



COMUNE DI PESCARA

- Provincia di Pescara -

RICHIESTA DI PIANO ATTUATIVO

ai sensi dell'art. 40, comma 2 delle N.T.A. vigenti

relativamente al lotto d'intervento N.5.21B - Via Monte Faito
ricadente in Sottozona B10

- Ditta Proponente:
Regina Real Estate s.r.l.

RELAZIONE GEOLOGICA

Giugno 2020

TAV. 9

studio tecnico BRD ASSOCIATI

Arch. Alessio Berardi

Geom. Marco Berardi

BRD ASSOCIATI
studio tecnico / architettura / design

Piazza Duca D'Aosta, 34 - Pescara (PE) - tel. 0858671460 - email. brdassociati@gmail.com



Studio IEZZI
Geologi s.r.l.
Società tra Professionisti

COMUNE DI PESCARA
(Provincia di Pescara)

“SOTTOZONA B10” IDENTIFICATIVO LOTTO
D’INTERVENTO N.5.21B
PIANO ATTUATIVO
Ubicato in Via Monte Faito

RELAZIONE GEOLOGICA

(Art. 4 comm. 6 lett. i.1 - Regolamento att. L.R. 28/2011 - BURA Spec. N. 4 del 13.01.2017)

**RELAZIONE SULLE INDAGINI
E MODELLAZIONE SISMICA**

(Art. 4 comm. 6 lett. i.2 - Regolamento att. L.R. 28/2011 - BURA Spec. N. 4 del 13.01.2017)

IL COMMITTENTE :

Regina Real Estate S.r.l.

IL PROFESSIONISTA :

(Dott. Geol. Angelo IEZZI)

Data: settembre 2019



INDICE

Premessa	Pag. 1
1. RELAZIONE GEOLOGICA	Pag. 2
1.1 Inquadramento territoriale dell'area	Pag. 2
1.2 Caratteristiche geostrutturali generali	Pag. 2
1.3 Caratterizzazione e modellazione geologica del sito	Pag. 4
1.3.1 Lineamenti geomorfologici ed idrogeologici della zona	Pag. 4
1.4 Conclusioni	Pag. 5
2. RELAZIONE SULLE INDAGINI E MODELLAZIONE SISMICA	Pag. 7
2.1 Relazione sulle indagini	Pag. 7
2.1.1 Successione stratigrafica locale	Pag. 8
2.1.2 Parametri geomeccanici del terreno	Pag. 9
2.2 Modellazione sismica	Pag. 10
2.2.1 Definizione della categoria di sottosuolo	Pag. 13
2.2.2 Condizioni topografiche	Pag. 16
2.2.3 Definizioni dei coefficienti sismici	Pag. 17
2.3 Conclusioni	Pag. 18
Bibliografia	

ALLEGATI

- Carta Topografica Regionale (scala 1:25.000).
- Carta Geologica dell'area esaminata – Foglio 351 “Pescara” Progetto CARG (scala 1: 50.000).
- Carta Geomorfologica del P.A.I. (scala 1: 25.000).
- Carta della Pericolosità da Frana del P.A.I. (scala 1: 25.000).
- Carta dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia - I.F.F.I. (fuori scala).
- Carta della pericolosità geologica – Variante al PRG 2010 – Comune di Pescara (scala 1:10.000).
- Carta delle M.O.P.S. (Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) – MZS di livello 1 del territorio comunale di Montesilvano (Fuori scala).
- Stralcio planimetrico con ubicazione indagini in sito (fuori scala).
- Scheda del sondaggio geognostico preso a riferimento.
- Tabulati e grafici delle prove penetrometriche prese a riferimento.
- Documentazione fotografica relativa alle indagini prese a riferimento.
- Report dell'indagine sismica MASW eseguita.



Premessa

Ad integrazione del progetto relativo alla **“SOTTOZONA B10” - Identificativo Lotto di intervento N. 5.21B - PIANO ATTUATIVO** ubicato in Via Monte Faito nel Comune di Pescara (PE) è stato affidato al sottoscritto, da parte della Ditta Regina Real Estate S.r.l., l'incarico professionale di redigere una relazione geologica ed una relazione sulle indagini e modellazione sismica.

Lo studio è stato redatto in ottemperanza alle disposizioni contenute:

- ✓ nel D.M. 17.01.2018 (*Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni, GU n. 42 del 20/02/2018 - Suppl. Ordinario n. 8*);
- ✓ nella Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S. LL.PP. (*Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018*);
- ✓ nell'Ordinanza P.C.M. 3274 del 20.03.2003 e s.m.i. (*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*).
- ✓ nella L.R. 28/2011 (*Norme per la riduzione del rischio sismico e modalità di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche*) entrata in vigore, dopo proroga, il 01.02.2012.

Esso si propone di fornire la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito, evidenziare la presenza di eventuali elementi di pericolosità geologica all'interno dello stesso nonché fornire la modellazione sismica concernente la pericolosità sismica di base del sito di costruzione in ottemperanza a quanto previsto nel Cap. 3.2 del D.M. 17.01.2018. Questo al fine di fornire un utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici.



1. RELAZIONE GEOLOGICA - (Art. 4 comm. 6 lett. i.1 - Regolamento att. L. r. 28/2011)

1.1 Inquadramento territoriale dell'area

Le carte tematiche entro cui è compresa l'area oggetto del presente lavoro risultano le seguenti:

- Quadrante 141-IV della Carta Topografica Regionale.
- Foglio 351 (Pescara) del Progetto CARG dell'ISPRA.
- Cartografia P.A.I., ex Foglio 351-e (contempla la 1° Variante Parziale pubblicata sulla G.U. n. 194 del 20.08.2019).
- Carta dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia - IFFI.
- Cartografia P.S.D.A. (Elaborato 7.2.06.sl.01).

1.2 Caratteristiche geostrutturali generali

Il territorio del Comune di Pescara (PE) si localizza nella porzione meridionale del

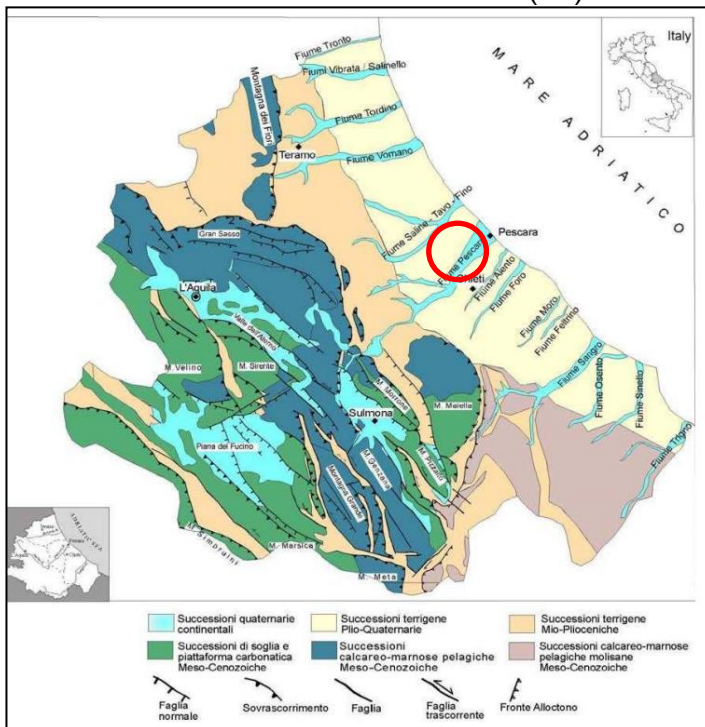


Fig. 1 - Schema Geologico - Strutturale dell'Abruzzo con indicazione dell' area in studio in rosso (da: Progetto IFFI, APAT, 2007).

bacino marchigiano-abruzzese, in posizione esterna rispetto alla linea sismo-tettonica "Ancona-Anzio". Strutturalmente si ubica nella parte orientale dell'Appennino Centrale (Fig.1), sistema che viene interpretato con un modello ad archi che schematizza l'andamento arcuato delle strutture dovuto all'adattamento della litosfera in zone dove questa trova forti ostacoli alla libera deformazione.

La costruzione dell'Appennino centrale si è prolungata fino a



tempi molto recenti e la storia della sua tettonogenesi è schematizzabile, da fine Miocene fino al Pleistocene superiore, da una sorta di ciclo tettonico cui partecipano quattro principali unità: margine tirrenico, catena, avanfossa, avampaese. Questo è dovuto al fatto che la microplacca adriatica, in costante sprofondamento passivo, ha causato un arretramento verso est della zona di flessura creando nuovi spazi per la formazione della catena e della relativa avanfossa.

La costruzione della catena è avvenuta, quindi, per accavallamenti successivi a vergenza prevalentemente orientale attraverso piani di scivolamento a basso e bassissimo angolo. Sul lato occidentale della catena, invece, ampi settori sono stati interessati dalla distensione connessa all'apertura del bacino di retroarco tirrenico. La costante evoluzione neogenica con migrazione del sistema orogenico catena, avanfossa, avampaese è testimoniata anche dai sedimenti torbiditici e silicoclastici di avanfossa che hanno età più recenti spostandosi verso la fascia adriatica. L'avanfossa pliocenica nella parte settentrionale dell'area abruzzese è rappresentata dalla successione silico-clastica della Formazione della Laga in posizione interna, mentre spostandoci in direzione adriatica si incontrano il Bacino del Cellino (Centamore et alii, 1992) e la Formazione di Mutignano, di bacino plio-pleistocenico, rappresentata da termini prevalentemente pelitici.

dd

Nel dettaglio l'area comunale di Pescara appartenente alla fascia pedemontana abruzzese, si localizza al margine esterno della Dorsale Appenninica ed è caratterizzata da affioramenti di depositi marini appartenenti a successioni sedimentarie di età variabile dal Messiniano al Pleistocene inferiore e da depositi continentali, in particolare ai termini della formazione di Mutignano riferibili ad ambienti che vanno dall'offshore allo shoreface. Tale formazione si suddivide in tre associazioni:

- FMTa: associazione pelitico - sabbiosa;
- FMTc: associazione sabbioso - pelitica;
- FMTd: associazione sabbioso - conglomeratica.



1.3 Caratterizzazione e modellazione geologica del sito

Nello specifico, nell'area in esame, affiorano limi argillosi e sabbiosi con presenza di clasti poligenici eterometrici, mentre la base è contraddistinta da uno strato di ghiaie poligeniche in matrice sabbiosa. L'intero deposito è riferibile al terrazzo di terzo ordine presente in sinistra idrografica del Fiume Pescara, poggiante su un substrato argilloso di base appartenente all'associazione pelitico-sabbiosa della Formazione Mutignano (Pliocene Superiore - Pleistocene) e non affiorante nella zona in studio.

1.3.1 Lineamenti geomorfologici ed idrogeologici della zona

Dal punto di vista geomorfologico le due aree si localizzano su di un versante a debole pendenza verso SE (<math><5^\circ</math>), a quote topografiche comprese tra le isoipse dei 20÷25 m s.l.m. (fig. 2).

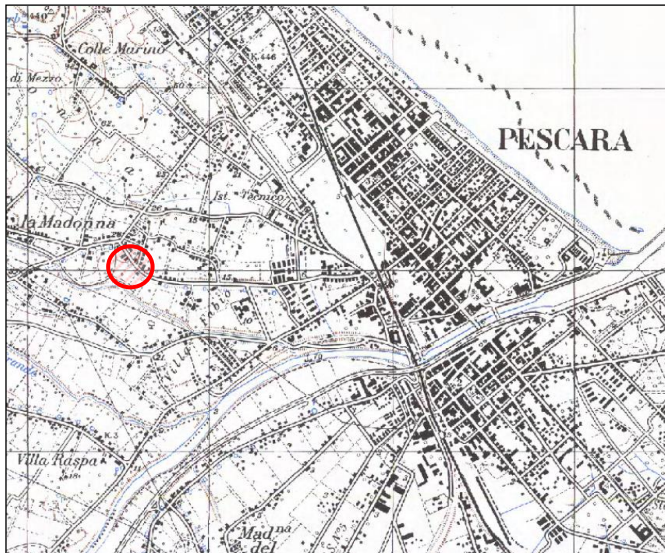


Fig. 2 Stralcio della Carta Topografica Regionale (Quadrante 141 III), con ubicazione delle aree in esame evidenziata in rosso.

Il rilievo geomorfologico di superficie, unitamente al confronto tra le carte topografiche e ortofoto multiscala /multitemporale evidenzia, limitatamente al lotto 1, la presenza di pregresse linee di drenaggio preferenziale delle acque meteoriche evidenziate dalla presenza di canneti e,

finanche, di tratti caratterizzati da riporti antropici evidenziati da evidenti gibbosità del piano campagna, specie sul confine nord-est del lotto.

Per l'area oggetto di intervento edilizio si esclude la presenza di forme o processi gravitativi anche potenziali; ciò trova conferma nella lettura della Carta del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) e nella Carta della Pericolosità da



Frana del P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Abruzzo), ex. Foglio 351-e, scala 1: 25.000 all'interno delle quali la stessa è ricompresa tra quelle "in cui non sono stati rilevati dissesti".

Dal punto di vista idrogeologico, le indagini effettuate non hanno evidenziato la presenza di falde acquifere entro i primi 10 m di profondità. In ogni caso, trattandosi di depositi alluvionali, con presenza se pur sporadica di episodi sabbioso-ghiaiosi permeabili, non si esclude la presenza di faldine effimere (sospese) più probabili nei periodi caratterizzati da maggior piovosità.

All'interno della Carta delle M.O.P.S. (Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica), relativa allo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 del territorio comunale di Pescara, già validato dal TTMZS della Protezione Civile della Regione Abruzzo, il sito rientra tra le "zone stabili suscettibili di amplificazione locale" (v. Allegato).

Dal punto di vista idrogeologico, le indagini effettuate non hanno evidenziato la presenza di falde acquifere entro i primi 10 m di profondità. In ogni caso, trattandosi di depositi alluvionali, con presenza se pur sporadica di episodi sabbioso-ghiaiosi permeabili, non si esclude la presenza di faldine effimere (sospese) più probabili nei periodi caratterizzati da maggior piovosità.

1.4 Conclusioni

Lo studio geologico effettuato ha evidenziato per l'area in esame la presenza di limi argillosi e sabbiosi con presenza di clasti poligenici eterometrici, mentre la base è contraddistinta da uno strato di ghiaie poligeniche in matrice sabbiosa. L'intero deposito è riferibile al terrazzo di terzo ordine presente in sinistra idrografica del Fiume Pescara, poggiante su un substrato argilloso di base appartenente all'associazione pelitico-sabbiosa della Formazione Mutignano (Pliocene Superiore - Pleistocene) e non affiorante nella zona in studio.



Le cartografie consultate hanno dato i seguenti dati:

- per il P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico): nessun dissesto;
- per l'IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia): nessun dissesto;
- per il P.S.D.A (Piano Stralcio Difesa Alluvioni): nessuna pericolosità;
- per la MZS (Microzonazione Sismica di Livello 1 - Carta delle M.O.P.S.): zona stabile suscettibile di amplificazione locale.

Si rimane a disposizione per chiarimenti che si rendessero necessari.

Montesilvano, settembre 2019

il professionista
(dott. geol. Angelo IEZZI)



2. RELAZIONE SULLE INDAGINI E MODELLAZIONE SISMICA

(art.4 comm. 6 lett. 1.2 - Regolamento att. L. r. 28/2011)

Lo studio geologico ha lo scopo di definire, con preciso riferimento al progetto, oltre ai lineamenti ed ai processi geomorfologici in atto e/o potenziali e la loro tendenza evolutiva, la successione litostratigrafica locale con la descrizione della natura e della distribuzione spaziale dei litotipi.

La caratterizzazione sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Nelle NTC, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato “periodo di riferimento” V_R e la probabilità è denominata “probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” P_{V_R} .

2.1 Relazione sulle indagini

Allo scopo di caratterizzare la natura geologica, geomeccanica e sismica degli strati di terreno presenti nel sottosuolo, sono state consultati i risultati di:

- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo;
- n. 2 prove penetrometriche statiche C.P.T.;
- n. 1 indagine di sismica passiva HVSR.

In più è stata eseguita, ex-novo:

- n. 1 prospezione sismica di superficie (MASW).

Sondaggio geognostico

In data 18/09/2015 è stato realizzato n. 1 foro di sondaggio denominato S1 spinto fino alla profondità massima di 10,00 m dal locale piano campagna. La perforazione è stata eseguita mediante l'utilizzo della Sonda CMV 400. I campioni di terreno estratti sono stati sistemati in apposite e robuste cassette catalogatrici ed alla fine dell'esecuzione di ogni sondaggio è stata redatta una apposita stratigrafia riassuntiva, basata sull'esame diretto delle carote e sulla raccolta di tutte le



informazioni ottenute durante la perforazione. La descrizione dei terreni attraversati riporta la composizione granulometrica, il colore e, sui materiali pelitici, i valori di "pocket penetrometer" misurati sulla carota appena estratta previa scortecciatura nonché la presenza, di sostanze inorganiche ed organiche come laterizi, resti vegetali.

Prove penetrometriche statiche C.P.T.

In data 23.09.2015 sono state realizzate n. 2 prove penetrometriche statiche C.P.T. spinte a profondità variabili tra 11 m (C.P.T. 2) e 15 m (C.P.T. 1). In generale la prova penetrometrica statica consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una doppia batteria di aste alla cui estremità inferiore è collegata una punta telescopica tipo Begemann che permette di rilevare ogni 20 cm le diverse resistenze: resistenza alla sola punta (RP), resistenza attrito laterale (RI), resistenza totale (RT). L'interpretazione dei dati forniti dallo strumento consentono, mediante le opportune rielaborazioni, di risalire alla proprietà geomeccaniche del terreno (coesione non drenata; modulo edometrico; peso di unità di volume saturo; angolo di attrito interno, special modo nelle porzioni di terreno francamente coesivo.

2.1.1 Successione stratigrafica locale

Dalle risultanze delle indagini di cui sopra, eseguite in accordo con il progettista, è stato possibile estrapolare i principali parametri fisico-meccanici che caratterizzano i terreni ricompresi all'interno del volume significativo delle tensioni.

A - Terreno di riporto

da p.c. a 2,50 ÷ 3,00 m (*) circa

Si tratta di materiali limoso-argillosi di colore bruno-scuro con concrezioni carbonatiche diffuse cui si associano laterizi di colore rossastro.

(*) l'antropizzazione dei luoghi porta a ritenere possibile la presenza di spessori superiori anche all'interno dell'area di sedime.



B - Limo argilloso debolmente sabbioso

da 2,50 ÷ 3,00 m a 5,50 ÷ 8,00 m

Tale litotipo, presente al di sotto del terreno di riporto è caratterizzato da terreni di facies alluvionale litologicamente rappresentati da limi sabbiosi, avana-brunastri, con radi episodi carboniosi e ghiaiosi.

C - Limo sabbioso con episodi ghiaiosi

da 5,50 ÷ 8,00 m in poi

Tale litotipo è caratterizzato da terreni di facies alluvionale litologicamente rappresentati da limi sabbiosi, avana-giallastri, con frequenti episodi ghiaiosi.

2.1.2 Parametri geomeccanici del terreno

Dall'elaborazione dei dati ricavati dalle indagini geognostico-tecniche prese a riferimento, è stato possibile estrapolare i principali parametri fisico-meccanici che caratterizzano i terreni ricompresi all'interno del volume significativo delle tensioni, riassunti nella seguente tabella:

Strato	Yn (t/m ³)	Ø' (°)	Cu (kg/cm ²)	c' (kg/cm ²)	Ed (kg/cm ²)
A	<i>Privo di significativi parametri geomeccanici</i>				
B	1,95 ÷ 2,00	24 ÷ 25	1,40 ÷ 1,80	0,04 ÷ 0,06	70 ÷ 100
C	1,95 ÷ 2,05	26 ÷ 27	1,90 ÷ 2,20	0,03 ÷ 0,05	110 ÷ 130

Legenda: Yn= Peso di volume naturale di terreno; Cu= Coesione non drenata; c'= coesione drenata; Ø= Angolo di resistenza al taglio; Ed= Modulo edometrico.

Sarà in ogni caso cura del progettista dell'opera definire, ove necessario, eventuali ulteriori indagini per la caratterizzazione e la modellazione geotecnica del sottosuolo.



2.2 Modellazione sismica

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti. Il sito di riferimento sarà dunque caratterizzato da sottosuolo di categoria A e superficie topografica di categoria T1.

In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica PVR :

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A);

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_{C^*} = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Facendo riferimento ad informazioni così dettagliate e puntuali è possibile adottare, nella progettazione e verifica delle costruzioni, valori dell'azione sismica meglio correlati alla pericolosità sismica del sito, alla vita nominale della costruzione e all'uso cui essa è destinata, consentendo soluzioni più appropriate ed anche economiche, e nello stesso tempo, trattare le problematiche connesse alla pericolosità sismica adottando una classificazione sismica riferibile anche a porzioni territoriali dei singoli comuni.

Nei confronti delle azioni sismiche, riferendosi alla costruzione nella sua complessità, quindi includendo elementi strutturali, non strutturali ed impianti, vengono identificati:



➤ stati limite di Esercizio, che sono:

✓ Stato Limite di Operatività (SLO): al seguito del terremoto la costruzione, nel suo complesso, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significanti;

✓ Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione, nel suo complesso, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature:

➤ stati limite Ultimi, che sono:

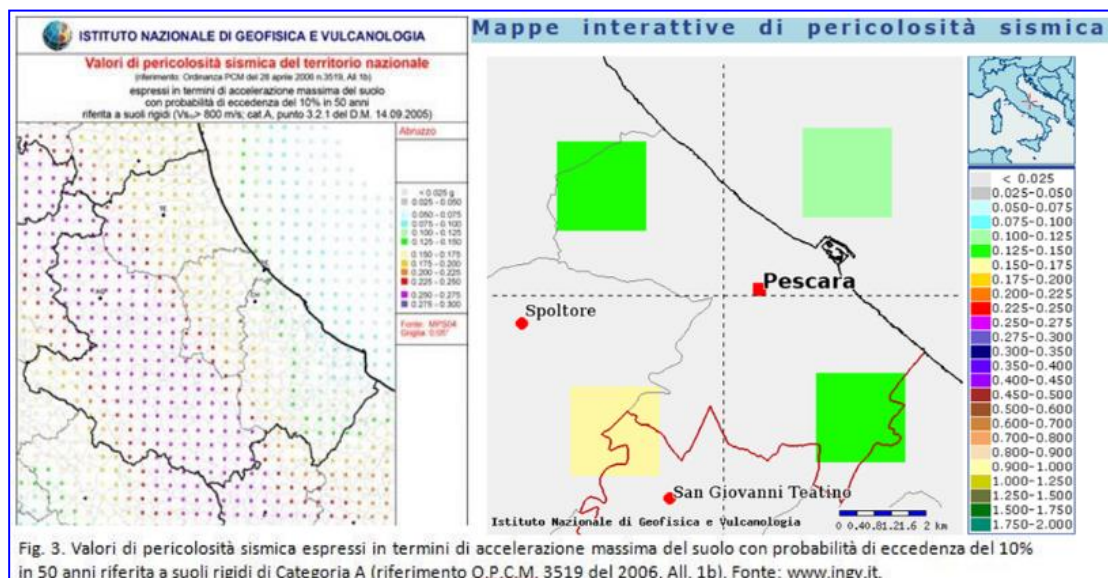
✓ Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una significativa rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

✓ Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Nel caso specifico, il Comune di Montesilvano rientra in "Zona 3" anche in base all'ultimo aggiornamento del 2015 (i comuni inseriti in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti). La permanenza nella suddetta categoria è riepilogata nella tabella seguente.

Codice ISTAT 2001	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1984)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona ai sensi dell'OPCM 3274 (2003)	Classificazioni e sismica comuni italiani (2015)
13068028	Pescara	N.C.	III	3	3

Per quanto riguarda la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento, fornito dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://esse1.mi.ingv.it/>), il territorio del Comune di Pescara presenta valori di accelerazioni di picco orizzontali del suolo compreso tra $0,125 < a_g < 0,150$ come mostrato nella Fig. 3.



Considerando i seguenti parametri sismici:

- Coordinate geografiche del sito: Lat.42.4653; Long. 14.1906 (datum WGS84);
- Classe d'Uso: II (affollamento normale);
- Vita Nominale: 50 anni.



si ottengono per i vari stati limite previsti in normativa, le seguenti grandezze riassunte nella tabella seguente.

Stato Limite	Tr (anni)	a _g (g)	Fo	Tc* (s)
Operatività (SLO)	30	0,045	2,466	0,284
Danno (SLD)	50	0,056	2,475	0,310
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,138	2,511	0,365
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,179	2,511	0,381

2.2.1 Definizione della categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare anche l'effetto della risposta sismica locale mediante il ricorso ad un approccio semplificato al fine di ottenere la categoria del suolo di fondazione del sito in esame così come definita nella tabella sottostante.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Anmassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS,eq (in m/s), definita dall'espressione:



$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Con:

h_i spessore dell' i -esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Nel caso specifico è stata eseguita, ex-novo, n. 1 prospezione sismica di superficie con metodologia "M.A.S.W." (Multichannel Analysis of Surface Waves) (v. Allegato).

La tecnica di indagine MASW, non invasiva, consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio V_S , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che si trasmettono con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione, cioè sono onde la cui velocità dipende dalla frequenza.

L'analisi MASW può essere ricondotta in quattro fasi:

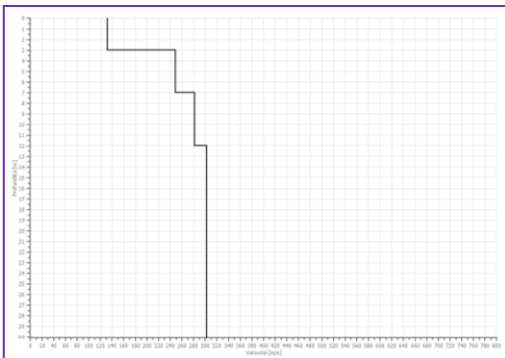
- a) la prima fase prevede la trasformazione delle serie temporali nel dominio frequenza f - numero d'onda K ;
- b) la seconda fase consiste nella individuazione delle coppie $f-k$ cui corrispondono i massimi spettrali d'energia (densità spettrale) consentono di



risalire alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh nel piano Vfase (m/sec)-frequenza (Hz);

- c) la terza fase consiste nel calcolo della curva di dispersione teorica attraverso la formulazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente, alcuni dei parametri degli strati che costituiscono il modello del suolo;
- d) la quarta ed ultima fase consiste nella modifica della curva teorica fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo.

La prospezione sismica ha permesso la ricostruzione sismostratigrafica del sottosuolo ed, in particolare, la definizione della velocità delle onde di taglio S all'interno dei sismostrati individuati. I valori ottenuti, sono riportati nella tabella sottostante.



Profilo delle V_{s30} con la profondità.

Sismostrati	Spessore medio (m)	V_s media (m/s)
1	3.00	132
2	4.00	249
3	5.00	282
4	18.00	302

Considerato che dall'indagine sismica non si sono riscontrati depositi con profondità H del substrato pari o inferiori a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ viene definita dal parametro V_{s30} facendo ricorso all'espressione sottostante già utilizzata con le precedenti NTC 2008:



In base ai valori delle velocità delle onde di taglio calcolate nei primi 30 metri del sottosuolo ed in relazione alla formula di calcolo esposta in precedenza, il valore della VS30 calcolato è il seguente:

$$VS_{30} = \frac{30}{\frac{3.00}{132} + \frac{4.00}{249} + \frac{5.00}{282} + \frac{12.00}{302}} = 258.32 \text{ m/s}$$

Pertanto, considerato che si tratti di depositi di terreni a grana fina, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, e con valori di Vs30 compresi tra 180 – 360m/s, la categoria di sottosuolo risulta:

Categoria di sottosuolo
C

2.2.2 Condizioni topografiche

Per la progettazione o la verifica di opere e sistemi geotecnici realizzati su versanti e per l'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii, la valutazione dell'amplificazione topografica può essere effettuata mediante analisi di risposta sismica locale o utilizzando il coefficiente di amplificazione topografica S_T . Il parametro S_T deve essere applicato nel caso di configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, di altezza superiore a 30 m. Gli effetti topografici possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a 15°, altrimenti si applicano i criteri indicati nel capitolo 3.2.2. del D.M. 17.01.2018 secondo le categorie topografiche indicate nelle tabelle seguenti.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$



Considerato che l'area risulta caratterizzata da gradienti clivometrici $<15^\circ$, essa va fatta ricadere nella categoria T1 a cui va attribuito un coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1,0.

2.2.3 Definizione dei coefficienti sismici

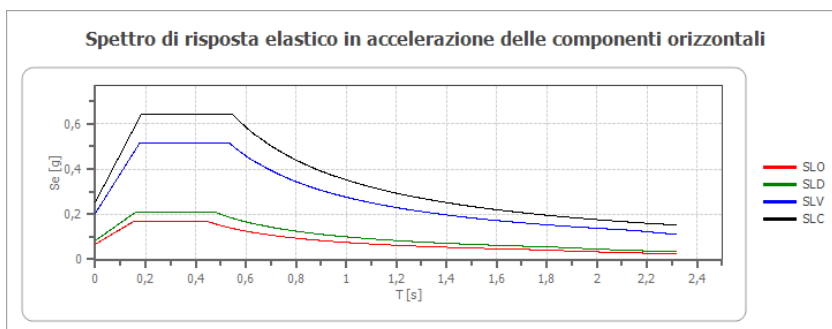
Per il sito oggetto di intervento, visti i parametri sismici riportati nel cap. 1 e considerando:

- categoria di sottosuolo: C
- categoria topografica: T1
- coeff. di amplificazione topografica: 1,0

si ottengono per i vari stati limite previsti in normativa, i seguenti coefficienti sismici riassunti nella tabella seguente.

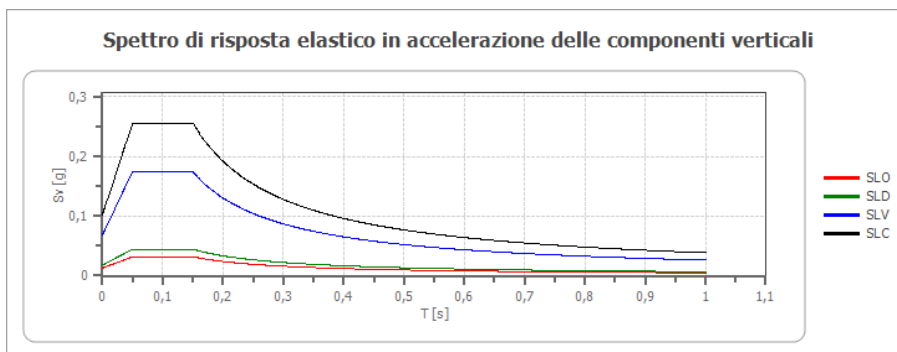
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,017	0,049	0,061
kv	0,007	0,008	0,025	0,031
A_{max} [m/s ²]	0,662	0,825	2,016	2,505
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

dove: K_h = coefficiente sismico orizzontale; K_v = coefficiente sismico verticale; A_{max} [m/s²] = accelerazione massima attesa al sito; Beta = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.





	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,045	2,466	0,284	1,500	1,590	1,000	1,500	1,000	0,150	0,451	1,780	0,067	0,166
SLD	1,0	0,056	2,475	0,310	1,500	1,550	1,000	1,500	1,000	0,160	0,480	1,824	0,084	0,208
SLV	1,0	0,138	2,511	0,365	1,490	1,460	1,000	1,490	1,000	0,178	0,534	2,152	0,206	0,516
SLC	1,0	0,179	2,511	0,381	1,430	1,440	1,000	1,430	1,000	0,183	0,549	2,314	0,255	0,641



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,045	2,466	0,284	1	1,590	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,013	0,032
SLD	1,0	0,056	2,475	0,310	1	1,550	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,044
SLV	1,0	0,138	2,511	0,365	1	1,460	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,069	0,174
SLC	1,0	0,179	2,511	0,381	1	1,440	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,102	0,256

2.3 Conclusioni

Lo studio geologico effettuato ha evidenziato per l'area in esame la presenza di terreni limoso-argillosi e sabbiosi con presenza di clasti poligenici eterometrici, mentre la base è contraddistinta da uno strato di ghiaie poligeniche in matrice sabbiosa. L'intero deposito è riferibile al terrazzo di terzo ordine presente in sinistra idrografica del Fiume Pescara, poggiante su un substrato argilloso di base appartenente all'associazione pelitico-sabbiosa della Formazione Mutignano (Pliocene Superiore - Pleistocene) e non affiorante nella zona in studio.

Dal punto di vista idrogeologico, le indagini effettuate non hanno evidenziato la presenza di falde acquifere entro i primi 10 m di profondità. In ogni caso, trattandosi



di depositi alluvionali, con presenza se pur sporadica di episodi sabbioso-ghiaiosi permeabili, non si esclude la presenza di faldine effimere (sospese) più probabili nei periodi caratterizzati da maggior piovosità.

Dall'indagine sismica eseguita e dalla conformazione topografica dell'area, risulta un sito contraddistinto dai seguenti parametri sismici:

- categoria di sottosuolo: C
- categoria topografica: T1
- coeff. di amplificazione topografica: 1,0

Si rimane a disposizione per chiarimenti che si rendessero necessari.

Montesilvano, settembre 2019

il professionista
(dott. geol. Angelo IEZZI)



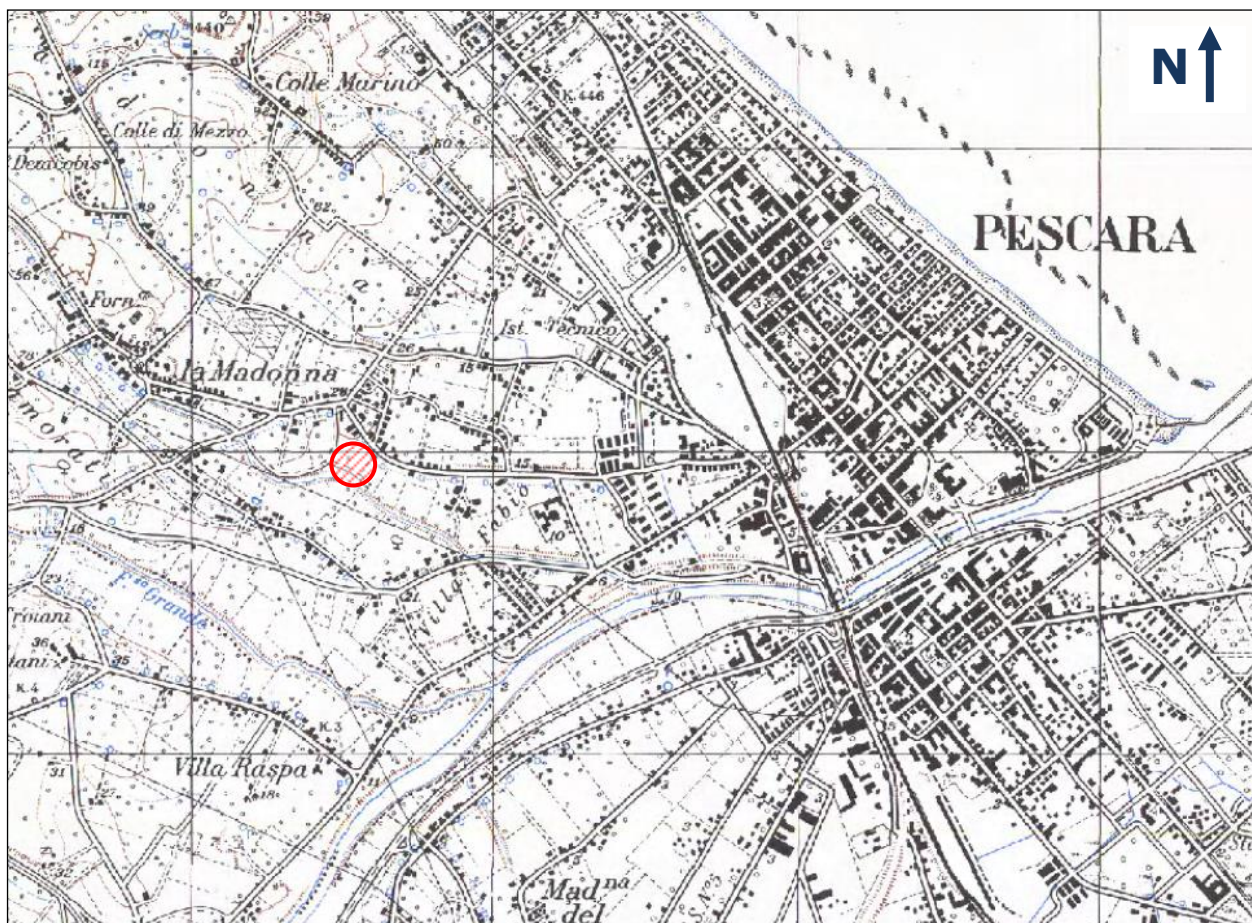
BIBLIOGRAFIA

- GHISETTI & VEZZANI (1993) – *Carta Geologica dell’Abruzzo, Foglio Est e Ovest, scala 1:100000* – S.EL.CA – Firenze.
- CRESCENTI U., D’AMATO C., BALDUZZI A., TONNA M. (1960) – *Il Plio-pleistocene del sottosuolo abruzzese – marchigiano tra Ascoli Piceno e Pescara*, Geologica Romana – Roma.
- CRESCENTI U. (1971) – *Osservazioni sul Pliocene degli Abruzzi settentrionali: la trasgressione del Pliocene medio e superiore* – Boll. Soc. Geol. It – Roma. Foglio 351- e
- *Carta Geomorfologica e della Pericolosità da Frana del P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico Regione Abruzzo)* – scala 1: 25.000.
- ISPRA (2007) – *Progetto IFFI, Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia - Regione Abruzzo* – scala 1: 25.000.
- Geognostica Srl (2009) - *Indagini geognostiche in località Via Rigopiano nel Comune di Pescara.*
- Sipes - *Indagine geognostica Ospedale Civile di Pescara.*
- Scurti E. (2015) – *"Microzonazione sismica di livello 1 del territorio comunale di Pescara (PE)". Comm.: Amm. Comunale.*

STRALCIO DELLA CARTA TOPOGRAFICA REGIONALE

Scala 1: 25.000

Carta Topografica Regionale (Quadrante 141-III)



LEGENDA

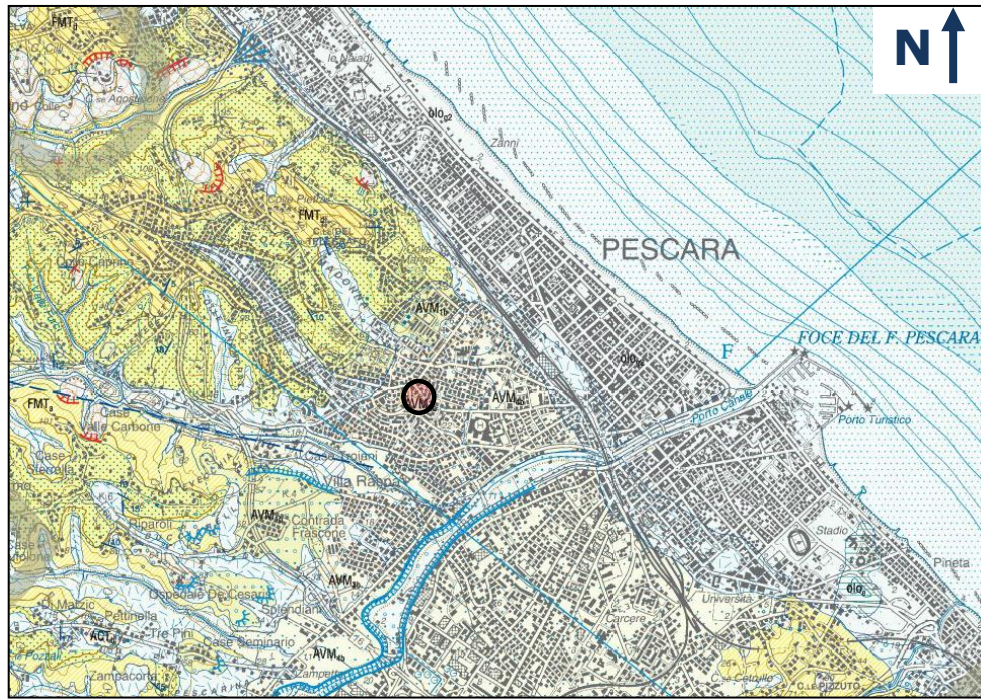


Ubicazione area in esame

STRALCIO DELLA CARTA GEOLITOLOGICA DELL'AREA ESAMINATA

Scala 1: 50.000

Carta Geologica d'Italia – Progetto CARG – Foglio 351 “Pescara”



LEGENDA



Ubicazione area in esame



AVM₃

subsistema di Vallemare (AVM₃)

Depositi alluvionali - Sabbie e limi fluviali, a stratificazione pianoparallela e incrociata a basso angolo; si intercalano lenti di ghiaie con clasti ben arrotondati di dimensioni da centimetriche a decimetriche, poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), immersi in una matrice sabbiosa-limoso. Lo spessore è variabile tra 10 m e 20 m. I depositi sono terrazzati a circa 20-25 m sul fondovalle attuale. (F. Tavo) (AVM_{3b}).

PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

SUCCESSIONE MARINA DEL PLIOCENE SUPERIORE-PLEISTOCENE INFERIORE

FORMAZIONE DI MUTIGNANO

PLIOCENE SUPERIORE - PLEISTOCENE p.p.

associazione sabbioso-conglomeratica (FMT₁)

Sabbie ed arenarie di colore giallastro, frequentemente bioturbate, con intercalazioni di livelli di ghiaie e di conglomerati composti da ciottoli di qualche centimetro, sempre ben sciacquati ed embriciati, in prevalenza calcarei o, subordinatamente, silicei. Sia le sabbie che i conglomerati sono in genere stratificati in set tabulari al cui interno è possibile osservare stratificazione e laminazione incrociata a basso angolo e talora ripples simmetrici tipici di ambiente di spiaggia. Localmente sono presenti livelli da millimetrici a centimetrici di peliti grigie. (Zone MNN19d-e? A nannofossili calcarei). Lo spessore varia da 5-10 m fino ad un massimo di 50 m.

associazione sabbioso-pelitica (FMT₂)

Alternanza di sabbie e sabbie siltose di colore giallo-ocra, a diverso grado di cementazione, ed argille e argille siltose grigiastre sottilmente laminate. Lo spessore degli strati sabbiosi aumenta dal basso verso l'alto da sottile a medio ed il rapporto sabbia/argilla è pressochè pari a 1. E' presente una ricca macrofauna a bivalvi (Pecten, Chlamys, Ostrea) e gasteropodi di ambiente marino. Lo spessore varia da alcune decine di metri fino ad un massimo di 60-70 m. (Zone MNN19c-MNNd a nannofossili calcarei).

associazione pelitico-sabbiosa (FMT₃)

Argille ed argille marnose di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi fossiliferi; il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità. Il contenuto fossilifero, frequente soprattutto in corrispondenza degli orizzonti sabbiosi, è rappresentato da molluschi quali bivalvi, piccoli gasteropodi ed echinodermi che individuano un ambiente di offshore. Lo spessore massimo osservato è di circa 400 m. (Zone MNN18-MNN19c a nannofossili calcarei).



FMT₁

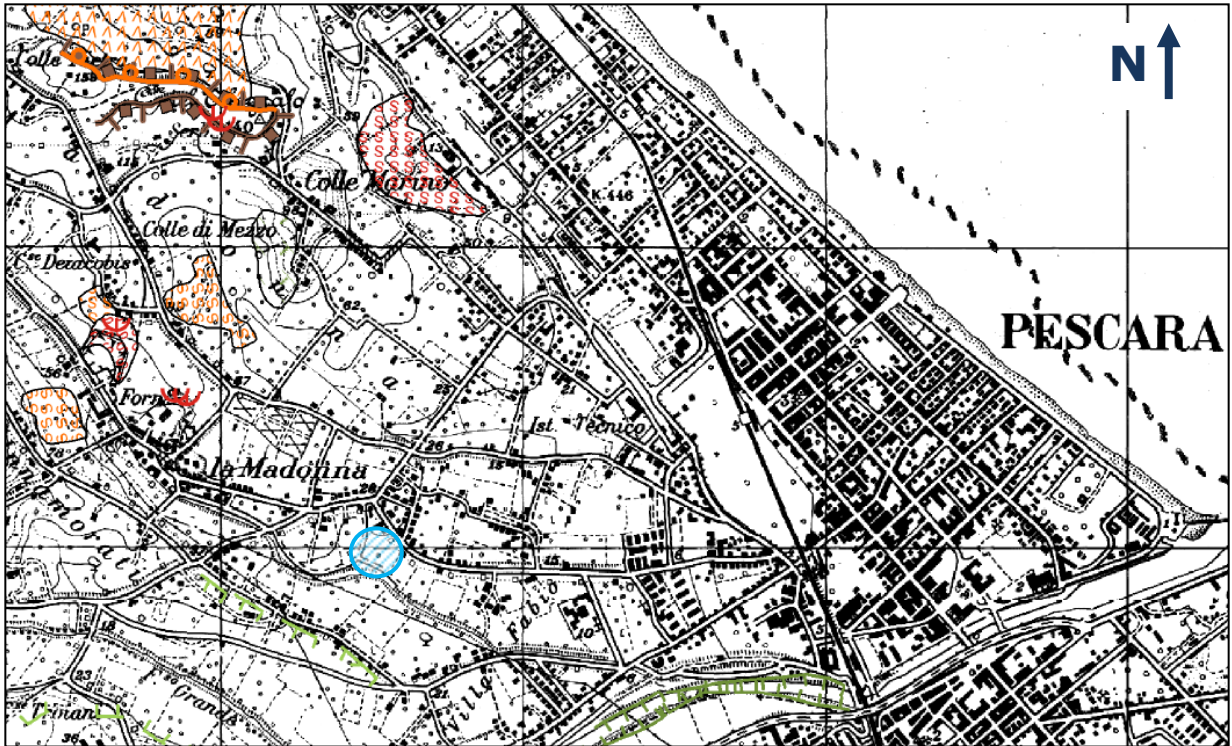
FMT₂

FMT₃

STRALCIO DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA DEL PAI (Foglio 351-e)

SCALA 1: 25.000

P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico)



LEGENDA

FORME STRUTTURALI	Limite territorio Autorità di Bacino	
	Orlo di scarpata di faglia	
	Orlo di scarpata con influenza strutturale	
	Orlo di scarpata di linea di faglia	
	Orlo di scarpata con influenza strutturale interessata da caduta di detrito	

	STATO DI ATTIVITA'		
	ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO
Orlo di scarpata artificiale			
Terrazzamento agrario			
Sbarramento			
Lago artificiale			

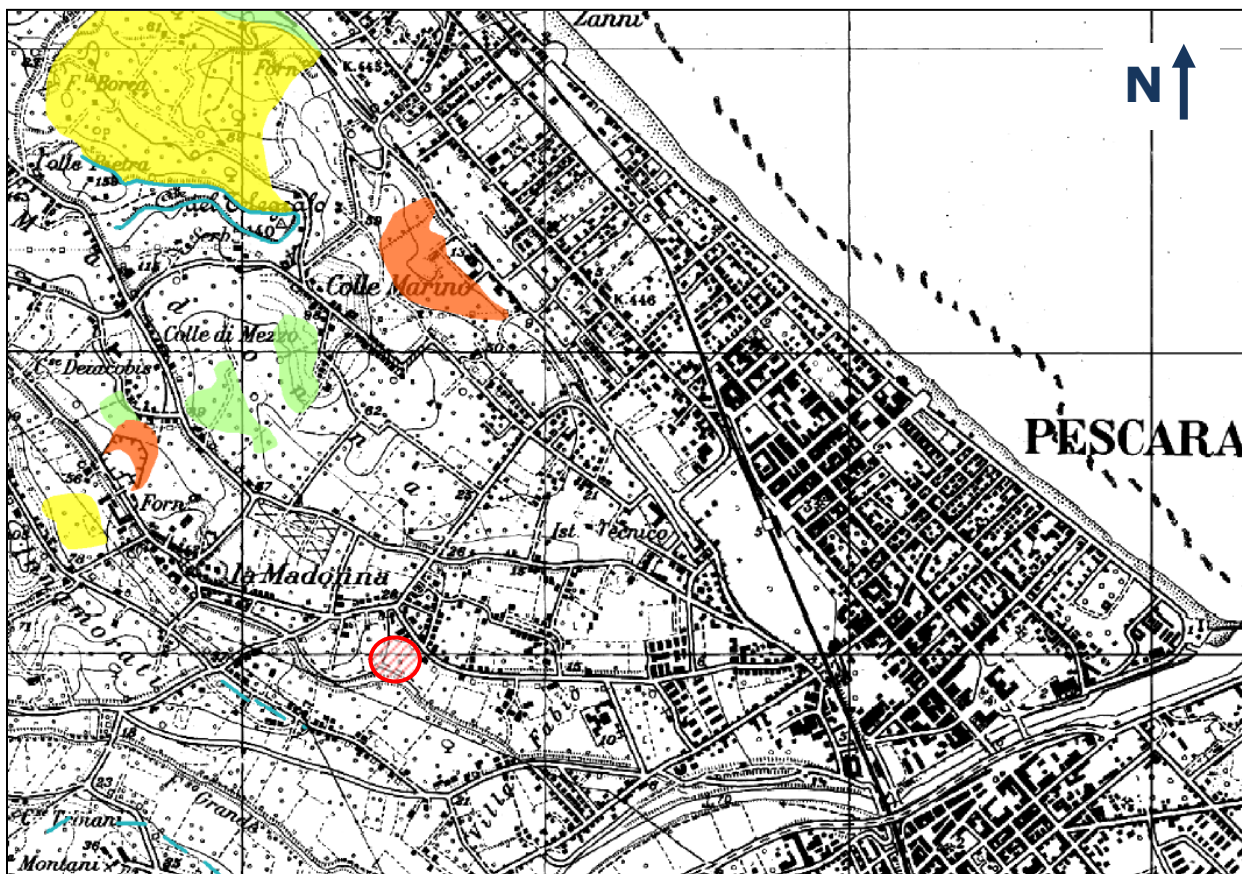
ubicazione area in esame

	STATO DI ATTIVITA'				
	ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO		
FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRANITIVI DI VERSANTE	Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana				
	Trinocia o fessura				
	Frattura di trazione				
	Versante interessato da deformazione profonda				
	Versante interessato da deformazioni superficiali lente				
	Corpo di frana di crollo e ribaltamento				
	Corpo di frana di scorrimento: (A) Traslativo				
	(B) Rotazionale				
	Corpo di frana di colamento				
	Corpo di frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto e di massa)				
	Piccola frana o gruppo di piccole frane non classificate				
	Contropendenza significativa nel corpo di frana				
	FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia			
		Alveo con erosione laterale o sponda in erosione			
		Alveo con tendenza all'approfondimento			
Solco da ruscellamento concentrato					
Superficie a catanchi e forme similari					
Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso					
Superficie con forme di dilavamento prevalentemente concentrato					
Conoide alluvionale					
Cono di origine mista					
Depressione palustre					

STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA DEL PAI (Foglio 351-e)

SCALA 1: 25.000

P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico)



LEGENDA

P1 PERICOLOSITA' MODERATA
Aree interessate da Dissesti con bassa possibilità di riattivazione.

P2 PERICOLOSITA' ELEVATA
Aree interessate da Dissesti con alta possibilità di riattivazione.

P3 PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA
Aree interessate da Dissesti in attività o riattivati stagionalmente.

PS PERICOLOSITA' DA SCARPATA
Aree interessate da Dissesti generati da Scarpate.

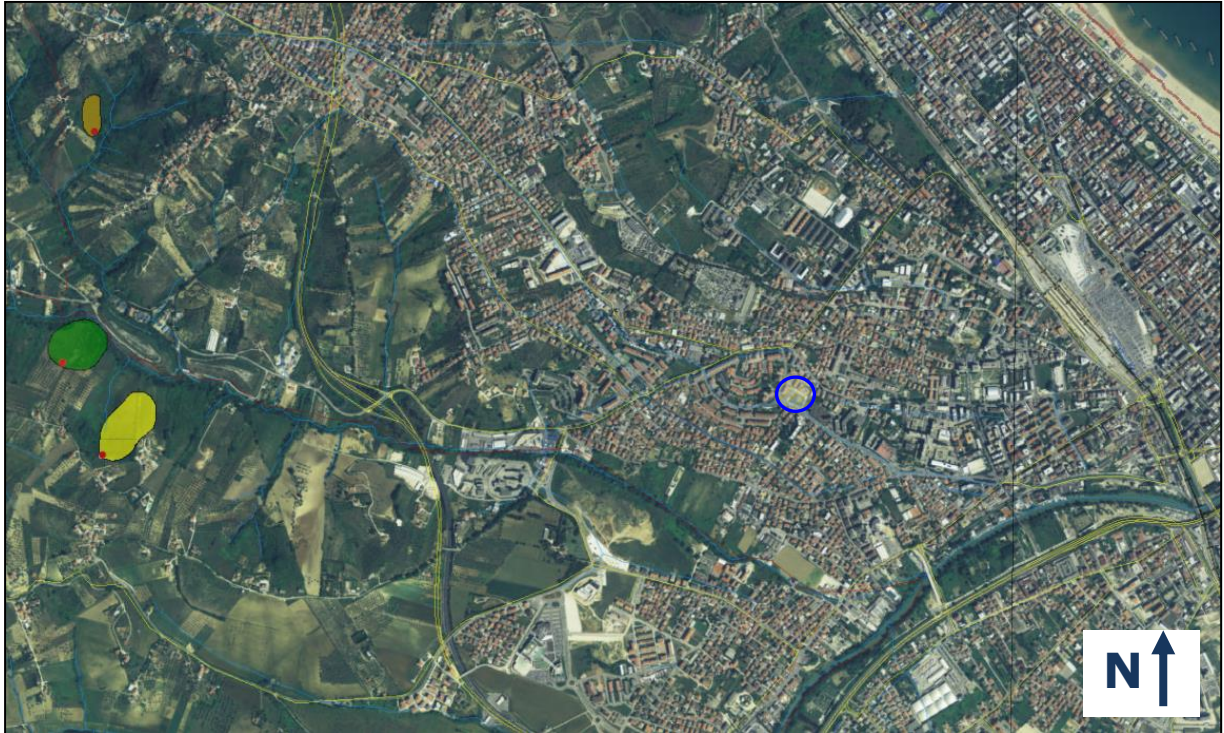
□ Aree in cui non sono stati rilevati Dissesti

⊘ Area in esame

INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI IN ITALIA

FUORI SCALA

Progetto IFFI















LEGENDA



Ubicazione area in esame

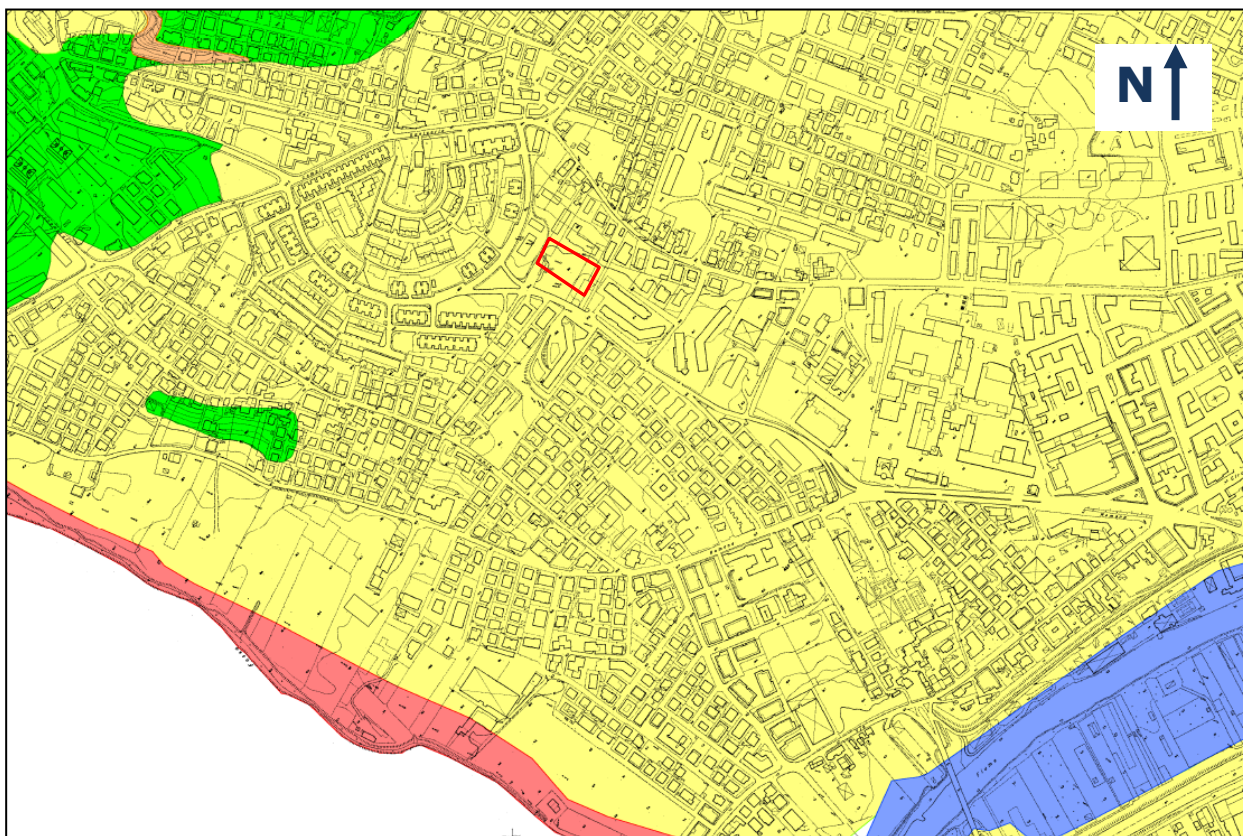
Tipologia di frana

- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|---|
|  | Crollo/ribaltamento |  | Complesso |
|  | Scivolamento rotazionale/traslattivo |  | N.D. |
|  | Espansione |  | DGPV |
|  | Colamento lento |  | Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi |
|  | Colamento rapido |  | Aree soggette a sprofondamenti diffusi |
|  | Sprofondamento |  | Aree soggette a frane superficiali diffuse |
| | |  | Frane lineari |

STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Scala 1: 10.000

Variante al PRG - Piano Regolatore Generale 2010 – Comune di Pescara



LEGENDA



Area P1 - Pericolosità da nulla a bassa

Sono comprese:

- aree di pianura;
- aree collinari ad acclività nulla o modesta;
- aree che presentano uno spessore ridotto di coltre superficiale alterata;
- aree in cui non sono evidenti indizi geomorfologici che possano far presumere fenomeni potenziali o in atto di dissesti gravitativi.



Area P2 - Pericolosità media

Sono comprese:

- aree discretamente acclivi o ben acclivi;
- aree di versante in cui la coltre superficiale alterata presenta uno spessore superiore ai due metri;
- aree di versante in cui sono evidenti indizi di soliflusso superficiale generalizzato o blandi fenomeni di erosione concentrata;
- aree poste su materiale di riporto e colmamento dalle caratteristiche geotecniche scadenti ma che non presentano pericolo, poiché poco acclivi o pianeggianti, di evolvere in movimenti gravitativi importanti.

AREE A PERICOLOSITA' ALTA



Area P3/1 - Fossi ed Impluvi

Sono comprese aree poste:

- in prossimità di impluvi secondari che presentano indizi di dissesti potenziali e/o in zone in cui un'ulteriore edificazione comprometterebbe in maniera negativa gli equilibri idrogeologici attuali;
- in una fascia minima di rispetto di fossi ed impluvi tale da non pregiudicare le potenzialità autofiltranti dei terreni rispetto a potenziali ed effettivi carichi inquinanti;
- su versanti di fossi o torrenti in evidente attività erosiva;



Area P3/2 - Versanti

Sono comprese aree poste:

- su scarpate, versanti collinari fortemente o ben acclivi;
- su o a ridosso di ingenti volumi di riporti antropici che presentano indizi di potenziale dissesto o dissesto in atto;
- su superfici interessate da fenomeni di soliflusso ed erosione diffusa e/o concentrata imposta su una coltre di alterazione eluvio-colluviale dello spessore maggiore di due metri o su coni e falde detritiche di disfacimento dei versanti sabbioso-conglomeratici o su accumuli di antiche frane;
- su versanti in cui disposizione a franapoggio del substrato argilloso-limoso, posto al letto di terreni dalle caratteristiche reologiche fortemente differenti, e presenza di falda costituiscono pericolo potenziale di scivolamento gravitativo.

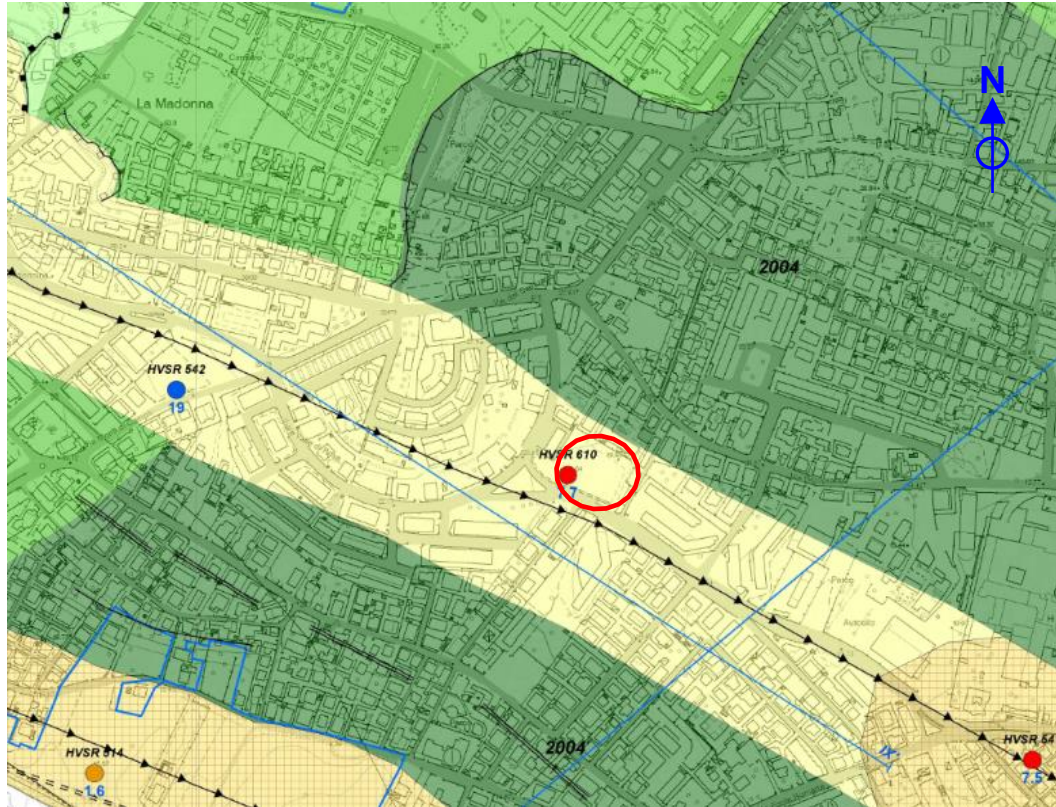


Area in esame

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (M.O.P.S.)

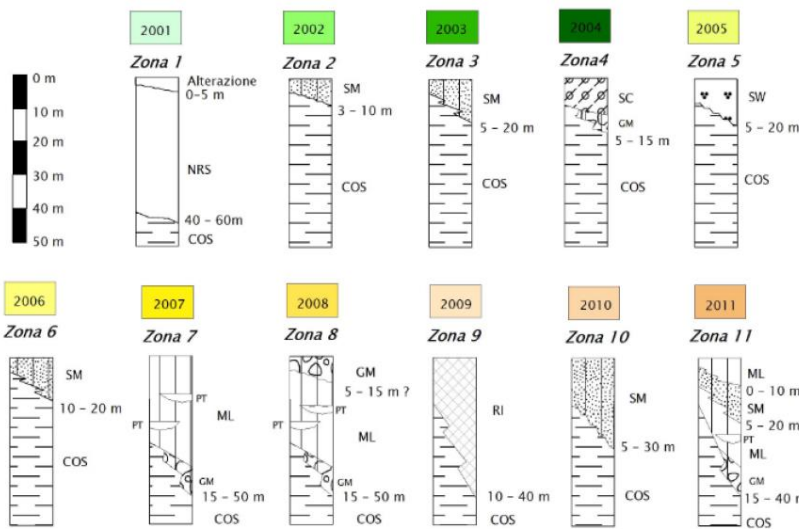
Fuori scala

Fonte: Protezione Civile Abruzzo (Microzonazione Sismica di Livello 1 del Comune di Pescara)



LEGENDA

Zone stabili suscettibili di amplificazione locali



Zone di attenzione per instabilità

- FR_A** ZAFR_A - Zona di attenzione per instabilità di versante attiva
- FR_Q** ZAFR_Q - Zona di attenzione per instabilità di versante quiescente
- FR_I** ZAFR_I - Zona di attenzione per instabilità di versante inattiva
- 3050** ZALQ1 - Zona di attenzione per instabilità di liquefazione tipo 1 (Zona 2010)

Nella zona della piana alluvionale del Fiume Pescara (Zona 2007 e 2011) e di Fosso Grande (Zona 2008) si ha la presenza di aree con possibili importanti variazioni tridimensionali alla scala di sito delle caratteristiche geotecniche dei materiali fini alluvionali (es. torbe e argille organiche), che potrebbero determinare fenomeni di cedimenti oltre a presenza di possibili lenti discontinue di materiale granulare potenzialmente liquefacibili.

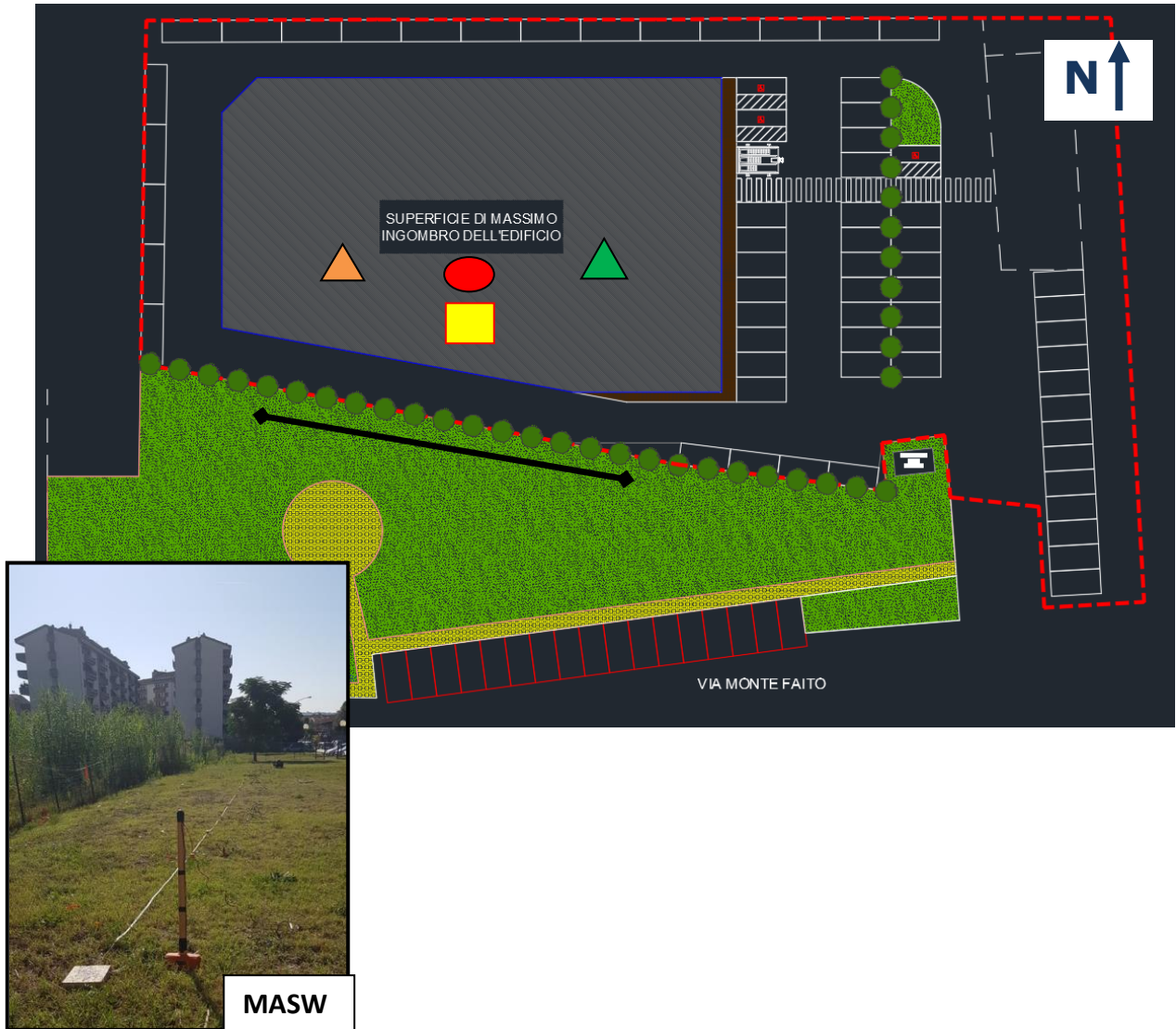


Ubicazione area esaminata

STRALCIO PLANIMETRICO CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI IN SITO

Fuori Scala

Progetto architettonico - Planivolumetrico



LEGENDA



Prospezione sismica HVSR



CPT 1



CPT 2



Sondaggio geognostico



Stendimento prospezione sismica di superficie MASW

***SCHEDA RELATIVA AL SONDAGGIO
GEOGNOSTICO PRESO A RIFERIMENTO***

Ditta Fiorangelo IEZZI

Via Vitello d'Oro n. 4 Montesilvano (PE)

Committente Regina Real Estate Srl	Profondità raggiunta 12 m	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Operatore	Indagine Intervento ex Piano di Zona "H"	Note1		Inizio/Fine Esecuzione 18.09.2015
Responsabile Dott. Geol. A. Iezzi	Sondaggio S1	Tipo Carotaggio continuo	Tipo Sonda CMV 600	Coordinate X Y

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cassa Carotaggio	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro (P) o Inclinometro (I)
1		Riporto limo-argilloso	3.00												
2															
3		limo argilloso debolmente sabbioso di colore avana brunastro. Laccature nerastre ed episodi ghiaiosi.	7.00												
4															
5															
6															
7		limo sabbioso con frequenti episodi ghiaiosi di colore avana giallastro, molto sabbioso tra 10-11 m di profondità.	12.00												
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
 Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
 Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
 Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
 Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
 Carotaggio: continuo

Sonda: CMV 600

Sperimentatore

Responsabile

***TABULATI E GRAFICI DELLE PROVE
PENETROMETRICHE PRESE A
RIFERIMENTO***

N. Certificato 330/2015

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

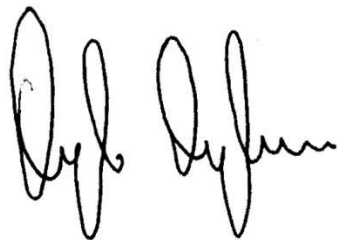
Committente: Dott. Geol. Fiorangelo Iezzi
Cantiere: Coal
Località: Colli - Pescara (PE)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PAGANI TG63-200 kN

Area punta	10
Angolo di apertura punta (°)	60
Diametro Punta conica meccanica (mm)	35,7
Velocità di avanzamento standard (cm/s)	2
Superficie manicotto	150
Costante di trasformazione Ct	10

Responsabile di Sito

Dott. Geol. Angelo Angelucci



Direttore Laboratorio

Dott. Geol. Gianluca Maccarone



N. Certificato 330/01/2015

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)
Prova eseguita in data 23/09/2015
Profondità prova 15.00 mt

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.40	76.0	126.0	76.138	2.4	31.7242	3.1522
0.60	69.0	105.0	69.138	3.6	19.205	5.207
0.80	64.0	118.0	64.138	2.8667	22.3735	4.4696
1.00	74.0	117.0	74.138	3.2	23.1681	4.3163
1.20	67.0	115.0	67.276	3.0	22.4253	4.4592
1.40	72.0	117.0	72.276	3.4667	20.8486	4.7965
1.60	64.0	116.0	64.276	2.2	29.2164	3.4227
1.80	58.0	91.0	58.276	3.4	17.14	5.8343
2.00	49.0	100.0	49.276	3.5333	13.9462	7.1704
2.20	43.0	96.0	43.414	2.6	16.6977	5.9889
2.40	51.0	90.0	51.414	3.5333	14.5513	6.8723
2.60	52.0	105.0	52.414	4.0667	12.8886	7.7588
2.80	53.0	114.0	53.414	3.7333	14.3074	6.9894
3.00	57.0	113.0	57.414	4.9333	11.6381	8.5925
3.20	56.0	130.0	56.552	4.5333	12.4748	8.0162
3.40	57.0	125.0	57.552	4.2667	13.4886	7.4136
3.60	61.0	125.0	61.552	3.9333	15.6489	6.3902
3.80	44.0	103.0	44.552	3.6667	12.1504	8.2302
4.00	38.0	93.0	38.552	3.6	10.7089	9.338
4.20	38.0	92.0	38.69	3.6	10.7472	9.3047
4.40	52.0	106.0	52.69	3.7333	14.1135	7.0854
4.60	49.0	105.0	49.69	3.8	13.0763	7.6474
4.80	61.0	118.0	61.69	3.3333	18.5072	5.4033
5.00	45.0	95.0	45.69	3.2667	13.9866	7.1497
5.20	43.0	92.0	43.828	1.9333	22.67	4.4111
5.40	44.0	73.0	44.828	2.4	18.6783	5.3538
5.60	55.0	91.0	55.828	2.4	23.2617	4.2989
5.80	49.0	85.0	49.828	2.2667	21.9826	4.549
6.00	44.0	78.0	44.828	2.6667	16.8103	5.9487
6.20	44.0	84.0	44.966	2.2667	19.8376	5.0409
6.40	43.0	77.0	43.966	2.4	18.3192	5.4588
6.60	34.0	70.0	34.966	2.1333	16.3906	6.1011
6.80	39.0	71.0	39.966	2.2	18.1664	5.5047
7.00	32.0	65.0	32.966	1.9333	17.0517	5.8645
7.20	34.0	63.0	35.104	1.7333	20.2527	4.9376
7.40	54.0	80.0	55.104	2.6	21.1938	4.7184
7.60	59.0	98.0	60.104	3.7333	16.0994	6.2114
7.80	63.0	119.0	64.104	4.0667	15.7631	6.3439
8.00	66.0	127.0	67.104	4.2667	15.7274	6.3583
8.20	71.0	135.0	72.242	4.4	16.4186	6.0906
8.40	62.0	128.0	63.242	3.8	16.6426	6.0087
8.60	52.0	109.0	53.242	2.6667	19.9655	5.0086
8.80	187.0	227.0	188.242	4.8	39.2171	2.5499
9.00	83.0	155.0	84.242	4.8	17.5504	5.6979

N. Certificato 330/01/2015

9.20	117.0	189.0	118.38	3.8667	30.6153	3.2663
9.40	186.0	244.0	187.38	3.8	49.3105	2.028
9.60	43.0	100.0	44.38	3.7333	11.8876	8.4121
9.80	34.0	90.0	35.38	2.4667	14.343	6.972
10.00	38.0	75.0	39.38	2.6667	14.7673	6.7717
10.20	49.0	89.0	50.518	3.6	14.0328	7.1262
10.40	51.0	105.0	52.518	3.3333	15.7556	6.347
10.60	56.0	106.0	57.518	3.6667	15.6866	6.3749
10.80	55.0	110.0	56.518	3.9333	14.3691	6.9594
11.00	54.0	113.0	55.518	3.8	14.61	6.8446
11.20	51.0	108.0	52.656	4.2667	12.3412	8.103
11.40	50.0	114.0	51.656	2.9333	17.6102	5.6785
11.60	49.0	93.0	50.656	4.4	11.5127	8.686
11.80	80.0	146.0	81.656	4.0667	20.0792	4.9803
12.00	93.0	154.0	94.656	5.2667	17.9725	5.564
12.20	73.0	152.0	74.794	4.8	15.5821	6.4176
12.40	62.0	134.0	63.794	3.8	16.7879	5.9567
12.60	69.0	126.0	70.794	4.2	16.8557	5.9327
12.80	91.0	154.0	92.794	4.4667	20.7746	4.8136
13.00	76.0	143.0	77.794	5.0	15.5588	6.4272
13.20	70.0	145.0	71.932	5.2667	13.6579	7.3218
13.40	69.0	148.0	70.932	4.3333	16.369	6.1091
13.60	56.0	121.0	57.932	4.3333	13.369	7.48
13.80	60.0	125.0	61.932	3.5333	17.5281	5.7051
14.00	57.0	110.0	58.932	3.8667	15.2409	6.5613
14.20	57.0	115.0	59.07	2.8667	20.6056	4.8531
14.40	48.0	91.0	50.07	3.2667	15.3274	6.5243
14.60	54.0	103.0	56.07	2.2667	24.7364	4.0426
14.80	138.0	172.0	140.07	4.0	35.0175	2.8557
15.00	83.0	143.0	85.07	0.0		0.0

N. Certificato 330/02/2015

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)
Prova eseguita in data 23/09/2015
Profondità prova 11.00 mt

Profondità (m)	Letture punta (Kg/cm ²)	Letture laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qc x 100 (Schmertmann)
0.40	87.0	139.0	87.138	4.6	18.943	5.279
0.60	119.0	188.0	119.138	4.6667	25.5294	3.9171
0.80	130.0	200.0	130.138	1.6667	78.0812	1.2807
1.00	115.0	140.0	115.138	1.7333	66.427	1.5054
1.20	55.0	81.0	55.276	2.1333	25.911	3.8594
1.40	43.0	75.0	43.276	1.4	30.9114	3.235
1.60	39.0	60.0	39.276	1.6	24.5475	4.0737
1.80	40.0	64.0	40.276	2.0667	19.4881	5.1313
2.00	49.0	80.0	49.276	1.9333	25.488	3.9234
2.20	42.0	71.0	42.414	2.0667	20.5226	4.8727
2.40	39.0	70.0	39.414	0.9333	42.2308	2.3679
2.60	18.0	32.0	18.414	0.6667	27.6196	3.6206
2.80	25.0	35.0	25.414	1.7333	14.6622	6.8203
3.00	22.0	48.0	22.414	1.5333	14.6181	6.8408
3.20	35.0	58.0	35.552	1.8667	19.0454	5.2506
3.40	35.0	63.0	35.552	1.7333	20.5112	4.8754
3.60	38.0	64.0	38.552	2.4	16.0633	6.2254
3.80	34.0	70.0	34.552	2.2	15.7055	6.3672
4.00	32.0	65.0	32.552	1.8667	17.4383	5.7345
4.20	35.0	63.0	35.69	2.7333	13.0575	7.6584
4.40	32.0	73.0	32.69	1.9333	16.9089	5.914
4.60	34.0	63.0	34.69	1.0667	32.5209	3.0749
4.80	44.0	60.0	44.69	1.8	24.8278	4.0277
5.00	36.0	63.0	36.69	2.3333	15.7245	6.3595
5.20	38.0	73.0	38.828	2.2667	17.1297	5.8378
5.40	40.0	74.0	40.828	2.6667	15.3103	6.5315
5.60	48.0	88.0	48.828	3.2	15.2588	6.5536
5.80	46.0	94.0	46.828	3.4	13.7729	7.2606
6.00	53.0	104.0	53.828	3.1333	17.1793	5.8209
6.20	55.0	102.0	55.966	3.4667	16.1439	6.1943
6.40	56.0	108.0	56.966	3.7333	15.2589	6.5536
6.60	62.0	118.0	62.966	3.8	16.57	6.035
6.80	67.0	124.0	67.966	4.0667	16.7128	5.9834
7.00	64.0	125.0	64.966	5.0	12.9932	7.6963
7.20	57.0	132.0	58.104	4.4	13.2055	7.5726
7.40	71.0	137.0	72.104	4.2667	16.8992	5.9174
7.60	81.0	145.0	82.104	5.6	14.6614	6.8206
7.80	68.0	152.0	69.104	4.0	17.276	5.7884
8.00	74.0	134.0	75.104	3.0	25.0347	3.9945
8.20	70.0	115.0	71.242	4.0	17.8105	5.6147
8.40	54.0	114.0	55.242	3.0	18.414	5.4307
8.60	74.0	119.0	75.242	3.2	23.5131	4.2529
8.80	65.0	113.0	66.242	4.3333	15.2867	6.5416
9.00	70.0	135.0	71.242	4.5333	15.7153	6.3632
9.20	81.0	149.0	82.38	4.2	19.6143	5.0983
9.40	77.0	140.0	78.38	4.1333	18.9631	5.2734
9.60	73.0	135.0	74.38	2.4	30.9917	3.2267
9.80	64.0	100.0	65.38	2.8	23.35	4.2827
10.00	58.0	100.0	59.38	3.0667	19.3628	5.1645
10.20	54.0	100.0	55.518	2.0667	26.8631	3.7226
10.40	63.0	94.0	64.518	3.2	20.1619	4.9599
10.60	158.0	206.0	159.518	4.7333	33.7012	2.9673
10.80	215.0	286.0	216.518	4.8	45.1079	2.2169
11.00	258.0	330.0	259.518	0.0		0.0

PROVA ... Nr.1

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.80	68.207	3.0167	2.18	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
8.60	50.6109	3.2353	2.12	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
9.40	144.561	4.3167	2.21	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
11.60	49.6998	3.5273	2.12	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
14.60	69.5435	4.0889	2.17	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
15.00	112.57	2.0	2.10	Incoerente	Sabbie addensate o cementate

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata secondo la correlazione di Baligh ed altri 1980

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	1.80	68.207	3.0167	0.20	0.20	Nk=27	2.52
Strato 2	8.60	50.6109	3.2353	1.11	1.11	Nk=24	2.06
Strato 3	9.40	144.561	4.3167	1.92	1.92	Nk=30	4.75
Strato 4	11.60	49.6998	3.5273	2.24	2.24	Nk=24	1.98
Strato 5	14.60	69.5435	4.0889	2.80	2.80	Nk=27	2.47

Modulo Edometrico secondo la correlazione del Metodo generale del modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	1.80	68.207	3.0167	0.20	0.20	136.41
Strato 2	8.60	50.6109	3.2353	1.11	1.11	101.22
Strato 3	9.40	144.561	4.3167	1.92	1.92	289.12
Strato 4	11.60	49.6998	3.5273	2.24	2.24	99.40
Strato 5	14.60	69.5435	4.0889	2.80	2.80	139.08

Peso unità di volume secondo la correlazione di Meyerhof

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1.80	68.207	3.0167	0.20	0.20	2.11
Strato 2	8.60	50.6109	3.2353	1.11	1.11	2.06
Strato 3	9.40	144.561	4.3167	1.92	1.92	2.23
Strato 4	11.60	49.6998	3.5273	2.24	2.24	2.05
Strato 5	14.60	69.5435	4.0889	2.80	2.80	2.11

Peso unità di volume saturo secondo la correlazione di Meyerhof

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1.80	68.207	3.0167	0.20	0.20	2.19
Strato 2	8.60	50.6109	3.2353	1.11	1.11	2.14
Strato 3	9.40	144.561	4.3167	1.92	1.92	2.31
Strato 4	11.60	49.6998	3.5273	2.24	2.24	2.13
Strato 5	14.60	69.5435	4.0889	2.80	2.80	2.19

TERRENI INCOERENTI**Angolo di resistenza al taglio secondo la correlazione di Herminier**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	8.60	50.6109	3.2353	1.11	1.11	24.30
Strato 3	9.40	144.561	4.3167	1.92	1.92	26.34
Strato 5	14.60	69.5435	4.0889	2.80	2.80	22.87
Strato 6	15.00	112.57	2.0	3.17	3.17	23.64

Modulo Edometrico secondo la correlazione di Buisman - Sanglerat

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	1.80	68.207	3.0167	0.20	0.20	102.31
Strato 2	8.60	50.6109	3.2353	1.11	1.11	75.92
Strato 3	9.40	144.561	4.3167	1.92	1.92	216.84
Strato 5	14.60	69.5435	4.0889	2.80	2.80	104.32
Strato 6	15.00	112.57	2.0	3.17	3.17	168.85

Coefficiente di consolidazione secondo la correlazione di Piacentini-Righi 1988

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	1.80	68.207	3.0167	0.20	0.20	1.065487E-04
Strato 2	8.60	50.6109	3.2353	1.11	1.11	1.518327E-06
Strato 3	9.40	144.561	4.3167	1.92	1.92	0.4425352
Strato 4	11.60	49.6998	3.5273	2.24	2.24	1.490994E-06
Strato 5	14.60	69.5435	4.0889	2.80	2.80	2.086305E-06

PROVA ... Nr.2

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.00	112.888	3.1667	2.12	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
2.40	44.1726	1.7333	2.10	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
5.60	34.746	2.0	2.06	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
10.40	66.048	3.7	2.17	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
11.00	188.018	4.7667	2.35	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata secondo la correlazione di Baligh ed altri 1980

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	1.00	112.888	3.1667	0.11	0.11	Nk=30	3.76
Strato 2	2.40	44.1726	1.7333	0.36	0.36	Nk=24	1.83
Strato 3	5.60	34.746	2.0	0.84	0.84	Nk=24	1.41
Strato 4	10.40	66.048	3.7	1.69	1.69	Nk=27	2.38
Strato 5	11.00	188.018	4.7667	2.28	2.28	Nk=30	6.19

Modulo Edometrico secondo la correlazione del Metodo generale del modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	1.00	112.888	3.1667	0.11	0.11	225.77
Strato 2	2.40	44.1726	1.7333	0.36	0.36	88.34
Strato 3	5.60	34.746	2.0	0.84	0.84	69.49
Strato 4	10.40	66.048	3.7	1.69	1.69	132.09
Strato 5	11.00	188.018	4.7667	2.28	2.28	376.03

Peso unità di volume secondo la correlazione di Meyerhof

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1.00	112.888	3.1667	0.11	0.11	2.23
Strato 2	2.40	44.1726	1.7333	0.36	0.36	2.07
Strato 3	5.60	34.746	2.0	0.84	0.84	2.03
Strato 4	10.40	66.048	3.7	1.69	1.69	2.14
Strato 5	11.00	188.018	4.7667	2.28	2.28	2.32

Peso unità di volume saturo secondo la correlazione di Meyerhof

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1.00	112.888	3.1667	0.11	0.11	2.31
Strato 2	2.40	44.1726	1.7333	0.36	0.36	2.15
Strato 3	5.60	34.746	2.0	0.84	0.84	2.11
Strato 4	10.40	66.048	3.7	1.69	1.69	2.22
Strato 5	11.00	188.018	4.7667	2.28	2.28	2.40

TERRENI INCOERENTI**Angolo di resistenza al taglio secondo la correlazione di Herminier**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	2.40	44.1726	1.7333	0.36	0.36	29.20
Strato 4	10.40	66.048	3.7	1.69	1.69	23.88
Strato 5	11.00	188.018	4.7667	2.28	2.28	26.83

Modulo Edometrico secondo la correlazione di Buisman - Sanglerat

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	1.00	112.888	3.1667	0.11	0.11	169.33
Strato 2	2.40	44.1726	1.7333	0.36	0.36	132.52
Strato 4	10.40	66.048	3.7	1.69	1.69	99.07
Strato 5	11.00	188.018	4.7667	2.28	2.28	282.03

Coefficiente di consolidazione secondo la correlazione di Piacentini-Righi 1988

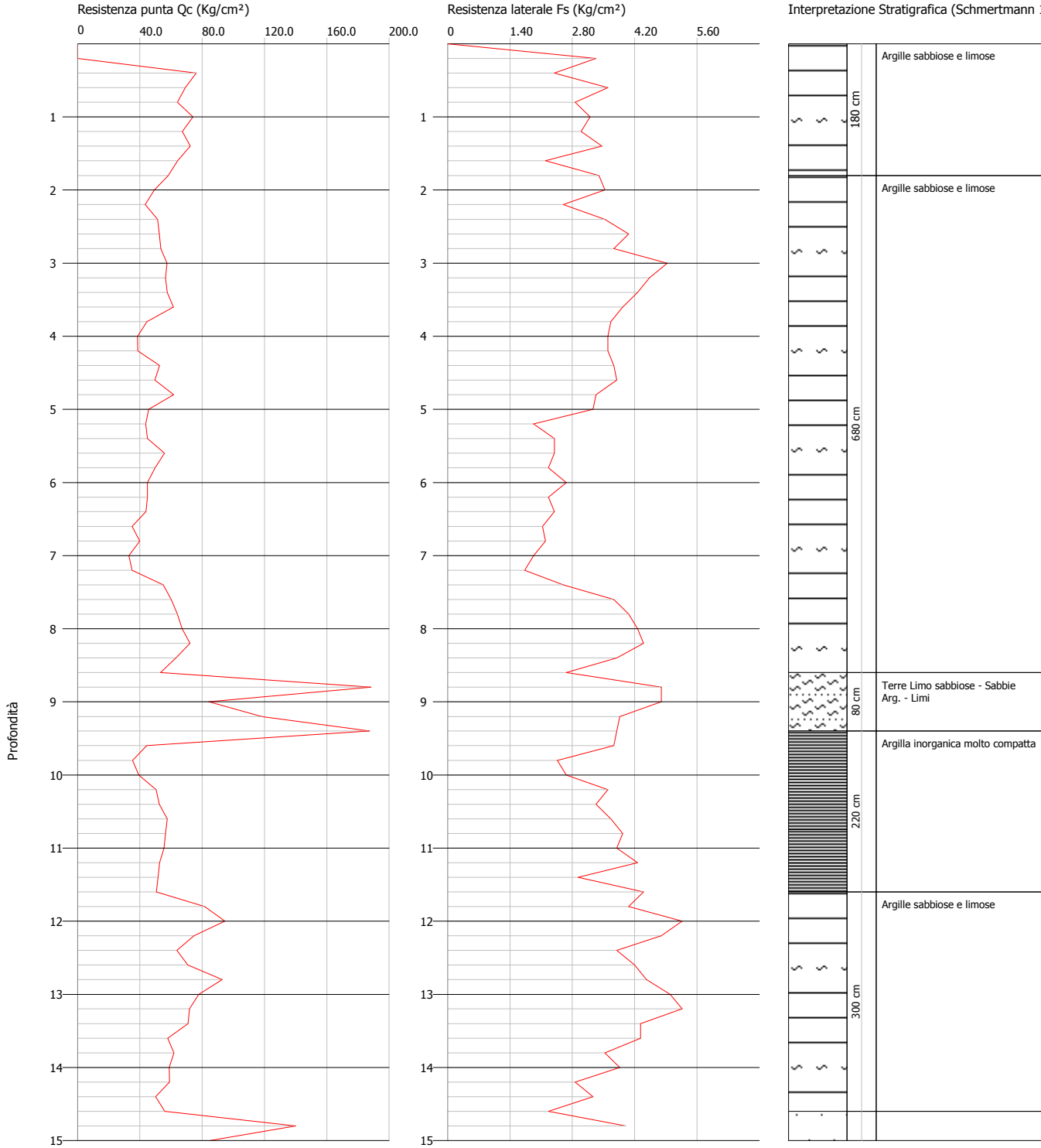
	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	1.00	112.888	3.1667	0.11	0.11	1.711877
Strato 2	2.40	44.1726	1.7333	0.36	0.36	6.337854E-03
Strato 3	5.60	34.746	2.0	0.84	0.84	1.04238E-06
Strato 4	10.40	66.048	3.7	1.69	1.69	1.98144E-06
Strato 5	11.00	188.018	4.7667	2.28	2.28	6.132845

Probe CPT - Cone Penetration Nr.1
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : Dott. Geol. Fiorangelo Iezzi
 Cantiere : Coal
 Località : Colli - Pescara (PE)

Data :23/09/2015

Scala 1:80

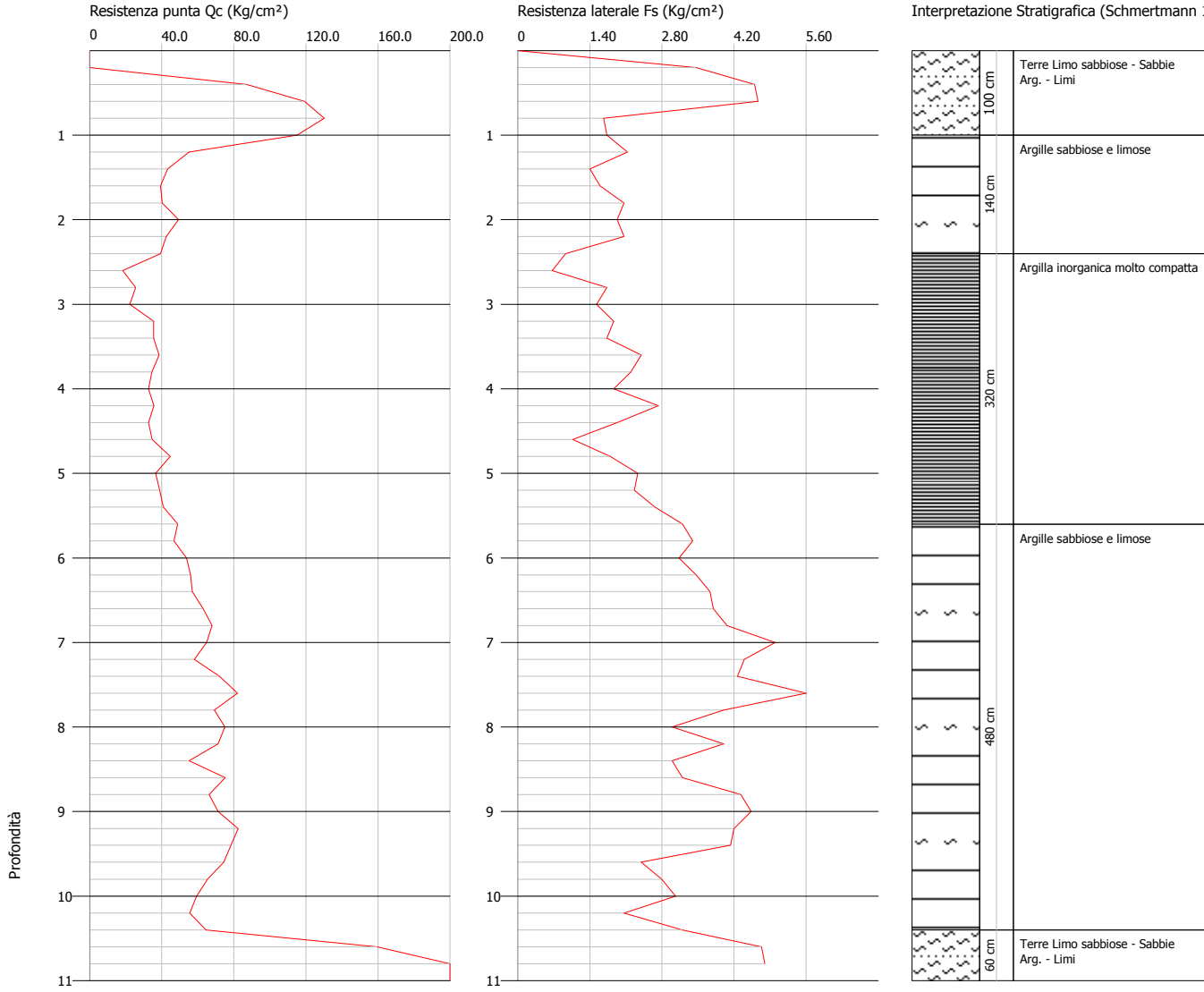


Probe CPT - Cone Penetration Nr.2
 Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)
 Diagramma Resistenze qc fs

Committente : Dott. Geol. Fiorangelo Iezzi
 Cantiere : Coal
 Località : Colli - Pescara (PE)

Data :23/09/2015

Scala 1:80



***DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
RELATIVA ALLE INDAGINI PRESE A
RIFERIMENTO***

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA FOTO INDAGINI IN SITO

Postazione di lavoro – Sondaggio geognostico



Cassette catalogatrici sondaggio



0

10



12

Postazione di lavoro – Prove penetrometriche statiche



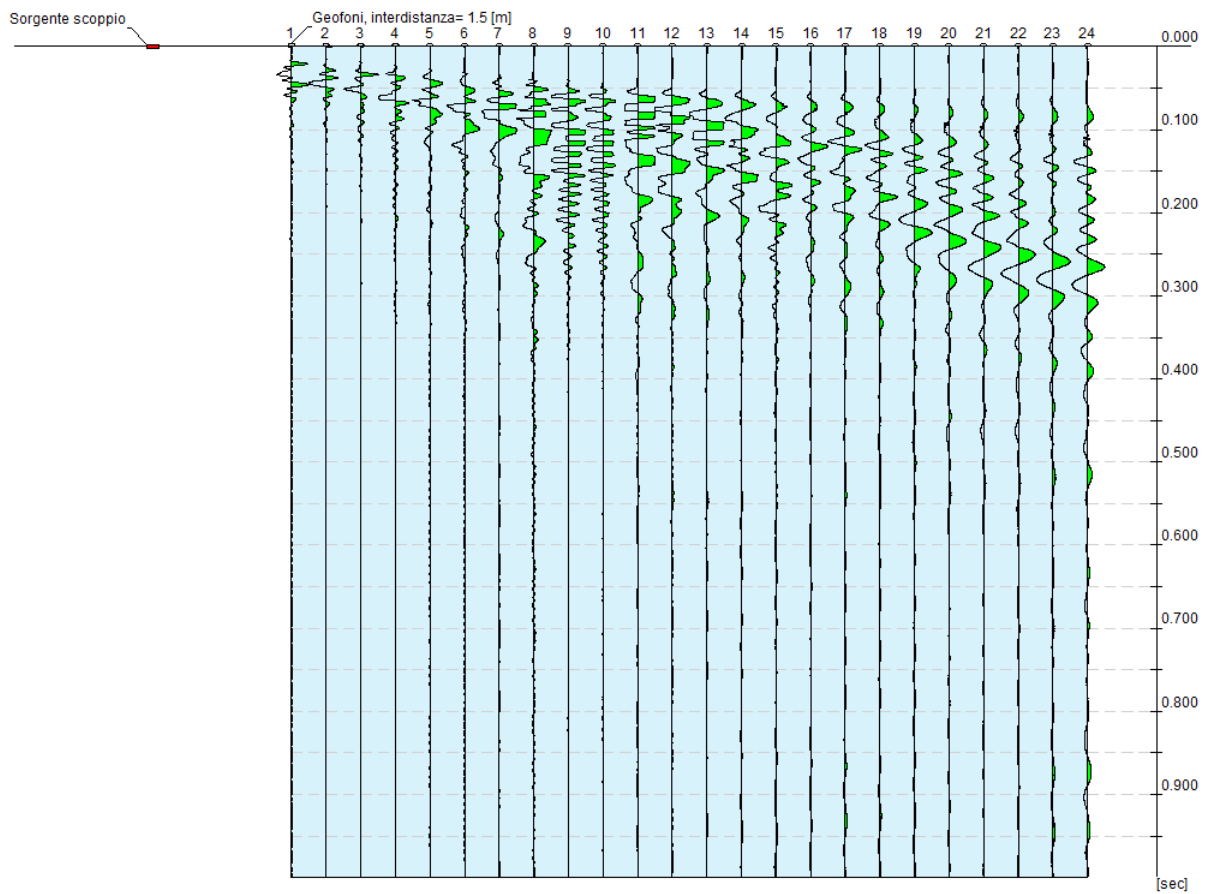
Postazione di lavoro – Prospezione sismica



REPORT DELL'INDAGINE
SISMICA MASW ESEGUITA

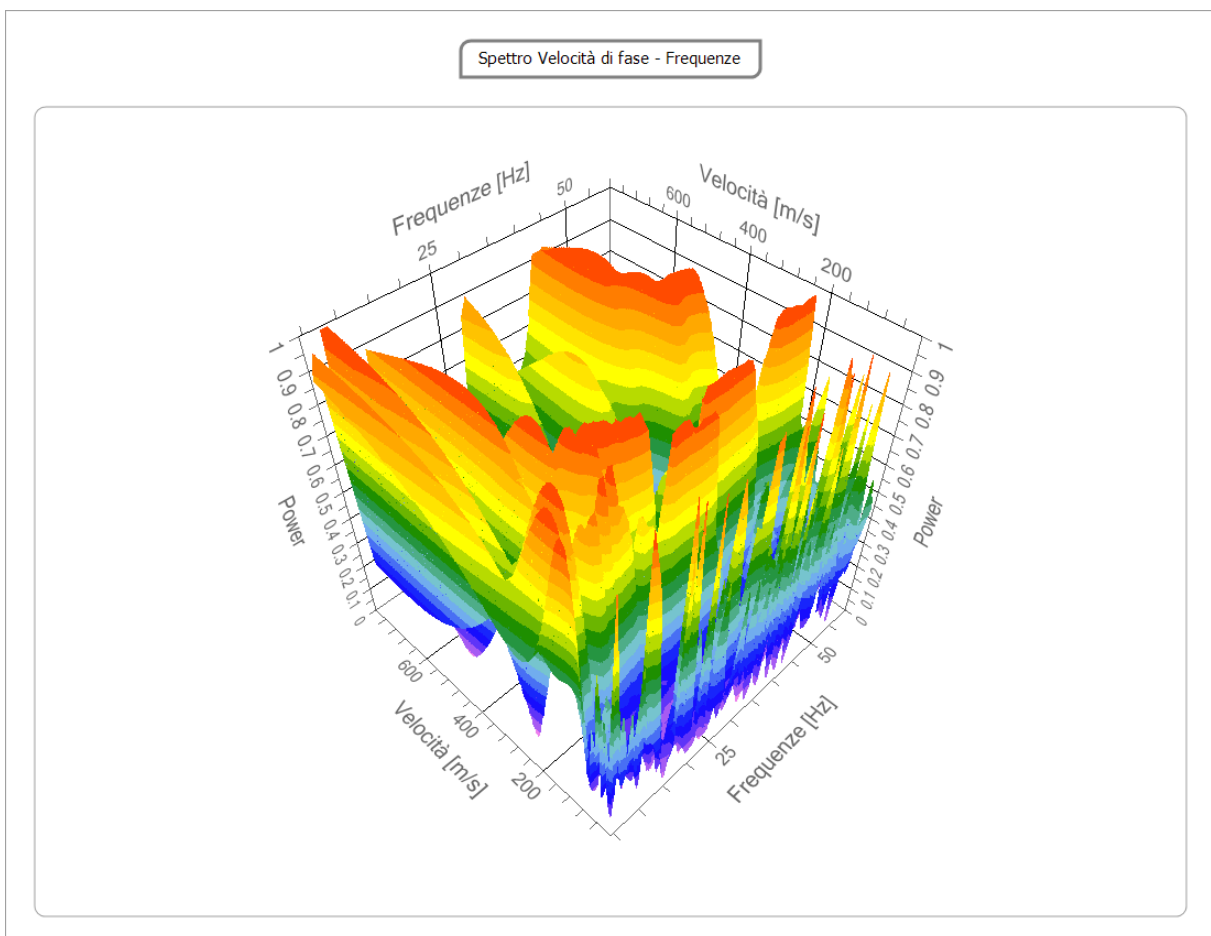
Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	1000.0
Interdistanza geofoni [m]	1.5
Periodo di campionamento [msec]	0.131



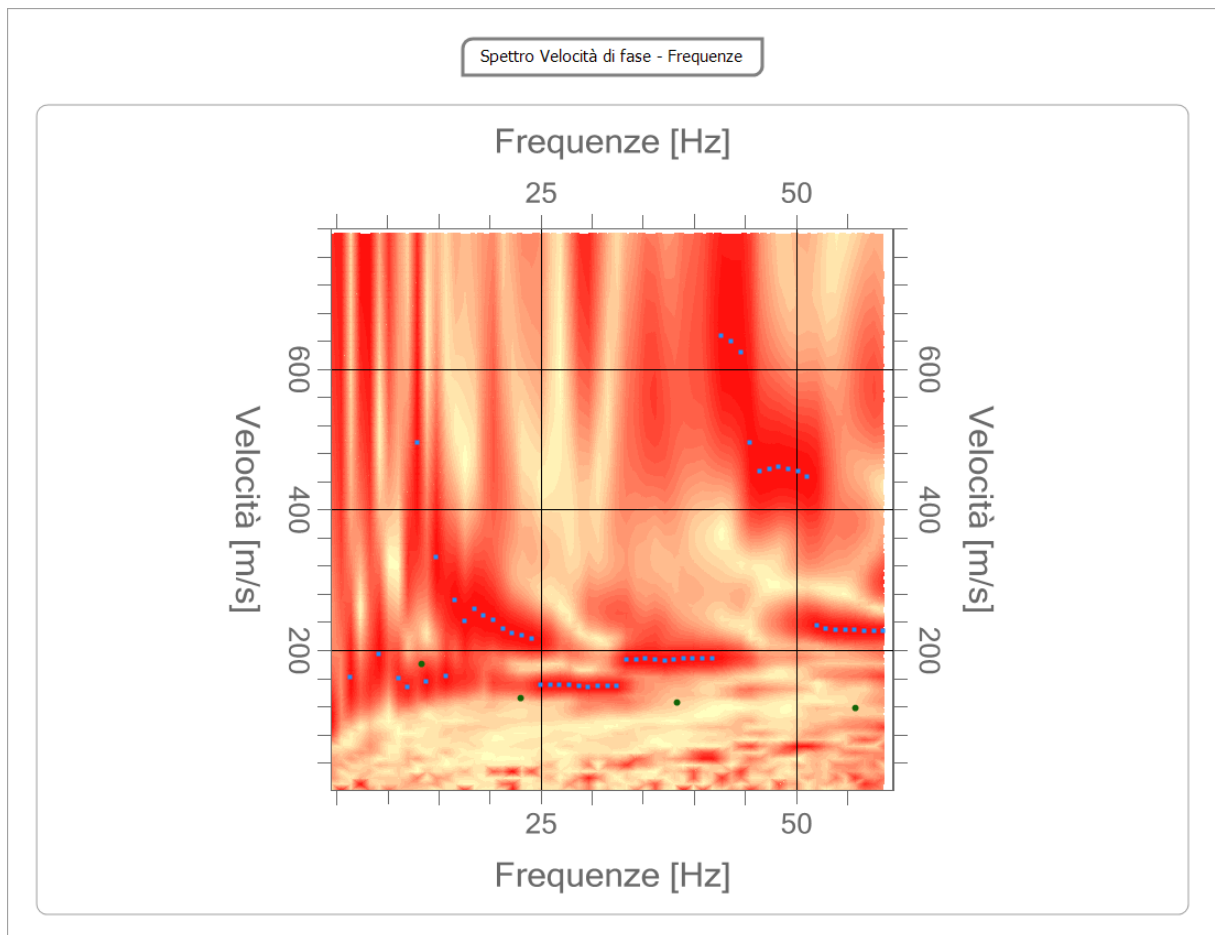
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	13.3	180.7	0
2	23.1	131.7	0
3	38.3	125.2	0
4	55.8	117.0	0



Inversione

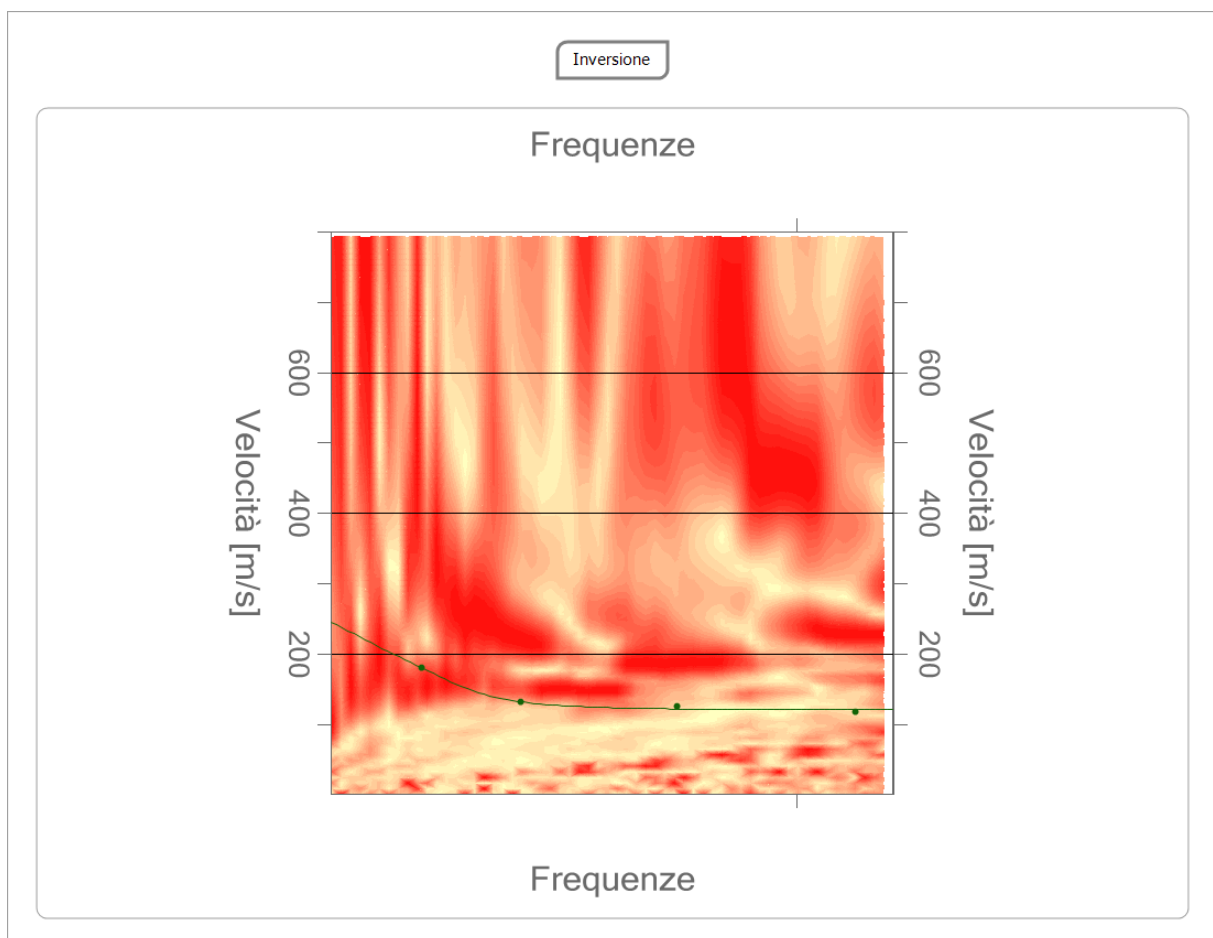
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.00	3.00	No	215.8	132.2
2		7.00	4.00	No	406.6	249.0
3		12.00	5.00	No	460.2	281.8
4		oo	oo	No	493.0	301.9

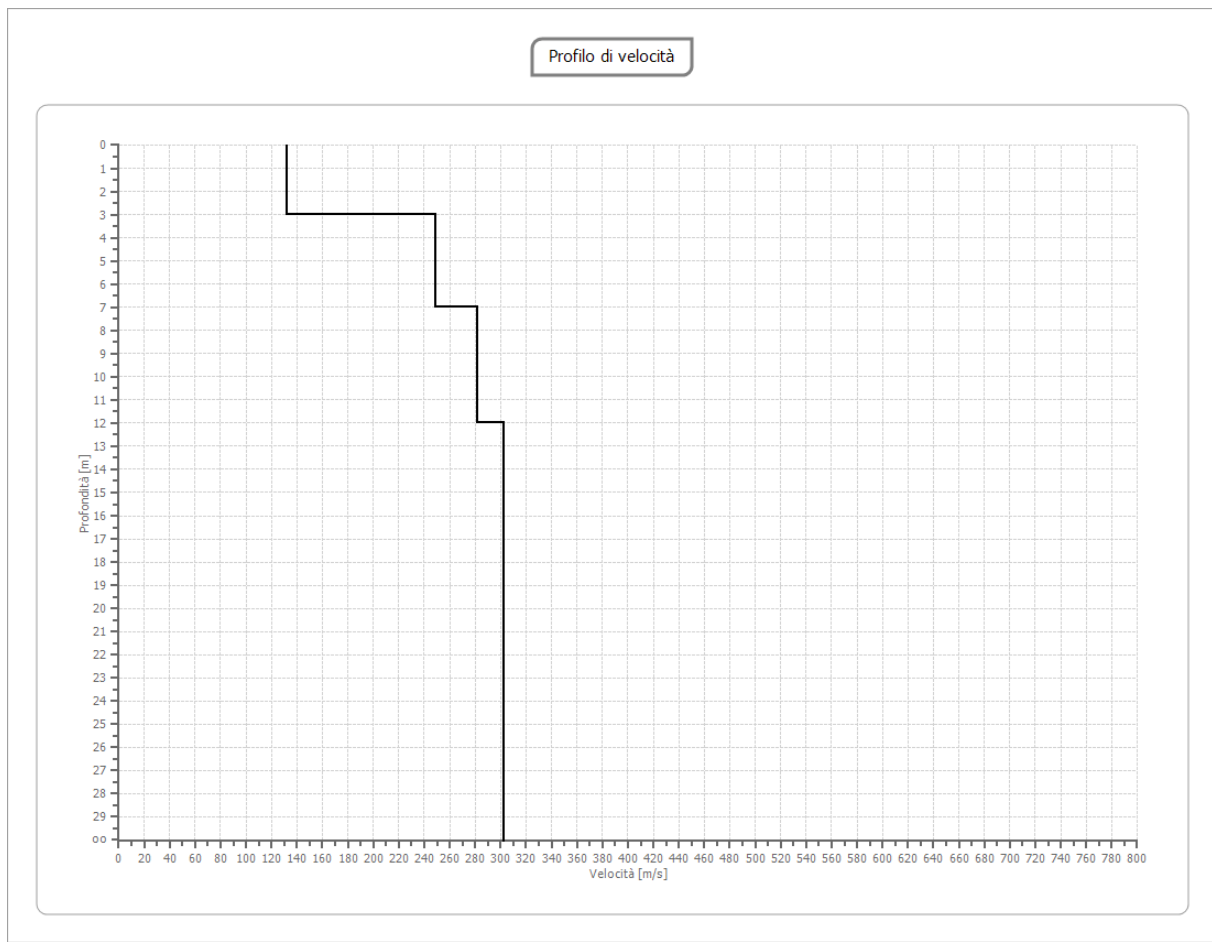
Percentuale di errore

0.032 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.021





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
V_{s,eq} [m/sec] (H=0.00 m)	258.32
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.