



RAPPORTO N. 3
ATTIVITÀ DEL GRUPPO OPERATIVO EMERSITO
A SEGUITO DELL'EVENTO SISMICO Costa Marchigiana
Pesarese Mw 5.5 del 9/11/2022

**REPORT N. 3 ON THE EMERSITO TASK FORCE ACTIVITIES AFTER THE Mw 5.5,
Costa Marchigiana Pesarese EARTHQUAKE of 11/9/2022 (ITALY)**

20/11/2022

Working Group EMERSITO:

Cara Fabrizio, Di Giulio Giuseppe, Cultrera Giovanna, Pacor Francesca, Lovati Sara, Riccio Gaetano, Vassallo Maurizio, Bobbio Antonella, Bottari Carla, Brunelli Giulio, Cogliano Rocco, De Luca Gaetano, Di Filippo Alessandro, Falco Luigi, Famiani Daniela, Felicetta Chiara, Fodarella Antonio, Hailemikael Salomon, Mascandola Claudia, Massa Marco, Memmolo Antonino, Mercuri Alessia, Milana Giuliano, Minarelli Luca, Nardone Lucia, Pischiutta Marta, Pucillo Stefania, Puglia Rodolfo, Sgattoni Giulia, Tarabusi Gabriele

Con la collaborazione della sede INGV di Ancona nelle persone di: Marzorati Simone, Ladina Chiara, Pantaleo Debora, Calamita Carlo

Sezioni INGV:

Bologna, Irpinia, Milano, OE, ONT, OV, Roma1, Roma2

Da citare come: Gruppo Operativo EMERSITO (2022) - Rapporto n.3 sulle attività svolte dal gruppo operativo Emersito a seguito dell'evento sismico Costa Marchigiana Pesarese Mw 5.5 (9/11/2022). Pubblicato il 20/11/2022, URL: <http://hdl.handle.net/2122/15795>



Sommario

Il giorno 9 novembre 2022, alle 06:07:24 UTC (07:07:24 ora locale) un terremoto di magnitudo momento (M_w) pari a 5.5 ha interessato la Costa Marchigiana Pesarese (Pesaro Urbino). A causa della magnitudo del mainshock e del livello di danneggiamento riscontrato, l'INGV ha attivato il gruppo operativo EMERSITO (<http://emersitoweb.rm.ingv.it/index.php/it/>), il cui obiettivo è di svolgere e coordinare le campagne di monitoraggio per studi di effetti di sito e di microzonazione sismica.

Nel presente Report sono descritte le attività di installazione della rete sismica temporanea di 11 stazioni (6 in trasmissione real time e 5 stand-alone) nell'area urbana di Ancona, capoluogo di provincia e importante zona portuale, caratterizzata da livelli alti di PGA e che ha subito danni diffusi e evacuazioni, caratterizzata da elevate eterogeneità litologiche e morfologiche. L'installazione della rete temporanea si è conclusa il 15 novembre; tutte le stazioni sismiche installate sono dotate di velocimetro e accelerometro.

Molte delle stazioni sono state installate in corrispondenza di edifici pubblici (scuole, Tribunale, Marina Militare, strutture religiose), grazie alla collaborazione con la sede INGV di Ancona, con la Protezione Civile Regione Marche, la Marina militare e la Capitaneria di Porto.

Abstract

On November 9th, 2022, at 06:07:24 UTC (07:07:24 local time) a M_w 5.5 earthquake struck Costa Marchigiana Pesarese (Pesaro Urbino). Due to the significant mainshock magnitude and the widespread damaging level of buildings, the EMERSITO task force (<http://emersitoweb.rm.ingv.it/index.php/it/>) has been activated by INGV. The aim of EMERSITO is to carry out and coordinate the monitoring surveys for site effects studies and seismic microzonation. This Report describes the installation of the temporary seismic network of 11 stations (6 in real time and 5 stand-alone) in the urban area of Ancona, the provincial capital and important port area: it was characterized by high levels of PGA and suffered widespread light damage and evacuations, characterized by high lithological and morphological heterogeneities. The installation of the temporary network was completed on November 15; all seismic stations installed are equipped with velocimeter and accelerometer.

Many of the stations have been installed in correspondence with public buildings (schools, Court, Navy, religious structures), thanks to the collaboration with the INGV headquarters in Ancona, with the Marche Region Civil Protection, the Navy and the Harbor Master's Office.



1. Raccolta informazioni

Il GO EMERSITO ha incrementato la raccolta delle informazioni relative agli effetti di sito nel comune di Ancona, che vanno ad integrare quanto raccolto e descritto nei Rapporti EMERSITO n.1 (Pubblicato il 9/11/2022, URL: <http://hdl.handle.net/2122/15783>) e n.2 (Pubblicato il 13/11/2022, URL: <http://hdl.handle.net/2122/15785>).

Di seguito l'elenco delle ulteriori informazioni recuperate ad oggi:

- Shapefile e indagini (con relazione complessiva e report di dettaglio) della MS livello 1 e 2 forniti dalla Regione Marche, insieme alle indagini raccolte nell'ambito degli studi di Microzonazione Sismica di tutto il settore costiero dal comune di Ancona a Gabicce (PU) che verranno aggiunti tra i tematismi del WebGIS EMERSITO.
- Relazione illustrativa MS1 e MS2, mappe con sezioni geologico tecniche MS1
- Bibliografia relativa a lavori di studi progressi di microzonazione e risposta sismica dell'anconetano (si veda l'**Allegato 1** alla fine del presente rapporto).
- Sondaggio a carotaggio continuo (profondità -30m dal p.c.) al palazzo Raffaello della Regione Marche, a 3m dalla stazione installata CMA14. Fornito da Regione Marche (con prova downhole, CPT e misura HVSR)
- Mappatura del tracciato del fosso Conocchio (fosso tombato che passa accanto alla sede dei Salesiani) vicino alla stazione CMA07. Da reperire in formato shapefile o altro formato digitale.
- Registrazione accelerometrica del sensore in pozzo installato vicino alla stazione CMA10 (stazione su frana Ancona). Nell'area della frana di Ancona esistono varie cabine strumentate di cui si possono richiedere posizione e le indagini disponibili all'ufficio frane del comune di Ancona.
- Studio realizzato per la riqualificazione dell'area in zona Marina Militare (vicino stazione CMA11) e attualmente in fase di valutazione preliminare. Da richiedere formalmente al geologo titolare della relazione.

I dati, disponibili in formato vettoriale e WMS, vengono progressivamente importati nel Sistema Informativo Territoriale (WEBGIS on-line) del GO EMERSITO per facilitare la ricerca dei siti di installazione, in quanto forniscono informazioni utili ai fini di una valutazione preliminare di possibili effetti di sito.



2. Installazione rete temporanea

Dopo attenta valutazione del materiale raccolto (si veda quanto riportato in Gruppo Operativo EMERSITO (2022) - Rapporto n.2, Pubblicato il 13/11/2022, URL: <http://hdl.handle.net/2122/15785>), si è proceduto all'installazione di 11 stazioni sismiche nell'area urbana di Ancona. La scelta dei siti è stata dettata dagli alti livelli di PGA (Peak Ground Acceleration) registrati durante la scossa principale, dai danni ed evacuazioni riportati dai tecnici regionali e dai Vigili del Fuoco, dalle forti eterogeneità litologiche e dall'interesse scientifico per la valutazione della risposta sismica locale in area urbana oltre che dalla logistica. Per una corretta stima degli effetti di sito è stato necessario anche individuare uno o più siti di riferimento affidabili, stante la riscontrata variabilità della risposta in frequenza delle stazioni permanenti.

Grazie alla collaborazione con la Protezione Civile Regione Marche e la Marina militare, alcune stazioni sono state ospitate in luoghi di loro competenza. L'installazione della rete temporanea è avvenuta dal 13 al 15 novembre da parte di unità di personale dalle sedi di Roma, L'Aquila, Milano, Napoli e Ancona: le 11 stazioni sono state installate in corrispondenza dei piani terra, scantinati o cortili di edifici pubblici (scuole, università, centri sportivi, il Palazzo della Regione Marche, strutture religiose) e privati. Gli accelerometri Episensor di 3 stazioni (CMA05, CMA15 e CMA14) sono stati installati dai colleghi della sede di Ancona in data 17 novembre.

La **Figura 2.1** illustra gli 11 siti di installazione.



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA



Figura 2.1. Foto dei siti ospitanti le 11 stazioni sismiche (da CMA05 a CMA15) con alcuni dettagli sulla strumentazione utilizzata, la tipologia di terreno su cui poggiano i sensori e le operazioni di installazione da parte del personale di EMERSITO.

La scelta dei siti definitivi per la rete sismica è stata preceduta da una attenta pianificazione seguita da sopralluoghi sul campo. Per alcuni siti si sono eseguite misure di rumore ambientale speditive (utilizzando stazioni all-in-one Terrabot oppure acquisitori Lennartz Marslite con sensori velocimetrici Lennartz 5s) al fine di valutare l'idoneità del sito di installazione e individuare eventuali frequenze di risonanza. Le posizioni delle stazioni EMERSITO sono indicate in **Figura 2.2** e **Figura 2.3** (rispettivamente su carta geologica e litologica alla scala 1:10.000), mentre la **Tabella 2.1** riporta località, coordinate e data



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

d'installazione delle stazioni sismiche, e le caratteristiche tecniche degli strumenti utilizzati (sensori, acquisitori, tipologia di alimentazione e modalità di archiviazione dei dati).

E' stata inoltre avviata una collaborazione tra il GO ed alcuni tecnici del Comune di Ancona e della Regione Marche per la valutazione logistica dei siti ed il reperimento di ulteriori indagini e relazioni tecniche nelle vicinanze dei siti in cui sono attualmente installate le stazioni della rete EMERSITO. Il GO QUEST ha inoltre fornito indicazioni in relazione alle zone maggiormente danneggiate dalla scossa principale, individuando in particolare la zona intorno a via Barilatti e via dell'Industria (dove sono state installate le due stazioni CMA13 e CMA11 rispettivamente). Tale area è localizzata in corrispondenza di un antico fondovalle facilmente riconoscibile anche da osservazione su Google Earth. Ci stiamo inoltre interfacciando con il Dott. Massimiliano Stucchi in qualità di conoscitore del territorio del comune di Ancona per l'individuazione di possibili nuovi siti potenzialmente interessanti per ulteriori approfondimenti.

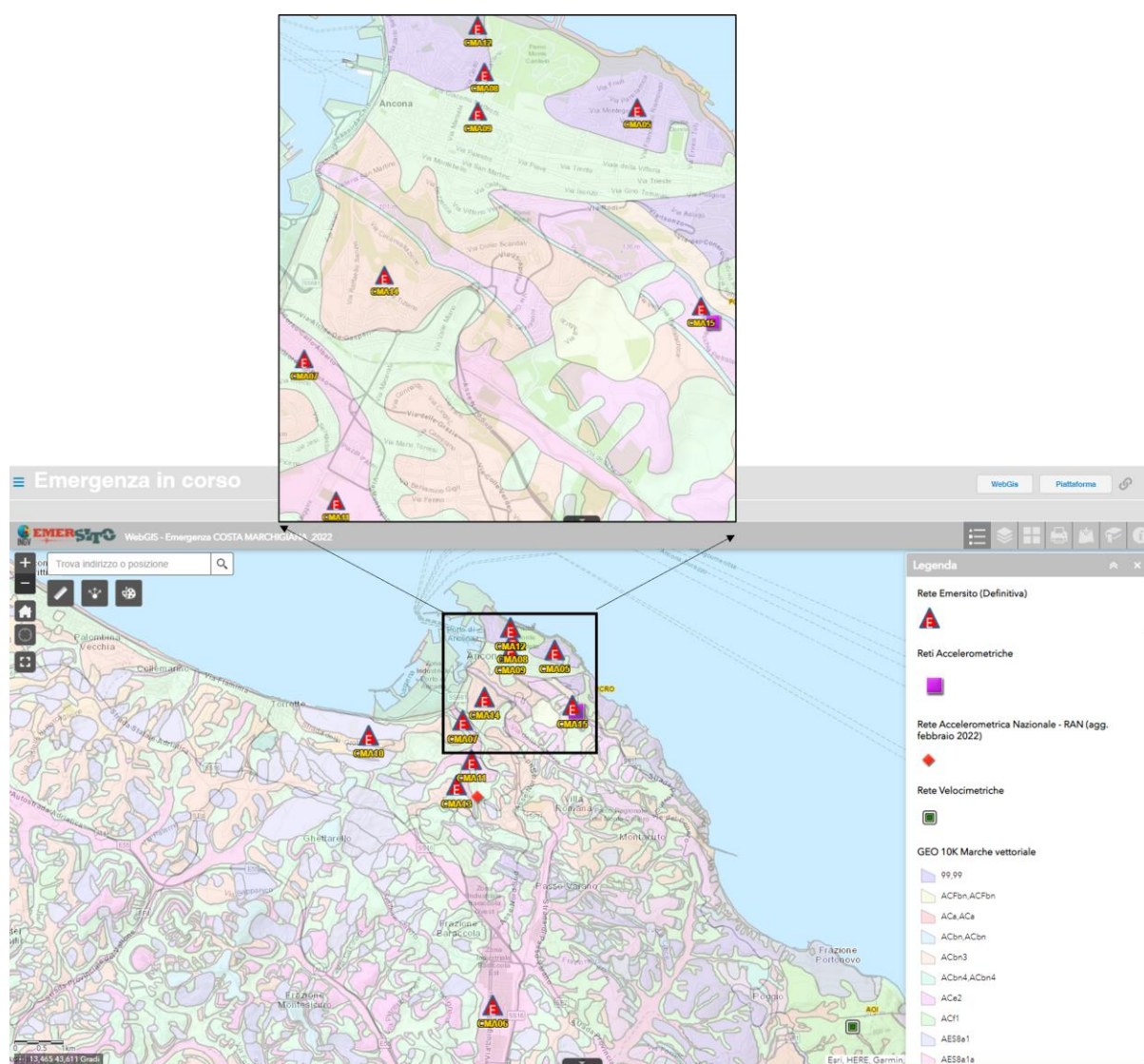


Figura 2.2. Carta geologica alla scala 1:10.000 con la posizione delle stazioni installate dal GO EMERSITO.



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

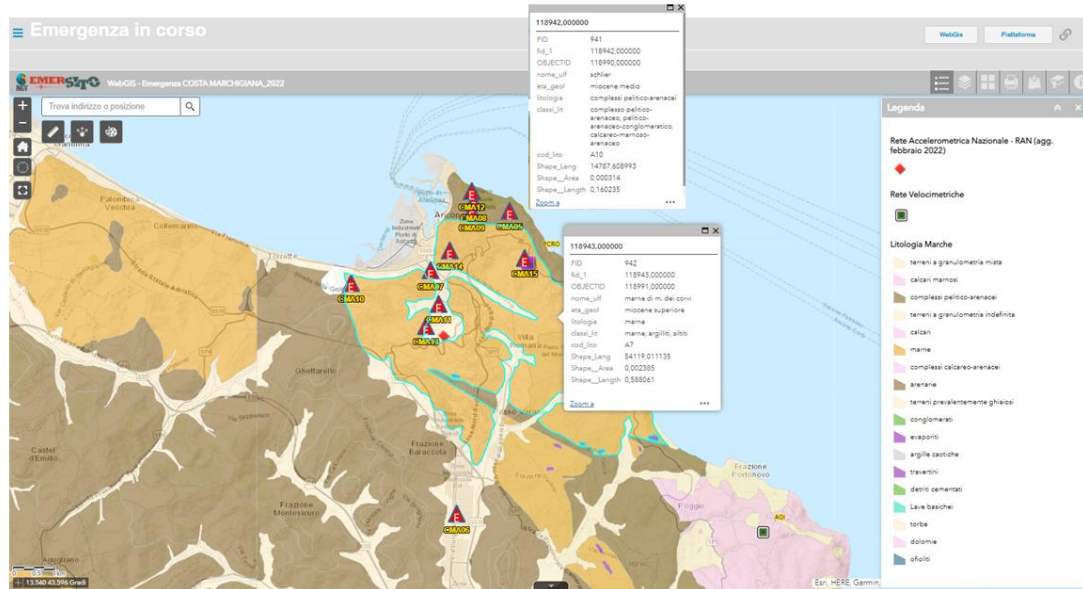


Figura 2.3. Carta litologica alla scala 1:10.000 con la posizione delle stazioni installate dal GO EMERSITO.

Tabella 2.1. Posizione delle stazioni della rete temporanea EMERSITO 6N, con indicazione delle località (le coordinate sono da considerarsi preliminari).

Sigla	Località	Lat	Lon	Data installazione	Modalità registrazione
CMA05	Scuola Piaget	43.618437	13.52708	2022-11-15 10:40	Real Time
CMA06	Centro Sportivo Paolinelli	43.553738	13.511387	2022-11-15 11:32	Real Time
CMA07	Oratorio Salesiani	43.605702	13.503745	2022-11-13 18:03	Real Time
CMA08	Università Economia	43.620228	13.516387	2022-11-14 15:12	Real Time
CMA09	Chiesa Santi Cosma e Damiano	43.618237	13.515918	2022-11-13 11:12	Real Time
CMA10	Frana Via della Grotta	43.603008	13.480115	2022-11-14 11:18	Real Time
CMA11	Marina Militare	43.598542	13.5060	2022-11-14 16:05	Stand Alone
CMA12	Parco del Cardeto (FARO)	43.622585	13.51589	2022-11-15 10:40	Stand Alone
CMA13	Via Barilatti	43.593848	13.502273	2022-11-15 13:33	Stand Alone
CMA14	Palazzo Raffaello	43.609948	13.509390	2022-11-15 16:07	Stand Alone
CMA15	Palascherma	43.608372	13.531515	2022-11-15 16:08	Stand Alone



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Di seguito riportiamo un esempio di registrazione per un terremoto di magnitudo M_L 3.2 durante la sequenza della Costa Marchigiana Pesarese. La **Figura 2.4** riporta la registrazione simultanea della componente EHE del sensore velocimetrico delle sei stazioni in real-time. Come si può vedere, i siti dove sono installate le sei stazioni hanno una risposta diversa tra loro. In particolare, per questo evento la stazione CMA10, installata sulla frana di Ancona, quindi su sedimenti particolarmente rimaneggiati e di scarse proprietà meccaniche, è quella che presenta le maggiori ampiezze e le più lunghe durate, mentre la CMA07, installata su depositi eluvio-colluviali olocenici, ha un contenuto in basse frequenze particolarmente evidente.

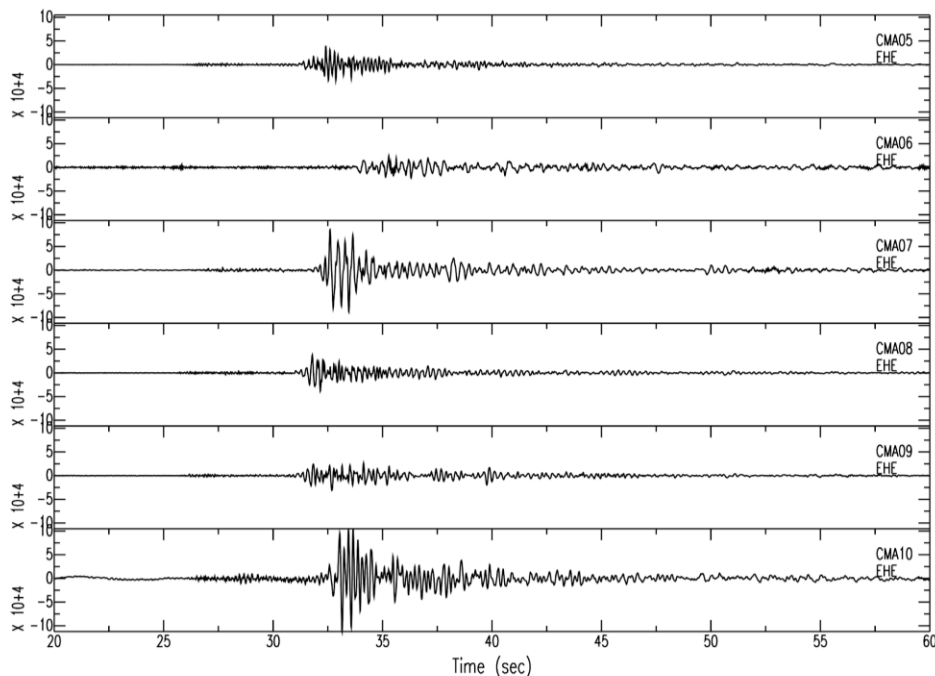


Figura 2.4. RegISTRAZIONI del terremoto M_L 3.2 del 16 novembre 2022 alle ore 09:57:08 (ora italiana). Dall'alto verso il basso sono riportate le serie temporali della componente EHE delle 6 stazioni in real-time della rete EMERSITO 6N (CMA05, CMA06, CMA07, CMA08, CMA09 e CMA10)



3. Attività di gestione della rete temporanea

Il codice identificativo “6N” della rete sismica temporanea di EMERSITO è stato rilasciato dalla *Federation of Digital Seismograph Networks* (FDSN, <http://www.fdsn.org>); i codici di stazione saranno registrati presso l'*International Seismological Centre* (ISC, <http://www.isc.ac.uk>), insieme alle informazioni sulle coordinate delle stazioni e sulle date di inizio acquisizione, non appena le coordinate gps registrate dagli acquisitori avranno un'accuratezza soddisfacente.

Tutti i dati in continuo saranno trasferiti sull'archivio EIDA dopo la fase di acquisizione e saranno resi pubblici dopo un periodo di restrizione prestabilito, in accordo con quanto previsto dal protocollo del gruppo EMERSITO (http://emersitoweb.rm.ingv.it/Docs/Protocollo_EMERSITO_2020.pdf).

Le stazioni in modalità di acquisizione in tempo reale trasmettono fin dalla loro accensione i dati in formato sismologico sui server di EMERSITO e vengono monitorate con appositi strumenti software per verificarne lo stato di salute, in particolare la tensione di alimentazione in ingresso e la qualità del segnale GPS ricevuto; inoltre per ciascuna di esse si può visualizzare la disponibilità dei dati. La **Figura 3.1** mostra la disponibilità per la sola componente verticale del velocimetro a tutte le stazioni. Sono stati pianificati degli interventi di manutenzione e dump dei dati sulle stazioni stand-alone nei giorni dal 21/11 al 25/11.

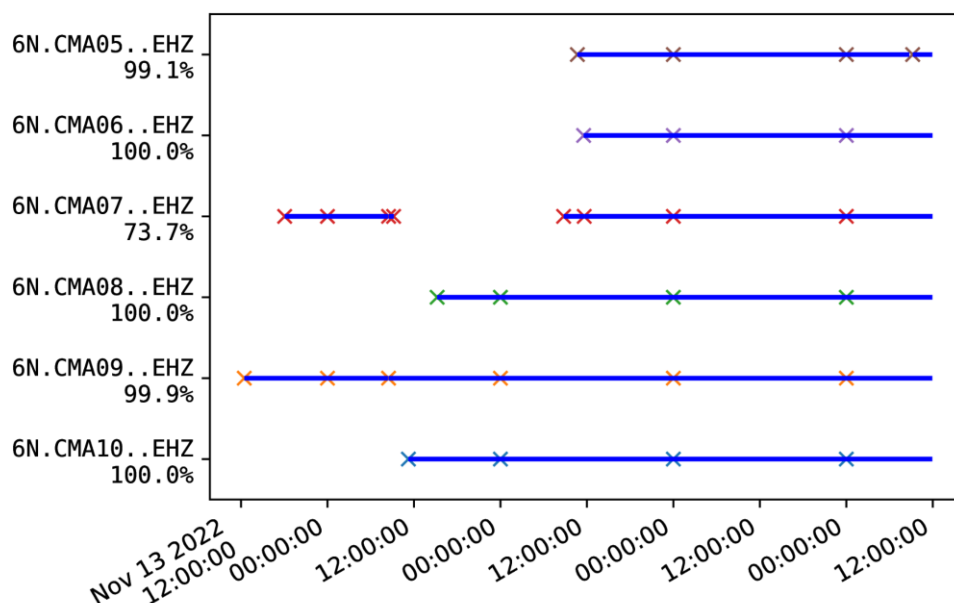


Figura 3.1. Disponibilità delle registrazioni per ogni stazione in funzione del tempo (linee blu). Per chiarezza sono state utilizzate solo le componenti verticali. La figura è stata realizzata utilizzando lo strumento *obspy-scan* incluso nel pacchetto *ObsPy* (<https://docs.obspy.org/packages/autogen/obspy.imaging.scripts.scan.html>).



Allegato 1. Bibliografia raccolta dal GO EMERSITO per l'area di Ancona

Accaino, Flavio, et al. "Seismic imaging of the shallow and deep structures in the Ancona landslide area." *Italian Journal of Geosciences* 139.1 (2020): 118-130.

Calza W., Marcellini A., Rampoldi R., Rossi B., Stucchi M., 1981b. Risultati e problematiche aperte dall'indagine di microzonazione di Ancona. *Rend. Soc. Geol. It.*, 4, 659-665.

Console R., Peronaci F., Sonaglia A., 1973. Relazione sui fenomeni sismici dell'Anconetano. *Annali di Geofisica*, 26 suppl

Castro R.R., L. Colavitti, C.A. Vidales-Basurto, F. Pacor, S. Sgobba, G. Lanzano (2022). Near-Source Attenuation and Spatial Variability of the Spectral Decay Parameter Kappa in Central Italy. *Seismological Research Letters* 2022; 93 (4): 2299–2310. doi: <https://doi.org/10.1785/0220210276>

Coltorti M., Dramis F., Gentili B., Pambianchi G., Crescenti and Sorriso-Valvo M., 1985: The december 1982 Ancona landslide: a case of deep-seated gravitational slope deformation evolving at unsteady rate. *Zeitschrift fur Geomorphologie*, N.F., 29(3), 335-345

Contratto tra il comune di Ancona area lavori pubblici U.O Geologia e l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale. Grande frana di Ancona Indagini Geofisiche e Geognostiche per l'individuazione del piede della frana di Ancona.

Crescenti, U., ed. 1986: La grande frana di Ancona del 13 dicembre 1982. *Studi Geologici Camerti*, vol. spec., 146 p.

Favali, P., et al. "The 1930 earthquake and the town of Senigallia (Central Italy): an approach to seismic risk evaluation." (1995).

Gallipoli, M. R., and M. Mucciarelli. "Comparison of site classification from VS 30, VS 10, and HVSR in Italy." *Bulletin of the Seismological Society of America* 99.1 (2009): 340-351.

Marcellini A., Petrini V., Stucchi M., 1982. Some aspects of the microzonation of Ancona. *Proc. Third International Earthquake Microzonation Conference*, June 28/July 1 1982, Seattle, pp. 1475-1488.

Morasca, P., D'Amico, M., Sgobba, S., Lanzano, G., Colavitti, L., Pacor, F., and Spallarossa, D., 2022. Empirical correlations between a FAS non-ergodic ground motion model and a GIT derived model for Central Italy, *Geophysical Journal International*, accepted.

Mucciarelli, M., D. Albarello, and M. Stucchi. "Sensitivity of seismic hazard estimates to the use of historical site data." *Earthquake Hazard and Risk*. Springer, Dordrecht, 1996. 141-151.

Pessina, V., et al. "Seismic risk assessment of Italian seaports: the case of Ancona (Italy)." *14th World Conference on Earthquake Engineering (14 WCEE)*. 2008.

Vassallo M., G. Riccio, A. Mercuri, G. Cultrera, G. Di Giulio; HV Noise and Earthquake Automatic Analysis (HVNEA). *Seismological Research Letters* 2022; doi: <https://doi.org/10.1785/0220220115>

Stucchi, E., F. Zgur, and L. Baradello. "Seismic land-marine acquisition survey on the Great Ancona Landslide." *Near Surface Geophysics* 3.4 (2005): 235-243.

Stucchi, Eusebio, and Alfredo Mazzotti. "2D seismic exploration of the Ancona landslide (Adriatic Coast, Italy)." *Geophysics* 74.5 (2009): B139-B151.



DISCLAIMER

Esclusione di responsabilità e limiti di uso delle informazioni

L'INGV, in ottemperanza a quanto disposto dall'Art.2 del D.L. 381/1999, svolge funzioni di sorveglianza sismica e vulcanica del territorio nazionale, provvedendo all'organizzazione della rete sismica nazionale integrata e al coordinamento delle reti sismiche regionali e locali in regime di convenzione con il Dipartimento della Protezione Civile.

L'INGV concorre, nei limiti delle proprie competenze inerenti la valutazione della Pericolosità sismica e vulcanica nel territorio nazionale e secondo le modalità concordate dall'Accordo di programma decennale stipulato tra lo stesso INGV e il DPC in data 2 febbraio 2012 (Prot. INGV 2052 del 27/2/2012), alle attività previste nell'ambito del Sistema Nazionale di Protezione Civile.

In particolare, questo documento¹ ha finalità informative circa le osservazioni e i dati acquisiti dalle Reti di monitoraggio e osservative gestite dall'INGV.

L'INGV fornisce informazioni scientifiche utilizzando le migliori conoscenze scientifiche disponibili al momento della stesura dei documenti prodotti; tuttavia, in conseguenza della complessità dei fenomeni naturali in oggetto, nulla può essere imputato all'INGV circa l'eventuale incompletezza ed incertezza dei dati riportati.

L'INGV non è responsabile dell'utilizzo, anche parziale, dei contenuti di questo documento da parte di terzi e di eventuali danni arrecati a terzi derivanti dal suo utilizzo.

La proprietà dei dati contenuti in questo documento è dell'INGV.



Quest'opera è distribuita con Licenza

[Creative Commons Attribuzione - Non opere derivate 4.0 Internazionale](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

¹ Questo documento rientra nella categoria di livello 3 come definita nei "Principi della politica dei dati dell'INGV (D.P. n. 200 del 26.04.2016)".