

COMUNE DI FANO

PROVINCIA DI PESARO E URBINO

OGGETTO:	<i>PROGETTO PER LA RISTRUTTURAZIONE E L'AMPLIAMENTO DI UN COMPLESSO PRODUTTIVO PER LA MANUTENZIONE E COSTRUZIONE DI MEZZI ROTABILI, SITO IN FANO - VIA DEL BERSAGLIO n.2 (VARIANTE AL VIGENTE P.R.G. AI SENSI DELL'ART. 8 DEL D.P.R. 160/2010)</i>
COMMITTENTE:	SRT srl
UBICAZIONE:	Via del Bersaglio n. 2 - Fano (PU)
	RELAZIONE GEOLOGICA
	03/04/2026  DOTT. GEOL. LAURA PELONGHINI Via Mario Morosi 24 - FANO (PU) tel. 0721/826847 cell 347/3212936 e-mail: laura.pelonghini@gmail.com C.F. PLN LRA 71H63 D488K P.IVA 01437530411 DOTT. GEOL. MARIA VITTORIA CASTELLANI Via Il Giugno - FANO (PU) cell 335/5414295 e-mail: castellani.mv@libero.it C.F. CST MVT 54M45 D488N P.IVA 00780920419

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO – GEOLOGICO - IDROGEOLOGICO	7
	Topografia.....	7
	Inquadramento Geologico Generale	8
	Inquadramento geologico e geomorfologico di dettaglio	8
	Geologia.....	9
	Tettonica.....	10
	Inquadramento idrologico.....	18
3.	CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE	19
	Prove Penetrometriche	19
	Descrizione delle sezioni stratigrafiche	22
4.	PARAMETRI GEOMECCANICI	23
5.	ANALISI DEI VINCOLI PRESENTI NELL’ AREA	24
	Piano di Assetto Idrogeologico	24
6.	Considerazioni sulla componente geologica del progetto	25
7.	CONCLUSIONI	27

ALLEGATI:

Allegato 1 - PLANIMETRIA

Allegato 2 - Prove penetrometriche DPSH

Allegato 4 - SEZIONI STRATIGRAFICHE

1. PREMESSA

L'indagine svolta è stata indirizzata all'individuazione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e stratigrafiche dell'area in oggetto, al fine di accertare l'idoneità dell'area al progetto di ristrutturazione e ampliamento di un complesso produttivo per la manutenzione e costruzione di mezzi rotabili, Insediamento Industriale SRT S.r.l. – sede di Fano, ubicato ad angolo fra via del Bersaglio e via Pisacane.



La Relazione Geologica è inserita nella pratica con cui si richiede la Variante parziale al PRG relativamente al Comparto Unitario D1.

L'indagine è stata eseguita avvalendosi delle carte geologiche ufficiali, dell'ortofotocarta regionale e di Studi geologici eseguiti sia su aree limitrofe che all'interno dell'area stessa per precedenti ampliamenti e ristrutturazioni.

Le indagini geognostiche ubicate all'interno dell'area in studio rappresentate dalle prove penetrometriche ci consentono l'acquisizione dei dati stratigrafici necessari per la redazione della relazione geologica, il tutto in ottemperanza a quanto dettato dalle normative vigenti.

L'area risulta classificata dal vigente P.R.G. del Comune di Fano come zona D1 come da stralcio seguente:

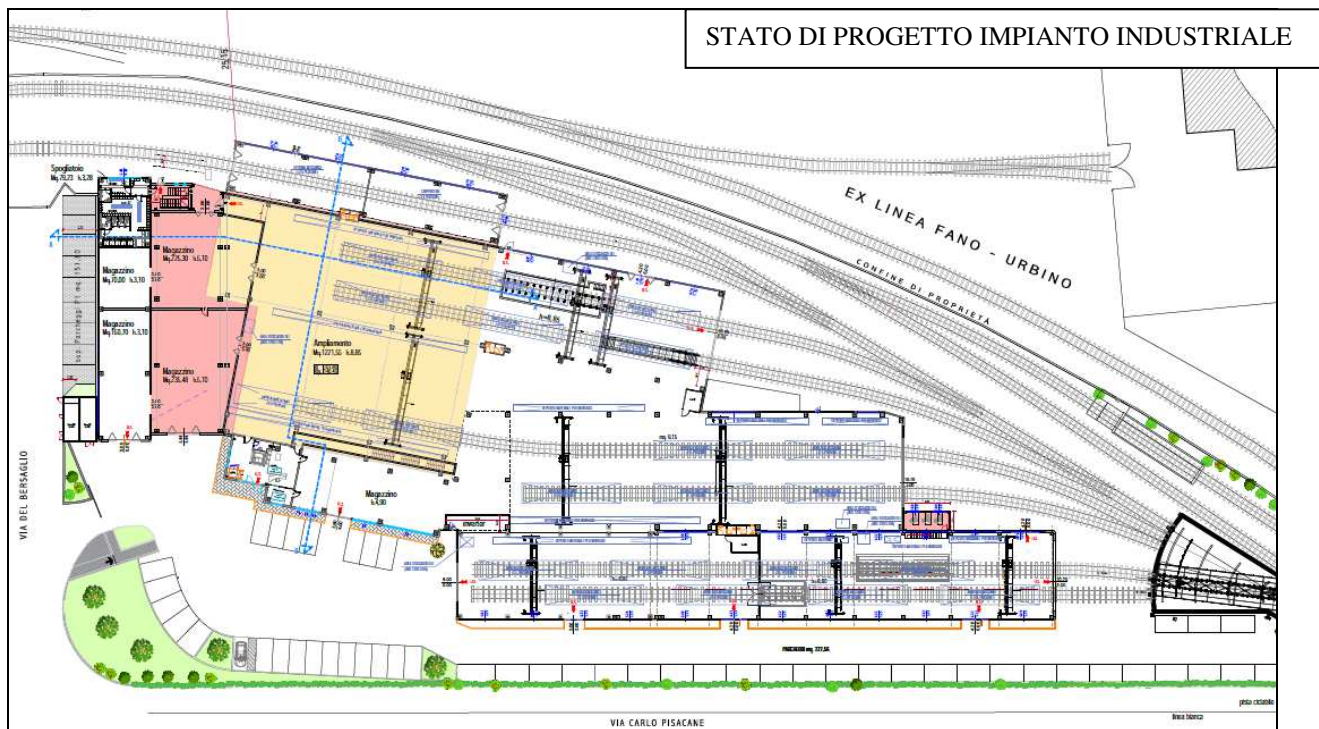
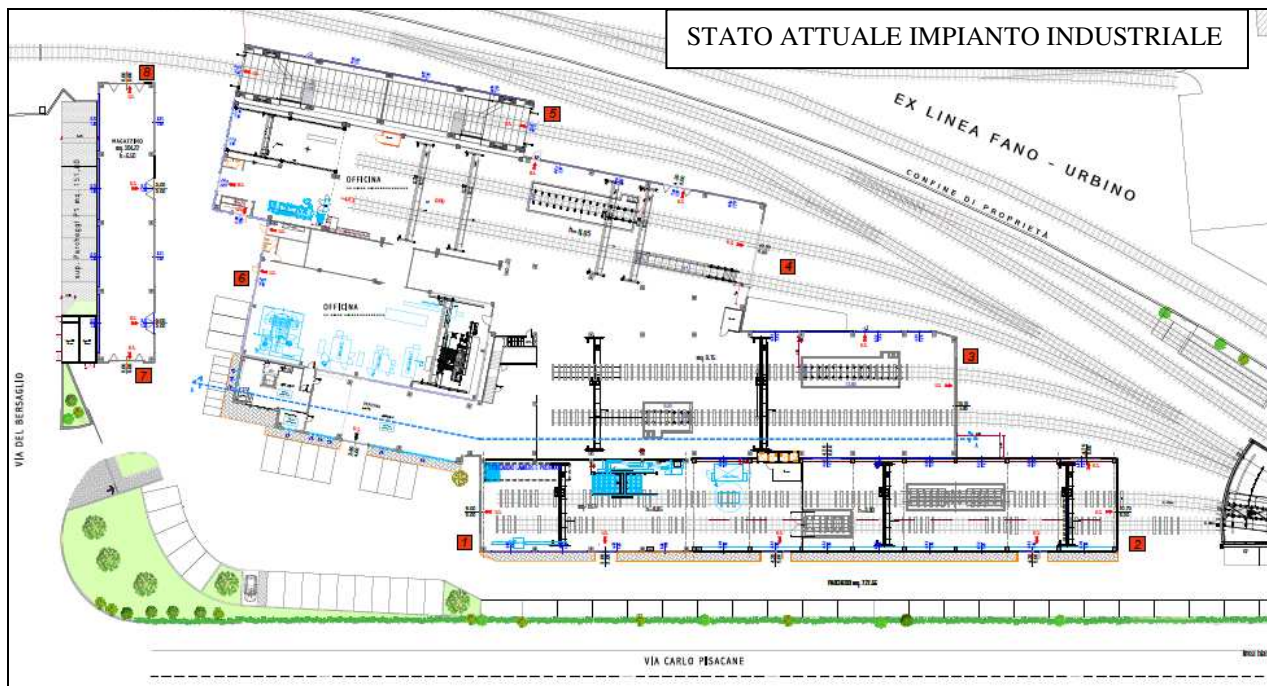


Il progetto di ristrutturazione ed ampliamento comprende le seguenti modifiche.

- Demolizione dei vecchi capannoni Baraclit, sismicamente non più idonei a sostenere i carichi accidentali (carroponte) che le nuove lavorazioni richiedono (evidenziate in giallo nello stralcio della Tavola di progetto riportata di seguito) e ricostruzione della porzione demolita con ampliamento su fino all'unione con quello esistente (evidenziata in rosso nello stralcio della Tavola di progetto riportata di seguito). Nella porzione in ampliamento il Piano Primo verrà adibito ad uffici, il Piano Secondo verrà adibito ad uffici e collegato con quelli già esistenti presenti nella palazzina.
- Nel capannone esistente su via del Bersaglio verrà realizzato una porzione di solaio intermedio per alloggiare come al piano terra gli spogliatoi per i dipendenti ed al Piano Primo gli uffici.
- Verrà realizzata una piccola "appendice esterna" ai capannoni già esistenti, sul lato Ancona, costituita da due piani fuori terra adibiti ad uffici (evidenziata in rosso nello stralcio della Tavola di progetto riportata di seguito);
- Realizzazione di un nuovo capannone adibito all'attività di verniciatura, a fianco del lavaggio già realizzato in precedenza, in sostituzione di quello esistente, che verrà adibito a magazzino, delle dimensioni di ml 6,36x21,96, evidenziate negli elaborati grafici allegati di seguito; sarà collocato catastalmente al Fg. 38 mapp.le 2548-2573 e Fg. 53 mapp. 1001-218, particelle di proprietà della Committenza; attualmente, nel vigente PRG, tali particelle sono a destinazione in parte D1 (zone a carattere industriale/artigianale), e in parte F3 (attrezzature a verde, gioco e sport, con IF=0.05 mq/mq).

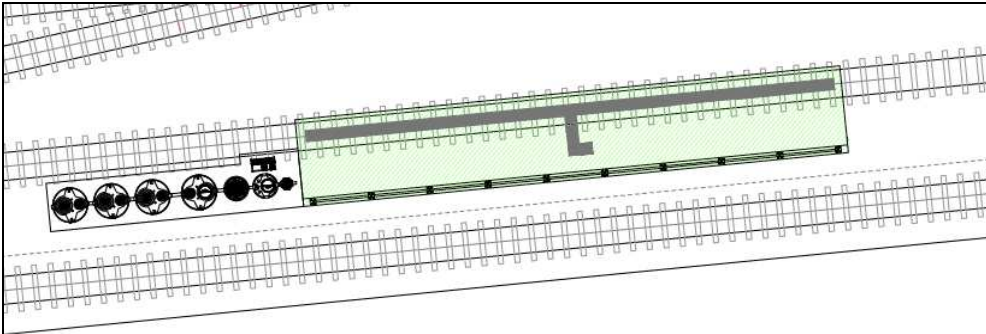
Il posizionamento di tale fabbricato avverrà a 5 metri dal confine (lato via Pisacane), chiedendo una variante al vigente PRG, con la distanza di DC = 5 ml; sarà invece a distanza regolamentare DF > 10 ml dagli altri fabbricati esistenti.

Si riporta di seguito lo stato attuale e quello di progetto dell'impianto industriale e del nuovo capannone per la verniciatura.

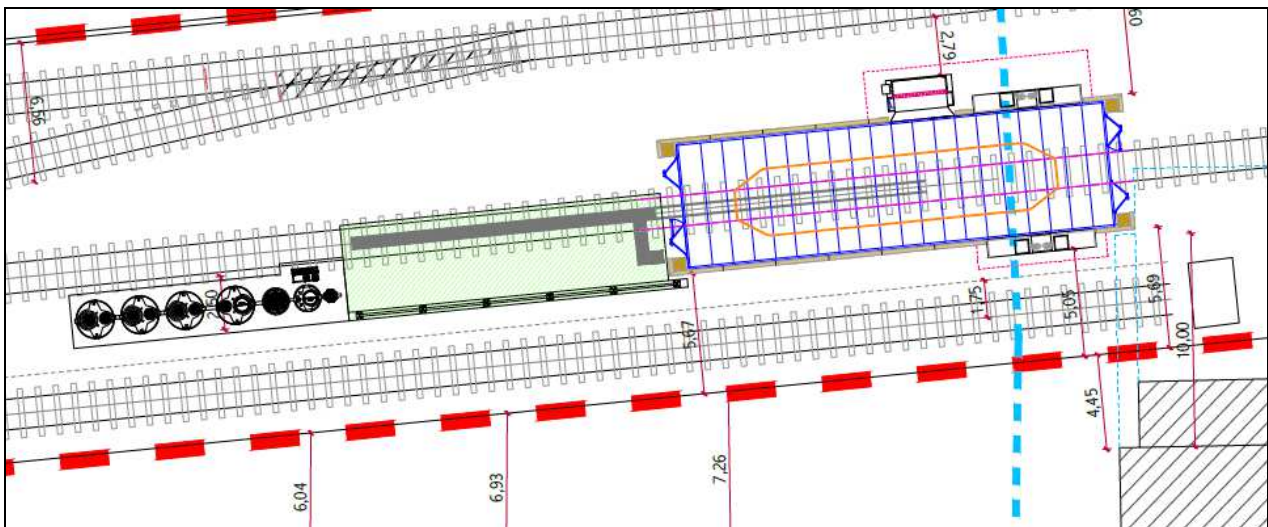


LAVAGGIO E NUOVO CAPANNONE VERNICIATURA

STATO ATTUALE



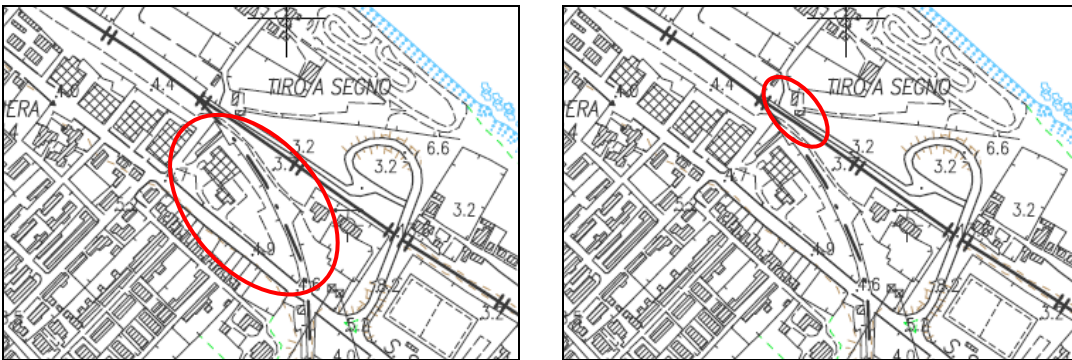
STATO DI PROGETTO



2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO – GEOLOGICO - IDROGEOLOGICO

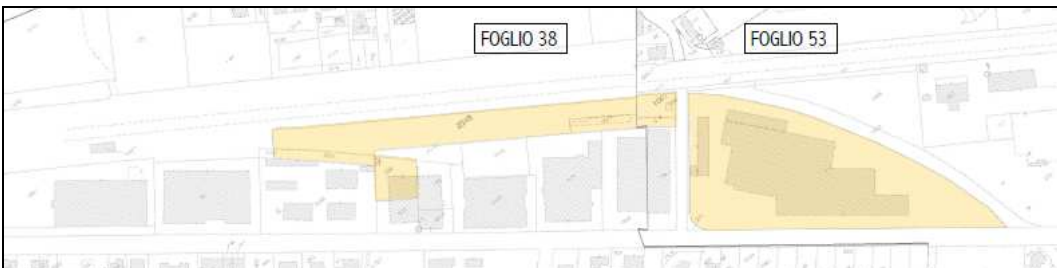
Topografia

L'area in oggetto risulta ubicata nel Comune di Fano in Via del Bersaglio n. 2 angolo con V.le Piceno e confina da un lato con la ex ferrovia Fano-Urbino. E' posta ad una quota topografica di 4.6/4.7 m s.l.m.m., come rappresentato nella allegata corografia ortofotogrammetrica, a scala 1:10.000, REGIONE MARCHE, sez. n° 269130 "FANO".

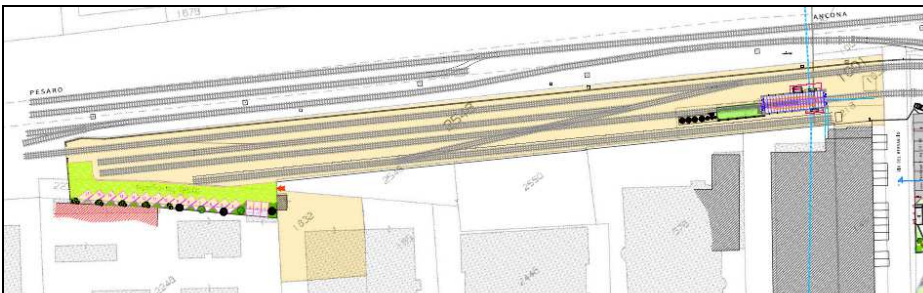


Stralcio Carta Tecnica Regionale sezione 269130 "FANO"

L'area di intervento dell'impianto industriale è distinta catastalmente al Foglio 53, map. 572, il capannone per la verniciatura al Foglio 38 mapp.2548,2551,2573,1832 e Foglio 53 mapp. 1001, 218,1132 come da stralci seguenti.



Planimetria Catastale impianto industriale foglio 53 - mapp. 572



Planimetria Catastale Verniciatura foglio 38 mapp. 2548, 2551, 2573,1832 - foglio 53 mapp. 1001, 218, 1032

Inquadramento Geologico Generale

L'area marchigiana è caratterizzata da una notevole complessità geologica, in quanto interessata da formazioni ed unità provenienti da domini paleogeografici e strutturali diversi; Si individuano due settori principali: l'Appennino Umbro-Marchigiano, in cui affiorano alcune tra le formazioni più antiche che si rinvencono nella catena appenninica, e l'Avanfossa Marchigiana.

L'Umbro - Marchigiano è un settore paleo-geografico che, a partire dal Giurassico, si è differenziato dalla Piattaforma carbonatica laziale - abruzzese in seguito all'azione di una importante fase tettonica distensiva.

L'Avanfossa è suddivisibile in Bacino Marchigiano Interno e in Bacino Marchigiano Esterno. Si è formata in seguito alle prime fasi di corrugamento mioceniche che hanno determinato l'individuazione di bacini di avanfossa orientati in senso appenninico e che sono migrati progressivamente verso est.

Le particolari caratteristiche della fascia di territorio in oggetto consentono di effettuare una distinzione in unità geologico - strutturali sulla base della litostratigrafia e dell'assetto tettonico.

Nel Tortoniano inizia una fase tettonica compressiva che ha determinato notevoli raccorciamenti ed ispessimenti in corrispondenza della catena appenninica, formando complessi edifici a thrust con vergenza orientale. Queste strutture compressive, accompagnate dalla formazione di bacini di avanfossa, si sono progressivamente spostate nel tempo da W verso E ed oggi si ritrovano, sepolte sotto i sedimenti marini, al largo della costa.

La fase compressiva termina nel Pliocene inferiore nell'ambito della porzione interna della catena (Calamita et alii, 1990), mentre continua lungo la costa adriatica (Dramis et alii, 2002), seguita a sua volta da una fase tettonica distensiva, che ha determinato lo sviluppo di faglie normali di notevole rigetto, a principale direzione appenninica e ribassanti verso W.

Nel Pleistocene inferiore un generale sollevamento ha determinato un forte approfondimento dei sistemi idrografici (Conti et alii, 1983; Gentili & Pambianchi, 1987); infine durante tutto il Quaternario domina la morfogenesi da parte degli agenti esogeni, che si sovrappone ai processi tettonici e sedimentari (Passeri, 1994).

Inquadramento geologico e geomorfologico di dettaglio

La situazione geomorfologica e geologico stratigrafica dell'area è stata ricostruita mediante l'ausilio delle Carte Geologiche e dei dati bibliografici esistenti opportunamente integrati con rilievi in sito ed indagini puntuali rappresentate da prove penetrometriche eseguite per la ristrutturazione e ampliamento precedente.

L'area è ubicata in una zona ampiamente antropizzata e la caratteristica morfologica principale dell'area è quella di essere pressoché pianeggiante, con quote pari a 4.6/4,7 m s.l.m.

Geologia

L'abitato di Fano si sviluppa in gran parte sui terrazzi alluvionali del III e IV ordine del fiume Metauro in continuità stratigrafica con i terrazzi marini omologhi rinvenibili lungo la fascia costiera (cronologicamente riferibili al Pleistocene medio e superiore).

Le alluvioni terrazzate (dal I al IV ordine) si sono deposte durante i periodi glaciali, che hanno interessato la penisola italiana nel Pleistocene e nell'Olocene; successivamente sono state incise dal corso fluviale a seguito delle variazioni climatiche e/o dei sollevamenti tettonici.

In particolare col sopraggiungere delle condizioni di clima freddo si produsse una drastica diminuzione della copertura vegetale lungo i versanti, con conseguente erosione dei suoli; i processi di disaggregazione del substrato roccioso diedero origine ad enormi quantità di detriti che, portati ai sistemi di drenaggio, sovraccaricarono le correnti fluviali esaurendone l'energia e favorendo ovunque i processi di sedimentazione alluvionale.

Al mutare delle condizioni ambientali verso climi temperati, si ebbe il ripopolamento vegetale dei versanti ed i depositi alluvionali vennero reinciati dalle acque fluviali, sempre meno cariche di detriti e con elevata capacità erosiva.

Una genesi differente è attribuita al livello terrazzato più basso (IV ordine); i clasti di questo deposito sono stati messi in posto soprattutto come conseguenza degli estesi disboscamenti effettuati in epoca storica, mentre la loro incisione si è verificata in tempi molto recenti a seguito delle attività antropiche che hanno rallentato l'apporto detritico dai versanti o hanno interrotto il transito dei materiali lungo l'alveo (formazione di bacini artificiali, escavazione di inerti dai letti fluviali, ecc.).

Nello specifico, i terrazzi alluvionali e marini del III ordine, che si rinvencono ad una quota di circa 10 -15 m sul livello del mare, presentano una buona estensione areale con uno spessore dei depositi che superano i venti metri; il deposito è costituito in prevalenza da ghiaia fine e grossa, di natura calcareo - marnosa, in matrice limoso - sabbiosa variamente abbondante; al tetto del deposito è presente un orizzonte (di circa 5 - 6 m di spessore) costituito da sedimenti argilloso-limoso-sabbiosi sovraconsolidati.

I terrazzi alluvionali ed i depositi litorali del IV ordine si rinvencono ad una quota di circa 3 - 5 m sul livello del mare e rappresentano una fascia (di alcune centinaia di metri di larghezza) parallela alla linea di costa con uno spessore dei depositi superiore ai dieci metri; il deposito è costituito in prevalenza da ghiaia fina e grossa (con frequenti elementi ciottolosi), di natura calcareo-marnosa, con rare intercalazioni lentiformi di sedimenti limoso - sabbiosi ed argilloso - limosi.

Nella zona a ridosso della costa è presente una stretta fascia di depositi litorali recenti ed attuali, posti a quote non superiori a 2 m s.l.m., costituiti da sabbia e ghiaia (anche grossolana) variamente prevalenti, con scarsa matrice limosa.

La coltre alluvionale ed i depositi litorali poggiano su un substrato, costituito da sedimenti di origine marina, rappresentati da argille siltoso-marnose di colore grigio-azzurro passanti ed intercalate a sabbie ed arenarie debolmente cementate che, in base alla cartografia ufficiale, sono cronologicamente riferibili al Pliocene inferiore e si inquadrano, nel contesto geologico regionale nei depositi dell'Avanfossa Periadriatica (Bacino Marchigiano Esterno).

Tettonica

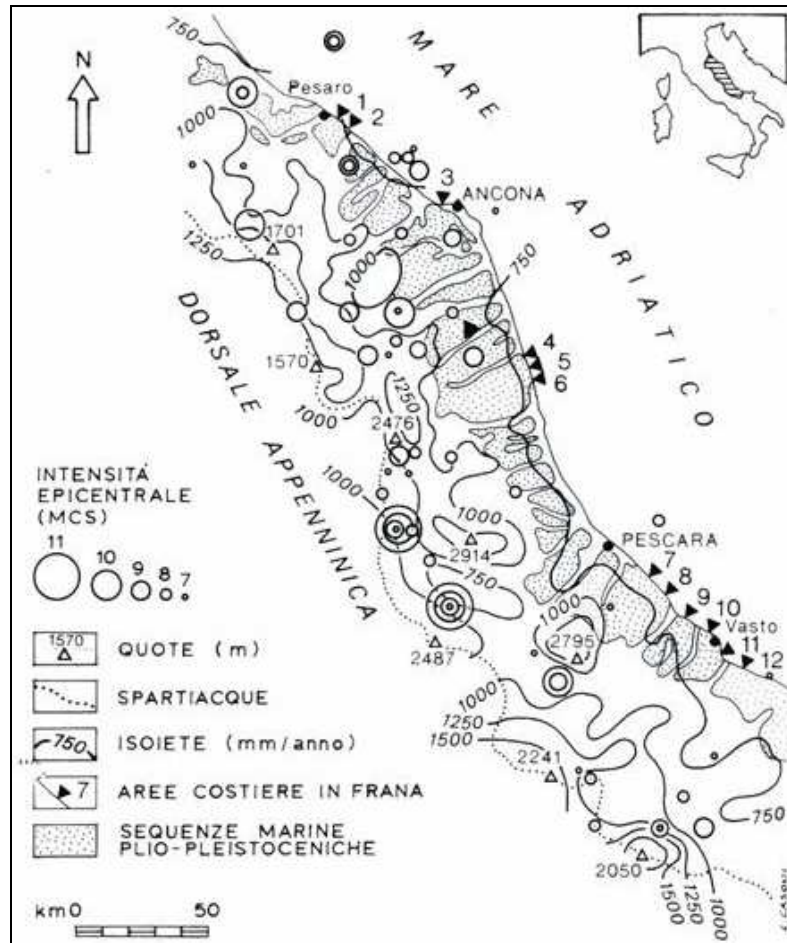
Le formazioni Plio-Pleistoceniche sono caratterizzate da assetto strutturale sub orizzontale o monoclinale, immergente verso NE e N con inclinazione variabile, in modo tale che la direzione degli strati risulta obliqua alla costa adriatica (Cancelli et al, 1984).

Durante l'ultimo glaciale (seconda metà del Pleistocene superiore), per effetto dell'enorme quantità d'acqua imprigionata nei ghiacciai continentali, il livello marino si è abbassato di oltre 120 m, lasciando scoperto il fondale dell'Adriatico fino circa all'altezza di Pescara e raddoppiando di fatto l'estensione della Pianura Padana. Così facendo, i fiumi marchigiani, si sono trovati a gettarsi non come oggi nelle acque dell'Adriatico, ma su un vasto prolungamento della Valle Padana. La risalita del livello marino protrattasi per tutta la prima parte dell'Olocene, fino a 5.000 anni fa circa, ha riportato gradualmente l'Adriatico all'estensione attuale e i fiumi marchigiani a riacquisire uno sbocco diretto in mare.

Con il Pleistocene inferiore, associato ai fenomeni di sollevamento tettonico regionale, inizia il sollevamento del bacino quaternario che, in più fasi, ha portato i sedimenti di chiusura della sequenza quaternaria a quote altimetriche variabili tra i 200 e i 500 m s.l.m. (Ambrosetti et al., 1982, Nanni et al., 1986, Nanni e Vivalda, 1987.).

Tale sollevamento è stato controllato da un complesso sistema di faglie verticali e normali, nel quale sono riconoscibili due principali allineamenti: uno è caratterizzato da faglie aventi direzione compresa tra N-S e N 160°, cioè all'incirca parallelo alla linea di costa, e un secondo con faglie grosso modo perpendicolari al precedente.

Questi intensi movimenti tettonici verificatisi nel Quaternario controllano evidentemente anche l'attività sismica che colpisce periodicamente le regioni costiere adriatiche (figura seguente) (Cancelli et al., 1984).



Distribuzione delle formazioni plio-pleistoceniche marine, frane, soiete e volumi focali (da Cancelli et al.,1984).

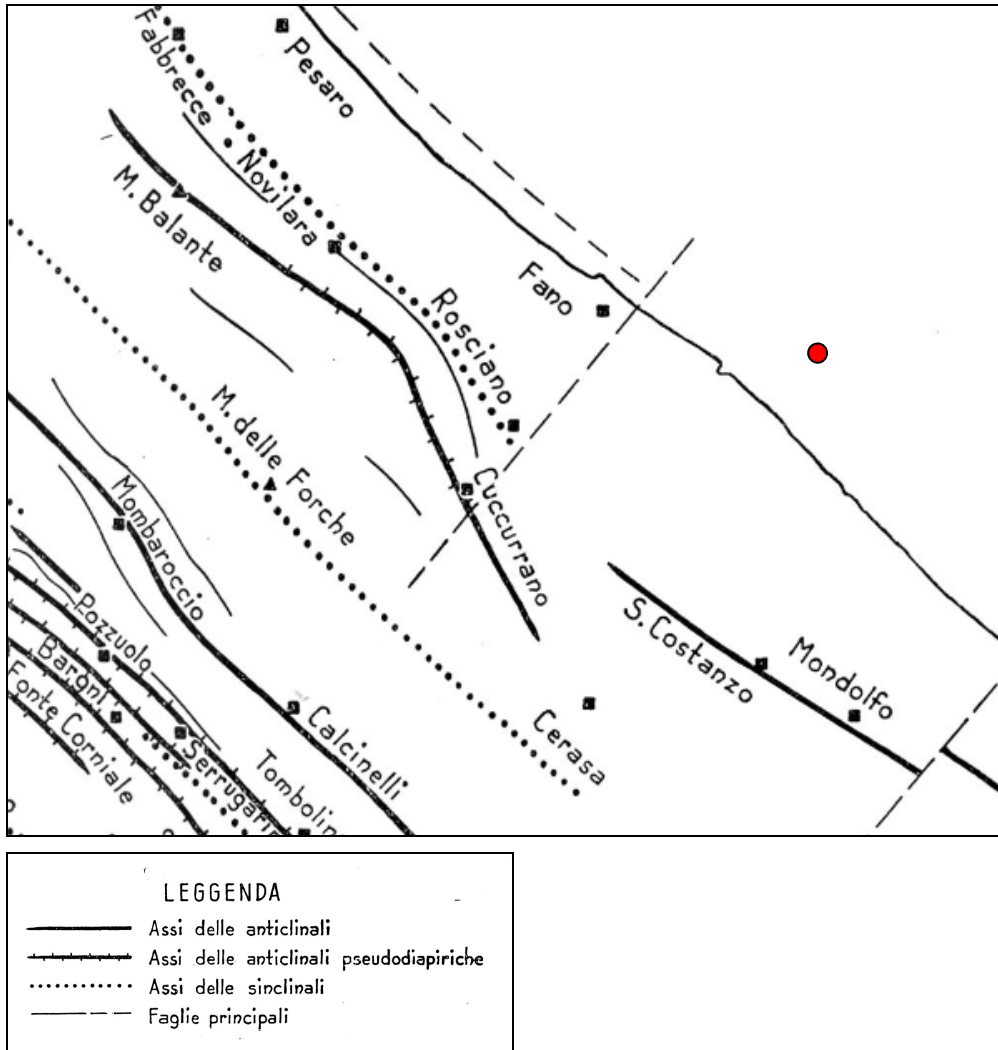
Dal punto di vista geologico – strutturale l'area è situata come già detto nel bacino marchigiano esterno strutturalmente caratterizzato da ampie sinclinali separate da anticlinali per lo più molto strette, tutte orientate NO-SE e spesso interessate da faglie longitudinali.

Le fasi distrofiche che hanno determinato la tettonica marchigiana sono state due: durante la prima fase si sono formate pieghe ampie e regolari sia nella Catena che nell'Avanfossa, la seconda fase è stata viceversa disgiuntiva con la compressione delle pieghe profonde, formazione delle grandi faglie inverse e dirette sui fianchi delle anticlinali. Essa fu intensa ma di breve durata; infatti si manifestò alla fine del Pliocene inferiore e fu seguita dalla grande trasgressione medio-pliocenica. Successivamente tutta la regione, Catena e Avanfossa, subì un progressivo sollevamento con il ritiro definitivo del mare alla fine del Pliocene superiore. Tale sollevamento aumentò il potere erosivo delle acque correnti incanalate che rimodellarono il paesaggio precedente con un forte approfondimento delle valli fluviali.

Oltre all'azione tettonica, l'evoluzione del rilievo fu fortemente condizionata dall'alternanza nel tempo di climi nettamente differenti, che durante il Quaternario sottoponevano l'area a passaggi da condizioni fredde a condizioni più temperate. Gli effetti di tali cambiamenti climatici sono tuttora rilevabili, un indicatore di

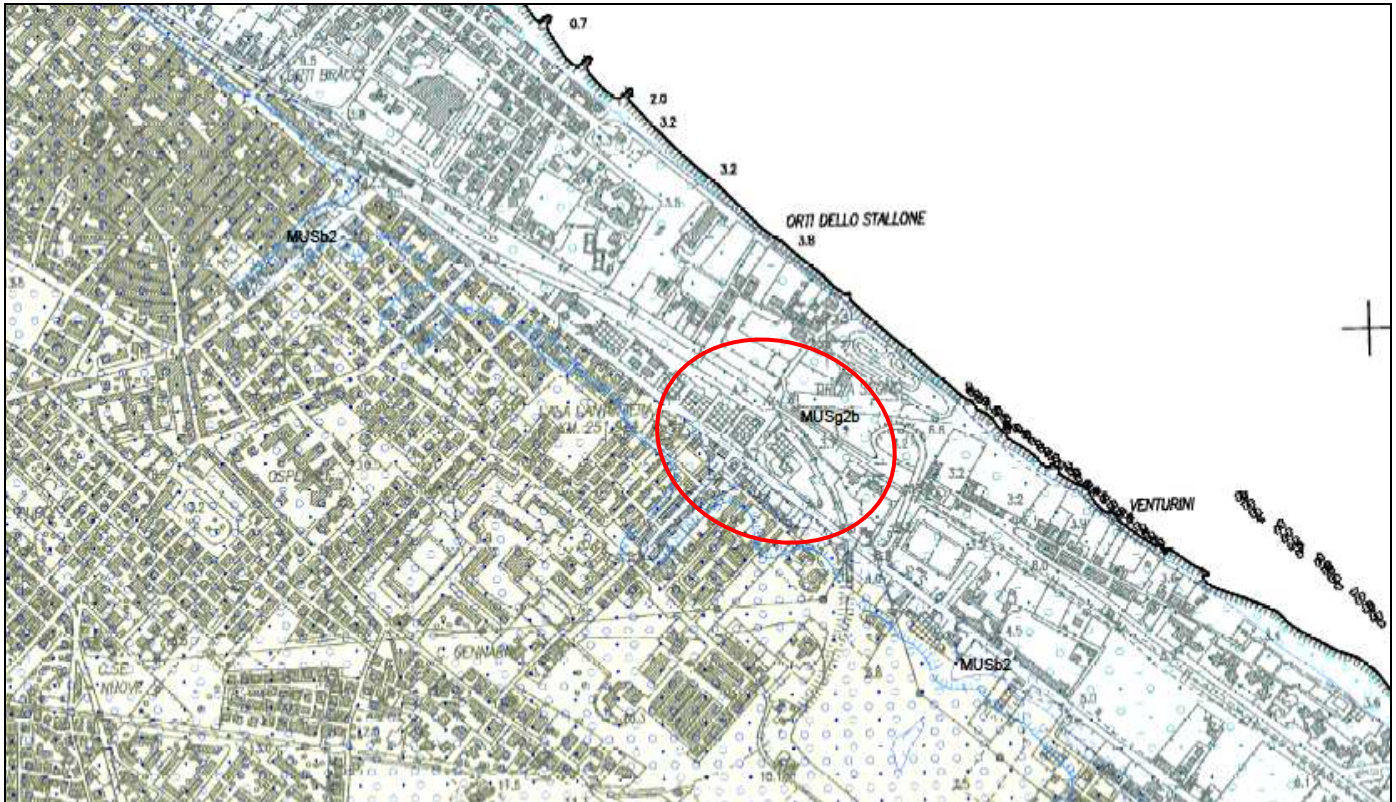
clima freddo è rappresentato per esempio dai depositi detritici stratificati di versante. Il ringiovanimento dei versanti ha determinato anche l'attivazione di vasti e diffusi movimenti di massa che hanno caratterizzato la morfologia del territorio marchigiano, la porzione occidentale risulta essere prevalentemente montuosa mentre quella orientale, essenzialmente collinare.

SCHEMA TETTONICO (R.Selli Il Bacino Del Metauro)



Si riporta di seguito uno Stralcio della Carta Geologica Regionale Sez. 269130 FANO con ubicazione area in studio.

CARTA GEOLOGICA REGIONALE
Edizione CTR Sez. 269130 FANO



DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

SISTEMA DEL MUSONE

(OLOCENE)

	MUSa1	Frane in evoluzione
	MUSb2	Depositi eluvio-colluviali
	MUSb	Depositi alluvionali attuali a) ghiaie e sabbie prevalenti con lenti sabbioso- limoso- argillose b) sabbie limi e argille con subordinate lenti ghiaiose
	MUSbn	Depositi alluvionali terrazzati a) ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie, limi ed argille b) argille, limi e sabbie associate a subordinate ghiaie
	MUSg2a	Depositi di spiaggia attuale ghiaie e sabbie in proporzioni variabili
	MUSg2b	Depositi di spiaggia antica ghiaie, sabbie, limi e argille in proporzioni variabili

Inquadramento climatico

L'area è collocata nel bacino idrografico del Fiume Metauro. Sulla base del sistema di classificazione dei climi proposto da Wladimir Köppen, che è certamente il più condiviso dai climatologi moderni, il clima della zona rientra nella classe C (clima temperato), che comprende i climi con temperature medie annue inferiori a 20°, nei quali la temperatura del mese più caldo supera i 10° e quella del più freddo è compresa fra 18° e -3°.

La classe C, individuata dal Köppen sulla base di criteri termici, si suddivide in tre gruppi, indicati dalle lettere s, w e f, in base a precise caratteristiche pluviometriche, il gruppo d'interesse è:

- "f" (iniziale della parola tedesca fehlt = manca) indica la mancanza di un mese arido.

In questo terzo gruppo il nostro sito (Cf), in cui in nessun periodo dell'anno si registra un elevato grado di aridità.

Una ulteriore specificazione del clima sulla base della temperatura del mese più caldo ci porta ad aggiungere alla sigla precedente (Cf) la lettera "a", se questa è superiore a 22° o la lettera "b" se è inferiore a 22°, ma almeno cinque mesi hanno una temperatura media superiore a 10°.

Pertanto il clima della zona è identificabile con la sigla Cfa.

In dettaglio il clima Cfa è caratterizzato da una temperatura media annua intorno ai 14°- 13°, da un'escursione termica moderata (circa 6°-7°) e da precipitazioni annue comprese fra i 737 mm di Fano ed i 988 di Fossombrone.

Si riporta di seguito l'andamento climatico dell'anno 2025 e dell'anno in corso 2026 da Servizio Agrometeo Regionale "Assam".

Anno 2025

Temperatura:

Il 2025 nelle Marche è stato il quarto anno più caldo dal 1961. La temperatura media annua è stata di 14,7°C corrispondente ad una differenza di +0,8°C rispetto al valore del trentennio di riferimento 1991- 2020. Dopo gli ultimi tre anni da caldo record, l'anomalia termica annua è tornata sotto la soglia di un grado centigrado. Nonostante questo calo, gli ultimi quattro anni sono stati i più caldi dell'intera serie storica a disposizione. Le statistiche ci dicono inoltre che, dal 2000, 19 anni su 26 hanno avuto una temperatura media più elevata della norma. Anche per le Marche, quindi, è evidente il processo di progressivo riscaldamento osservabile a livello globale, processo che si è accentuato a partire dagli anni 2000.

Inverno (dicembre 2024 – febbraio 2025)

Con una temperatura media di 6,9°C ed un'anomalia di +1,2°C rispetto al 1991-2020, quello del 2025 è stato, in ordine crescente, il nono più caldo per le Marche dal 1961. A livello mensile, se dicembre è stato sostanzialmente in norma, molto caldo invece è stato il mese di gennaio, ben +2,3°C rispetto al 1991-2020. Gennaio è stato più caldo di febbraio di 7,5°C, la temperatura media del primo mese, 6,9°C quella del secondo (+1°C rispetto al 1991-2020).

Primavera (marzo 2025 – maggio 2025) Anche la primavera è stata più calda del normale ma con uno scarto termico più contenuto rispetto a quello invernale. In effetti, con una temperatura media di 13,2°C, la differenza rispetto al

1991-2020 si è mantenuta sotto la soglia del grado centigrado, pari a +0,6°C. I mesi di marzo e aprile hanno registrato differenze positive mentre lo scostamento di maggio è stato sostanzialmente nullo.

Estate (giugno 2025 – agosto 2025) La stagione è partita con un mese di giugno eccezionalmente caldo. L'anomalia rispetto al 1991-2020 di tale mese è cresciuta addirittura oltre i 3°C, +3,2°C per l'esattezza, frutto dei 24,3°C di media regionale. Così giugno è stato più caldo addirittura dei due mesi caldi per eccellenza: luglio, valore medio di 24,1°C e anomalia di +0,4°C, agosto con 23,1°C di media; quest'ultimo mese è stato più freddo della media e ciò non accadeva, per il mese di agosto, dal 2016.

Dunque, il caldo anomalo è andato stemperandosi nel corso della stagione e a conti fatti lo scarto termico dell'estate è stato di +1°C (23,8°C la temperatura media dell'estate).

Autunno (settembre 2025 – novembre 2025) Il rientro delle temperature su valori più in linea con lo storico è continuato anche nel corso dell'autunno, stagione che, con una temperatura media di 14,6° C, è stata lievemente più calda del normale (+0,2°C rispetto al 1991-2020). Solo settembre ha fatto registrare un surplus termico: +1,4°C; negative sono state le anomalie dei due mesi successivi: -0,5°C per ottobre, -0,2°C per novembre.

Stagione	Temperatura media (°C)		
	2025	1991-2020	Anomalia
Inverno (dicembre 2024 – febbraio)	6,9	5,7	1,2
Primavera (marzo – maggio)	13,2	12,6	0,6
Estate (giugno – luglio)	23,8	22,8	1,0
Autunno (settembre – novembre)	14,6	14,4	0,2

Marche. Temperatura media stagionale e anomalia rispetto al 1991-2020 (°C).

Precipitazione:

Il 2025 nelle Marche è stato meno piovoso della norma. Il suo valore medio regionale di 739mm corrisponde ad un ammanco di circa il 12% rispetto al totale medio del 1991-2020. A differenza della temperatura, per la precipitazione non si riscontra un andamento storico statisticamente significativo, almeno nel periodo di dati a nostra disposizione (dal 1961 in poi).

Inverno (dicembre 2024 – febbraio 2025) L'inverno 2025 ha registrato una piovosità in linea con lo storico 1991-2020; il totale medio regionale di pioggia caduta è stato di 205mm. Due mesi su tre sono stati più piovosi del normale, tranne gennaio che, con un totale medio di 30mm, segna un ammanco del 47%. Anche il numero stagionale di giorni di pioggia è stato in linea con la media 1991-2020. Tale prestazione è scaturita dal fatto che in dicembre il numero di tali giorni è stato pari alla norma; gennaio di poco inferiore (-2 giorni) e febbraio di poco superiore (+2 giorni).

Primavera (marzo 2025 – maggio 2025) Stagione più piovosa del normale; il totale medio regionale di pioggia caduta è stato di 258mm corrispondente ad un +17% rispetto 1991-2020. Tranne in aprile quando, con un totale medio di 41mm si è verificato un ammanco del 46%, negli altri due mesi le precipitazioni hanno fatto registrare valori superiori alla media sia come accumuli totali (+68% per marzo, +29% per maggio) che come numero di giorni di pioggia (+5 giorni per marzo, +2 giorni per maggio).

Estate (giugno 2025 – agosto 2025) Il caldissimo giugno è stato anche un mese molto secco, appena 11mm di pioggia media caduta in regione, -82% rispetto al 1991-2020. Diversamente luglio e agosto, sono stati mesi piuttosto piovosi:

in luglio il totale medio regionale è stato di 75mm quindi con uno scarto del 73% rispetto al 1991-2020; in agosto il totale è stato di 68mm, la differenza del +35%. In conclusione, la precipitazione della stagione estiva è stata di 154mm valore perfettamente in linea con lo storico 1991- 2020.

Autunno (settembre 2025 – novembre 2025) L'ultima stagione dell'anno, l'autunno, è stata caratterizzata da una piovosità inferiore alla norma; il totale medio regionale di pioggia caduta è stato di 202mm (-24% rispetto allo storico). Il deficit stagionale si specchia nei deficit di settembre e ottobre, rispettivamente di - 44% e -43%. Anche il numero di giorni di pioggia è stato inferiore alla media: -2 giorni per settembre, -3 giorni per ottobre. Provvidenziale il mese di novembre quando la pioggia (e la neve) è tornata a cadere ed il mese, con un totale di 109mm (19 giorni piovosi), si è rivelato del 8% più bagnato del normale.

Stagione	Precipitazione totale		
	2025 (mm)	1991-2020 (mm)	Anomalia (%)
Inverno (dicembre 2024 – febbraio)	205	202	1
Primavera (marzo – maggio)	258	220	17
Estate (giugno – luglio)	154	154	0
Autunno (settembre – novembre)	202	265	-24

Marche. Precipitazione totale stagionale e anomalia rispetto al 1991-2020 (mm).

Anno 2026

I primi mesi del 2026 nelle Marche, secondo i dati Meteo regione Marche, si sono distinti per un caldo anomalo e un'elevata piovosità. Febbraio è stato tra i più caldi dal 1961, mentre gennaio è risultato molto umido, con precipitazioni sopra la media. Le temperature in entrambi i mesi sono rimaste significativamente sopra la norma. Gennaio è stato un mese caratterizzato da un forte surplus di precipitazioni (circa 95 mm, +70% rispetto alla media) e temperature superiori alla norma, con una fase anticiclonica nella seconda decade e piogge nelle altre. Febbraio si è confermato molto caldo, posizionandosi come il terzo (o quarto secondo alcune analisi) più caldo dal 1961 nelle Marche. Le piogge hanno seguito il trend di gennaio, portando un ulteriore surplus idrico. Le temperature nel bimestre gennaio-febbraio ha confermato una fase climatica mite, con scarti positivi rispetto alla media 1991-2020. Le condizioni di alta piovosità e temperature elevate hanno influenzato la gestione delle risorse idriche, con un aumento del deficit idrico che persisteva da fine 2025.

Si riportano di seguito le tabelle con l'andamento delle temperature e delle precipitazioni

TEMPERATURE

Mese	Anno attuale	1991-2020	Scarto
dic 2025	7.3	6.1	1.2
gen 2026	6.0	5.2	0.8
feb 2026	8.9	5.9	3.0
mar 2026	10.3	9.0	1.3
I valori evidenziati sono del mese in corso quindi soggetti a variazioni.			

PRECIPITAZIONI

Mese	Anno attuale	1991-2020	Scarto
dic 2025	36.6	85.6	-49.0
gen 2026	95.8	56.9	38.9
feb 2026	69.9	61.2	8.7
mar 2026	15.2	74.6	-59.4
I valori evidenziati sono del mese in corso quindi soggetti a variazioni.			

Inquadramento idrologico

All'interno dell'area in studio non sono presenti fossi o torrenti oggetto di monitoraggio qualitativo da parte degli enti preposti.

L'area è posta al di fuori di aree soggette a potenziale rischio esondazione. (Vedi stralcio PAI allegato di seguito).

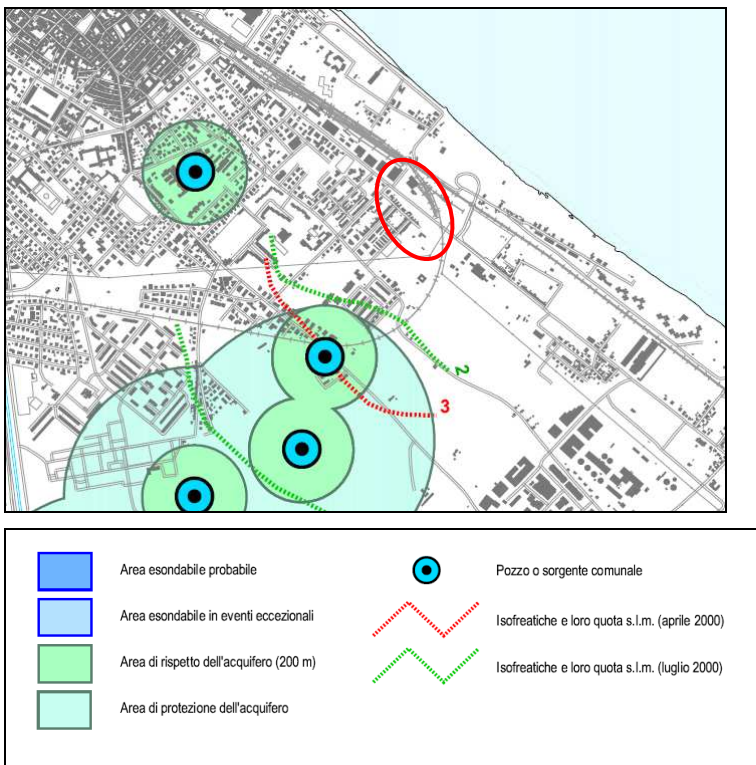
L'area insiste sui depositi alluvionali del IV ordine i quali risultano avere una alta permeabilità, sono in gran parte costituiti da ghiaie frammiste a sabbie e limi.

Questi terreni ricoprono un substrato roccioso impermeabile costituito da argille plioceniche la cui superficie risulta incisa variamente per la presenza di paleovalvei.

La falda è alimentata dalle acque meteoriche e dagli apporti superficiali dei rilievi collinari e mediante le infiltrazioni provenienti da alcuni tratti del fiume Metauro dove questi non incide il letto fluviale argilloso di base.

Dalle indagini effettuate il livello statico della falda idrica risulta essere alla profondità di circa 1,80 metri dal p.c. all'interno della formazione ghiaiosa.

Si allega di seguito lo stralcio della Carta delle pericolosità geologiche (rischio idraulico) del Comune di Fano, che non evidenzia pericoli.



3. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE

Per una caratterizzazione litostratigrafica dell'area sono state considerate quattro prove penetrometriche DPSH eseguite per la ristrutturazione e ampliamento dell'insediamento industriale ubicate come da planimetria allegata e immagini seguente.



Insediamento industriale

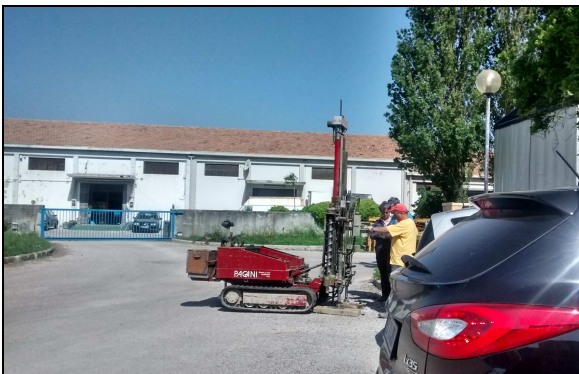


Area lavaggio con ampliamento capannone verniciatura

Prove Penetrometriche

La ricostruzione della situazione stratigrafica è stata eseguita dai risultati delle quattro indagini penetrometriche tre delle quali eseguite previa esecuzione di un preforo in quanto l'area è ricoperta quasi interamente dal manto di asfalto e da riempimenti con materiale grossolano.

Le prove sono state eseguite come dinamiche DPSH con sonda penetrometrica Pagani TG73 200KN le cui caratteristiche strumentali sono riportate nel rapporto allegato.



PROVA PENETROMETRICA N. 1



PROVA PENETROMETRICA N. 2



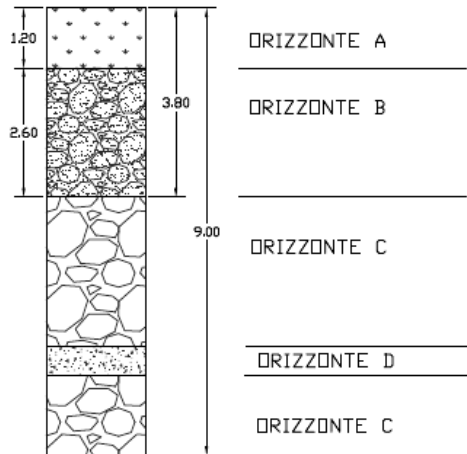
PROVA PENETROMETRICA N.3



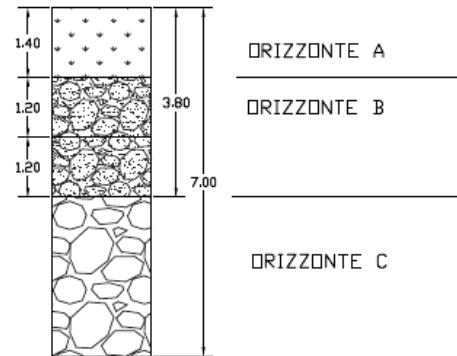
PROVA DPSH di Via del Bersaglio

I risultati delle prove penetrometriche sono riportate nel rapporto allegato alla relazione di cui fa parte integrante, si riporta di seguito la ricostruzione stratigrafica delle quattro verticali di indagine.

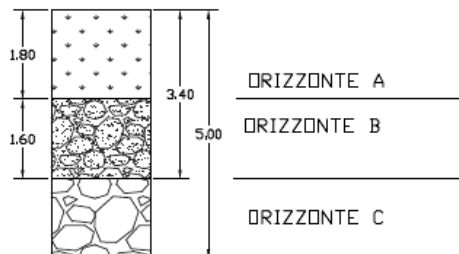
DPSH1



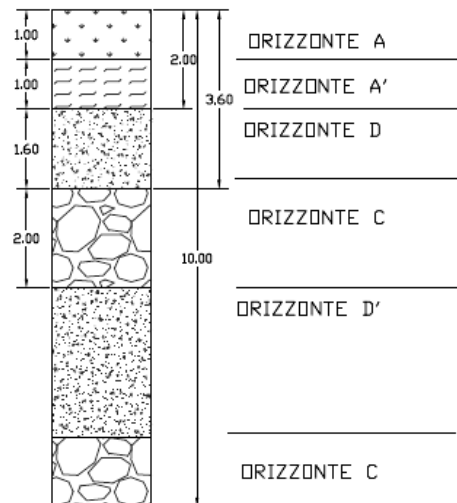
DPSH2



DPSH3



DPSH1-via del bersaglio



ORIZZONTE A-A': terreno superficiale di copertura riportato e compattato.

ORIZZONTE B: ghiaia e sabbia

ORIZZONTE C: ghiaia eterometrica con matrice sabbiosa

ORIZZONTE D: ghiaia limosa

ORIZZONTE D': sabbia mediamente addensata

Da quanto riportato precedentemente il sottosuolo può essere schematizzato nei seguenti STRATI:

STRATO 1 (da 0 fino a 1.20/1.80 m dal p.c.)

Terreno di riporto

STRATO 2 (fino a 3.40/3.80 m dal p.c.)

Terreno alluvionale, prevalentemente incoerente rappresentato da ghiaie e sabbie, nella prova 2 al disotto del terreno rimaneggiato è stato rilevato uno strato di sabbia ghiaiosa fino a 2.60 m

STRATO 3 (fino alla fine delle indagini 9.00/7.00/5.00 m dal p.c.)

Ghiaia caratterizzata da una discreta omogeneità: sono immerse in poca matrice sabbiosa, sono presenti delle lenti di ghiaia sabbiosa e ghiaia limosa con spessori di 60 - 80 cm.

STRATO 4

Formazione di base delle Argille Plioceniche litologicamente rappresentate da argille marnose azzurre, siltose, talora lievemente sabbiose, del Pliocene inferiore e medio.

In allegato si riporta la planimetria con l'ubicazione delle Prove e delle sezioni stratigrafiche e le sezioni stratigrafiche.

Descrizione delle sezioni stratigrafiche

I terreni presenti sono frutto di una deposizione alluvionale di materiale granulare, ricca di interdigitazioni ed alternanze tra sedimenti ghiaioso sabbiosi, ghiaioso argillosi e sabbie ghiaiose, essa non presenta soluzioni di continuità ma una progressiva e costante variazione della loro composizione granulometrica.

La ricostruzione stratigrafica mediante le indagini eseguite evidenzia un primo strato di copertura rappresentato dal materiale di riporto, massicciata stradale e materiale di riempimento che raggiunge nella prova 3 1,80 metri. Seguono le ghiaie miste a sabbia nella parte più superficiale, alla profondità di 3,80-4,20 m dal piano campagna le ghiaie si presentano con poca matrice sabbiosa. Il substrato è rappresentato dalla formazione delle Argille Plioceniche litologicamente argille marnose azzurre, siltose, talora lievemente sabbiose.

All'interno del pacco alluvionale sono presenti più falde idriche, la profondità della prima falda si attesta ad una profondità di 1.80 metri dal piano campagna.

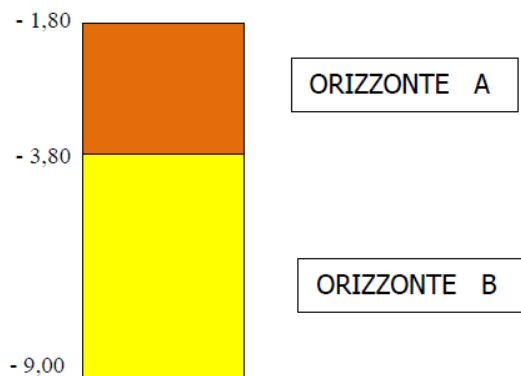
4. PARAMETRI GEOMECCANICI

Con la normativa del D.M. 17/01/2018 l'analisi del sistema terreno struttura viene trattato con metodi semiprobabilistici e compare il concetto di PARAMETRI CARATTERISTICI per i parametri della resistenza al taglio del terreno, coesione e angolo di attrito interno; per valore caratteristico s'intende quel valore al quale è associata una prefissata probabilità di non superamento. I dati seguenti (valori nominali e parametri disaggregati) potranno essere utilizzati per la determinazione dei parametri caratteristici nella relazione geotecnica.

I principali parametri fisico-meccanici attribuibili ai terreni del sottosuolo vengono dedotti dalle prove DPSH sulla base delle usuali correlazioni disponibili e ampiamente documentate dalla letteratura tecnica e scientifica.

I parametri fisico-meccanici sono per i terreni di natura granulare il peso di volume (γ) e l'angolo di attrito (ϕ).

Si è ritenuto di adottare il seguente modello geotecnico del sito:



ORIZZONTE A: ghiaia e sabbia

Peso unità di volume $\gamma_{\text{nominale}} = 2,00 \text{ Kg/cmc}$

Angolo di attrito $\phi_{\text{medio}} = 33,13^\circ$

ORIZZONTE B : ghiaia poco sabbiosa

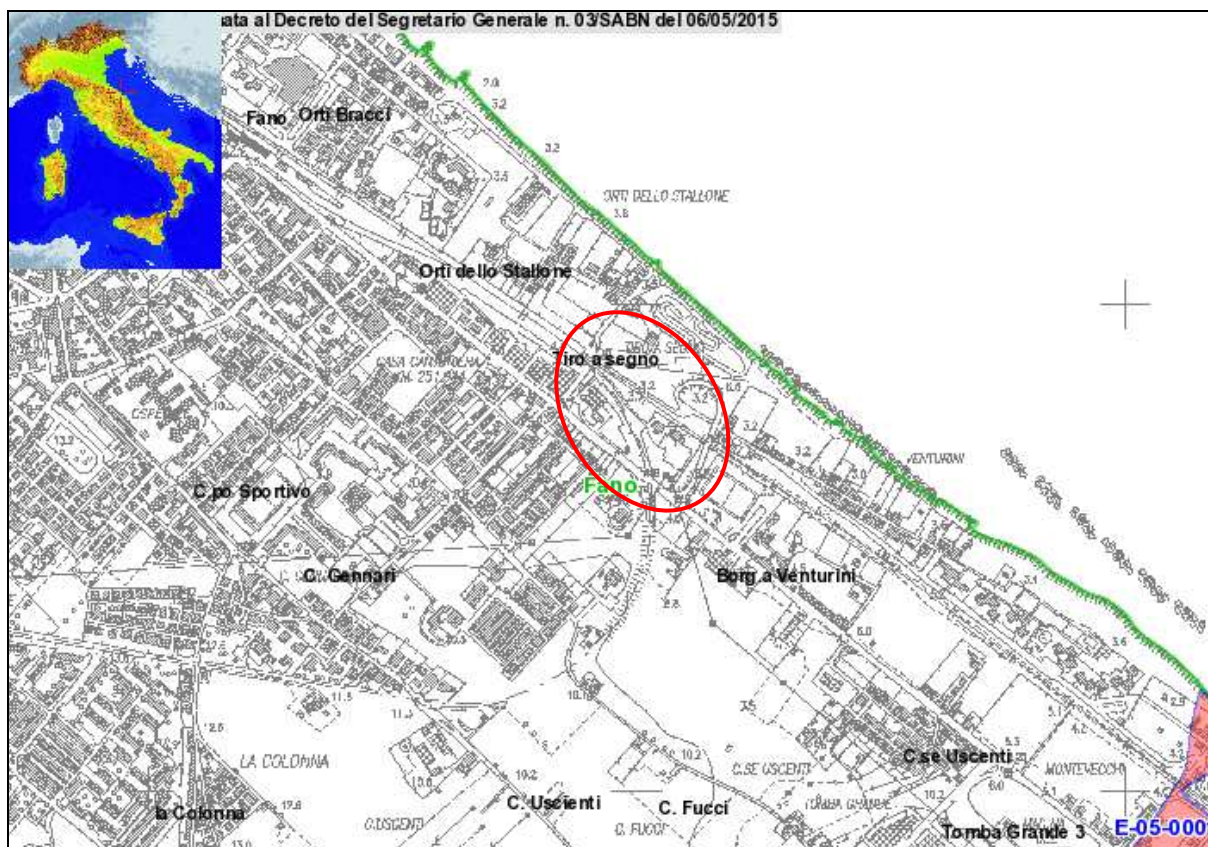
Peso unità di volume $\gamma_{\text{nominale}} = 2,14 \text{ Kg/cmc}$

Angolo di attrito $\phi_{\text{medio}} = 36,68^\circ$

5. ANALISI DEI VINCOLI PRESENTI NELL' AREA

Piano di Assetto Idrogeologico

Il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Marche non individua nell'area in oggetto dissesti in atto o potenziali o aree esondabili come si evince dallo stralcio sotto riportato.



BASE CARTOGRAFICA	
Toponimi	TOPONIMI
CTR_Marche	CONFINI COMUNALI
ConfiniComunali	Comune
PAI-PS2006	R2
ESONDAZIONI-P/	R4
R1	
R3	
ESONDAZIONI-PS2006	
CODICE_PS	

FRANE-PAI	
R1	R2
R3	R4
VALANGHE-PAI	
R4	

Nell'area non è presente alcun vincolo.

6. Considerazioni sulla componente geologica del progetto

Le condizioni geologiche e geotecniche sono buone per la realizzazione delle opere in progetto che consistono nella demolizione e ricostruzione di una parte dell'opificio, dalla costruzione di un manufatto nuovo che andrà a collegare gli edifici esistenti e dalla realizzazione di un nuovo capannone adibito all'attività di verniciatura: nell'area affiorano terreni ghiaiosi in matrice sabbiosa nella parte superficiale seguiti da ghiaie con buone caratteristiche geomeccaniche. Poiché il progetto non prevede la realizzazione del piano interrato/seminterrato il piano di posa delle fondazioni sarà rappresentato dall'orizzonte superficiale ghiaioso in matrice sabbiosa.

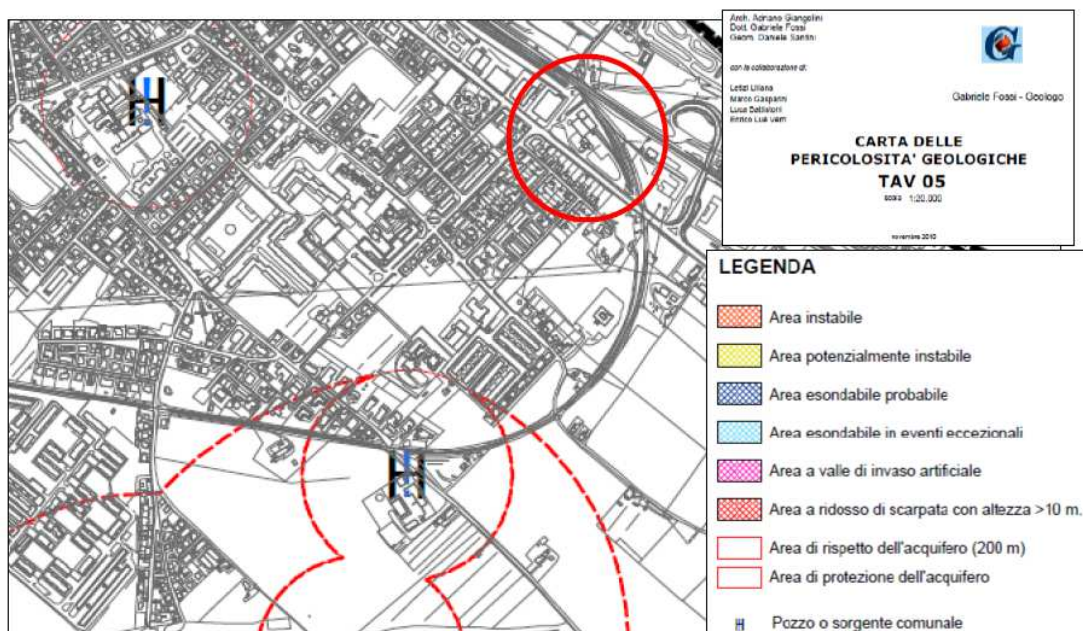
Il piano di posa della fondazione superficiale deve essere fissato rispettando i seguenti criteri:

- Superare lo strato superficiale di terreno vegetale ed eventuali strati di detrito, riporto o terreni che in genere abbiano caratteristiche meccaniche scadenti (1,80 ÷ 2,00 m dal p.c.).
- Superare lo strato di terreno soggetto all'azione del gelo o a variazioni stagionali del contenuto d'acqua (1,50 m dal p.c.).

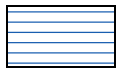
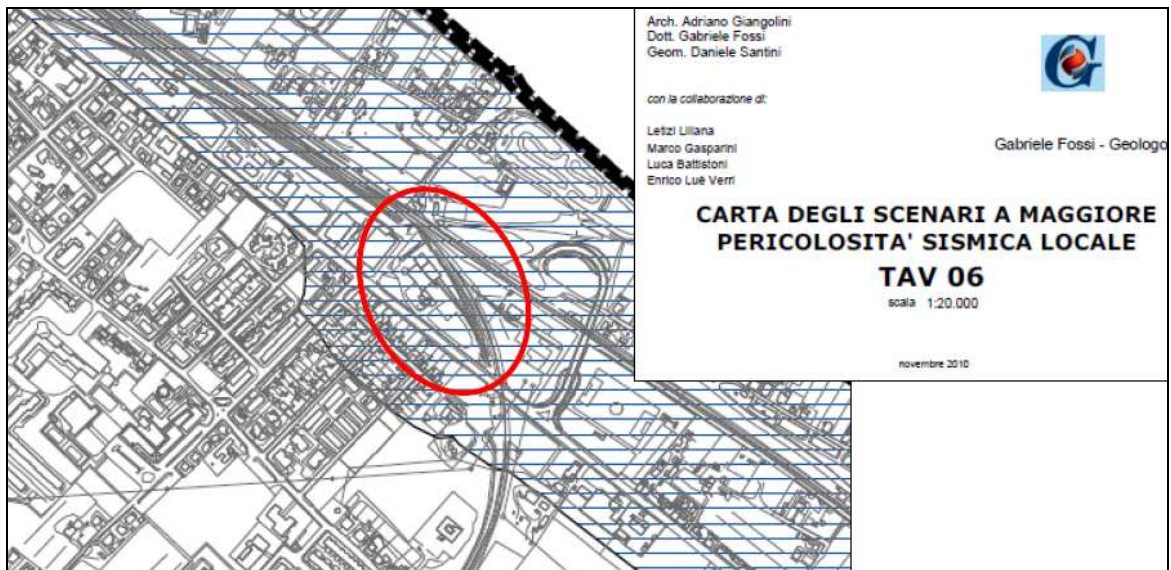
La superficie freatica è posta ad una profondità di 1,80 m dal piano campagna.

Non sono state riscontrate situazioni di pericolosità geologica è presente la pericolosità sismica rappresentata dalla falda ubicata a profondità < di 5,00 m dal p.c.

Si allegano Carta Pericolosità Geologiche e Sismiche del Comune di Fano.



L'area non è interessata da alcuna pericolosità geologica.



Area caratterizzata da terreni granulari grossolani con falda acquifera $\leq 5\text{m}$

7. CONCLUSIONI

Le previsioni edilizie in progetto sono state valutate sotto l'aspetto geologico, geomorfologico, e idrogeologico.

Nella zona non sono presenti dissesti idrogeologici né fenomeni gravitativi attivi o quiescenti che possano interferire con le opere in progetto (PAI).

Il sistema idrografico non costituisce un pericolo idraulico per le opere in progetto.

Si ritiene quindi che non esistano motivi di carattere geologico geomorfologico e idrogeologico che possano impedire l'intervento da attuare.

Dal punto di vista geomeccanico, ai terreni indagati viene attribuito un comportamento prevalentemente di tipo incoerente in quanto rappresentati da ghiaie.

Il progetto di ampliamento dovrà tenere in debito conto la presenza della falda freatica alla quota di - 1,8 m dal piano campagna.

Ai sensi della DGR 53/2014 titolo III paragrafo 3.4 visto l'aumento di superficie impermeabile inferiore a 100 mq si omette la verifica del principio dell'invarianza idraulica.

Questo studio resta a disposizione per qualsiasi chiarimento voglia essere richiesto in merito a quanto sopra esposto.

Fano, 03/04/2026

Geol. Laura Pelonghini

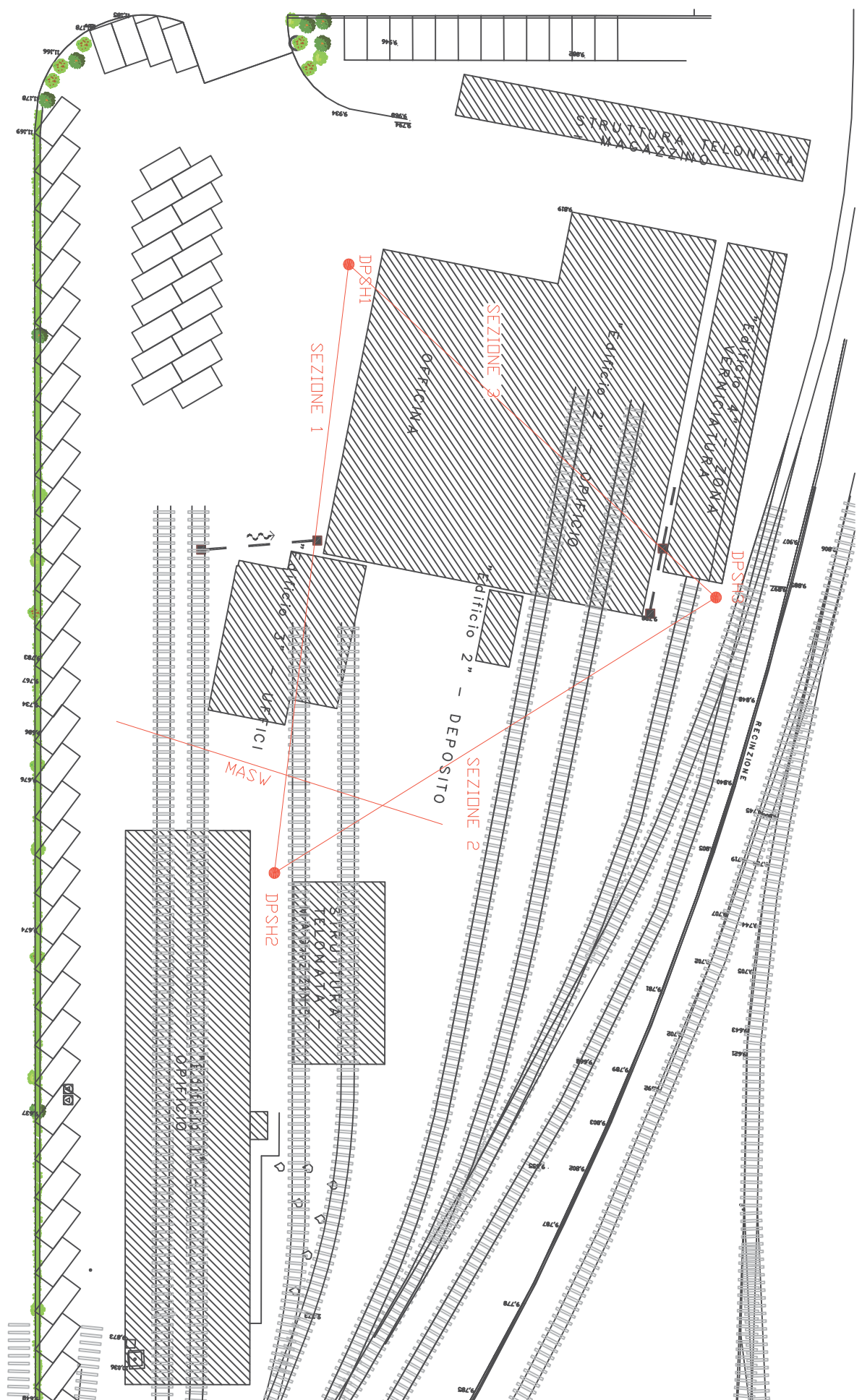
Geol. Maria Vittoria Castellani

ALLEGATI:

Allegato 1 - PLANIMETRIA

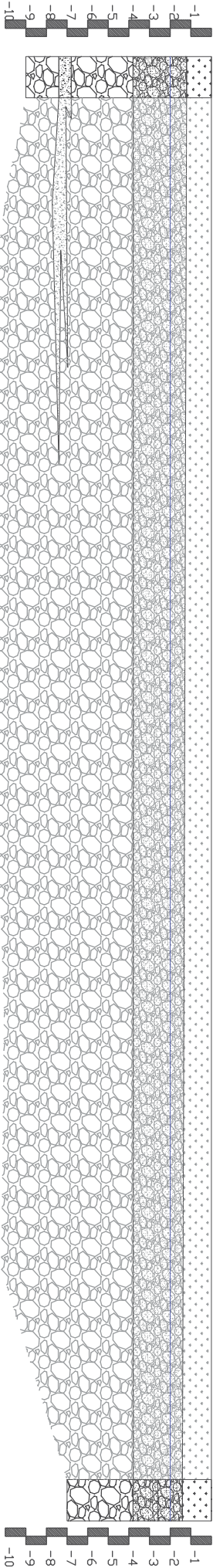
Allegato 2 - Prove penetrometriche DPSH

Allegato 3 - SEZIONI STRATIGRAFICHE

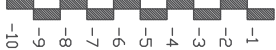


SEZIONE 1

DPSH1

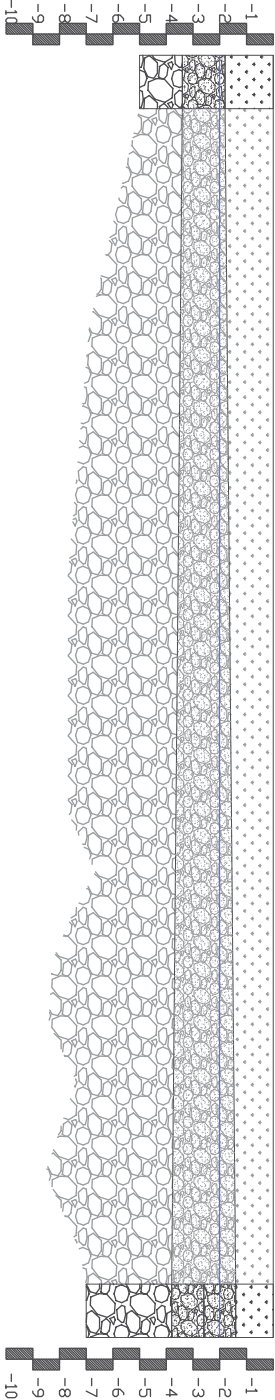


DPSH2

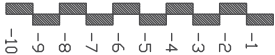


SEZIONE 2

DPSH3



DPSH2



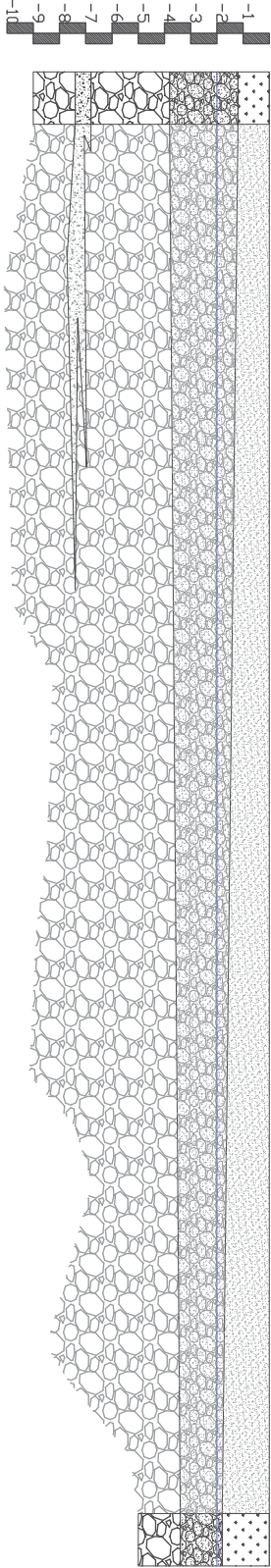
LEGENDA

scala 1:200

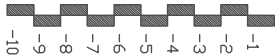
- | | |
|--|--|
| | |
| | |
| | |

SEZIONE 3

DPSH1



DPSH3





di **DONNINI A. & MANTONI F.**

Via Piano di Frassineta, 109 - 60041 Sassoferrato (AN)

Tel/Fax: 0732/96839 - Cell.: 338/9056200 & 328/2652947

P.Iva: 02495830420 - C.F.: 02495830420

**INDAGINI & GEOFISICHE
PROVE IN SITO**

servizisismici@hotmail.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Prove n°: D.P.S.H. 1 - 2 - 3

Committente: SRT - S.r.l.

Cantiere: Via del Bersaglio, 2

Località: Fano (PU)

CARATTERISTICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE (Penetrometro Statico - Dinamico Pagani TG 63-200 Kn.)

Rif. Norme:

Peso massa battente:

Altezza di caduta libera:

Peso sistema di battuta:

Diametro punta conica:

Area di base punta:

Lunghezza delle aste:

Peso aste a metro:

Profondità di giunzione 1° asta:

Avanzamento punta:

Numero colpi per punta:

Rivestimento:

Angolo di apertura punta:

Rendimento medio strumento:

Coefficiente di correlazione:

Din 4094

63.5 Kg

0.75 m

0.63 Kg

51.0 mm

20.43 cm²

1.0 m

6.31 kg

0.40 m

0.20

n (20)

assente

90°

73%

1.487-1°asta

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 07/05/2015
 Profondità prova 9,00 mt
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

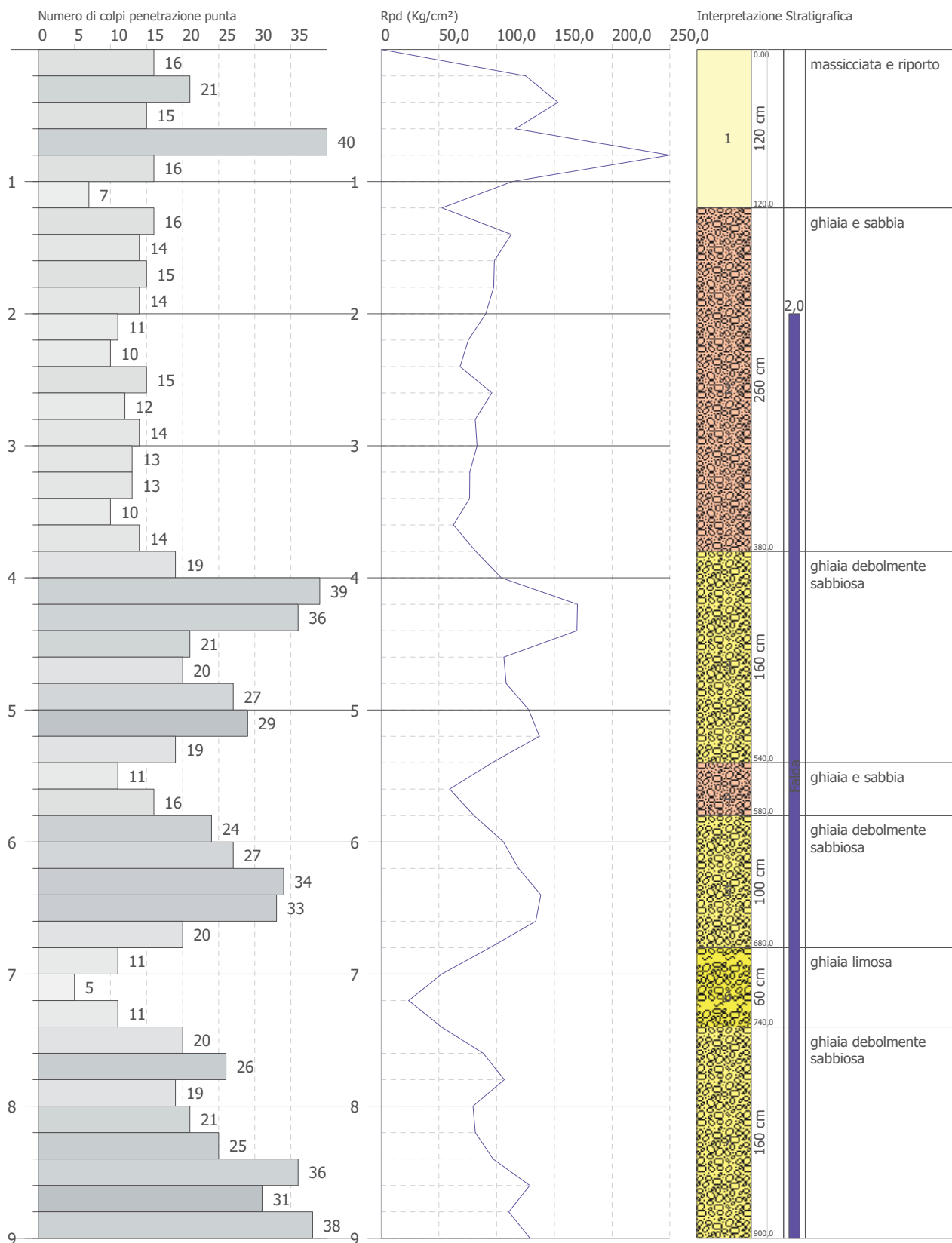
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	16	0,805	125,11	155,49	6,26	7,77
0,40	21	0,751	153,21	204,07	7,66	10,20
0,60	15	0,797	116,18	145,77	5,81	7,29
0,80	45	0,643	281,33	437,30	14,07	21,87
1,00	16	0,790	113,60	143,84	5,68	7,19
1,20	7	0,836	52,63	62,93	2,63	3,15
1,40	16	0,783	112,61	143,84	5,63	7,19
1,60	14	0,780	98,11	125,86	4,91	6,29
1,80	15	0,776	104,69	134,85	5,23	6,74
2,00	14	0,773	90,53	117,09	4,53	5,85
2,20	11	0,820	75,45	92,00	3,77	4,60
2,40	10	0,817	68,34	83,63	3,42	4,18
2,60	15	0,764	95,87	125,45	4,79	6,27
2,80	12	0,811	81,43	100,36	4,07	5,02
3,00	14	0,759	83,04	109,46	4,15	5,47
3,20	13	0,756	76,84	101,64	3,84	5,08
3,40	13	0,753	76,58	101,64	3,83	5,08
3,60	10	0,801	62,62	78,18	3,13	3,91
3,80	14	0,748	81,92	109,46	4,10	5,47
4,00	19	0,746	104,04	139,47	5,20	6,97
4,20	39	0,594	169,96	286,27	8,50	14,31
4,40	36	0,641	169,50	264,25	8,47	13,21
4,60	21	0,689	106,24	154,15	5,31	7,71
4,80	20	0,737	108,21	146,81	5,41	7,34
5,00	27	0,685	127,94	186,76	6,40	9,34
5,20	29	0,683	137,01	200,60	6,85	10,03
5,40	19	0,731	96,08	131,43	4,80	6,57
5,60	11	0,779	59,28	76,09	2,96	3,80
5,80	16	0,727	80,49	110,67	4,02	5,53
6,00	24	0,675	106,03	156,96	5,30	7,85
6,20	27	0,674	118,97	176,59	5,95	8,83
6,40	34	0,622	138,32	222,37	6,92	11,12
6,60	33	0,620	133,89	215,83	6,69	10,79
6,80	20	0,719	94,01	130,80	4,70	6,54
7,00	11	0,767	52,34	68,22	2,62	3,41
7,20	5	0,766	23,74	31,01	1,19	1,55
7,40	11	0,764	52,13	68,22	2,61	3,41
7,60	20	0,713	88,41	124,04	4,42	6,20
7,80	26	0,661	106,64	161,26	5,33	8,06
8,00	19	0,710	79,55	112,05	3,98	5,60
8,20	21	0,659	81,56	123,85	4,08	6,19
8,40	25	0,657	96,90	147,44	4,85	7,37
8,60	36	0,606	128,65	212,31	6,43	10,62
8,80	31	0,605	110,55	182,82	5,53	9,14
9,00	38	0,603	128,91	213,60	6,45	10,68

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: SRT S.r.l
Cantiere: Via del Bersaglio
Località: Fano (PU)

Data: 07/05/2015

Scala 1:41



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**TERRENI INCOERENT I**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) ghiaia e sabbia	19,91	1,20-3,80	19,91	Meyerhof 1957	98,33
Strato (3) ghiaia debolmente sabbiosa	40,19	3,80-5,40	27,595		100
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,76	5,40-5,80	17,88		80,4
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	42,61	5,80-6,80	28,805		99,21
Strato (6) ghiaia limosa	13,94	6,80-7,40	13,94		66,97
Strato (7) ghiaia debolmente sabbiosa	41,96	7,40-9,00	28,48		92,07

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) ghiaia e sabbia	19,91	1,20-3,80	19,91	Japanese National Railway	32,97
Strato (3) ghiaia debolmente sabbiosa	40,19	3,80-5,40	27,595		35,28
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,76	5,40-5,80	17,88		32,36
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	42,61	5,80-6,80	28,805		35,64
Strato (6) ghiaia limosa	13,94	6,80-7,40	13,94		31,18
Strato (7) ghiaia debolmente sabbiosa	41,96	7,40-9,00	28,48		35,54

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato (2) ghiaia e sabbia	19,91	1,20-3,80	19,91	Schmertmann (1978) Sabbie	159,28
Strato (3) ghiaia debolmente sabbiosa	40,19	3,80-5,40	27,595		331,14
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,76	5,40-5,80	17,88		143,04
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	42,61	5,80-6,80	28,805		345,66
Strato (6) ghiaia limosa	13,94	6,80-7,40	13,94		111,52
Strato (7) ghiaia debolmente sabbiosa	41,96	7,40-9,00	28,48		341,76

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) ghiaia e sabbia	19,91	1,20-3,80	19,91	Classificazione e A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) ghiaia debolmente sabbiosa	40,19	3,80-5,40	27,595		ADDENSATO
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,76	5,40-5,80	17,88		MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	42,61	5,80-6,80	28,805		ADDENSATO
Strato (6) ghiaia limosa	13,94	6,80-7,40	13,94		MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (7) ghiaia debolmente sabbiosa	41,96	7,40-9,00	28,48		ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (2) ghiaia e sabbia	19,91	1,20-3,80	19,91	Meyerhof ed altri	1,99
Strato (3) ghiaia debolmente sabbiosa	40,19	3,80-5,40	27,595		2,11
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,76	5,40-5,80	17,88		1,95
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	42,61	5,80-6,80	28,805		2,12
Strato (6) ghiaia limosa	13,94	6,80-7,40	13,94		1,85
Strato (7) ghiaia debolmente sabbiosa	41,96	7,40-9,00	28,48		2,12

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (2) ghiaia e sabbia	19,91	1,20-3,80	19,91	(A.G.I.)	0,32
Strato (3) ghiaia debolmente sabbiosa	40,19	3,80-5,40	27,595		0,3
Strato (4) ghiaia e sabbia	20,76	5,40-5,80	17,88		0,32
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	42,61	5,80-6,80	28,805		0,3
Strato (6) ghiaia limosa	13,94	6,80-7,40	13,94		0,33
Strato (7) ghiaia debolmente sabbiosa	41,96	7,40-9,00	28,48		0,3

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 07/05/2015
 Profondità prova 7,00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

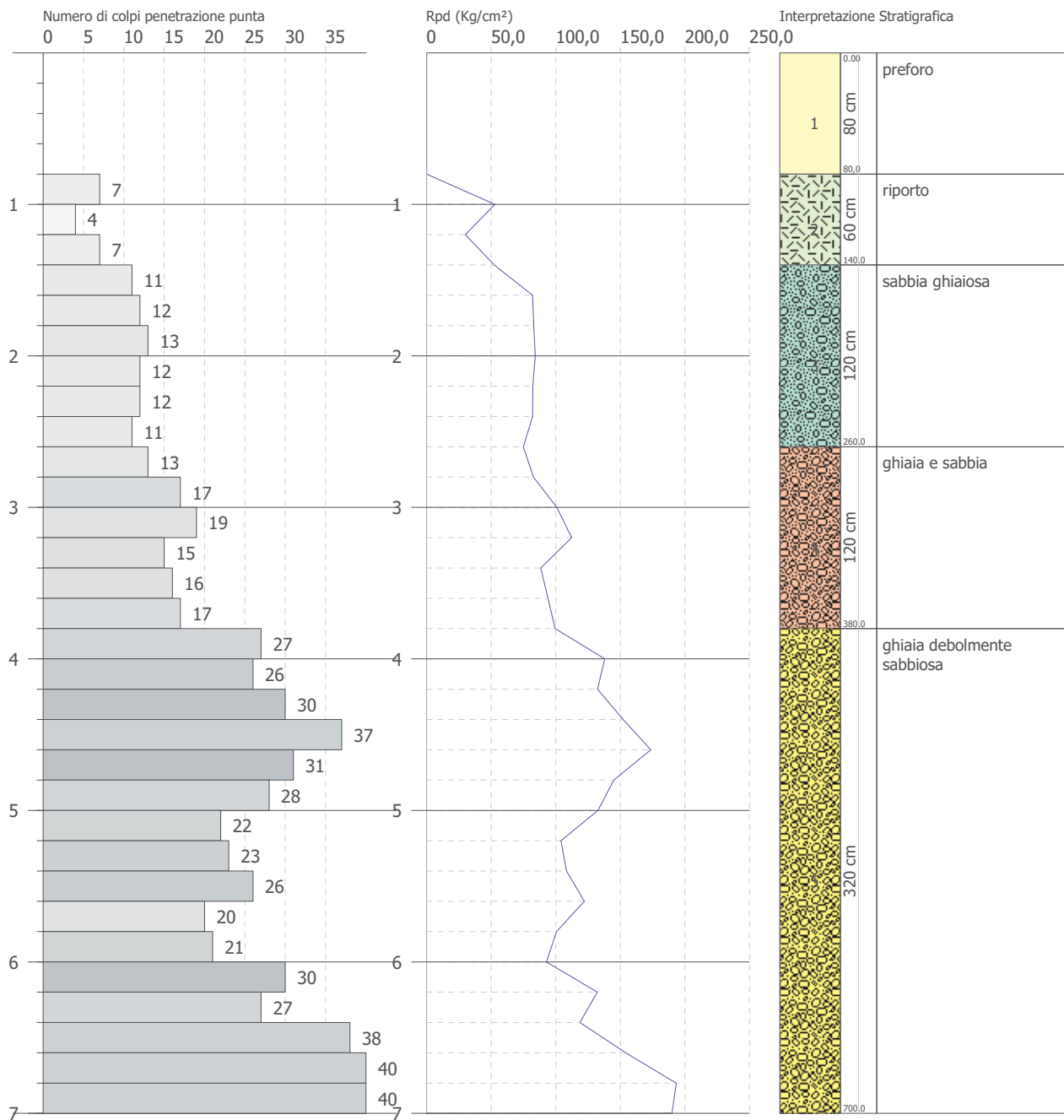
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	0	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	0	0,851	0,00	0,00	0,00	0,00
0,60	0	0,847	0,00	0,00	0,00	0,00
0,80	0	0,843	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	7	0,840	52,84	62,93	2,64	3,15
1,20	4	0,836	30,07	35,96	1,50	1,80
1,40	7	0,833	52,41	62,93	2,62	3,15
1,60	11	0,830	82,03	98,89	4,10	4,94
1,80	12	0,826	89,14	107,88	4,46	5,39
2,00	13	0,773	84,06	108,72	4,20	5,44
2,20	12	0,820	82,31	100,36	4,12	5,02
2,40	12	0,817	82,01	100,36	4,10	5,02
2,60	11	0,814	74,91	92,00	3,75	4,60
2,80	13	0,761	82,78	108,72	4,14	5,44
3,00	17	0,759	100,84	132,91	5,04	6,65
3,20	19	0,756	112,30	148,55	5,62	7,43
3,40	15	0,753	88,36	117,28	4,42	5,86
3,60	16	0,751	93,93	125,10	4,70	6,25
3,80	17	0,748	99,47	132,91	4,97	6,65
4,00	27	0,696	137,94	198,19	6,90	9,91
4,20	26	0,694	132,39	190,85	6,62	9,54
4,40	30	0,691	152,26	220,21	7,61	11,01
4,60	37	0,639	173,61	271,59	8,68	13,58
4,80	31	0,637	144,97	227,55	7,25	11,38
5,00	28	0,685	132,68	193,68	6,63	9,68
5,20	22	0,683	103,94	152,18	5,20	7,61
5,40	23	0,681	108,35	159,10	5,42	7,95
5,60	26	0,679	122,14	179,85	6,11	8,99
5,80	20	0,727	100,61	138,34	5,03	6,92
6,00	21	0,675	92,77	137,34	4,64	6,87
6,20	30	0,674	132,19	196,21	6,61	9,81
6,40	27	0,672	118,67	176,59	5,93	8,83
6,60	38	0,620	154,18	248,53	7,71	12,43
6,80	52	0,569	193,42	340,09	9,67	17,00
7,00	54	0,567	189,96	334,92	9,50	16,75

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: SRT S.r.l
Cantiere: Via del Bersaglio
Località: Fano (PU)

Data: 07/05/2015

Scala 1:40



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) riporto	9,02	0,80-1,40	9,02	Meyerhof 1957	72,78
Strato (3) sabbia ghiaiosa	17,79	1,40-2,60	17,79		92,4
Strato (4) ghiaia e sabbia	24,32	2,60-3,80	24,32		96,15
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	46,25	3,80-7,00	46,25		100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) riporto	9,02	0,80-1,40	9,02	Japanese National Railway	29,71
Strato (3) sabbia ghiaiosa	17,79	1,40-2,60	17,79		32,34
Strato (4) ghiaia e sabbia	24,32	2,60-3,80	24,32		34,3
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	46,25	3,80-7,00	46,25		40,88

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato (2) riporto	9,02	0,80-1,40	9,02	Schmertmann (1978) Sabbie	72,16
Strato (3) sabbia ghiaiosa	17,79	1,40-2,60	17,79		142,32
Strato (4) ghiaia e sabbia	24,32	2,60-3,80	24,32		194,56
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	46,25	3,80-7,00	46,25		470,0

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) riporto	9,02	0,80-1,40	9,02	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) sabbia ghiaiosa	17,79	1,40-2,60	17,79		MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) ghiaia e sabbia	24,32	2,60-3,80	24,32		MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	46,25	3,80-7,00	46,25		ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (2) riporto	9,02	0,80-1,40	9,02	Meyerhof ed altri	1,70
Strato (3) sabbia ghiaiosa	17,79	1,40-2,60	17,79		1,95
Strato (4) ghiaia e sabbia	24,32	2,60-3,80	24,32		2,07
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	46,25	3,80-7,00	46,25		2,22

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (2) riporto	9,02	0,80-1,40	9,02	(A.G.I.)	0,34
Strato (3) sabbia ghiaiosa	17,79	1,40-2,60	17,79		0,32
Strato (4) ghiaia e sabbia	24,32	2,60-3,80	24,32		0,31
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	46,25	3,80-7,00	46,25		0,26

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 07/05/2015
 Profondità prova 7,00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	0	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	0	0,851	0,00	0,00	0,00	0,00
0,60	0	0,847	0,00	0,00	0,00	0,00
0,80	0	0,843	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	7	0,840	52,84	62,93	2,64	3,15
1,20	4	0,836	30,07	35,96	1,50	1,80
1,40	7	0,833	52,41	62,93	2,62	3,15
1,60	11	0,830	82,03	98,89	4,10	4,94
1,80	12	0,826	89,14	107,88	4,46	5,39
2,00	13	0,773	84,06	108,72	4,20	5,44
2,20	12	0,820	82,31	100,36	4,12	5,02
2,40	12	0,817	82,01	100,36	4,10	5,02
2,60	11	0,814	74,91	92,00	3,75	4,60
2,80	13	0,761	82,78	108,72	4,14	5,44
3,00	17	0,759	100,84	132,91	5,04	6,65
3,20	19	0,756	112,30	148,55	5,62	7,43
3,40	15	0,753	88,36	117,28	4,42	5,86
3,60	16	0,751	93,93	125,10	4,70	6,25
3,80	17	0,748	99,47	132,91	4,97	6,65
4,00	27	0,696	137,94	198,19	6,90	9,91
4,20	26	0,694	132,39	190,85	6,62	9,54
4,40	30	0,691	152,26	220,21	7,61	11,01
4,60	37	0,639	173,61	271,59	8,68	13,58
4,80	31	0,637	144,97	227,55	7,25	11,38
5,00	28	0,685	132,68	193,68	6,63	9,68
5,20	22	0,683	103,94	152,18	5,20	7,61
5,40	23	0,681	108,35	159,10	5,42	7,95
5,60	26	0,679	122,14	179,85	6,11	8,99
5,80	20	0,727	100,61	138,34	5,03	6,92
6,00	21	0,675	92,77	137,34	4,64	6,87
6,20	30	0,674	132,19	196,21	6,61	9,81
6,40	27	0,672	118,67	176,59	5,93	8,83
6,60	38	0,620	154,18	248,53	7,71	12,43
6,80	52	0,569	193,42	340,09	9,67	17,00
7,00	54	0,567	189,96	334,92	9,50	16,75

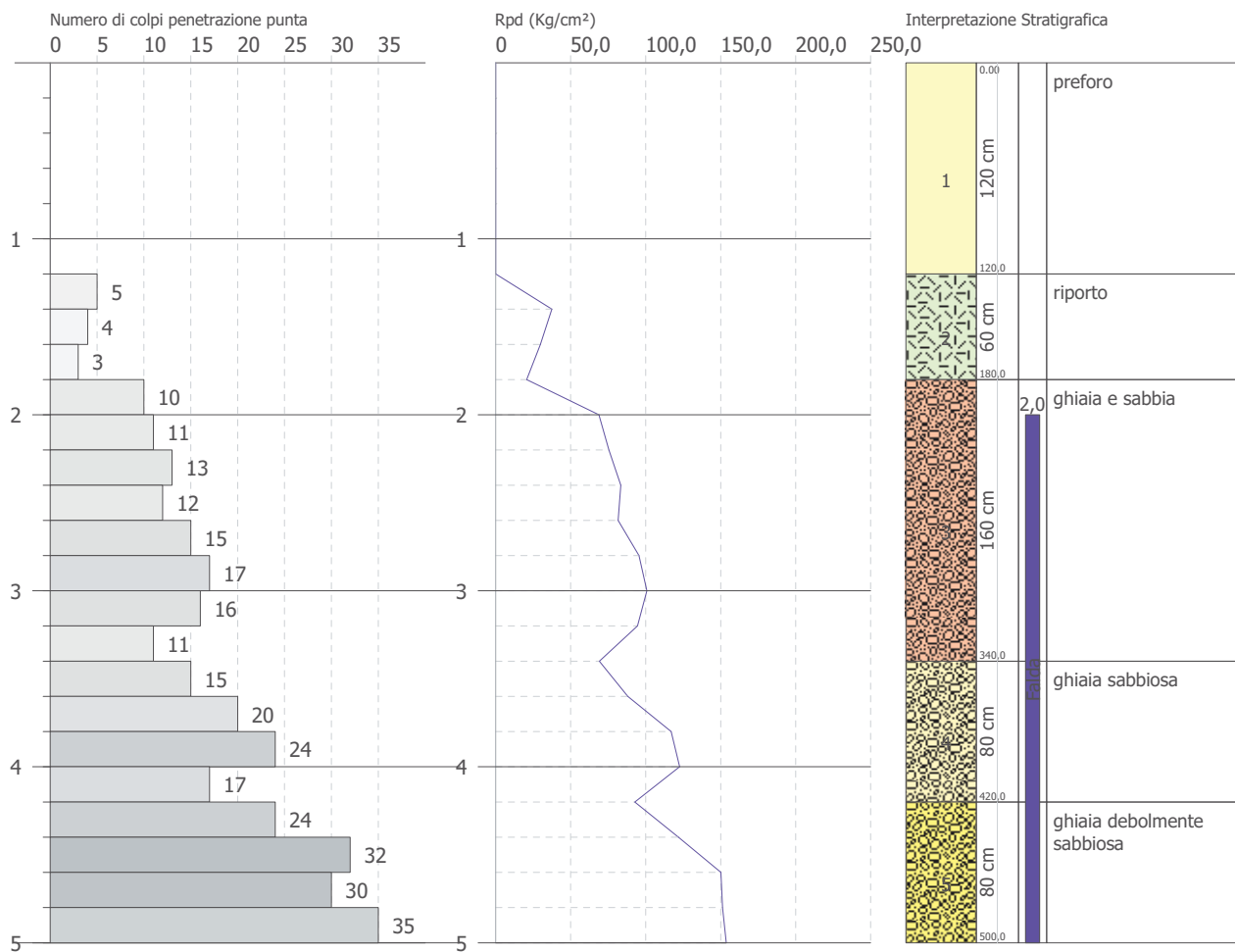
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3

Strumento utilizzato... DPHS (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: SRT S.r.l
Cantiere: Via del Bersaglio
Località: Fano (PU)

Data: 07/05/2015

Scala 1:40



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (3) ghiaia e sabbia	19,73	1,80-3,40	19,73	Meyerhof 1957	100
Strato (4) ghiaia sabbiosa	28,58	3,40-4,20	21,79		100
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	45,5	4,20-5,00	30,25		100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (3) ghiaia e sabbia	19,73	1,80-3,40	19,73	Japanese National Railway	32,92
Strato (4) ghiaia sabbiosa	28,58	3,40-4,20	21,79		33,54
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	45,5	4,20-5,00	30,25		36,08

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato (3) ghiaia e sabbia	19,73	1,80-3,40	19,73	Schmertmann (1978) Sabbie	157,84
Strato (4) ghiaia sabbiosa	28,58	3,40-4,20	21,79		221,48
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	45,5	4,20-5,00	30,25		363,0

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (3) ghiaia e sabbia	19,73	1,80-3,40	19,73	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) ghiaia sabbiosa	28,58	3,40-4,20	21,79		MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	45,5	4,20-5,00	30,25		ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (3) ghiaia e sabbia	19,73	1,80-3,40	19,73	Meyerhof ed altri	1,99
Strato (4) ghiaia sabbiosa	28,58	3,40-4,20	21,79		2,03
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	45,5	4,20-5,00	30,25		2,14

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (3) ghiaia e sabbia	19,73	1,80-3,40	19,73	(A.G.I.)	0,32
Strato (4) ghiaia sabbiosa	28,58	3,40-4,20	21,79		0,31
Strato (5) ghiaia debolmente sabbiosa	45,5	4,20-5,00	30,25		0,29



di **DONNINI A. & MANTONI F.**
Via Piano di Frassineta, 109 - 60041 Sassoferrato (AN)
SEDE: Tel/Fax: 0732/96839 - Cell.: 338/9056200 & 328/2652947
P.Iva: 02495830420 - C.F.: 02495830420

**INDAGINI & GEOFISICHE
&
GEOGNOSTICHE**
MAIL/MSN:SERVIZISISMICI@HOTMAIL.IT

**REGIONE MARCHE
PROVINCIA DI PESARO-URBINO
COMUNE DI FANO**

COMMITTENTE: SRT S.R.L.

**INDAGINE GEOFISICA CON METODOLOGIA MASW A CORREDO DEL
PROGETTO PER L'AMPLIAMENTO DI UN COMPLESSO PRODUTTIVO PER LA
MANUTENZIONE DEI MEZZI SITO IN FANO - VIA DEL BERSAGLIO n°2**



Sassoferrato, 29 maggio 2015

**SERVIZI SISMICI S.n.c.
di Donnini A. & Mantoni F.**
Via Piano di Frassineta, 109
60041 - SASSOFERRATO (AN)
Cod. Fisc. e P.IVA: 02495830420
R. Reg. AN-192227

Giuseppe Scrimin

**INDAGINE GEOFISICA CON METODOLOGIA MASW A CORREDO DEL PROGETTO
PER L'AMPLIAMENTO DI UN COMPLESSO PRODUTTIVO PER LA MANUTENZIONE
DEI MEZZI SITO IN FANO - VIA DEL BERSAGLIO n°2**

INDICE

1	PREMESSA	<i>pag. 1</i>
2	INDAGINE SISMICA CON METODOLOGIA MASW	
2.1	<i>Analisi multicanale delle onde superficiali</i>	<i>pag. 1</i>
2.2	<i>Descrizione generale della procedura MASW</i>	<i>pag. 3</i>
2.3	<i>Strumentazione e metodologia di indagine</i>	<i>pag. 3</i>
2.4	<i>Classificazione dei terreni di fondazione (Vs30)</i>	<i>pag. 5</i>

1 PREMESSA

Su incarico ricevuto del Geologo Maria Vittoria Castellani per conto della SRT S.r.l. è stata eseguita un'indagine geofisica nell'area interessata dal progetto per l'ampliamento di un complesso produttivo per la manutenzione di mezzi sito in via del Bersaglio nel Comune di Fano (PU).

L'indagine è consistita nell'esecuzione di n°1 stendimento sismico con metodologia MASW per la determinazione del profilo verticale delle onde di taglio e del valore V_{s30} necessario per la classificazione dei terreni di fondazione degli interventi in progetto nelle categorie di suolo descritte al paragrafo 3.2.2 delle N.T.C. 2008 "D.M. 14/01/2008".

Ubicazione delle indagini sismiche eseguite



2 INDAGINE SISMICA CON METODOLOGIA MASW

2.1 Analisi multicanale delle onde superficiali

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Le onde di Rayleigh sono generate dall'interazione tra le onde di pressione e le onde di taglio verticali ogni qualvolta esiste una superficie libera in un mezzo omogeneo ed isotropo. Alla superficie libera hanno un moto ellittico retrogrado (antiorario) che si inverte ad una profondità di $\lambda/2\pi$. In un semispazio elastico, omogeneo ed isotropo, la velocità di propagazione delle onde di Rayleigh è indipendente dalla frequenza e il moto indotto dalla propagazione si smorza rapidamente sino ad estinguersi ad una profondità pari circa ad una lunghezza d'onda. Ciò vuol dire che la profondità raggiunta dipende dalla lunghezza d'onda, e che, a diverse lunghezze d'onda corrispondende la stessa velocità di fase. In un mezzo verticalmente eterogeneo, costituito cioè da strati aventi proprietà meccaniche

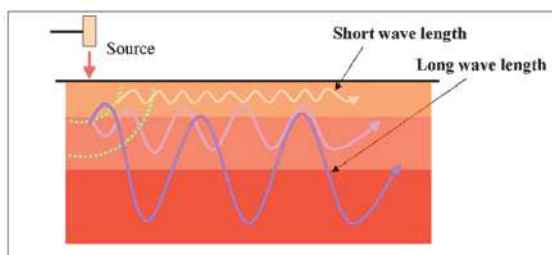


differenti, le onde superficiali presentano un comportamento dispersivo, ossia a frequenza diverse corrispondono diverse velocità di fase. Ciò vuol dire che lunghezze d'onda diverse interessano strati differenti ai quali sono associate proprietà meccaniche diverse: ogni lunghezza d'onda si propaga ad una velocità di fase che dipende dalle caratteristiche dello strato interessato dalla propagazione.

Per ottenere un profilo Vs bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. I dati acquisiti vengono sottoposti ad una fase di *processing* che consente di stimare la curva di dispersione caratteristica del sito in oggetto, ovvero la velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza. Esistono diverse tecniche per estrarre dai sismogrammi acquisiti le caratteristiche dispersive del sito. La metodologia più diffusa è l'analisi spettrale nel dominio f-k (frequenza-numero d'onda). I dati sismici registrati vengono sottoposti ad una doppia trasformata di Fourier che consente di passare dal dominio x-t (spazio-tempo) al dominio f-k. Lo spettro f-k del segnale consente di ottenere una curva di dispersione per le onde di Rayleigh, nell'ipotesi che nell'intervallo di frequenze analizzato le onde che si propagano con il maggior contenuto di energia siano proprio le onde di Rayleigh e che le caratteristiche del sito siano tali da consentire la propagazione delle onde superficiali e un comportamento dispersivo delle stesse. La velocità delle onde di Rayleigh è infatti associata ai massimi dello spettro f-k; si può così ottenere una curva di dispersione individuando ad ogni frequenza un picco spettrale al quale è associato un numero d'onda k e quindi una velocità delle onde di Rayleigh V_r determinabile in base alla teoria delle onde dalla relazione:

$$V_r(f) = 2\pi f/k$$

Riportando le coppie di valori V_r -f in un grafico si ottiene la curva di dispersione utilizzabile nella successiva fase di inversione. La fase di inversione deve essere preceduta da una parametrizzazione del sottosuolo, che viene di norma schematizzato come un mezzo visco - elastico a strati piano paralleli, omogenei ed isotropi, nel quale l'eterogeneità è rappresentata dalla differenziazione delle caratteristiche meccaniche degli strati. Il processo di inversione è iterativo: a partire da un profilo di primo tentativo, costruito sulla base di metodi semplificati, il problema diretto viene risolto diverse volte variando i parametri che definiscono il modello. Il processo termina quando viene individuato quel set di parametri di modello che minimizza la differenza tra il set di dati sperimentali (curva di dispersione misurata) e il set di dati calcolati (curva di dispersione sintetica). Il processo di inversione si basa su algoritmi di minimizzazione ai minimi quadrati che consentono di automatizzare la procedura.



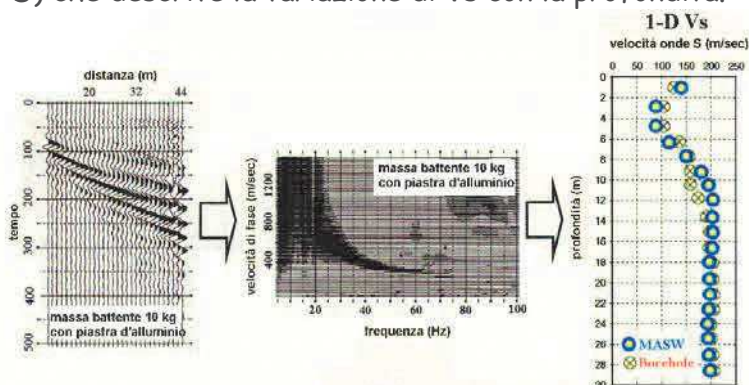


L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte) hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

2.2 Descrizione generale della procedura MASW

La procedura MASW comprende tre passi successivi:

- 1 acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- 2 estrazione della curva di dispersione caratteristica del sito (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- 3 inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s (profilo 1-D) che descrive la variazione di V_s con la profondità.



2.3 Strumentazione e metodologia di indagine

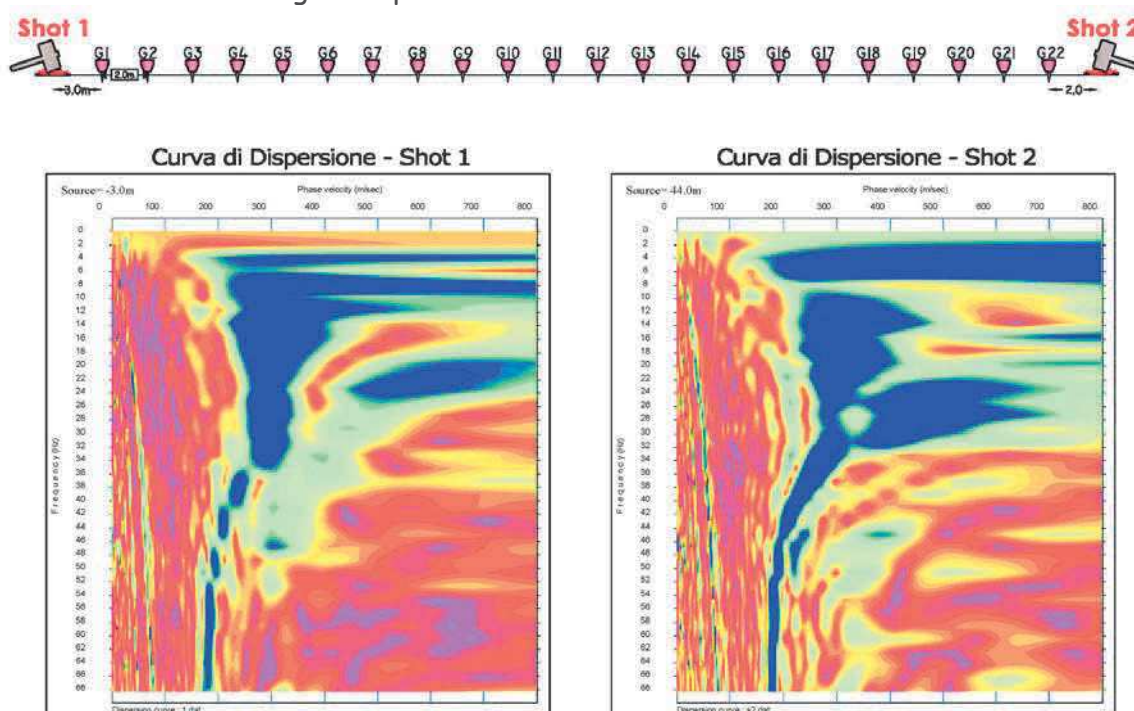
La prospezione sismica oggetto del presente lavoro è stata eseguita utilizzando un Sismografo multicanale a trasmissione digitale della Sara Electronic Instruments dotato di memoria indipendente per ogni canale in grado di memorizzazione oltre 30.000 campioni. Gli intervalli di campionamento sono programmabili da 5 a 0.05 millisecondi, corrispondenti a frequenze di campionamento da 200 a 20000 Hz. La durata del campionamento è selezionabile fra 0.1 e 60 secondi. Elevata dinamica (96dB al convertitore, 155dB totale). Impedenza d'ingresso: $>100k\Omega$. La trasmissione digitale dei dati consente un'elevata silenziosità e immunità ai rumori.

Per la presente indagine si è adottata una frequenza di campionamento pari a 2000 Hz e una durata del campionamento di 1 secondo. Per l'acquisizione delle onde di superficie i sensori sono costituiti da una catena di 22 geofoni verticali Geo-space GS-11D da 4.5Hz 4000 ohms equispaziati con interdistanza geofonica di 2,0 mt.

I fondamenti teorici della metodologia MASW fanno riferimento ad un semispazio

stratificato con strati paralleli e orizzontali; pertanto una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a 15° - 20° sia della topografia che delle diverse discontinuità elastiche. Per valutare la validità di monodimensionalità (strati piano paralleli) e la stabilità della curva di dispersione caratteristica del sito, durante la fase di acquisizione si sono eseguiti due shots coniugati posti alle estremità opposte dello stendimento. Per ciascun punto di scoppio si sono eseguite più energizzazioni con le tracce che sono state poi sommate al fine di evidenziare il segnale sismico (stack) rispetto ai rumori ambientali presenti.

La base sismica con metodologia MASW è stata eseguita con 2 punti di scoppio coniugati secondo lo schema di seguito riportato.



Le curve di dispersione così ottenute, riportate nella precedente figura, risultano fra loro molto simili confermando quindi l'applicabilità della metodologia MASW; il processo di inversione è stato eseguito sulla curva di dispersione ottenuta dallo Shot 1, posto ad una distanza di 3,0 mt dal geofono G.1, meglio definita nell'intervallo delle basse frequenze e caratterizzata dal miglior rapporto segnale/rumore e dal minore errore sul fitting con la curva di dispersione sperimentale apparente.

La generazione della perturbazione sismica è avvenuta mediante un martello pesante del peso di 8 Kg lanciato verticalmente, con forza, su una piastra orizzontale metallica. L'istante di tempo zero (segnale di inizio registrazione) viene inviato allo strumento da un sensore di contatto posto all'estremità della stessa mazza di energizzazione.



2.4 Classificazione dei terreni di fondazione (Vs30)

L'esecuzione dell'indagine sismica con metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) consente di classificare i terreni di fondazione degli interventi in progetto nelle categorie di suolo descritte al paragrafo 3.2.2 delle N.T.C. 2008 "D.D.L. 14/01/2008".

La metodologia MASW presenta rispetto ad altre tecniche sismiche il vantaggio di non essere limitata dalla presenza di inversioni di velocità, consentendo pertanto l'individuazione di strati soffici compresi tra strati più rigidi o di strati più rigidi compresi tra strati più soffici. Il metodo MASW consente quindi di individuare il profilo di velocità Vs anche in presenza di contrasti di rigidezza tra gli strati del suolo. Tale prova fornisce un profilo di velocità Vs monodimensionale. La velocità di propagazione delle onde di taglio dipende dalle proprietà elastiche dei mezzi attraversati e il parametro geofisico Vs30 è quello che meglio rappresenta la condizione geotecnica media dei materiali geologici del sottosuolo dei primi 30 metri. Infatti la velocità di propagazione delle onde trasversali dipende dalle proprietà elastiche del mezzo attraversato, come si evince dalla seguente relazione:

$$V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\gamma}}$$

dove γ rappresenta la densità del corpo e μ il modulo di rigidità o modulo di taglio che indica la resistenza di un corpo alle variazioni di forma. Le proprietà elastiche del mezzo sono a loro volta influenzate da numerosi fattori quali la compattezza o il grado di litificazione, la porosità, la tessitura, il grado alterazione e/o fratturazione, la composizione mineralogica, il contenuto di fluidi, la profondità, ecc.

Con Vs30 si definisce la velocità media di propagazione nei primi 30 metri di profondità delle onde di taglio, il cui calcolo viene effettuato utilizzando la seguente espressione:

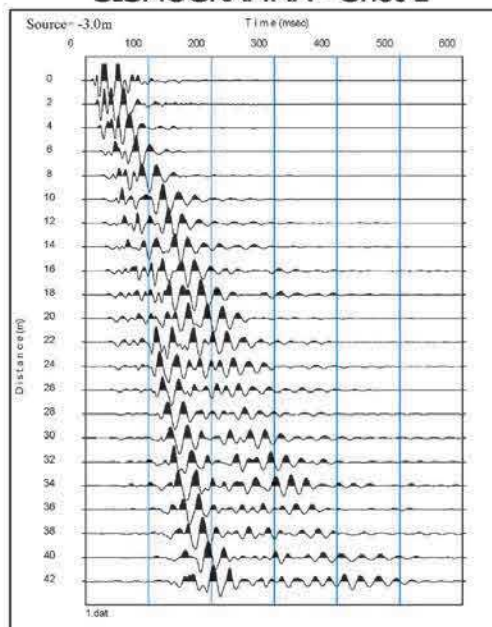
$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Dove h_i e V_i indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori.

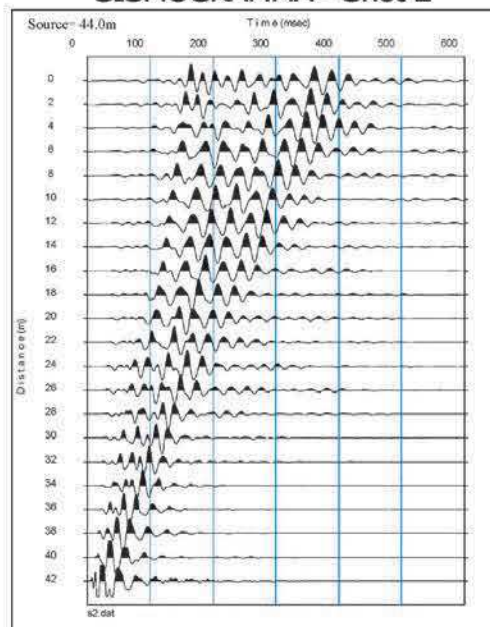
Le diverse fasi di acquisizione ed elaborazione dei dati sismici hanno portato alla creazione dei seguenti elaborati:



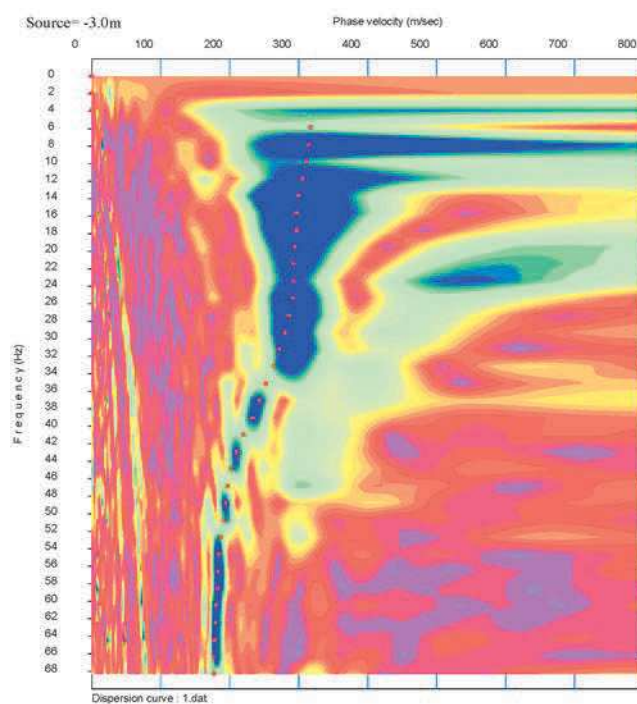
SISMOGRAMMA - Shot 1



SISMOGRAMMA - Shot 2

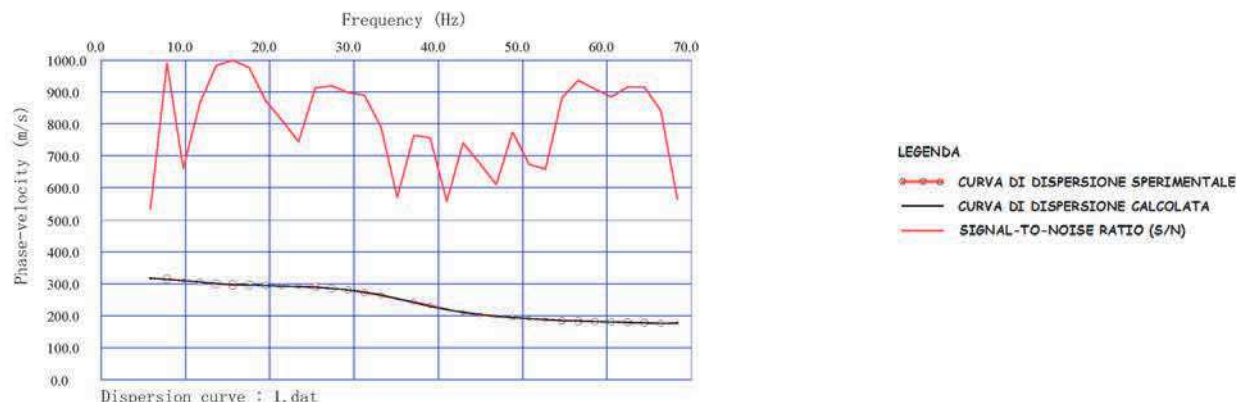


Spettro di velocità e curva di dispersione misurata - Shot 1





Curva di dispersione sperimentale e calcolata - Shot 1



Il profilo verticale delle onde di taglio e il valore Vs30 necessario per la classificazione dei terreni di fondazione dell'area di interesse nelle categorie di suolo descritte al paragrafo 3.2.2 delle N.T.C. 2008 sono riassunti nella tabella di seguito riportata.

Profondità (mt)	hi (mt)	Vi (m/s)	hi/Vi	Vs30 (m/s)
0,00 ÷ 1,07	1,07	177	0,0061	320
1,07 ÷ 2,31	1,24	201	0,0061	
2,31 ÷ 3,71	1,40	344	0,0041	
3,71 ÷ 5,27	1,57	349	0,0045	
5,27 ÷ 7,01	1,73	379	0,0046	
7,01 ÷ 8,90	1,90	337	0,0056	
8,90 ÷ 10,96	2,06	305	0,0067	
10,96 ÷ 13,19	2,23	328	0,0068	
13,19 ÷ 15,58	2,39	369	0,0065	
15,58 ÷ 18,13	2,55	390	0,0065	
18,13 ÷ 20,85	2,72	388	0,0070	
20,85 ÷ 23,74	2,88	370	0,0078	
23,74 ÷ 26,79	3,05	352	0,0087	
26,79 ÷ 30,00	4,29	334	0,0128	

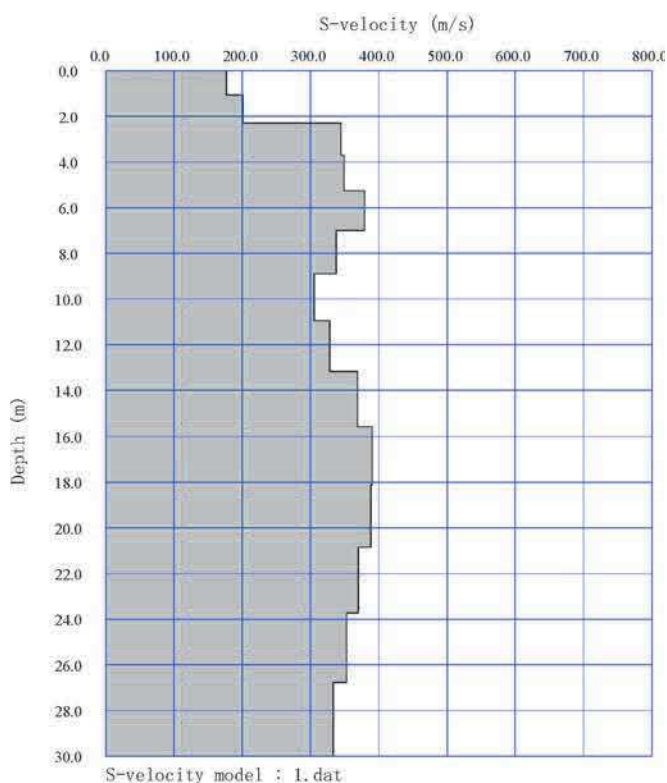
$$\Sigma Hi/Vi = 0,0938$$

Alla luce di quanto precedentemente esposto, i terreni di fondazione del sito oggetto di indagine risultano attribuibili alla categoria di sottosuolo C, come si evince dalla tabella 3.2.II delle N.T.C. 2008 di seguito riportata.

C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
----------	---



Profilo verticale delle onde di taglio - Shot 1



Dal profilo verticale monodimensionale delle Vs di lato riportato si evince la presenza di un incremento della velocità di propagazione delle onde di taglio alla profondità di circa 2 metri dal p.c. Oltre quest'ultima quota il valore delle Vs rimane pressochè costante.

Sassoferrato, 29 maggio 2015

Servizi Sismici Snc

SERVIZI SISMICI S.n.c.
di Donnini A. & Mantoni F.
Via Piano di Frassineta, 109
60041 - SASSOFERRATO (AN)
Cod. Fisc. e P.IVA: 02795830420
R. Reg. AN-192227