	0,0241	62,00	5,6
2015-02-27T16:24:50.560Z	145,8303	16,9041	20,09	5,7
2015-02-27T13:45:05.370Z	122,5348	-7,2968	552,06	7,0
2015-02-25T07:01:00.930Z	141,8201	31,0659	9,00	5,9
2015-02-25T01:31:41.500Z	119,8398	6,0816	9,00	5,7
2015-02-24T02:28:54.090Z	143,1982	39,6546	20,00	5,8
2015-02-22T14:23:12.720Z	-106,8480	18,6766	5,00	6,2
2015-02-22T12:56:24.400Z	-76,5012	2,7299	149,00	5,5
2015-02-21T10:13:53.290Z	143,4861	39,8185	7,00	6,0
2015-02-20T04:25:23.380Z	143,5871	39,8244	10,00	6,2
2015-02-19T13:18:32.810Z	168,1483	-16,4311	10,00	6,4
2015-02-19T10:24:03.570Z	159,3522	-53,4419	10,00	5,5
2015-02-18T09:32:26.770Z	164,1216	-10,7598	10,00	6,1
2015-02-18T01:16:17.570Z	-103,0536	8,2850	10,00	5,5
2015-02-18T00:48:28.890Z	-103,1590	8,3227	5,00	5,5
2015-02-17T16:33:21.280Z	143,5829	39,5696	10,00	5,5
2015-02-17T04:46:38.940Z	141,8914	40,1095	47,00	5,5
2015-02-16T23:06:28.270Z	142,8808	39,8558	23,00	6,7
2015-02-16T22:00:53.590Z	-28,2591	-55,5200	13,00	6,2

2015-02-13T20:06:32.330Z	121,4270	22,6374	30,00	6,2
2015-02-13T18:59:12.230Z	-31,9016	52,6487	16,68	7,1
2015-02-12T15:50:59.880Z	-105,7405	19,3552	41,67	5,5
2015-02-11T21:29:24.580Z	-179,6010	-65,5984	10,00	5,8
2015-02-11T18:57:22.460Z	-66,6880	-23,1125	223,00	6,7
2015-02-11T13:01:15.810Z	-66,7204	-23,5605	202,49	5,5
2015-02-08T15:09:08.950Z	119,3699	-2,4318	37,28	5,6
2015-02-05T04:40:51.480Z	-82,6217	5,2220	3,95	5,7
2015-02-04T08:20:43.610Z	-175,8779	-25,7381	19,00	5,5
2015-02-03T07:16:53.890Z	-168,6035	52,2224	14,00	5,5
2015-02-02T10:49:48.530Z	-67,1231	-32,7183	172,00	6,3
2015-02-02T08:25:48.510Z	145,2141	-1,5390	14,00	5,9
2015-02-01T20:02:20.730Z	-8,1198	-49,3181	10,00	5,6
2015-02-01T13:34:02.980Z	170,2648	-21,2735	7,64	5,7
2015-02-01T11:41:46.490Z	166,7543	-12,3801	176,66	5,5
2015-01-31T12:29:30.620Z	147,1244	15,2410	5,00	5,5
2015-01-30T17:57:56.440Z	170,1580	-21,2452	7,08	6,0
2015-01-29T03:49:35.190Z	-174,1710	-19,2852	39,77	5,6
2015-01-28T21:08:53.710Z	-124,6066667	40,3178	17,17	5,7
2015-01-28T02:43:19.350Z	-178,3032	-20,9665	484,12	6,2
2015-01-27T00:53:19.120Z	97,2402	1,3368	12,58	5,7
2015-01-26T17:44:52.680Z	-136,7703	-54,6751	10,00	5,6
2015-01-23T03:47:27.050Z	168,5200	-17,0309	219,96	6,8
2015-01-21T20:08:33.600Z	146,3279	-5,6549	49,00	5,7
2015-01-20T06:59:52.020Z	-91,4588	14,9801	154,00	5,5
2015-01-19T17:19:45.650Z	119,7571	4,6079	11,00	5,5
2015-01-18T23:13:36.680Z	-105,7571	-35,4555	8,32	5,7
2015-01-18T04:47:38.080Z	179,5780	51,9238	102,00	5,5
2015-01-17T23:39:51.870Z	131,8634	-5,7726	56,76	5,5
2015-01-17T18:41:42.770Z	-63,1461	-22,237	557,17	5,6

2015-01-12T20:25:14.170Z	133,9223	-5,5870	20,91	5,6
2015-01-12T07:57:27.070Z	-93,3808	15,4767	75,00	5,5
2015-01-10T19:32:00.320Z	120,2456	14,7709	59,00	5,9
2015-01-10T17:55:02.630Z	-68,5339	-21,6328	108,78	5,5
2015-01-10T02:05:46.270Z	68,3613	-5,6550	10,00	5,6
2015-01-08T14:56:30.710Z	161,3346	-61,6118	10,00	5,7
2015-01-07T05:07:07.510Z	-82,6576	5,9045	8,00	6,5
2015-01-06T22:09:13.250Z	163,2446	55,2049	10,00	5,6
2015-01-05T17:48:42.490Z	171,2364	-43,0546	8,06	5,6
2015-01-02T08:21:55.900Z	60,3653	6,5739	10,00	5,5
2014-12-31T09:26:22.450Z	120,6673	13,7483	110,00	5,5
2014-12-31T01:37:33.930Z	144,0020	-4,4378	123,00	5,8
2014-12-30T21:17:23.920Z	-178,5639	-20,3263	599,28	6,0
2014-12-29T17:41:49.470Z	-24,8509	-56,6590	19,03	5,6
2014-12-29T09:29:37.390Z	121,5213	8,6341	8,00	6,1
2014-12-27T18:53:47.210Z	-179,4900	-17,9261	621,76	5,5
2014-12-26T23:52:15.160Z	-82,3463	6,5189	10,00	5,9
2014-12-24T01:58:01.740Z	147,3360	-56,3945	4,00	5,9
2014-12-24T01:19:38.840Z	147,2567	-56,3004	10,00	5,5
2014-12-22T07:19:41.230Z	-146,0942	-54,1054	14,00	5,8
2014-12-21T11:34:13.570Z	126,6483	2,0892	41,00	6,3
2014-12-20T09:29:57.490Z	141,5534	37,4017	31,31	5,9
2014-12-19T19:49:30.080Z	-61,8091	16,1951	118,07	5,6
2014-12-18T20:10:53.410Z	-25,3698	-56,6279	10,00	5,5
2014-12-17T06:10:05.700Z	100,1432	-3,8295	10,00	5,9
2014-12-12T20:22:35.350Z	-176,4443	-18,9043	316,37	5,8
2014-12-11T13:53:29.350Z	-25,4248	-56,7511	10,00	5,5
2014-12-10T21:03:39.260Z	122,4503	25,5403	256,00	6,1
2014-12-09T03:09:22.520Z	126,2320	1,5378	40,71	5,7
2014-12-08T09:52:04.220Z	158,0836	50,3161	47,13	5,6

2014-12-08T08:54:52.520Z	-82,6865	7,9401	20,00	6,6
2014-12-07T21:16:35.740Z	-91,4731	13,6717	32,00	6,1
2014-12-07T12:11:31.220Z	-91,3822	13,7465	28,00	5,9
2014-12-07T03:30:01.800Z	154,2587	-6,4606	10,00	5,6
2014-12-07T01:22:02.180Z	154,4603	-6,5108	23,00	6,6
2014-12-06T22:05:10.730Z	130,4829	-6,1100	116,00	6,0
2014-12-06T17:21:49.020Z	-82,7339	7,9824	15,00	6,0
2014-12-06T10:20:01.520Z	100,5330	23,3577	10,00	5,6
2014-12-05T18:43:46.290Z	100,4736	23,3363	11,00	5,6
2014-12-03T00:27:04.430Z	122,4230	-2,9324	10,00	5,5
2014-12-02T05:11:31.000Z	123,1261	6,1572	614,00	6,6
2014-12-01T13:04:24.470Z	164,4453	-48,8526	21,00	5,7
2014-11-29T19:40:10.610Z	127,0084	2,3835	37,00	5,8
2014-11-29T13:05:08.540Z	61,3810	5,7314	10,00	5,6
2014-11-26T14:49:49.610Z	126,4582	1,8122	30,39	5,6
2014-11-26T14:33:43.640Z	126,5751	1,9604	39,00	6,8
2014-11-25T15:19:08.050Z	101,7618	30,1884	9,00	5,6
2014-11-24T21:02:19.460Z	154,9618	-5,9626	170,00	5,6
2014-11-22T19:14:16.370Z	27,1505	45,8977	32,00	5,6
2014-11-22T13:08:18.420Z	137,8875	36,6408	9,00	6,2
2014-11-22T08:55:26.580Z	101,7374	30,3398	9,00	5,9
2014-11-21T10:10:19.630Z	127,0562	2,2999	35,00	6,5
2014-11-21T03:29:11.390Z	120,0724	20,6545	4,00	5,8
2014-11-20T18:14:37.790Z	93,5148	23,5081	49,00	5,6
2014-11-20T01:51:42.180Z	141,6082	37,3226	32,00	5,6
2014-11-18T04:47:16.630Z	126,4751	1,8693	30,00	5,8
2014-11-18T03:25:37.490Z	94,3590	7,4840	6,61	5,6
2014-11-17T16:52:46.850Z	33,8037	-46,3484	10,00	6,1
2014-11-17T11:27:06.980Z	-102,1971	-36,0008	19,08	5,5
2014-11-17T01:05:57.680Z	155,1391	-9,5484	10,00	5,8

2014-11-16T22:33:20.450Z	179,6621	-37,6478	22,00	6,7
2014-11-15T09:47:57.850Z	126,5628	1,7859	35,00	5,5
2014-11-15T03:08:04.590Z	123,8891	-0,1448	90,28	5,9
2014-11-15T02:34:59.790Z	126,2983	1,6728	44,94	5,9
2014-11-15T02:31:41.720Z	126,5217	1,8929	45,00	7,1
2014-11-13T12:21:06.120Z	169,1149	-18,4981	211,00	5,5
2014-11-13T10:24:18.270Z	173,0845	-15,2155	10,00	6,0
2014-11-12T11:16:46.510Z	-85,3828	1,1343	10,00	5,5
2014-11-10T21:38:00.830Z	-177,8549	-30,0426	29,00	5,7
2014-11-10T11:38:59.000Z	-68,7250	-21,6310	111,30	5,6
2014-11-10T10:04:21.150Z	171,4529	-22,7730	7,00	5,9
2014-11-07T03:33:55.280Z	148,2315	-5,9873	53,19	6,6
2014-11-07T00:20:47.170Z	95,0654	4,7800	39,00	5,5
2014-11-03T08:48:29.740Z	79,9602	-41,7317	10,00	6,3
2014-11-03T08:23:53.650Z	-32,6801	4,6657	10,00	5,5
2014-11-02T17:17:04.410Z	154,2778	-61,2203	10,00	6,0
2014-11-01T18:57:22.380Z	-177,7587	-19,6903	434,00	7,1
2014-11-01T10:59:54.610Z	-111,2436	-31,8520	10,00	6,0
2014-11-01T10:05:43.540Z	-111,1070	-31,9202	10,00	5,8