



AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO CENTRALE

VERIFICA DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DELL'EDIFICIO DEMANIALE SEDE DEL MERCATO ITTICO SITO NELLA ZONA MANDRACCHIO DEL PORTO DI ANCONA



RAPPORTO GEOLOGICO



6 Giugno 2017

DOTT. MARCO LANCIONI
GEOLOGO

VIA EMILIA, 21/B
60015 FALCONARA M.MA (AN)

TEL - FAX 071 91 61 126
E-MAIL lancioni.m@gmail.com

SOMMARIO

1.0 INTRODUZIONE E QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	pag 1
2.0 METODOLOGIE DI INDAGINE	pag 2
3.0 INQUARAMENTO GEOGRAFICO	pag 2
4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	pag 4
5.0 STRATIGRAFIA	pag 6
6.0 PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI	pag 7
7.0 COLONNA STRATIGRAFICA	pag 8
8.0 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	pag 9
9.0 PERICOLOSITÀ SISMICA	pag 10
9.1 SISMICITÀ STORICA	pag 10
9.2 INDAGINI SISMICHE – VS_{30}	pag 13
9.3 LA CATEGORIA DI SUOLO	pag 19
9.4 COEFFICIENTI SISMICI	pag 19
10.0 CONCLUSIONI	pag 21

ALLEGATI

- Planimetria
- Stratigrafie
- Sezione

1.0 INTRODUZIONE E QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione si espongono i risultati di uno studio geologico, eseguito nel territorio comunale di Ancona, a supporto del progetto di “*VERIFICA DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DELL'EDIFICIO DEMANIALE SEDE DEL MERCATO ITTICO SITO NELLA ZONA MANDRACCHIO DEL PORTO DI ANCONA*”.

Il sito di studio è collocato all'interno dell'area portuale di Ancona, in zona Mandracchio.

Lo studio è stato finalizzato alla ricostruzione dell'ambito geologico, geomorfologico ed idrogeologico in cui s'inserisce il sito in questione ad una valutazione delle litologie che contraddistinguono il sito su cui è realizzato il fabbricato in oggetto, all'individuazione del trend morfoevolutivo,.

L'inquadramento geologico e fisiografico dell'areale di studio risulta essere noto sia per la provincia geologica di appartenenza sia per la documentazione bibliografica esistente.

Tuttavia, al fine di accertare puntualmente la litostratigrafia del sito in esame, i rapporti stratigrafici tra le formazioni, definire il quadro geotecnico di riferimento e caratterizzare da un punto di vista sismico il sito, si è proceduto anche alla valutazione di indagini pregresse eseguite in zone limitrofe ed ad indagini dirette in situ.

La normativa nazionale e regionale di riferimento è la seguente:

- *D.M. 11/03/88 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;*
- *Circ. Dir. Centr. Tecn. N° 97/81 Istruzioni relative alle “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;*
- *D.M. 16 gennaio 1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”;*
- *O.P.C.M. 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.*
- *O.P.C.M. 28 aprile 2006 n° 3519 “criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone” (G.U. n.108 del 11/05/2006).*

- O.P.C.M. 13 novembre 2010, n.3907 pubblicata nella G.U. 1 dicembre 2010, n.281, S.O.
- Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture "Norme tecniche per le costruzioni" (GU n.29 del 04/02/2008).
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" (Gazzetta Ufficiale del 26.02.2009 n. 47, supplemento ordinario n. 27).
- D.A.C.R. n. 116/04 (suppl. n.5 al B.U.R.M. n.15 del 13/02/04 "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)" e ss.mm.ii.

2.0 METODOLOGIE DI INDAGINE

Per raggiungere gli obiettivi prefissati si è predisposta una metodologia di lavoro per step successivi, propedeutici e consequenziali.

Lo studio è stato quindi condotto attraverso le seguenti fasi:

- Reperimento di materiale bibliografico (*cartografia topografica, geologica da varie fonti e dal Servizio Geologico d'Italia, geomorfologica e pubblicazioni scientifiche*);
- Analisi delle indagini geologiche studi e rilievi geologici - geomorfologici svolti in precedenza nella stessa zona, e messi a disposizione dall'Autorità Portuale;
- rilevamento geologico di campagna e geomorfologico;
- realizzazione di una prospezione sismica MASW per la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs30;
- realizzazione di una prospezione sismica a stazione singola HVSR per la misura della frequenza di risonanza del sito;
- stesura degli elaborati e relazione di sintesi

3.0 INQUARAMENTO GEOGRAFICO

Il sito di studio è ubicato all'interno dell'area portuale di Ancona. Non si prevedono nuovi interventi edificatori in questo progetto.

Dal punto di vista fisiografico, il sito si sviluppa in corrispondenza della fascia costiera, su un territorio dall'andamento pianeggiante e di quote di circa 2,00 metri sul livello del mare.

Dal punto di vista amministrativo il territorio comunale è situato nel settore centrale della

Regione Marche, nella provincia di Ancona, ed è confinato dai comuni di Agugliano, Camerano, Camerata Picena, Falconara Marittima, Offagna, Osimo, Polverigi, Sirolo.

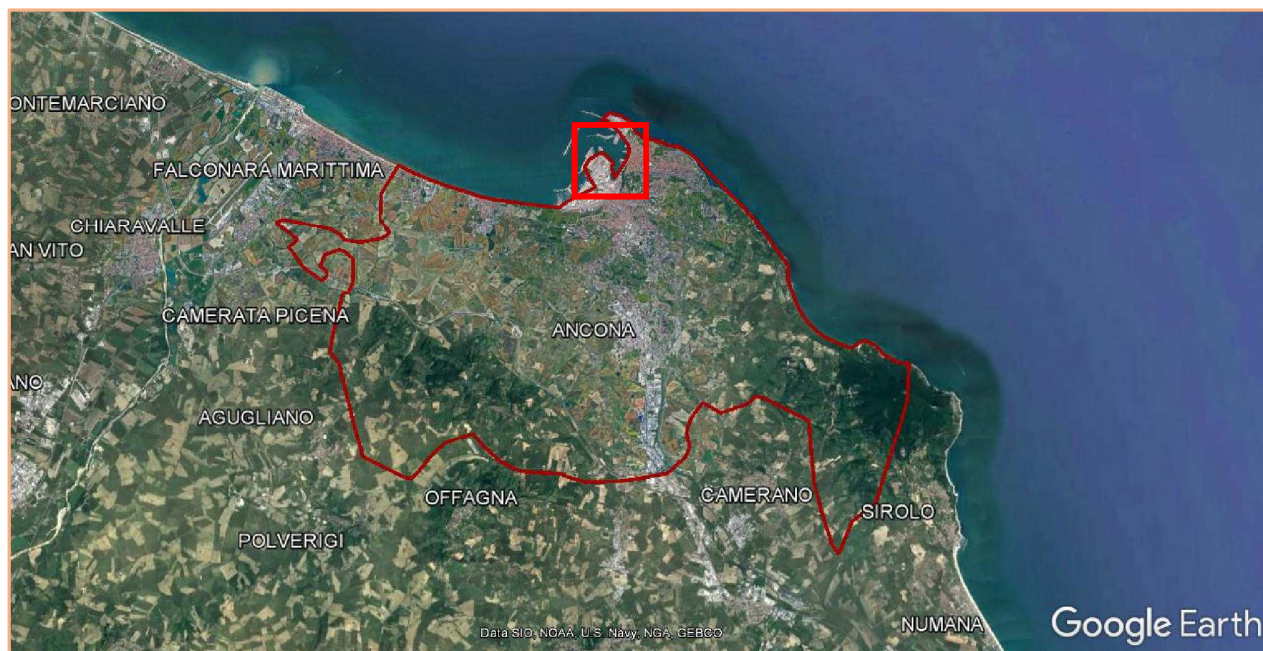


Figura 1 - Inquadramento amministrativo del territorio comunale di Ancona (immagine da Google Earth)

Il Comune di Ancona e, nello specifico la zona di studio, rientra nel foglio 118 della Carta Topografica Regionale in scala 1:25.000, di cui si riporta uno stralcio (fig. 2), ed è compreso negli Elementi numero 282150 della Carta Tecnica Regionale (CTR) (fig. 3),

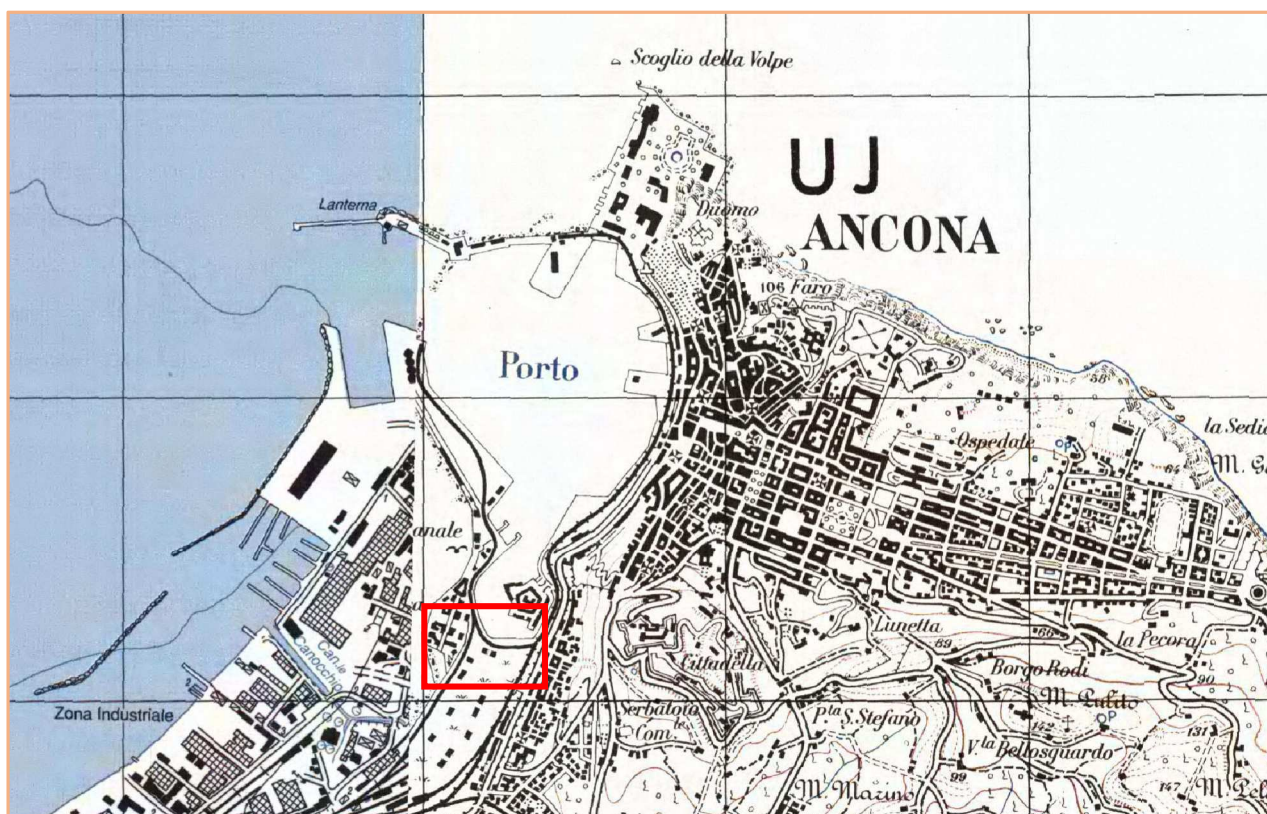


Figura 2 – Stralcio Carta Topografica d'Italia in scala 1:25.000, nel riquadro rosso è indicata l'area di studio.



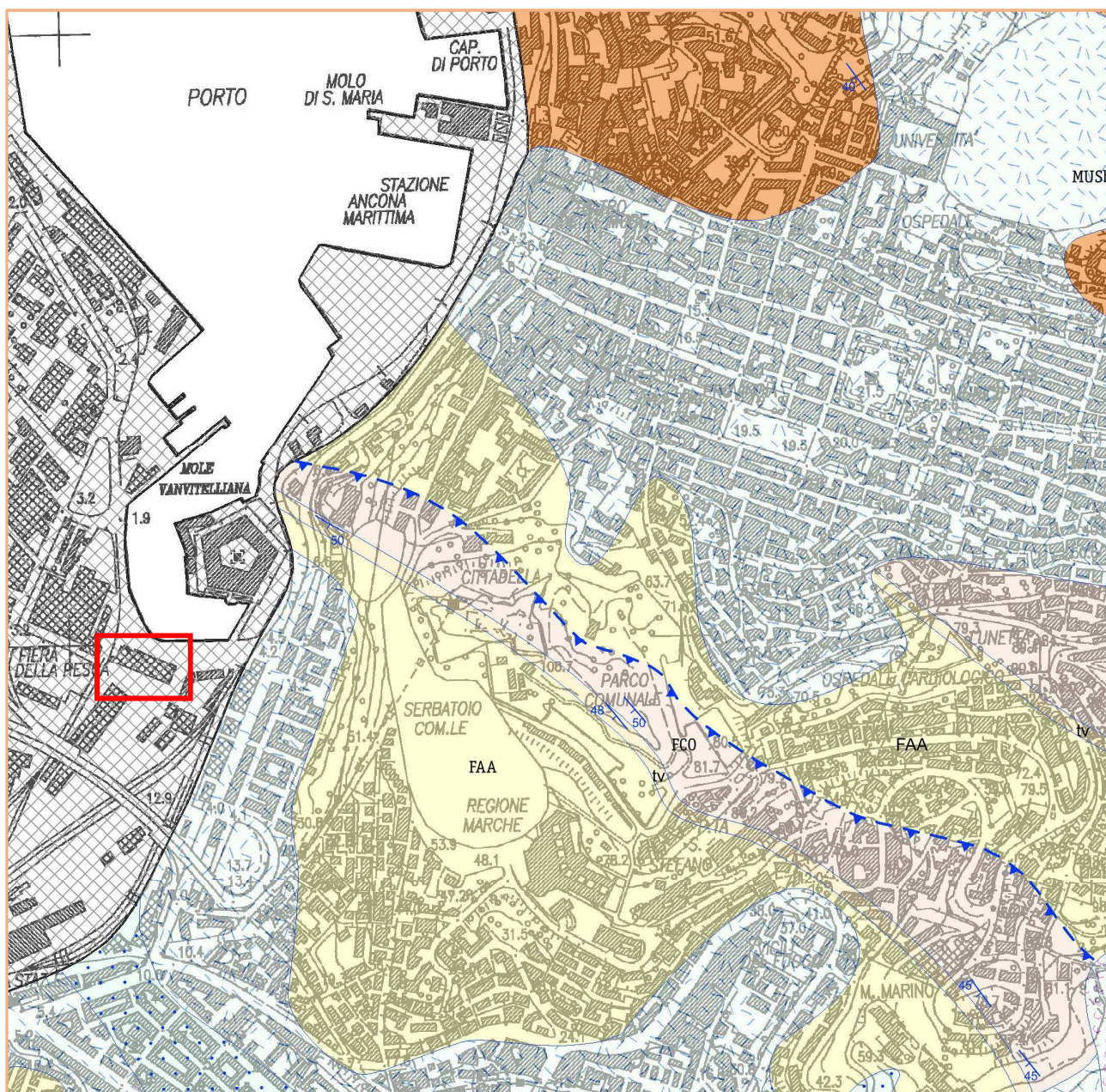
Figura 3 – Stralcio di Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, con indicata l'area di studio nel riquadro rosso.

4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La zona di Ancona è compresa del settore appenninico centrale che è limitato ad oriente dall'attuale avanfossa adriatica e ad occidente dal Bacino Tirrenico. In particolare, l'area oggetto dello studio ricade nella provincia periadriatica, dove affiorano essenzialmente litofacies di età mio-pliocenica i quali si presentano moderatamente deformati e ricoperti, in discordanza, da depositi quaternari. Nel settore periadriatico, le strutture geologiche legate alla formazione della catena centro - appenninica sono in genere sepolte al di sotto delle successioni torbiditiche di avanfossa depositatasi a partire dal Miocene. Un'eccezione è rappresentata dall'area costiera compresa tra Ancona e il Monte Conero dove affiorano dei terreni carbonatici e silicoclastici di età compresa tra il Cretacico inferiore ed il Pliocene inferiore, coinvolti nella strutturazione della catena (anticlinale del Monte Conero). La città di Ancona, nella fascia che si estende dal porto fino alla periferia più orientale della città, è caratterizzata da emipelagiti marnose mioceniche (Schlier) e depositi essenzialmente pelitici di età mio-pliocenica (Formazione gessoso-solfiera,

Formazione a Colombacci, porzione pliocenica delle Argille azzurre). Questi terreni mostrano un locale andamento monoclinale con immersione verso SW.







L'area di progetto è compresa all'interno del Foglio 118 "Ancona" della Carta Geologica d'Italia, nel foglio 282 "Ancona" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 realizzata nell'ambito del Progetto CARG, e nella Sezione n. 282150 della CARTA GEOLOGICA REGIONALE di cui si riporta lo stralcio in scala 1:10.000.



LEGENDA GEOLOGICA



DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

SISTEMA DEL MUSONE (OLOCENE)




	MUSa1	Frane in evoluzione
	MUSa1q	Frane senza indizi di evoluzione
	MUSa1a	Frane antiche
	MUSb2	Depositi eluvio-colluviali
	MUSbn	Depositi alluvionali terrazzati sabbie (a), sabbie limose (b)
	MUSg2a	Depositi di spiaggia attuale ghiaie, ghiaie sabbiose

SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA

SUCCESSIONE PLIOCENICA

	FAA	ARGILLE AZZURRE Zancleano p.p. - Emiliano p.p.
	tv	ORIZZONTE DEL TRAVE Messiniano superiore p.p. - Pliocene inferiore p.p.(?)

SUCCESSIONE MIOCENICA

	FCO	FORMAZIONE A COLOMABACCI Messiniano superiore
	GES	FORMAZIONE GESSOSO SOLFIFERA Messiniano p.p.
	GESa	Gessi microcristallini in strati laminati siti al tetto della formazione Messiniano p.p.

SUCCESSIONE CALCAREO E/O MARNOSA CRETACICO-MIOCENICA

	SCH	SCHLIER Tortoniano p.p. - Messiniano p.p.
---	-----	--

	Deposito antropico / Struttura antropica	
---	--	--

5.0 STRATIGRAFIA

La successione stratigrafica è stata ricavata da indagini geologiche eseguite nel corso degli anni nelle aree perimetrali al sito di studio. Tale metodica, condivisa con i tecnici dell'Autorità Portuale, è stata una scelta obbligata. Vista l'intensa rete di linee elettriche interrato sia della Società ENEL che della Società TERN, che interessano il primo sottosuolo nell'intorno del fabbricato sede del mercato ittico, ha fatto sì che venissero richiesti specifici sopralluoghi da parte di questo professionista, al fine di trovare il sito migliore per la realizzazione di almeno un sondaggio stratigrafico. I contatti intercorsi ed i sopralluoghi incrociati con i tecnici delle due Società, hanno portato la Società Terna ad una richiesta formale al sottoscritto verso la rinuncia ad eseguire terebrazioni, onde evitare il rischio, seppur minimo, di generare danni alle linee elettriche interrato. In base a tale condizione, e su supporto dei Tecnici dell'Autorità Portuale, che hanno reso disponibili gli studi eseguiti nelle aree limitrofe, si è potuto risalire alla ricostruzione della successione stratigrafica locale. Le indagini a cui si è fatto riferimento sono:

- Indagine geologica per la costruzione delle sala convegni della Ex Fiera, eseguita dal Dott. Geol. Piergiacomo Beer nel 1988
- Indagine geologica per la realizzazione di un terminal combinato nell'area ferroviaria già Scalo Marotti, eseguita dal Dott. Geol. Luciano Taddei nel 2012
- Indagine geologica relativa la demolizione delle strutture in elevazione costituenti il padiglione espositivo principale dell'ex complesso fieristico, eseguita dal Dott. Geol. Simone Baldi nel 2013.

La stratigrafia, ricostruita sulla base delle indagini eseguite in tali studi, e riportati nella allegata planimetria, è così schematizzabile:

- UNITÀ A- da p.c. a -6.0 mt: terreno di riporto antropico. Il tetto del livello è contraddistinto dalla massicciata stradale nel piazzale della zona portuale, mentre all'interno dell'edificio, dalle pavimentazioni e dal loro sottofondo. A seguire si riscontra il riporto antropico, di natura fortemente eterogenea, costituito da limi sabbiosi con frammisti ghiaie e ciottoli calcarei, messo in posto per la realizzazione delle aree relative l'area portuale di Ancona. È caratterizzato da condizioni di forte plasticità per la porzione limosa e scarso addensamento, per la porzione sabbiosa, oltre ad evidenziare una variabilità estremamente spiccata. Di vario colore (da nocciola a grigio scuro e nerastro, talora marrone o con toni rossastri), è caratterizzato localmente da parametri meccanici scadenti.
- UNITÀ B- da -6.0 mt. a -9.0 mt: depositi di spiaggia recente costituiti da sabbie grigie, contraddistinte da granulometria media; si presentano sciolte, incoerenti e ben addensate, talora con livelli sottili cementati e presenza di macrofossili
- Unità C- da -9.0 mt in poi: formazione pliocenica compatta costituita da argille marnose inalterate con intercalati sottili livelli sabbiosi, rappresentanti il substrato geologico del sito.

6.0 PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI

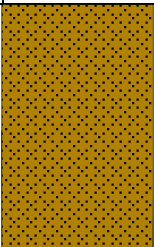
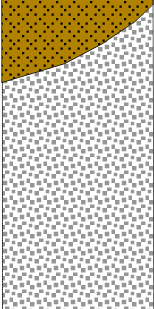
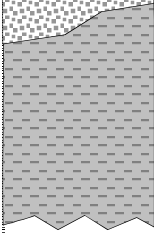
Si riportano di seguito, nella tavola allegata, i parametri geotecnici che caratterizzano le proprietà geomeccaniche dei terreni, desunti dai lavori precedentemente realizzati in zona. I Valori Caratteristici (k) sono stati calcolati utilizzando la seguente formula

$$x_k = \bar{x} \pm z_{0.05} \cdot s$$

Litologia	profondità		γ t/m ³	φ°	φ°_k	c kg/cm ²	ck kg/cm ²	Cu kg/cm ²	C _{uk} kg/cm ²	Ed/Ey Kg/cm ²	Ed/Ey Kg/cm ²
	da mt	a mt									
UNITÀ A	p.c.	6.0	1.8	21°	18,9°	-	-	-	-	40	31
UNITÀ B	6.0	9.0	1.9	31°	19,1°	-	-	-	-	130	116
UNITÀ C	9.0	In	2.1	24°	22.3°	0.6	0.4	3.0	1.65	350	305

γ = peso di volume; φ = angolo d'attrito; c = coesione; cu = coesione non drenata; Ed = modulo edometrico; Ey = modulo di Young

8.0 COLONNA STRATIGRAFICA

PROF.	SEZIONE	DESCRIZIONE	PARAMETRI GEOTECNICI
≈ 6.00		terreno di riporto antropico costituito da limi sabbiosi con frammisti ghiaie e ciottoli calcarei	argille $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$ $\phi = 21^\circ$ $C_u = 0 \text{ t/mq}$ $c' = 0 \text{ t/mq}$
≈ 9.00		depositi di spiaggia recente costituiti da sabbie grigie	$\gamma = 1.9 \text{ t/mc}$ $\phi = 31^\circ$ $c' = 0 \text{ t/mq}$ $C_u = 0 \text{ t/mq}$
		argille marnose di colore grigio-azzurro, molto consistenti della formazione pliocenica inalterata	$\gamma = 2.1 \text{ t/mc}$ $\phi = 24^\circ$ $C_u = 30 \text{ t/mq}$ $c' = 6.0 \text{ t/mq}$

γ = peso di volume naturale; c' = coesione efficace; ϕ = angolo di attrito interno; C_u = coesione non drenata

9.0 PERICOLOSITÀ SISMICA

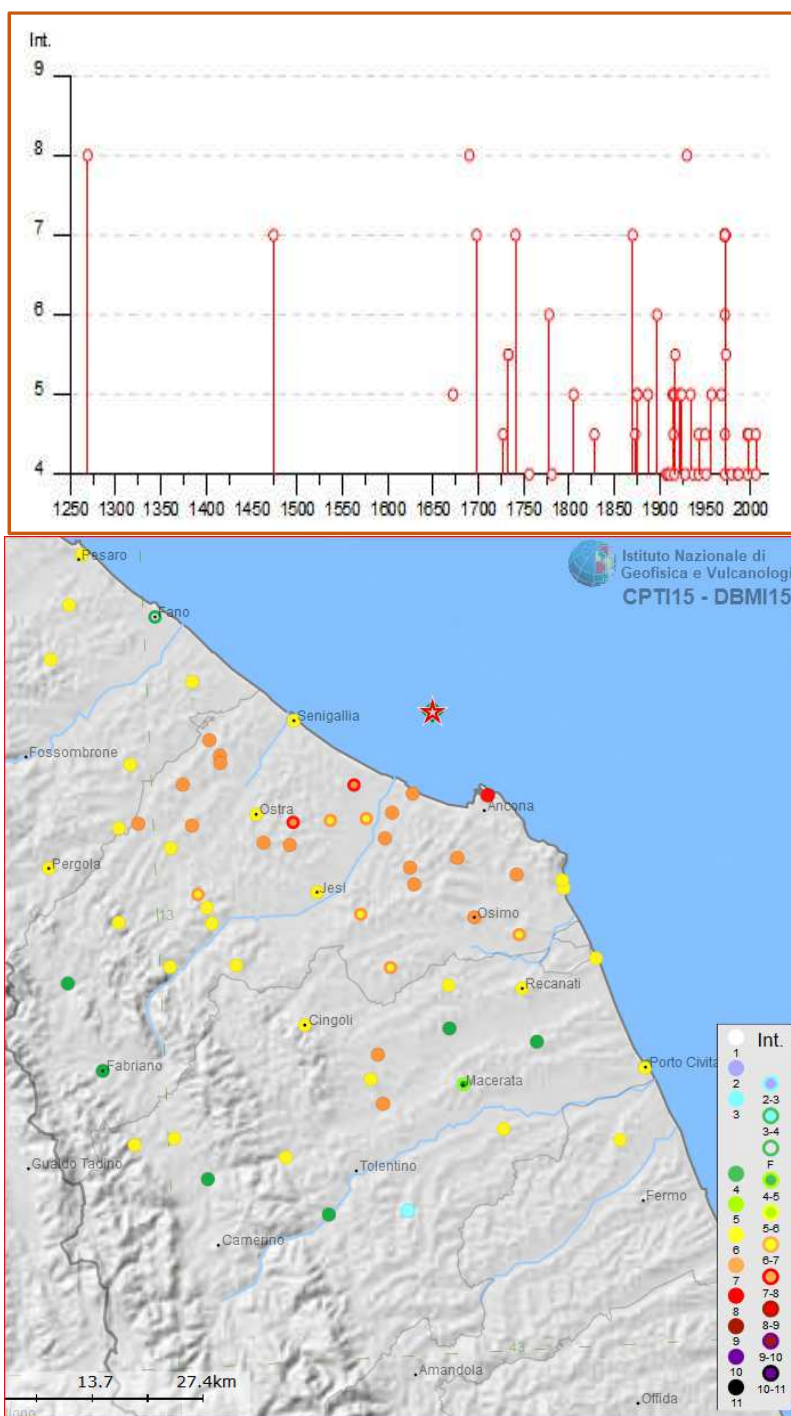
9.1 SISMICITÀ STORICA

La sismicità storica del Comune di Ancona è stata desunta dal Database Macrosismico Italiano DBMI15 (a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi, 2011. Database Macrosismico Italiano Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>) utilizzato per la compilazione del catalogo parametrico il Catalogo Parametrico dei terremoti italiani CPTI15 (a cura di A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi, 2016. Copyright INGV, 2016).

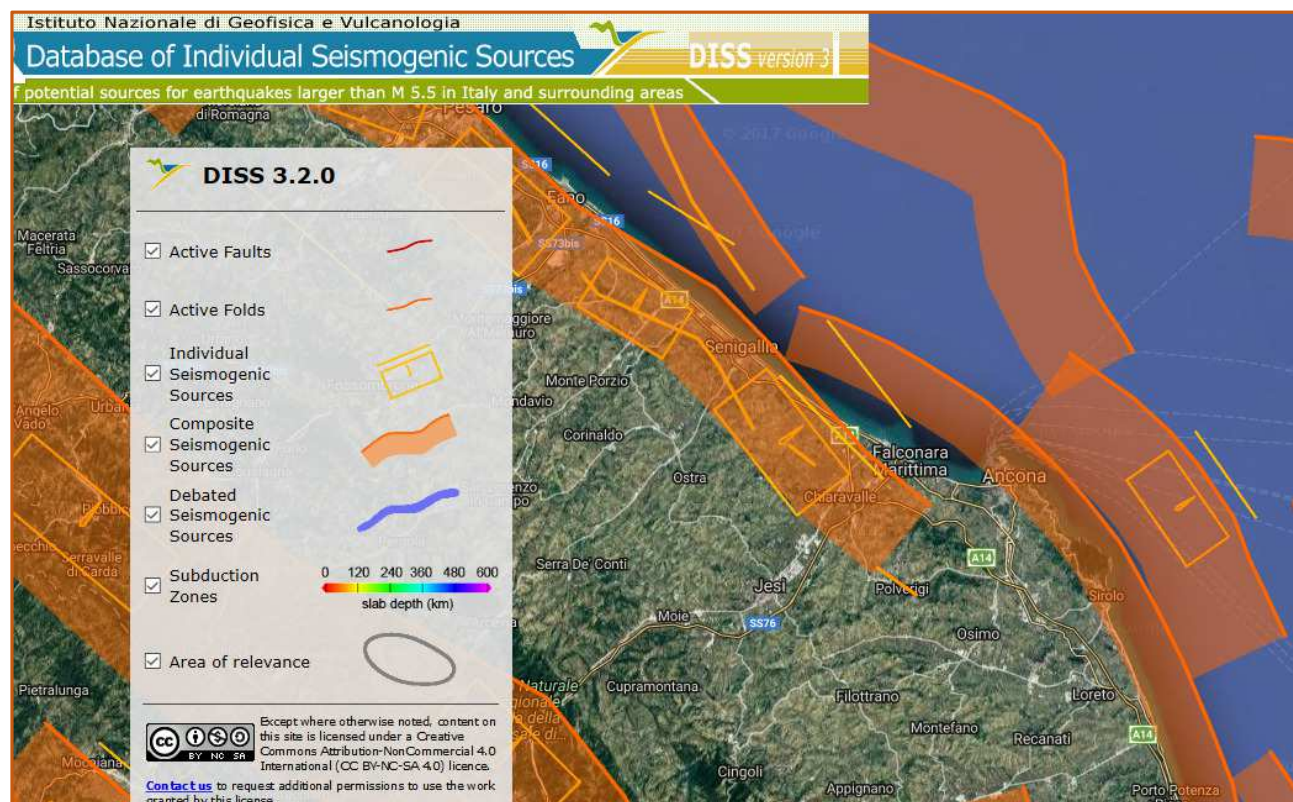
La sismicità del territorio comunale, sulla base dei dati esistenti, è riassunta graficamente nel diagramma, MCS-T, a lato.

Dalla storia sismica, la zona di Composite Seismogenic Source, è stata interessata direttamente ed indirettamente da 76 eventi sismici con magnitudo >4.5 , tra i quali si distinguono l'evento di Senigallia del 1930 con 8° grado della Scala MCS e con magnitudo momento (M_w) max di 5.81 ± 0.09 e quello verificatosi nel Medio Adriatico del 1972 con 7° grado della Scala MCS e con magnitudo momento (M_w) max di 4.86 ± 0.29 .

Nella tabella successiva sono riportate le osservazioni, aventi la maggiore intensità nel sito ed in un intorno significativo, disponibili per il territorio comunale

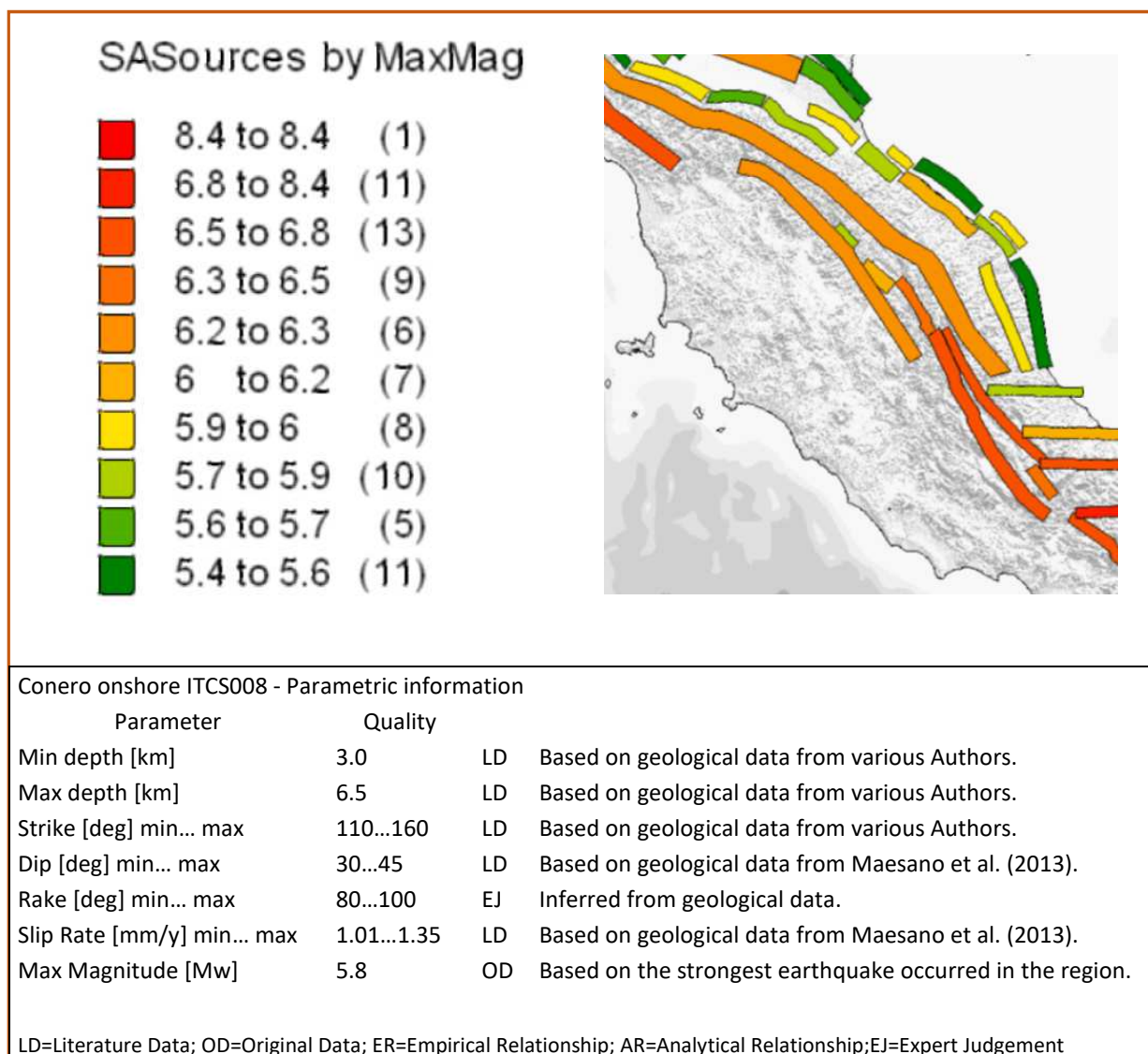


Dall'archivio DISS (Versione 3.2.0) si ottiene una compilation di potenziali fonti per i terremoti con magnitudo superiore a M 5.5 in Italia e nelle zone circostanti. La zona di indagine ricade nell'area classificate dal *Composite Seismogenic Sources ITCS008 - Conero onshore*.



Per sorgente sismogenetica individuale si intende una struttura geologica che sia in grado di generare, ripetitivamente ed esclusivamente, il terremoto massimo a essa associato in accordo con il modello del “terremoto caratteristico” [Schwartz e Coppersmith, 1984]. Un'altra proprietà è quella di possedere una consistenza interna in termini di lunghezza, larghezza, entità della dislocazione per evento e Studio delle sorgenti sismogenetiche lungo la fascia costiera marchigiana magnitudo. Una sorgente sismogenetica areale rappresenta un insieme di strutture geologiche aventi tra loro caratteristiche geometriche e cinematiche comuni - quali profondità, direzione, immersione, verso e pendenza - e potenzialmente in grado di generare terremoti di magnitudo maggiore di 5.5. Allo stato attuale delle conoscenze queste strutture geologiche non possono essere riconosciute individualmente e pertanto ad esse non è possibile assegnare una sorgente sismogenetica individuale. Questo perché sia i parametri geometrici, in particolare la lunghezza, la larghezza, e la profondità della sorgente non sono sufficientemente vincolati sia perché non è sufficientemente noto il comportamento sismico delle strutture

geologiche ad essa associate. I parametri di questa sorgente areale sono stati definiti sulla base di considerazioni geologiche generali e in accordo con quelli delle sorgenti adiacenti. Il sovrascorrimento associato alla sorgente areale Conero Onshore è un elemento tettonico attivo del prisma appenninico.



9.2 INDAGINI SISMICHE – VS₃₀

Al fine di caratterizzare le frequenze fondamentali di risonanza dei terreni, per la valutazione di eventuali fenomeni di doppia risonanza terreno/struttura, in caso di terremoto, nonché per definire il profilo della velocità di propagazione delle onde di taglio (Vs) nei terreni presenti nel sito, per il calcolo del parametro Vs₃₀ e la definizione della categoria di sottosuolo, ai sensi dell'art. 3.2.2 del D.M. 14.01.2008 (NTC 2008), è stata eseguita un'indagine MASW ed una HVSR.

MASW

Nel caso in esame si è realizzato uno stendimento con 24 geofoni a passo di 1.0 metri e energizzazione a -5.00 m e a +5.00 m dagli estremi (Geofono 1 e Geofono 24).

La strumentazione utilizzata è costituita da :

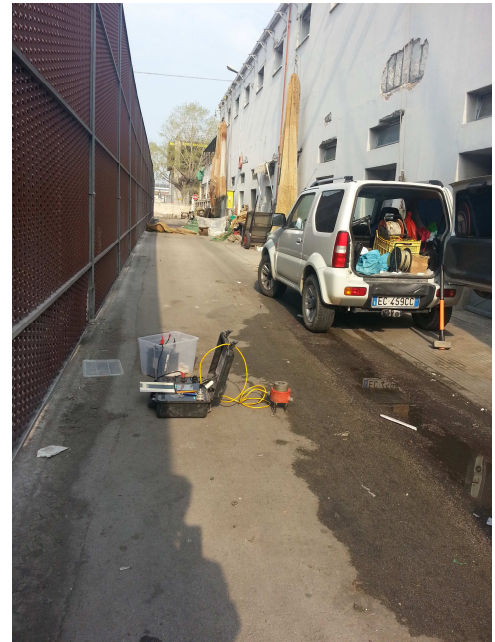
- sismografo EEG BR24 24 canali
- 24 geofoni a 4.5Hz
- mazza da 5 Kg



HVSR

Per la Prospezione Sismica Passiva – metodo HVSR
si è utilizzato:

- sismografo EEG BR24 24 canali
- Geofono triassiale;



ELABORAZIONI

Nelle successive figure sono riportati i risultati della prova MASW ed HVSR.

Nel riquadro in alto a sinistra è riportata l'immagine di dispersione dell'energia sismica. Al di sotto è riportata l'estrazione della curva di dispersione eseguita sull'immagine precedente.

Ancora sotto sono riportati i grafici relativi al modello del terreno, sia sotto forma di stratificazione Vs (spezzata di colore blu) che di Modulo di Taglio (spezzata verde). Per il calcolo del modulo di taglio è stata usata una formula approssimata per la valutazione della densità, non nota. La formula utilizzata è la seguente:

$$\text{Densità} = 1,5 + V_s/1000$$

Poiché il valore del modulo di taglio G in MegaPascal si ottiene dalla formula

$$G = V_s \times V_s \times \text{Densità} / 10^3$$

è facile ricalcolare il modulo G esatto quando si disponesse di valori più precisi di densità.

Con una curva di colore rosso è stato tracciato il valore di Vs progressiva.

A destra è visibile il sismogramma mentre in basso è riportato il valore del parametro V_{s30} calcolato utilizzando la stratigrafia V_s e la formula dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i – esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ [m/s]}.$$

La metodologia sismica HVSR misura il rumore sismico ambientale che è presente ovunque sulla superficie terrestre, ed è prodotto dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, microterremoti, vento) e dall'attività antropica.

Il rumore sismico ambientale viene anche chiamato microtremore in quanto costituito da oscillazioni di piccolissima ampiezza se confrontate con quelle associate ai terremoti. La denominazione di sismica passiva dipende dal fatto che il rumore non viene generato artificialmente, come nelle energizzazione della sismica attiva, ma è presente naturalmente.

In qualsiasi luogo pianeggiante sono sempre presenti delle vibrazioni associate alle onde oceaniche con dei picchi a 0,14 e 0,07 Hz. A questo comportamento spettrale di “fondo”, sempre presente in varia forma, e soggetto a scarsissima attenuazione, si sovrappongono le sorgenti locali dovute alle attività antropiche (traffico, macchinari ecc..) e naturali. L'effetto di queste sorgenti locali è soggetto ad attenuazioni all'aumentare della frequenza che sono dovute all'assorbimento anelastico associato all'attrito interno delle rocce e dei terreni.

La metodologia HVSR è stata introdotta da Nakamura (1989) per la determinazione delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima dell'amplificazione sismica locale, elementi di grande utilità per l'ingegneria sismica.

La frequenza fondamentale di risonanza (F) dello strato di terreno n è data dalla formula:

$$F_n = V_s / 4 h$$

in cui V_s è la velocità media delle onde S nello strato N ed h è lo spessore.

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità è in grado di fornire previsioni sullo spessore h degli strati.

Viceversa, nota la stratigrafia è teoricamente possibile fornire una valutazione approssimativa della velocità delle onde S nei singoli strati.

LA V_{S30} VELOCITÀ RISULTANTE DELLE PROSPEZIONI SISMICHE È PARI A:

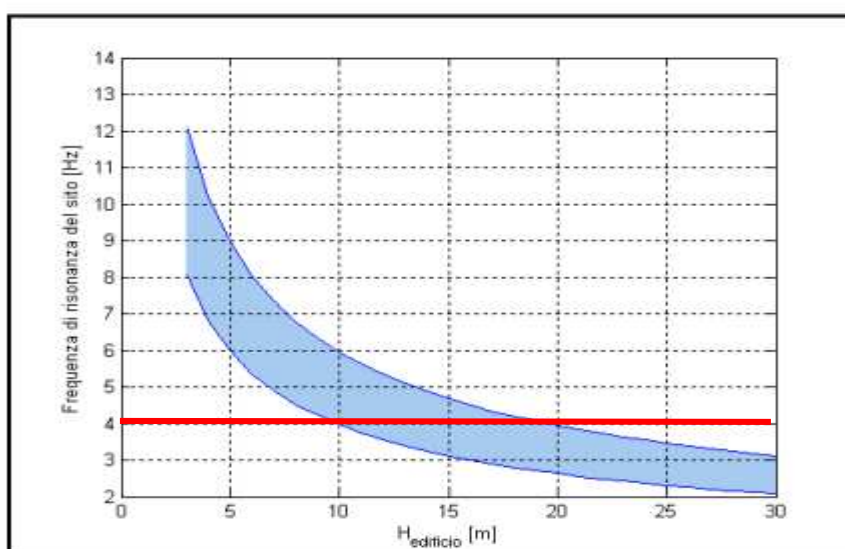
$$V_{S30} = 338 \text{ m/sec}$$

FREQUENZA DI RISONANZA

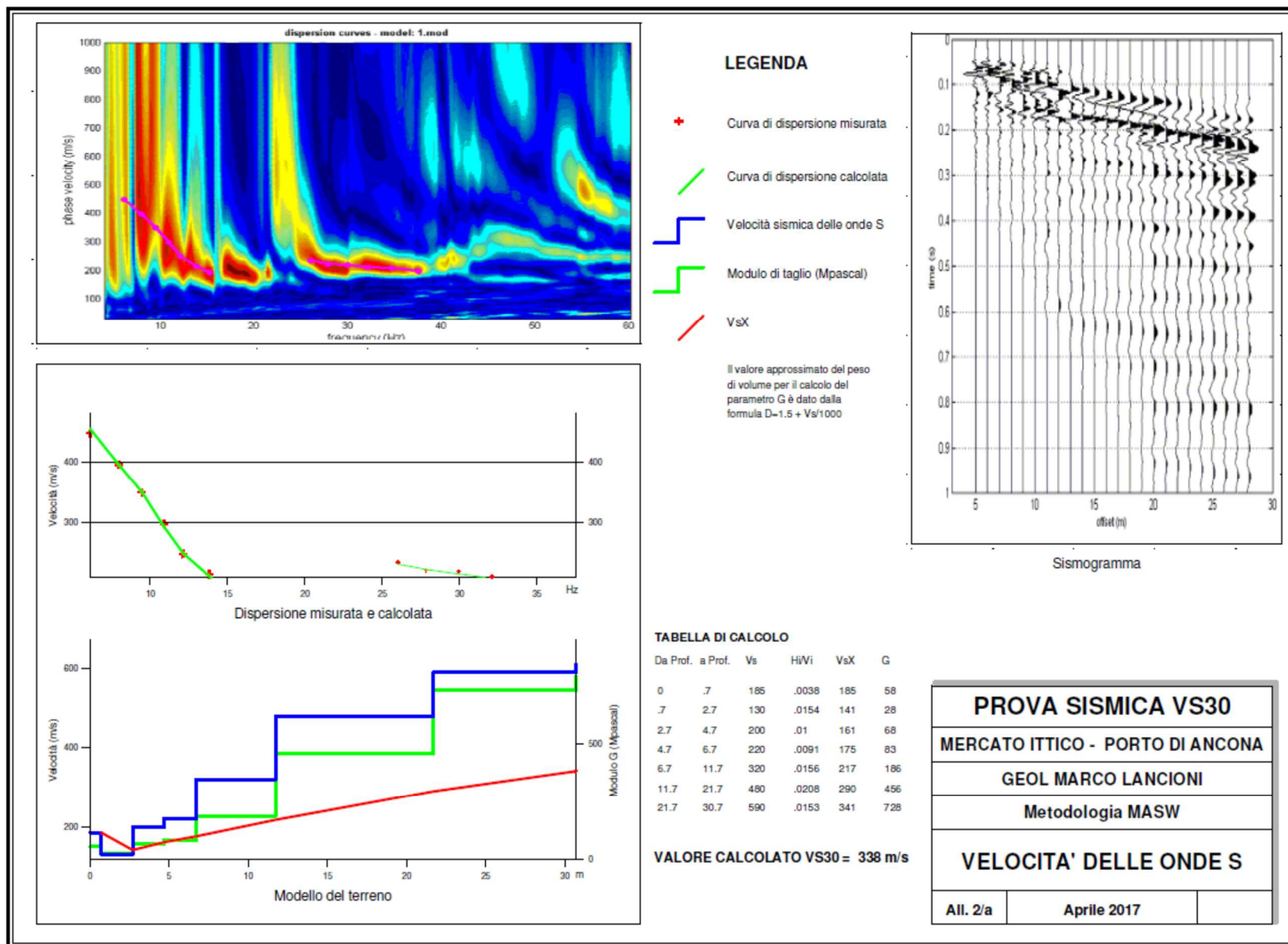
La frequenza di risonanza del sottosuolo si ottiene applicando la seguente formula
 $Fr(\text{sottosuolo}) = V_s/4H$

La relazione esistente tra la frequenza di risonanza del terreno e l'altezza della struttura è ricavabile nel seguente schema dove la fascia azzurra corrisponde all'area di massima vulnerabilità.

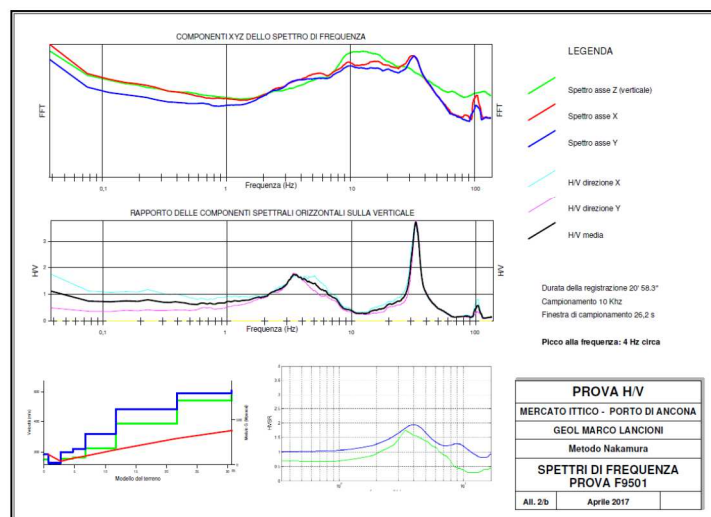
Le frequenza fondamentali del sito in esame, ottenuta direttamente dall'acquisizione della HVSR, è pari a circa **4.0 Hz**.



INTERPRETAZIONE PROVA MASW



INTERPRETAZIONE PROVA HVSR



9.3 LA CATEGORIA DI SUOLO

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, si è seguito l'approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III NTC 2008). La categoria del suolo di fondazione è stata valutata attraverso la misura diretta con indagine MASW e HVSR e calcolata con l'espressione 3.2.1 del D.M. 14.01.2008.

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ [m/s]}.$$

La V_{s30} calcolata in superficie è pari a:

$$V_{s30} = 338 \text{ m/sec}$$

La categoria di suolo sarà pertanto la “**C**”.

C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT_{30} < 50$, $70 < cu_{30} < 250$ kPa).

La categoria della superficie topografica è riconducibile alla “**T1**”. in quanto la pendenza media del sito di studio presenta valori inferiori a 15°. Il comune di Ancona è classificato con D.G.R. n. 136 del 17/02/2004 in zona sismica “2” con valore di $a_g=0.25$.

9.4 COEFFICIENTI SISMICI

Sito in esame

latitudine: 43,613681
longitudine: 13,502953
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 20757 Lat: 43,6350 Lon: 13,4900 Distanza: 2586,616
Sito 2 ID: 20758 Lat: 43,6349 Lon: 13,5590 Distanza: 5095,983
Sito 3 ID: 20980 Lat: 43,5849 Lon: 13,5590 Distanza: 5530,135
Sito 4 ID: 20979 Lat: 43,5850 Lon: 13,4900 Distanza: 3360,645

coordinate espresse in in ED50

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50 anni
Coefficiente c_u : 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,042 g
Fo: 2,458
Tc*: 0,277 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,056 g
Fo: 2,561
Tc*: 0,276 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,174 g
Fo: 2,454
Tc*: 0,295 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,228 g
Fo: 2,487
Tc*: 0,308 [s]

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,013
Kv: 0,006
Amax: 0,623
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,610
St: 1,000
Kh: 0,017
Kv: 0,008
Amax: 0,830
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,440
Cc: 1,570
St: 1,000
Kh: 0,060
Kv: 0,030
Amax: 2,452
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,360
Cc: 1,550
St: 1,000
Kh: 0,087
Kv: 0,043
Amax: 3,041
Beta: 0,280

10.0 CONCLUSIONI

Nella presente relazione si espongono i risultati di uno studio geologico, eseguito nel territorio comunale di Ancona, a supporto del progetto di “VERIFICA DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DELL’EDIFICIO DEMANIALE SEDE DEL MERCATO ITTICO SITO NELLA ZONA MANDRACCHIO DEL PORTO DI ANCONA”.

Tale studio è condotto sulla base dello studio del materiale bibliografico esistente, sia su rilievi ed indagini eseguiti direttamente nell’area di progetto.

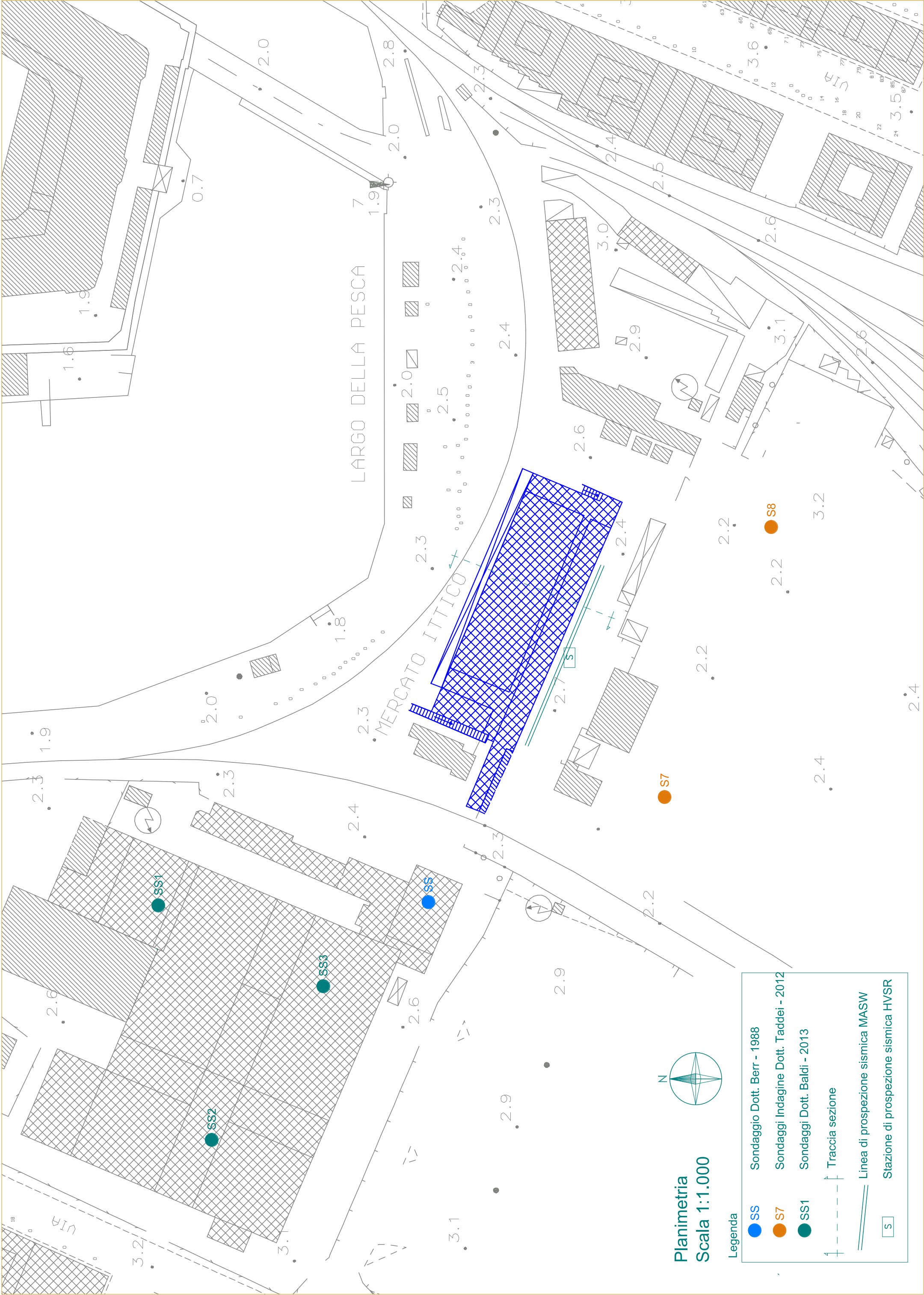
In questo modo sono stati definiti gli scenari geologici, geomorfologici e idrogeologici caratterizzanti la zona di interesse, al fine di definire eventuali scenari di rischio che possono ricadere in tale sito.

Sulla base delle indagini ed delle analisi comparative degli elementi topografici, geologici, geomorfologici, litostratigrafici, idrologici, idrogeologici e sismici è possibile stabilire che:

- non esistono di fenomeni di degrado del terreno;
- vi sono buone condizioni di stabilità del sito;
- i requisiti geotecnici dei litotipi presenti medi;
- grado di pericolosità geologica bassa;
- categoria di suolo in base all’azione sismica “C”;
- rischio di fenomeni di liquefazione non presente.

Falconara M.ma, 6 Giugno 2017

Dott. Geol. Marco Lancioni



Planimetria
Scala 1:1.000

Legenda

● SS	Sondaggio Dott. Berr - 1988
● S7	Sondaggi Indagine Dott. Taddei - 2012
● SS1	Sondaggi Dott. Baldi - 2013
└──┐	Traccia sezione
══	Linea di prospezione sismica MASW
[S]	Stazione di prospezione sismica HVSr

Viale della Vittoria-Ancona-						DESCRIZIONE TERRENO		Coesione in Kg/cm ²	Resistenza a compres- sione Kg/cm ²	S.P.T.	
Profondità	Prelievi camp.	Litologia	Falda idrica	Tipoe Ø perforaz.	Quota	n	Δh				
1		~ ~	 								

Studio di Geologia Dott. Luciano Taddei

via Angeli 602 - 63811 SANTELPIDIO A MARE (FM)

Tel. 0734/859846 - luciano.taddei@tiscali.it

SONDAGGIO N° 7

Località: Ancona

Cantiere: Terminal ferroviario ex-scalo Marotti

Committente: Autorità Portuale Ancona

Impresa esecutrice: Tecnosondaggi - Osimo

Quota imbocco foro (m s.l.m.): 2,99

Profondità raggiunta (m): 10,0 dal p. c.

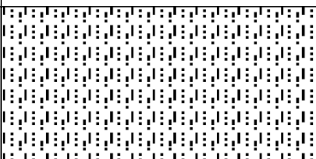
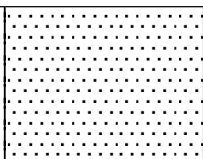
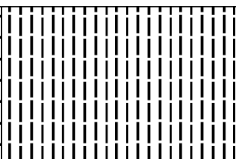
Data: 21.04.2012

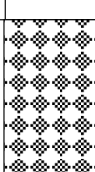





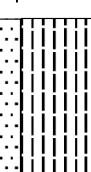
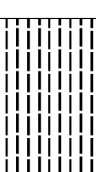



Metodo perforazione: carotaggio continuo

Note: foro attrezzato con piezometro a tubo aperto

Campione indisturbato

Campione rimaneggiato

rapp. grafica scala 1:100	S T R A T I G R A F I A			campioni	pocket penetrometer Rp (Kg/cmq) 012345	Vane Test (Kg/cmq) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	recupero percentuale di carotaggio 20 40 60 80 100	dimens. spezzoni cm 5<10 >10	recupero percentuale mod. R.Q.D. 20 40 60 80 100	osservazioni	rapp. grafica scala 1:100				
	simbolo grafico	prof. dal p.c. (m)	potenza (m)									descrizione litologica			
1		4,20	2,50	Limi sabbiosi e sabbie a granulometria medio-fine di colore grigio nerastro, poco addensate, debolmente consistenti, talora con livelli ghiaiosi (materiale di riempimento)	m						Presenza di pezzame lateritico SPT1 (-1,20 m): Nspt 2 + 2 + 3 Materiale plastico	1			
2					1									2	
3					2										3
4					3										4
5		6,80	2,60	Sabbie di colore grigiastro, a granulometria medio-grossolana ben addensate (substrato marino recente)	5						SPT2 (-5,00 m): Nspt 5 + 5 + 8 SPT3 (-6,50 m): Nspt 5+ 9 + 18 Campione rimaneggiato G (da - 7,50 m a -7,70 m.)	5			
6					6										6
7				Argille marnose grigio-azzurre, molto compatte, omogenee, con rarissimi livelli sabbiosi fini (substrato)	7	>5,0	>2,5					7			
8					8	>5,0	>2,5							8	
9					9	>5,0	>2,5								9
10					10	>5,0	>2,5								10
11					11							11			
12					12									12	
13					13									13	
14					14									14	
15					15							15			
16					16									16	
17					17									17	
18					18									18	
19					19							19			
20					20									20	
21					21									21	
22					22									22	
23					23							23			
24					24									24	
25					25							25			

rapp. grafica scala 1:100	S T R A T I G R A F I A				campioni	pocket penetrometer Rp (Kg/cmq) 0 1 2 3 4 5	Vane Test (Kg/cmq) 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100	recupero percentuale di carotaggio 20 40 60 80 100	dimens. spezzoni cm 5<10 >10	recupero percentuale mod. R.Q.D. 20 40 60 80 100	osservazioni	rapp. grafica scala 1:100	
	simbolo grafico	prof. dal p.c. (m)	potenza (m)	descrizione litologica									
1		1,30	1,30	Pietrisco a componente calcarea (sottofondo stradale)	m	m						1	
2			1,30	Limi sabbiosi e sabbie a granulometria medio-fine di colore grigio nerastro, poco addensate, debolmente consistenti, talora con livelli ghiaiosi (materiale di riempimento)	2	2					SPT1 (-2,00 m): Nspt 0 + 1 + 0 Presenza di vuoti	2	
3					3	3						SPT2 (-3,50 m): Nspt 6 + 10 + 4	3
4					4	4						Materiale localmente ad elevata plasticità	4
5					5	5						5	
6		5,90	4,60	Sabbie di colore grigiastro, a granulometria medio-grossolana ben addensate (substrato marino recente)	6	6					SPT3 (-6,00 m): Nspt RIFIUTO	6	
7					7	7					Materiale talora cementato	7	
8		7,50	1,60		8	8						8	
9				Argille marnose grigio-azzurre, molto compatte, omogenee, con rarissimi livelli sabbiosi fini (substrato)	9	9						9	
10					10	10						Campione rimaneggiato H (da - 10,30 m a -10,50 m.)	10
11					11	11							11
12					12	12						12	
13					13	13						13	
14					14	14						14	
15					15	15						15	
16					16	16						16	
17					17	17						17	
18					18	18						18	
19					19	19						19	
20					20	20						20	
21					21	21						21	
22					22	22						22	
23					23	23						23	
24					24	24						24	
25					25	25						25	

Studio di Geologia Dott. Luciano Taddei

via Angeli 602 - 63811 SANT'ELPIDIO A MARE (FM)

Tel. 0734/859846 - luciano.taddei@tiscali.it

SONDAGGIO N° 8

Località: Ancona

Cantiere: Terminal ferroviario ex-scalo Marotti

Committente: Autorità Portuale Ancona

Impresa esecutrice: Tecnosondaggi - Osimo

Quota imbocco foro (m s.l.m.): 1,95

Profondità raggiunta (m): 11,0 dal p. c.

Data: 23.04.2012

Metodo perforazione: carotaggio continuo

Note:

Campione indisturbato

▲ Campione rimaneggiato

Committente: Autorità Portuale Ancona			SONDAGGIO N. 1 località: Ancona - Zona Mandracchio data: 14-06-2013					
Colonna stratigrafica	Profondità dal p.c. (mt.)	Profondità parziale (mt.)	Descrizione litologica	Classificazione Geologica	Cu T/mq	Pocket pen. Kg/cmq	S.P.T.	CAMPIONE
	0.70	0.70	pavimento industriale (18 cm.) con sottofondo realizzato con ghiaia	massicciata				
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	6.20	5.50						
	7							
	8							
	9		2.80					
	10							
	11							
	12		3.00					
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
19								
20								
Misura della falda idrica quota di rinvenimento dal p.c. -6.00 mt.			Infiltrazioni idriche quota di rinvenimento dal p.c.		sistema di perforazione: rotazione strumentazione: carotaggio continuo diam. 101 mm.			



Committente: Autorità Portuale Ancona			SONDAGGIO N. 2					
			località: Ancona - Zona Mandracchio data: 17-06-2013					
Colonna stratigrafica	Profondità dal p.c. (mt.)	Profondità parziale (mt.)	Descrizione litologica	Classificazione Geologica	Cu T/mq	Pocket pen. Kg/cmq	S.P.T.	CAMPIONE
	0.70	0.70	pavimento industriale (18 cm.) con sottofondo realizzato con ghiaia	massicciata				
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	5.80	5.10	pietrame di varia pezzatura con ghiaie e ciottoli di dimensioni variabili misto a limi argillosi	riporto				
	6							
	7	1.20	sabbie sciolte e sabbie limose di colore grigio plumbeo	depositi di spiaggia				
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
19								
20								
Misura della falda idrica quota di rinvenimento dal p.c. -6.00 mt.			Infiltrazioni idriche quota di rinvenimento dal p.c.		sistema di perforazione: rotazione strumentazione: carotaggio continuo diam. 101 mm.			



Committente: Autorità Portuale Ancona			SONDAGGIO N. 3		località: Ancona - Zona Mandracchio data: 17-06-2013				
Colonna stratigrafica	Profondità dal p.c. (mt.)	Profondità parziale (mt.)	Descrizione litologica	Classificazione Geologica	Cu T/mq	Pocket pen. Kg/cmq	S.P.T.	CAMPIONE	
	0.70	0.70	pavimento industriale (18 cm.) con sottofondo realizzato con ghiaia	massicciata					
	1								
	2								
	3		pietrame di varia pezzatura con ghiaie e ciottoli di dimensioni variabili misto a limi argillosi	riporto					
	4								
	5								
	6	5.30							
	7	1.00	sabbie sciolte e sabbie limose di colore grigio plumbeo	depositi di spiaggia					
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
	14								
	15								
	16								
	17								
	18								
	19								
20									
Misura della falda idrica quota di rinvenimento dal p.c. -6.00 mt.			Infiltrazioni idriche quota di rinvenimento dal p.c.		sistema di perforazione: rotazione strumentazione: carotaggio continuo diam. 101 mm.				



Sezione - scala 1:100

Legenda

- riporto antropico
- depositi di spiaggia
- substrato compatto

