Ospedale di Desio

ASST MONZA

Via Mazzini, 1, 20832 Desio MB

Sistema Socio Sanitario Regione Lombardia ASST Monza

OPERE DI ADEGUAMENTO ANTINCENDIO DEL PRESIDIO OSPEDALIERO DI DESIO – LOTTO 2

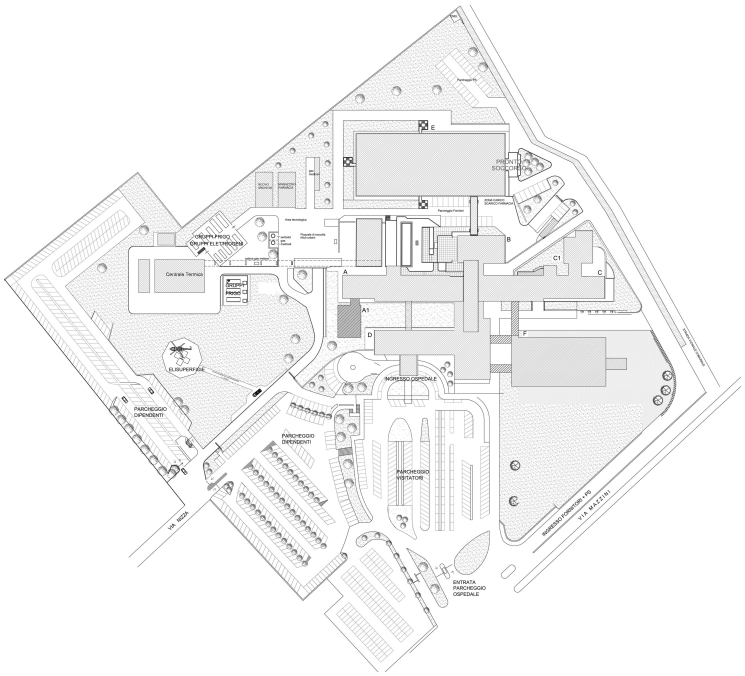
COMMITTENTE

direttore generale:
Dott. Matteo Stocco

direttore sanitario:
Dott. Nicola Vincenzo Orfeo

responsabile S.C. Gestione tecnico patrimoniale:
Arch. Luigi G. Rossi

responsabile unico del procedimento:
Ing. Sabrina Piatti



N

PROGETTISTI:

progetto architettonico:
arch. Andrea Taddia

progetto strutturale:
ing. Matteo Spairani

progetto impianti meccanici ed elettrici:
ing. Roberto Taddia

ORDINE DEGLI ARCHITETTI, PIANIFICATORI, PAESAGGISTI E CONSERVATORI DELLA PROVINCIA DI MILANO – TADDIA ANDREA GIUSEPPE – ARCHITETTO – 10018

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PAVIA – DOTTORE INGEGNERE – MATTEO SPAIRANI – LAUREA SPECIALISTICA - SEZIONE A – SETTORE: CIVILE ED AMBIENTALE – ANNO DI ISCRIZIONE 2007 – n° 2249

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO – DOTT. ING. TADDIA ROBERTO – Sez. A – Settori: a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione – n° A 17832

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato
3				
2				
1				
0	10/04/18	EMISSIONE	AA	AT

capogruppo mandataria:
Progettisti Associati Tecnarc s.r.l.
Milano - Via Lampedusa, 13 - Tel. 02/45490600 Fax 02/45490601

mandanti:
Ing. Matteo Spairani

Ecogis Studio Associato di Geologia

Disegno N.
X-001

Oggetto
PROGETTO ESECUTIVO

Scala:
A4

Data
10/04/18

Descrizione
Relazione geologica e geotecnica

Commessa
2018602

Nome file
E8602-X-001

A termini di legge il progettista si riserva la proprietà di questo disegno con la proibizione di riprodurlo o trasferilo a terzi senza autorizzazione.

ECOGIS
studio geologico associato

Gianluca Nascimbene
Giuseppe Zuffada

Sede legale e Uffici :
Via A. Moro, 5
27028 S. Martino Siccomario (PV)
Tel. 0382/1750334 - Fax 0382/1752557
Email : ecogis@ecogis.it
P.Iva/C.F. 02300900186

REGIONE: Lombardia

PROVINCIA: Monza Brianza

COMUNE: Desio

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI DUE SCALE ESTERNE PRESSO L'OSPEDALE SAN GERARDO DI DESIO (MB)



RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

A CURA DI:

Dott. Geol.
GIANLUCA NASCIMBENE

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Lombardia N° 1076

DATA:
GENNAIO 2018

COMMITTENTE:

TECNARC

Indice

1. PREMESSA 2

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 3

2.1 Aspetti geografici 3

2.2 Aspetti geologici-geomorfologici 4

2.3 Assetto idrografico e idrogeologico 7

2.4 Inquadramento idrogeologico generale 7

3. FATTIBILITA' GEOLOGICA E VINCOLISTICA 11

4. PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE 14

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO 15

5.1 Misura della Vs30 tramite la tecnica "MASW" 18

5.1.1. Analisi dei risultati – MASW 1 20
5.1.2 Risultati 26
5.1.3 Altri parametri 26
5.1.2. Analisi dei risultati – MASW 2 27
5.1.2 Risultati 34
5.1.3 Altri parametri 34

5.1.4. Valutazione della suscettibilità sismica dell'area (Verifica di II livello) 35

5.2 Parametri sismici – suolo B – Sito SITO 1 e SITO 2 40

5.3 Fenomeno della liquefazione 43

5.4 Analisi del rischio alla liquefazione 44

6. INDAGINI IN SITO 45

7. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE – DATI BIBLIOGRAFICI 48

8. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE – DATI PUNTUALI 51

8.1 Determinazione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici 53

9. SCAVI 54

9.1 Sicurezza 54

9.2. Terre e rocce da scavo 55

10. CONCLUSIONI 58

TAVOLE ED ALLEGATI

Allegato 1 – Dati di campagna - tabelle e grafici

1. PREMESSA

La presente relazione geologica e sismica è stata redatta su incarico della Tecnarc a supporto del progetto di realizzazione di due scale esterne presso l'ospedale "San Gerardo" di Desio (MB).

Le indagini sono state finalizzate a :

- illustrare i principali lineamenti geomorfologici della zona, gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto e/o potenziali;
- definire le locali condizioni litologiche, la presenza di acque sotterranee e valutare le proprietà fisico - meccaniche dei terreni indagati, definendo il carico unitario ammissibile finalizzato ad un corretto dimensionamento delle opere di fondazione;
- suggerire eventuali opere di salvaguardia al fine di assicurare la stabilità del complesso costruzione – terreno, tali da evitare gli impatti esercitati dalla edificazione in progetto.

Lo studio ha comportato un rilievo geomorfologico di dettaglio della zona interessata dal progetto e di un suo significativo intorno, per la caratterizzazione geologica dell'area e, l'esecuzione in data 23 Gennaio 2018, di n.2 prove penetrometriche dinamica (SCPT1).
Al fine di definire la corretta categoria del sottosuolo da un punto di vista sismico sono state realizzate due stendimenti sismici (MASW) in corrispondenza delle due aree di studio.
Tale indagine è stata suffragata inoltre, da una ricerca bibliografica per la consultazione di studi pregressi e da un confronto con indagini geognostiche condotte in aree limitrofe.

NORMATIVA NAZIONALE DI RIFERIMENTO

- ✓ **D.M.LL.PP. 11/03/88** Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- ✓ **D.M. 9 Gennaio 1996** Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi
- ✓ **D.M.16 Gennaio 1996** Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- ✓ **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003** Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (G.U. n. 105 del 8.05.2003)
- ✓ **Ordinanza n. 3316 del 2 ottobre 2003** Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003
- ✓ **OPCM 3 maggio 2005** Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche" (Ordinanza n. 3431)–(G.U.n.107del10 maggio2005–Suppl.Ord.n. 85)
- ✓ **D.M. 14 gennaio 2008** Nuove norme tecniche per le costruzioni 2008
- ✓ **Eurocodice 7** Progettazione geotecnica
- ✓ **Eurocodice 8** Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- ✓ **D.g.r. 30 marzo 2016 - n. X/5001** Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

2.1 Aspetti geografici

L'area in esame, è ubicata nella porzione nord occidentale dell'abitato di Desio in una zona geomorfologicamente pianeggiante ad una quota topografica di circa 204, m s.l.m. ed è cartografata sulla Carta Tecnica Regionale alla scala 1 : 10.000 nella sez. B5b4 e sulla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 tra il Foglio n. 45 "Milano".

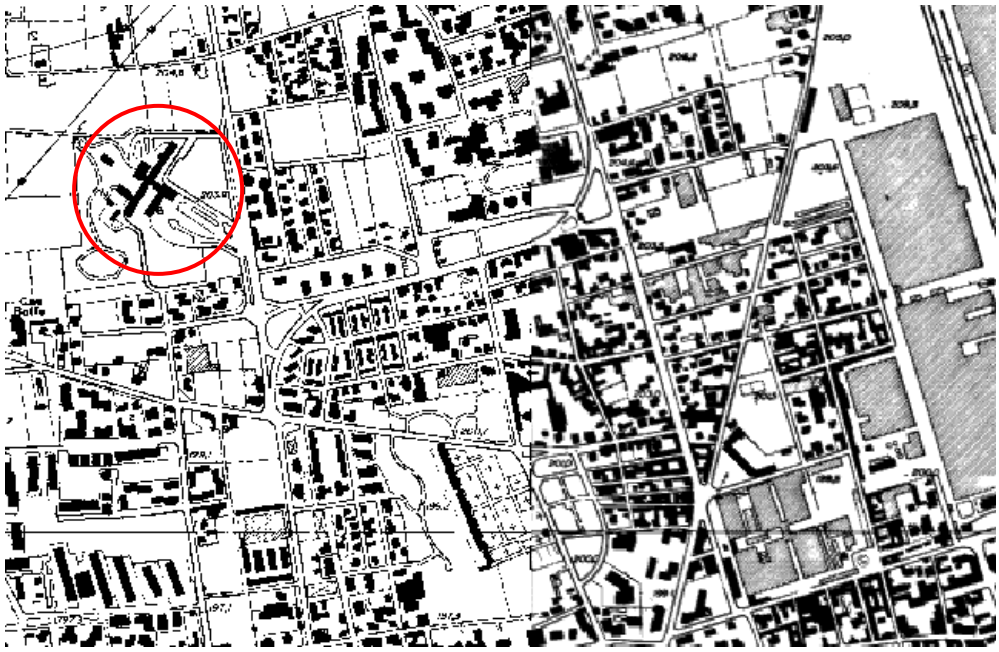


Fig.1 - Ubicazione area d'indagine. CTR sezione A5c3

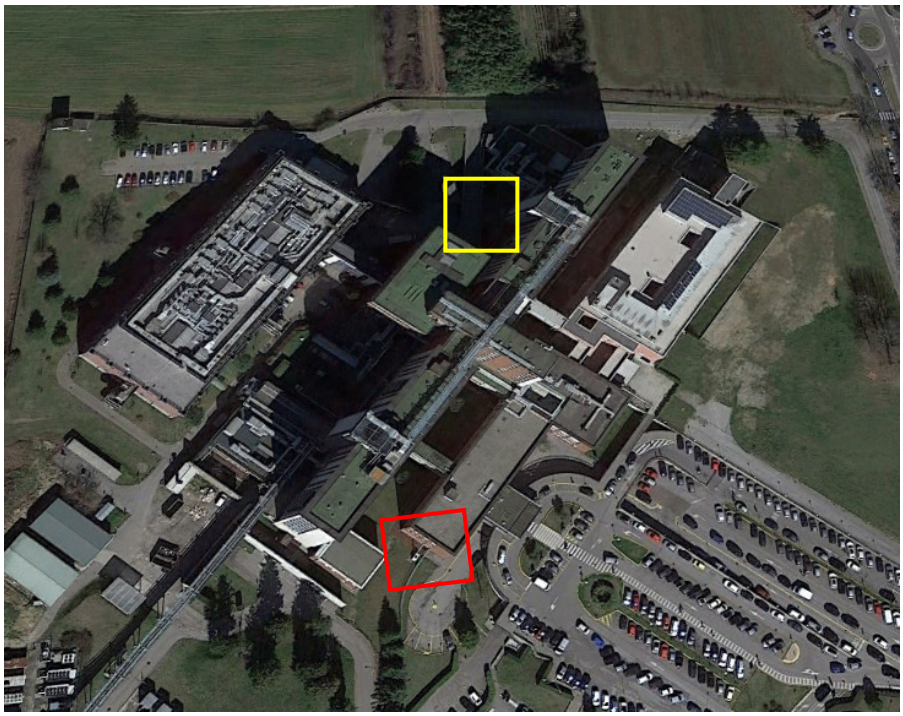


Fig.2 –area d'indagine (immagine satellitare google Earth

2.2 Aspetti geologici-geomorfologici

Desio si trova nel settore centro-occidentale della Pianura Padana e più precisamente nelle fascia della "media pianura" lombarda. L'assetto geologico di gran parte della Pianura Padana è rappresentato dalla sovrapposizione di una coltre di sedimenti depositatasi in ambiente continentale che raggiunge nella zona assiale anche 200-300 metri di spessore e che poggia su di un substrato marino piegato e fagliato.

Le caratteristiche litologiche e tessiturali dei depositi del Villafranchiano comprendenti limi, sabbie fini e argille con frequenti torbe e bancate grossolane oppure estesi livelli di sabbie, testimoniano che nel settore occidentale della Pianura Padana la sedimentazione avvenne in ambienti continentali, comprendenti piane alluvionali, bacini lacustri, delta fluviali e pianure costiere.

L'unità villafranchiana è stata quindi sottoposta ad un marcato sollevamento e ed è stata parzialmente erosa e profondamente incisa. La superficie erosionale è stata successivamente ricoperta dai sedimenti fluvioglaciali e alluvionali del Pleistocene superiore e dell'Olocene attualmente affioranti nella Pianura Padana. Il Pleistocene fu caratterizzato da intense variazioni climatiche legate al verificarsi delle glaciazioni che comportarono l'alternarsi di processi di deposizione e di erosione. In questa seconda fase, durante gli episodi glaciali del Mindel, del Riss e del Wurm si depositò una vasta coltre di sedimenti fluvioglaciali, mentre i sedimenti alluvionali risultano associati alla presenza di ghiacciai in fase di ritiro. In concomitanza alla presenza di ghiacciai in espansione, i corsi d'acqua svolgevano prevalentemente un'azione di trasporto e deposizione dei materiali originati dalla progressiva disgregazione delle catene alpina e (più a sud) appenninica, mentre nelle epoche post-glaciali i fiumi approfondivano ed ampliavano il loro corso erodendo in parte i sedimenti precedentemente deposti. In corrispondenza del limite raggiunto dai ghiacciai nelle diverse epoche, le morene frontali ricoprirono i depositi fluvioglaciali e affiorano estesamente tuttora verso i margini pedemontani della pianura. Nell'area in esame e più in generale nella media e alta pianura occidentale lombarda la granulometria dei sedimenti fluvioglaciali è generalmente grossolana o molto grossolana, mentre in prossimità dell'asse della pianura, coincidente con il fondovalle del Po, tali depositi sono costituiti prevalentemente da sabbie e limi con rare lenti di ghiaia. L'ultima fase evolutiva della Pianura Padana coincide con il sollevamento e la progressiva emersione del settore orientale e con la deposizione dei sedimenti alluvionali olocenici, costituiti prevalentemente da sabbie, ghiaie e limi con lenti argillose.

Per quanto riguarda l'aspetto geologico, l'area in esame sorge sul cosiddetto Diluvium tardivo, ovvero depositi ghiaiosi e sabbiosi costituenti il sistema di terrazzi immediatamente sottostanti al livello fondamentale della pianura.

Il livello fondamentale della pianura è costituito da depositi di origine fluvioglaciale, attribuibili al Fluvioglaciale Wurm. Essi rappresentano la porzione medio-grossolana dei sedimenti risalenti al Pleistocene Superiore, accumulatisi nella Valle Padana durante la fase parossistica dell'ultima glaciazione (Wurmiana). Tali depositi costituiscono il livello principale della Pianura Padana, definito in letteratura come Piano Generale Terrazzato (P.G.T.). al di sotto di questi di individuano i depositi associabili alle Alluvioni antiche e alle Alluvioni recenti, legate all'azione deposizionale dei corsi d'acqua, separati dai precedenti dalla cosiddetta scarpata principale.

In tale contesto geologico regionale è inserito il territorio di Desio, dove è possibile riconoscere, in varia forma e misura, gli elementi costitutivi del comprensorio della pianura milanese precedentemente descritti.
Dal punto di vista superficiale, il comune di Desio poggia su depositi di origine alluvionale composti da ghiaie ben gradate con intercalazioni di sabbia o limo; questi depositi ghiaiosi, nella parte sud-ovest del comune, tendono a diventare poco gradati, ma a mantenere le stesse caratteristiche.
A scala più generale, la zona circostante Desio si presenta omogenea, i depositi ghiaiosi occupano la maggior parte del territorio, e solo lungo gli alvei dei fiumi Seveso ad est e Lambro ad ovest, abbiamo depositi di limi.

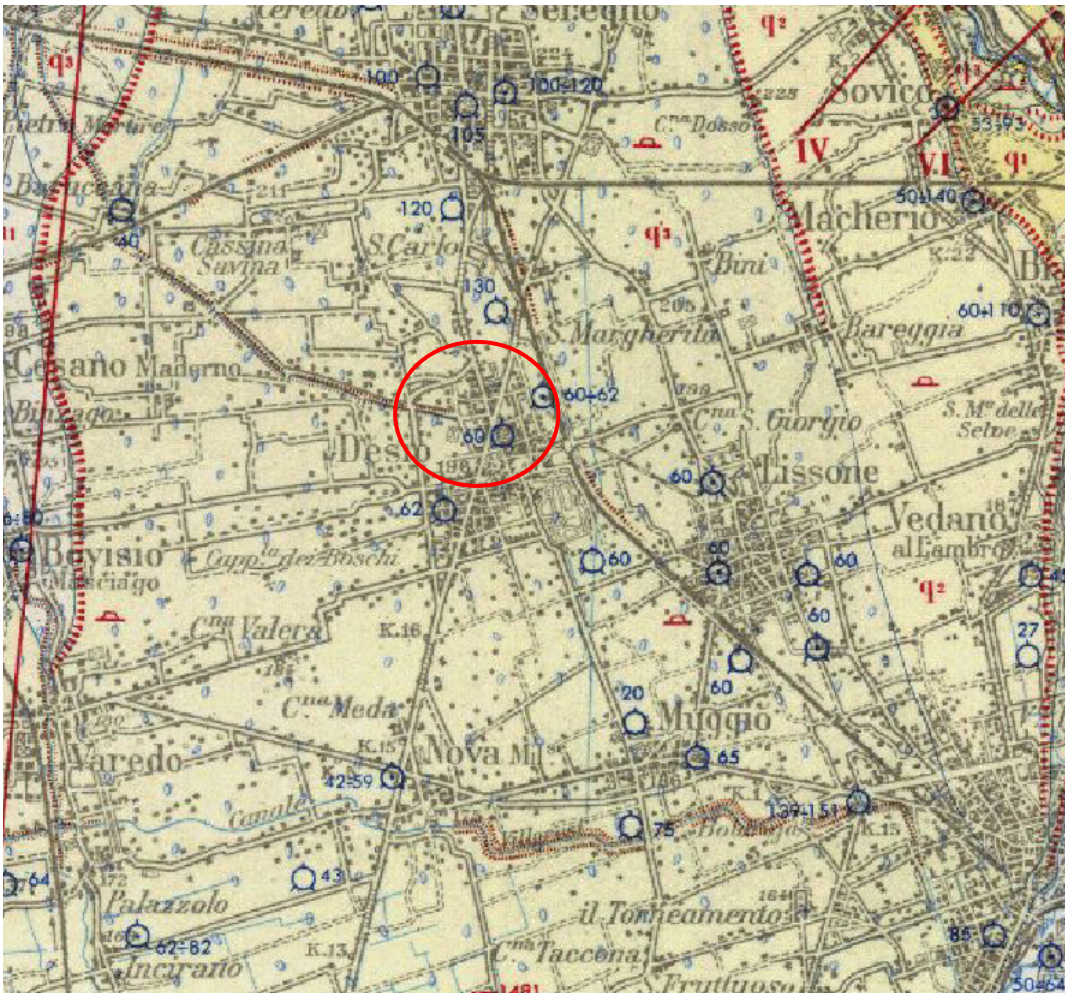


Fig. 1 - stralcio Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 – Foglio 45 – Milano e relativa legenda. Nel cerchio è evidenziato l'abitato di Desio laddove ricade l'area oggetto di questo studio

Scendendo nel dettaglio della scala comunale è possibile osservare come tutto il territorio sia contraddistinto dall'Unità "Supersintema di Besnate", riconducibile ai depositi della del Livello Fondamentale della Pianura appena descritti della precedente nomenclatura geologica della Carta Geologica. Come emerge dallo stralcio

cartografico ripreso dal PGT Comunale è possibile osservare come parte del territorio comunale sia interessato dalla presenza del fenomeno degli "occhi pollini".

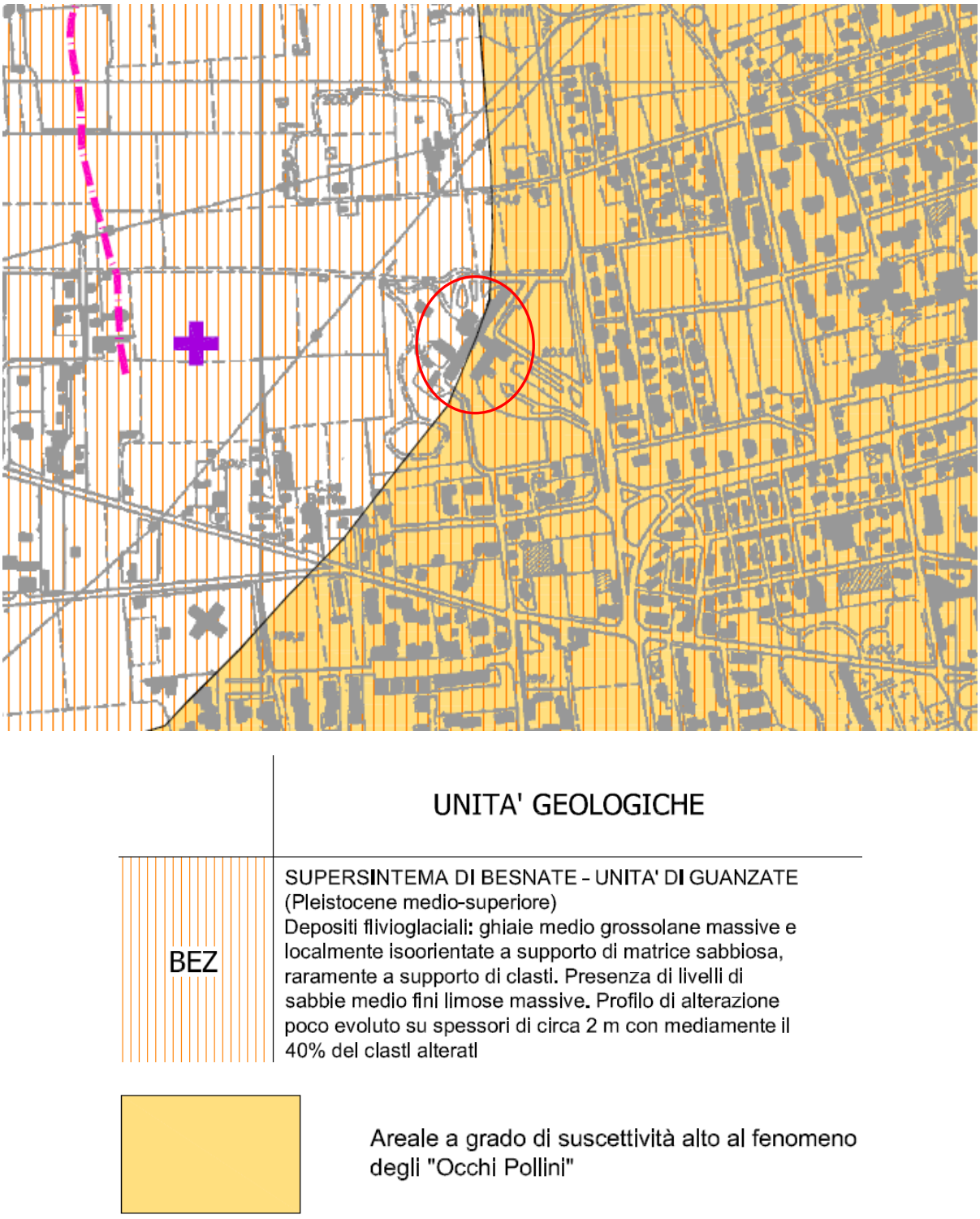


Fig. 2 - stralcio dalla carta geologica allegata al PGT Comunale

L'unità è rappresentata da depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie medio grossolane massive, occasionalmente a debole isoorientazione, a supporto di matrice. I clasti sono poligenici, di dimensioni

modali centimetriche, da subarrotondati a subangolosi. La matrice è costituita da sabbie grossolane. L'alterazione interessa circa il 50% dei clasti, carbonatici decarbonatati, metamorfici fragili e arenizzati, ignei sani solo raramente alterati. E' presente una copertura loessica.

Come indicato in precedenza, particolarmente diffuso nel territorio provinciale, il fenomeno degli "Occhi Pollini" che interessa anche parzialmente i settori occidentali del territorio comunale.
Con la definizione "Occhio Pollino" si identifica una cavità di dimensioni variabili che si può generare nel sottosuolo e che può essere distinta in tipologie differenti per genesi e morfologia.
Le cavità, nel caso del territorio di Desio, potrebbero formarsi nei sedimenti non consolidati dei depositi fluvioglaciali appartenenti al Supersintema di Besnate.
Si rinvengono in genere sopra la falda, a profondità variabili da pochi decimetri fino a oltre 10 m e possono avere una cospicua cubatura; la genesi di tali cavità è connessa a processi di piping mentre il suo mantenimento è legato alla presenza della frazione argillosa dei depositi alterati che garantisce la necessaria coesione.
Il processo di piping prevede la lenta asportazione dei granuli del sedimento. In concomitanza di eventi meteorici, l'acqua si infiltra nel sottosuolo occasionalmente favorita dalla presenza di vie di drenaggio preferenziali preesistenti, quali fratture da disseccamento e cavità lasciate da radici di piante.

2.3 Assetto idrografico e idrogeologico

Tra i corsi d'acqua più significativi prossimi al territorio Comunale di Desio possiamo annoverare il Fiume Lambro (ad Est) e Severo (ad Ovest) che comunque scorrono con direzione pressoché Nord-Sud rispettivamente a 6 e 3 km dal territorio comunale non costituendo elemento di interessa per questa trattazione. Vista la posizione dell'area di studio e l'estrema urbanizzazione dell'area, non si ravvedono corsi d'acqua né naturali né artificiali limitrofi all'area di studio tali da poter destare interesse con l'obiettivo di questa relazione.

2.4 Inquadramento idrogeologico generale

In generale l'area del milanese è formata da sedimenti che appartengono al sistema deposizionale continentale-padano, di età Plio-pleistocenica. Questo sistema, sostenuto di sedimenti di origine marina (posti alla profondità superiore a 400 metri), è costituito prevalentemente da marne argillose siltose e da sabbie e ghiaie con intercalazioni di livelli argillosi; è articolato in due sequenze litostratigrafiche principali sovrapposte e di origine continentale:

- *la sequenza inferiore del Villafranchiano*
- *la sequenza superiore alluvionale pleistocenica medio superiore*

La prima, di origine palustre-lacustre, è litologicamente costituita da un complesso limo-argilloso, al cui interno si osservano spesso livelli sabbiosi sede di acquiferi in pressione.
Al tetto, il complesso Villafranchiano è ricoperto da sedimenti depositatisi in ambiente fluviale (Pleistocene medio-superiore), costituiti soprattutto da ghiaie e sabbie, intercalate ad orizzonti limosi e agillosi.
Di spessore assai inferiore ai precedenti e sempre di natura continentale sono i depositi alluvionali localizzati sul fondo delle incisioni fluviali e sono costituiti da ghiaie, sabbie e limi dal modesto sviluppo verticale (alluvioni antiche e recenti oloceniche).
Da un punto idrogeologico l'intera sequenza deposizionale descritta può essere suddivisa in tre unità principali:

- *materasso alluvionale*
- *successione villafranchiana*
- *basamento sedimentario marino*

I depositi continentali quaternari hanno uno spessore medio di circa 200 metri e sono costituiti da alternanze di sedimenti differenziati per porosità e permeabilità; sono inoltre intercalati a setti impermeabili di estensione e potenza variabile, ospitando acquiferi più o meno in comunicazione tra loro, secondo un sistema monostrato multifalda.
La prima sequenza è molto importante perché è sede dei serbatoi idrici di maggiore importanza, sia per la loro estensione che per la loro elevata trasmissività.

Nella seguente tabella sono riassunti le suddivisioni sopra menzionate e sono altresi riportate le denominazioni delle diverse Unità secondo gli Autori che hanno trattato l'argomento.

<table>
<tr><th>UNITA' LITOLOGICHE
(MARTINIS B. & MAZZARELLA S. , 1971)</th><th>UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE
(FRANCANI & POZZI, 1981),</th><th>UNITA' STRATIGRAFICHE
(PIERI & GROPPI, 1981)</th><th>UNITA' IDROGEOLOGICHE
(AVANZINI ,BERETTA, FRANCANI et Al., 1995)</th><th>GRUPPI ACQUIFERI
(REGIONE LOM-BARDIA & AGIP, 2002)</th></tr>
<tr><td rowspan="3">LITOZONA GHIAIOSO - SABBIOSA</td><td>FLUVIOGLACIALE WURM AUCT. (Dil. Recente)</td><td rowspan="3">ALLUVIONE</td><td>UNITA' GHIAIOSO - SABBIOSA</td><td>A</td></tr>
<tr><td>FLUVIOGLACIALE RISS - MINDEL AUCT. (Dil. Medio - Antico)</td><td>UNITA' SABBIOSO - GHIAIOSA</td><td rowspan="2">B</td></tr>
<tr><td>CEPPO AUCT</td><td>UNITA' A CONGLOMERATI E ARENARIE BASALI</td></tr>
<tr><td rowspan="2">LITOZONA SABBIOSO - ARGILLOSA</td><td rowspan="3">VILLAFRANCHIANO</td><td rowspan="3">SABBIE DI ASTI</td><td rowspan="2">UNITA' SABBIOSO - ARGILLOSA (facies continentali e di transizione)</td><td>C</td></tr>
<tr><td>D</td></tr>
<tr><td>LITOZONA ARGILLOSA</td><td>UNITA' ARGILLOSA (facies marine)</td><td></td></tr>
</table>

Fig. 3 – suddivisione per unità litostratigrafiche degli acquiferi della pianura milanese

In particolare i criteri utilizzati da ENI – Divisione Agip e Regione Lombardia (2002), rivisti di recente della Regione Lombardia propongono un modello stratigrafico basato sul riconoscimento e la definizione di 4 Unità idrostratigrafiche, definite informalmente Gruppi Acquiferi A, B, C, D che, separati tra loro da orizzonti argillosi metrici continui lateralmente ed aventi ampia estensione areale.
Ai fini di questa relazione costituisce maggiore interesse solo il primo Gruppo Acquifero, il Gruppo A (litozona ghiaiosa sabbiosa)

Litozona "ghiaiosa-sabbiosa"; l'unità si presenta ad alta permeabilità primaria ed è sede del primo acquifero. E' presente con continuità in tutto il territorio ed è costituito da depositi di ambiente continentale in facies fluvioglaciale/fluviale di tipo braided. Dal punto di vista litologico, pur presentando una notevole variabilità sia laterale che verticale, sono presenti sedimenti prevalentemente medio-grossolani (sabbie ghiaiose) con intercalazioni di lenti e livelli limosi e limoso-argillosi generalmente privi di continuità laterale ma con spessori variabili plurimetrici; lo spessore complessivo dell'unità limitatamente nella verticale di studio è di circa 65-70 m e i valori di trasmissività sono dell'ordine di 10-3 m2/s. Il gruppo è sede dell'acquifero di tipo libero o localmente semiconfinato, caratterizzato da soggiacenze intorno 45 m da piano campagna, ed è tradizionalmente captato dai pozzi di captazione a scopo idropotabile di vecchia realizzazione e da pozzi privati.

In particolare abbiamo potuto osservare da queste suddivisioni come, nel sottosuolo in esame, limitatamente ai primi 55-70 m di profondità del materasso alluvionale sia possibile trovare numerosi acquiferi, connessi fra loro, che ospitano falde a pelo libero. Il primo acquifero intercettato (avente uno sviluppo areale a livello regionale) è costituito da ghiaie a media granulometria e da locali livelli di sabbie medio-fini con intercalazioni di livelli argillosi di varia potenza e con estensione variabile.
La falda freatica (I falda) è alimentata dalle acque meteoriche e dalle acque di sub-alveo dei corsi d'acqua che solcano la pianura; nel loro movimento di filtrazione da monte verso valle vengono condizionate dalla diversa permeabilità dei sedimenti attraversati, con conseguente variazione di velocità e direzione di flusso.
Dalla consultazione dello studio geologico comunale è possibile osservare come la falda abbia direzione pressoché N-S, attestandosi, limitatamente all'area di studio, intorno ai 35 m di profondità dall'attuale piano campagna.

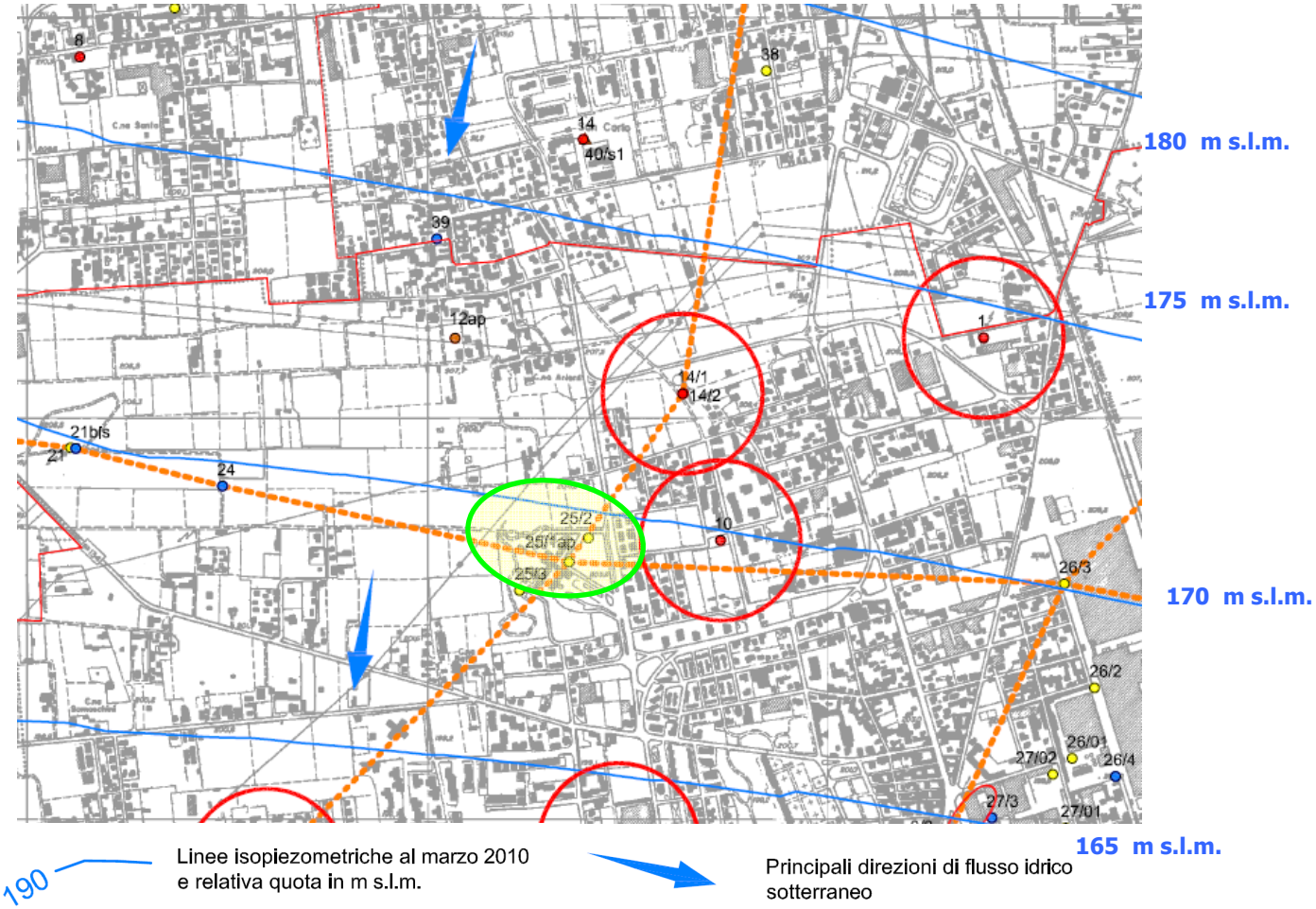
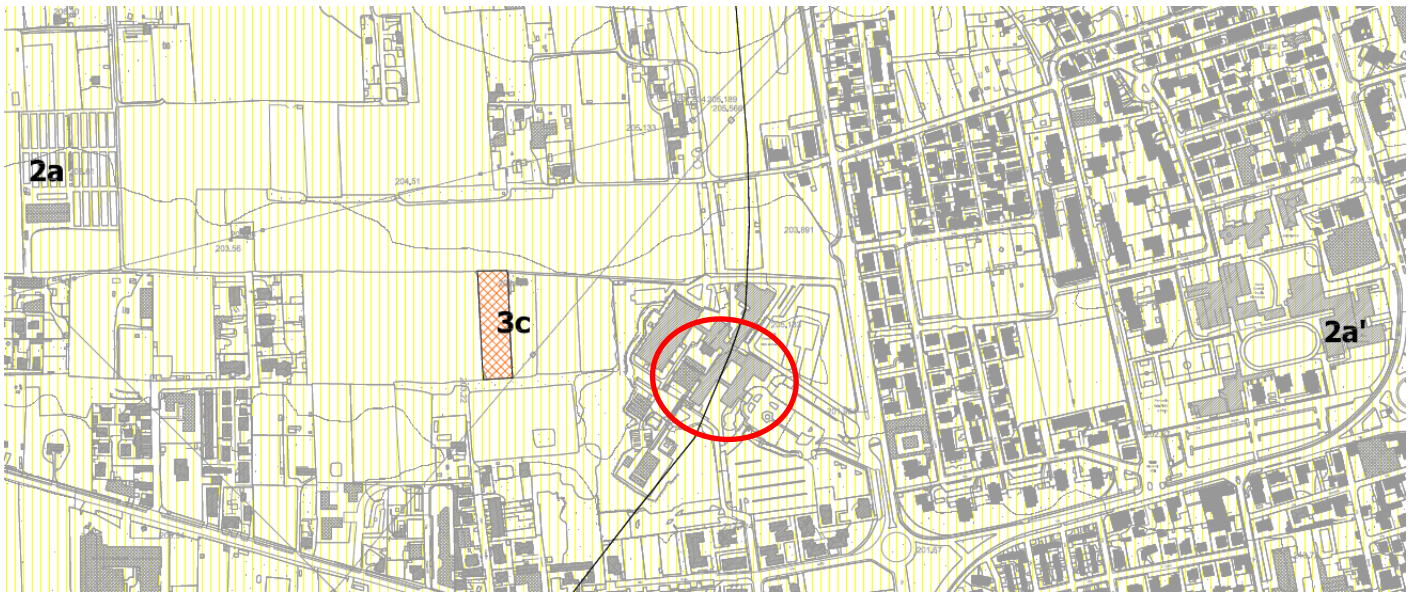


Fig.4 - Carta idrogeologica allegata al PGT – Comune d Desio

3. FATTIBILITA' GEOLOGICA E VINCOLISTICA

L'area in esame appartiene alla classe 2 di fattibilità geologica – tra la sottoclasse 2a e 2a' che comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso dei luoghi.



CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA	PRINCIPALI CARATTERISTICHE	PROBLEMATICHE GENERALI	PARERE SULLA EDIFICABILITA'	TIPO DI INTERVENTO AMMISSIBILE
2a/2a' (Supersintema di Besnate) FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI	Aree a morfologia pianeggiante prive di reticolo idrografico, litologicamente costituite da ghiaie medio grossolane a supporto di matrice sabbiosa grossolana, con profilo di alterazione poco evoluto e presenza di copertura loessica.	Area costituita da terreni con discrete/buone caratteristiche portanti. Problematiche legate alla presenza di terreni a potenziale alta suscettività al fenomeno degli occhi pollini (classe 2a'). Vulnerabilità dell'acquifero di grado medio	Favorevole con modeste limitazioni legate alla verifica puntuale delle caratteristiche portanti dei terreni e alla salvaguardia dell'acquifero libero	Sono ammesse tutte le tipologie edificatorie. Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di cui alla L.R. 12/05 s.m.i. art. 27, comma 1, lett. a, b, c, d.

Fig.5 - Stralcio di "Carta della fattibilità geologica" allegata al PGT – Comune di Desio

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Classe 2a/2a' – Supersintema di Besnate

- Principali caratteristiche: aree a morfologia pianeggiante prive di reticolo idrografico, litologicamente costituite da ghiaie medio grossolane a supporto di matrice sabbiosa grossolana, con profilo di alterazione poco evoluto e presenza di copertura loessica.

- Problematiche generali: area costituita da terreni con discrete/buone caratteristiche portanti. Problematiche legate alla presenza di terreni a potenziale alta suscettività al fenomeno degli occhi pollini (classe 2a').

- Parere sull'edificabilità: favorevole con modeste limitazioni legate alla verifica puntuale delle caratteristiche portanti e di drenaggio dei terreni e alla salvaguardia dell'acquifero libero.

- Tipo di intervento ammissibile: sono ammesse tutte le tipologie di opere edificatorie. Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, ristrutturazione edilizia, così come definiti dalla L.R. 12/2005, art. 27, comma 1, lett. a), b), c), d).

- Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: per le opere ammesse sono necessarie indagini geognostiche, secondo quanto indicato nel precedente art. 2, per la verifica litotecnica dei terreni e per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione per tutte le opere edificatorie (IGT); in particolare dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV) nel caso di opere di tipo 1 (edilizia di grande estensione, edilizia terziaria), 2 e 4 al fine di prevedere le opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere.

Per le aree in CLASSE 2a' sono necessarie indagini geofisiche (IGF) supplementari per l'individuazione di eventuali occhi pollini. Si rimanda comunque a studi geologici di dettaglio in occasione della richiesta del titolo edilizio abilitativo di verificare la sussistenza del fenomeno.

In considerazione dell'assenza di un reticolo idrico superficiale quale possibile recapito delle acque meteoriche superficiali e della conseguente necessità di disperdere nel sottosuolo le acque meteoriche non contaminate, si rende infatti necessario verificare mediante indagini dirette ed indirette la geometria degli orizzonti potenzialmente interessati dai fenomeni degli occhi pollini. Tali orizzonti non dovranno essere oggetto di dispersione diretta di acque raccolte dai sistemi di drenaggio superficiali in conformità a quanto indicato nelle Linee Guida contenute nella Relazione del PTCP (par. 7.2 "Gli obiettivi del PTCP in tema di difesa del suolo").

La modifica di destinazione d'uso di aree produttive esistenti o il loro riutilizzo necessita della verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.lgs. 152/2006 (piano di caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, progetto operativo degli interventi di bonifica/POB).

- Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito (RE). Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario inoltre che per ogni nuovo intervento

edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi fognari in fognatura e delle acque non smaltibili in loco (CO).

Nelle aree 2a' la valutazione dello smaltimento delle acque meteoriche con volanizzazione o pozzi perdenti viene effettuata sulla base delle risultanze degli studi geologici di dettaglio. Qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.lgs. 152/2006, dovranno essere previsti i corrispondenti interventi di bonifica (BO).

- Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, a mezzo di analisi di approfondimento di 3° livello.

SCENARI PSL Z2a (aree retinate blu): per tutte le altre categorie di edifici previsti la definizione delle azioni sismiche di progetto dovrà avvenire a mezzo di analisi di approfondimento di 3° livello.

SCENARI PSL Z3a (aree retinate verdi): per tutte le altre categorie di edifici previsti la definizione delle azioni sismiche di progetto dovrà avvenire a mezzo di analisi di approfondimento di 2° livello (fase pianificatoria) o di 3° livello (fase di progettazione) nel caso in cui il Fattore di Amplificazione (Fa) calcolato con il 2° livello sia maggiore del Fattore di Amplificazione di soglia.

Se Fa calcolato è minore di Fa di soglia e nelle aree non interessate da scenari PSL la progettazione dovrà essere condotta definendo la pericolosità sismica di base in accordo all'Allegato A del decreto ministeriale.

Osservando la carta dei vincoli comunale è possibile osservare come la zona sia esente da vincoli di natura geologica e idrogeologica.



Fig.6 - Stralcio della Carta dei Vincoli allegata al PGT – Comune di Desio

4. PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Dall'analisi della carta della pericolosità sismica locale allegata al PGT comunale, l'area in esame non risulta compresa in alcuno scenario di pericolosità sismica locale. Tuttavia tale area, ricadente sul Livello Fondamentale della Pianura, può essere riconducibile allo scenraio Z4a, definita come: "zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi".

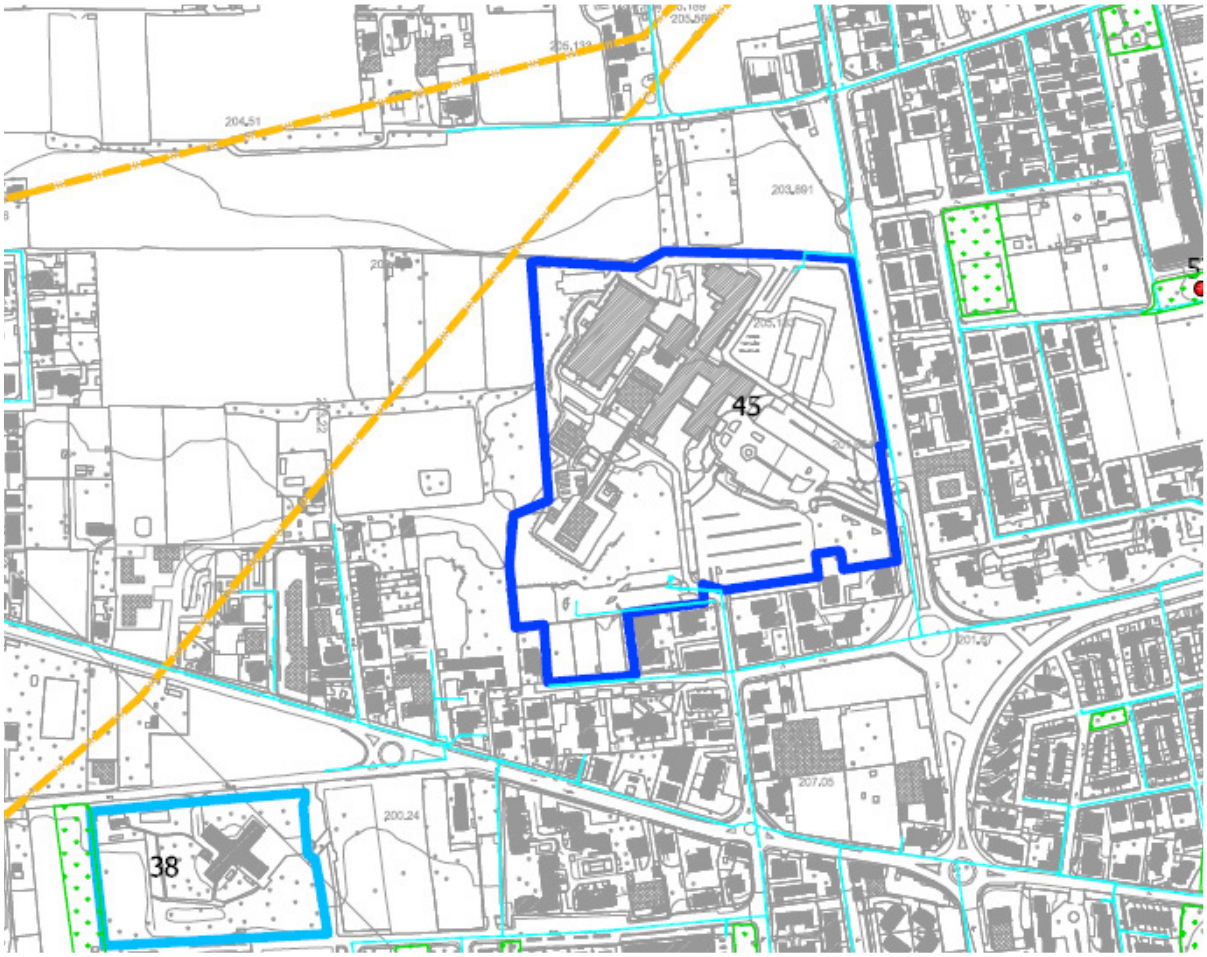


Fig. 7 – Carta della Fattibilità geologica e relativa legenda tratte dal PGT comunale di Desio

In relazione allo Scenario di Pericolosità Sismica Locale (Z4a - Effetti: AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE E GEOMETRICHE) in fase progettuale poiché l'opera rientra tra quelle strategiche e/o rilevanti (d.d.u.o. n. 19904/2003) si dovrà applicare il 2° LIVELLO di approfondimento al fine di caratterizzare (mediante indagini dirette sui terreni oppure mediante sismica in foro o superficiale) gli effetti di amplificazione sismica locale (ai sensi della DGR 8/7374/ 2008 e DGR IX/2616 del 30 Novembre 2011).

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

La normativa sismica (D.M. 16 Gennaio 1996) in Italia, anteriormente al Marzo 2003 suddivideva il territorio nazionale in tre categorie di pericolosità (elevata, media e bassa). Per ciascuna categoria sono assegnati un grado di sismicità (S) ed un coefficiente di intensità sismica (C=(S-2)/100). Lo spettro di progetto Sa(T) si ottiene moltiplicando il coefficiente C (pari a 0.10g - 0.07g -0.04g in ordine decrescente di pericolosità sismica) per una forma spettrale R(T) indipendente dalle condizioni del sottosuolo. Queste normative sismiche non tengono conto del ruolo del terreno sulla modifica di forme ed ordinate spettrali, se non con la moltiplicazione dello spettro per il coefficiente di fondazione e che di regola è unitario, salvo che per "terreni particolarmente compressibili" per i quali si consiglia di incrementare e fino a 1.3.

Si specifica che a seguito della D.G.R 11 Luglio 2014 – n. X/2129 – "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia", entrata in vigore dal 10 Aprile 2016 (D.G.R 10 ottobre 2014 – n. X/2489) il Comune di Desio è passato in classe sismica 3.

In ogni caso la normativa sismica ed i parametri relativi a ciascun territorio risultano in veloce e continua revisione, soprattutto nell'ambito della convenzione tra INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) e DPC (Dipartimento Protezione Civile) che prevede l'assistenza per il completamento e la gestione della "mappa di pericolosità sismica" prevista dall'OPCM 3274.

Già l'Ordinanza PCM 3519 del 27/04/06 fornisce una revisione dei valori di ag sul territorio nazionale ed inserisce il territorio di **DESIO** nella sottozona caratterizzata da valori di ag compresi tra 0.025 e 0.050 (accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).

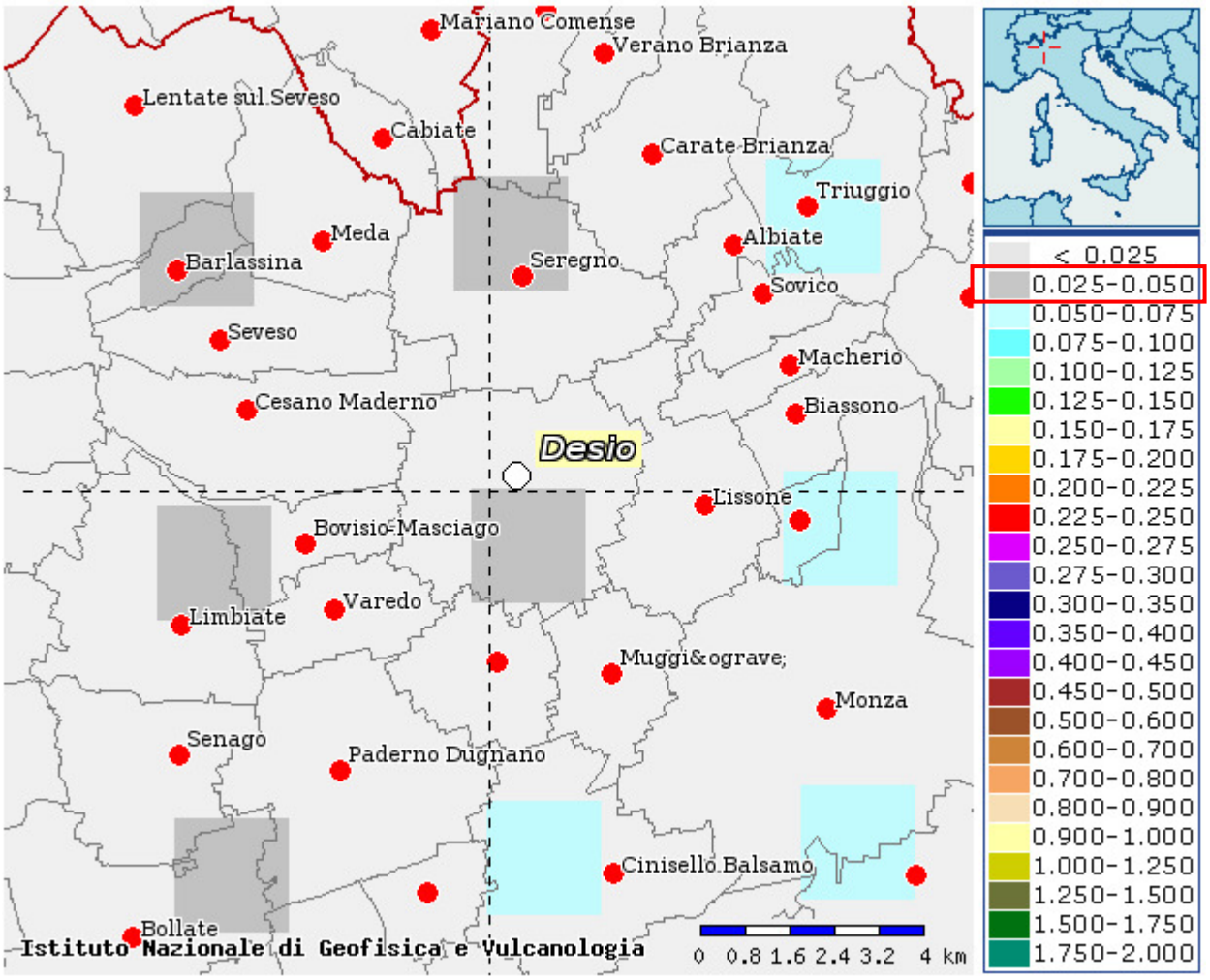


Fig. 8 – Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale

Più recentemente nell'ambito della revisione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) sono state adottate le stime di pericolosità sismica del progetto S1, concludendo il percorso iniziato nel 2003. Tali stime superano il concetto di classificazione a scala comunale e sulla base di 4 zone sismiche. Tuttavia le 4 zone sismiche mantengono una funzione prevalentemente amministrativa. La Regione Lombardia ha stabilito nella D.G.R. n°8/7374 del 28/05/2008 (punto 1.4.3) che "*la suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi dell'OPCM 3274/03) individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria"* e specifica altresì che "*ai sensi del D.M. 14/01/2008, la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione non è più valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente definita, bensì sito per sito, secondo i valori riportati nell'All. B al citato D.M.".* I dati riportati nell'All.B del D.M. 14/01/2008 coincidono per lo più con quelli riportati nell'Ord. 3519/2006, e sono in ogni caso determinabili mediante le coordinate geografiche e l'utilizzo di programmi applicativi.

Nelle definizioni precedenti Vs,30 è la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità.

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

h_i = spessore in metri dello strato i-esimo

V_i = velocità dell'onda di taglio i-esima

N = numero di strati

Secondo tale ordinanza, ai fini della definizione dell' azione sismica di progetto, sono definite 5 categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione:

Suolo	**Descrizione**	**$V_{S,30}$ (m/s)**	**$C_{u,30}$ (kPa)** (terreni a grana fine)	**N_{spt30}** (terreni a grana grossa)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m	$V_{S,30} > 800$		
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	$360 < V_{S,30} < 800$	$C_{u,30} > 250$	$N_{spt,30} > 50$
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	$180 < V_{S,30} < 360$	$70 < C_{u,30} < 250$	$15 < N_{spt,30} < 50$
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	$V_{S,30} < 180$	$C_{u,30} < 70$	$N_{spt,30} < 15$
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento	$V_{S,30} > 800$		
S1	Depositi di terreni che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche	$V_{S,30} < 100$ m/s	$10 < C_{u,30} < 20$	
S2	Depositi di terreni suscettibili a liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti			

Tabella 1 - Categorie di sottosuolo

Per la corretta definizione delle Vs30 sono stete eseguiti due stendimenti sismici in corrispondenza delle due aree di interesse, tramite la realizzazione di due MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) con modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde Rayleigh.

5.1 Misura della Vs30 tramite la tecnica "MASW"

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza 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 (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi . Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J.1999) o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori.

Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30m-50m, in funzione della rigidezza del suolo. Il metodo passivo in genere consente di tracciare una velocità di fase apparente sperimentale compresa tra 0 Hz e 10Hz, quindi dà informazioni sugli strati più profondi del suolo, generalmente al di sotto dei 50m, in funzione della rigidezza del suolo.

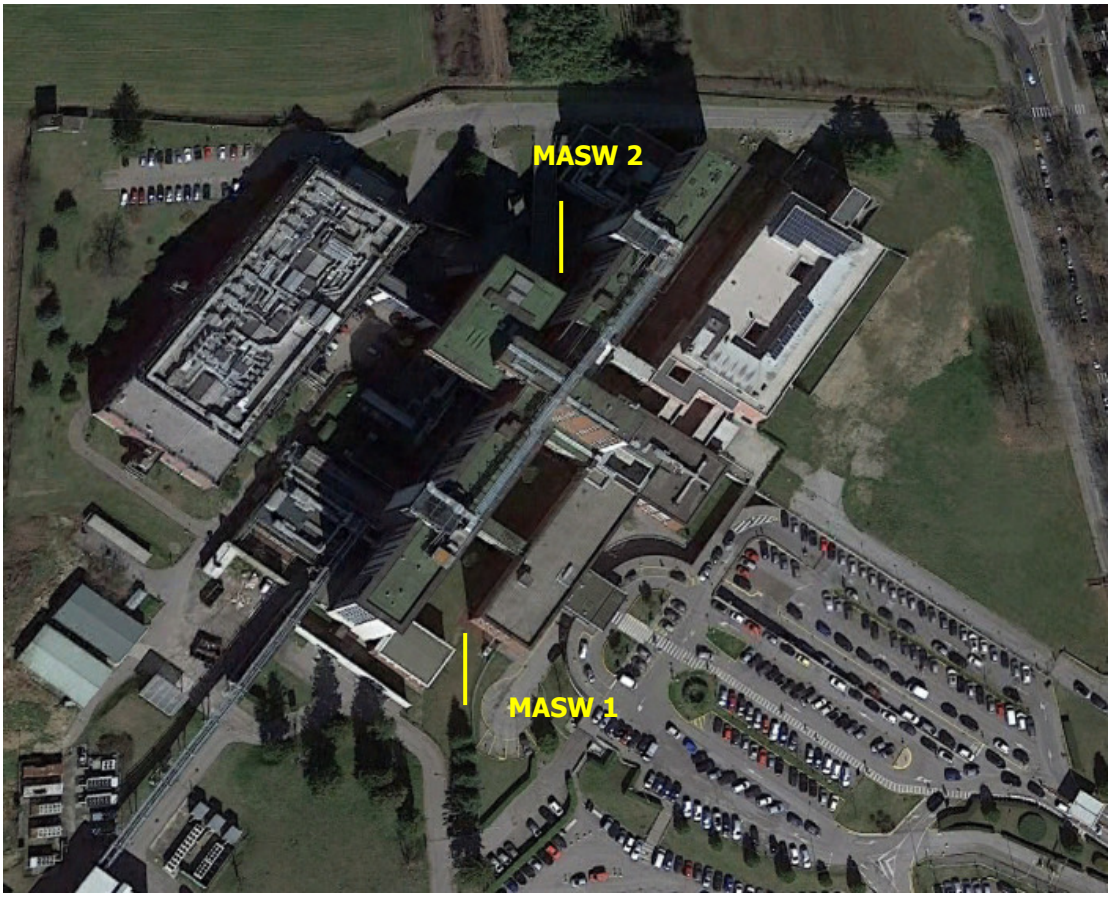


Fig. 9 –Ubicazione stendimenti sismici



Fig. 10 –Ubicazione MASW 1



Fig. 11 –Ubicazione MASW 2

5.1.1. Analisi dei risultati – MASW 1

La definizione del tipo di suolo ai sensi delle Norme Tecniche sulle Costruzioni, è stata possibile mediante l'esecuzione di indagini indirette basate sulle tecniche della sismica a rifrazione (misura diretta delle Vs_{30} con metodologia MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves).

A tale scopo, è stato predisposto uno stendimento sismico lineare in corrispondenza dell'area di studio, con le seguenti caratteristiche:
S 1 - lunghezza pari a **33 m** con 12 geofoni a distanza intergeofonica di 3,0 m;

Il profilo M.A.S.W., sulla base dei modelli medi, indica una Vs_{30} pari a **603,62 m/s**.

Ai fini della definizione delle azioni sismiche secondo le nuove "Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni" il profilo stratigrafico dei terreni coinvolti nel progetto permette di classificare il sito come:

- **suolo tipo "B"** : Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360

m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Si riportano di seguito, i profili con le velocità Vs_{30} relativi al singolo stendimento:

STENDIMENTO 1

Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	1002.3
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.131

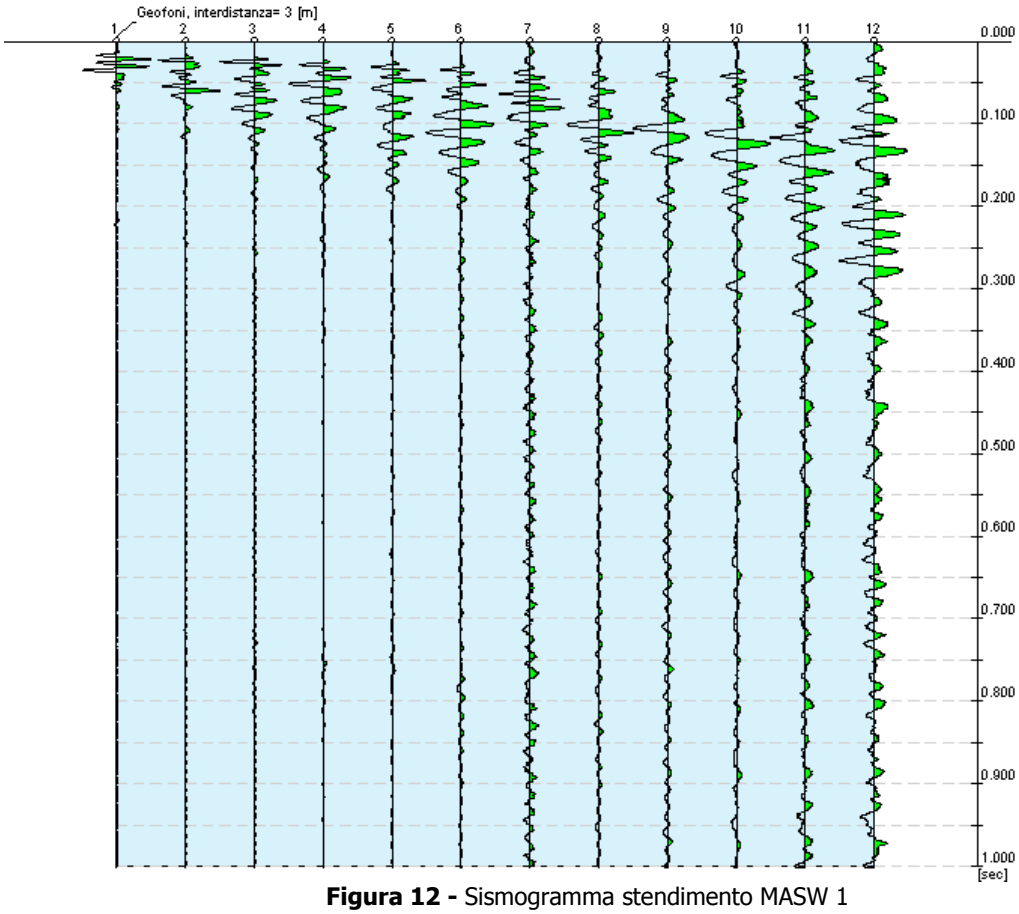


Figura 12 - Sismogramma stendimento MASW 1

Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	2
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

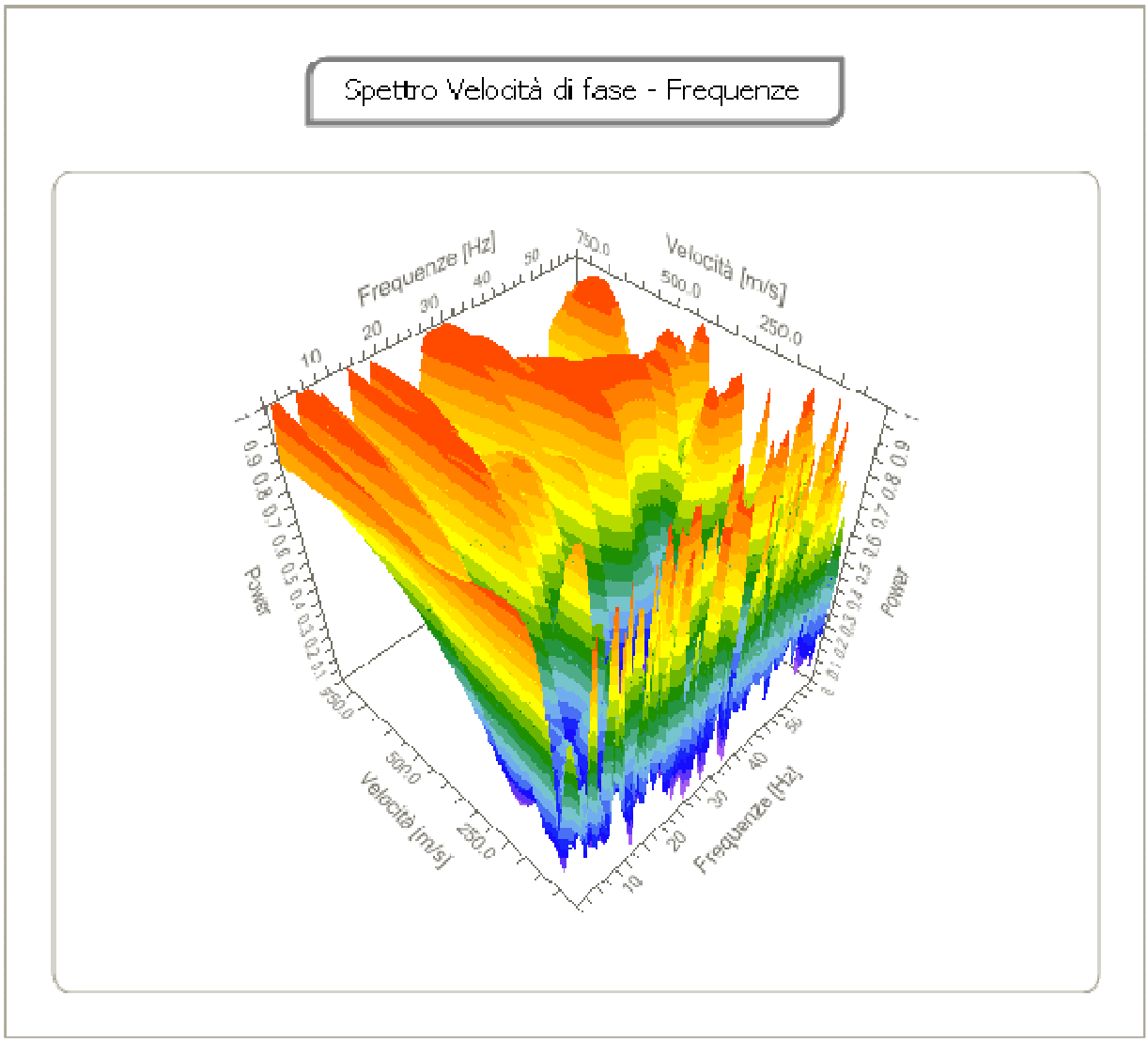


Figura 13- Analisi spettrale

Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	3.9	646.0	0
2	6.7	658.6	0
3	9.5	626.2	0
4	12.3	570.1	0
5	15.0	533.0	0
6	17.8	524.7	0
7	20.6	533.0	0
8	23.4	548.4	0
9	26.2	564.0	0
10	29.0	573.5	0
11	31.8	572.8	0
12	34.6	560.5	0
13	37.4	538.5	0
14	40.2	498.3	0
15	43.0	447.7	0
16	45.8	415.9	0
17	48.6	415.7	0
18	51.4	434.5	0
19	54.2	468.8	0
20	57.0	505.2	0

Tabella 2 - Parametri della curva di dispersione

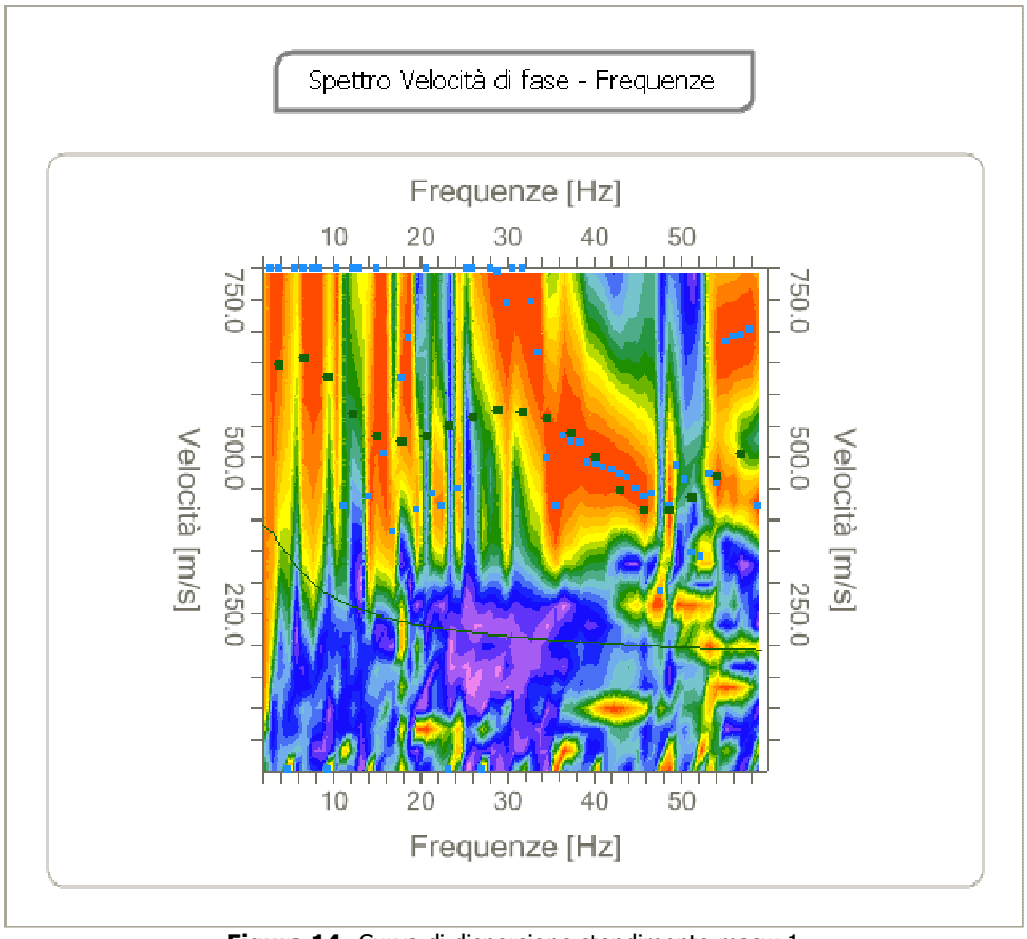


Figura 14 -Curva di dispersione stendimento masw 1

Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.03	1.03	1800.0	0.3	No	438.2	234.2
2	4.88	3.85	1800.0	0.3	No	997.5	533.2
3	14.19	9.31	1900.0	0.3	No	1226.3	655.5
4	25.14	10.95	1900.0	0.3	No	1219.6	651.9
5	38.08	12.94	1900.0	0.3	No	1283.6	686.1
6	oo	oo	2000.0	0.3	No	1398.6	747.6

Percentuale di errore 0.450 %
Fattore di disadattamento della soluzione 0.071

Tabella 3 - Valori dell'inversione

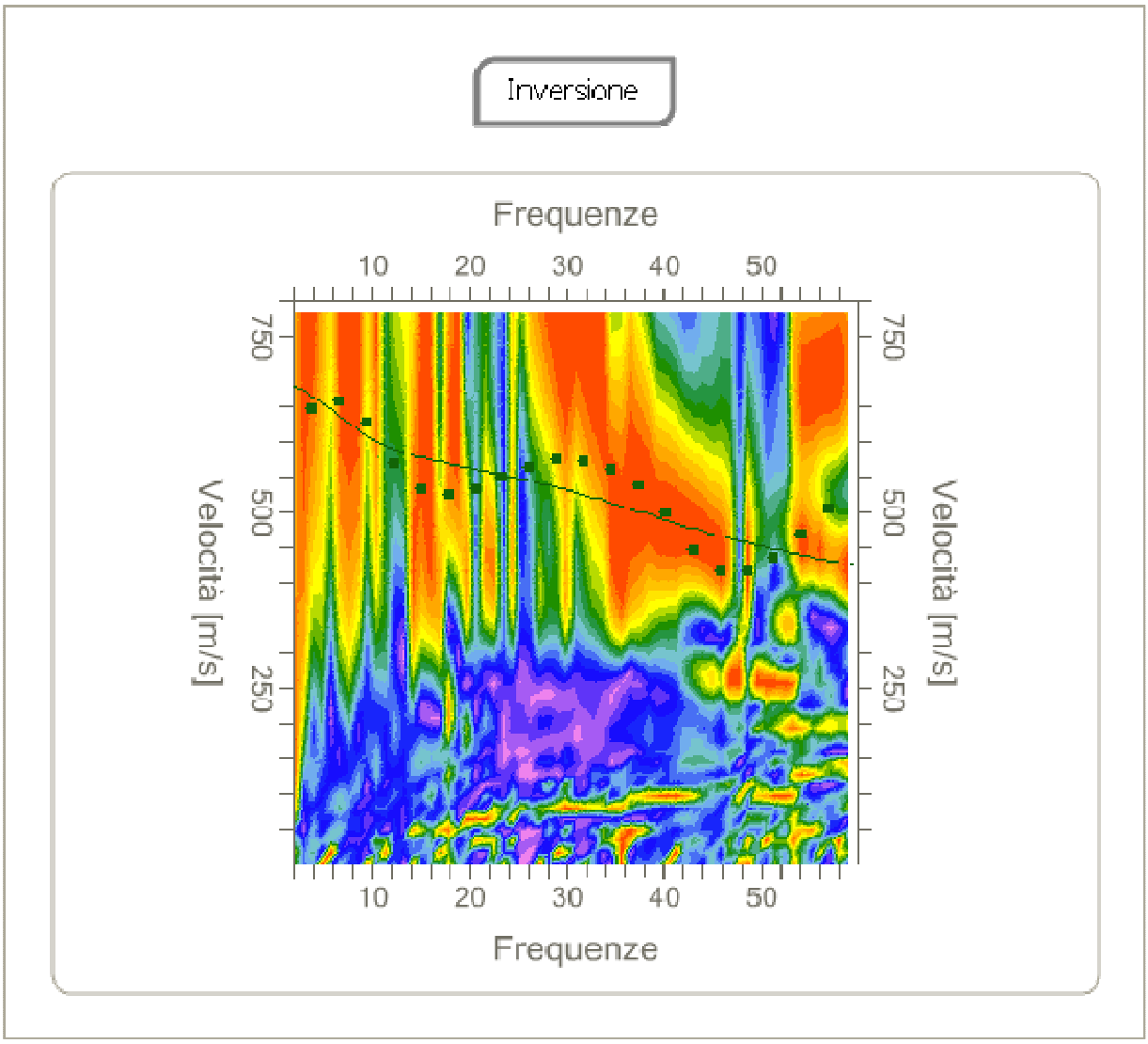


Figura 15-Inversione

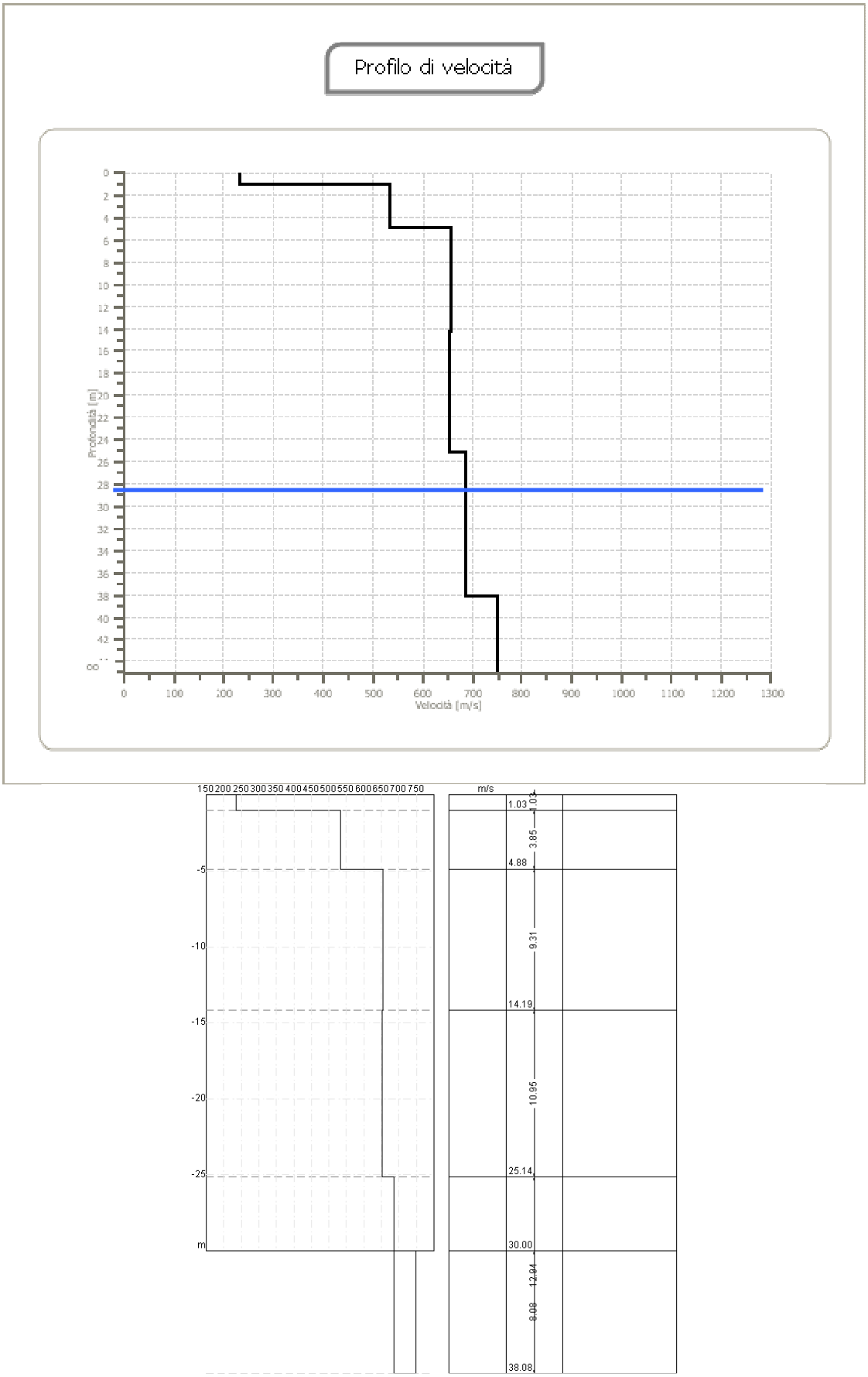


Figura 16-17 - Modello risultante dall'inversione dei dati - Sismostratigrafia

5.1.2 Risultati

A partire dal modello sismico mono-dimensionale riportato nel capitolo precedente, è possibile calcolare il valore delle Vs30, che rappresenta la "velocità equivalente" di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio.

Per il calcolo delle Vs30 si fa riferimento alla seguente espressione, riportata nel D.M. 14.09.2005 e nel D.M. 14.01.2008 (*"Norme tecniche per le costruzioni"*):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{n} H_i / V_i}$$

dove Hi e Vi indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Vs30 [m/sec]	**603.62**
Categoria del suolo	**B**

5.1.3 Altri parametri

I valori delle Vs sono stati ricavati dall'indagine sismica di tipo MASW, consentendo, tramite formule empiriche, di eseguire una prima stima dei principali parametri elastici dei terreni investigati, con:

G0: Modulo di deformazione al taglio;
Ed: Modulo edometrico;
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;
Ey: Modulo di Young;

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	1.03	1.03	234.22	438.19	1700.00	0.30	93.26	326.42	202.07	242.49
2	4.88	3.85	533.18	997.49	1700.00	0.30	483.28	1691.47	1047.10	1256.52
3	14.19	9.31	655.46	1226.25	1800.00	0.30	773.33	2706.65	1675.55	2010.66
4	25.14	10.95	651.88	1219.56	1800.00	0.30	764.91	2677.18	1657.30	1988.76
5	38.08	12.94	686.13	1283.63	1800.00	0.30	847.39	2965.87	1836.01	2203.21
6	oo	oo	747.61	1398.65	1900.00	0.30	1061.94	3716.80	2300.88	2761.05

Tabella 4 - Schema riassuntivo parametri estrapolati dalla MASW

5.1.2. Analisi dei risultati – MASW 2

Lo stendimento sismico lineare in corrispondenza della seconda area di studio ha avuto le seguenti caratteristiche:

S 2- lunghezza pari a **33 m** con 12 geofoni a distanza intergeofonica di 3,0 m;

Il profilo M.A.S.W., sulla base dei modelli medi, indica una Vs_{30} pari a **512,26 m/s**.

Ai fini della definizione delle azioni sismiche secondo le nuove "Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni" il profilo stratigrafico dei terreni coinvolti nel progetto permette di classificare il sito come:

- **suolo tipo "B"** : Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Si riportano di seguito, i profili con le velocità Vs_{30} relativi al singolo stendimento:

STENDIMENTO 2

Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	1002.3
Interdistanza geofoni [m]	3.0
Periodo di campionamento [msec]	0.131

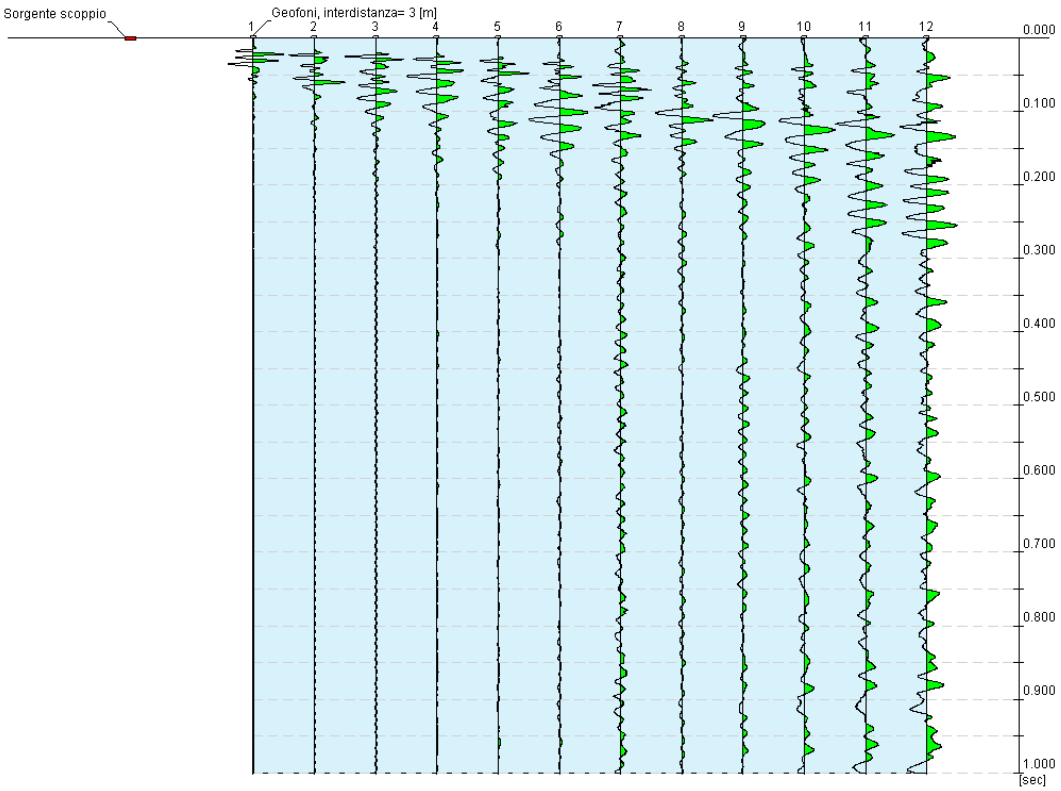


Figura 18 - Sismogramma stendimento MASW 1

Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	2
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

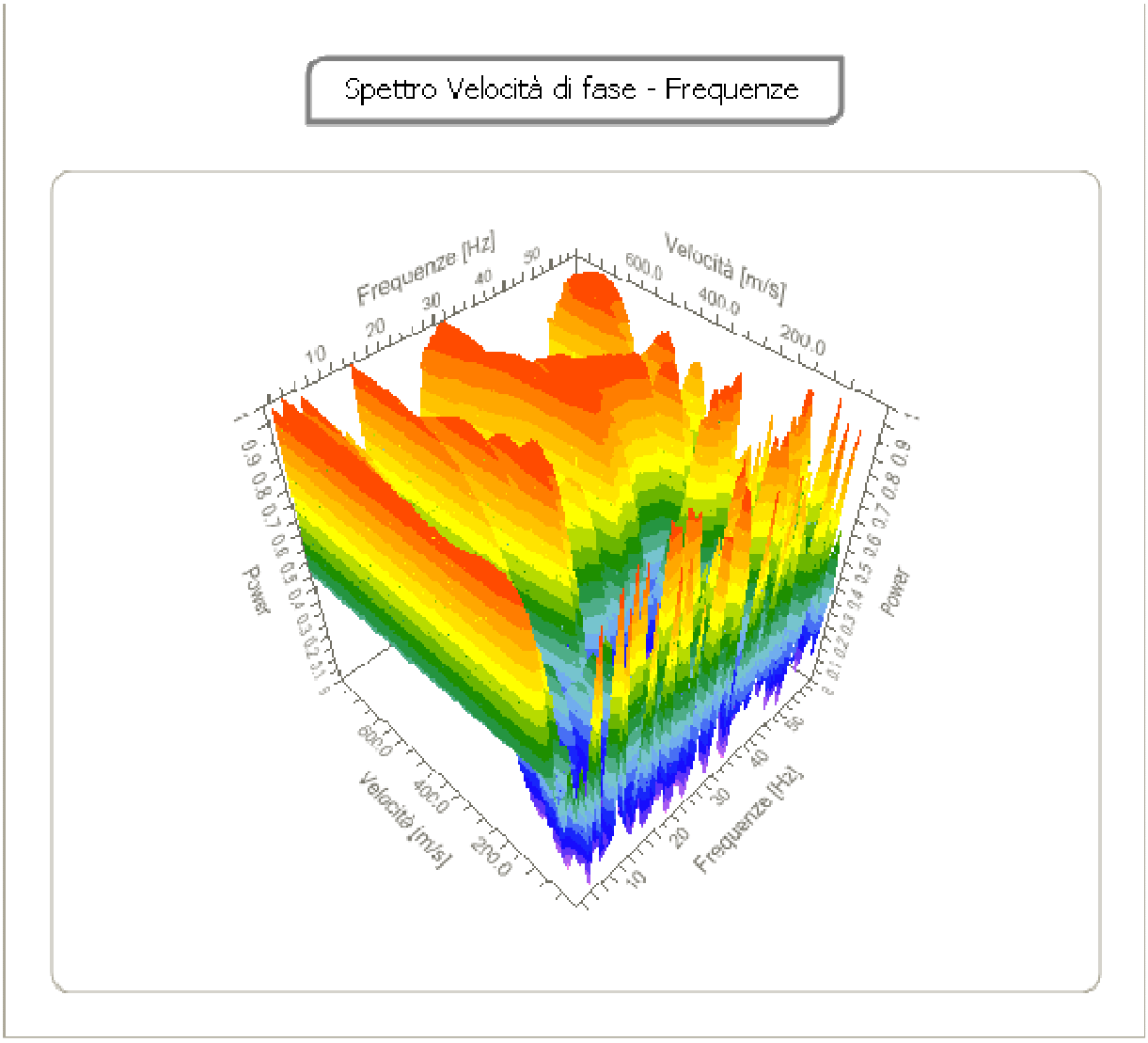


Figura 19- Analisi spettrale

Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	5.7	518.2	0
2	8.6	524.2	0
3	11.4	485.7	0
4	14.2	445.2	0
5	17.1	422.9	0
6	19.9	423.5	0
7	22.8	441.9	0
8	25.6	468.3	0
9	28.5	491.8	0
10	31.3	503.5	0
11	34.1	498.6	0
12	37.0	477.3	0
13	39.8	444.8	0
14	42.7	410.6	0
15	45.5	378.5	0
16	48.4	375.6	0
17	51.2	404.2	0
18	54.0	462.0	0
19	56.9	534.0	0

Tabella 5 - Parametri della curva di dispersione

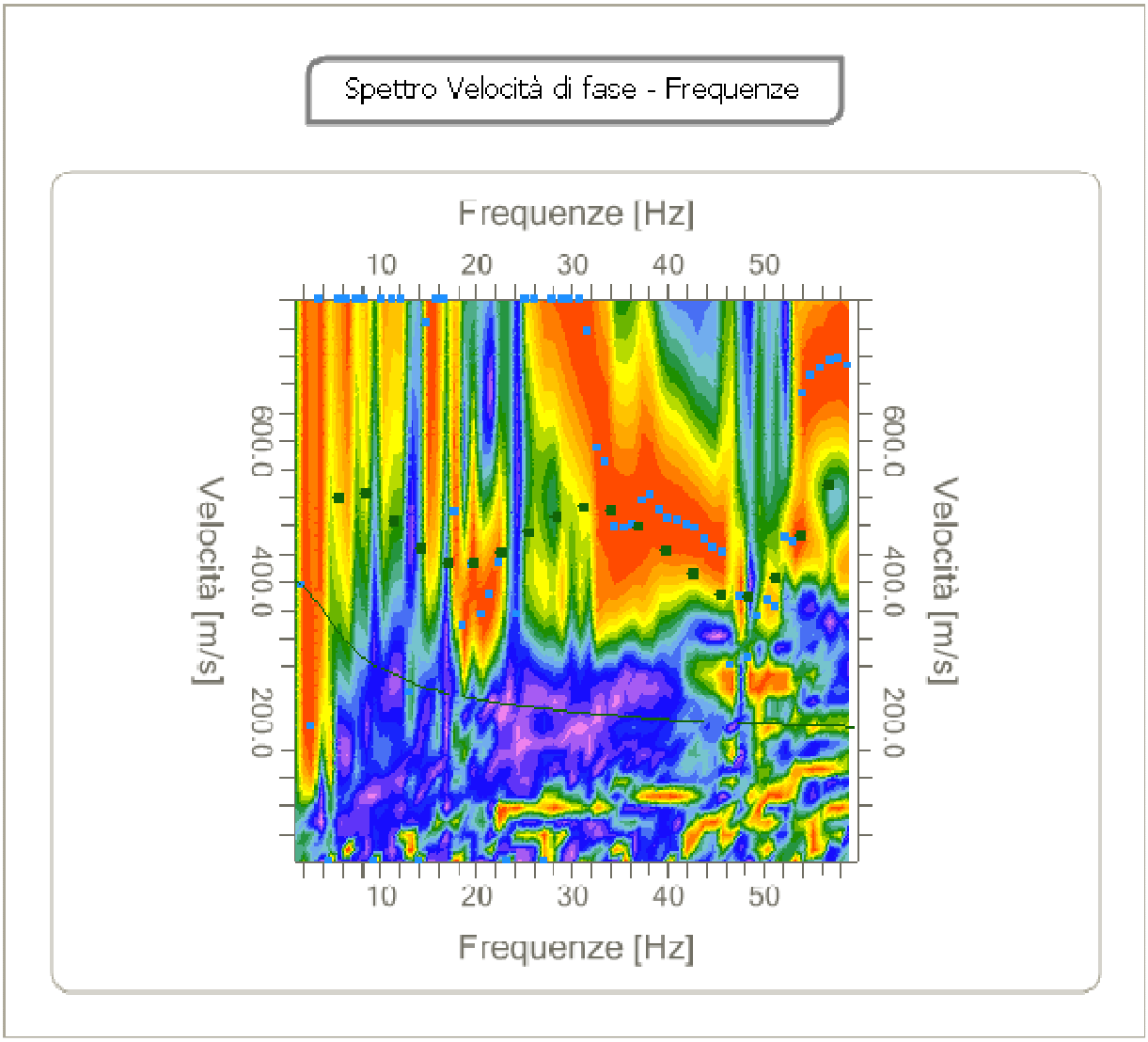


Figura 20 -Curva di dispersione stendimento masw 1

Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.18	3.18	1800.0	0.3	No	814.7	435.5
2	10.16	6.98	1800.0	0.3	No	930.0	497.1
3	21.27	11.11	1900.0	0.3	No	919.5	491.5
4	40.72	19.45	1900.0	0.3	No	1117.2	597.2
5	59.21	18.49	1900.0	0.3	No	1200.7	641.8
6	oo	oo	2000.0	0.3	No	1209.0	646.2

Percentuale di errore 0.860 %
Fattore di disadattamento della soluzione 0.091

Tabella 6 - Valori dell'inversione

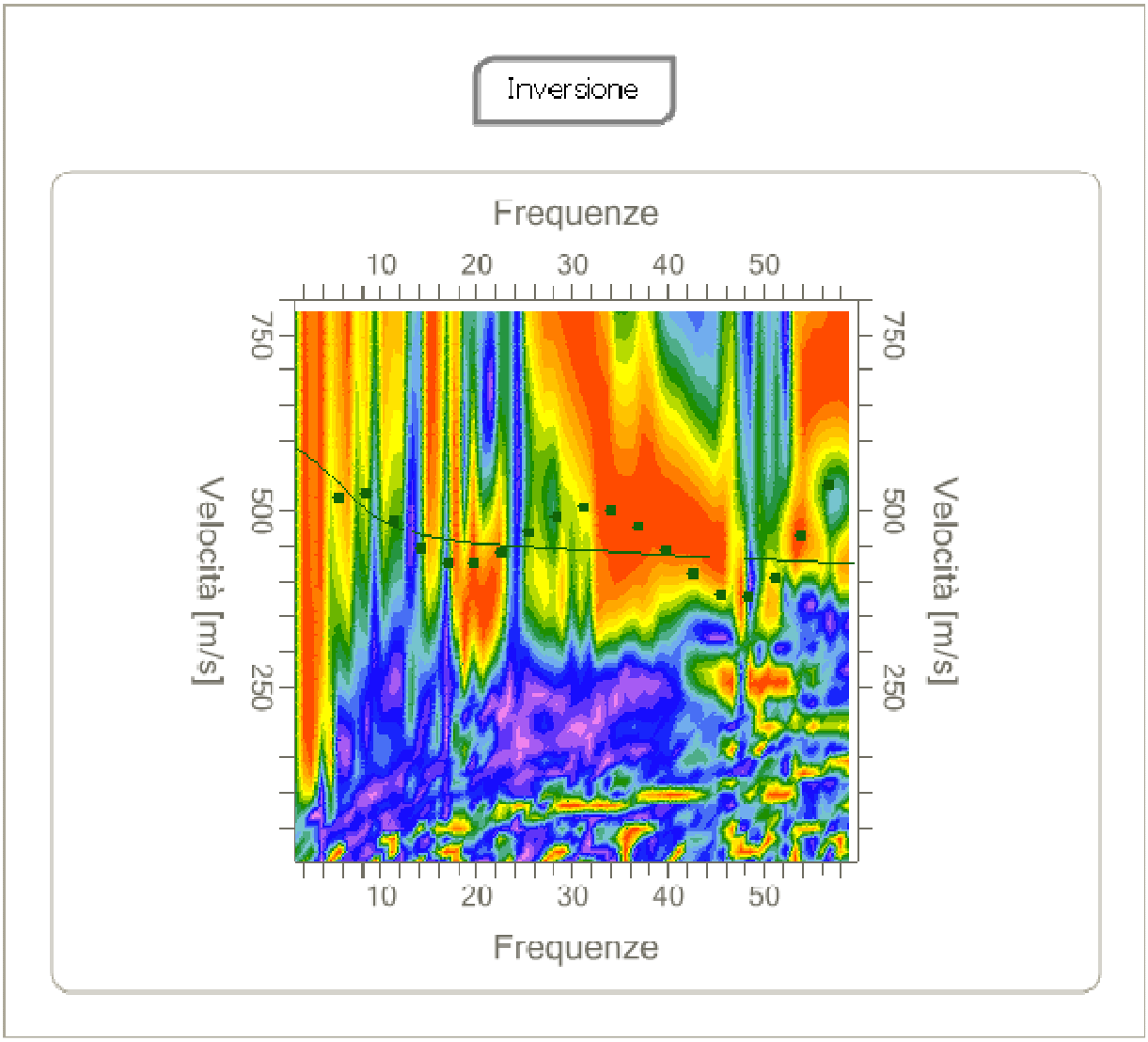
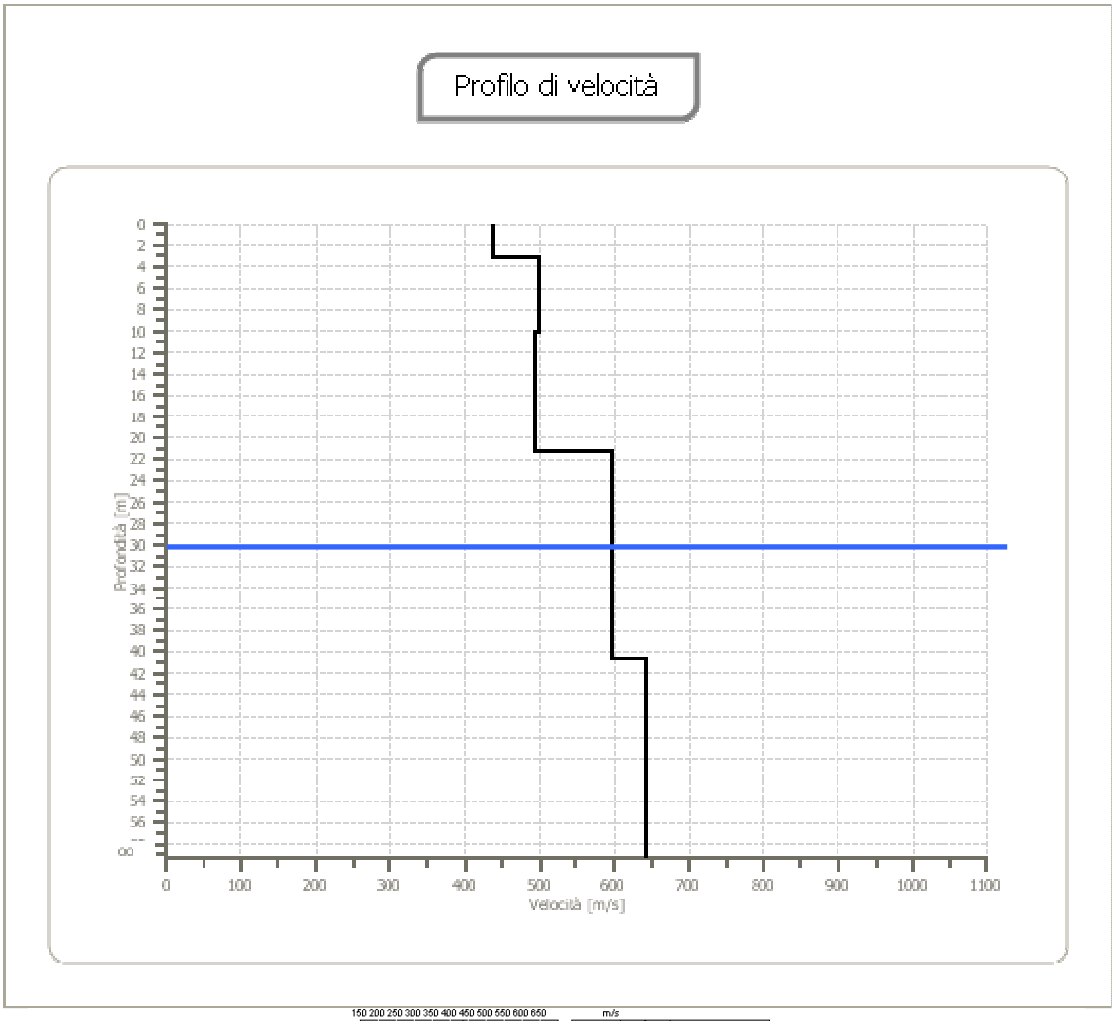


Figura 21-Inversione



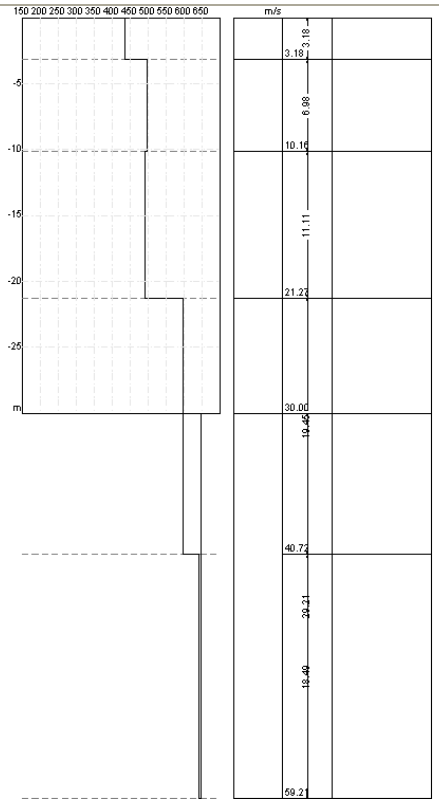


Figura 22-23 - Modello risultante dall'inversione dei dati - Sismostratigrafia

5.1.2 Risultati

A partire dal modello sismico mono-dimensionale riportato nel capitolo precedente, è possibile calcolare il valore delle Vs30, che rappresenta la "velocità equivalente" di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio.
Per il calcolo delle Vs30 si fa riferimento alla seguente espressione, riportata nel D.M. 14.09.2005 e nel D.M. 14.01.2008 (*"Norme tecniche per le costruzioni"*):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{n} H_i / V_i}$$

dove Hi e Vi indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio γ< 10-6) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Vs30 [m/sec]	**512.26**
Categoria del suolo	**B**

5.1.3 Altri parametri

I valori delle Vs sono stati ricavati dall'indagine sismica di tipo MASW, consentendo, tramite formule empiriche, di eseguire una prima stima dei principali parametri elastici dei terreni investigati, con:

G0: Modulo di deformazione al taglio;
Ed: Modulo edometrico;
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;
Ey: Modulo di Young;

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	3.18	3.18	435.47	814.68	1700.00	0.30	322.37	1128.30	698.47	838.17
2	10.16	6.98	497.13	930.05	1700.00	0.30	420.14	1470.47	910.29	1092.35
3	21.27	11.11	491.49	919.49	1800.00	0.30	434.81	1521.83	942.09	1130.50
4	40.72	19.45	597.18	1117.21	1800.00	0.30	641.91	2246.70	1390.81	1668.97
5	59.21	18.49	641.77	1200.65	1800.00	0.30	741.37	2594.81	1606.31	1927.57
6	oo	oo	646.25	1209.02	1900.00	0.30	793.51	2777.29	1719.27	2063.13

Tabella 7 - Schema riassuntivo parametri estrapolati dalla MASW

5.1.4. Valutazione della suscettibilità sismica dell'area (Verifica di II livello)

Come illustrato nel PGT Comunale, l'area di studio non è stata ascritta ad alcuno scenario di pericolosità sismica locale; tuttavia, poichè la zona dell'ospedale si trova sul Livello Fondamentale della Pianura, l'area può essere riconducibile allo scenario Z4a, definita come: "zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi".

Effetti litologici

Al fine di determinare i valori di F_a dal punto di vista degli effetti litologici, sono stati utilizzati i risultati emersi dall'esecuzione dei due stendimenti geofisici eseguiti con metodo MASW.
Mediante tale elaborazione e con l'utilizzo di apposite schede messe a disposizione dalla Regione Lombardia, contenute nella D.G.R. 8/7374 del 28/05/2008, si è calcolato il valore di F_a (fattore di amplificazione) da confrontare con i limiti di riferimento indicati dalla Regione Lombardia.

Per ottenere il suddetto F_a è necessario ricavare il valore di Vs_{30} (onde sismiche di taglio o trasversali) utilizzando le velocità V_s degli strati intercettati mediante la formula precedentemente riportata. In questo modo si risale al tipo di suolo, che come precedentemente indicato hanno portato in tutti e due i casi a determinare un suolo di **tipo B**.
Sulla base di parametri geotecnici e litologici, si individua la litologia prevalente del sito e da questo dato si sceglie la relativa scheda di riferimento riportata nella D.G.R. 8/7374 del 28 Maggio 2008 e successivamente nella D.G.R. IX/2616 del 30 Novembre 2011. Nello specifico la normativa regionale riporta 6 tipi di schede litologiche:

- scheda per le litologie prevalentemente ghiaiose;
- scheda per le litologie prevalentemente limoso-argillose (tipo 1 e tipo 2);
- scheda per le litologie prevalentemente limoso-sabbiose (tipo 1 e tipo 2);
- scheda per le litologie sabbiose;

Si riportano, in un apposito diagramma all'interno di queste schede, i valori delle Vs relative ad ogni strato per i due stendimenti considerati. Tale confronto permette di verificare se si rientra o meno nel campo di validità della scheda di riferimento.
I dati ottenuti in campagna e riportati in Tabella 3 e in Tabella 6 vengono inseriti all'interno della scheda litologica più affine all'area di studio che è quella relativa al grafico per la litologia "sabbiosa".

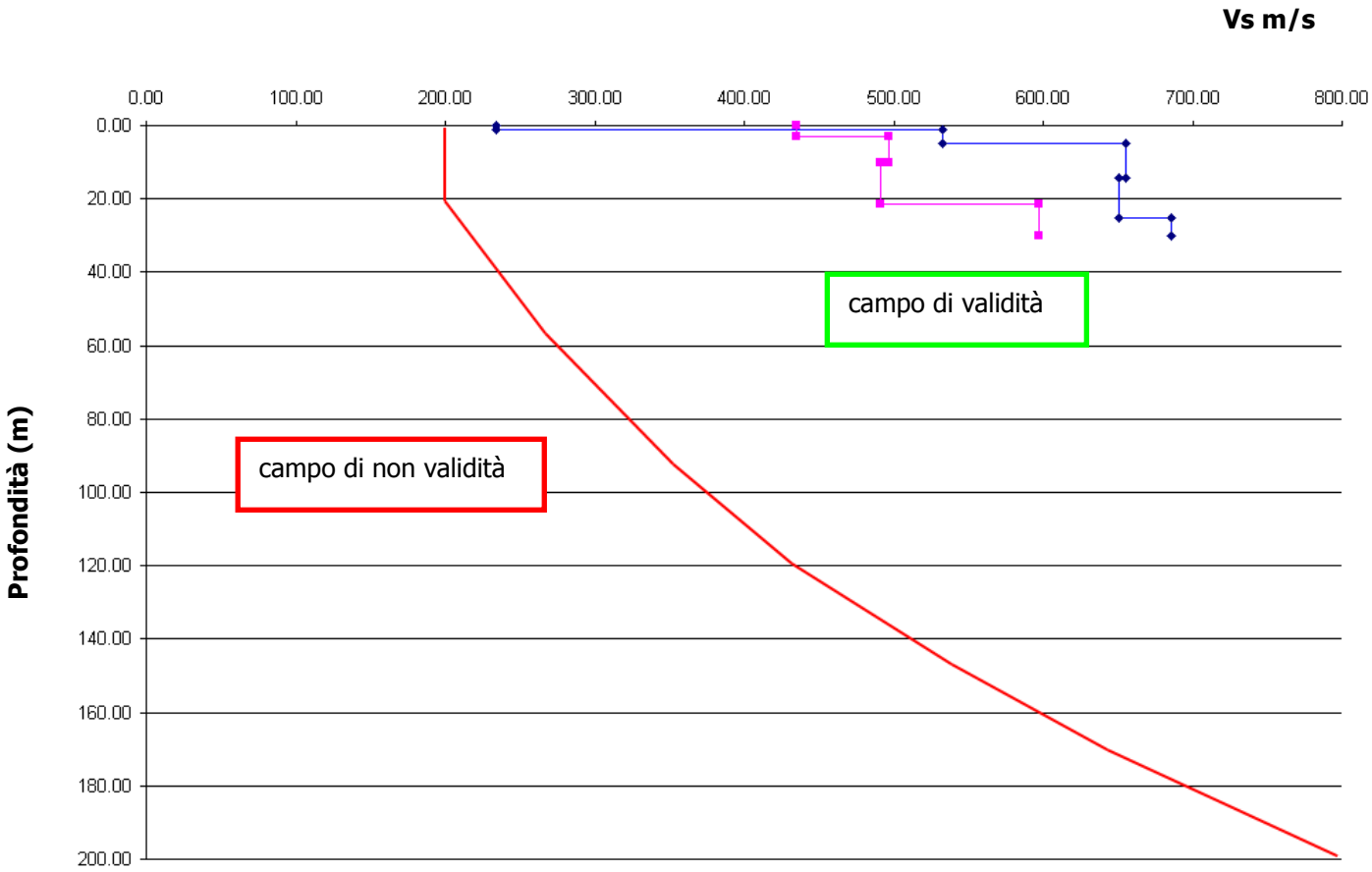


Fig 24 - Grafico relativo al campo di validità della scheda litologica sabbiosa. In blu la MASW 1 e in viola la MASW 2

Ottenuti la velocità del primo strato ed il relativo spessore si riportano questi valori all'interno dell'abaco al fine di ricavare il colore della curva da utilizzare (Fig. 25) per ottenere il valore di Fa.

Infatti per utilizzare correttamente l'abaco come vincolo viene posto che il primo strato abbia almeno 4 m di spessore. Se tale condizione non fosse soddisfatta è necessario calcolare la media pesata almeno dei primi 4 metri di terreno tenendo in dovute considerazioni gli spessori parziali con le rispettive velocità delle onde di taglio.

In tutti e due i casi, facendo la media pesata limitatamente al "primo strato" considerando i primi 4 m di terreno, si ha una velocità delle onde assimilabile a 450 m/s, pertanto si utilizzerà la curva 3 (curva blu).



Fig.25 - Abaco che permette di individuare, in base al colore, la curva di riferimento per l'individuazione di Fa, grazie all'intersezione della profondità raggiunta dal primo strato e la sua velocità

Intersecando il valore di velocità riscontrata con la profondità sopra indicata, si ricade nel campo 3, che corrisponde alla curva blu di figura 26 e 27.

Con i valori sopra ottenuti si calcola il periodo "T" relativo ai due siti. Per la determinazione del periodo si utilizza la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^{n} h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^{n} Vs_i \times h_i}{\sum_{i=1}^{n} h_i} \right)}$$

hi = Spessore in metri dello strato i-esimo

Vsi = Velocità dell'onda di taglio i-esima

Valore del periodo T Calcolato – MASW 1	**Valore del periodo T Calcolato – MASW 2**
0,19 s	**0,24 s**

Tabella 6 - recante il valore dei periodo T calcolato

Conoscendo la velocità del primo strato, la curva di riferimento ed il valore del periodo T calcolato, si può risalire al valore di Fa utilizzando gli abachi di riferimento di Fig. 26 e Fig. 27 per la litologia sabbiosa e riferiti rispettivamente ad edifici bassi ed ad edifici alti.

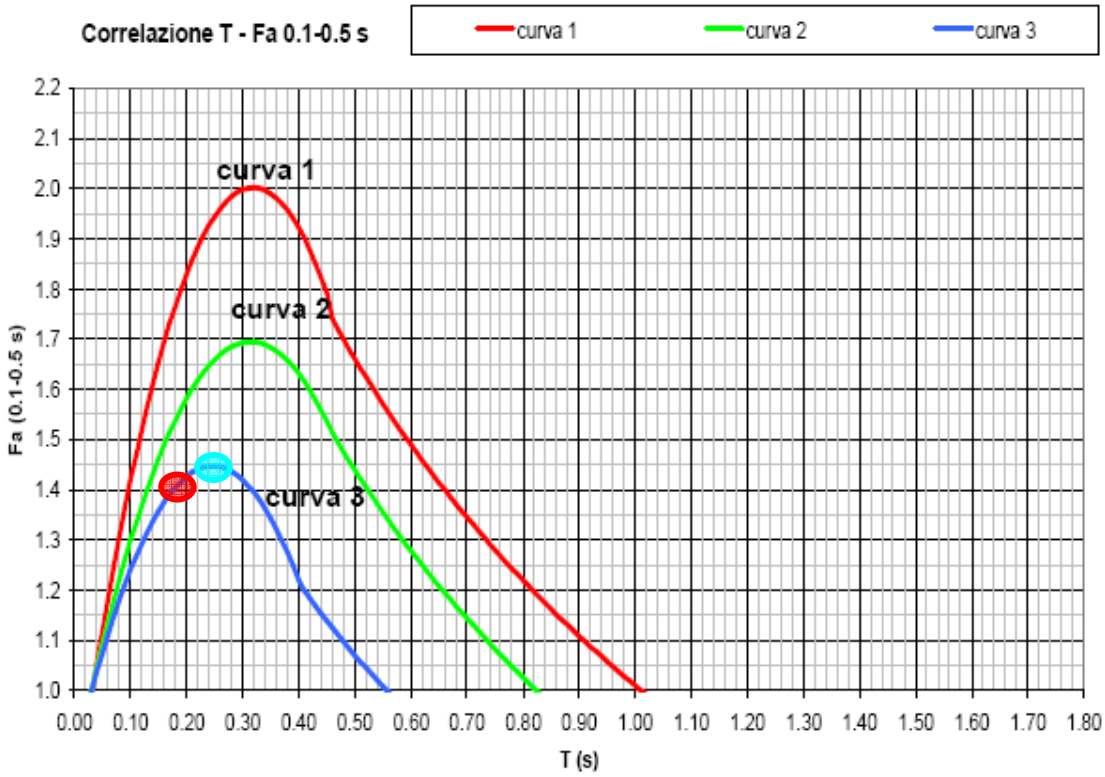


Fig. 26– Abaco di riferimento per la litologia sabbiosa per determinare Fa sulla base di T e della curva di riferimento (riferito ad edifici bassi) – In rosso il valore di "Fa" riferito alla MASW 1, in azzurro alla MASW 2

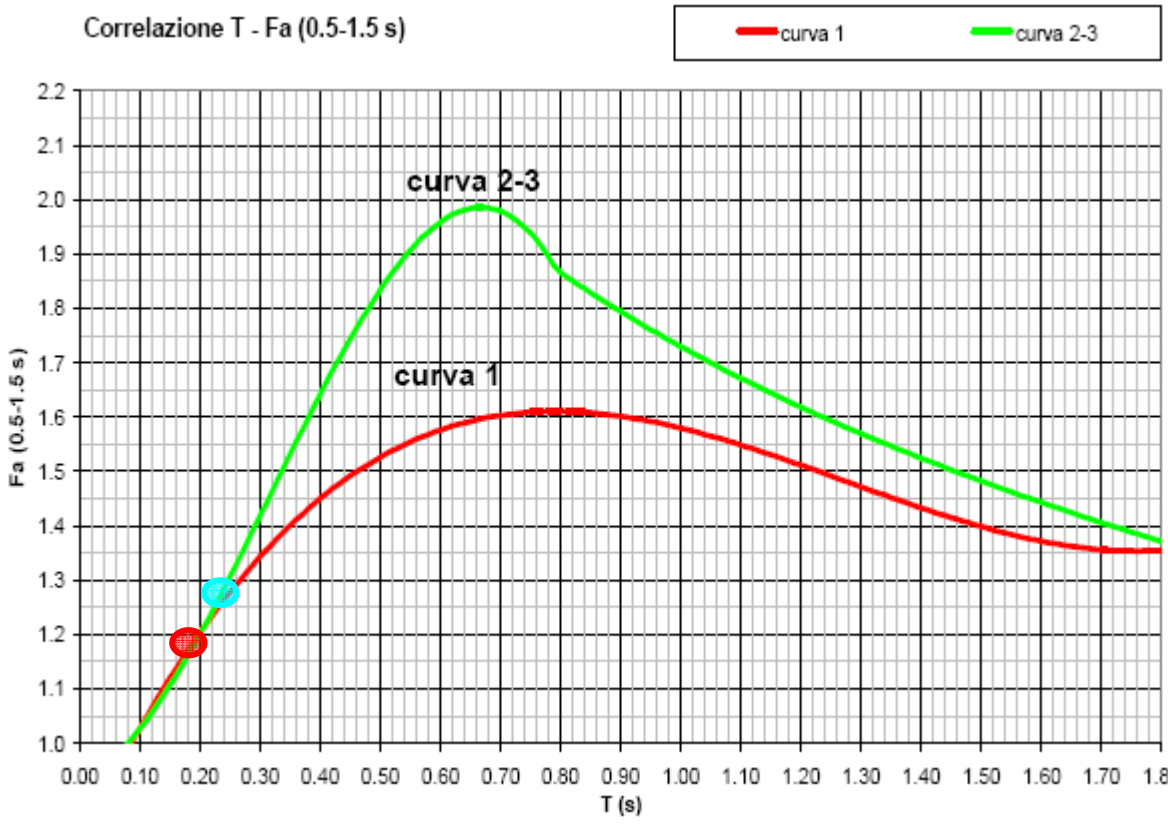


Fig. 27 – Abaco di riferimento per la litologia sabbiosa per determinare Fa sulla base di T e della curva di riferimento (riferito ad edifici alti) – In rosso il valore di "Fa" riferito alla MASW 1, in azzurro alla MASW 2

Dagli abachi emerge come il valore attribuito al periodo calcolato sulla MASW 1 (T=0,19), identifichi sulla curva verde un valore di **Fa = 1,40 per edifici bassi (Fa di riferimento per i terreni di tipo B =1,40) e Fa = 1,20 per edifici alti (Fa di riferimento per i terreni di tipo B = 1,70).**
Invece il valore attribuito al periodo calcolato sulla MASW 2 (T=0,24), identifica sulla curva verde un valore di **Fa = 1,45 per edifici bassi (Fa di riferimento per i terreni di tipo B =1,40) e Fa = 1,30 per edifici alti (Fa di riferimento per i terreni di tipo B = 1,70).**

In tutti e due i casi il valore di Fa calcolato, ammettendo una variabilità di +/- 0,1 come indicato dalla normativa, risulta essere congruo al valore di Fa di riferimento per la categoria del suolo B, sia per edifici alti che per edifici bassi, pertanto i valori calcolati di Fa sono accettabili e conformi alla categoria di suolo individuata.

Le tabelle sottostanti riportano i valori di Fa relativi, nel primo caso ad edifici bassi (max 4 piani), nel secondo caso ad edifici alti e flessibili (5 o più piani) per ogni tipo di suolo individuato dalla Regione Lombardia per il comune di Desio.

VALORI DI SOGLIA PER PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s					
COMUNE	Classificazione sismica del sito	Valori di soglia			
DESIO	3	Suolo tipo B 1.4	Suolo tipo C 1.8	Suolo tipo D 2.2	Suolo tipo E 2.0

Tabella 7 - Valori di soglia di Fa relativi ad edifici bassi

VALORI DI SOGLIA PER PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s					
COMUNE	Classificazione sismica del sito	Valori di soglia			
DESIO	3	Suolo tipo B 1.7	Suolo tipo C 2.4	Suolo tipo D 4.2	Suolo tipo E 3.1

Tabella 8 - Valori di soglia di Fa relativi ad edifici alti

5.2 Parametri sismici – suolo B – Sito SITO 1 e SITO 2

L'area si trova su di un terreno completamente pianeggiante quindi da un punto di vista topografico, ricade nella classe T1.

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

Tabella 9: caratteristiche della superficie topografica

Gli elementi fondamentali dell'area di interesse ed i parametri sismici del sito in esame, trattandosi di un scale a servizio di un ospedale (edificio con funzioni pubbliche - classe d'uso IV), sono:

SITO IN ESAME	**SITO 1 VALORE**	**SITO 2 VALORE**
latitudine:	45, 627272	45, 62823
longitudine:	9,197023	9,197173
Vita nominale:	100	100
Classe d'uso dell'edificio:	IV	IV
PARAMETRI SISMICI	**VALORE**	**VALORE**
Categoria sottosuolo:	B	B
Categoria topografica:	T1	T1
Coefficiente cu:	2,0	2,0

Tabella 10: dati del sito di riferimento

Le azioni sismiche di ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale (V_N) per il coefficiente d'uso (C_U):

Tipo di costruzione	**Classe d'uso**	**Coefficiente d'uso (C_U)**	**V_N**	**V_R**
2	IV	2.0	100 anni	200 anni

Tabella 11 – Determinazione del periodo di riferimento

A partire dai parametri di input sopra riportati, in funzione della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} e del periodo di ritorno T_R, sono calcolati, per i diversi stati limite richiesti dalla norma, i valori a_g, F_0, T_C* e gli ulteriori parametri necessari per la caratterizzazione sismica locale:

				Valori interpolati			Valori ricavati da a_g, F_O, e T_C*						
		P_{VR}	T_R	a_g	F_o	T_C*	S_S	C_C	St	T_B	T_C	T_D	F_V
		[adm]	[anni]	[g]	[adm]	[s]	[adm]	[adm]	[adm]	[s]	[s]	[s]	[adm]
SLE	SLO	81%	120	0,032	2,59	0,21	1,20	1,49	1,00	0.11	0.32	1.73	0.62
	SLD	63%	201	0,037	2,63	0,24	1,20	1,46	1,00	0.12	0.35	1.75	0.68
SLU	SLV	10%	1898	0,069	2,73	0,31	1,20	1,39	1,00	0.14	0.43	1.87	0.97
	SLC	5%	2475	0,073	2,75	0,31	1,20	1,39	1,00	0.14	0.43	1.89	1.01

Tabella 12 – Parametri e coefficienti sismici del SUTO 1 e SITO 2

Si riportano di seguito i principali parametri e riferimenti che entrano in gioco:

P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di riferimento in riferimento ai vari stati limite;
T_R = periodo di ritorno;
a_g = accelerazione orizzontale massima attesa al sito (valore nominale);
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.
Cc = coefficiente di categoria di sottosuolo
St = coefficiente di amplificazione topografica
Tb = tratto ad accelerazione costante
Tc = periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro
Td = periodo inizio tratto a spostamento costante
F = fattore di amplificazione spettrale
Ss = coefficiente di amplificazione stratigrafica

SLE = stati limite di esercizio:

- **(SLO) Stato Limite di Operatività**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **(SLD) Stato Limite di Danno:** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

SLU= stati limite ultimi:

- **(SLV) Stato Limite di salvaguardia della Vita**: 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 perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni

orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- **(SLC) Stato Limite di prevenzione del Collasso**: 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.

I tre valori ottenuti di a_g, F_o e Tc* definiscono le varie forme spettrali. Per calcolare il valore di A_{max} (accelerazione massima) occorre moltiplicare il valore di a_g per i coefficienti di amplificazione sismica (S) secondo la seguente relazione:

$$A_{max}=a_g\ (m/s^2) * S$$

Poiché l'accelerazione massima deve essere fornita in m/s^2 , dai valori nominali di a_g trovati in precedenza si determina il valore di accelerazione massima attesa al sito moltiplicando prima i valori di a_g per 9,81 m/s^2 e successivamente, per ottenere il valore finale di A_{max} relativo ad ogni stato limite, occorre moltiplicare a_g (m/s^2) per i coefficienti di amplificazione sismica S, con S = Ss x St (in questo caso S = 1,2 poiché Ss=1,20 e St=1,00).

		a_g (accelerazione orizzontale massima)	**a_g x 9,81** (m/s^2)	**S** (coefficiente di amplificazione sismica)	**A max** (accelerazione massima)
		[g]	m/s^2		m/s^2
SLE	**SLO**	0,032	0,31	1,2	**0,37**
	SLD	0,037	0,36	1,2	**0,43**
SLU	**SLV**	0,069	0,67	1,2	**0,80**
	SLC	0,073	0,71	1,2	**0,86**

Tabella 13 – Determinazione dell'accelerazione massima per i diversi stati limite

I coefficienti Kh (coefficiente sismico orizzontale riferito al sito) e Kv (coefficiente sismico verticale riferito al sito) hanno i seguenti valori:

		Kh	**Kv**
SLE	**SLO**	0,008	0,004
	SLD	0,009	0,004
SLU	**SLV**	0,016	0,008
	SLC	0,018	0,009

Tabella 14–Valori del coefficiente sismico orizzontale (Kh) e verticale (Kv), riferiti al sito

5.3 Fenomeno della liquefazione

La liquefazione di un terreno è rappresentata dal quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. La predisposizione a tale fenomeno rappresenta un elemento da tenere in considerazione soprattutto in chiave di progettazione antisismica.
La liquefazione interessa soprattutto i depositi sabbiosi sciolti, posti sottofalda, che presentano le seguenti caratteristiche:

- Sabbie da fini a medie con contenuti in materiale fine variabile fra 0 e 25%;
- Grado di saturazione pari a 1 (terreni sotto falda);
- Da poco a mediamente addensati;
- Profondità del deposito entro i 15 m dal piano campagna.
- Valori di Nspt inferiori a 10 nei primi 10 m di profondità.

Il D.M. 14/01/08 e l' OPCM 3274/03 riportano le linee guida per valutare la suscettibilità alla liquefazione, in particolare la verifica è da omettere nei seguenti casi :

1) eventi sismici attesi con magnitudo M inferiore a 5;
2) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1*g*;
3) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle figure sottostanti, nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

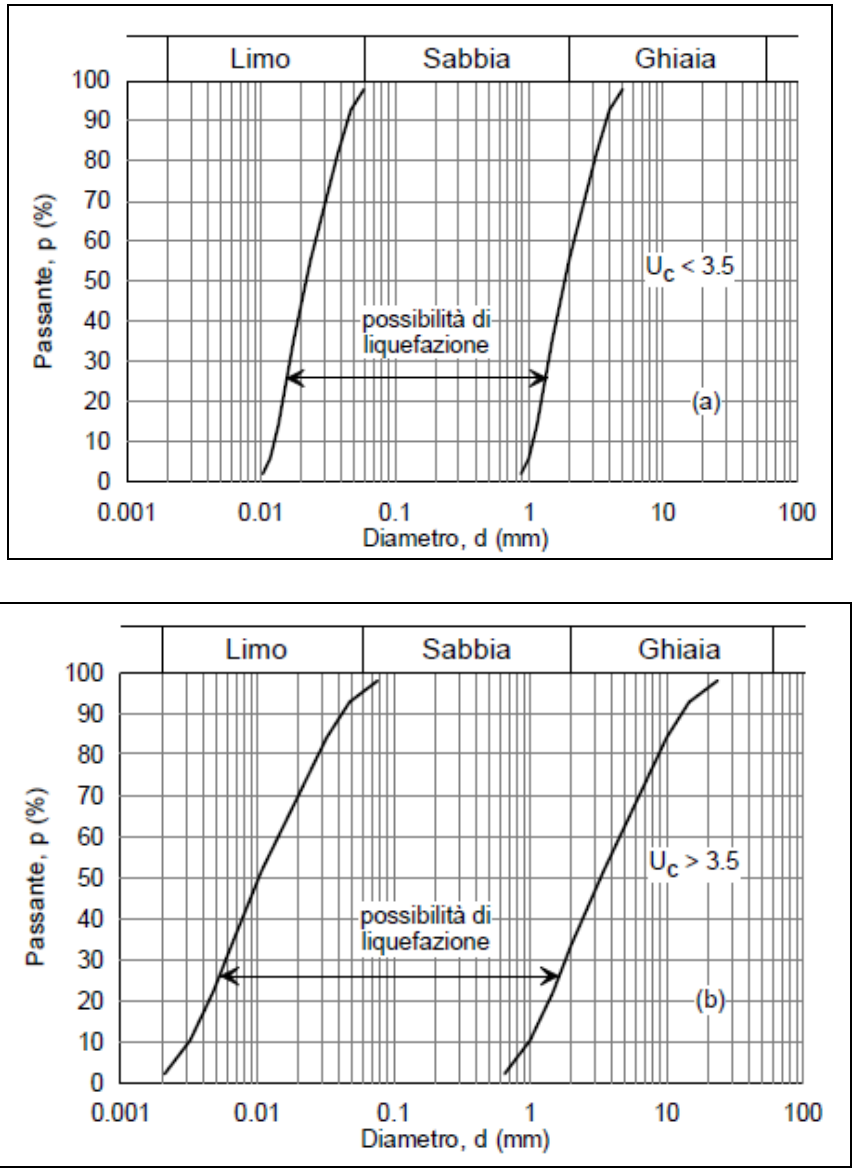


Fig.28 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Quando nessuna delle precedenti condizioni è verificata, la suscettibilità alla liquefazione deve essere verificata utilizzando metodologie di tipo statico-empirico, con riferimento al D.M. 14/01/08 (*punto* 7.11.3.4.3).

5.4 Analisi del rischio alla liquefazione

Secondo la normativa NTC, per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per una struttura di progetto di Tipo IV con vita nominale di 100 anni (cu=2.0), poggiante su un terreno di classe B, l'accelerazione massima al suolo in free-field (PGA) nel sito in esame raggiunge un valore pari a 0.081 g (vedesi tabella 13 dove il valore di SLV=0.081*9.81=0.80 m/s^2).

Poiché il valore della PGA risulta inferiore a 0.1 g, come suggerito dalle medesime NTC non è necessario procedere alla valutazione della suscettibilità di liquefazione del terreno, in quanto l'energia sismica attesa non è in grado di innescare la liquefazione. Inoltre si apprende da quanto indicato nel PGT di Desio che la falda si mantiene ad una profondità superiore ai 15 m, condizione di per se sufficiente per poter escludere il rischio a liquefazione.

6. INDAGINI IN SITO

Al fine di ottenere utili informazioni tecniche destinate ad una corretta interpretazione delle caratteristiche reologiche dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area in esame, si è proceduto all' esecuzione di n. 2 prove penetrometriche dinamiche (SCPT) utilizzando un penetrometro statico/dinamico Pagani modello "Emilia TG 63-200" avente una spinta di infissione di 20 t (punta statica: manicotto sup. 150 mm^2, punta diam. 36 mm, aste lunghe 1,00 m), un maglio di 73,0 Kg, volata 75 cm (punta dinamica: angolo di apertura di 60°, aste lunghe 0,90 m).

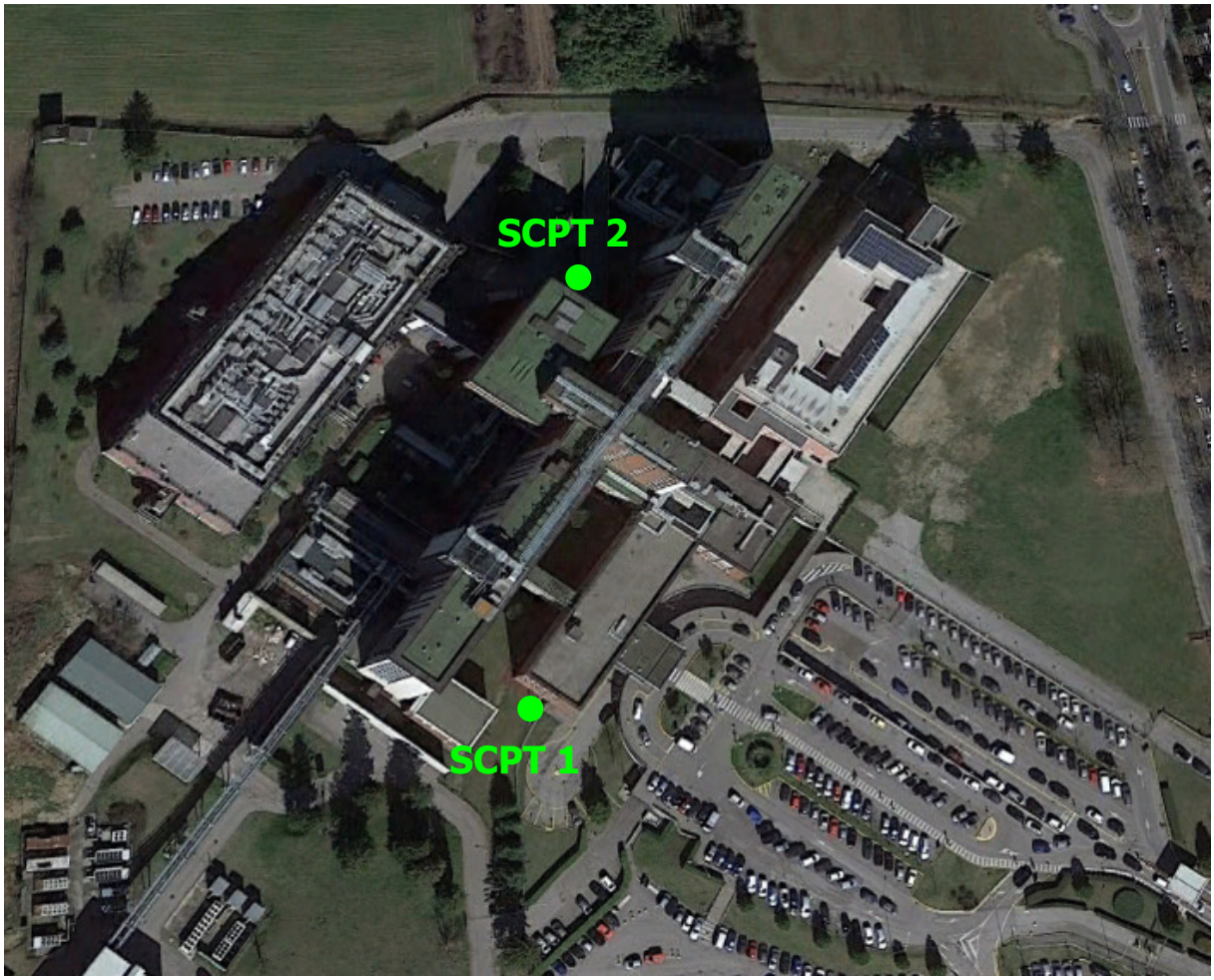


Fig. 29 – Ubicazione delle prove penetrometriche eseguite

La *prova penetrometrica dinamica* (SCPT) consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno la punta conica metallica posta alla estremità dell'asta di acciaio; l'infissione avviene per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di peso standard.
Si conta il numero di colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita (30 cm); la resistenza del terreno è funzione inversa della penetrazione per ciascun colpo e diretta del numero di colpi per una data penetrazione.
Il numero di colpi della prova SCPT (N_{30}) è correlato con l'equivalente numero di colpi della prova SPT (N_{SPT}; Standard Penetration Test) secondo la seguente relazione:

N_{30} / N_{SPT} ≈ 0,5÷0,6 (Cestari 1990)

I dati di campagna e le elaborazioni delle prove penetrometriche sono riportati nell'Allegato 1.



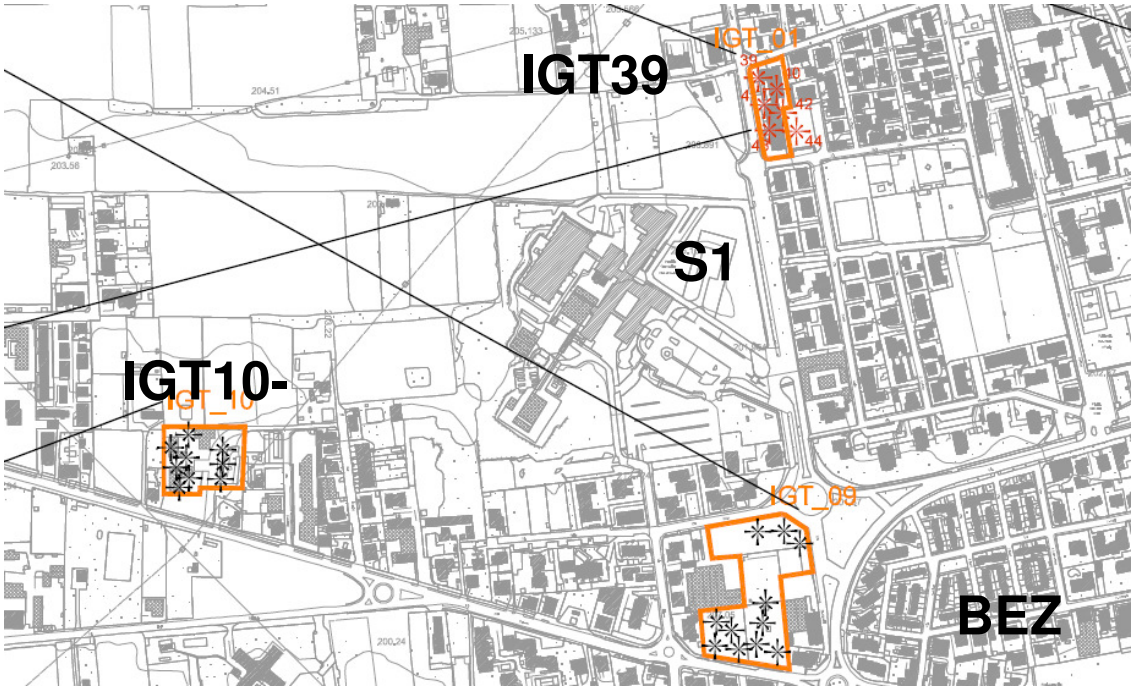
Fig. 30 – Ubicazione delle SCPT1



Fig. 31 – Ubicazione delle SCPT2

7. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE – DATI BIBLIOGRAFICI

Da quanto emerge dal PGT comunale (che si basa su numerose prove penetrometriche e sondaggi geognostici pregressi) l'area di studio, da un punto di vista geotecnico-litologico, è stata ricondotta all'interno dell'area omogenea "BEZ"", contraddistinta da depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie grossolane a supporto di matrice sabbiosa grossolana. Le caratteristiche dei terreni, a scala comunale, sono riassunti nella tabella sottostnate.



AREA OMOGENEA	CARATTERI LITOLOGICI	CARATTERI PEDOLOGICI*	DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO									
			UNITA' GEOTECNICA	Nspt colpi/30 cm	Yn kN/mc	Stato di addensamento	Dr	φ' °	c'/Cu kPa	Vs m/s	E'/Eu MPa	Spessore m
BEZ	Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie medio grossolane a supporto di matrice sabbiosa grossolana. Profilo di alterazione poco evoluto. Presente copertura loessica	36 MOO1: suoli molto profondi, su substrato ghiaioso-ciottoloso calcareo, scheletro frequente in superficie abbondante da 30-50 cm di profondità, tessitura media moderatamente grossolana in profondità, drenaggio buono 37 TCC1: suoli poco profondi su ghiaie e sabbie calcaree, scheletro comune o frequente in superficie abbondante da 30-50 cm di profondità, tessitura media o moderatamente grossolana, drenaggio buono 41 SAM1: suoli profondi su substrato ghiaioso-ciottoloso, scheletro comune in superficie, frequente o abbondante in profondità, tessitura moderatamente grossolana, drenaggio buono 42 FMS1: suoli poco o moderatamente profondi, limitati da substrato ciottoloso calcareo, orizzonte di superficie spesso ricco in sostanza organica, scheletro frequente in superficie abbondante in profondità, tessitura media o moderatamente grossolana, drenaggio buono	UNITA' A sabbie limose	2÷7	18	da mediamente addensato ad addensato	0.45 ÷ 0.71	32 ÷ 35	0	80 ÷ 110	3 ÷ 6	1.5 ÷ 2.0
			UNITA' B ghiaie limoso sabbiose	26÷55	19÷20	da addensato a molto addensato	0.85 ÷ 0.95	38 ÷ 39	0	190 ÷ 240	18 ÷ 32	n.d.
			UNITA' B' ghiaie limoso sabbiose (meno addensate)	4÷13	18÷19	da sciolto a mediamente addensato	0.26 ÷ 0.54	31 ÷ 34	0	135 ÷ 180	10 ÷ 17	3.5 ÷ 4.0

Fig. 22 – Estratto dalla carta geologico-tecnica allegata ala PGT

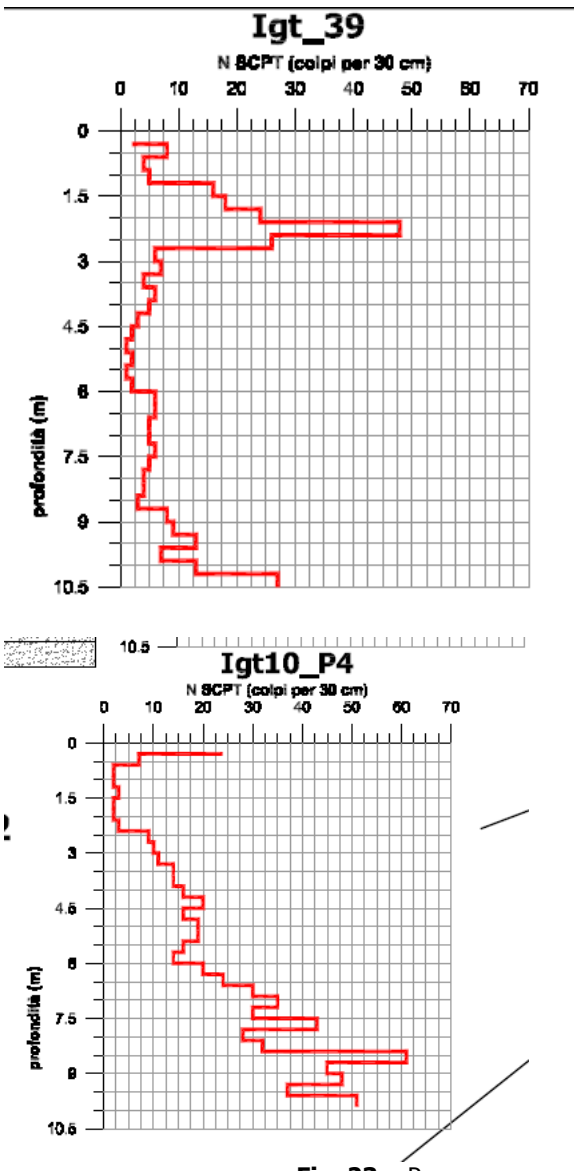


Fig. 23 – Prove pregresse riportate sulla carta tecnica del PGT

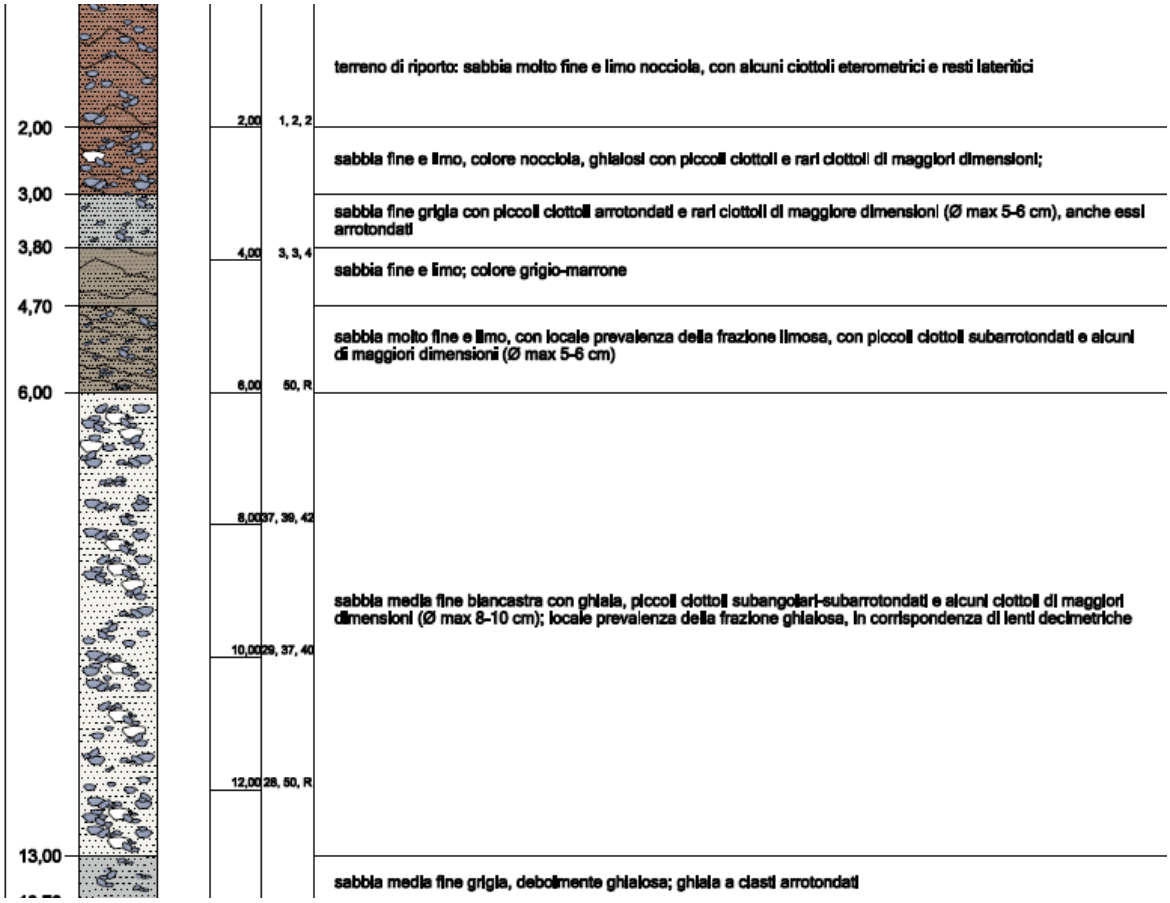


Fig. 24 – Stratigrafia S1 realizzato per il progetto del nuovo padigione dell'ospedale

8. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE – DATI PUNTUALI

L'elaborazione dei dati desunti dall'analisi dei dati bibliografici e dalle prove penetrometriche realizzate in corrispondenza delle due aree oggetto d'intervento, ha permesso di ricostruire l'assetto litostratigrafico puntuale del sottosuolo e, contestualmente, di caratterizzare dal punto di vista geotecnico i terreni di fondazione; correlando i dati ricavati dalle indagini suddette, sono stati individuati 5 orizzonti litologici caratterizzati da terreni con granulometria, grado di addensamento e parametri geotecnici propri.

Modello litostratigrafico

Il sottosuolo dell'area investigata si presenta caratterizzato, fino alla profondità di circa 0,90 m, dalla presenza di un **orizzonte A** costituito da terreno di riporto.

Dalla profondità di circa 0,90 m alla profondità di 2,40 m è stato individuato un **orizzonte B** costituito da sabbia limosa con ghiaia mediamente addensata (Nscpt/30= 9÷18).

Dalla profondità di 2,40 m dal p.c. è stato individuato fino alla profondità investigata di 3,60 m, (prova interrotta per rifiuto all'avanzamento) un **orizzonte C** costituito da sabbia e ghiaia con ciottoli, mediamente addensata - addensata (Nscpt/30= 28÷60).

Dall'analisi delle prove pregresse (sondaggi geognostici S1) si individua dalla profondità di 3,60-3,90m alla profondità di circa 5,00-6,00 m un **orizzonte D** costituito da sabbia fine e limo con rara ghiaia da sciolta a mediamente addensata (Nscpt/30= 3÷4).

Dalla prof. di 5,00-6,00 m alla profondità di 15,00 m si individua un **orizzonte E** costituito da sabbia e ghiaia con ciottoli, addensata (Nscpt/30= 21÷60)

PROFONDITA' (m da p.c.)	MODELLO LITOSTRATIGRAFICO	MODELLO GEOMECCANICO	Nscpt/30 medio
Da 0,0 a 0,90	Asfalto/ terreno di riporto	orizzonte A	/
da 0,90 a 2,40	Sabbia con rara ghiaia	orizzonte B	9
da 2,40÷3,60	Sabbia e ghiaia	orizzonte D	33
da 3,60÷5,00/6,00	Sabbia fine e limo con rara ghiaia	orizzonte E	3
da 5,00/6,00÷15,00	Sabbia e ghiaia	orizzonte F	> 30

Nella successiva tabella, ai fini del calcolo di capacità portante, viene riportato il profilo geotecnico dei vari livelli riconosciuti, suddivisi sulla base delle seguenti caratteristiche: litologia prevalente, stato di addensamento dei materiali, proprietà fisico-meccaniche.

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI FONDAZIONE			
Orizzonte A – TERRENO DI RIPORTO-RIMANEGGIATO			
Orizzonte B – SABBIA CON RARA GHIAIA			
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE	*Simbolo*	*Unità di misura*	*Valore*
Classificazione			incoerente
Spessore		m	2.00
Densità relativa	Dr	%	40-60
Addensamento			medio
PESI	*Simbolo*	*Unità di misura*	*Valore*
Peso di volume	γ	t/m^3	1,80÷1,85
PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO	*Simbolo*	*Unità di misura*	*Valore*
Angolo di attrito efficace	ϕ	°	29-31
Coesione efficace	C'	Kg/cm^2	-
Coesione non drenata	Cu	Kg/cm^2	-
PARAMETRI ELASTICI	*Simbolo*	*Unità di misura*	*Valore*
Modulo elastico	E	Kg/cm^2	120-180
coefficiente di Poisson	μ	-	0,30
Orizzonte C –SABBIA CON GHIAIA			
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE	*Simbolo*	*Unità di misura*	*Valore*
Classificazione			incoerente
Spessore		m	1.20
Densità relativa	Dr	%	50-70
Addensamento			Medio-denso
PESI	*Simbolo*	*Unità di misura*	*Valore*
Peso di volume	γ	t/m^3	1,90÷1,95
PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO	*Simbolo*	*Unità di misura*	*Valore*
Angolo di attrito efficace	ϕ	°	32-36
Coesione efficace	C'	Kg/cm^2	-
Coesione non drenata	Cu	Kg/cm^2	-
PARAMETRI ELASTICI	*Simbolo*	*Unità di misura*	*Valore*
Modulo elastico	E	Kg/cm^2	150-200
coefficiente di Poisson	μ	-	0,30
Orizzonte D – SABBIA FINE E LIMO CON RARA GHIAIA			
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE	*Simbolo*	*Unità di misura*	*Valore*
Classificazione			/
Densità relativa	Dr	%	/
Addensamento			Sciolto-medio
PESI	*Simbolo*	*Unità di misura*	*Valore*
Peso di volume	γ	t/m^3	1,75÷1,80

PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO	*Simbolo*	*Unità di misura*	*Valore*
Angolo di attrito efficace	ϕ	°	26-29
Coesione efficace	C'	Kg/cm^2	-
Coesione non drenata	Cu	Kg/cm^2	/
PARAMETRI ELASTICI	*Simbolo*	*Unità di misura*	*Valore*
Modulo elastico	E	Kg/cm^2	100-120
coefficiente di Poisson	μ	-	0,30
Orizzonte E – SABBIA CON GHIAIA			
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE	*Simbolo*	*Unità di misura*	*Valore*
Classificazione			incoerente
Densità relativa	Dr	%	50-70
Addensamento			Medio-denso
PESI	*Simbolo*	*Unità di misura*	*Valore*
Peso di volume	γ	t/m^3	1,90÷1,95
PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO	*Simbolo*	*Unità di misura*	*Valore*
Angolo di attrito efficace	ϕ	°	32-36
Coesione efficace	C'	Kg/cm^2	-
Coesione non drenata	Cu	Kg/cm^2	-
PARAMETRI ELASTICI	*Simbolo*	*Unità di misura*	*Valore*
Modulo elastico	E	Kg/cm^2	150-200
coefficiente di Poisson	μ	-	0,30

8.1 Determinazione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici

Il valore caratteristico di un parametro geotecnico è considerato come stima ragionata e cautelativa del valore del parametro stesso nello stato limite considerato.

Nel caso specifico, è stato identificato, come parametro geotecnico appropriato ai fini progettuali per le verifiche al collasso per capacità portante agli **SLU l'angolo di attrito efficace ϕ**.

Nella seguente tabella, viene riportato il valore medio, il valore caratteristico e il valore di progetto degli orizzonti B e C:

ORIZZONTE B			
Parametro	**Valore medio kg/cmq**	**Valore Caratteristico kg/cmq**	**Valore di progetto* kg/cmq**
Angolo d'attrito	30	30	24,80
ORIZZONTE C			
Parametro	**Valore medio ϕ *m***	**Valore Caratteristico ϕ *k***	**Valore di progetto* ϕ *d***
Angolo d'attrito	33	33	27,50
• Questo valore è da utilizzare esclusivamente nell' *approccio 1 - combinazione 2,* mentre per *l'approccio 1 - combinazione 2 e per l'approccio 2 Vdϕ = Vkϕ*			

9. SCAVI

9.1 Sicurezza

In considerazione del fatto che il progetto possa prevedere sbancamenti di terreno per la realizzazione di un piano interrato si rende necessaria (oltreché obbligatoria per Norma) la protezione degli sbancamenti aventi altezza del fronte di scavo superiore a 1,50 m; tale accorgimento impedirà che possano verificarsi cedimenti nei terreni sul fronte di scavo e permetterà di poter lavorare all'interno dello scavo in assoluta sicurezza, come previsto dal *Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 Attuazione dell'Art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e del Decreto Ministeriale 14 gennaio 08 "Norme tecniche sulle costruzioni*".

Si riportano di seguito gli articoli più significativi.

- *D.Lgs 81/2008, art. 118: Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m 1,50, e' vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete. Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.*
- *D.Lgs 81/2008, art. 118: Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di m 1,50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, alla applicazione delle necessarie armature di sostegno.*
- *D.Lgs 81/2008, art. 120: E' vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.*

  DM 14 01 08 "Norme tecniche sulle costruzioni", 6.8.6. (fronti di scavo): Per scavi trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una armatura di sostegno delle pareti di scavo.

Al fine di evitare il franamento e/o spostamento dei terreni di scarpata si consiglia di ricorrere ad una delle seguenti soluzioni da dimensionare in fase progettuale :

- scavo tradizionale con angolo di sbancamento adeguato tale da garantire le condizioni di massima sicurezza (da definire in fase progettuale). Questa soluzione potrà essere completata dalla formazione di gradoni utili alla diminuzione della pendenza e dell'altezza di fronti di scavo verticali molto estesi.

Al termine delle operazioni di scavo si dovranno adottare adeguate protezioni necessarie per prevenire eventuali fenomeni di dilavamento da parte delle acque piovane.

- utilizzo di opportune strutture di sostegno (paratie, berlinese di micropali, ecc)

9.2. Terre e rocce da scavo

Il 22 agosto 2017 è entrato in vigore il DPR 13 giugno 2017, n. 120, ovvero il nuovo regolamento sulla "Disciplina semplificata delle terre e rocce da scavo", il quale abroga sia il DM n. 161/2012, che l'art. 184-bis, comma 2bis del TUA, nonché gli artt. 41, c.2 e 41-bis del DL n. 69/2013.

La nuova disciplina riguarda la gestione delle terre e rocce da scavo sia come sottoprodotti sia come rifiuti con un ampliamento dei limiti quantitativi per il deposito temporaneo. Fino al 18 Febbraio 2018 è previsto un regime transitorio che prevede l'applicazione della previgente disciplina sia per i piani già approvati che per quelli in corso di procedura.

Il D.P.R. n. 120/2017 secondo quanto sancito nell'art. 1 disciplina:

- La gestione delle terre e rocce da scavo escluse dalla normativa sui rifiuti, limitatamente ad alcuni cantieri.
- La gestione delle terre e rocce da scavo riutilizzate come sottoprodotti in relazione a qualunque cantiere.
- La gestione delle terre e rocce da scavo per il deposito temporaneo delle stesse come rifiuti.

Assunto che per terre e rocce da scavo si intende il suolo escavato derivante da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera, e che la qualifica di sottoprodotti non viene meno se le terre sono frammiste a materiali il cui utilizzo è fisiologico in talune attività di scavo, vale a dire il calcestruzzo, la bentonite, il PVC, la vetroresina, le miscele cementizie e gli additivi per scavo meccanizzato.
L'art. 2 continua con altre definizioni fondamentali quali quella di sito: un'area o porzione di territorio geograficamente definita e perimetrata; di sito di produzione: il sito in cui le terre sono generate; e quella di opera: il risultato di un insieme di lavori che di per sé esplica una funzione economica o tecnica.
Restano espressamente estranei alla normativa i rifiuti da demolizione e il refluimento in mare di cui all'art. 109, D.Lgs 152/2006 (art. 3).

All'art. 4 sono definiti i criteri per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti. Il comma 3 dedicato ai materiali di riporto stabilisce che la presenza di quest'ultimi, non farà perdere la qualifica di sottoprodotti alle terre in cui la quantità massima di materiali di origine antropica corrisponda al 20% in peso. Le terre e rocce da scavo dovranno inoltre rispettare le concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) e superare il test di cessione da condurre con il metodo di cui al D.M. 5/02/1998 da confrontare con le CSC per le acque sotterranee.
L'articolo 5 è dedicato al deposito intermedio. Esso potrà avvenire nel sito di produzione, in quello di destinazione o in altro sito a condizione che siano rispettati 5 requisiti:
1 Compatibilità di destinazione urbanistica tra sito di produzione e sito di deposito.

2 Preventiva indicazione di luogo e durata.
3 Durata non superiore al termine di validità del piano o della dichiarazione di utilizzo.
4 Separazione fisica e autonoma gestione rispetto ad altre terre, siano esse sottoprodotti considerati in altri piani o dichiarazioni, siano esse rifiuti.
5 Conformità al piano o alla dichiarazione e presenza di apposita segnaletica con tutte le informazioni del caso.

È possibile variare il sito di deposito intermedio purché vi sia un tempestivo aggiornamento del piano o della dichiarazione. In caso di sforamento dei tempi, le terre temporaneamente depositate diverranno rifiuti.
Gli articoli da 8 a 19 normano le terre e rocce da scavo prodotti in cantieri oltre i 6.000 m^3 per opere sottoposte a VIA/AIA. In tali cantieri è necessario redigere il piano di utilizzo che deve essere conforme alle disposizioni previste nell'allegato 5 del decreto.
Gli art. 20-22 riguardano i cantieri fino ai 6.000 m^3 e in quelli oltre i 6.000 m^3 non sottoposti a VIA/AIA, dove la dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà assolve la funzione del piano di utilizzo. Essa va inviata almeno 15 giorni prima l'inizio dello scavo, utilizzando il modulo presente all'allegato 6 del decreto, al comune del luogo di produzione e all'ARPA, indicando quantità, siti di deposito intermedio e di destinazione, estremi delle autorizzazioni e tempi per l'utilizzo.
L'art. 23 riguarda la disciplina del deposito temporaneo di terre e rocce da scavo qualificate come rifiuti.
L'art. 24 riguarda invece la possibilità di riutilizzare nel sito di produzione di terre e rocce da scavo escluse disciplina dei rifiuti.
Per potersi considerare escluse dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti le terre e rocce da scavo devono essere prive di contaminazione (art. 185 comma 1 lett. C del D.Lgs. 152/06).
Gli art. 25 e 26 riguardano rispettivamente le modalità e le cautele da attuare per condurre l'attività di scavo nei siti di bonifica già caratterizzati e il riutilizzo delle terre provenienti da un sito in bonifica all'interno dello stesso sito.

Gli ultimi cinque articoli (27-31) si riferiscono alle disposizioni intertemporali, transitorie e finali. In particolare il regime transitorio considera diverse situazioni:
- I piani e i progetti già approvati prima dell'entrata in vigore del D.P.R. 120/2017 restano disciplinati dalla normativa previgente che dovrà essere applicata anche alle modifiche e agli aggiornamenti che possono intervenire dopo il 22 Agosto 2017.
- I progetti con procedura in corso alla data di entrata in vigore del D.P.R. 120/2017 restano disciplinati dalla normativa previgente, tuttavia, entro 180 giorni dall'entrata in vigore del D.P.R., è fatta salva la volontà di passare al nuovo regime presentando il piano di utilizzo di cui all'articolo 9 o la dichiarazione di cui all'articolo 21.
- In caso di riutilizzo nello stesso sito previsto in procedure di VIA già avviate nelle quali non sia intervenuto il provvedimento finale si applica, su richiesta del proponente, l'art. 24.

- In caso di riutilizzo nei siti di bonifica restano valide le autorizzazioni rilasciate in approvazione dei progetti di bonifica.

L'articolo 28 rimarca la necessità che gli enti di controllo competenti effettuino controlli, ispezioni e prelievi per verificare il rispetto di quanto previsto nei piani di utilizzo e di quanto espresso nelle dichiarazioni di utilizzo e di avvenuto utilizzo. L'art. 29 contiene la clausola di riconoscimento reciproco, mentre l'art. 30 la clausola di invariazione finanziaria.
Il D.P.R. si chiude con l'art. 31 che sancisce le norme espressamente abrogate:
- D.M. n. 161/2012;
- L'art. 184/bis, comma 2bis, D.Lgs. 152/06;
- Gli artt. 41, comma2 e 41bis, D.L. 69/13 convertito, con modificazioni, dalla legge n. 98/2013.

10. CONCLUSIONI

La presente relazione redatta ai sensi della normativa vigente, illustra i risultati dell'indagine realizzata al fine di definire le caratteristiche litologiche, idrogeologiche e geotecniche su terreni che saranno interessati dalla realizzazione di due scale esterne presso l'ospedale "San Gerardo" di Desio (MB).
Per la caratterizzazione litostratigrafica dell'area, lo studio ha comportato un rilievo geomorfologico di dettaglio della zona, l'esecuzione di 2 prove penetrometriche dinamiche e l'esecuzione di 2 stendimenti sismici con metodologia MASW, al fine di risalire alla categoria sismica del sottosuolo.
In particolare, i risultati delle analisi eseguite, consentono di indicare i seguenti dati geologici e geotecnici di sintesi:

- *Dall'analisi dello studio geologico, allegato al PGT del Comune di Desio, risulta che l'area in esame ricade all'interno della classe 2 , sottoclasse 2a.*
- *Il territorio comunale di Desio, nella classificazione sismica nazionale è inserito in Zona 3;*
- *il sottosuolo è da assumere in categoria B (Tab. 3.2.II delle NTC); le condizioni morfologiche sono da inserire nella categoria T1.*
- *I terreni indagati risultano non liquefacibili in caso di sollecitazioni sismiche*

L'elaborazione dei dati puntuali derivanti dall'elaborazione delle prove penetrometriche eseguite ha permesso di evidenziare una successione stratigrafica composta da **5 orizzonti** principali distinti per natura litologica, granulometria e grado di addensamento; in particolare, il modello litostratigrafico - geomeccanico ottenuto dall'analisi dei risultati delle prove penetrometriche e sondaggi pregressi (S1) è così definito:

PROFONDITA' (m da p.c.)	MODELLO LITOSTRATIGRAFICO	MODELLO GEOMECCANICO	Nscpt/30 medio
Da 0,0 a 0,90	Asfalto/ terreno di riporto	orizzonte A	/
da 0,90 a 2,40	Sabbia con rara ghiaia	orizzonte B	9
da 2,40÷3,60	Sabbia e ghiaia	orizzonte D	33
da 3,60÷5,00/6,00	Sabbia fine e limo con rara ghiaia	orizzonte E	3
da 5,00/6,00÷15,00	Sabbia e ghiaia	orizzonte F	> 30

Dall'analisi delle indagini eseguite spinte al massimo fino alla profondità di 15,00 m, non è stato individuato il livello acquifero della falda che, da quanto emerge dal PGT, dovrebbe attestarsi alla profondità di circa 30-35 m di profondità.

Al fine di non alterare l'attuale equilibrio dell'area investigata nonché la stabilità dell'area circostante, si raccomanda di:

- impostare il piano di posa delle fondazioni al di sotto dell'orizzonte superficiale A, costituito da terreno eterogeneo di riporto e soggetto alle variazioni stagionali del contenuto d'acqua;
- regimare le acque superficiali e d'infiltrazione sia in fase di scavo che in fase esecutiva.
- in considerazione del fatto che il progetto preveda sbancamenti di terreno, si rende necessaria (oltreché obbligatoria per Norma) la protezione degli sbancamenti con fronte di scavo avente altezza superiore a 1,5 m, utilizzando opportune strutture di sostegno (scavo a campione, scavo tradizionale con pendenza adeguata) ai sensi del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, num. 81 Attuazione dell'Art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e del Decreto Ministeriale 14 gennaio 08 "Norme tecniche sulle costruzioni" . Al fine di evitare il franamento e/o spostamento dei terreni superficiali, si consiglia di ricorrere ad una delle seguenti soluzioni da dimensionare in fase progettuale:
  - scavo a campione con l'accortezza di scavare per tratte di lunghezza limitata;
  - scavo tradizionale con angolo di sbancamento adeguato tale da garantire le condizioni di massima sicurezza (da definire in fase progettuale);
  - realizzazione di sistemi di contenimento quali paratie, berlinese di micropali (da definire in fase progettuale).

Per l'adempimento di quanto prescritto dalle **Nuove Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008**, il presente studio dovrà essere integrato con una relazione geotecnica che motivi la scelta del sistema di fondazione adottato, ne verifichi gli aspetti di collasso per capacità portante agli **SLU** e le condizioni di equilibrio agli **SLE**.

Risulta dunque opportuno valutare in fase progettuale il cedimento, effetto dell'azione E_d*, relativo alle reali combinazioni di carico di esercizio SLE fornite dal progettista strutturista.*

Le cause dei cedimenti differenziali sono riconducibili a diversi fattori:

- differente distribuzione dei carichi unitari da zona a zona ;
- locale infiltrazione di acqua superficiale (pluviali o scarichi idrici non efficienti, eventi meteorici intensi) che provoca l'alterazione dello stato di compattezza del terreno di fondazione;

Il quadro geologico-geomorfologico-idrogeologico definito dall'indagine non evidenzia particolari controindicazioni per l'attuazione dell'intervento in progetto; ma occorrerà prestare particolare attenzione alle criticità emerse nello studio geologico.

In particolare si dovrà prestare attenzione:

- ⇨ alla stabilità della scarpate di scavo
- ⇨ alla regimazione generale delle acque superficiali
- ⇨ scelta delle più idonee tipologie fondazionali

L'apertura degli scavi di sbancamento consentirà la verifica in continuo delle caratteristiche geotecniche del terreno sul piano di posa delle fondazioni adeguando, se del caso, i criteri tecnici sopra esposti, si raccomanda al D.L. di verificare l'omogeneità litologica e geotecnica dei terreni su tutta l'area interessata dalla fondazione prevedendo l'asportazione di eventuali strati sciolti e la loro successiva sostituzione con cls magro e/o con inerte compattato.

San Martino Siccomario, Gennaio 2018

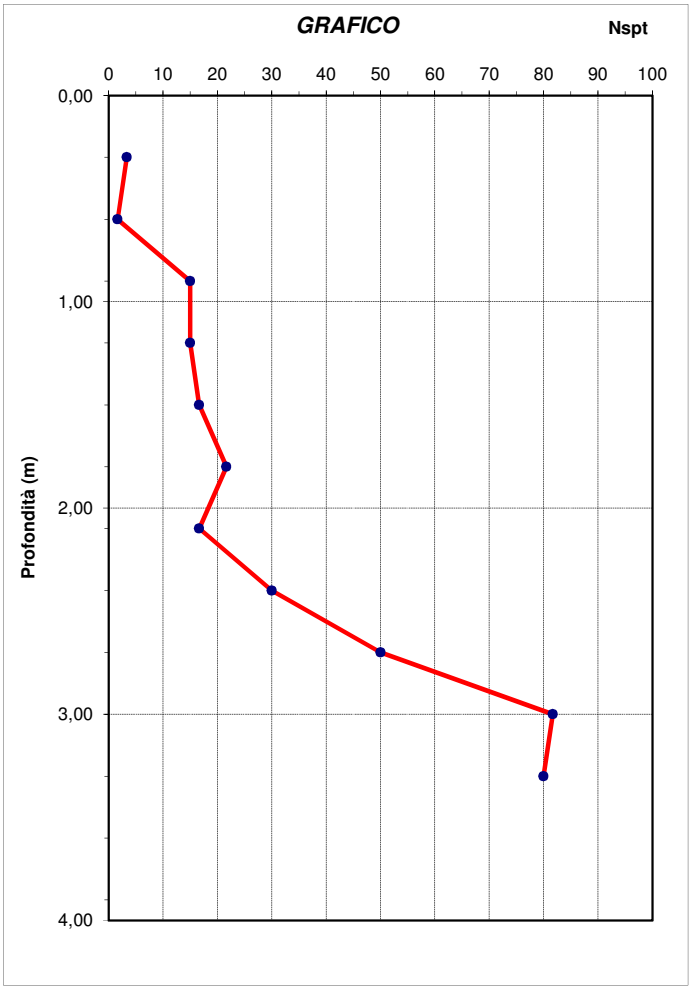
dott. geol. Gianluca Nascimbene
ordine dei geologi della Lombardia n.1076

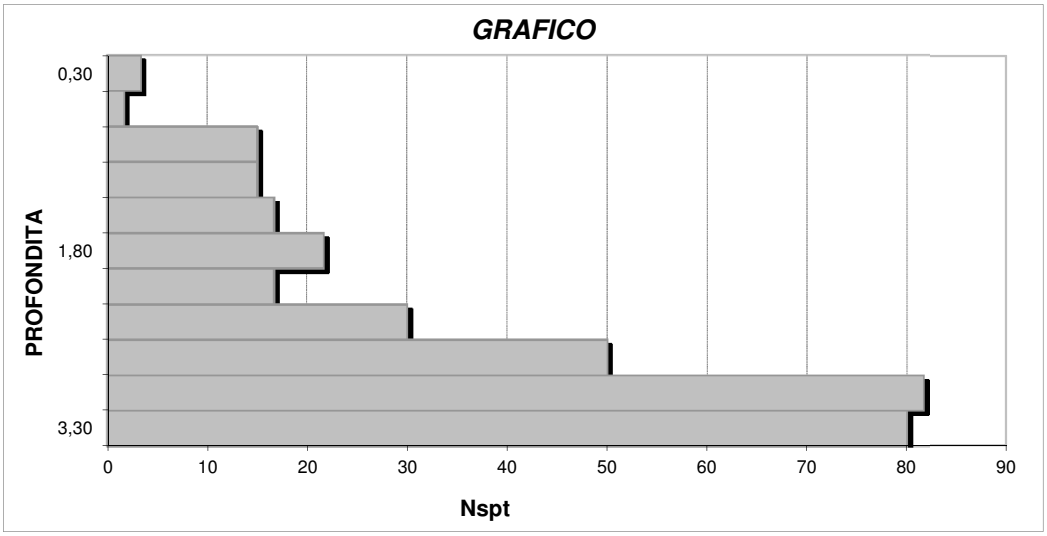


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA	SCPT 1
LETTURE DI CAMPAGNA - VALORI DI RESISTENZA	

COMMITTENTE: TECNARC	QUOTA INIZIO: piano cortile
LOCALITA' : Desio	PROFONDITA' FALDA:
DATA: 23/01/2018	NOTE:

Prof	N°30	Nspt
m	*n°colpi*	*n°colpi*
0,30	2	3
0,60	1	2
0,90	9	15
1,20	9	15
1,50	10	17
1,80	13	22
2,10	10	17
2,40	18	30
2,70	30	50
3,00	49	82
3,30	48	80
	Rifiuto	



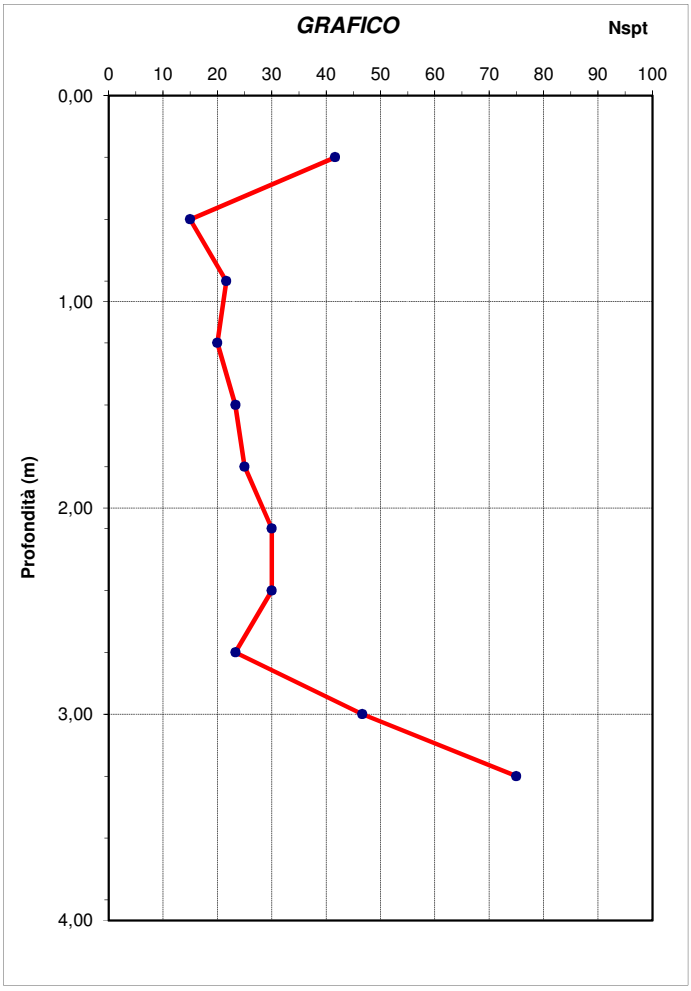


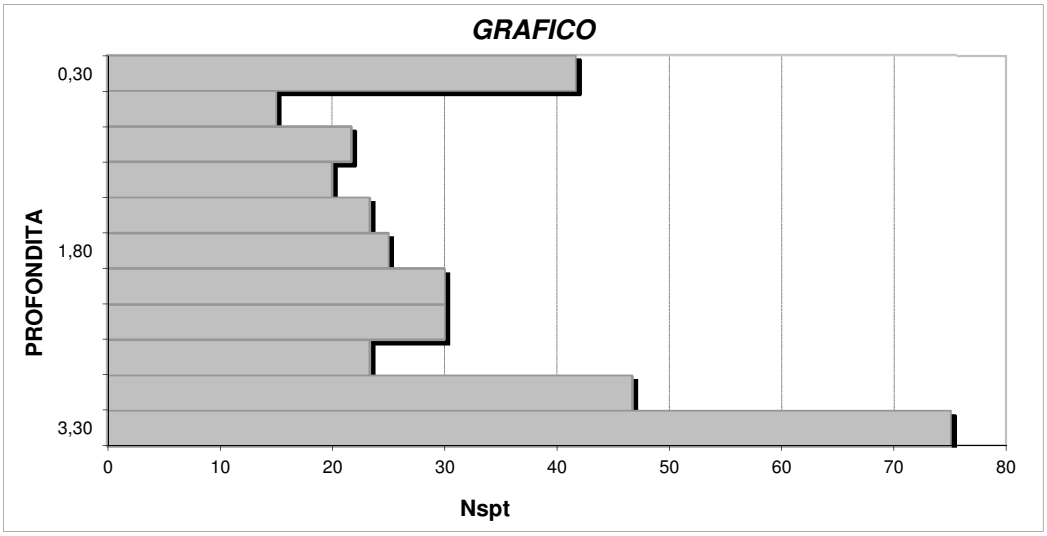
- PENETROMETRO PAGANI STATICO/DINAMICO modello "Emilia TG 63-200" da 20 t
- Sistema di battitura: maglio kg 73, volata 75 cm.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA	SCPT 2
LETTURE DI CAMPAGNA - VALORI DI RESISTENZA	

COMMITTENTE: TECNARC	QUOTA INIZIO: piano cortile
LOCALITA' : Desio	PROFONDITA' FALDA:
DATA: 23/01/2018	NOTE:

Prof	N°30	Nspt
m	*n°colpi*	*n°colpi*
0,30	25	42
0,60	9	15
0,90	13	22
1,20	12	20
1,50	14	23
1,80	15	25
2,10	18	30
2,40	18	30
2,70	14	23
3,00	28	47
3,30	45	75
3,60	Rifiuto	





- PENETROMETRO PAGANI STATICO/DINAMICO modello "Emilia TG 63-200" da 20 t
- Sistema di battitura: maglio kg 73, volata 75 cm.