



**FESN – Friuli Esperimental Sismic Network – Rete Sismica Sperimentale del Friuli**

## **Didattica**

***Analisi dell'evento di Trasaghis del 29 febbraio 2008, ore 11.41 UTC di Magnitudo 3.6 Richter***

**A cura di Riccardo Rossi con la collaborazione  
dei Responsabili di Stazione FESN**

**Marzo 2008**

**FESN – Friuli Experimental Seismic Network – Rete Sismica Sperimentale del Friuli**

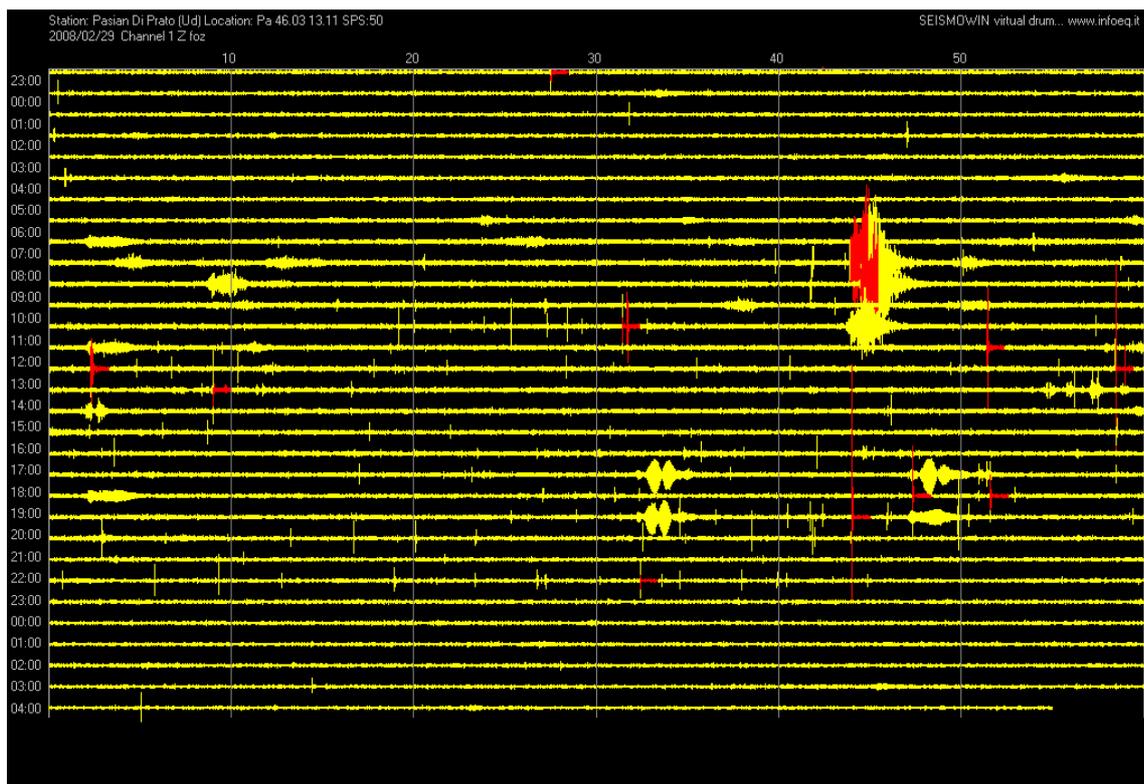
**Analisi dell'evento di Trasaghis del 29 febbraio 2008, ore 11.41 UTC di Magnitudo 3.6 Richter**

La presente relazione didattica ha come scopo l'analisi dell'evento di Trasaghis, Lat. 46.32 N – Long. 13.04 E, avvenuto in data 29 febbraio 2009, alle ore 11.41 di magnitudo 3.6 della scala Richter utilizzando il programma Winquake prodotto da Larry Cochrane della PSN - Public Seismic Network – Rete sismica amatoriale americana ([www.psn.quake.net](http://www.psn.quake.net)).

L'evento è stato il più forte registrato in Friuli dopo svariati mesi di attività limitata a eventi di magnitudo inferiore a 3.0 Richter e soprattutto di evidente calo dopo alcuni anni in cui la media di eventi locali registrati dalla rete FESN in Friuli era di una ventina circa al mese. La relativa quiescenza dei fenomeni induce i friulani a pensare che ormai il terremoto sia qualcosa da relegare ai ricordi, da dimenticare insomma e da ritenere non più pericoloso. Tuttavia il risvegliarsi dell'*orcolat*, anche se con eventi di levatura limitata, che non producono danni ma solo qualche timore, tendono a risvegliare l'attenzione. Il successivo affievolirsi di notizie non fa altro che riportare al minimo l'interesse della gente comune per questo interessante ma terribile compagno, che dobbiamo comunque imparare a conoscere e tenere in seria considerazione se vogliamo giungere preparati ad una delle sue prossime inevitabili e non prevedibili manifestazioni.

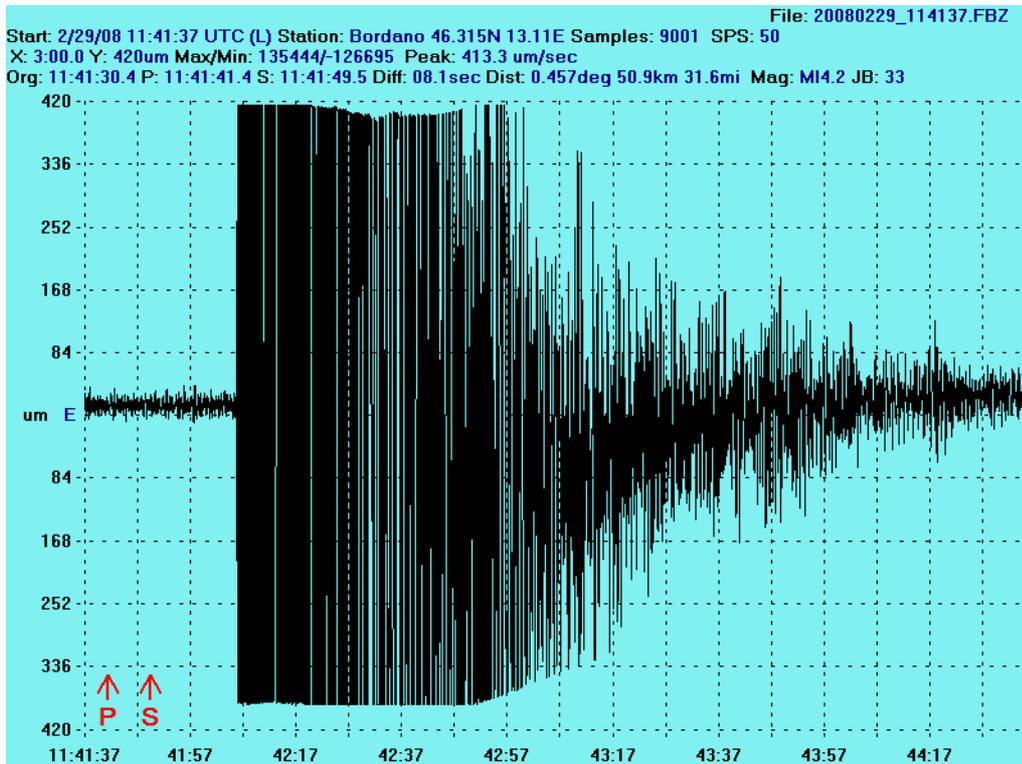
Per poter comprendere appropriatamente l'evento, è utile osservare e descrivere come le varie stazioni della rete hanno rilevato la scossa sismica e procedere al posizionamento dei marcatori relativi all'arrivo delle onde P e S:

Drum del canale Z relativo alla stazione di Pasion di Prato con gli eventi della Grecia dello stesso giorno.



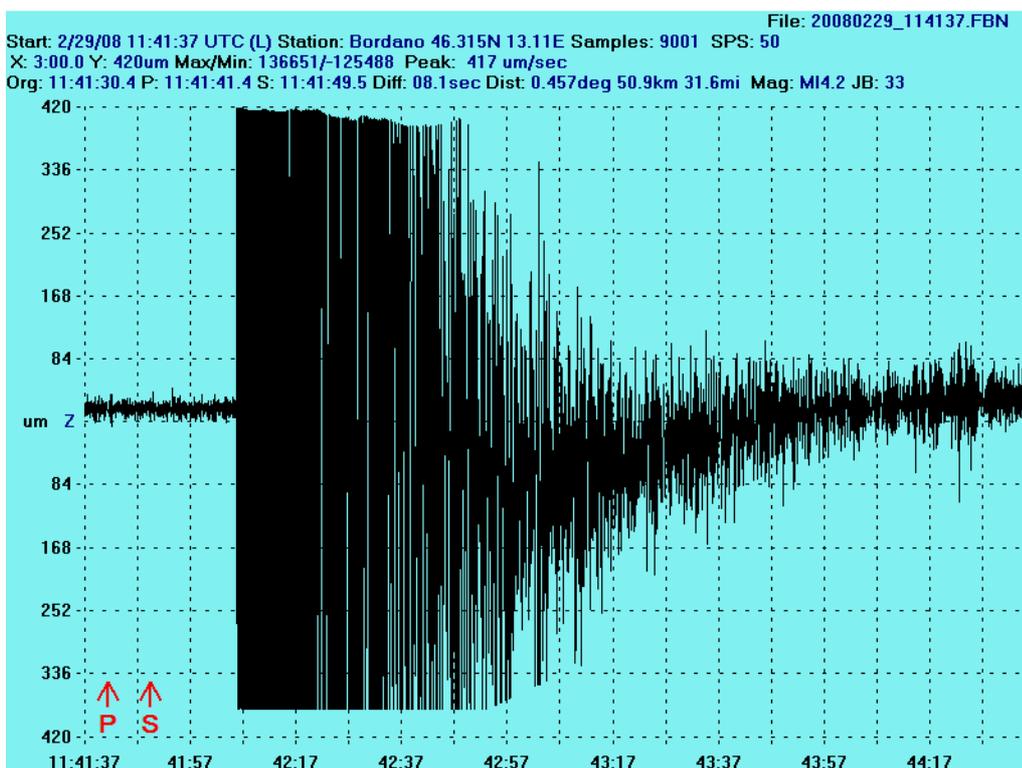
## Bordano

Canale Z – Verticale (sensore geofono sensibile al movimento verticale del terreno)

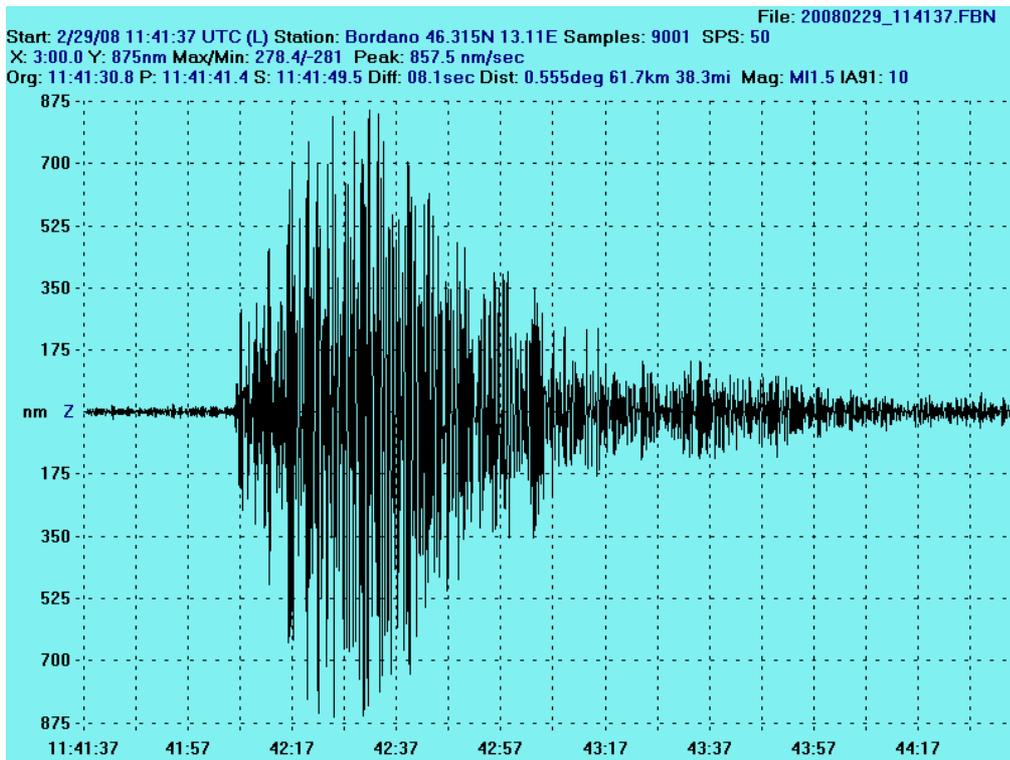


Si può vedere che la scossa ha saturato il ricevitore giungendo per molti secondi oltre il limite di scala osservabile. Da notare inoltre che i riferimenti al posizionamento delle onde P (primarie) e S (secondarie) non è stato impostato.

Canale N – Orizzontale (sensore geofono sensibile al movimento orizzontale del terreno)

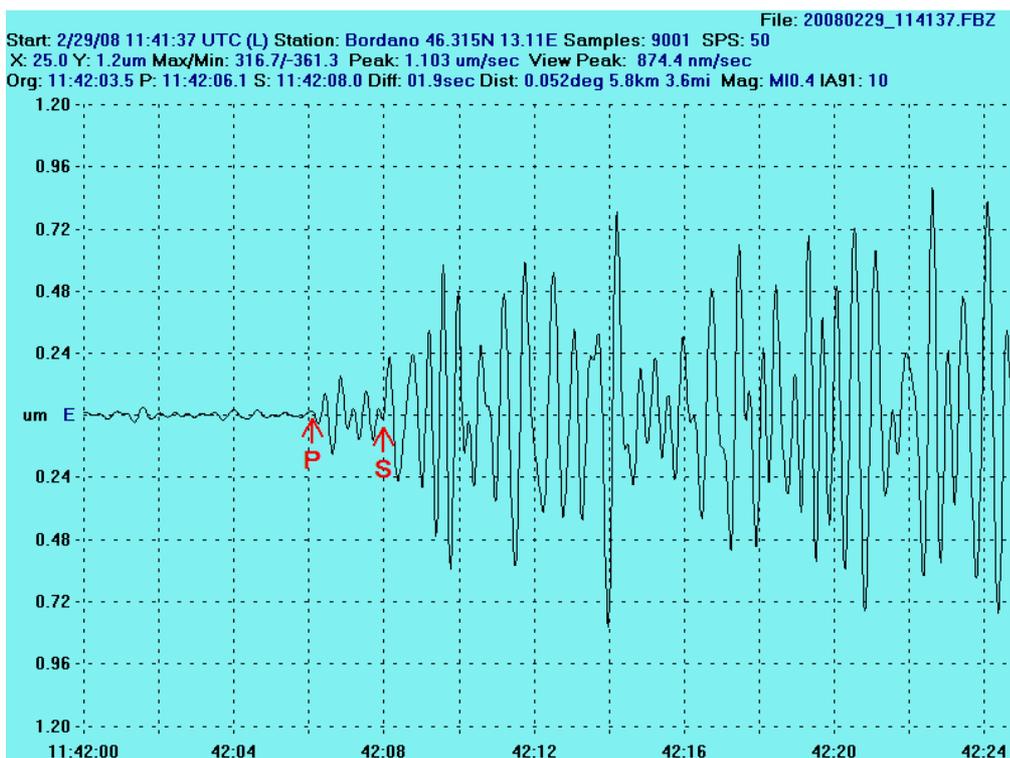


Anche in questo caso la scossa è andata in saturazione, quindi appare illeggibile. Tuttavia, se si procede al filtraggio del tracciato utilizzando la gamma di frequenze compresa da 1 e 3 Hz, il tracciato appare in questo modo:



La nuova visualizzazione già ci fornisce un quadro più interessante, permettendoci di provare a impostare i marcatori relativi alla onde P e S.

Per fare ciò ampliamo il tracciato con l'apposita applicazione e impostiamo le posizioni in modo appropriato:

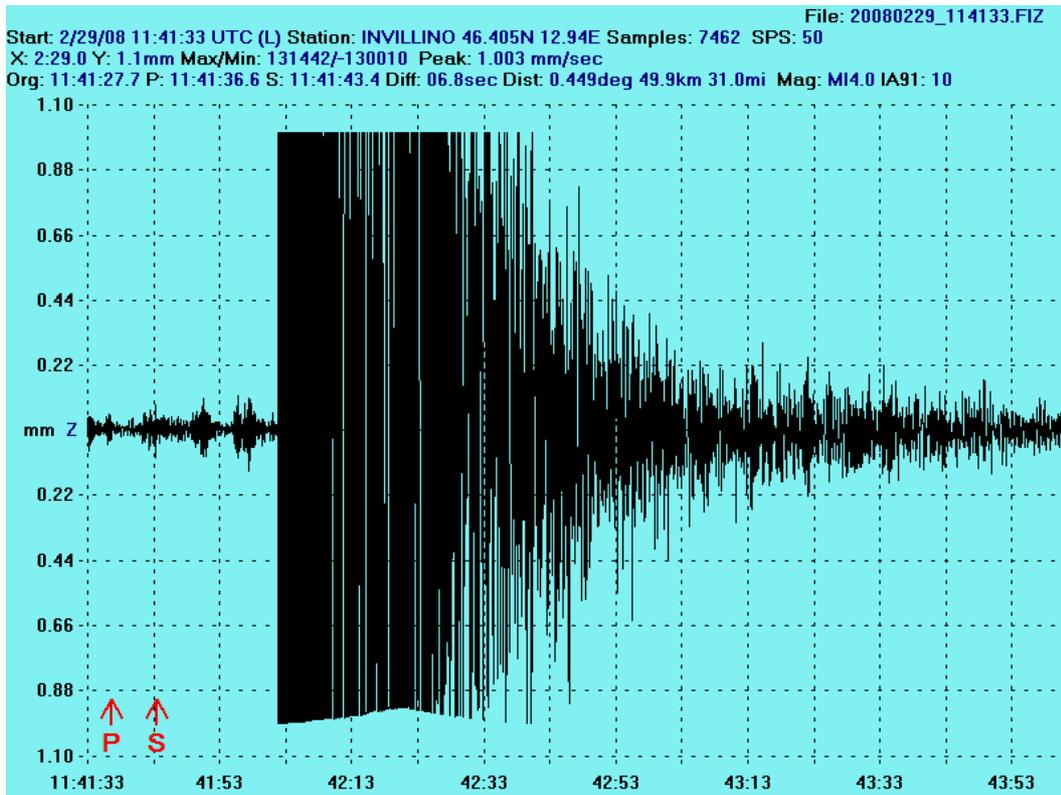


Questa operazione ci permette pertanto di effettuare una prima valutazione circa la distanza dell'epicentro dalla stazione, che il programma ci indica a km 5.8 dalla stazione.

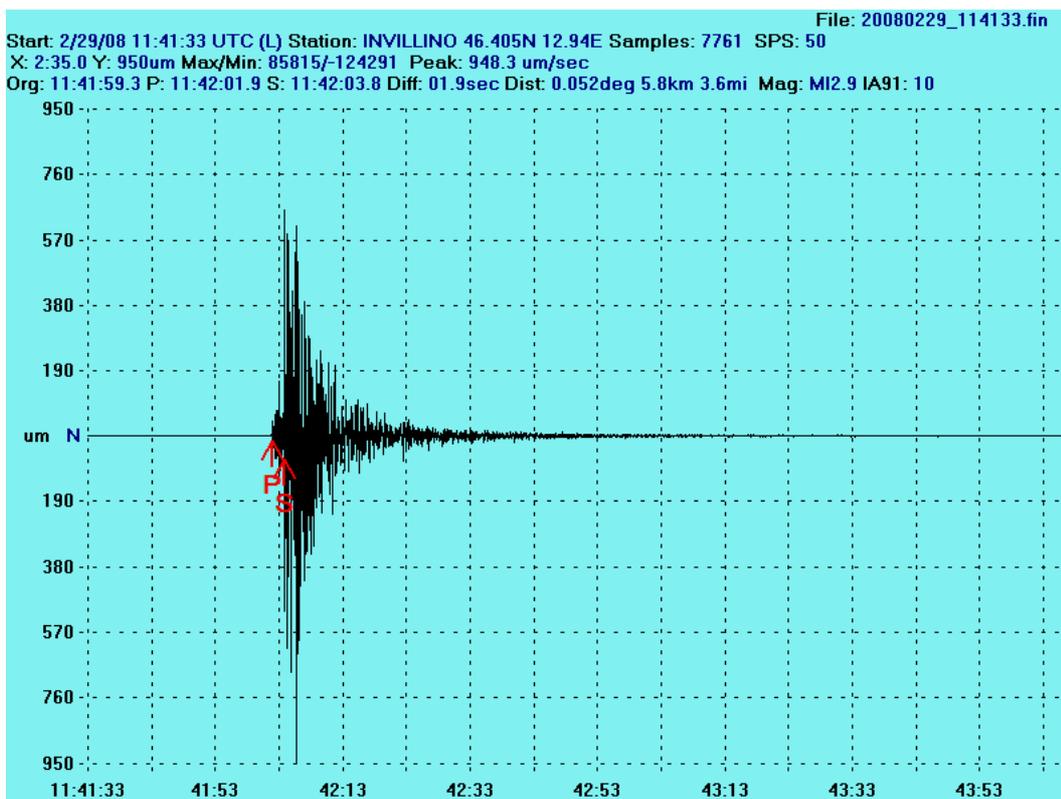
La valutazione della magnitudo è rinviata ad altro tracciato più confacente a tale valutazione.

## Invillino

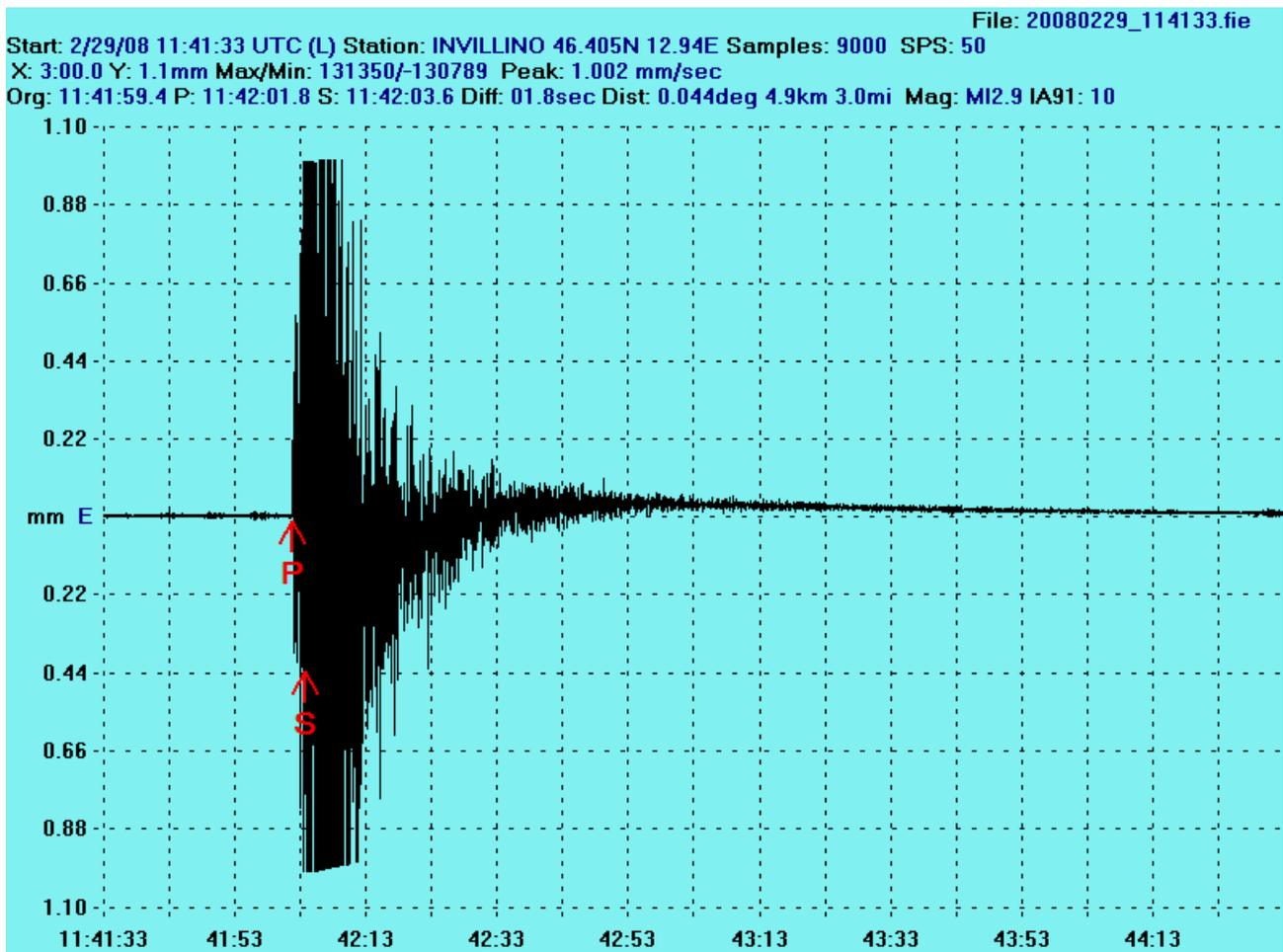
Canale Z – Verticale (sensore geofono frequenza tipica di risonanza 1 Hz)



Canale N – Orizzontale (sensore Lehman autocostruito frequenza tipica di risonanza circa 0.8 Hz)



Canale E – Orizzontale (sensore geofono frequenza tipica di risonanza 1 Hz)



La diversa risposta dei sensori ci permette di valutare senza artifici l'arrivo delle onde P e S soprattutto nel tracciato Nord – Sud fornito dal sensore Lehman auto costruito, di minore sensibilità rispetto alle frequenze elevate, che lo rendono più adatto a rilevare le frequenze tipiche delle onde superficiali provenienti da eventi molto lontani, ma le cui proprietà, in questo caso, permettono una valutazione appropriata anche dell'evento locale.

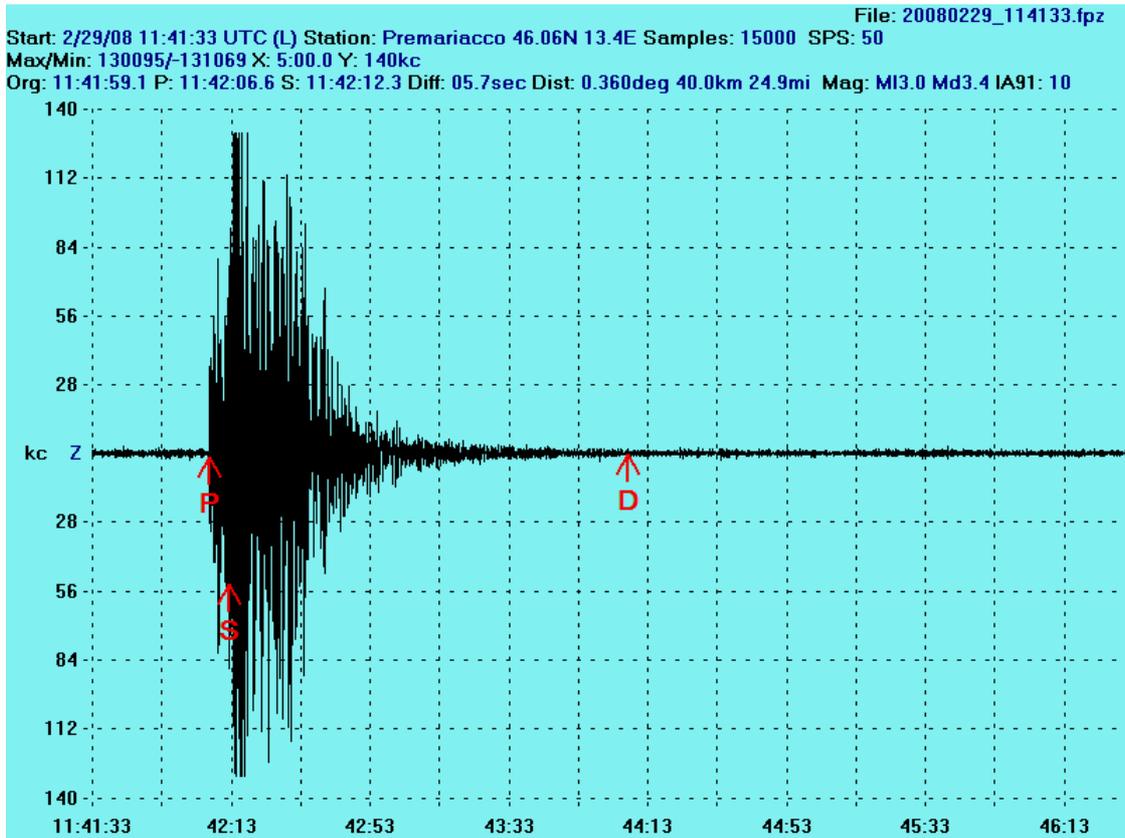
I sensori di Invillino, data la vicinanza del sisma forniscono delle valutazioni riguardo alla magnitudo diverse e discordanti: il canale Z non ha le posizioni corrette e pertanto i dati del programma non sono validi, gli altri due canali forniscono una magnitudo di 2.9 Richter. Tale difformità è data dal parametro di taratura di trasduzione del sensore inserito nel programma che è da calcolarsi empiricamente sulla base di un buon numero di eventi di entità nota e va variato in funzione della distanza epicentrale. Inoltre il programma, essendo di tipo amatoriale non consente una modifica delle impostazioni relative al modello crostale (parametri di velocità delle onde sismiche rispetto agli strati geologici del terreno), permettendo di utilizzare le impostazioni delle tabelle IASP 91 per i sismi locali e altre due sole configurazioni per eventi regionali e telesismi. In molti anni di attività, comunque, si è potuto constatare che le tabelle IASP 91 inserite nel programma, sono sufficienti per una valutazione amatoriale dell'evento, permettendo una corretta valutazione dell'epicentro e un calcolo della magnitudo abbastanza vicina ai valori forniti dagli enti ufficiali, se mediata con le altre stazioni e inserendo i parametri correttivi adatti rispetto alla distanza epicentrale vera.

Inoltre è possibile la valutazione della Md (magnitudo di durata) la quale, basandosi su concetti relativi appunto alla durata dei sommovimenti, è più facilmente desumibile posizionando correttamente il

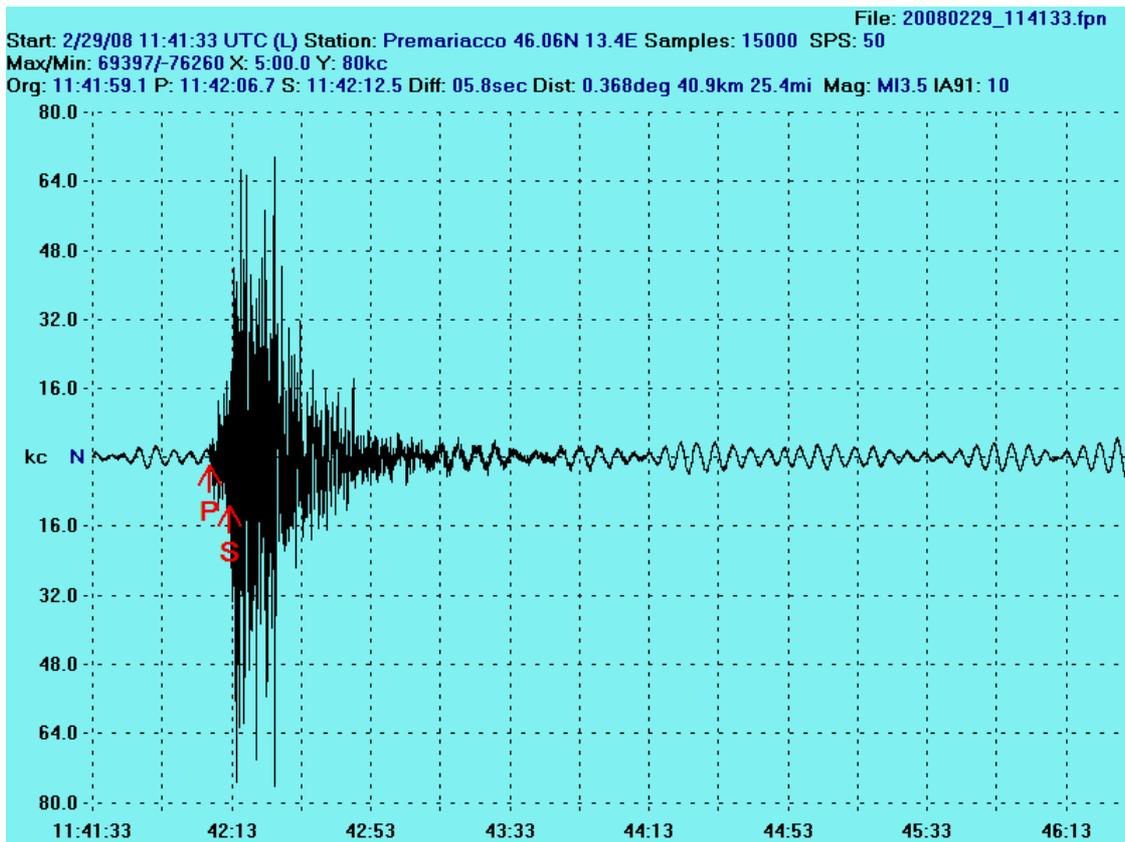
parametro della coda dell'evento (vedasi oltre). Il parametro "D" va inserito al punto in cui il livello del segnale di fondo successivamente all'evento, è ritornato ad un'ampiezza pari a 1/5 superiore al livello medio del segnale stesso prima dell'evento.

### Premariacco

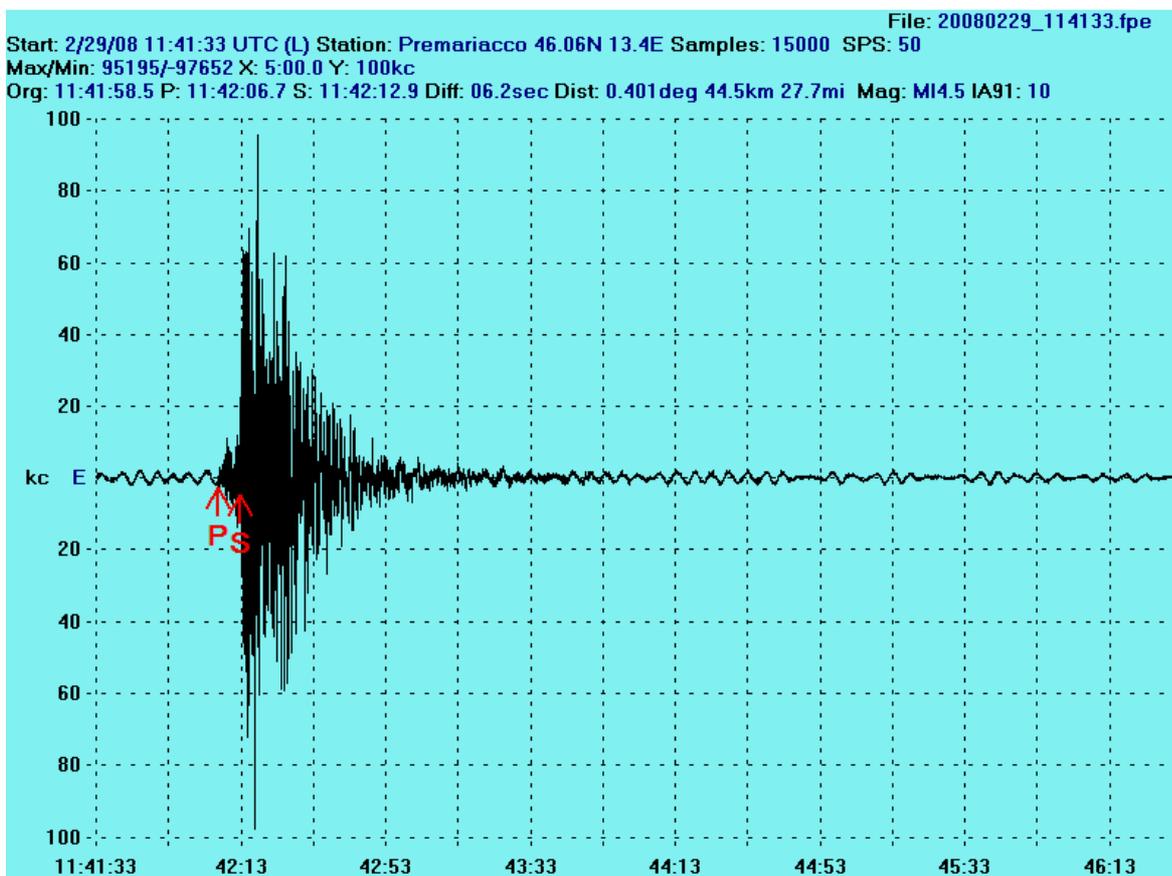
Canale Z – Verticale (sensore geofono frequenza tipica di risonanza 1 Hz)



Canale N – Orizzontale (sensore autocostruito frequenza tipica di risonanza 0.5 Hz circa)



Canale E – Orizzontale (sensore autocostruito frequenza tipica di risonanza 0.5 Hz circa)



Sul rumore di fondo del segnale si può notare, sui due canali: Est – Ovest e Nord – Sud, l'oscillazione tipica del suolo su cui è posato il sensore di Premariacco. In taluni casi, quando il segnale utile non è molto

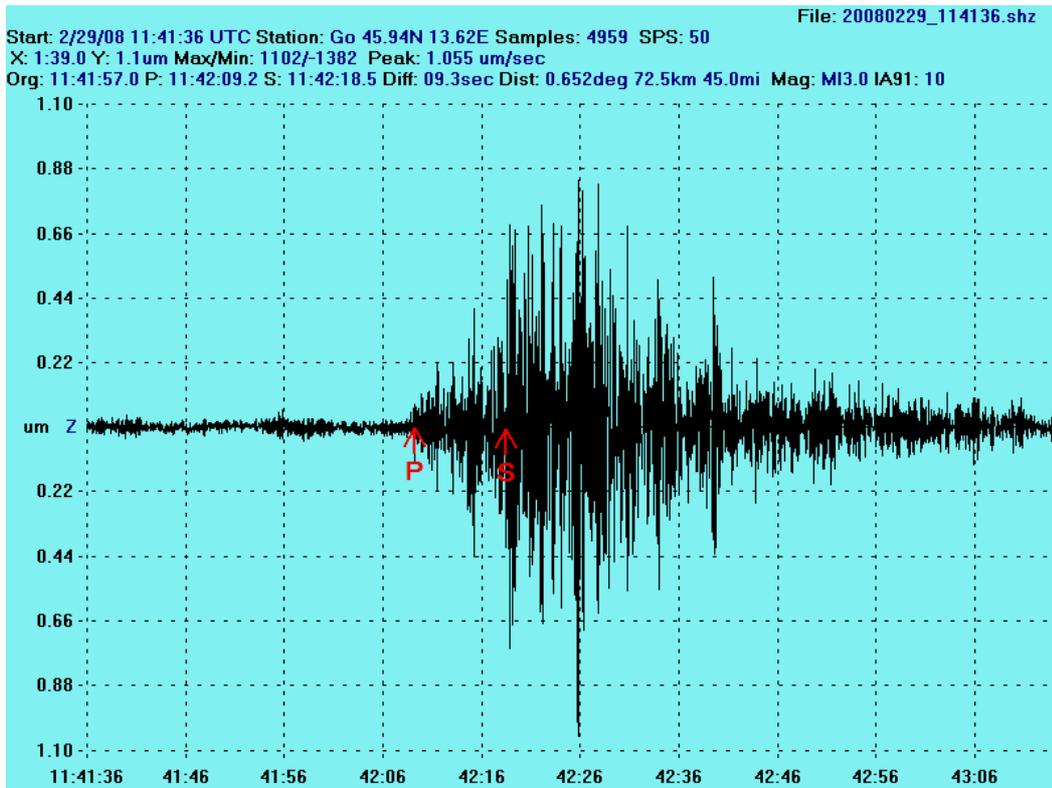
elevato in ampiezza è necessario filtrare il segnale di fondo eliminando la parte di frequenze al di sotto di 3 Hz al fine di evidenziare il segnale utile degli eventi vicini (locali e regionali).

Sul canale Z di questa stazione è evidenziato il posizionamento del marker relativo alla coda utile al calcolo della Magnitudo di durata, che in questo caso ha indicato una magnitudo pari a 3.4 Richter, abbastanza vicino ai valori indicati dagli enti ufficiali.

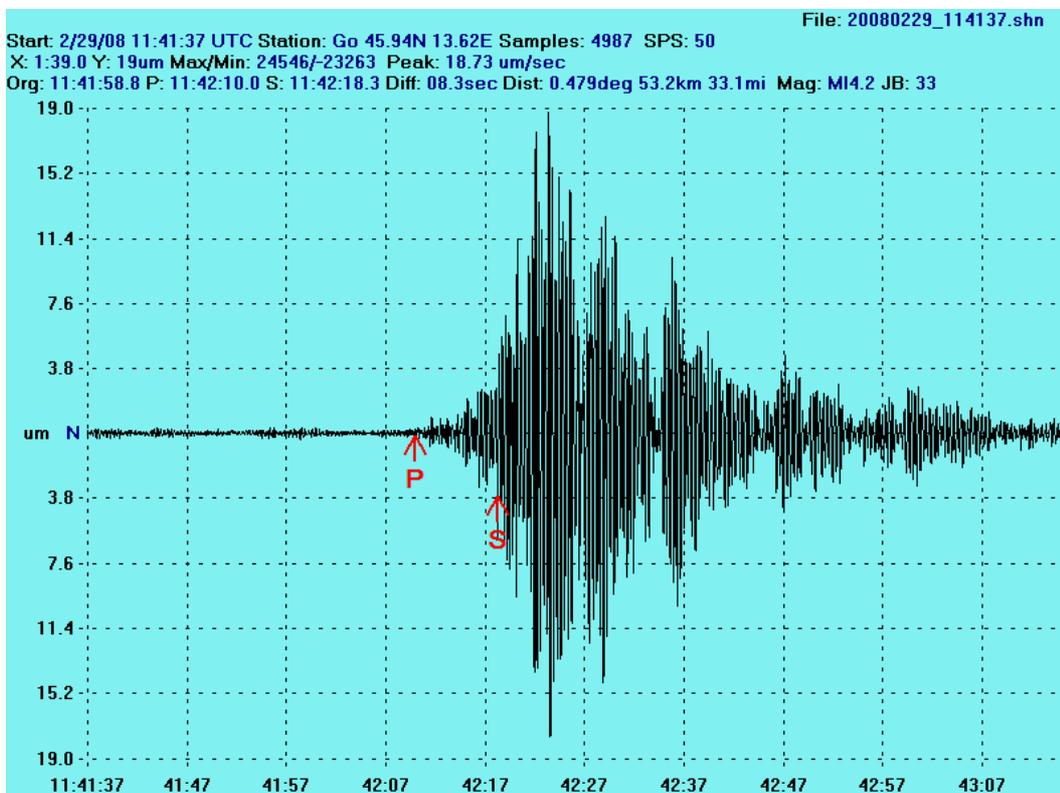
La stazione di Premariacco, nonostante sia situata su un terreno alluvionale, che normalmente dovrebbe agire come attenuatore del segnale introducendo oscillazioni parassite, fornisce invece un segnale particolarmente pulito e pertanto molto utile per il calcolo della magnitudo e per la valutazione della distanza epicentrale.

## Gorizia

Canale Z – Verticale (sensore geofono auto costruito frequenza tipica di risonanza 5 Hz)



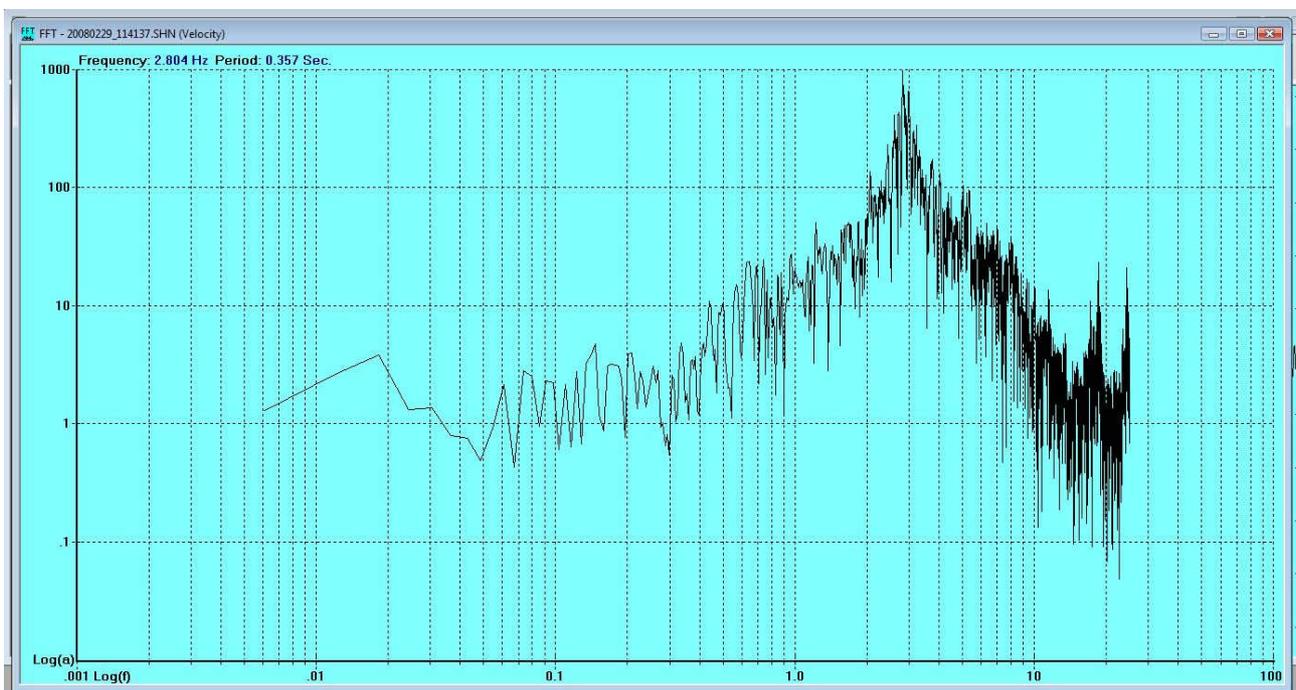
Canale N – Orizzontale (sensore autoconstruito frequenza tipica di risonanza 1 Hz circa)



Il sensore verticale di Gorizia, essendo auto costruito può avere dinamica inferiore a apparati commerciali, tuttavia riesce ugualmente a decodificare l'evento con sufficiente precisione.

La differenza del tracciato rispetto a Premariacco è evidente: la distanza tra le onde P e S è maggiore, (9.3 sec contro 6.2 di Premariacco) e la pulizia del segnale non è paragonabile, sia per il rapporto segnale/rumore, sia per la pulizia del segnale, dovuta anche alla diversa risposta del suolo oltre che alla maggiore distanza.

La differenza del canale N è notevole rispetto al canale Z. In particolare il tracciato inizia con le onde in crescendo fino ad un limite di ampiezza e poi cala verso la coda, diversamente dal segnale del canale Z di Premariacco che è formato da due picchi distinti. La forma del segnale sul canale N di Gorizia è tipica dei tracciati restituiti dai sensori orizzontali.



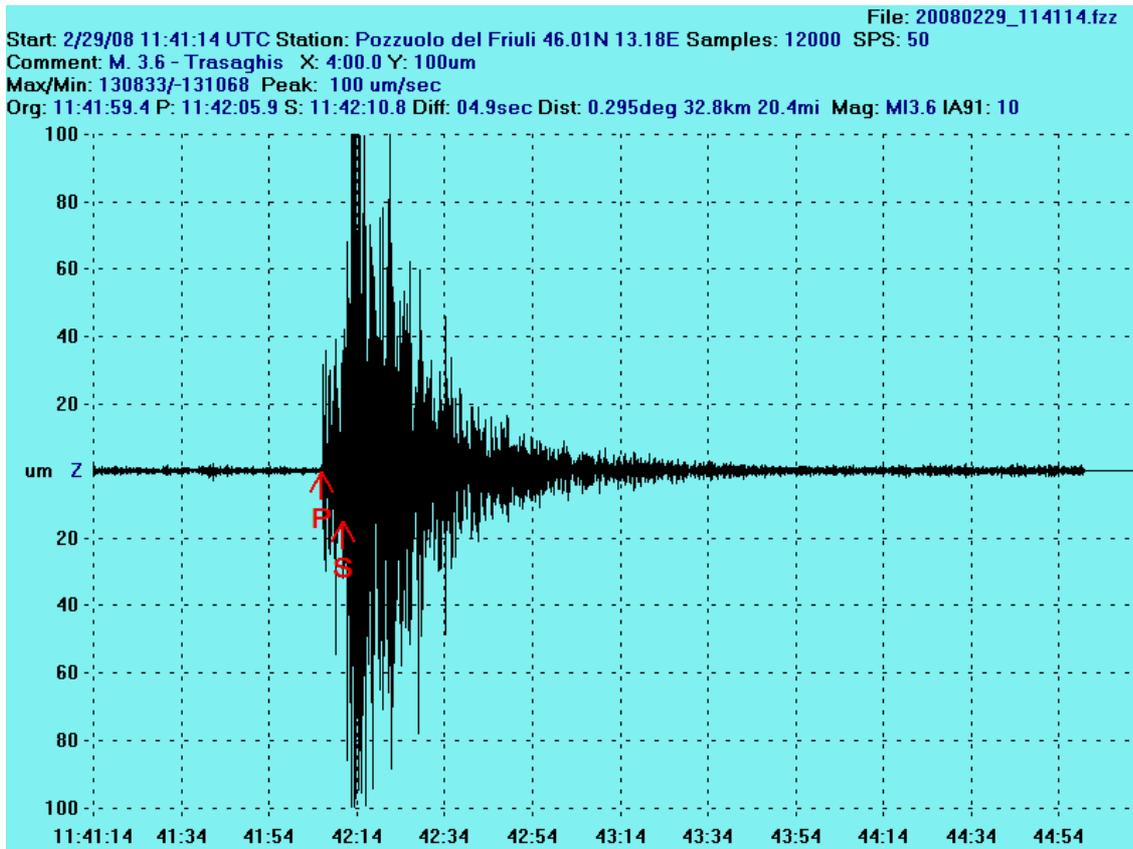
L'immagine dell'analisi spettrale del sensore Lehman di Gorizia mostra la frequenza di maggiore energia generata dall'evento mediata però dalle caratteristiche del sensore.

In questo caso, la frequenza tipica è pari a 2.8 Hz, corrispondente a un periodo di 0.35 secondi.

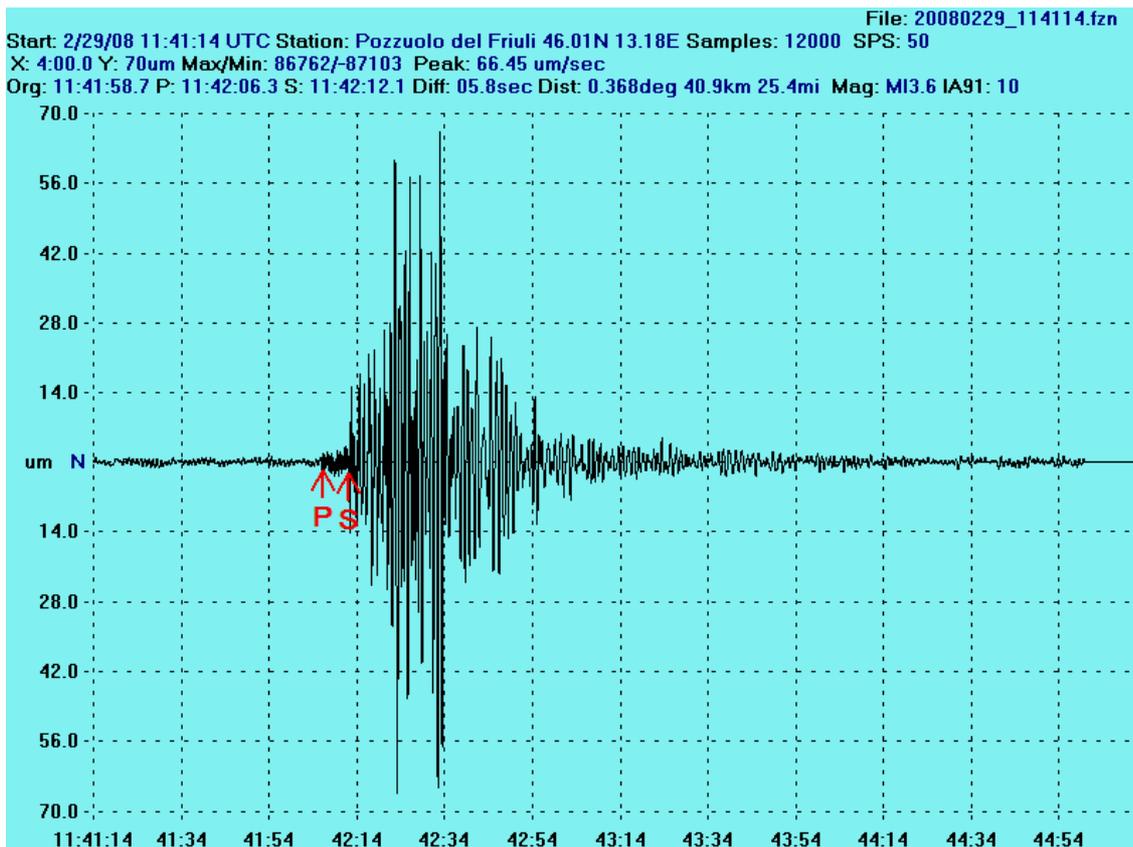
Si notano a destra, altri due picchi di frequenza dovuti alle caratteristiche meccaniche del sensore auto costruito.

## Pozzuolo del Friuli

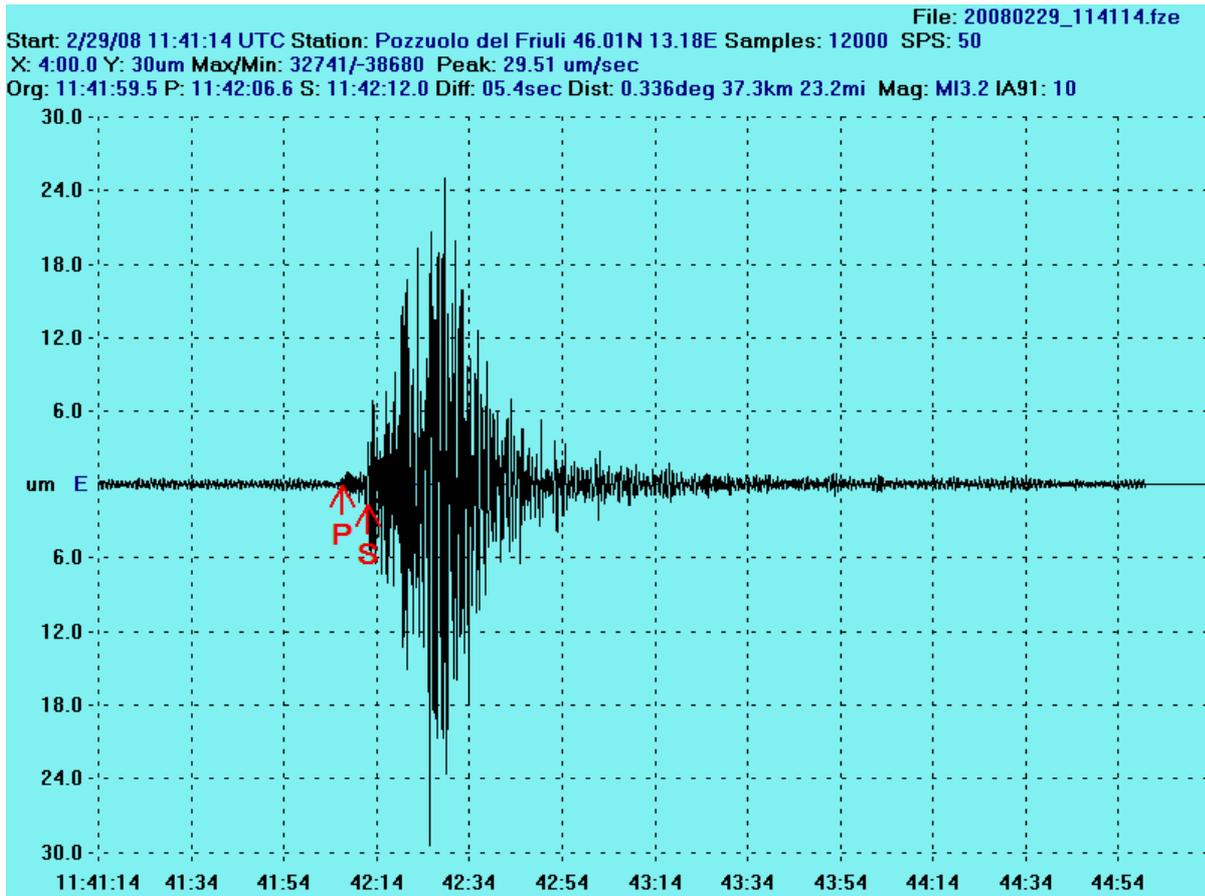
Canale Z – Verticale (sensore geofono frequenza tipica di risonanza 4.5 Hz)



Canale N – Orizzontale (sensore di Nuova Elettronica frequenza tipica di risonanza 1 Hz circa)



Canale E – Orizzontale (sensore autocostruito frequenza tipica di risonanza 0.7 Hz circa)



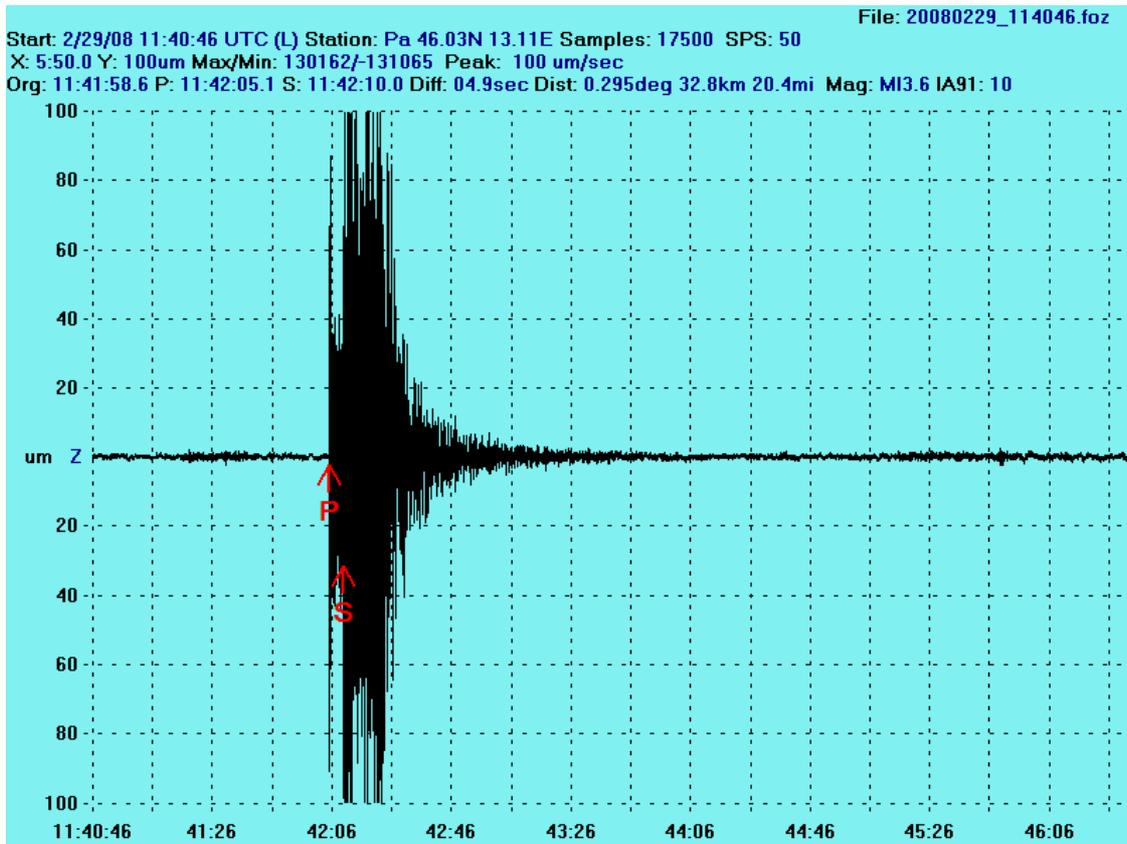
Il canale Z di Pozzuolo, dotato di geofono commerciale a 4.5 Hz ha fornito un ottimo segnale utile per il calcolo della magnitudo. In questa stazione, il parametro di attenuazione di sito è particolarmente noto per la zona pedemontana del Friuli e pertanto la valutazione è corretta.

Il canale N, dotato di pendolo commerciale amatoriale (Nuova Elettronica), fornisce un segnale pulito e analizzabile con cura. Nonostante Pozzuolo sia una stazione posizionata su materasso alluvionale, la presenza di affioramento di roccia limita la potenza (spessore) della ghiaia che potrebbe attenuare molto il segnale rendendolo più "sporco".

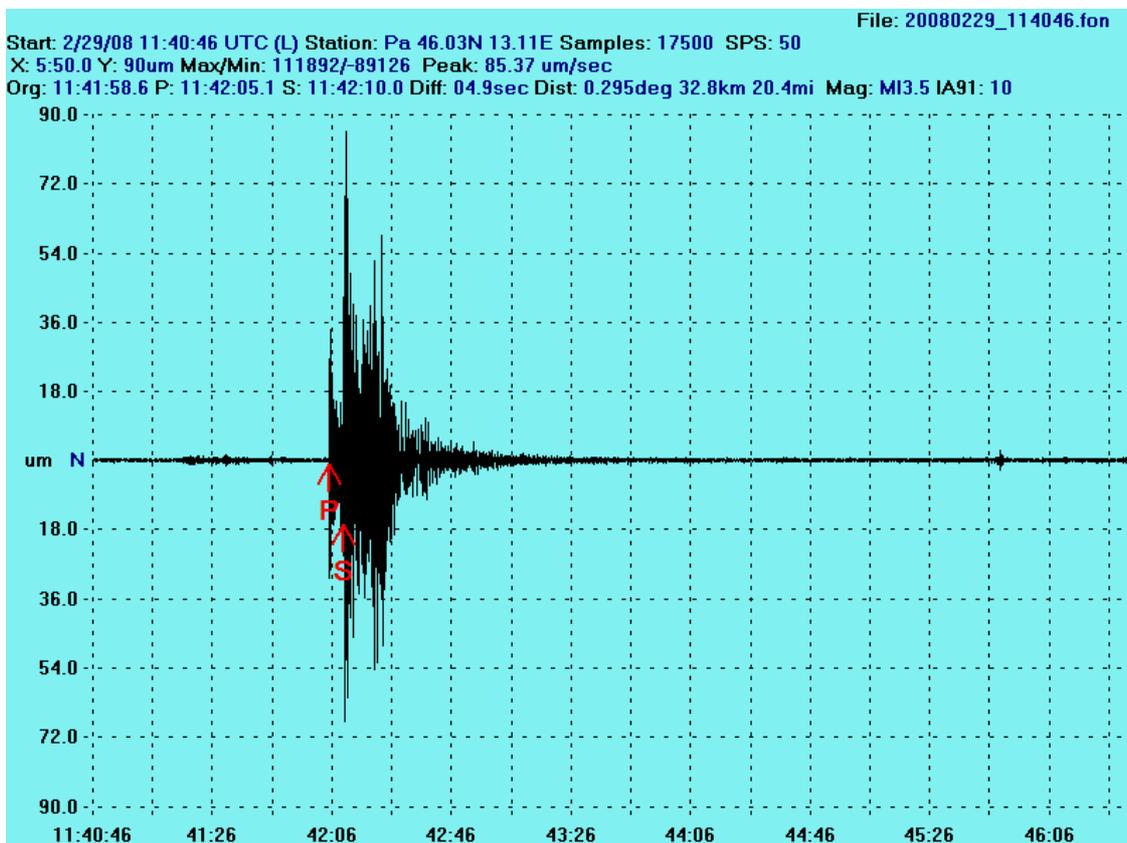
Il canale E risulta attenuato, come è solito di questa stazione e di quella di Pasian di Prato. Tuttavia il segnale è comunque pulito e facilmente analizzabile anche su questo canale. Da notarsi la differenza di forma tra i tracciati restituiti dal sensore sensibile al movimento sussultorio (Z) e quelli sensibili al movimento ondulatorio (N e E).

## Pasian di Prato

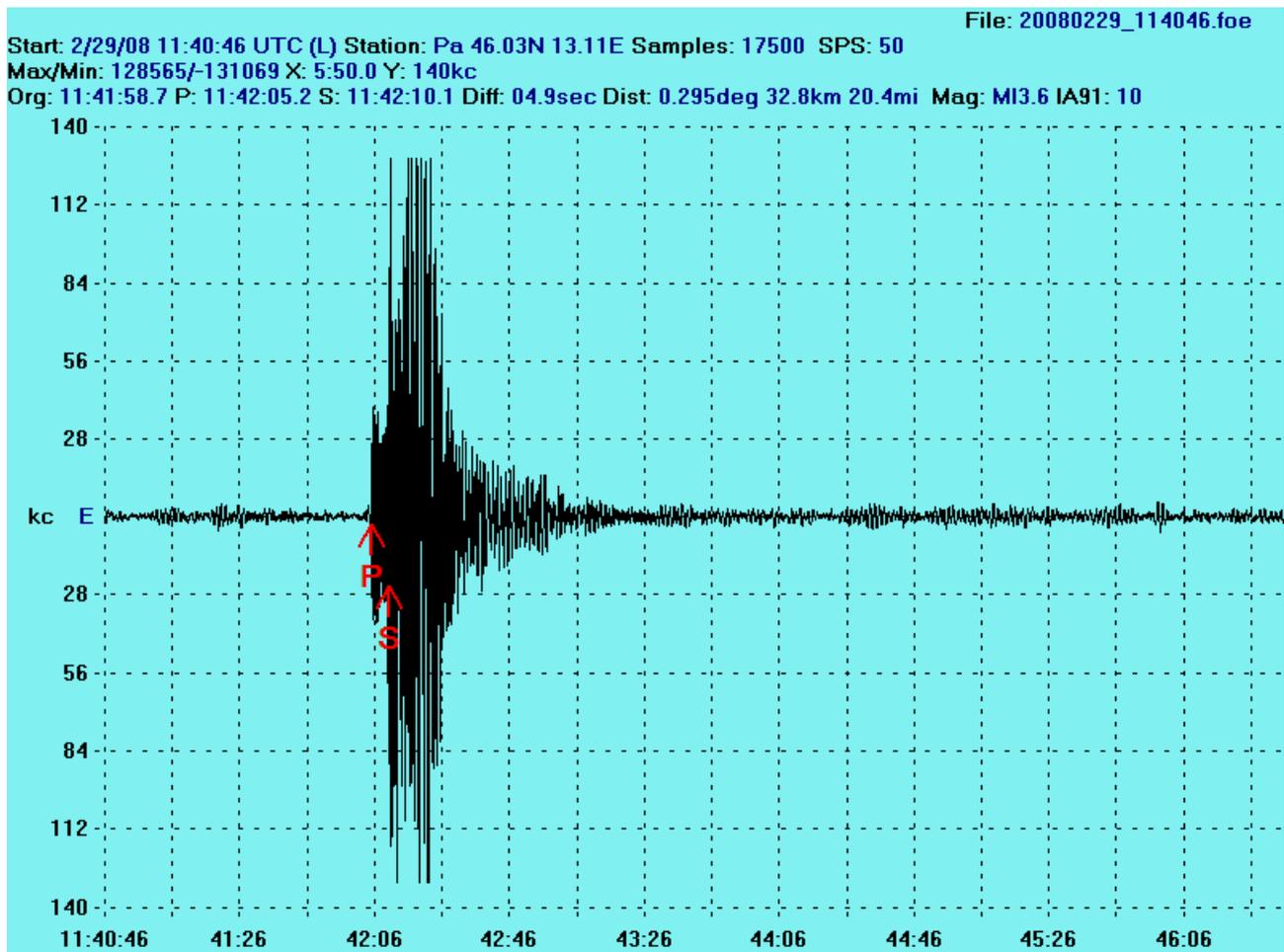
Canale Z – Verticale (sensore autocostruito frequenza tipica di risonanza 2 Hz)



Canale N – Orizzontale (sensore Lehman autocostruito frequenza tipica di risonanza 1 Hz circa)



Canale E – Orizzontale (sensore Lehman autocostruito frequenza tipica di risonanza 1 Hz circa)

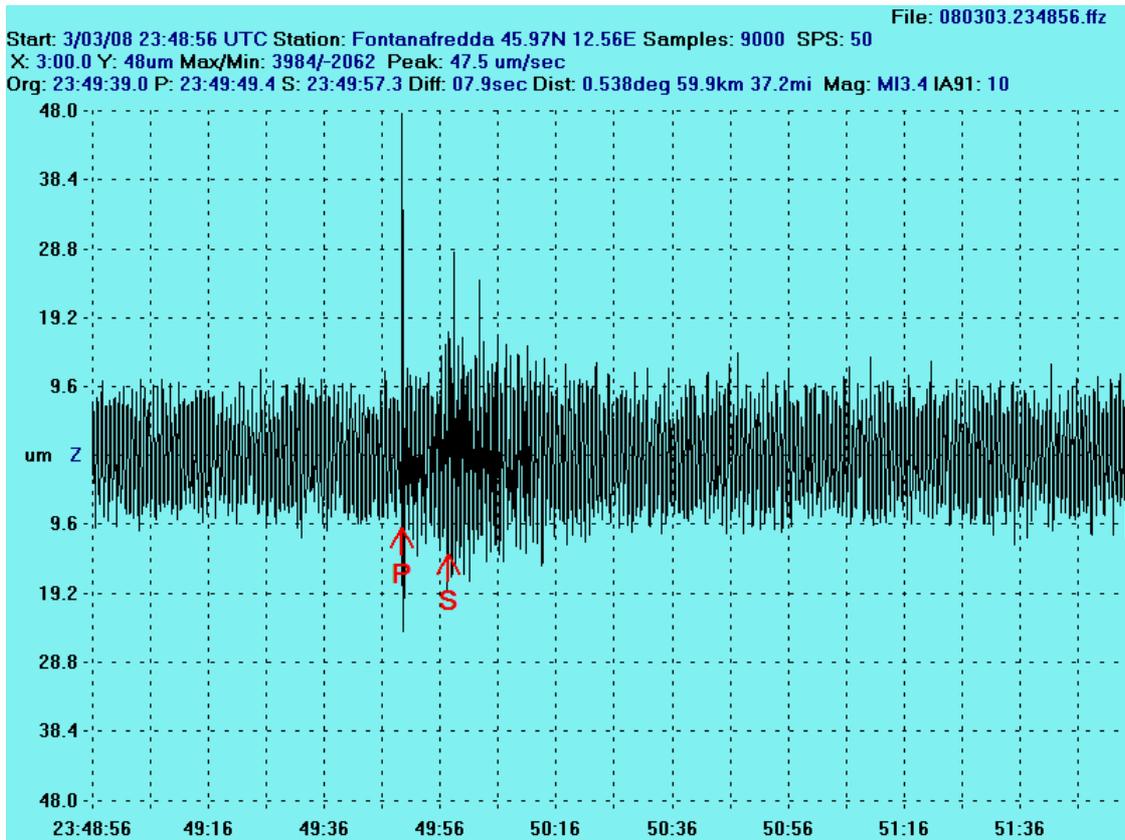


I sensori di Pasián di Prato, sono leggermente diversi da quelli di Pozzuolo del Friuli per modalità di costruzione. In questo caso tutti e tre i tracciati hanno registrato molto bene la componente ad alta frequenza del segnale restituendo tracciati più simili a quelli dei sensori geofono analogamente orientati.

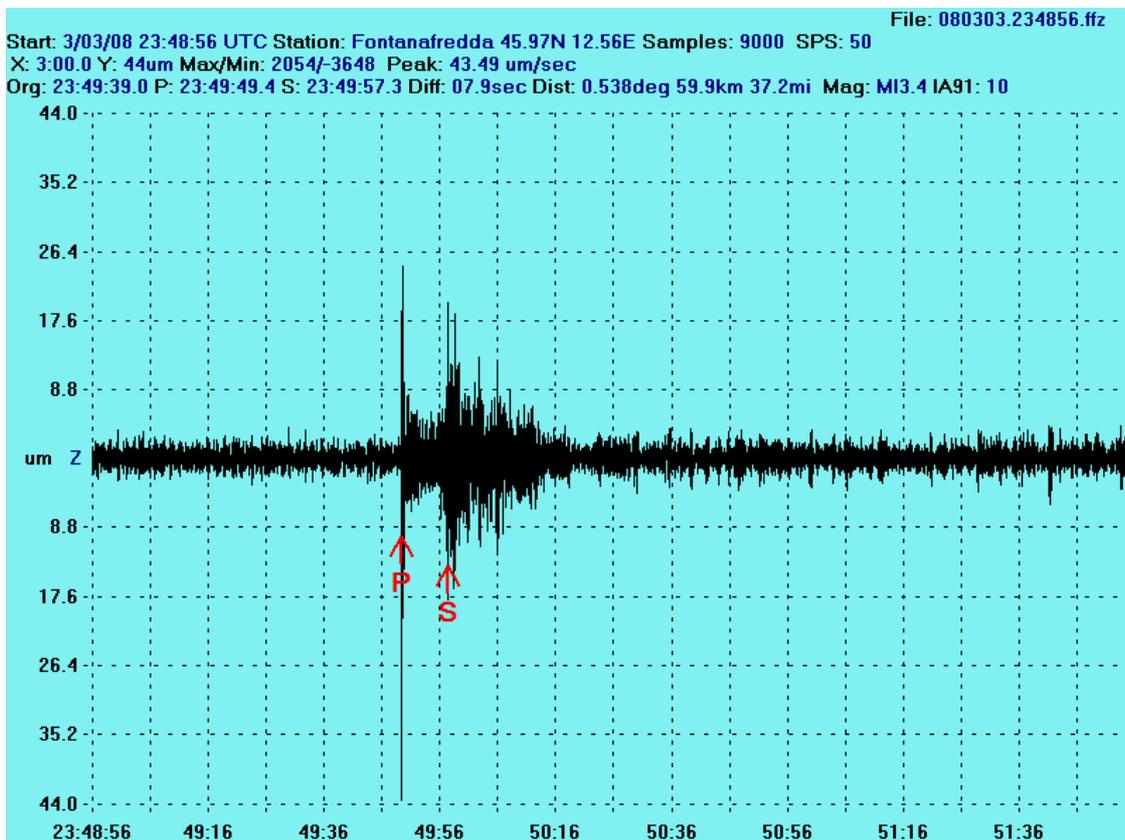
In questo caso la pulizia del segnale è paragonabile a quella di Pozzuolo. L'attenuazione di sito è corretta quindi la valutazione della magnitudo è anch'essa omogenea e corretta.

## Fontanafredda

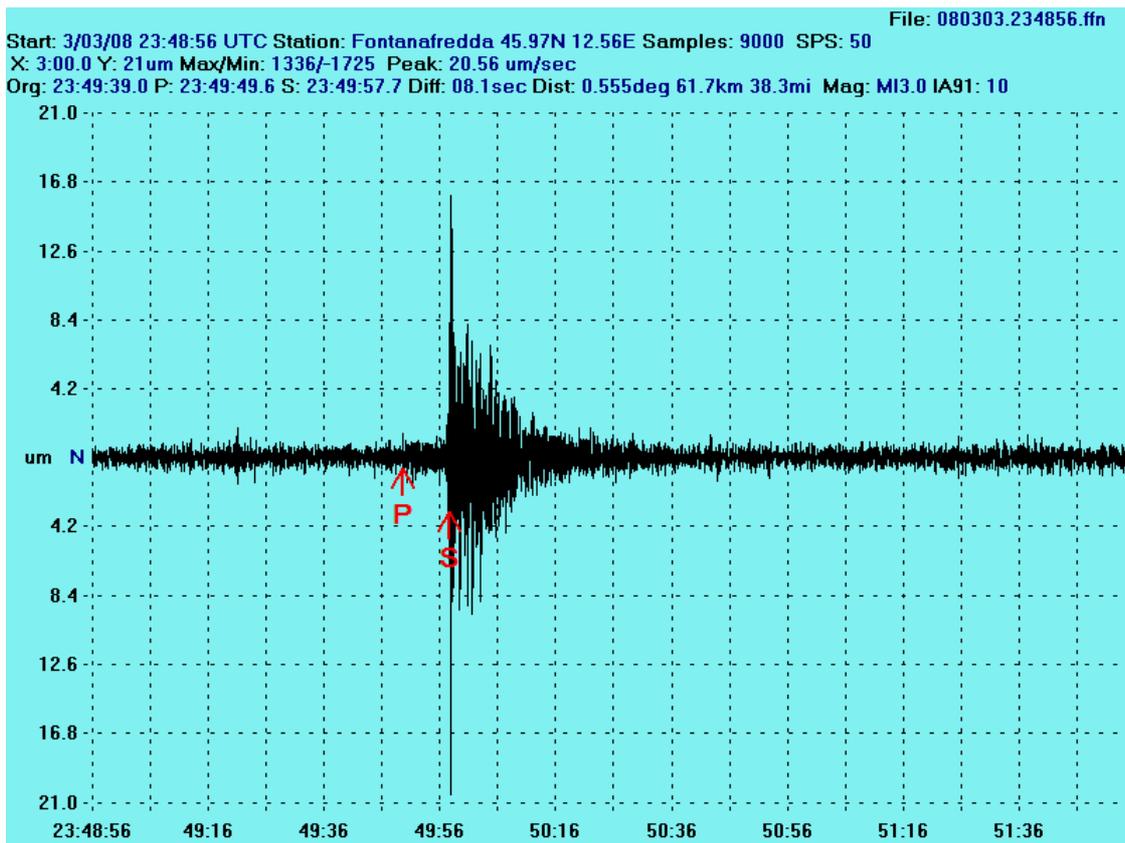
Canale Z – Verticale (sensore commerciale frequenza tipica di risonanza 4.5 Hz)



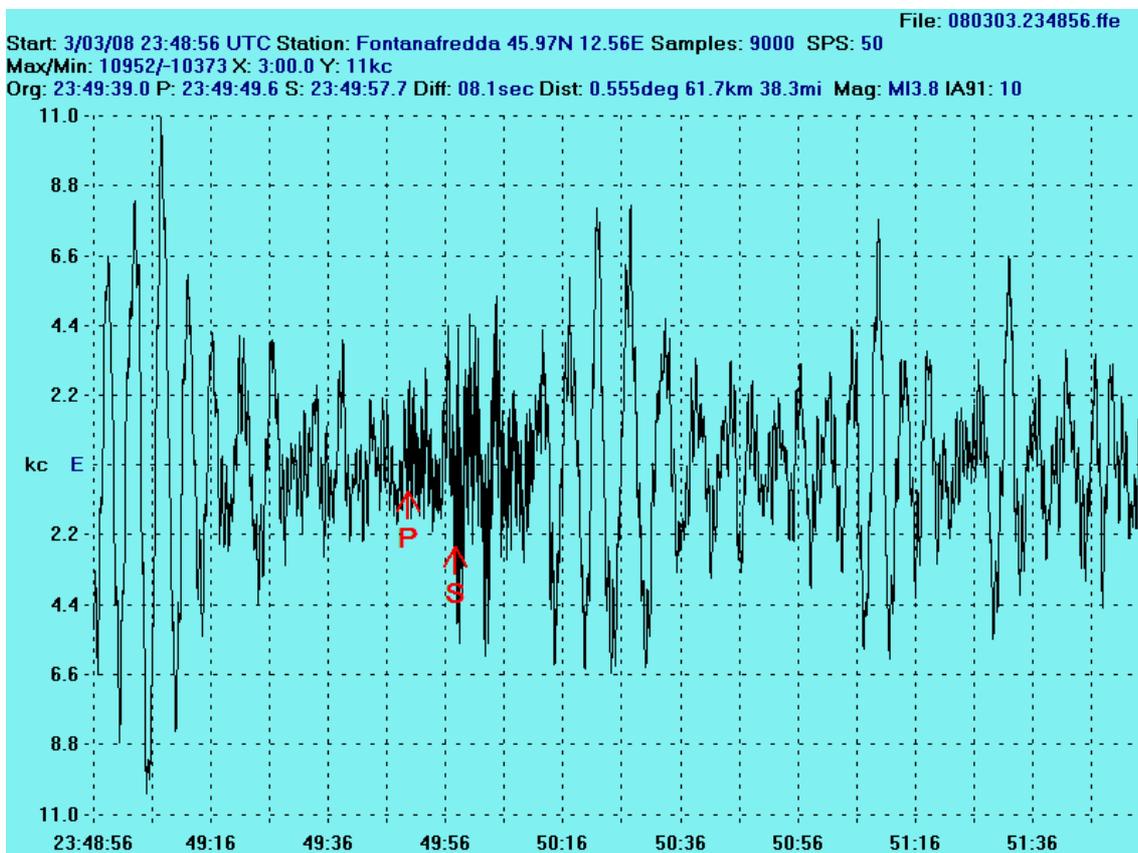
Canale Z – Verticale (sensore commerciale) filtrato passa alto 3 Hz



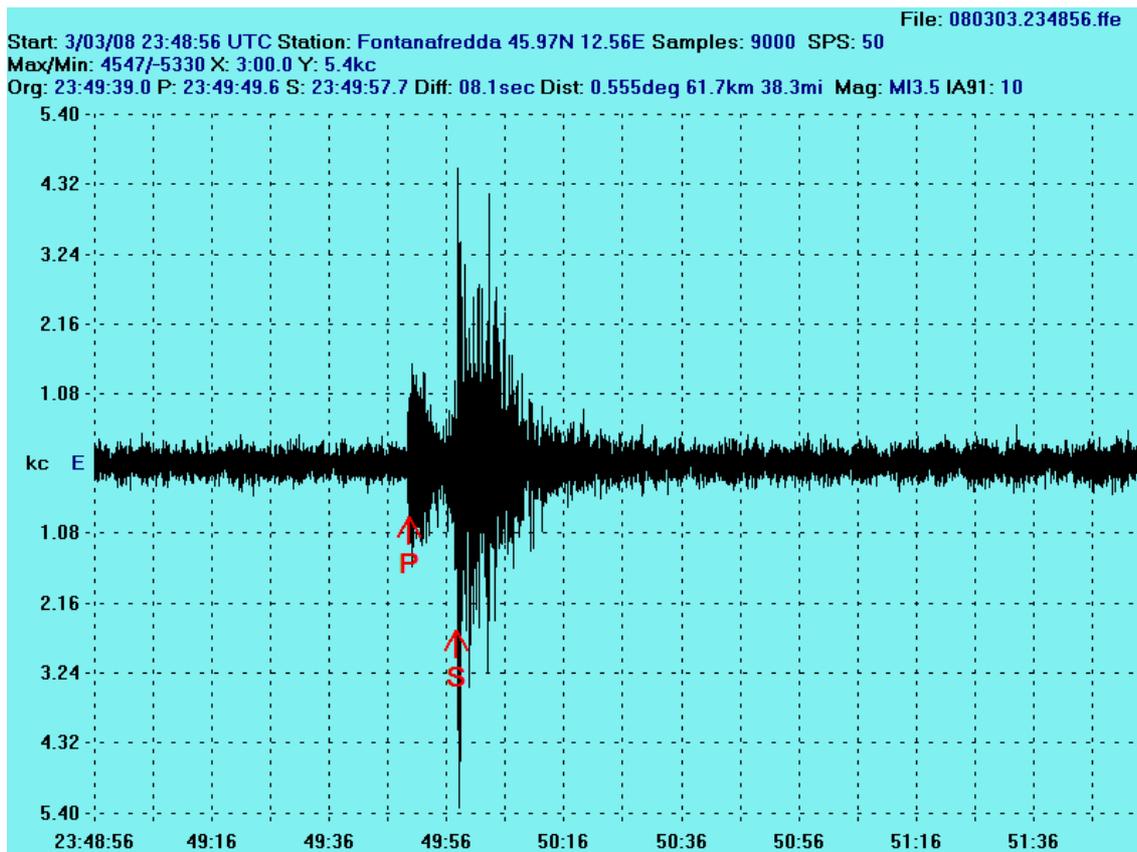
Canale N – Orizzontale (sensore Lehman autocostruito frequenza tipica di risonanza 1 Hz circa)



Canale E – Orizzontale (sensore Lehman autocostruito frequenza tipica di risonanza 1 Hz circa)



Canale E – Orizzontale (sensore Lehman) filtrato passa alto 3 Hz



La stazione di Fontanafredda è posizionata su materasso alluvionale di cospicuo spessore e ciò toglie solitamente precisione ai tracciati introducendo rumore e/o segnali dovuti alla rifrazione o riflessione delle onde causati da diversi strati posti in profondità.

Tuttavia questo evento è stato ben registrato anche da questa postazione nonostante la distanza.

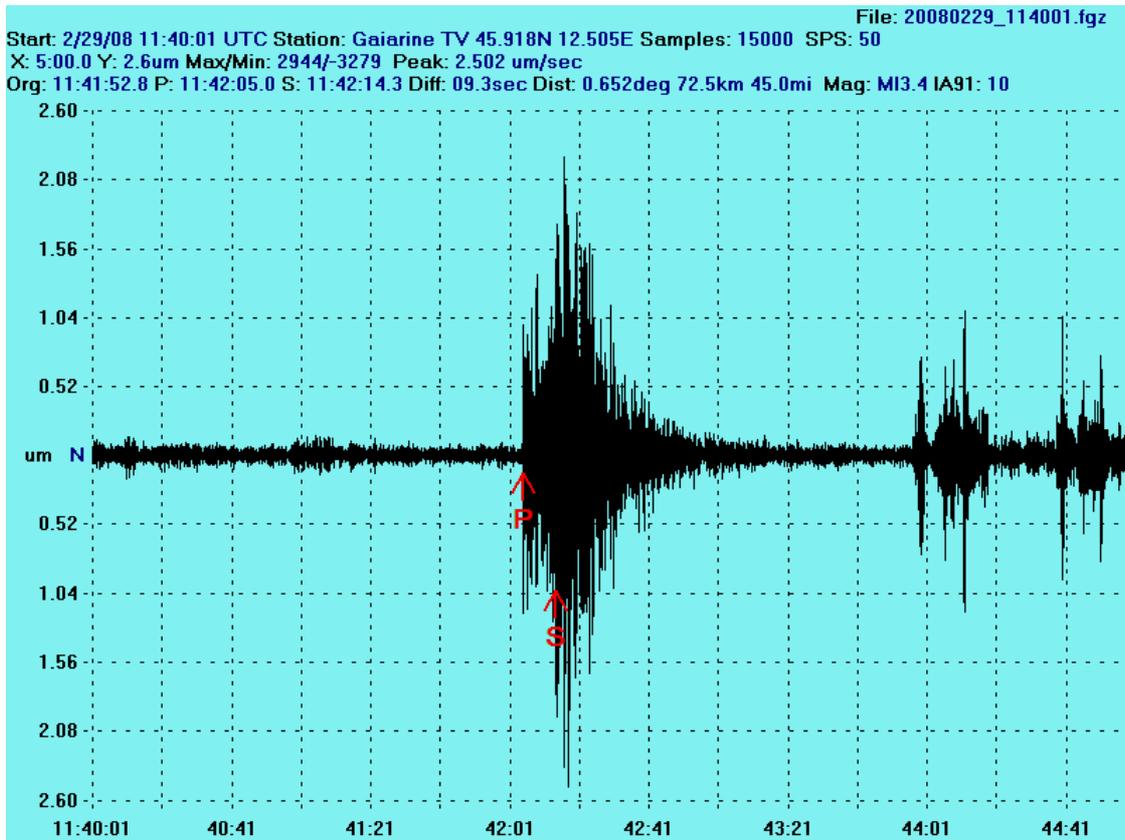
Il canale Z soffre di un disturbo a frequenza molto precisa dal cui spettro si ricava essere a circa 1.3 Hz. La filtratura a 3 Hz elimina il disturbo e evidenzia il segnale con sufficiente chiarezza in modo tale da poter posizionare correttamente i marker per le onde P e S.

Il canale N ha prodotto un buon tracciato con le onde P ben visibili anche se attenuate rispetto al canale Z.

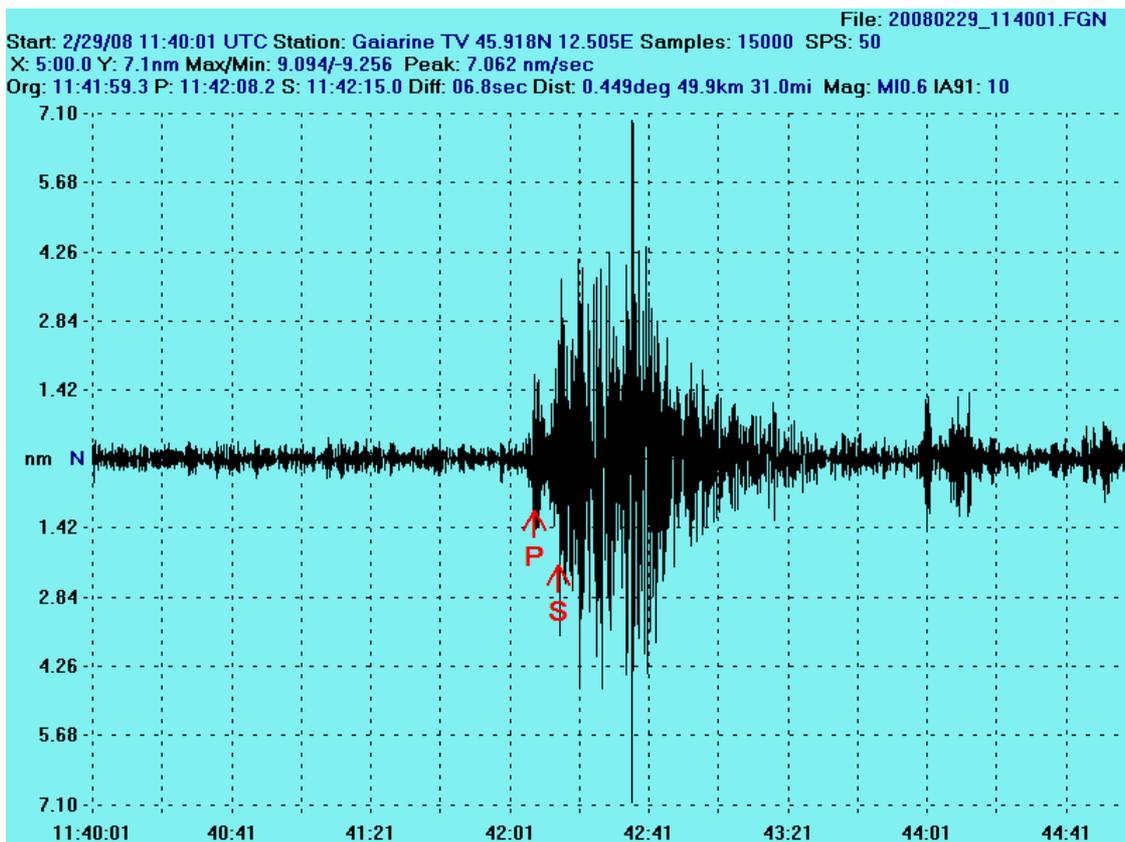
Il canale E invece, ha prodotto un segnale gravato dall'oscillazione ampia del terreno. Tuttavia sempre mediante filtratura passa alto, è possibile eliminare tale frequenza e evidenziare i treni d'onda.

## Gaiarine

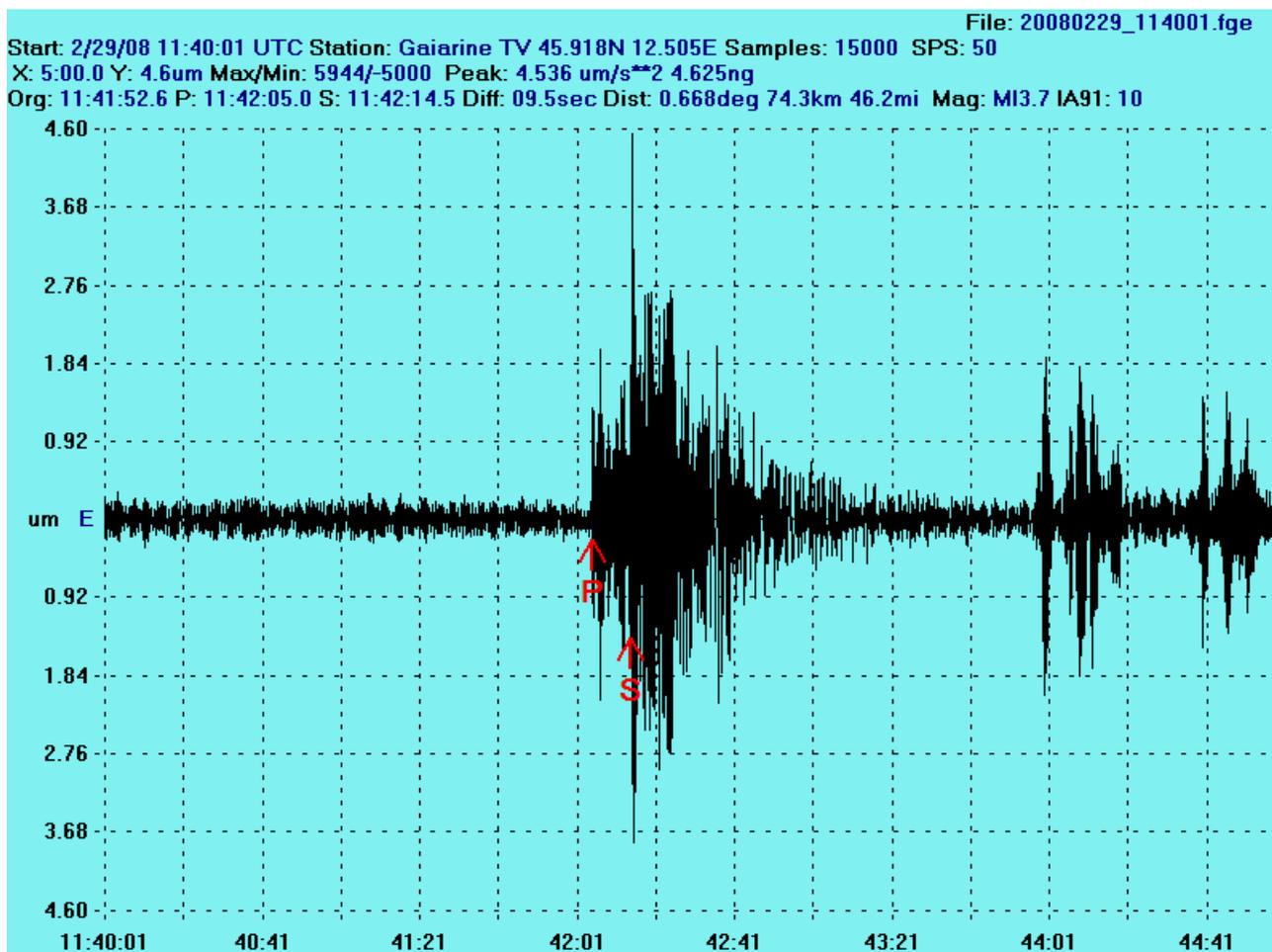
Canale Z – Verticale (sensore commerciale frequenza tipica di risonanza 4.5 Hz)



Canale N – Orizzontale (sensore Lehman autocostruito filtrato 1-3 Hz)



Canale E – Orizzontale (sensore Lehman autocostruito frequenza tipica di risonanza 1 Hz circa)

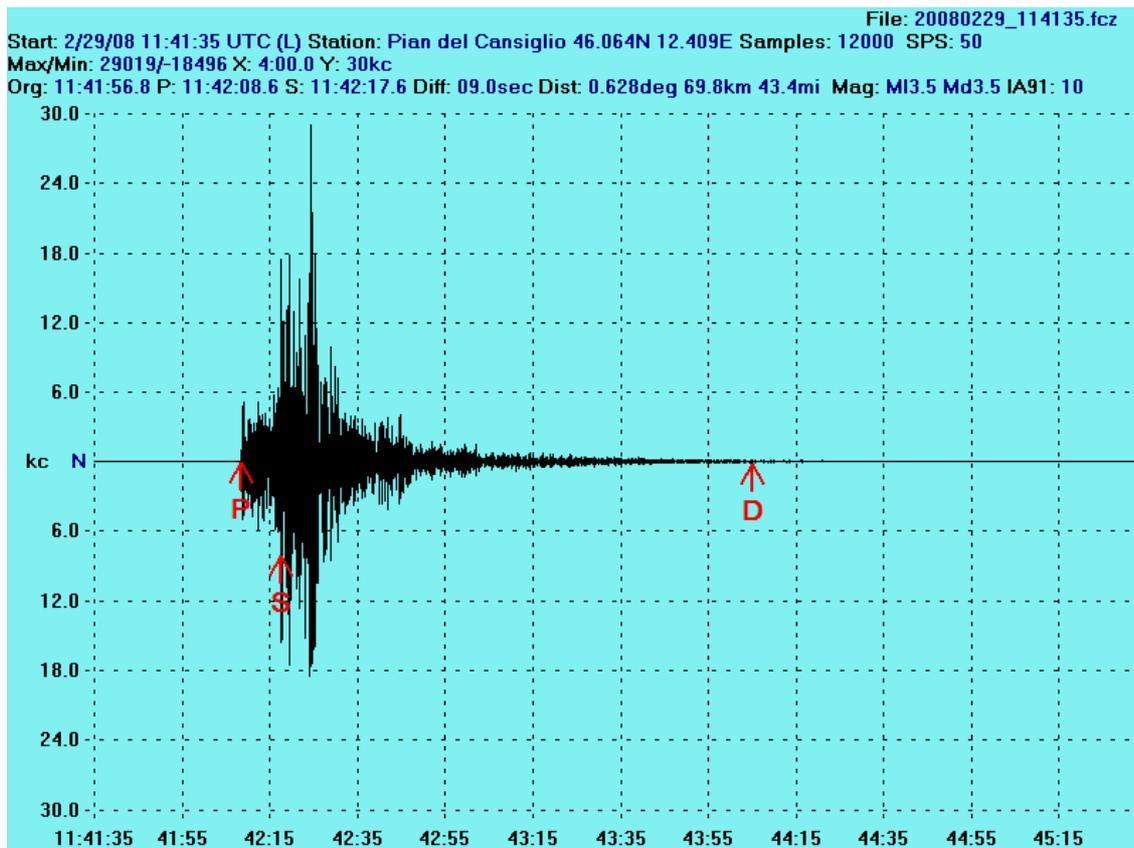


La stazione di Francenigo di Gaiarine (TV) fornisce dei tracciati maggiormente disturbati a causa del materasso alluvionale e dei disturbi di natura culturale o antropica. Tuttavia in questo caso utilizzando i filtri per eliminare frequenze inutili, è possibile visualizzare il tracciato del segnale sismico e posizionare correttamente i marker per le onde P e S.

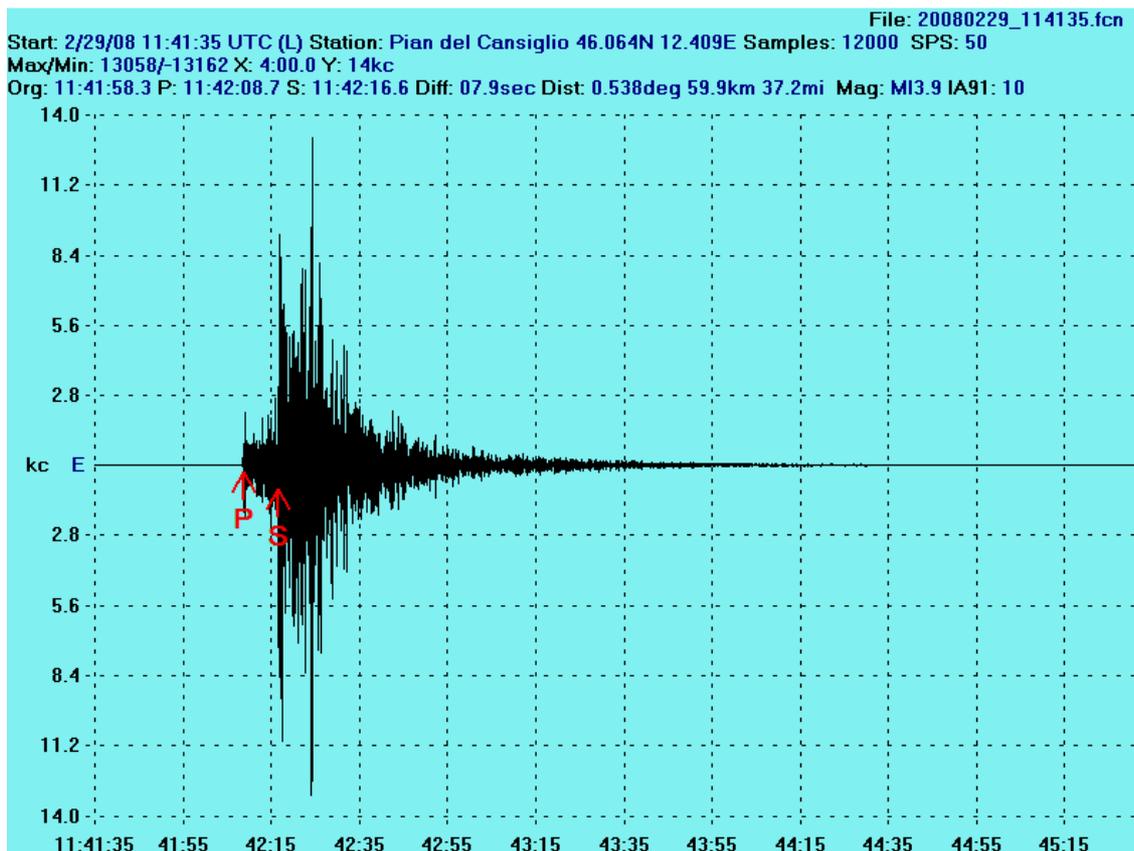
Il calcolo della magnitudo è abbastanza vicino ai valori corretti salvo che per il canale N che è stato filtrato e quindi la valutazione non è attendibile.

## Pian del Consiglio

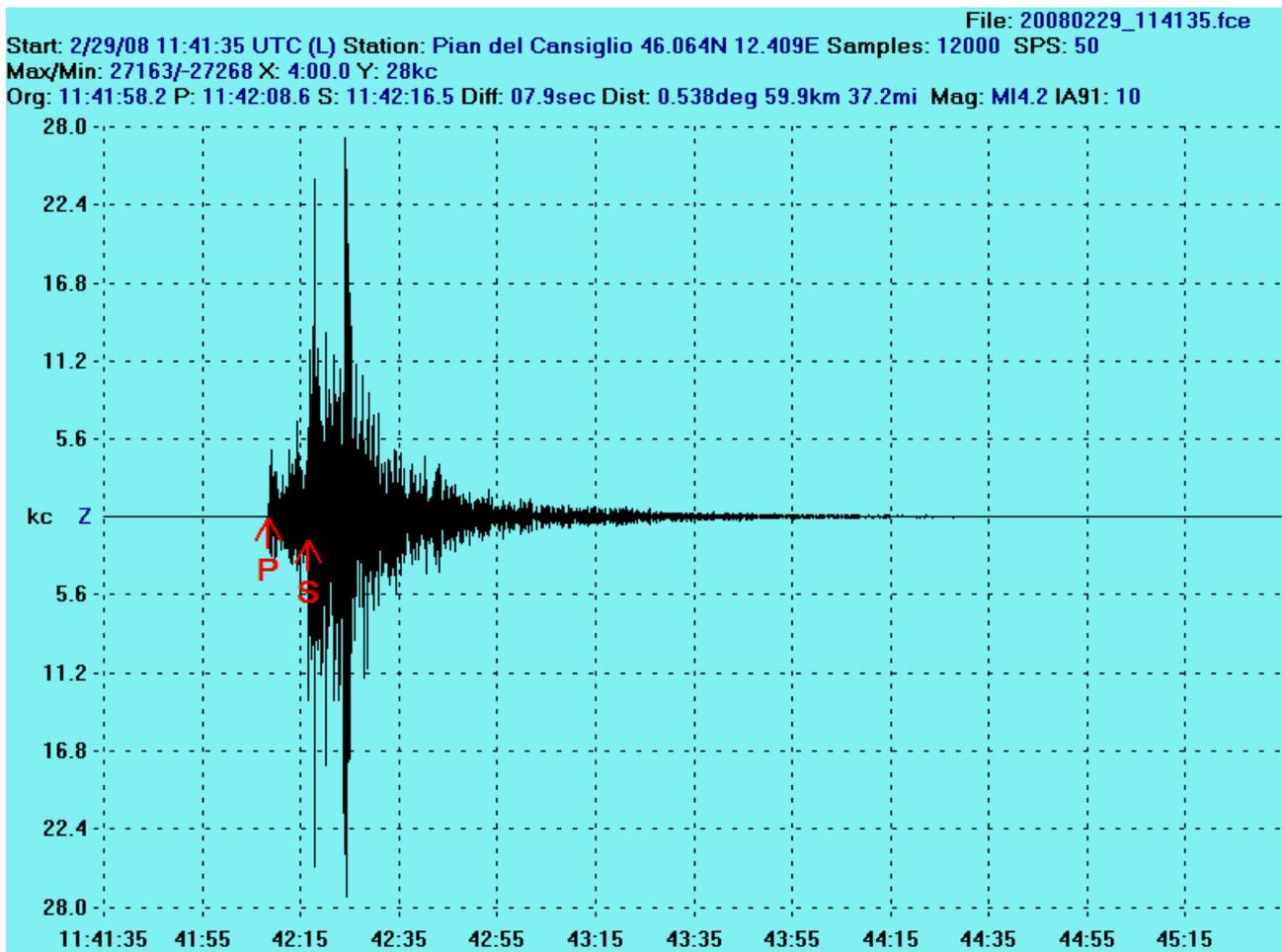
Canale Z – Verticale (sensore commerciale frequenza tipica di risonanza 4.5 Hz)



Canale N – Orizzontale (sensore commerciale frequenza tipica di risonanza 4.5 Hz)



Canale E – Orizzontale (sensore commerciale frequenza tipica di risonanza 4.5 Hz)



Il sensore posizionato a Pian del Consiglio è un sensore geofono triassiale a 4.5 Hz.

Già a prima vista si può rilevare l'estrema pulizia del segnale di fondo, ridotto in questo caso ad una linea talmente sottile da sembrare pura su tutti e tre i canali. Ciò è dovuto in parte al fatto che il sensore è posizionato pressoché a contatto con la roccia, sia grazie al rumore antropico (o culturale), prodotto cioè dalle attività umane, che in tale luogo è ridotto al minimo a causa della distanza da grandi centri abitativi e da attività produttive.

Il posizionamento dei marker delle onde P e S non è problematico, né il calcolo della magnitudo porta a differenze sostanziali (il calcolo, in questo caso, è effettuato sul canale Z).

A causa delle peculiarità di questa stazione (rumore minimo e ottima risoluzione dei tracciati) la stessa viene considerata la stazione di riferimento per tutte le valutazioni degli eventi e delle registrazioni della FESN.

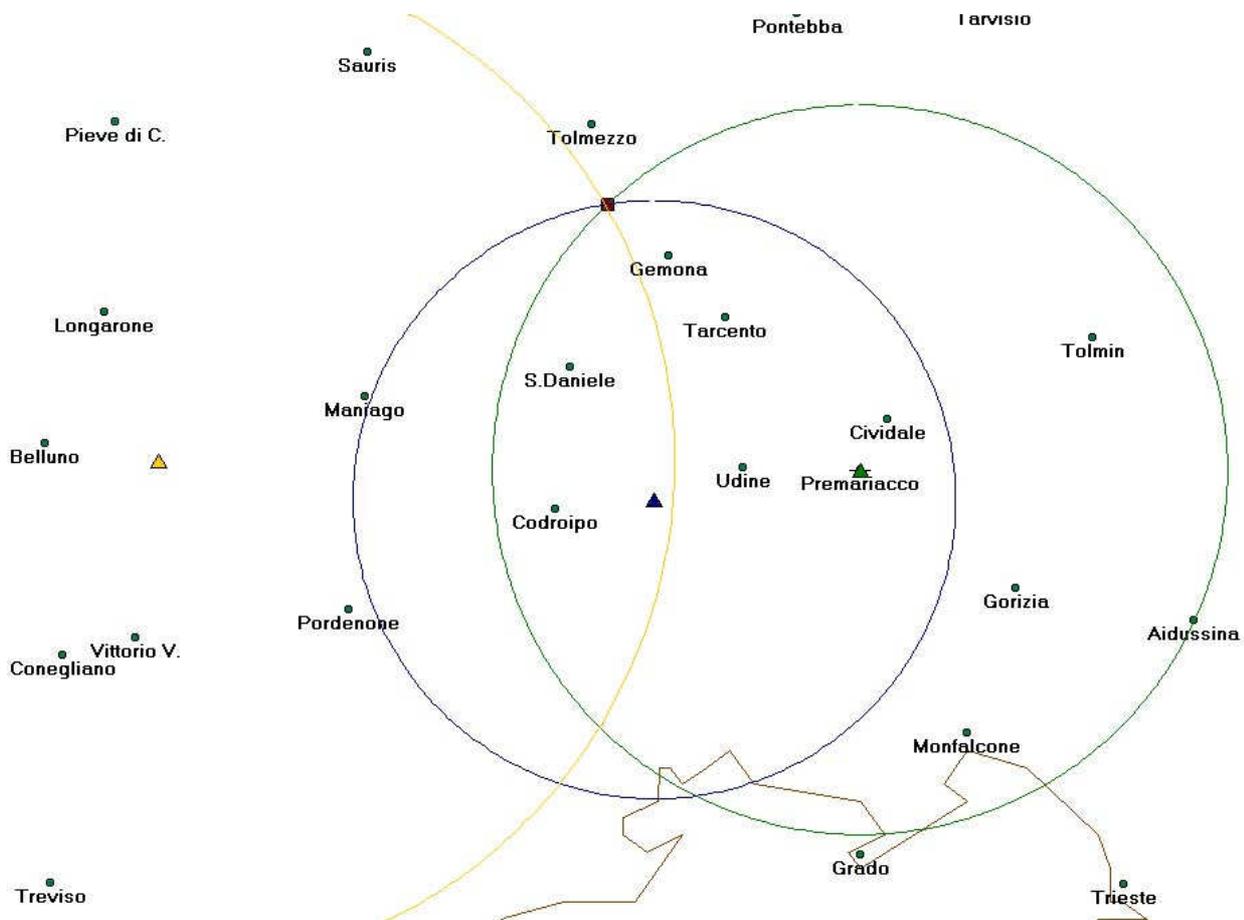
Nei primi giorni del marzo 2008 il sensore triassiale è stato sostituito da un geofono avente analoghe caratteristiche e da due sensori Lehman costruiti per l'occasione. Tale configurazione permetterà una valutazione di riferimento anche per i tracciati degli eventi lontani, i degnali dei quali, con ogni probabilità, giungeranno con altrettanta pulizia e precisione. Sarà cura di questo gruppo proporre, in futuro, alcune analoghe considerazioni in merito ai tracciati di qualche telesisma rilevato dalle varie stazioni FESN.

A questo punto, è possibile sfruttare i tre migliori segnali rilevati per procedere alla localizzazione dell'evento. A tale scopo si è scelto di utilizzare i segnali di Pian del Cansiglio, Pasián di Prato e Premariacco.

La scelta di tali stazioni è derivata dalla considerazione che, nel nostro caso, risulta migliore la lettura dei tracciati di una certa distanza epicentrale per meglio distinguere l'arrivo delle onde P e S, per eventualmente poi confrontare i dati rilevati con le stazioni più vicine.

Winquake, fornisce, dopo il caricamento dei segnali delle tre stazioni succitate, la triangolazione che segue.

Nel dettaglio è stato utilizzato il canale Z per il posizionamento delle onde primarie (P), mentre per il posizionamento delle onde secondarie (S) si è tenuto conto del segnale presente sui sensori orizzontali, in quanto tali onde sono meglio definite da tali tipi di sensori a causa della loro peculiarità di propagazione, (vedi pagine sulla didattica).



Il calcolo effettuato da Winquake permette di stabilire anche i parametri dell'evento:

Data dell'evento 29 febbraio 2008

Ora dell'evento = 11:41:58 UTC

Ora locale = 12:41:58

Magnitudo = MI 3.6

Latitudine Nord = 46.32

Longitudine Est = 13.04

Localizzazione = nei pressi di Trasaghis (Udine)