



Prot. n. 0000404 anno 2023 del 20/01/2023



InvestiRE SGR SpA

CONSULENTE STRUTTURALE



Innovazioni territoriali e ricerche ambientali

INTERA S.R.L.
Viale Castrense, 8
00182 Roma (RM) Italia
Tel: +39 06 70613211 - Fax: +39 06 70399382
segreteria@interasrl.it

Fondo FIP
Immobile sito in Macerata
Piazza Mazzini 70, 71, 72, 74
(cod. MCB009901)



VERIFICA VULNERABILITA' SISMICA

Titolo Elaborato:

Report indagini geognostiche

ELABORATO

21-0144 VS R04 0

SOSTITUISCE ELABORATO

21-0144 VS 000 -

N. COMMESSA 21-0144

nome file: 21-0144_SV_R04-0

SCALA

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO
4				
3				
2				
1				
0	Ottobre 2021	Prima emissione	M. Bellomo	E. Gruttadauria

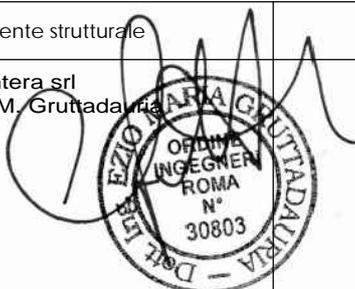
Il committente

InvestiRE SGR SpA

Il consulente strutturale

Intera srl
Ing. Ezio M. Gruttadauria

(Timbro e firma)



INTERA srl

**VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA
EDIFICIO FIP
PIAZZA MAZZINI MACERATA**

RELAZIONE GEOLOGICA

Il Geologo
Dott. Donatella Pingitore



0	Emissione		22/07/2021
<i>n.° Prog. Rev.</i>	<i>DESCRIZIONE MODIFICA</i>	<i>n.° Pagine Revisionate</i>	<i>Data Emissione</i>
	<i>ELENCO REVISIONI</i>		

INDICE

<i>PREMESSA</i>	3
<i>RIFERIMENTI NORMATIVI</i>	3
<i>ANALISI DEI VINCOLI GRAVANTI SUI TERRENI</i>	4
<i>INDAGINI ESEGUITE</i>	5
<i>CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA</i>	6
<i>INQUADRAMENTO MORFOLOGICO</i>	6
<i>GEOLOGIA DELL'AREA</i>	7
<i>IDROGEOLOGIA</i>	12
<i>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO</i>	12
<i>CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO DI INTERESSE</i>	14
<i>INDIVIDUAZIONE PARAMETRI SISMICI</i>	17
<i>CONCLUSIONI</i>	18

1) - PREMESSA

Nell'ambito del progetto di riqualificazione del fabbricato sito in Piazza Mazzini a Macerata e dell'incarico ricevuto dal laboratorio CMG TESTING per l'esecuzione delle indagini diagnostiche strutturali e geologiche, sono stata incaricata di redigere la relazione geologica finalizzata a caratterizzare, dal punto di vista geologico, geotecnico e sismico, il sottosuolo dell'area di sedime dell'edificio in studio.

Il presente rapporto riferisce quindi sull'assetto morfologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area di sedime delle strutture in progetto, e comprende l'identificazione delle formazioni presenti nel sito, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo, definisce il modello geologico-tecnico del sottosuolo, nonché il conseguente livello di pericolosità geologica.

L'area oggetto di intervento è classificata in Zona Sismica 2, con riferimento alla DGR D.G.R. n. 1046 del 29.07.2003 emanata dalla Regione Marche.

La presente relazione è stata redatta anche utilizzando i dati riportati nello studio di Microzonazione Sismica di III livello redatto dai Dott. Maurizio Consoli e Giammaria Vecchioni nel 2018

2) - RIFERIMENTI NORMATIVI

Normativa e raccomandazioni tecniche

- 1) D.M. 17/01/2018 - "Nuove Norme tecniche per le costruzioni"
- 2) Circolare 21/01/2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al DM 17/01/2018.
- 3) A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana - 1977 - "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".
- 4) A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana - 1994 - "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio".

Normativa Regionale

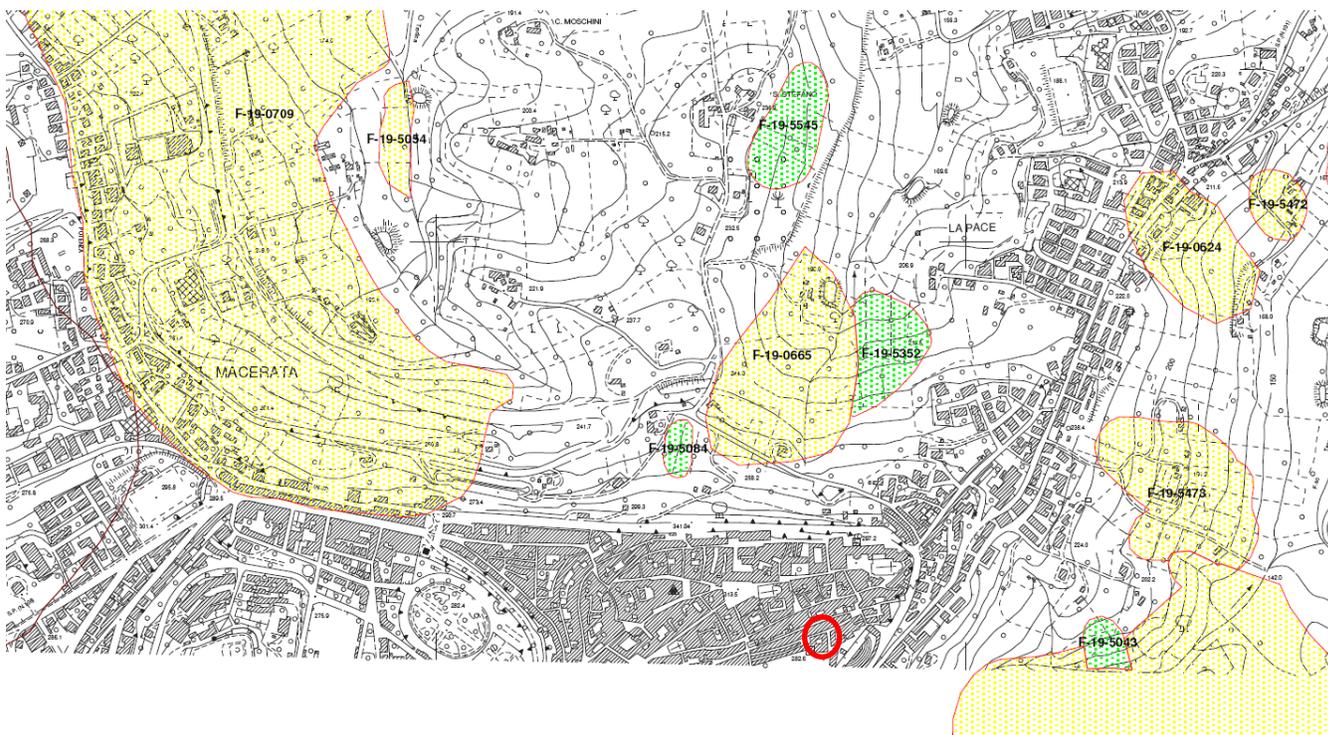
- 1) Deliberazione di Consiglio Regionale del 21.01.2004 n. 116, Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.). Supplemento n. 5 BUR Marche n. 15 del 13.02.2004.
- 2) D.A.C.R. del 03.11.1989 n. 197, Piano Paesistico Ambientale Regionale (P.P.A.R.).
- 3) Deliberazione di Consiglio Provinciale del 11.12.2001 n. 75, Piano Territoriale di Coordinamento provinciale (P.T.C.).
- 4) Ordinanza Comm. Straord. n. 55 del 24 aprile 2018
- 5) Deliberazione n. 1168 del 26/07/2010.
- 6) Linee di indirizzo per la stesura della relazione tecnica per le verifiche di vulnerabilità di edifici esistenti ai sensi del DM 14 gennaio 2008 e della circolare n. 617/2009.
- 7) Studio di Microzonazione sismica di 3° livello - 2018

3) - ANALISI DEI VINCOLI GRAVANTI SUI TERRENI

VINCOLI PAI

Il Piano di Bacino è stato redatto dall'Autorità di Bacino Regionale Marche. Gli elaborati tecnici dell'aggiornamento sono stati approvati con Decreto n. 49 del 27/07/2016 del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino regionale (B.U.R. Marche n. 124 del 16/11/2016), successivamente rettificato con i Decreti n. 55 del 26/09/2016 (B.U.R. Marche n. 17 del 10/02/2017) e n. 61 del 24/10/2016

L'area oggetto di intervento ricade all'esterno delle aree di interesse come perimetrata nell'ambito delle "NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE"



LEGENDA

Aree a rischio frana
(Codice F-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Figura 1 - PAI dei Bacini di Rilievo Regionale - - AGGIORNAMENTO 2016 - CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO - TAVOLA RI 45b

VINCOLO IDROGEOLOGICO

Il Vincolo in questione è stato istituito e regolamentato con il Regio Decreto n.3267 del 30/12/1923. La finalità prima è quella di sottoporre a tutela quelle zone che per effetto di

interventi, quali movimenti terra o disboscamenti, possono, con danno pubblico, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque.

Dall'esame della cartografia tematica presente sul sito web della Provincia di Macerata, risulta che l'area in questione è localizzata all'esterno della zona II del territorio comunale (versante Nord) assoggettata a vincolo idrogeologico.

4) - INDAGINI ESEGUITE

Per la definizione delle caratteristiche geologiche del sito è stata eseguita una campagna di indagini in sito programmata in accordo con i Progettisti.

Sono state eseguite prospezioni sismiche MASW e prove HVSR per la caratterizzazione sismica del terreno di sedime dell'edificio in studio.

Per il dettaglio dei risultati di tutte le indagini eseguite si rimanda agli elaborati di prova allegati.

a - Prospezioni sismiche (MASW)

Per valutare la velocità delle onde sismiche "S" nel sottosuolo sono state effettuate n. 2 prospezioni sismiche di tipo "MASW".

◆ Strumentazione utilizzata

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di un sismografo ad incremento di segnale ECHO 12-24 dell'Ambrogeo (Piacenza), di cui di seguito vengono riportate le specifiche tecniche:

- Schede di amplificazione e registrazione di ogni canale;
- Comando inversione polarità d'ingresso per ogni geofono;
- Regolazione di amplificazione, per ogni canale, compresa da 0 a 100 a passi di 1 db;
- Possibilità di impostare il valore della frequenza di taglio passa basso con valori compresi tra 50 e 950 Hz;
- Regolazione tracce con incremento del segnale memorizzato;
- Regolazione tracce con decremento del segnale memorizzato;
- Blocco memoria che non consente l'incremento durante registrazioni successive;
- Visualizzazione grafica del rumore (disturbo) di fondo;
- Selezione della durata dei tempi di registrazione;
- Inserimento ritardo costante su tutti i canali;
- Visualizzazione dei tempi mediante cursore.
- mazza del peso di 8 Kg.
- accumulatore ricaricabile 12V 25Ah a tenuta ermetica per l'alimentazione del sistema.
- 24 geofoni verticali, con cavi di connessione

b - Indagine HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

E' stata eseguita una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre sono state filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente sono state prese in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

La Frequenza del picco del rapporto H/V è pari a 5.00 Hz \pm 0.26 Hz

5) CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA

a) Inquadramento morfologico

La zona oggetto dell'intervento ricade nel centro storico del comune di Macerata.

L'area è localizzata lungo un crinale sub-orizzontale, allungato in direzione E-W, tra il Bacino del Chienti e quello del Potenza, ad una quota di circa 290 m. slm.

La zona ha subito, storicamente, una forte attività antropica e si presenta completamente urbanizzata; non è quindi possibile rilevare forme e/o indizi che possano riferirsi a fenomeni morfogenetici in atto o quiescenti, che possano essere collegati a fenomeni di dissesto idrogeologico dovuti all'agente gravità e/o all'agente acqua; il sito, quindi, è da definirsi, allo stato attuale, stabile dal punto di vista geomorfologico.



Figura 2 - Foto aerea area d'interesse - google maps

b) Geologia dell'area

Un rilevamento geolitologico di dettaglio, esteso necessariamente ad una vasta area, ha consentito l'individuazione dei tipi litologici presenti e l'inquadramento globale dell'area in una ottica più ampia della geologia a livello regionale. Il rilevamento eseguito ha rappresentato inoltre lo strumento di base su cui si sono articolate tutte le considerazioni successivamente illustrate.

L'area di studio ricade nel settore esterno dell'Appennino settentrionale ed in particolare entro l'avanfossa mio- pliocenica.

L'assetto attuale dell'Appennino centrale è il risultato della costruzione neogenica di una catena a pieghe e sovrascorrimenti. Nell'ambito di questa catena sono presenti differenti unità strutturali (Figura 3); l'area oggetto di studio ricade entro il bacino marchigiano più esterno (Figura 4), dove sono presenti in affioramento essenzialmente sedimenti marini

della successione pliocenica, caratterizzati da forme tettoniche predominanti a pieghe anticlinali e sinclinali.

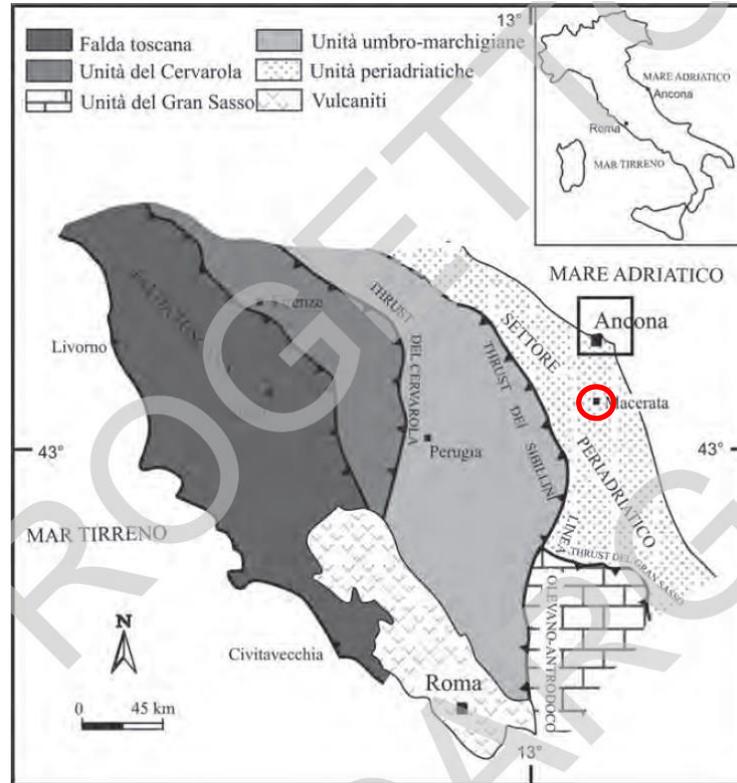


Figura3- Schema dell'assetto geologico-strutturale dell'Italia centrale (Autori Vari in Note Illustrative Foglio Geologico 1:50.000 n. 282 Ancona).

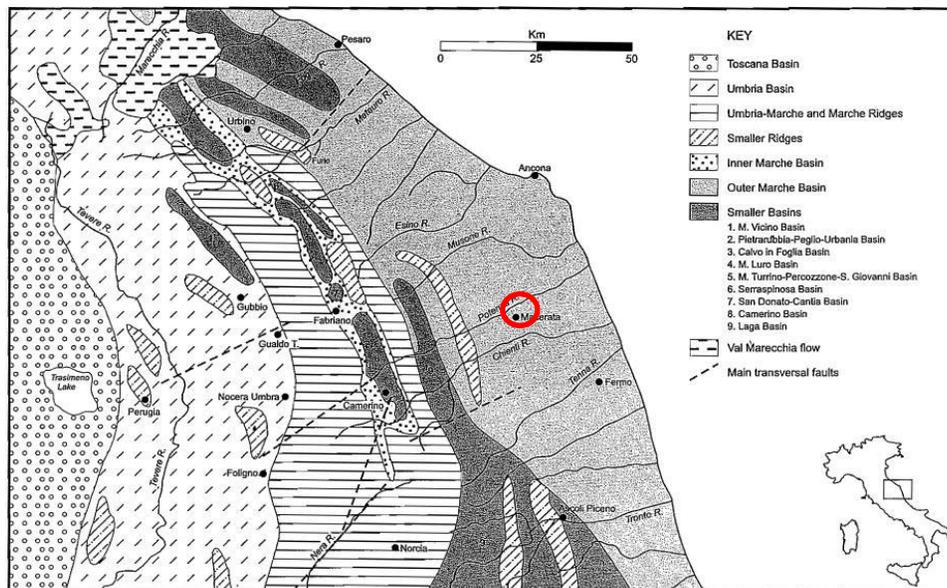


Figura 4 - Schema geologico dell'area umbro - marchigiana (da Cantalamessa et al. 1986, modificato).

La successione stratigrafica umbro-marchigiana rappresenta l'evoluzione del margine "Adria" a partire dal Trias. La porzione inferiore della successione, triassico - paleogenica, è essenzialmente carbonatica e, con le sue variazioni verticali e laterali, è riferibile ad una evoluzione di tipo margine passivo che si sviluppa attraverso il passaggio da un ambiente di tipo continentale, a uno di piattaforma carbonatico-evaporitica, a uno di tipo pelagico.

Con l'inizio del Paleocene la morfologia del fondo marino inizia ad articolarsi e diventano sempre più pronunciate sia le depressioni, sia le dorsali in relazione alle prime fasi compressive; nell'Oligocene inizia a formarsi la catena appenninica mediante un complesso sistema catena-avanfossa migrante progressivamente da Ovest verso Est.

Con il Miocene il dominio Umbro-Marchigiano risente degli sforzi compressivi attivi nelle zone occidentali ed iniziano a formarsi una serie di bacini minori tra cui quello Umbro (il più interno dei bacini torbidici Umbro-Marchigiani) poi il Bacino Marchigiano Interno e successivamente il Bacino Marchigiano esterno (Figura 4). All'interno del bacino marchigiano interno iniziano a formarsi, con il Miocene superiore, depressioni che assumono i caratteri di bacini minori.

La successione plio - pleistocenica marchigiana è localizzata nell'area di "avanpaese" del "dominio strutturale appenninico" e rappresenta il riempimento del bacino periadriatico situato al margine della catena appenninica, caratterizzato dalla presenza di dorsali e depressioni ad andamento longitudinale.

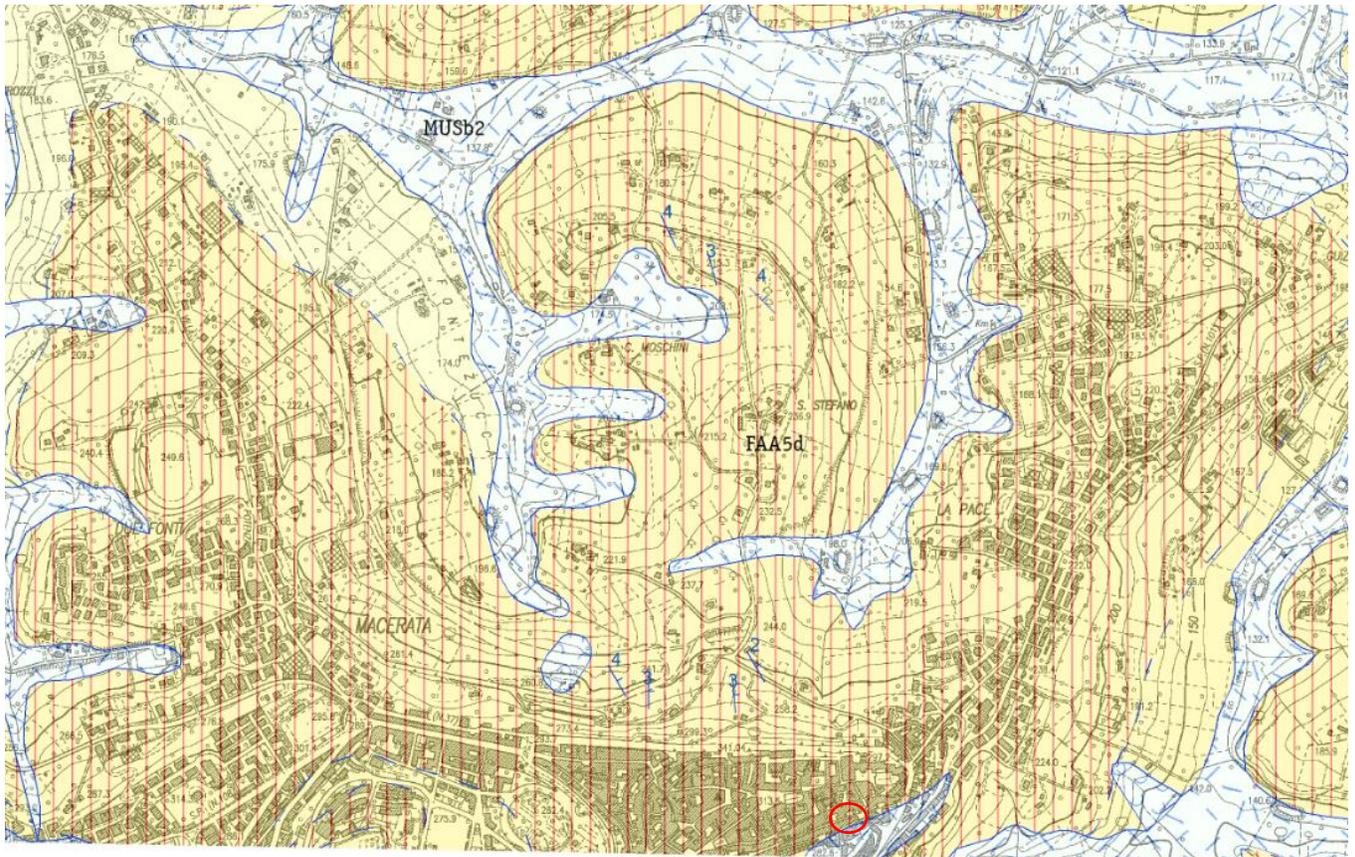
L'assetto geomorfologico delle aree caratterizzate dai terreni pliocenici presenta caratteri omogenei tipici del paesaggio collinare che si sviluppa lungo tutta la fascia periadriatica.

La morfologia risulta condizionata dall'intenso sollevamento generale che ha interessato tutto il rilievo appenninico a partire dal Pliocene superiore e che ha determinato un generale e rapido approfondimento dell'erosione lineare in relazione alle differenti condizioni climatiche che si sono succedute a partire dal Pleistocene medio.

Dal punto di vista geologico regionale, quindi, il sito di indagine è localizzato nell'area di "avanpaese" del "dominio strutturale appenninico", all'interno della successione plio-pleistocenica marchigiana.

Nello specifico, l'area in oggetto è costituita litologicamente da depositi eluvio-colluviali, prevalentemente limosi e sabbiosi, che poggiano su un substrato costituito da sabbie e argille intercalate fra loro.

Secondo la Carta Geologica delle Marche redatta dall'ISPRA (progetto CARG) tale substrato è costituito dalla Litofacies arenaceo-pelitica tipica della porzione sommitale (pleistocenica) della Formazione delle Argille Azzurre. Tale litofacies è caratterizzata da un'alternanza di strati, da sottili a medio-spessi, di sabbie e peliti. La frazione sabbiosa è data da sabbie gialle ocracee, talora grigiastre, con granulometria da media a fine. La frazione pelitica è costituita da materiale argilloso-siltoso.



MUSb2 - Depositi eluvio colluviali

Depositi eterometrici, spesso siltoso-sabbiosi, generalmente privi di strutture sedimentarie e non cementati.
Spessore: 2-10m.

FAA - FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE

FAA5d - Litofacies arenaceo-pelitica

Alternanza di strati, da sottili a medio-spessi, di arenarie e peliti rappresentate sia da livelli di qualche centimetro di spessore sia da orizzonti pelitico-arenacei con spessore di 30-50 cm. Le arenarie hanno un colore giallo ocraceo, talora grigiastre, con granulometria da media a fine e raramente grossolana. La frazione pelitica è costituita da materiale argilloso-siltoso in lamine singole o associate a lamine di sabbia.

Figura 5 - ISPRA - Carta geologica delle Marche - Sezione n. 303060

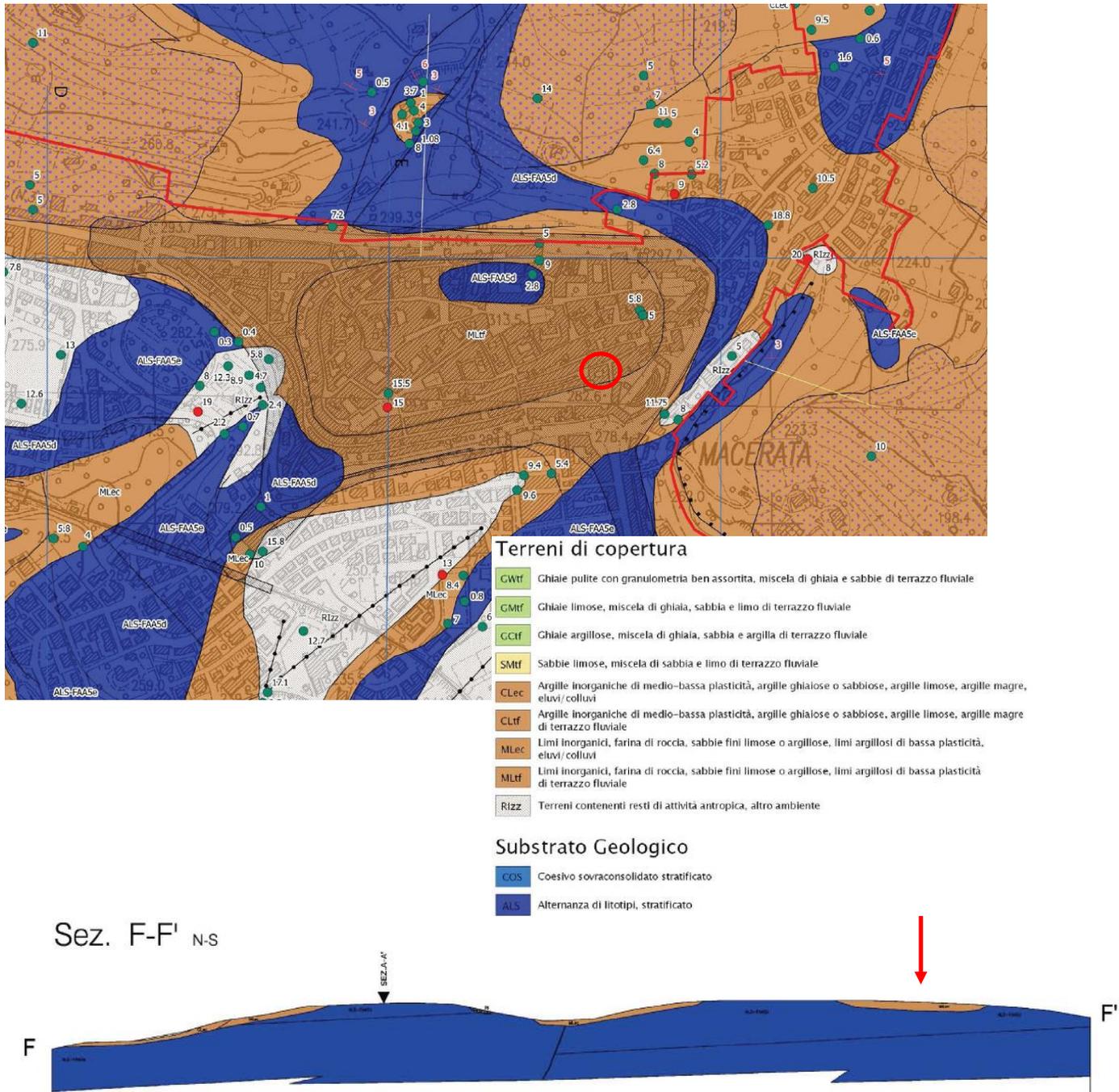


Figura 6 - Carta Geologica - tecnica e Sezione geologica del Centro Storico di Macerata - MS3 - Dott. Vecchioni - Dott. Consoli 2018

c) Idrogeologia

La zona è ubicata nell'ambito del bacino idrografico regionale del fiume Chienti, ed in particolare si colloca alla sua sinistra idrografica, nel sottobacino di classe 2 del Fosso Valteia (suo affluente di sinistra) che ha una portata perenne, a regime permanente.

Nell'ambito del sito in esame, che si inserisce in un contesto urbano intensamente urbanizzato, non è presente una rete idrografica naturale e le acque sono tutte regimentate ed allontanate dal sistema fognario, teoricamente è assente l'infiltrazione nel sottosuolo.

Per quanto riguarda la permeabilità primaria dei litotipi presenti, la coltre eluvio-colluviale, presente in tutta l'area del centro urbano di Macerata, costituita da limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie limose, è da considerare con permeabilità variabile in relazione alla composizione granulometrica, ma comunque tale da non consentire un significativo immagazzinamento idrico (K stimato = 10^{-4} ÷ 10^{-6} cm/s).

Il substrato, costituito da sabbia e argilla intercalate (facies arenaceo-pelitica), è da considerare con permeabilità media.

La falde ipotizzabili all'interno di tale litofacies, sovrapposte e sospese negli strati sabbiosi, non sono significative (K stimato = 10^{-4} ÷ 10^{-6} cm/s).

Per quanto riguarda la permeabilità secondaria (prevalentemente verticale), la coltre risulta impermeabile per mancanza di fratturazione, ma la scarsa compattezza del materiale e l'aggregazione casuale degli elementi, predispongono la stessa ad una naturale capacità di imbibizione.

Il substrato presenta una permeabilità media dovuta alla fratturazione dei litotipi arenacei e delle argille sovraconsolidate.

Le indagini geognostiche eseguite in area limitrofa (Sondaggio S1 eseguito per lo studio MZS 3 - riportato in allegato) non hanno individuato la falda fino alla profondità di 35 m.

6) - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

La successione litostratigrafica presente nel sito in oggetto è desumibile dal Sondaggio S1 eseguito nella limitrofa Piazza V. Veneto e riportato nello studio MZS 3 ed è così riassumibile:

- a) coltre eluvio-colluviale;
- b) substrato alterato.

Le proprietà fisico-meccaniche dei terreni presenti all'interno del volume significativo sono state desunte dai dati riportati nello Studio di Microzonazione Sismica di 3° livello.

Si riporta di seguito un riepilogo dei parametri geotecnici medi delle formazioni presenti sul sito di interesse.

a) Deposito eluvio-colluviale: costituita da limi argillosi e limi sabbiosi di colore marrone-avana con frequenti intercalazioni di sabbie giallastre. Incluse concrezioni carbonatiche sotto forma di noduli e striature, ossidazioni e subordinatamente inclusioni torbose e frustoli carboniosi.

L'origine di tali sedimenti è di tipo continentale e la loro deposizione è dovuta all'azione della gravità ed all'azione delle acque correnti superficiali che hanno trasportato e rimaneggiato le porzioni più superficiali del substrato.

Questi litotipi rappresentano gran parte dei terreni di copertura del territorio indagato. Mediamente, nell'area di interesse, tali depositi hanno uno spessore di circa 15 m. Tale litotipo, che costituisce il terreno di sedime dove è fondato il fabbricato in questione si presenta, nel complesso, con parametri geotecnici scadenti-mediocri.

Parametri geotecnici tipici (desunti dallo studio MZS 3):

Classifica USCS: CL

γ medio (peso volume) = 1,90-2,10 g/cm³

ϕ medio (angolo di attrito) = 20°-25°

C_u = 0,4-1,50 kg/cm²

C' = 0,05-0,20 kg/cm²

E_d (modulo edometrico tra 1 e 2 Kg di carico) = 40-90 Kg/cm²

Classifica USCS: ML

Parametri geotecnici tipici:

γ medio (peso volume) = 1,90-2,10 g/cm³

ϕ medio (angolo di attrito) = 24°-28°

C' = 0,02-0,10 kg/cm²

E_s (modulo elastico) = 60-80 Kg/cm²

E_d (modulo edometrico tra 1 e 2 Kg di carico) = 60-90 Kg/cm²

b) Substrato pelitico: costituito da un'associazione disomogenea di argille, argille siltose ed argille marnose color grigio-plumbeo sottilmente stratificate intercalate da strati di sabbia fine e/o arenaria. In genere il sedimento risulta compatto e mediamente asciutto. Nel complesso i parametri geotecnici sono da mediocri a discreti.

Gli spessori di questa litofacies variano da circa 15 m a circa 50 m.

Parametri geotecnici medi relativi alla frazione pelitica (desunti dallo studio MZS 3):

γ medio (peso volume) = 1,00-2,20 g/cm³

ϕ medio (angolo di attrito) = 23°-28°

C_u (coesione non drenata) = 2,00-4,00 kg/cm²

C' (coesione drenata) = 0,20-0,50 kg/cm²

E_d (modulo edometrico tra 1 e 2 Kg di carico) > 80 Kg/cm²

Parametri geotecnici medi relativi alla frazione arenacea (desunti dallo studio MZS 3):

γ medio (peso volume) = 2,10-2,20 g/cm³

ϕ medio (angolo di attrito) = 32°-35°

q_u (resistenza a compressione monoassiale) = 100-300 kg/cm²

E_s (modulo elastico) > 200 Kg/cm²

7) - CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO DI INTERESSE

Per la ricostruzione in dettaglio delle sismicità storica dell'area è stato utilizzato il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiano IPTI15 v.3 messo a disposizione dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV.

Il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 contiene 4584 terremoti nella finestra temporale da l'anno 1000 a l'anno 2019. Il catalogo, considera e armonizza il più possibile dati di base di diverso tipo e provenienza. Proprio tale diversa provenienza dei dati rendono necessaria che la magnitudo utilizzata è la magnitudo momento (M_w) e in tutti i casi è riportata la relativa incertezza. Tutti i dati e i metodi utilizzati sono accuratamente esplicitati nel catalogo per garantire la massima trasparenza possibile nelle procedure di compilazione.

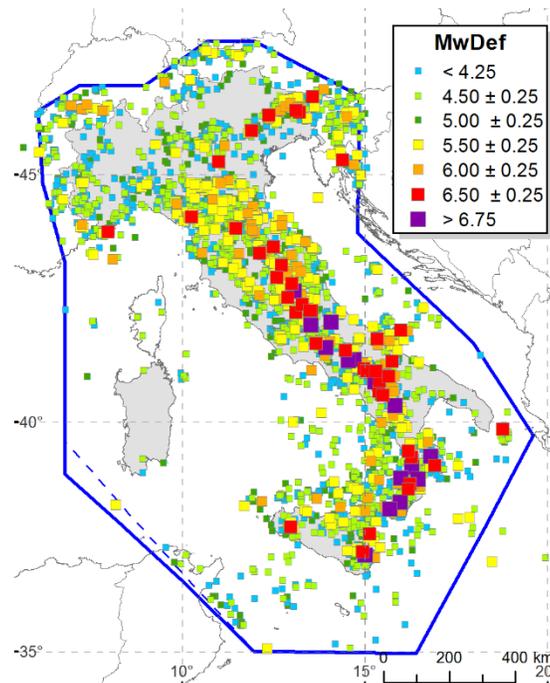


Figura 7 - Distribuzione geografica degli epicentri dei terremoti contenuti in CPTI15 per classi di M_w . La nuova copertura spaziale è rappresentata insieme a quella precedente (tratteggiata).

Il catalogo include i terremoti con intensità massima o epicentrale maggiore o uguale a 5, insieme a quelli con magnitudo strumentale equivalente (secondo i metodi e le conversioni descritte nel seguito) a M_w 4.0 o superiore. Per conoscere in dettaglio la metodologia utilizzata dagli autori per la costruzione e la gestione del catalogo si rimanda direttamente all'ampia bibliografia allegata al catalogo disponibile al sito <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>.

Osservando in dettaglio la sismicità storica degli ultimi 100 anni, per la stazione in esame “Macerata” si osserva come vengano registrati effetti diretti da un numero elevato di eventi sismici che si sviluppano nell’area.

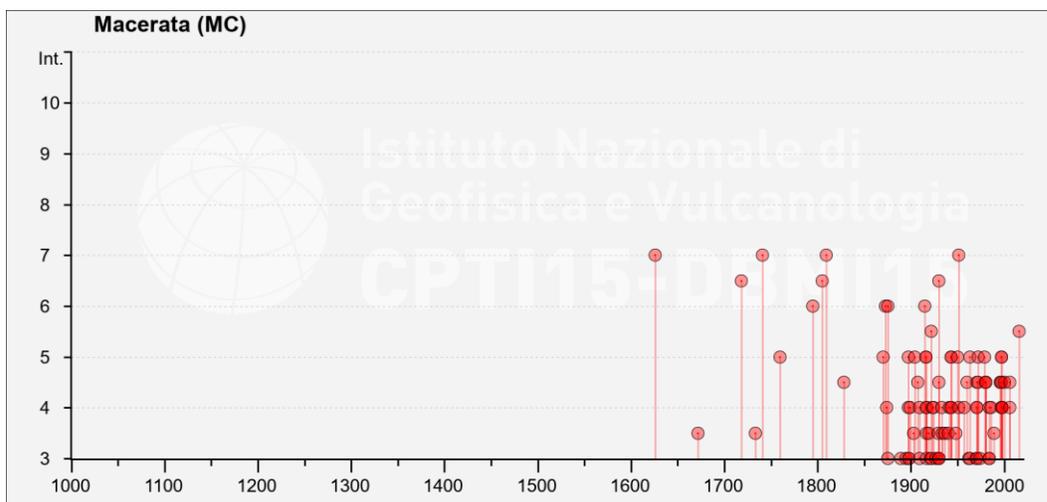
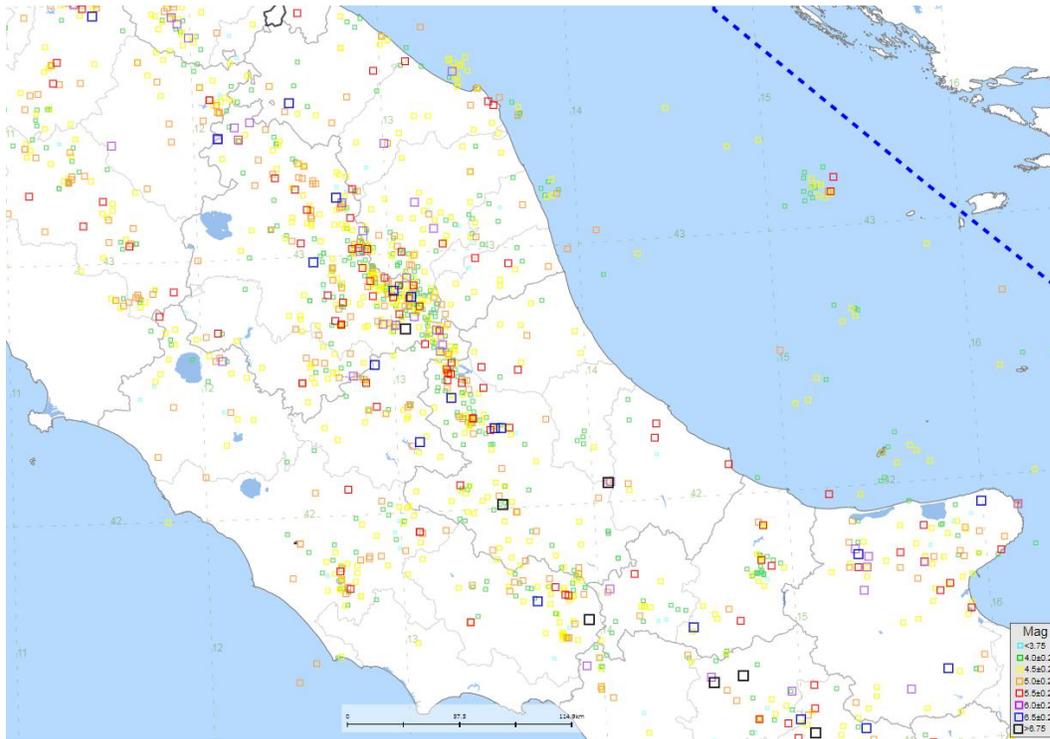


Figura 8 -Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P., Antonucci A. (2021). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.3>

Figura 9 - Studio di MZS 3 - 2018 - Carta MOPS

L'area è stata classificata in **ZONA 2006**

Depositi fini eluvio-colluviali e/o di terrazzo fluviale rilevati in gran parte del territorio di Macerata.

Essi sono formati prevalentemente da limi, limi argillosi, limi argilloso sabbiosi e la loro consistenza è varia passando da poco consistenti nei depositi più recenti a consistenti fino a molto consistenti nei depositi più antichi e profondi. Mediamente tali depositi hanno uno spessore di circa 7-10 m, ma possono raggiungere spessori dell'ordine di 20-35 m. Essi poggiano su un substrato caratterizzato da un'alternanza di litotipi stratificati (pelitico-arenacei, arenaceo-pelitici) o su un substrato coesivo pelitico.

8) - INDIVIDUAZIONE PARAMETRI SISMICI

Le Nuove NTC (2018) - individuano categorie di sottosuolo per la definizione dell'azione sismica (par. 3.2.2 - tab. 3.2.II).

L'identificazione della categoria di sottosuolo avviene in base alla misurazione diretta delle velocità delle onde trasversali Sv .

Al fine di definire puntualmente le caratteristiche sismiche dei terreni presenti, nel rispetto della nuova normativa, sull'area in studio è stata eseguita una indagine geofisica di tipo "MASW"

Applicando la formula per la definizione del $V_{s30_{eq}}$, considerando uno spessore medio su tutta l'area dei quattro differenti sismostrati individuati e caratterizzati attraverso le prospezioni sismiche in sito, si ricava un valore di $V_{s30} = 410$ m/s che consente di collocare il sito in studio, ai fini della determinazione dell'azione sismica di progetto, nella categoria di suolo di fondazione definita secondo le Norme tecniche sulle costruzioni con "B": "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. ".

La pericolosità sismica di base costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La determinazione dei parametri sismici richiesti dalla normativa vigente è stata eseguita secondo l'approccio semplificato previsto dal § 3.2.3 delle NTC, con i seguenti risultati:

Classificazione della categoria di sottosuolo secondo quanto previsto nella tabella 3.2.II delle NTC: il sottosuolo, a partire dal livello del piano di posa delle fondazioni, può essere assimilato a **categoria 'B'**:

Classificazione delle condizioni topografiche secondo quanto previsto nelle tabelle 3.2.III delle NTC: la superficie topografica, poiché il sito è ubicato in una ampia area pianeggiante, può essere classificata come appartenente alla **categoria 'T1'**: "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ "

9) - CONCLUSIONI

*In conclusione gli studi e le indagini eseguite sull'area interessata dagli interventi in progetto consentono di affermare che, **non sono presenti situazioni di rischio o problematiche riconducibili alla natura geologico-tecnica dei terreni in affioramento.***

L'area in esame è costituita litologicamente da depositi eluvio-colluviali, prevalentemente limosi e sabbiosi, che poggiano su un substrato costituito da sabbie e argille intercalate fra loro.

*La **caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti** è stata effettuata sulla base dei dati riportati nello studio di Microzonazione sismica di 3° livello.*

*La **falda** non risulta presente a profondità significative per lo studio in oggetto.*

*Sulla base dei risultati delle indagini geofisiche la microzona relativa all'area in esame può essere classificata con la **categoria di suolo di fondazione (NTC 2018) "tipo B"** ed alla **categoria topografica 'T1'***

*La **frequenza del picco del rapporto H/V** misurata nel sito è pari a **5.00 Hz ± 0.26 Hz***

Dott. Geol. Maurizio Consoli

Dott. Geol. Giammaria Vecchioni

Comune di Macerata (MC)

Località: P.zza Vittorio Veneto

OGGETTO: Studio di Microzonazione sismica di livello III

Committente: **Comune di Macerata**

SONDAGGIO 1

Sondaggio a carotaggio continuo con campionatore da 101 mm

Perforatrice: IPC 830 L

profondità: ml 35,00
data: 13-16/09/2017

FALDA	CAMPIONI	S.P.T.	% DI RECUPERO	QUOTE (m)	SPESORE (m)	LITOLOGIA	Rp	Vt	
Superficie piezometrica	Profondità di prelievo	Profondità di esecuzione S.P.T.	Prel. %	p.c.	parz.	Simbolo grafico	Descrizione litologica terreno attraversato		
	Cn	N ₁ /N ₂ /N ₃	0 100						
	-3,00 m - 3,50 m	S.P.T. 1		0,60	0,60	Terreno di riporto	Terreno di riporto	4,5	1
	C1	-5,00 m		3,20	2,60	Limo argilloso , di colore avana. Presenza di concrezioni carbonatiche in noduli e frustoli vegetali.	Unità della copertura: Depositi eluvio-colluviali	4	1
		9 / 15 / 20		4,20	1,00	Paleosuolo argilloso , con colorazione brunastra. Presenza di frustoli vegetali.		2	
				6,50	2,30	Limo argilloso , di colore avana. Presenza di concrezioni carbonatiche in noduli e frustoli vegetali.		4	
				7,50	1,00	Paleosuolo argilloso , con colorazione brunastra. Presenza di frustoli vegetali.		2	
						Limo argilloso , di colore avana. Presenza di concrezioni carbonatiche in noduli e frustoli vegetali. A -14,80 m si rileva limo argilloso con ghiaia frammista. La ghiaia risulta di natura carbonatica con forma prevalentemente allungata ed arrotondamento massimo.			
		S.P.T. 2		15,50	8,00	Formazione marina plio-pleistocenica Litofacies arenaceo-pelitica Alternanza di argille, argille siltose ed argille marnose color grigio-plumbeo sottilmente stratificate intercalate da strati di sabbia fine e/o arenaria. Da 15,50 m a 19,50 m si ha la prevalenza della componente sabbiosa.	Unità del substrato: Formazione marina plio-pleistocenica		
		-15,00 m		20,00					
		9 / 20 / >50							

NOTE: Sondaggio attrezzato con tubo per prospezione sismica in foro tipo DOWN-HOLE.

Dott. Geol. Maurizio Consoli

Dott. Geol. Giammaria Vecchioni

Comune di Macerata (MC)

Località: P.zza Vittorio Veneto

OGGETTO: Studio di Microzonazione sismica di livello III

Committente: Comune di Macerata

SONDAGGIO 1

Sondaggio a carotaggio continuo con campionatore da 101 mm

Perforatrice: IPC 830 L

profondità: ml 35,00
data: 13-16/09/2017

FALDA	CAM- PIONI	S.P.T.	% DI RECUPE- RO	QUO- TE (m)	SPES- SORE (m)	LITOLOGIA	Rp Vt		
Superficie piezometrica	Profondità di prelievo	Profondità di esecuzione S.P.T. $N_1/N_2/N_3$	Prel. %	p.c.	parz.	Simbolo grafico	Descrizione litologica terreno attraversato		
	Cm		0 100						
							Da 20,50 m a 20,60 m si rileva un livello cementato di arenarie.		
							Da 22,00 m a 22,40 m si rileva un livello sabbioso.		
							A 30,00 m si rileva un livello centimetro di sabbie umide.		
							A partire da 31,80 m peliti, argille e argille siltose di colore grigio scuro.		
				35,00					
								Unità del substrato: Formazione marina plio-pleistocenica	

NOTE: Sondaggio attrezzato con tubo per prospezione sismica in foro tipo DOWN-HOLE.
A -30,00 m si notano lievi percolazioni idriche.

Commessa	1960/21	Divisione Geofisica
Verbale Intervento	193/21	del 08/07/2021
Rapporto di Prova	GF/21/0757	del 23/08/2021

pag. 1/3

Prospezione Sismica MASW

Committente	Intera srl
Cantiere	Verifica della Vulnerabilità sismica Edificio FIP - Piazza Giuseppe Mazzini - Macerata

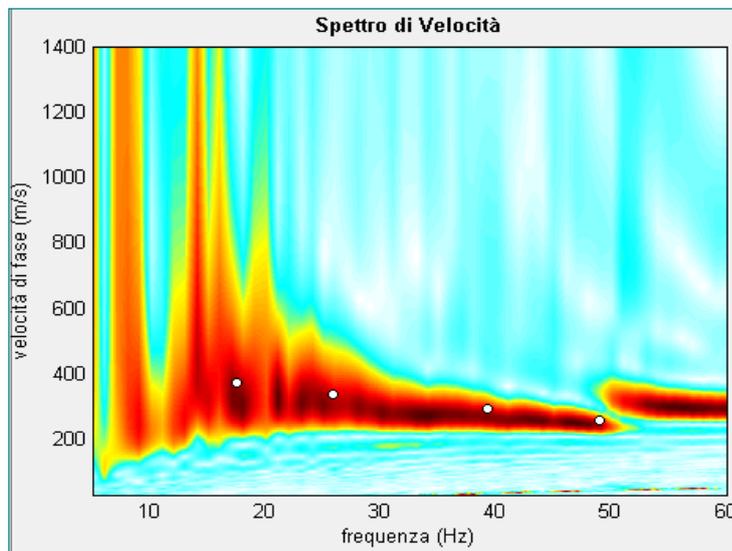
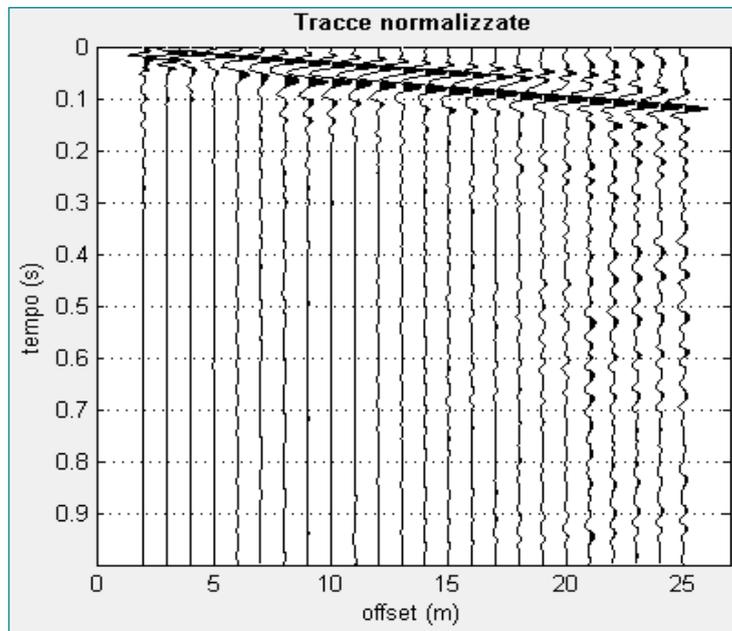
Sigla prova	MASW 1
Data Prova	08/07/2021

Attrezzatura utilizzata:

Sismografo AMBROGEO ECHO 24
 Massa battente Kg 8
 Geofoni 4,5 Hz

Base sismica:

Lunghezza stendimento: 48 m
 Distanza intergeofonica: 2,0 m
 Distanza di scoppio: 2,0 m



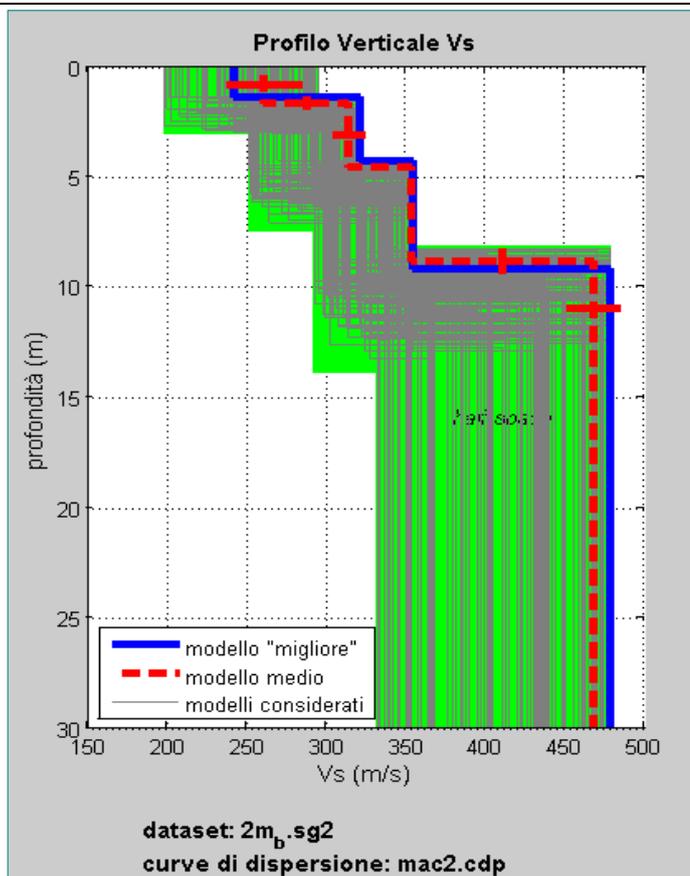
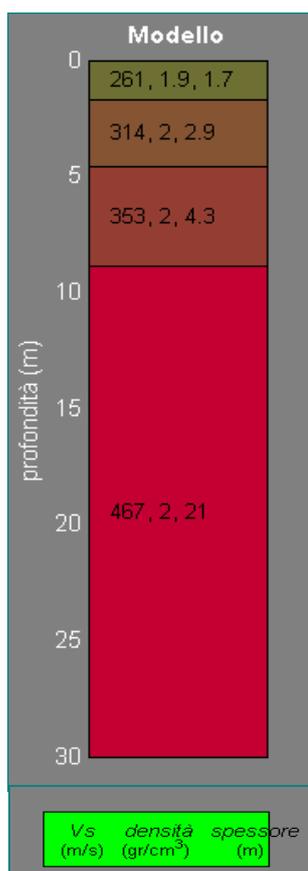
Commessa 1960/21
Verbale Intervento 193/21
Rapporto di Prova GF/21/0757

Divisione Geofisica
del 08/07/2021
del 23/08/2021

Prospezione Sismica MASW

Committente Intera srl
Cantiere Verifica della Vulnerabilità sismica Edificio FIP - Piazza Giuseppe Mazzini - Macerata

Sigla prova MASW 1
Data Prova 08/07/2021



Profilo riassuntivo

	1° strato	2° strato	3° strato	4° strato
Velocità onde S (m/s)	261	314	353	467
Spessore sismostrati (m)	1,7	2,9	4	21,1*
Profondità dal p.c. (m)	1,7	4,6	8,9	semispazio
Categoria di suolo	B	Vs,eq (m/s)	410,3	

* Spessore minimo

Commessa
Verbale Intervento
Rapporto di Prova

1960/21
193/21
GF/21/0757

Divisione Geofisica
del 08/07/2021
del 23/08/2021

pag. 3/3

Prospezione Sismica MASW

Committente
Cantiere

Intera srl
Verifica della Vulnerabilità sismica Edificio FIP - Piazza Giuseppe Mazzini - Macerata

Sigla prova
Data Prova

MASW 1
08/07/2021

Documentazione fotografica



— Stendimento MASW



Strumentazione utilizzata

Commessa	1960/21	Divisione Geofisica
Verbale Intervento	193/21	del 08/07/2021
Rapporto di Prova	GF/21/0758	del 23/08/2021

pag. 1/3

Prospezione Sismica MASW

Committente	Intera srl
Cantiere	Verifica della Vulnerabilità sismica Edificio FIP - Piazza Giuseppe Mazzini - Macerata

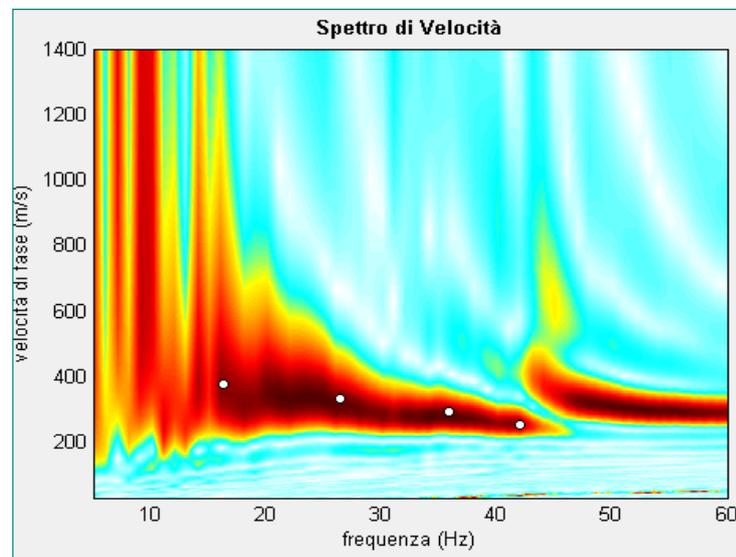
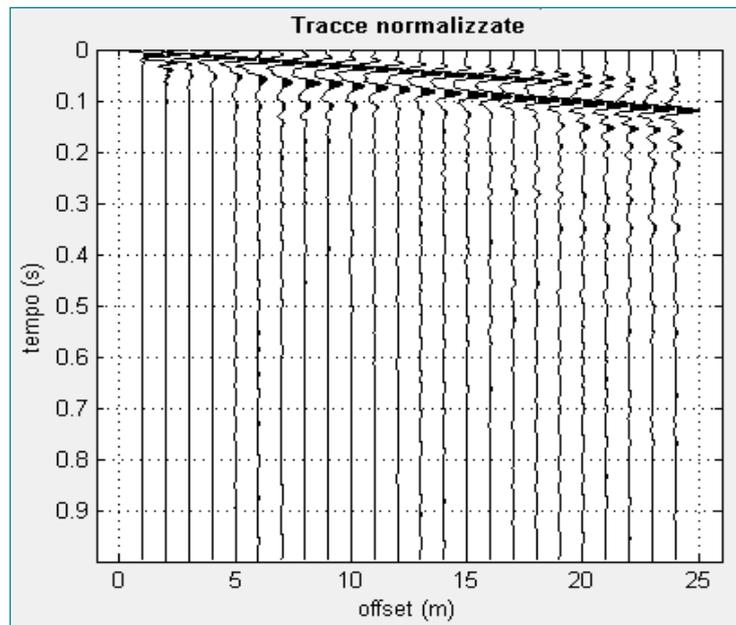
Sigla prova	MASW 2
Data Prova	08/07/2021

Attrezzatura utilizzata:

Sismografo AMBROGEO ECHO 24
 Massa battente Kg 8
 Geofoni 4,5 Hz

Base sismica:

Lunghezza stendimento: 24 m
 Distanza intergeofonica: 1,0 m
 Distanza di scoppio: 1,0 m



Commessa 1960/21
Verbale Intervento 193/21
Rapporto di Prova GF/21/0758

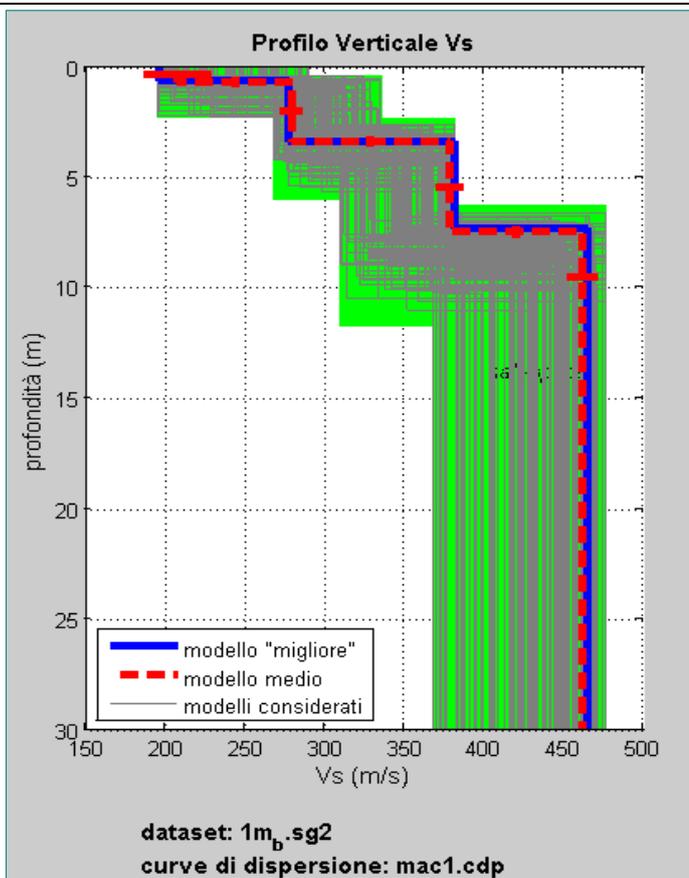
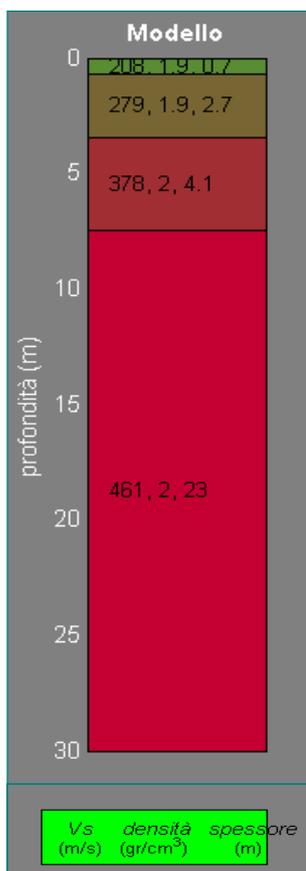
Divisione Geofisica
del 08/07/2021
del 23/08/2021

pag. 2/3

Prospezione Sismica MASW

Committente Intera srl
Cantiere Verifica della Vulnerabilità sismica Edificio FIP - Piazza Giuseppe Mazzini - Macerata

Sigla prova MASW 2
Data Prova 08/07/2021



Profilo riassuntivo

	1° strato	2° strato	3° strato	4° strato
Velocità onde S (m/s)	208	279	378	461
Spessore sismostrati (m)	0,7	2,7	4	22,5*
Profondità dal p.c. (m)	0,7	3,4	7,5	semispazio
Categoria di suolo	B	Vs,eq (m/s)	412,7	

* Spessore minimo

Commessa
Verbale Intervento
Rapporto di Prova

1960/21
193/21
GF/21/0758

Divisione Geofisica
del 08/07/2021
del 23/08/2021

pag. 3/3

Prospezione Sismica MASW

Committente
Cantiere

Intera srl
Verifica della Vulnerabilità sismica Edificio FIP - Piazza Giuseppe Mazzini - Macerata

Sigla prova
Data Prova

MASW 2
08/07/2021

Documentazione fotografica



— Stendimento MASW



Strumentazione utilizzata

Commissa	1960/21	Divisione Geofisica
Verbale Intervento	193/21	del 08/07/2021
Rapporto di Prova	GF/21/0759	del 23/08/2021

pag. 1/2

Prospezione HVSR

Committente	Intera srl
Cantiere	Verifica della Vulnerabilità sismica Edificio FIP - Piazza Giuseppe Mazzini - Macerata
Sigla prova	HVSR1
Data Prova	08/07/2021

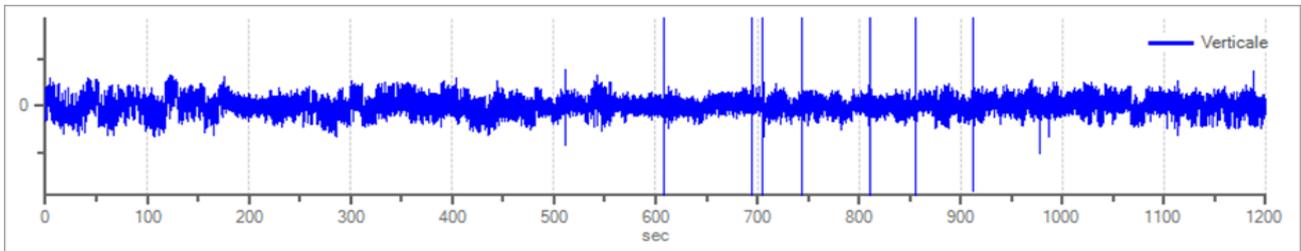
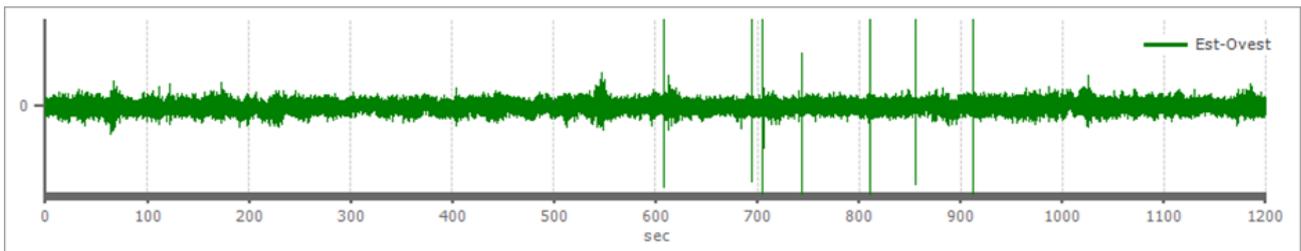
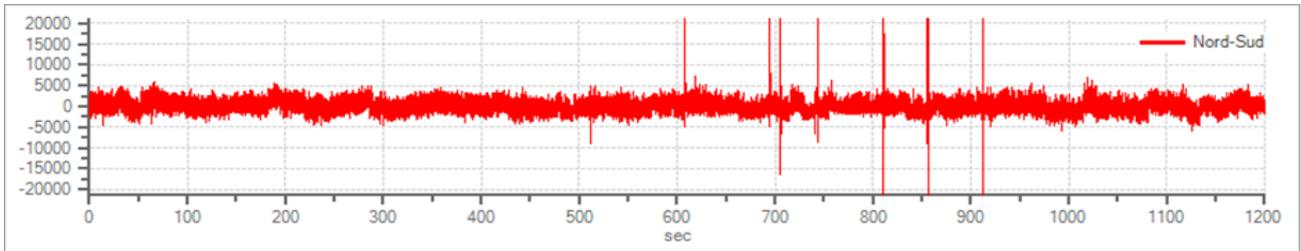
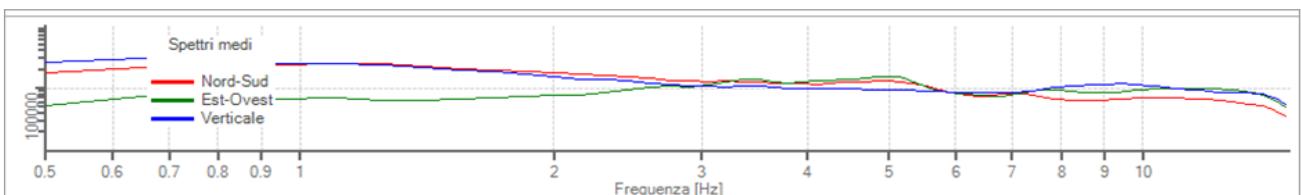
Attrezzatura utilizzata: ECHO TROMO HVSR 3 - AMBROGEO
Geofono 3D - 2 Hz

Tracce in input

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1200
Frequenza di campionamento:	155.00 s
Numero campioni:	186000 Hz
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Finestre selezionate

Numero totale finestre selezionate:	56
Numero finestre incluse nel calcolo:	46
Dimensione temporale finestre:	20.000 s
Tipo di lisciamento:	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Coefficiente di banda:	40.00

Grafici tracce con finestre selezionate:

Grafici degli spettri medi nelle tre direzioni


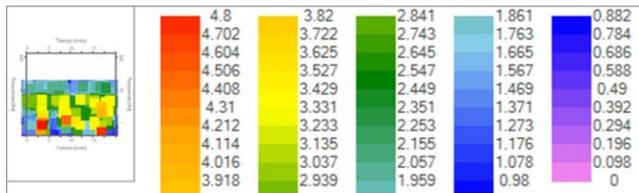
Commessa 1960/21 Divisione Geofisica
Verbale Intervento 193/21 del 08/07/2021
Rapporto di Prova GF/21/0759 del 23/08/2021

pag. 2/2

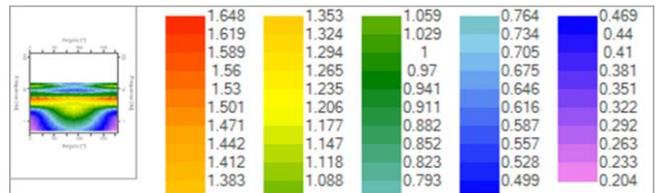
Prospezione HVSR

Committente Intera srl
Cantiere Verifica della Vulnerabilità sismica Edificio FIP - Piazza Giuseppe Mazzini - Macerata
Sigla prova HVSR1
Data Prova 08/07/2021

Mappa della stazionarietà degli spettri



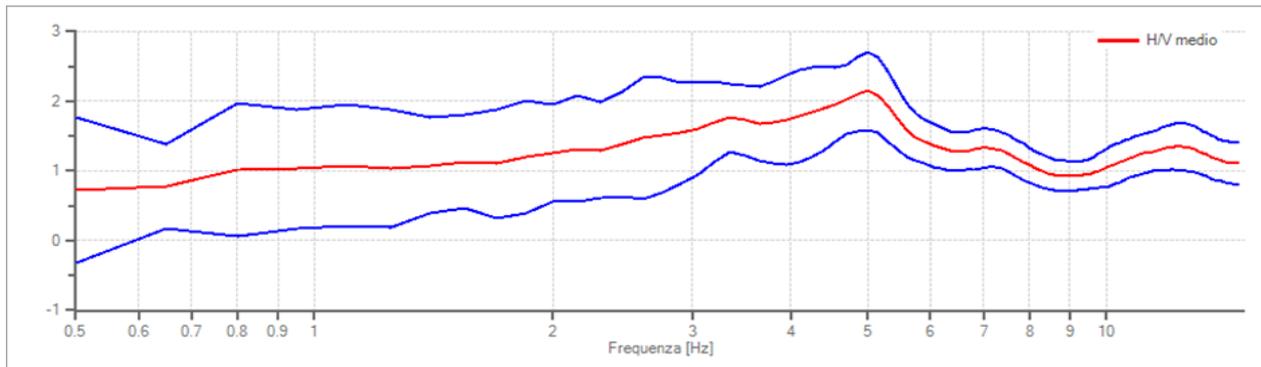
Mappa della direzionalità degli spettri



Rapporto spettrale H/V

Frequenza massima: 15 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media geometrica

Grafico rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia



Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: **5.00 Hz ±0.26 Hz**

Verifiche SESAME:

$f_0 > 10/l_w$	Esito
$n_z(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

Commissa 1960/21 Divisione Geofisica
Verbale Intervento 193/21 del 08/07/2021
Rapporto di Prova GF/21/0760 del 23/08/2021

pag. 1/2

Prospezione HVSR

Committente Intera srl
Cantiere Verifica della Vulnerabilità sismica Edificio FIP - Piazza Giuseppe Mazzini - Macerata
Sigla prova HVSR2
Data Prova 08/07/2021

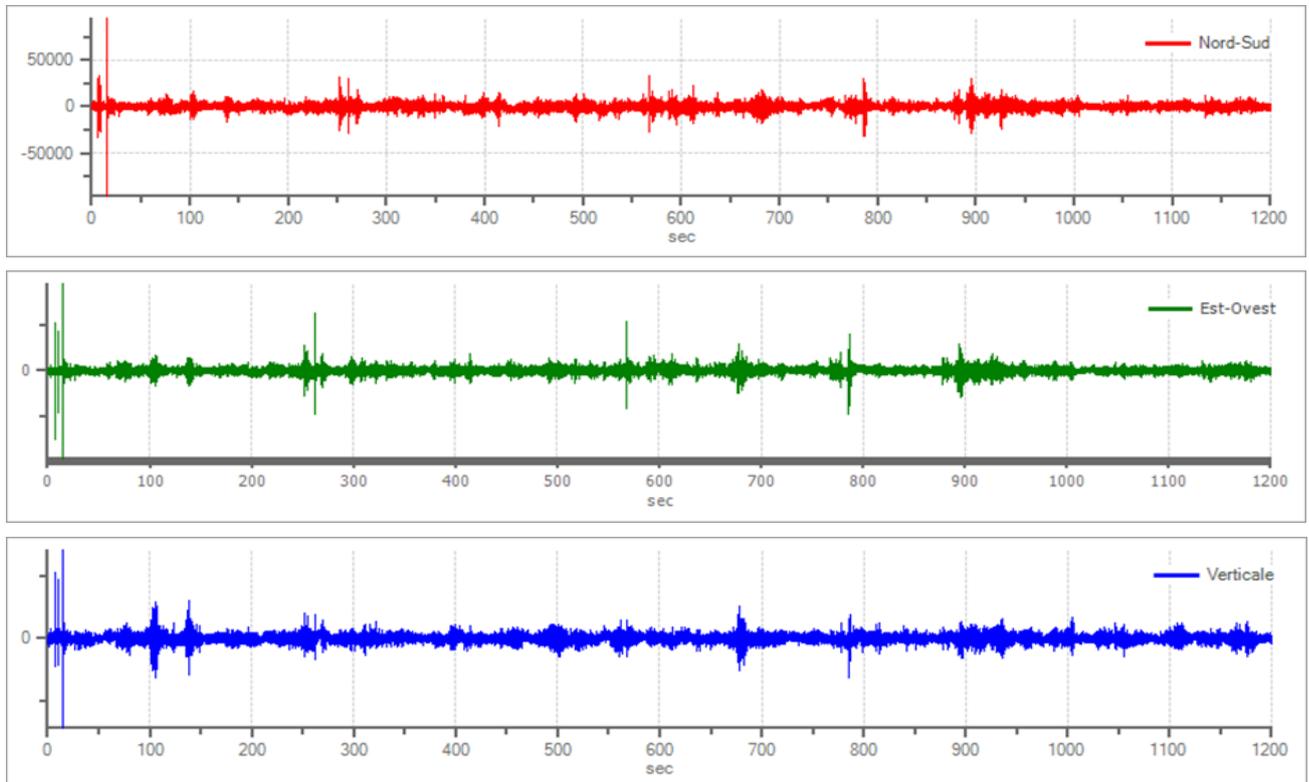
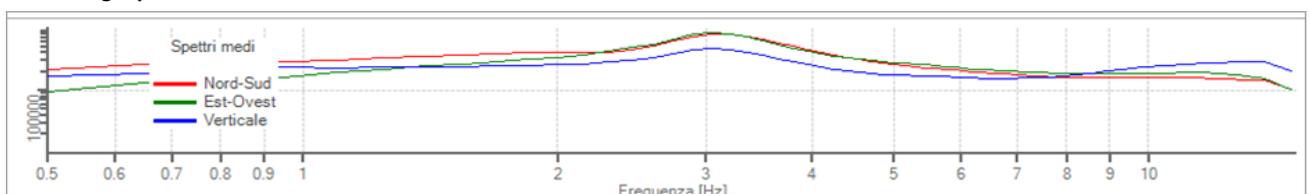
Attrezzatura utilizzata: ECHO TROMO HVSR 3 - AMBROGEO
 Geofono 3D - 2 Hz

Tracce in input

Numero tracce: 3
 Durata registrazione: 1200
 Frequenza di campionamento: 155.00 s
 Numero campioni: 186000 Hz
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Finestre selezionate

Numero totale finestre selezionate: 58
 Numero finestre incluse nel calcolo: 53
 Dimensione temporale finestre: 20.000 s
 Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Coefficiente di banda: 20.00

Grafici tracce con finestre selezionate:

Grafici degli spettri medi nelle tre direzioni


Commessa 1960/21 Divisione Geofisica
Verbale Intervento 193/21 del 08/07/2021
Rapporto di Prova GF/21/0760 del 23/08/2021

pag. 2/2

Prospezione HVSR

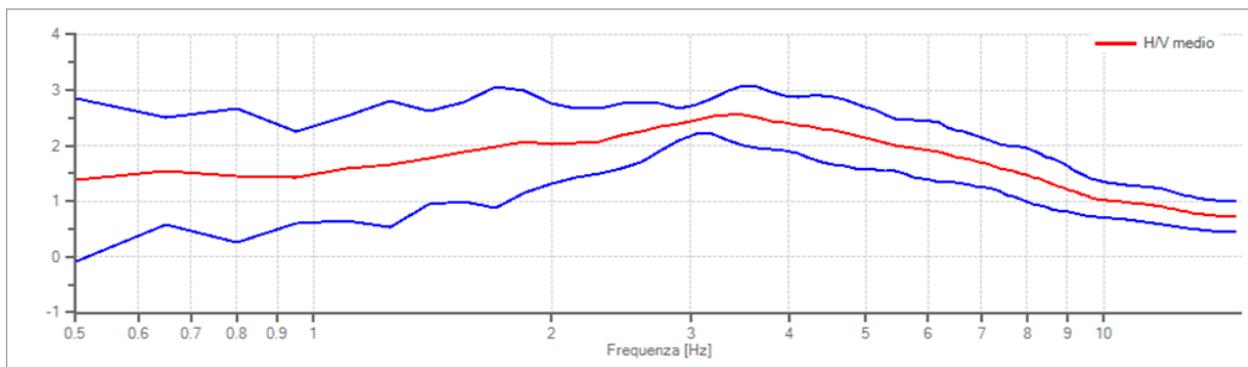
Committente Intera srl
Cantiere Verifica della Vulnerabilità sismica Edificio FIP - Piazza Giuseppe Mazzini - Macerata
Sigla prova HVSR2
Data Prova 08/07/2021

Mappa della stazionarietà degli spettri

Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

Frequenza massima: 15 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media geometrica

Grafico rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 3.35 Hz ±0.18 Hz

Verifiche SESAME:

$f_0 > 10/l_w$	Esito
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok