



Ricerca di Sistema elettrico

## Misura della sismicità di background e indotta

Plaisant A., Anardu V.G., Multineddu D.  
M. Anselmi, M. Buttinelli, G. Colasanti, C. Chiarabba

## MISURA DELLA SISMICITÀ DI BACKGROUND E INDOTTA

Plaisant A., Anardu V.G., Multineddu D. (Sotacarbo SpA)  
M. Anselmi, M. Buttinelli, G. Colasanti, C. Chiarabba (INGV)

Gennaio 2019

### Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2018

Progetto: *Tecnologie e metodologie low carbon e Edifici a energia quasi zero (nZEB)*

Parte A: Tecnologie per l'impiantistica energetica 'low carbon'

Tema B: Monitoraggio e confinamento della CO2

Task.1 Monitoraggio sismico per la determinazione della sismicità di background

Responsabile del Progetto: dott.ssa Franca Rita Picchia, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione "*Tecnologie e metodologie Low Carbon e Edifici ad energia quasi zero (nZEB)*"

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
3 ALLEGATO .....	5

## Sommario

Questo studio rientra nell'ambito dell'Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico, Piano Annuale di Realizzazione 2018, relativo al tema di ricerca: Monitoraggio e confinamento geologico della CO<sub>2</sub> e riguarda le attività "*Monitoraggio sismico per la determinazione della sismicità di background*". Lo scopo del progetto è giungere alla caratterizzazione della parte meridionale del bacino carbonifero del Sulcis, nell'area compresa tra i comuni di Carbonia, San Giovanni Suergiu e la linea di costa.

L'accordo stipulato tra la Sotacarbo e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, prevede lo studio microsismico della sismicità di fondo (o di background) dell'area carbonifera del Sulcis con particolare riguardo all'area meridionale del permesso di ricerca, nello specifico del Bacino di Matzaccara .

Lo studio rappresenta il completamento di precedenti esperimenti condotti dall'INGV nella Sardegna sud-occidentale a partire dal 2014 con l'obiettivo di determinarne la baseline sismica del Sulcis.

Nonostante le attività nell'ambito di questo lavoro siano ancora in corso, sino ad ora non è stato evidenziato alcun evento sismico all'interno del bacino oggetto di studio.

## 1 Introduzione al progetto

Nell'ambito del contratto con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia è stato svolto lo studio della sismicità di fondo, con esperimenti successivi con grado di dettaglio crescente, all'interno dell'area carbonifera del Sulcis e in particolare nel bacino di Matzaccara.

Le attività svolte in questa fase recente dall'INGV e descritte nel presente report, sono state concentrate nel bacino di Matzaccara ed hanno l'obiettivo di caratterizzare sismicamente la Faglia di Matzaccara e la zona della futura iniezione di CO<sub>2</sub> (al fine di studiarne la risalita verso la superficie attraverso vari sistemi di monitoraggio) registrando eventuali segnali di microsismicità nell'area.

Il rapporto tecnico che segue è da intendersi come aggiornamento ed integrazione del precedente rapporto tecnico, presentato nel settembre 2018, a valle del prolungamento dell'accordo tra le parti fino al 31 dicembre 2018. In esso vengono descritte le attività di campagna e di monitoraggio svolte fino al 20 dicembre 2018.

## 2 Descrizione delle attività svolte e risultati

L'obiettivo principale delle attività, che sono state svolte dall'INGV, è stato quello di individuare, sulle registrazioni continue rilevate dalla rete sismica temporanea, la presenza di eventuali eventi sismici che caratterizzano l'attività naturale dell'area oggetto di studio ed in particolare della faglia di Matzaccara. Allo scopo è stata realizzata una rete di stazioni di rilevamento, il cui numero e la disposizione è stata variata nel tempo a seguito sia di spostamenti e di aggiunte di stazioni, che a causa di furti ed atti vandalici.

L'analisi dei dati registrati dalla rete sismica di monitoraggio durante l'esperimento sembra confermare la capacità della rete di avere una soglia di rilevazione sicuramente al di sotto di ML 1. Tale stima viene fatta sia per esperienza diretta che per analogia con altri esperimenti dello stesso tipo effettuati su altre aree del territorio nazionale.

Nel report sono stati analizzati i dati del periodo che va dal 16 settembre al 20 dicembre 2018. Il sistema di trigger prevede una coincidenza minima a 3 stazioni della rete.

L'analisi dei segnali per il periodo in esame, evidenzia come le faglie del bacino di Matzaccara non sembrano essere caratterizzate da alcun tipo di sismicità rilevabile dagli strumenti.

## 3 Allegato

# **Rapporto tecnico delle attività di ricerca**

-

## **Integrazione finale del progetto**

**“Monitoraggio sismico per la determinazione  
della sismicità di background”**

--

**Committente: Sotacarbo S.p.A**

A cura di:

**Mario Anselmi, Mauro Buttinelli, Gianfranco Colasanti,**

**Claudio Chiarabba**

# **Indice**

- I. Introduzione
- II. Inquadramento geologico-strutturale dell'area del Sulcis
- III. Descrizione della rete di monitoraggio installata
- IV. Considerazioni sui dati registrati dalla rete di monitoraggio dell'esperimento
- V. Determinazione della baseline di sismicità naturale dell'area di studio
- VI. Conclusioni

## **I. Introduzione**

Nell'ambito delle attività di ricerca previste dall'accordo tra la società Sotacarbo S.p.A. e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e in continuità con gli anni precedenti, è stata svolta l'attività di monitoraggio microsismico dell'area del permesso di ricerca denominato "Monte Ulmus".

L'attività è stata svolta utilizzando i dati in continuo registrati da una rete sismica temporanea, composta da 6 stazioni, disposta secondo una geometria non regolare in modo da coprire per intero il bacino di Matzaccara. L'obiettivo è quello di caratterizzare sismicamente la faglia omonima e la zona della futura re-iniezione di fluidi, registrando qualsiasi segnale sismico legato a terremoti di minor magnitudo possibile nella zona.

Il rapporto tecnico che segue è da intendersi come aggiornamento ed integrazione del precedente rapporto tecnico, presentato nel settembre 2018, a valle del prolungamento dell'accordo tra le parti fino al 31 dicembre 2018. In esso vengono descritte le attività di campagna e di monitoraggio svolte fino al 20 dicembre 2018.

## **II. Inquadramento geologico-strutturale dell'area del Sulcis**

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 II.1).

Nell'area del Sulcis sono presenti (seppur non affioranti) le seguenti unità litologiche principali (dal basso verso l'alto, Figura II.2):

- basamento paleozoico scistoso in trasgressione;
- puddinga basale di 1.5÷2 metri fortemente cementata con ciottoli di calcare mesozoico, quarzo, scisto;
- calcari a milioliti con potenza da 4 a 25 m;
- formazione carbonifera (formata da alternanze di Calcari, Calcari marnosi e Marne, Argille, Scisti e Carbone) con potenze complessive da 15 a 140 m;
- arenarie intercalate ad argille, talora inferiormente tendenti a resti vegetali, dette "Arenarie Produttive", e superiormente senza fossili dette "Arenarie Sterili";
- alternanze di Conglomerati e Argille con potenze di 25÷30 m;
- vulcaniti del Complesso Trachitico.



Dal punto di vista strutturale, l'area del Sulcis risulta interessata da una serie di fratture a carattere regionale con direzione prevalente NO-SE, NE-SO e subordinatamente E-O (Cocozza et, 1966) 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.

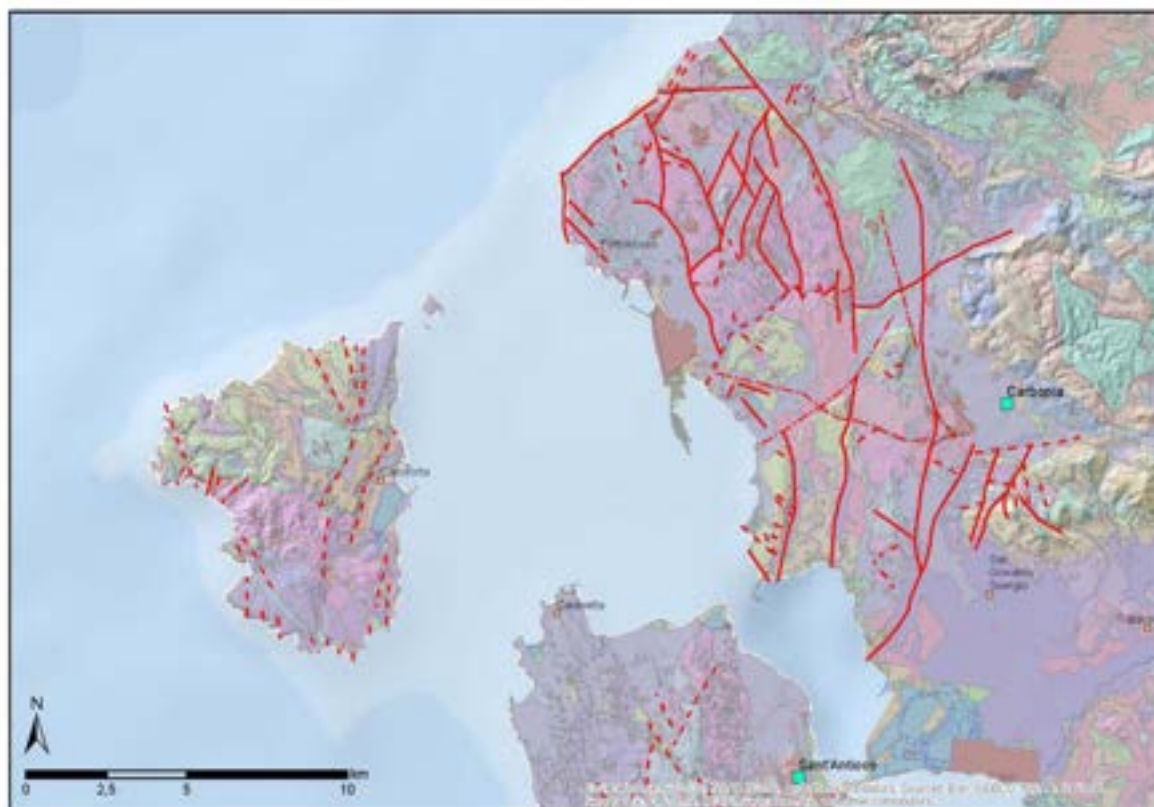
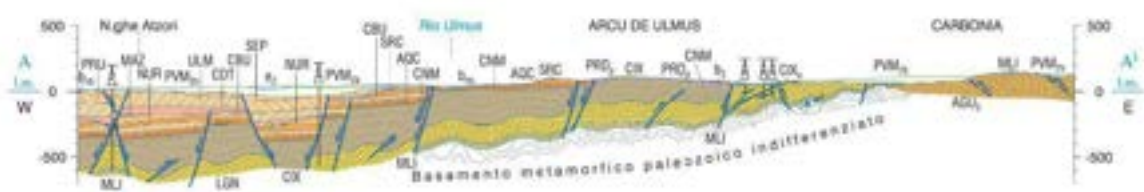


Figura II.1. Carta geologica dell'area del Sulcis (da Progetto C.A.R.G. dell'IS.P.R.A. [http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/564\\_CARBONIA/Foglio.html](http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/564_CARBONIA/Foglio.html))



- DEPOSITI QUATERNARI
- SUCCESSIONE NEOGENICA - "Ighieresi" Aut.
- SUCCESSIONE NEOGENICA - "Andessi" Aut.
- SUCCESSIONE SEDIMENTARIA PALEOGENICA
- SUCCESSIONE SEDIMENTARIA MESOZOICA
- COMPLESSO INTRUSIVO TARDO-PALEOZOICO
- BASAMENTO METAMORFICO PALEOZOICO
- Successione post-"discontinua verde"
- Successione pre-"discontinua verde"
- Faglia inversa e sovraccorrimento
- Faglia, faglia espota
- Sezioni geologiche

## Schema stratigrafico del Bacino carbonifero del Sulcis

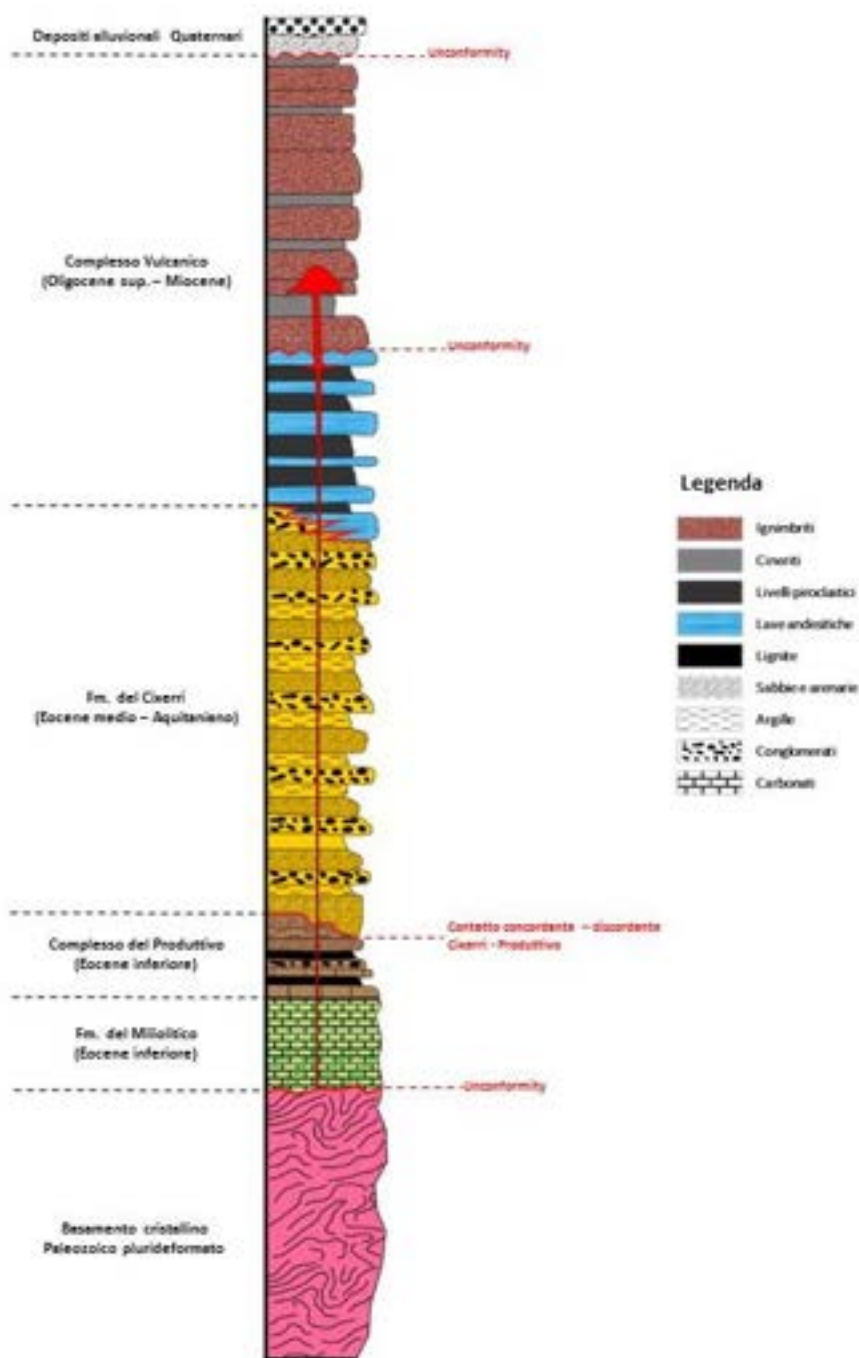


Figura II.2. Stratigrafia sintetica del Bacino Carbonifero del Sulcis

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 (Barca e Costamagna, 1997; 2000 e riferimenti in esse contenuti):

**- Formazioni Paleozoiche;**

- *Formazioni Mesozoiche;*
- *Formazioni Cenozoiche sedimentarie;*
- *Vulcanismo calcareo tardo Eocenico-medio Miocenico della regione del Sulcis;*
- *Vulcanismo alcalino Tardo Miocenico-Quaternario;*
- *Depositi sedimentari Quaternari.*

Nella Figura II.2 è rappresentata una stratigrafia sintetica dell'area del Bacino del Sulcis che funge da riferimento, anche se non è dettagliata in tutte le formazioni come descriveremo nel seguito.

Le Formazioni Paleozoiche sono costituite da metamorfiti di bassissimo grado, spesso fossilifere, di età compresa fra il pre-Cambriano ed il Siluriano. 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. Gli gneiss del Monte Filau derivano da un granitoide Ordoviciano intruso nei micascisti del Monte Settiballas. I Micascisti del Monte Settiballas sono rappresentati da depositi lentiformi interni agli gneiss, interpretati come facenti parte del basamento Precambriano [Ribecai et al., 2005] e riferimenti in esso contenuti).

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

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", dolomie stratificate grigio-nere-rosate ricche in fossili; b) Formazione "Medau Mereu" (Dogger inferiore) costituita da calcari e marne ricche in fossili.

La sequenza Mesozoica dell'Unità Guardia Sa Perda (Trias medio-superiore) consiste di tre formazioni principali: a) Formazione "Punta Tonnara", calcari laminati grigio-bluastri, localmente evaporatici; b) Formazione "Monte Zari", dolomie nere-biancastre con livelli di marne policrome; 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.

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), caratterizzata da arenarie e conglomerati poligenici di età compresa tra il Paleocene superiore e l'Eocene inferiore.

Al di sopra dell'Unità di Monte Margiani poggiano, in maniera trasgressiva e discordante, le litologie appartenenti alla "Serie Lignitifera", 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 “Lignitifero”, 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.

### **III. Descrizione della rete di monitoraggio installata**

La rete sismica temporanea installata è costituita da 6 stazioni e racchiude completamente l’area di studio. Essa copre complessivamente un’area leggermente più estesa rispetto alla precedente, di circa 12 km<sup>2</sup>, con una distanza media tra le stazioni di circa 2 km (Figura III.1). Ciascuna stazione è costituita da strumentazione ad alta dinamica e sensibilità, con sensori a tre componenti (N (Nord), E (Est-Ovest) e la componente Z (verticale) che definiscono il moto del suolo nelle tre dimensioni.

Negli ultimi mesi la rete ha subito delle leggere variazioni della sua geometria in seguito allo spostamento di una stazione, oggetto di furti e vandalismo, e dell’aggiunta di una nuova stazione al centro dell’area di monitoraggio. Tuttavia la sua sensibilità iniziale risulta sicuramente la stessa della precedente, con un miglioramento nella parte centrale della zona di monitoraggio.

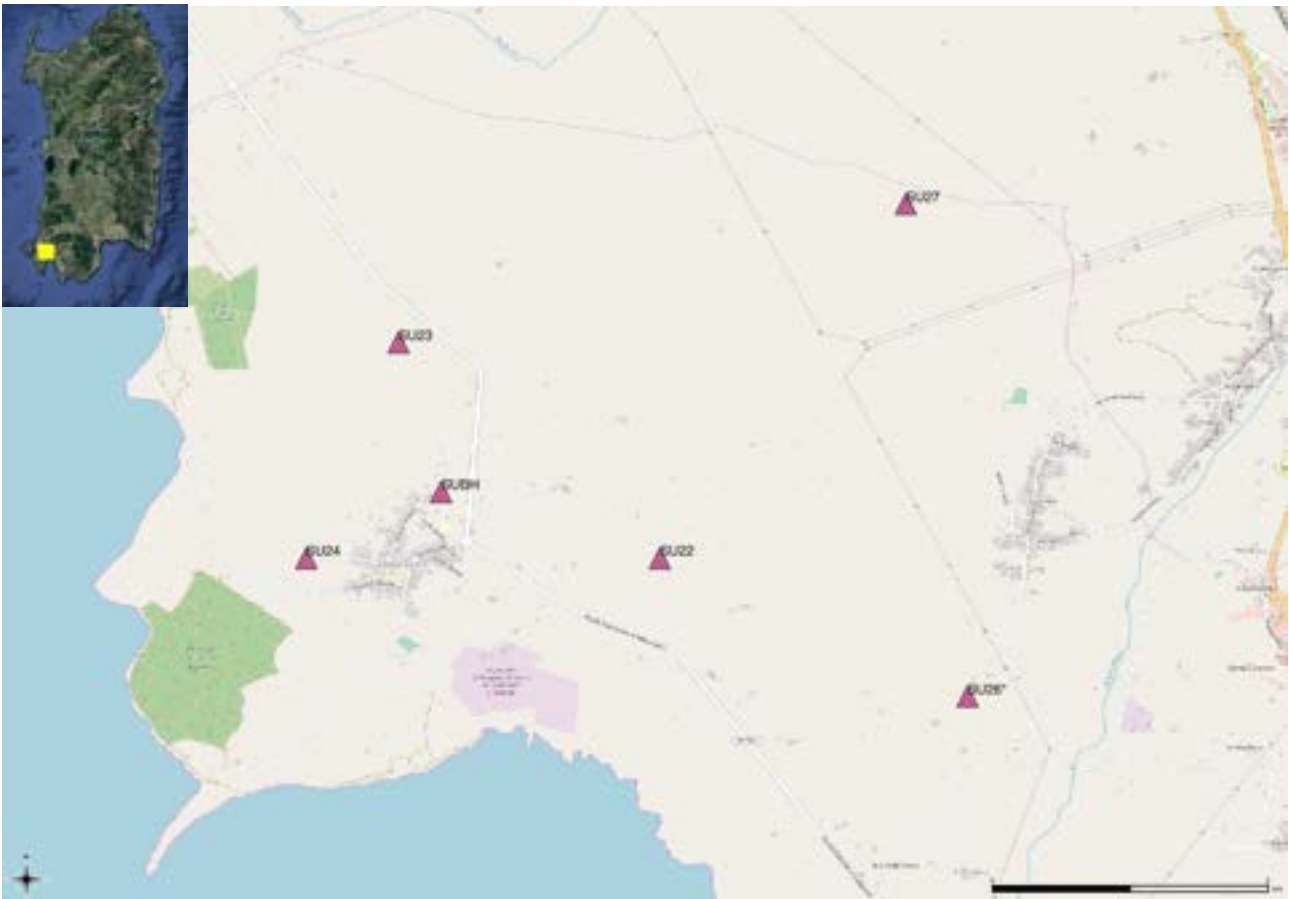


Figura III.1. Mappa delle stazioni del progetto attualmente installate nell'area del permesso minerario denominato "Monte Ulmus". I triangoli in bordeaux ne segnano la posizione sul terreno.

La sigla di ciascuna stazione è definita in maniera univoca secondo un protocollo europeo di condivisione e scambio dati dettato dal consorzio Orfeus-EIDA (<http://www.orfeus-eu.org/eida/eida.html>); essa è descritta da 4 caratteri alfanumerici, di cui i primi due sono comuni per la rete, il terzo rappresenta il numero dell'esperimento e il quarto rappresenta la numerazione di ciascuna stazione all'interno della rete stessa. Ad esempio la sigla della stazione "SU22" è costituita da "SU" (sigla della rete Sulcis), da "2" ovvero l'esperimento n°2 e "2" ovvero la prima stazione della rete del progetto nell'area di Monte Ulmus.

Le stazioni installate sono attualmente 6 (SU22, SU23, SU24, SU26, SU27, SUBH in Figura III.1). La stazione SU27 è stata installata al posto della dismessa SU21, vandalizzata tra la fine di Aprile e gli inizi di Maggio 2018. La stazione SU27 ha la stessa strumentazione della SU21 ed è attualmente situata all'interno di un terreno di proprietà privata, a maggior riparo da furti ed episodi di vandalismo. Le stazioni SU22-SU27 sono equipaggiate con digitalizzatori di tipo Reftek-130, 24 bit e alta dinamica e sensore tipo Sara SSXX 0.2 Hz.

Le stazioni SU26 e SUBH hanno un equipaggiamento diverso: la prima ha un digitalizzatore Reftek-130 con sensore tipo Trillium 120 s compact (Figura III.2); la seconda ha un digitalizzatore di tipo Lunitek-Atlas, 24 bit ad alta dinamica e sensore tipo Lunitek Tellus 1 Hz. (Figura III.3).

La registrazione dei dati avviene in continuo su supporti removibili posti all'interno dell'acquisitore, senza trasmissione dati ad un centro di raccolta. Fanno eccezione, per due motivi diversi, le stazioni SU26 e SUBH: la prima (equipaggiata con la strumentazione descritta in Figura III.2), oltre che la registrazione in locale dal mese di marzo del 2017 prevede la trasmissione dei dati anche in *real-time* alla sala di monitoraggio sismico dell'INGV di Roma poiché inserita, in misura sperimentale, all'interno delle reti temporanee di supporto alla Rete Sismica Nazionale (RSN); la seconda registra invece i dati acquisiti all'interno di un supporto interno, in modalità "ring buffer", non removibile (Figura III.3).

La stazione SU26 è tutt'ora in servizio per il contributo alla localizzazione dei terremoti mediterranei (<http://cnt.rm.ingv.it/instruments/station/SU26>, Figura III.4).



*Figura III.2. Acquisitore/digitalizzatore 24 bit di tipo Reftek-130\_1 (a sinistra) e velocimetro a larga banda di tipo Trillium compact 120 s (a destra). I due strumenti costituiscono la stazione SU26 descritta nella Figura III.3. Le immagini dei due oggetti non sono in scala tra loro.*



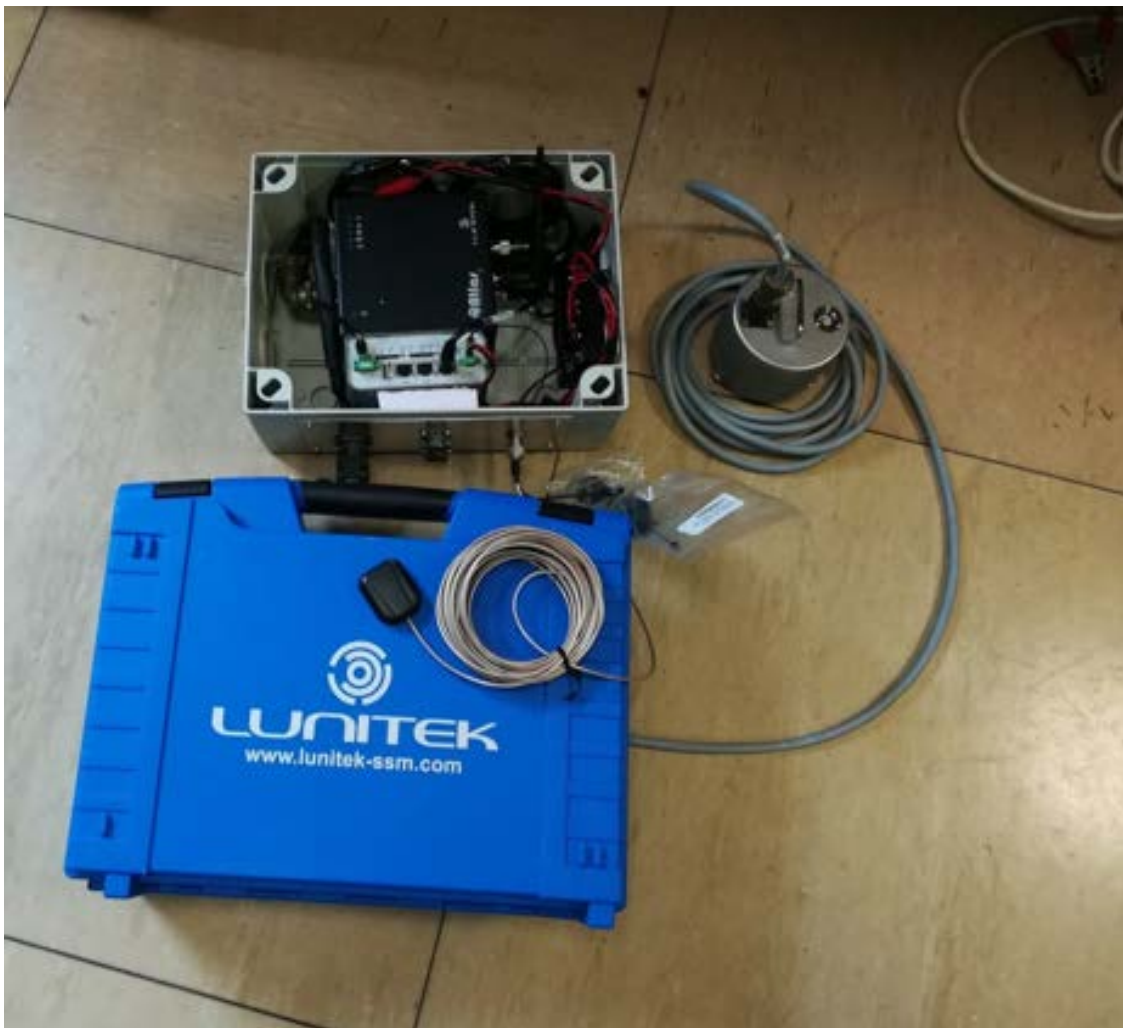


Figura III.3. Acquisitore/digitalizzatore 24 bit di tipo Lunitek-Atlas (in alto, all'interno della scatola) e velocimetro di tipo Lunitek Tellus1 s (a destra della scatola). I due strumenti costituiscono la stazione SUBH descritta nel testo.

#### Stazione Sismica SU26 Carbonia Iglesias, Loc. Su Brunco (CI)

Rete: TV  
 Data Inizio: 2017-03-06T17:50:00  
 Data Fine: --  
 Latitudine: 39.122956  
 Longitudine: 8.400392  
 Altitudine: 66  
[Download StationXML](#)



Figura III.4. Immagine della pagina web del Centro Nazionale Terremoti dedicata alle informazioni della stazione SU26.



Essa ha contribuito, ad esempio, alla localizzazione del terremoto nel Tirreno Centrale di ML 3.5 del 06 dicembre 2018, la cui localizzazione è mostrata in Figura III.5.

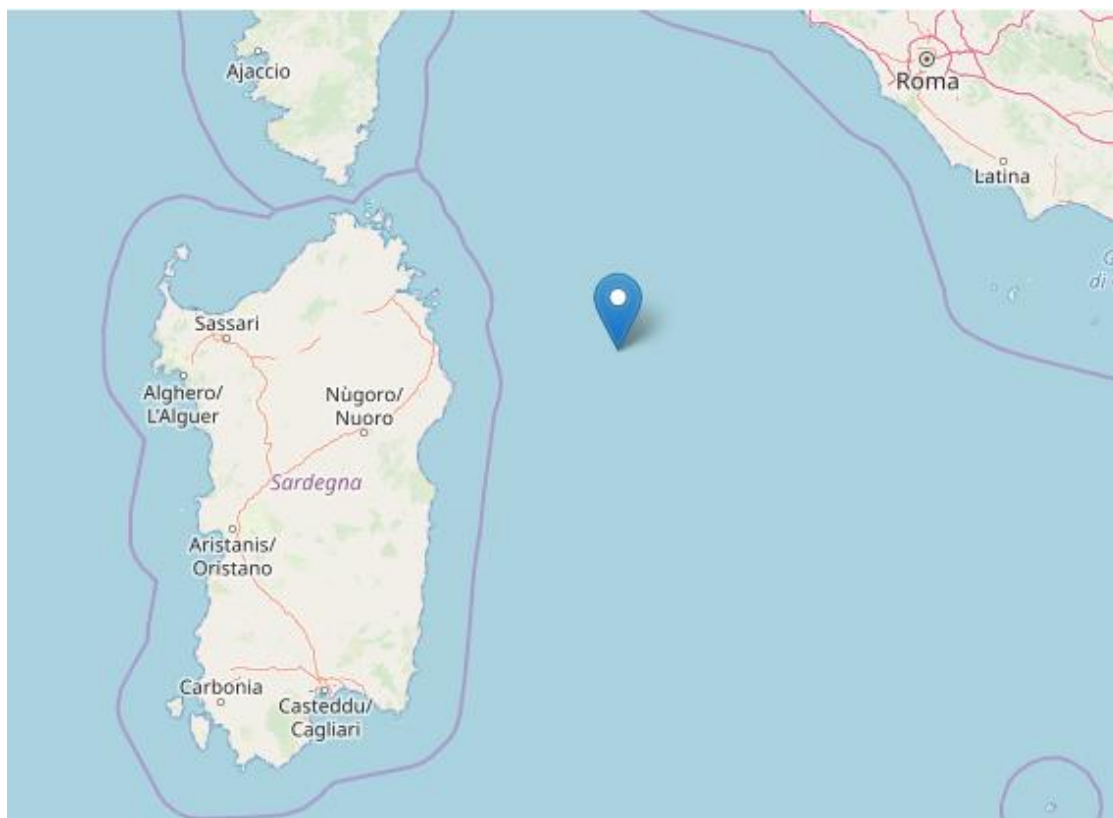
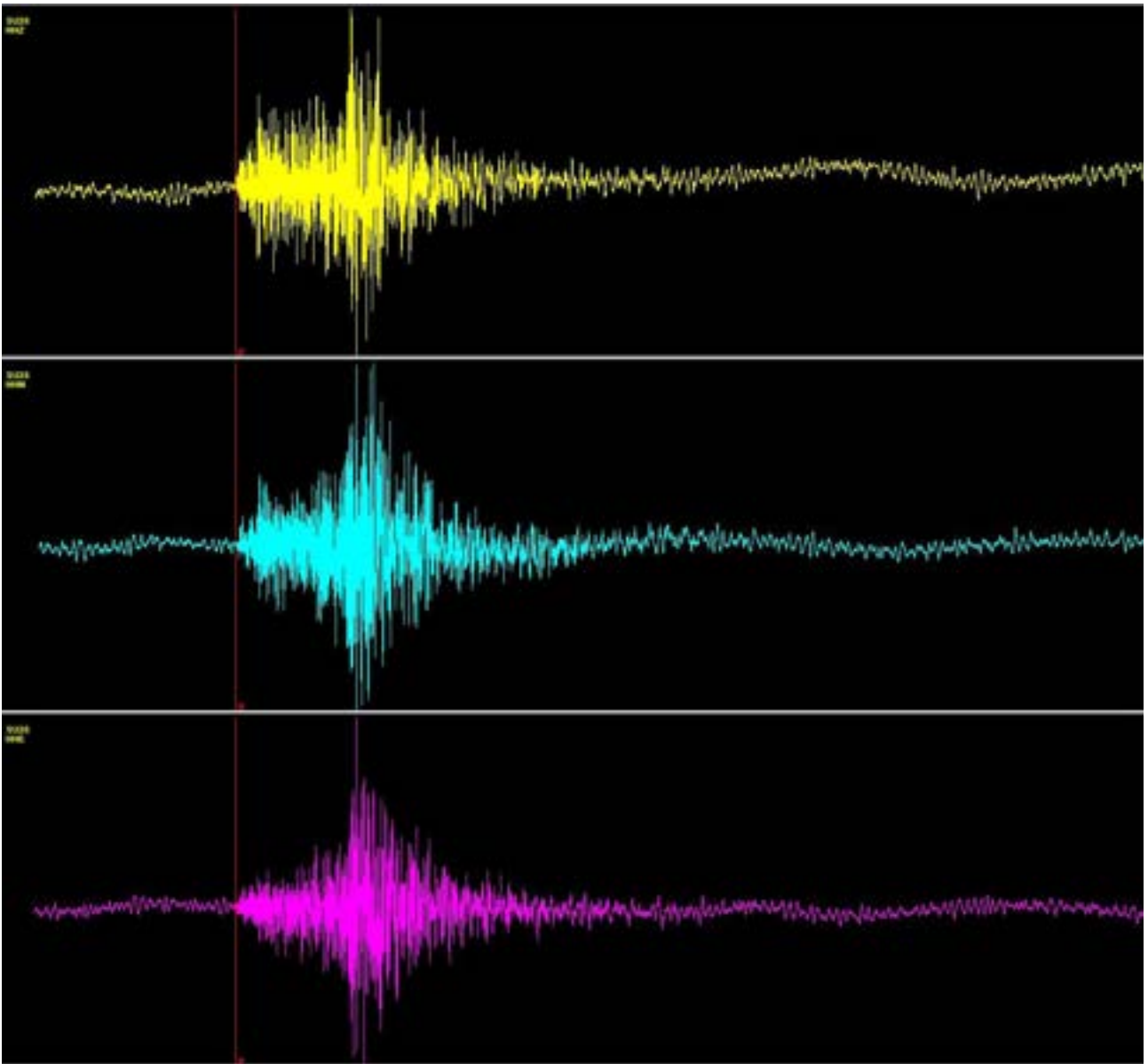


Figura III.5 Localizzazione del terremoto del 6 dicembre 2018 avvenuto alle ore 20:06:48 ora Italiana ([cnt.rm.ingv.it/event/21190651](http://cnt.rm.ingv.it/event/21190651)) a cui ha contribuito la stazione sismica SU26.



*Figura III.6: Sismogramma del terremoto ML 3.5 del 6 dicembre 2018 registrato dalla stazione SU26. Il sismogramma viene mostrato nelle sue 3 componenti: in alto la componente verticale o Z (giallo), al centro la componente N-S (in ciano) e in basso la componente E-W (in magenta).*

#### **IV. Considerazioni sui dati registrati dalla rete di monitoraggio dell'esperimento**

L'analisi dei dati registrati dalla rete sismica di monitoraggio durante l'esperimento sembra confermare la capacità della rete di avere una soglia di rilevazione sicuramente al di sotto di  $M_L$  1. Tale stima viene fatta sia per esperienza diretta che per analogia con altri esperimenti dello stesso tipo effettuati su altre aree del territorio nazionale.

In assenza di registrazioni di terremoti locali siamo andati ad analizzare la qualità delle registrazioni relative a terremoti lontani, regionali e/o telesismici. A questo proposito viene mostrato in Figura IV.1 la registrazione di un terremoto  $M_w$  7.3 di Nykol'skoye (Russia) avvenuto il 20 dicembre 2018, con ipocentro a distanza telesismica (maggiore di 2000 km) rispetto alla stazione di registrazione. La stazione SUBH mostra molto bene l'arrivo delle onde P mentre, in parte coperta da una serie di rumori casuali del sito, le fasi S appaiono abbastanza nascoste all'interno delle registrazioni nelle tre componenti.

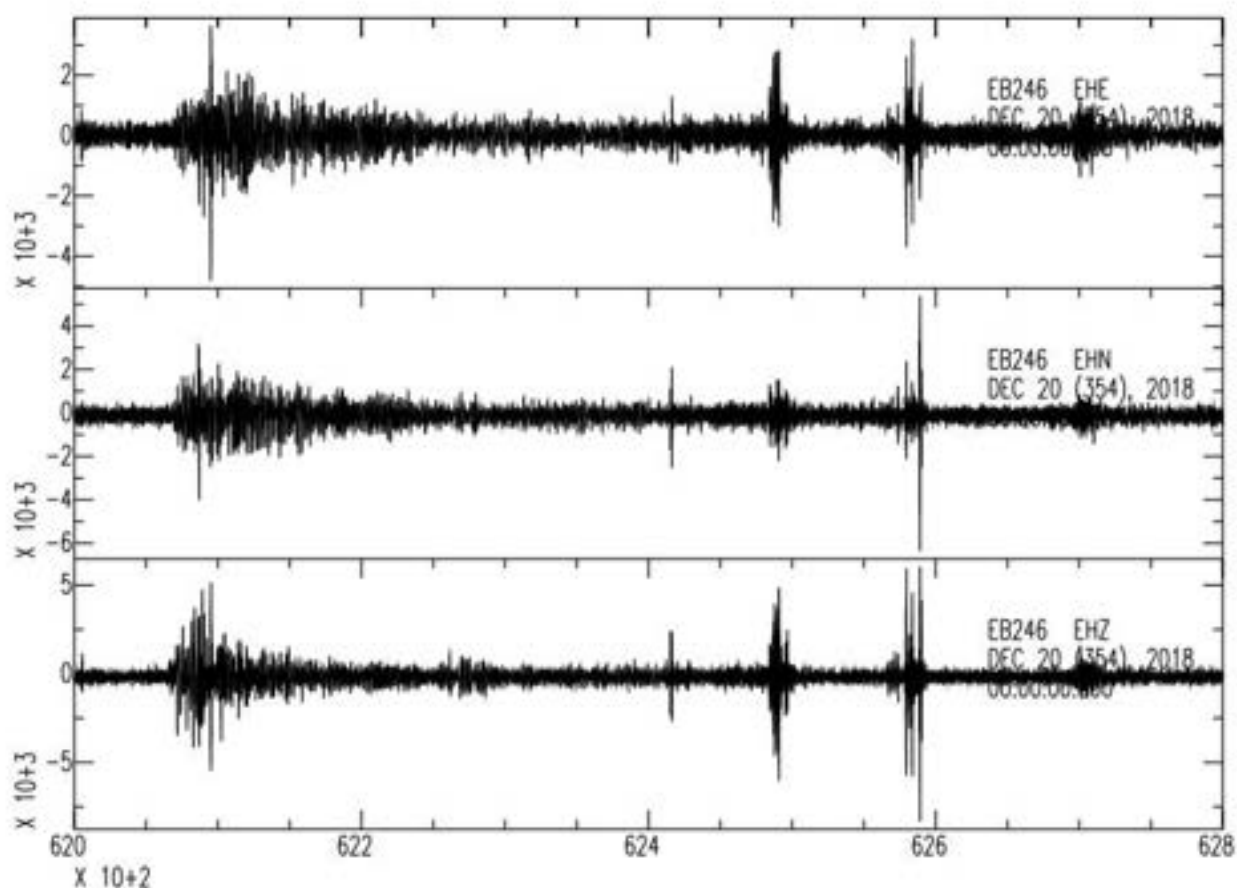


Figura IV.1. Sismogramma della registrazione del terremoto di  $M_w$  7.3 di Nykol'skoye (Russia) del 20 Dicembre 2018 alla stazione SUBH. Le tre componenti del sismogramma, dall'alto verso il basso nella figura, sono la E-W, la N-S e la Z (Verticale).

Lo stesso terremoto del 20 dicembre viene mostrato (Figura IV.2) nella sua registrazione alla stazione SU27. In questo caso di registrazione sia le fasi P che quelle S appaiono molto più chiare rispetto alla stazione SUBH. Tale differenza può sicuramente essere imputata ai diversi livelli di rumore di fondo di ciascun sito e anche al diverso sensore sismico utilizzato. Infatti alla stazione SUBH è montato un sensore con corto periodo di 1 secondo (Lunitek Tellus 1s) mentre alla stazione SU27 abbiamo un sensore a periodo intermedio di 5 secondi (Lennartz 3-D/5s).

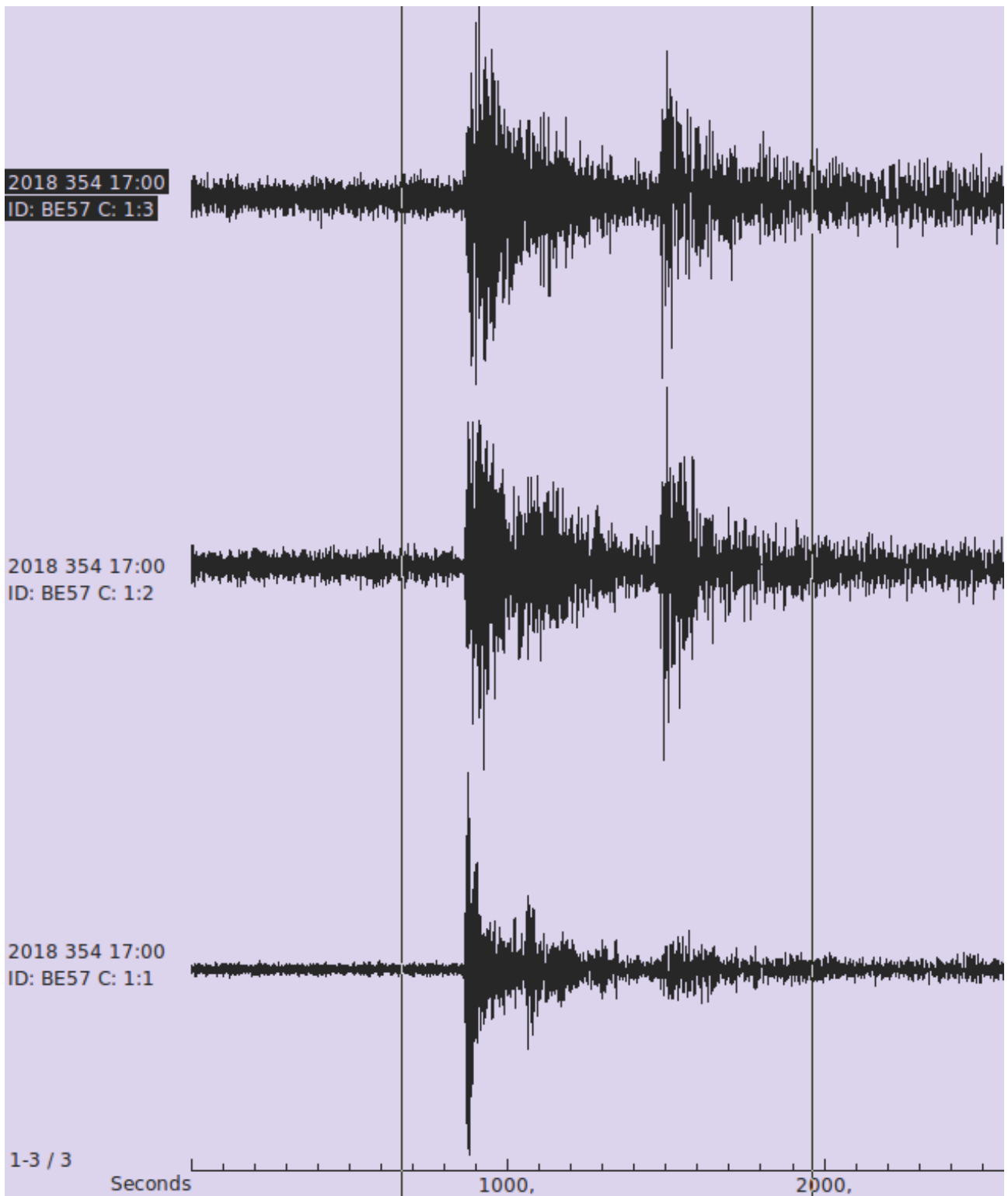


Figura IV.2. Sismogramma della registrazione del terremoto di  $M_w$  7.3 di Nykol'skoye (Russia) del 20 Dicembre 2018 alla stazione SU27. Le tre componenti del sismogramma, dall'alto verso il basso nella figura, sono la E-W, la N-S e la Z (Verticale).

Infine nelle figure IV.3, IV.4, IV.5 vengono mostrate le registrazioni del terremoto  $M_L$  3.5 del 6 dicembre 2018 (Tirreno Centrale) rispettivamente alle stazioni SU22, SU23 e SUBH. In ciascuna

delle 3 stazioni, sebbene l'ipocentro del terremoto fosse a più di 200 km di distanza, le registrazioni risultano assolutamente di buona qualità.

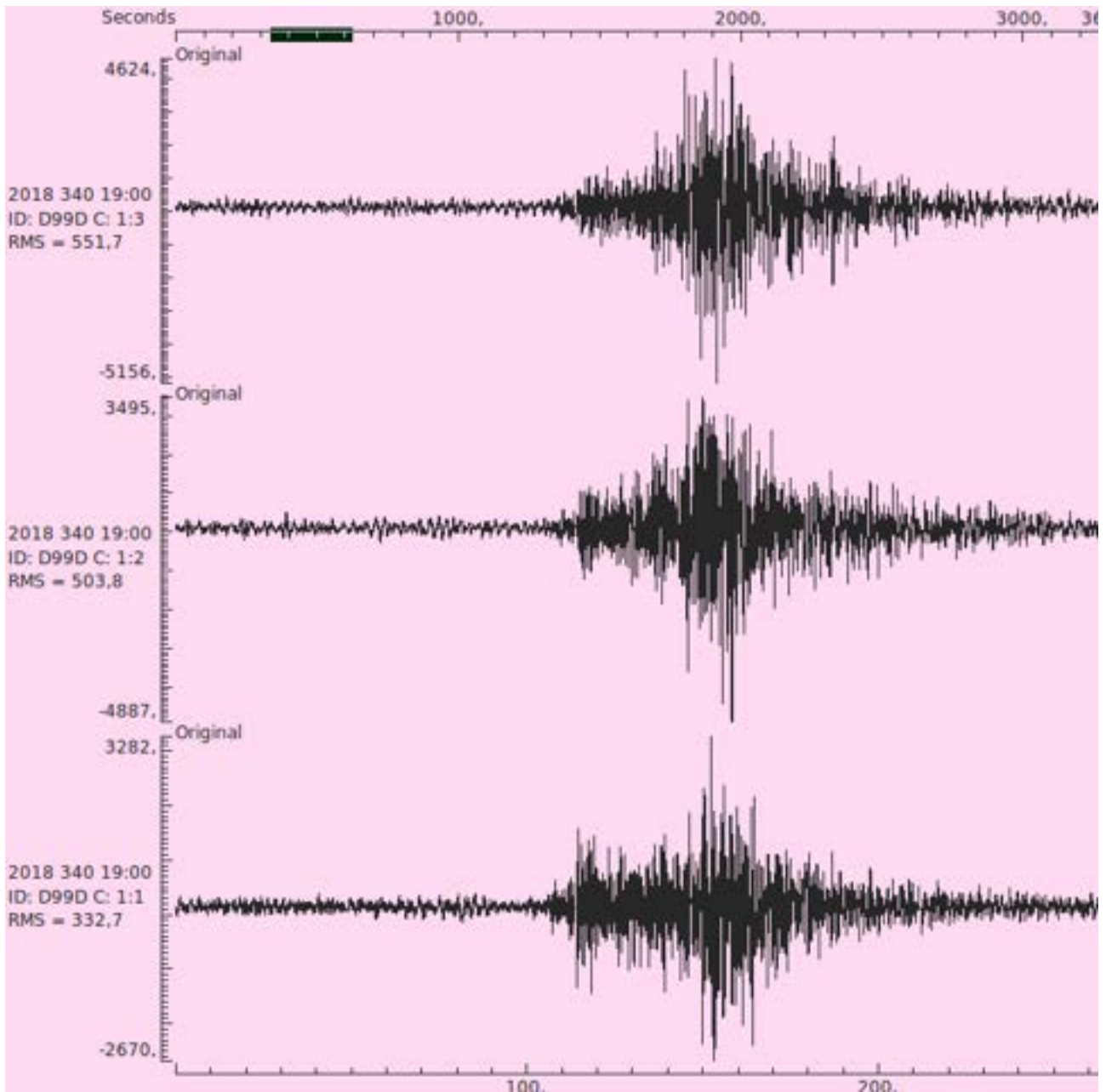


Figura IV.3. Sismogramma della registrazione del terremoto di  $M_L$  3.5 del Tirreno Centrale del 6 Dicembre 2018 alla stazione SU22.. Le tre componenti del sismogramma, dall'alto verso il basso nella figura, sono la E-W, la N-S e la Z (Verticale).

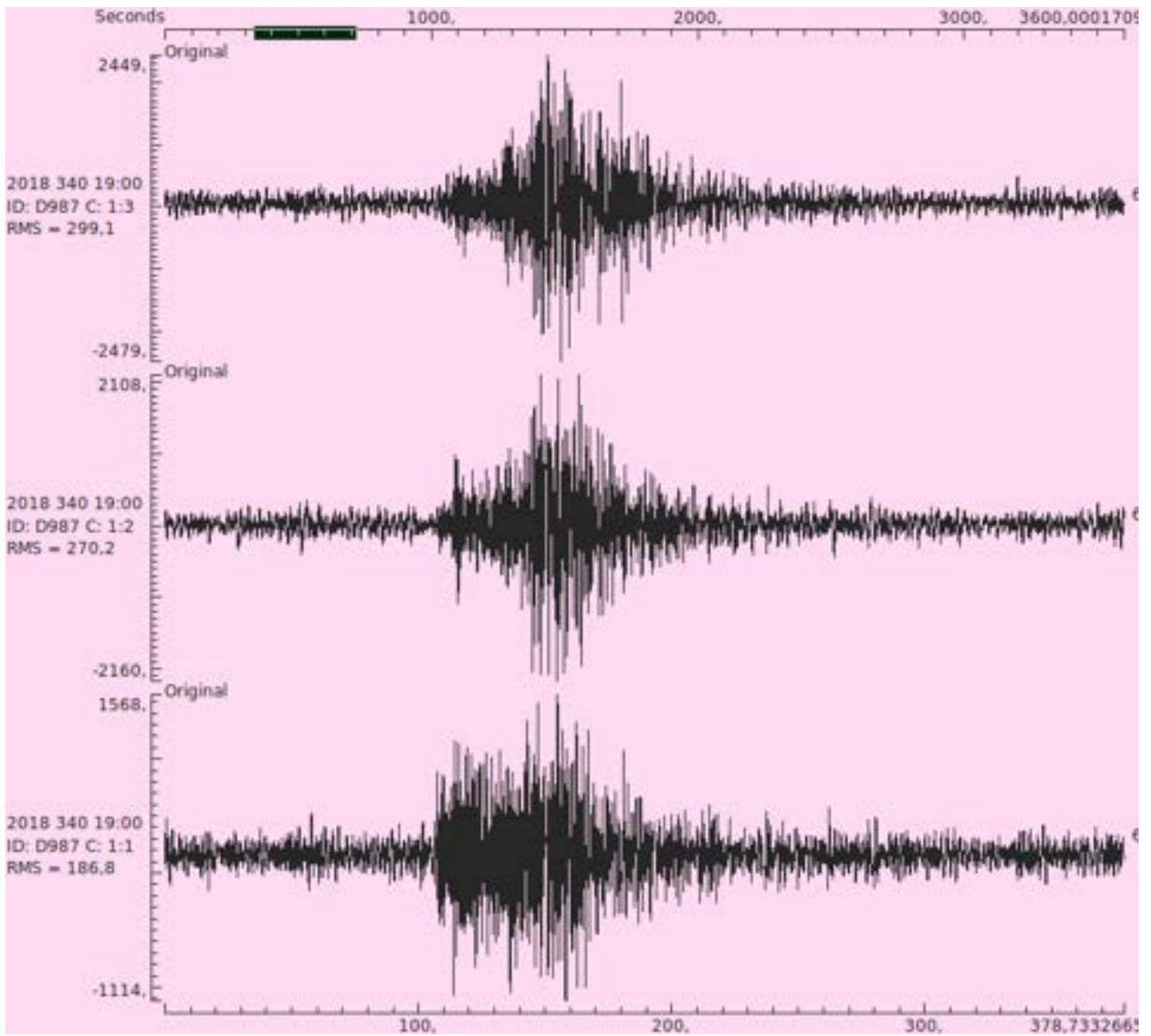


Figura IV.4. Sismogramma della registrazione del terremoto di  $M_L$  3.5 del Tirreno Centrale del 6 Dicembre 2018 alla stazione SU23. Le tre componenti del sismogramma, dall'alto verso il basso nella figura, sono la E-W, la N-S e la Z (Verticale).

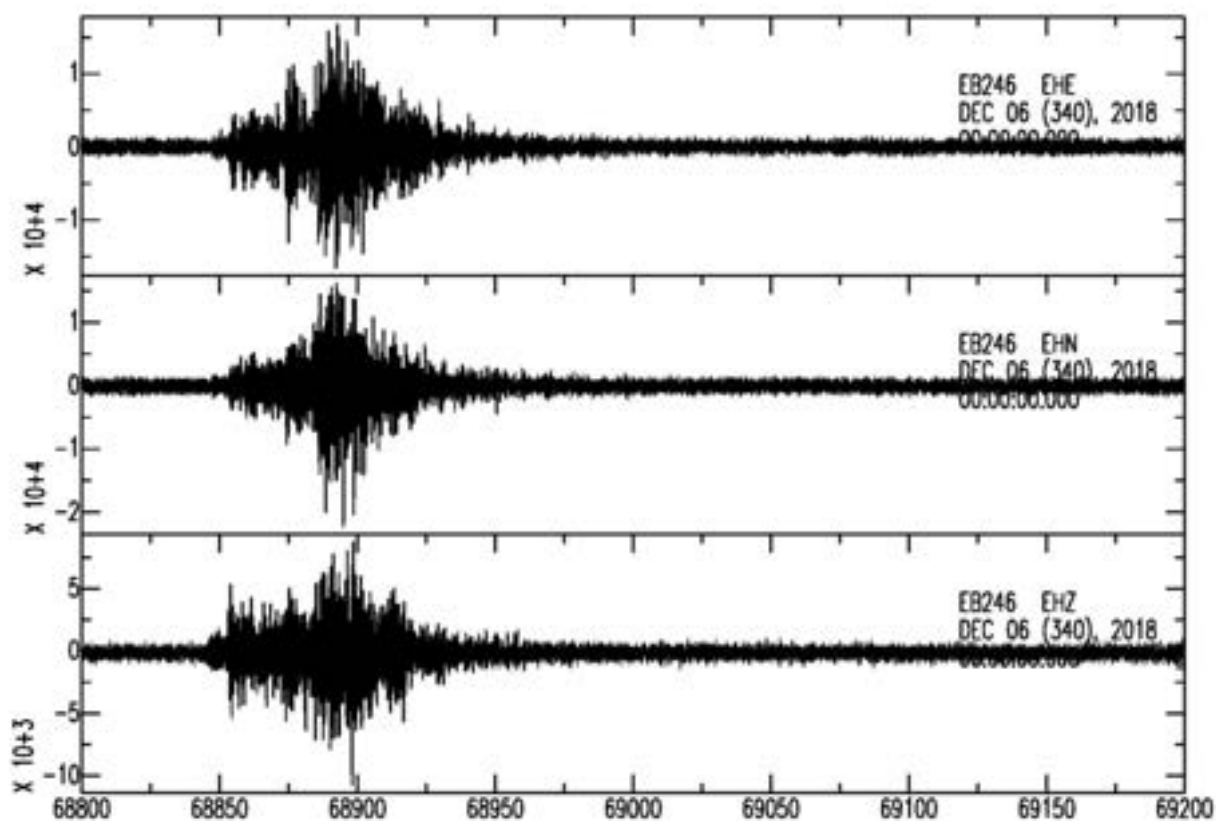


Figura IV.5. Sismogramma della registrazione del terremoto di  $M_L$  3.5 del Tirreno Centrale del 6 Dicembre 2018 alla stazione SUBH. Le tre componenti del sismogramma, dall'alto verso il basso nella figura, sono la E-W, la N-S e la Z (Verticale).

## V. Determinazione della baseline di sismicità naturale dell'area di studio

L'obiettivo principale del progetto è quello di individuare, all'interno delle registrazioni continue collezionate dalla rete sismica temporanea, la presenza di eventuali terremoti che caratterizzano l'attività sismica naturale dell'area oggetto di studio ed in particolare della faglia di Matzaccara.

Le operazioni di elaborazione dei dati raccolti durante l'esperimento sono rappresentate dalle analisi sismologiche standard utilizzate per il trattamento di grandi quantità di dati.

In prima analisi le procedure automatiche utilizzate si riferiscono alla rilevazione (o triggering) associata ad altre procedure, sempre automatiche, di coincidenza del trigger a più stazioni della rete. Le comuni procedure di triggering si fondano su algoritmi basati su STA/LTA (short term average /long term average) 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) di segnale (Figura V.1).

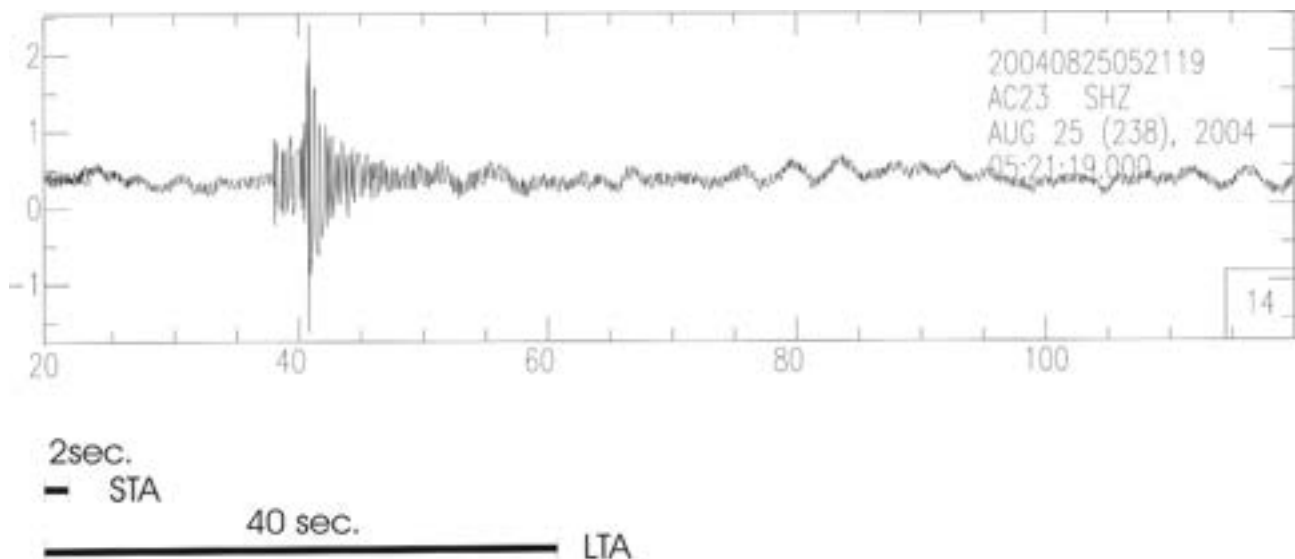


Figura V.1 Analisi del rapporto STA/LTA su una finestra di segnale sismico. In questo caso la finestra temporale di STA è pari a 2 secondi, mentre quella LTA è di 40 secondi

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 esso 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. 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 dal sismologo, per verificare che il dato corrisponda veramente ad un terremoto e non ad una associazione di rumori casuali avvenuti in coincidenza alle stazioni.

## VI. Conclusioni

In questo report abbiamo preso in analisi i dati del periodo che va dal 16 settembre al 20 dicembre 2018. Il sistema di trigger prevede una coincidenza minima a 3 stazioni della rete.

Nel periodo gli eventi "potenziali" usciti dall'algoritmo di trigger sono stati circa 1400. Tuttavia di questi eventi potenziali nemmeno uno, all'interno della rete e nelle immediate vicinanze, è da



considerarsi un terremoto reale. La quasi totalità degli eventi potenziali rappresenta coincidenze di rumori casuali, peraltro abbastanza cicliche durante il corso della giornata alle stesse stazioni (cave, coltivazioni, pompe, moto ondoso, natanti, etc.). Per il resto si tratta di qualche evento regionale, come mostrato nelle figure del paragrafo IV.

Sebbene l'analisi dei segnali sia in parte ancora in corso per il periodo più prossimo, le faglie del bacino di Matzaccara non sembrano essere caratterizzate da alcun tipo di sismicità rilevabile dagli strumenti.

I dati utilizzati in questo studio derivano dalle registrazioni in continuo delle 6 stazioni sismiche le cui caratteristiche sono riassunte in Tabella VI.1. La stazione SUBH è compresa nello studio solo a partire dalla seconda metà di novembre 2018, poiché essa, installata nella seconda metà di settembre 2018, ha avuto problemi nella gestione e nello storage dei dati acquisiti.

Infine, durante l'ultima campagna di raccolta dati e di manutenzione della rete sismica, avvenuta alla fine di dicembre del 2018, la stazione SU24 è stata trovata vandalizzata e priva del pannello fotovoltaico che ricarica le batterie tampone. Pertanto tale stazione è stata prontamente rimossa ed attualmente non è in servizio.

Codice stazione	Lat(°)	Lon(°)	Quota (m s.l.m.)	Acquisitore	Sensore e periodo proprio (s)	Frequenza di campionamento (Hz)
SU22	39.132	8.470	11	Reftek 130	Sara SSXX 3D-5s	125
SU23	39.146	8.453	10	Reftek 130	Sara SSXX 3D-5s	125
SU24	39.132	8.447	10	Reftek 130	Sara SSXX 3D-5s	125
SU26*	39.123	8.490	8	Reftek 130	Nanometrics TR-120s	125
SU27	39.155	8.486	8	Reftek 130	Sara SSXX 3D-5s	125
SUBH	39.136	8.456	12	Lunitek Atlas	Lunitek Tellus 1s	200

\* Stazione trasmessa in tempo reale

Tabella VI.1 – Caratteristiche della strumentazione utilizzata per ogni stazione della rete

## **Bibliografia essenziale**

McNamara, D.E. and R.I. Boaz, (2005). Seismic Noise Analysis System Using Power Spectral Density Probability Density Functions: A Stand-Alone Software Package. USGS Open-File Report 2005-1438

McNamara, D.E. and R.P. Buland, (2004). Ambient Noise Levels in the Continental United States. Bull. Seism. Soc. Am., 94, 4, 1517-1527.

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.