

OGGETTO: RELAZIONE TECNICA - DESCRITTIVA - VALUTATIVA.

Accertamento delle criticità lamentate ai pannelli prefabbricati di tamponamento costituenti i fronti di facciata del fabbricato sito in La Spezia, via delle Pianazze, 70, in capo al "FALLIMENTO - R.G. n. 4/2021 (C.F. dichiarato con sentenza del 13.01.21, pubblicata in data 15.01.2021, dal Tribunale di Monza con sede legale in - Giudice Delegato Dr.ssa Caterina Rizzotto - curatori fallimentari, Dott. Ernesto Conforti e Dott. Giuseppe Nicosia.

Determinazione della tipologia degli interventi edilizi atti a risolvere le criticità rilevate, compresa la quantificazione sommaria dei relativi costi.

CONSULENTE TECNICO.

Ing. Giannarelli Davide iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia della Spezia al N° A1365 con domicilio in Via San Venerio n.6/B nel Comune di La Spezia.

COMMITTENTE.

La presente perizia è stata richiesta dai curatori fallimentari, **Dott. Ernesto Conforti e Dott. Giuseppe Nicosia**, per accertare e rappresentare attraverso una relazione tecnico-descrittiva-valutativa, corredata di documentazione allegata, le criticità lamentate ai pannelli prefabbricati di tamponamento costituenti i fronti di facciata del fabbricato sito in La Spezia, via delle Pianazze, 70, oltreché determinare la tipologia degli interventi edilizi atti a risolvere le predette criticità, compresa la quantificazione sommaria dei relativi costi.

La Spezia (SP), 01 Settembre 2025

Il Tecnico

AD ENGINEERING SpA & TP
Iscritto al n° 1365
della Sezione speciale
dell'Albo delle Società tra Professionisti
dell'Ordine degli Ingegneri della Spezia



1. **PREMESSE.**

1.1 **Incarico ed accertamenti richiesti al Consulente.**

Il sottoscritto Ing. Giannarelli Davide iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia della Spezia al N° A1365 con domicilio in Via San Venerio n.6/B nel Comune di La Spezia, ha ricevuto incarico **dai curatori fallimentari, Dott. Ernesto Conforti e Dott. Giuseppe Nicosia - "FALLIMENTO**

- R.G. n. 4/2021 (C.F.) dichiarato con sentenza del 13.01.21, pubblicata in data 15.01.2021, dal Tribunale di Monza con sede legale in

- Giudice Delegato Dr.ssa Caterina Rizzotto, di procedere alla stesura di una relazione tecnica - descrittiva - valutativa relativa all'accertamento delle criticità lamentate ai pannelli prefabbricati di tamponamento costituenti i fronti di facciata del fabbricato sito in La Spezia, via delle Pianazze, 70, oltreché determinare la tipologia degli interventi edilizi atti a risolvere le criticità rilevate, compresa la quantificazione sommaria dei relativi costi.

1.2 **Metodo di accertamento.**

Lo stato di consistenza è stato attentamente rilevato durante alcuni sopralluoghi svolti all'immobile di cui all'oggetto, al fine di adempiere all'incarico ricevuto, ovvero determinare la natura dei presunti distaccamenti e deformazioni dei pannelli di tamponamento costituenti i prospetti di facciata e valutare gli interventi necessari per adeguare staticamente il fabbricato.

I tecnici incaricati hanno quindi proceduto alla preventiva disamina della documentazione tecnica riguardante la storia costruttiva dell'edificio ed i successivi interventi eseguiti al fabbricato stesso, quindi, con l'ausilio di propri collaboratori specializzati nei singoli settori di competenza all'esecuzione di:

- **studio geologico sismico e geotecnico** dei terreni di fondazione su cui insiste il fabbricato al fine di verificare la situazione geologica, geomorfologia, idrogeologica, stratigrafica e geotecnica della zona, stabilire la presenza o meno di falda acquifera e determinare alcuni parametri geotecnici e sismici dei terreni di fondazione con l'intento di fornire i dati necessari per risalire alle cause delle criticità lamentate e rilevate che nel tempo hanno interessato il capannone.
- **rilievo di dettaglio dei particolari costruttivi** di ancoraggio strutturali delle pareti, con l'ausilio di laser-scanner modello "MATERPORT PRO 3", il quale ha consentito la determinazione lineare dei "fuori piombo" e della deformazione rispetto alla verticale delle pareti di tamponamento;
- **rilievo topografico** con l'ausilio di stazione totale robotizzata modello "Geomax Zoom 90", il quale consentirà - se successivamente richiesto - l'eventuale monitoraggio strutturale;
- **disamina dei precedenti edilizi** atti a comprendere la natura dell'opera progettuale adottata per l'edificazione originaria, oltreché alle vicende trasformative avvenute nel corso degli anni, il tutto avendo esclusivo riferimento alle strutture.

2. CRONOLOGIA DEGLI INTERVENTI PRINCIPALI SVOLTI ALL'EDIFICIO.

Questa prima fase è finalizzata a comprendere le vicende costruttive, i dissesti, i fenomeni di degrado e le trasformazioni operate che possano in qualche modo aver modificato l'assetto statico e la capacità portante della struttura.

La conoscenza della storia del manufatto è un elemento imprescindibile per una corretta valutazione della sicurezza.

A seguito della documentazione rinvenuta lo scrivente è in grado di riassumere e riportare di seguito la seguente cronologia degli eventi più rilevanti, partendo dalla costruzione originaria alla quale sono susseguite vicende trasformatrici, le quali hanno riguardato adeguamenti funzionali rispetto alle attività che si sono susseguite nel corso degli anni al fabbricato.

- Progetto di costruzione dell'edificio e varianti.

- o L'edificio è stato realizzato in forza di progetto presentato per la costruzione di capannone industriale – pratica 11.242, autorizzato con il rilascio da parte dell'Amministrazione di Concessione Edilizia n°39 del 06.03.1986 all'allora proprietà “ ”.
- o In data 31.07.1989 è stata approvata variante al predetto progetto (pratica 11.242) di costruzione del capannone industriale con il rilascio della Concessione edilizia n°36, rilasciata all'allora proprietà “ ”.
- o In data 19.06.1992 è stata approvata variante al predetto progetto (pratica 11.242) per opere interne con il rilascio della Concessione edilizia n°37, rilasciata all'allora proprietà “ ”.
- o Al completamento delle opere veniva rilasciato permesso di Agibilità del capannone n°13 del 04.08.1992.

- Costruzione di soppalco e controsoffitti.

- o In data 22.08.1996 è stata approvato progetto (pratica 11.242) per la costruzione di soppalco (con struttura portante in acciaio) e controsoffitti con il rilascio della Concessione edilizia n°443/96, rilasciata all'allora proprietà “ ”, la quale successivamente ed in data 17.01.2001, chiedeva mezzo istanza proroga della predetta concessione per completamento opere interne oltre a varianti (sempre interne) per adeguare il fabbricato alle norme del Ministero della Sanità, in relazione all'uso dello stesso (deposito medicinali).

- Ristrutturazione dell'edificio ed ampliamento.

Nell'anno 2009 la società “ ” appaltava alla società “ ” con sede in Piacenza, le opere di ristrutturazione generale, compreso rifacimento di tutti gli impianti (elettrico, idrico, di scarico e di riscaldamento).

Il progetto ha previsto interventi edilizi di manutenzione straordinaria per la sistemazione di locali al fine di accogliere la sede dell'azienda di servizi alla telefonia “ ”.

Le opere sono state conseguite mediante permesso di costruire n°773 rilasciato in data 21.09.2010 quale variante all'originaria D.I.A. 114622 del 19.11.2009 e precisamente:

- o In data 23.03.2010 il tecnico incaricato dell'epoca depositava Richiesta di Permesso di Costruire (quale variante alla D.I.A. 114622 del 19.11.2009), allegando Relazione tecnica, tavole sullo stato di fatto, di progetto e raffronto, render, Asseverazione in materia di edilizia antisismica, progetto impianto elettrico, termico e di aerazione, pratica Vigili del Fuoco.
- o In data 23.11.2010, veniva comunicato, mediante deposito al Comune della Spezia, l'inizio dei lavori, relativo al Permesso di Costruire di cui sopra.
- o Rispetto al progetto originario erano state realizzate varianti in corso d'opera (dichiarate non sostanziali), di cui all'art. 25, comma 2, della L.R. 16/2008, per le quali è stata allegata relazione tecnica ed elaborati grafici, a firma del progettista e Direttore lavori, presentati contestualmente alla comunicazione congiunta di fine lavori.
- o In data 14.10.2011 è stata depositata comunicazione di fine lavori e certificato di collaudo finale oltre a collaudo statico presso la Provincia della Spezia – Difesa del suolo in data 18.10.2011.

3. ACCERTAMENTO DELLO STATO DEI LUOGHI.

Il fabbricato oggetto della presente, sito in La Spezia, via delle Pianazze, 70, nasce come capannone industriale prefabbricato avente una struttura modulare realizzata attraverso l'assemblaggio di elementi prodotti in stabilimento e montati in cantiere, il quale risulta composto da due corpi adiacenti, la cui struttura portante è costituita da travi e pilastri in c.a. e murature esterne di facciata in elementi di tamponamento prefabbricati rifiniti con ghiaietto rosa-bianco, agganciati alla struttura portante.

I due corpi sono collegati tra loro mediante scale interne e risultano composti il primo da n°2 livelli costituito principalmente da sale postazioni, oltre a zone adibite ad uffici, il secondo, di superficie minore, si sviluppa invece su tre livelli, nei quali sono presenti principalmente locali tecnici ed uffici. Il fronte principale è caratterizzato da una pensilina con struttura metallica, nel cui angolo è presente un volume indipendente costituente ulteriore corpo scala ed ascensore, quest'ultimo realizzato nell'ultima ristrutturazione.

Durante i sopralluoghi espletati e come si può rilevare anche visivamente e meglio riscontrabile nel dettaglio dalle risultanze delle rilevazione laser-scanner, i pannelli prefabbricati di tamponamento costituenti i fronti di facciata hanno subito instabilità a carico verticale, la cui deformazione si è concretizzata nella mezzera della tamponatura stessa, dovuta con tutta probabilità al solo peso proprio del pannello per assenza di un supporto intermedio, che avrebbe garantito un maggior mantenimento della verticalità.

I pannelli di tamponamento rappresentano spesso un elemento critico in quanto gli ancoraggi alla struttura portante non sempre sono adeguati alle sollecitazioni dinamiche.

Si può escludere una problematica causata da un cedimento del supporto sottostante (a terra), seppur il terreno su cui sorge non è da un punto di vista geotecnico, incompressibile.

Nel corso del sopralluogo è stato possibile visionare la struttura e si è proceduto a misurazioni ed accertamenti sul manufatto. In generale non sono emersi segni di dissesto o di cedimenti.

Con la scorta dei vari progetti architettonici sono state verificate a campione le strutture portanti, accertandosi dell'assenza di vizi o difetti gravi di impostazione e di realizzazione, sono stati inoltre controllate a campione le dimensioni geometriche di alcuni elementi portanti, ritenendoli conformi con lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione e idonei a sopportare i carichi statici del fabbricato.

Pertanto, l'intervento - minimo consigliato - sarà quello di andare a contrastare i fenomeni deformativi avvenuti e con probabilità ancora in atto.

4. DETERMINAZIONE SOMMARIA DEGLI INTERVENTI DI RINFORZO LOCALE.

A seguito di quanto sopra, quindi sulla base di tutte le indagini svolte, lo scrivente è in grado di determinare in maniera sommaria la tipologia degli interventi edilizi atti a contrastare le criticità lamentate e rilevate, quindi aumentare le connessioni tra pannelli di tamponamento e struttura portante al fine di prevenire il ribaltamento dei pannelli stessi e di conseguenza aumentare la capacità di resistenza delle connessioni esistenti riducendone di fatto il tasso di lavoro, il tutto senza ricorrere necessariamente a opere invasive, sulla base di un rinforzo locale, eseguibile ai sensi delle NCT 17.01.2018, riassumibile sinteticamente nel posizionamento di profili ad "U" – tipo "UPN", adeguatamente dimensionati, posti a livello del solaio di interpiano a contrasto della deformazione del pannello di tamponatura per mezzo di ancoraggio alla struttura portante verticale corrispondente, meglio riscontrabili nell'elaborato grafico allegato.

5. QUANTIFICAZIONE SOMMARIA DEI RELATIVI COSTI.

I costi relativi agli interventi sono stati quantificati sulla base dei prezzi medi di mercato riscontrati dalle quotazioni riportate nel Prezzario Regionale Opere Edili Regione Liguria – vigente anno (2025).

➤ **Opere provvisionali.**

VOCE CODICE **95.A10.A05.010**

Quadro elettrico di cantiere Ammortamento giornaliero quadro elettrico da cantiere 12 prese (durata 2 anni)

giorno € 2,24.

Calcolo giorni per l'opera: 20 giorni lavorativi.

pertanto si ottiene: giorni 20,00 x €/gg 2,24 = € 44,80

VOCE CODICE **95.F10.A10.010**

Cartello generale di cantiere conforme alle norme del regolamento edilizio, del D.lgs. 81/2008, del D.lgs. 163/2006 e loro s.m.i., della dimensione minima di 2.00 m².

Cad. € 345,00.

pertanto si ottiene = € 345,00

VOCE CODICE **95.F10.A10.020**

Cartello di segnaletica generale, delle dimensioni di 1.00x 1,40, in PVC pesante antiurto, contenente segnali di pericolo, divieto e obbligo, inerenti il cantiere, valutato a cartello per distanza di lettura fino a 23 m, conformi UNI EN ISO 7010:2012.

Cad. € 14,58.

pertanto si ottiene: = € 14,58

VOCE CODICE **95.A10.A10.010**

Recinzione di cantiere, avente altezza minima fuori terra di 2,00 m, costituita da pannelli in acciaio elettrosaldato e zincato, del peso di 20 kg circa, montati su basi di calcestruzzo prefabbricate.

Montaggio e smontaggio.

€/ml 7,51.

Sviluppo quantità: = ml 30,00.

pertanto si ottiene: ml 30,00 x €/ml 7,51 = € 225,30

VOCE CODICE **95.A10.A10.015**

Recinzione di cantiere, avente altezza minima fuori terra di 2,00 m costituita da pannelli in acciaio elettrosaldato e zincato, del peso di 20 kg circa, montati su basi di calcestruzzo prefabbricate. Nolo valutato a metro giorno. (i giorni oltre il 500° non daranno più diritto ad alcuna contabilizzazione).

€/ml 0,10.

Calcolo giorni per l'opera: 20 giorni lavorativi.

pertanto si ottiene: giorni 20,00 x ml 30,00 €/ml 0,10 = € 60,00

VOCE CODICE **95.C10.A20.010**

Locale spogliatoio costituito da monoblocco in lamiera zincata coibentata, completo di impianto elettrico e idrico, di armadietti e panche, compresi oneri di montaggio e smontaggio, il tutto conforme a quanto previsto nell'allegato XIII del D.lgs. 9/4/2008, n° 81 e s.m.i., delle dimensioni di circa 2,20x4,50x2,40 m circa, valutato per i primi 12 mesi di utilizzo.

Cad. € 885,51.

pertanto si ottiene: = € 885,51

VOCE CODICE **95.C10.A10.050**

Locale igienico chimico. Compreso il montaggio ed il successivo smontaggio, la preparazione

della base di appoggio, gli oneri per la periodica pulizia ed i relativi materiali di consumo. Per ogni mese di impiego.

Cad. € 172,50.

pertanto si ottiene: = € 172,50

VOCE CODICE **95.B10.S10.011**

Ponteggiature "di facciata", in elementi metallici prefabbricati e/o "giunto-tubo", compreso il montaggio e lo smontaggio finale, i piani di lavoro, idonea segnaletica, compresi gli eventuali oneri di progettazione, escluso: impianto di messa a terra, mantovane, illuminazione notturna e reti di protezione – Montaggio, smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.

€/mq 28,84.

Sviluppo quantità: = ml 62,00 x h. ml 4,00 = mq 248,00

(calcolata in tale altezza in quanto due ml di altezza già compresi nella VOCE CODICE TOS25_02.B10.021.003)

pertanto si ottiene: mq 248,00 x €/mq 28,84 = € 7.152,32

VOCE CODICE **AT.N06.B10.010**

Autogru della portata fino a 30 t.

€/ora 138,28.

Calcolo presunto giorni per l'opera: 10 giorni x 4 ore/gg = ore 40.

pertanto si ottiene: ore 40,00 x €/ora 138,28 = € 5.531,20

Sommano parziali per opere provvisionali:

€ 14.431,21

oltre accessori di Legge (I.V.A.)

➤ **Opere edili:**

VOCE CODICE **25.A37.A05.020**

Carpenteria metallica per piccole strutture in acciaio, travi, pilastri, puntoni e simili in profilati L, T, U, Z, piatti e quadri (S235JR) in opera compreso il fissaggio a murature o l'unione saldata o imbullonata ad altre strutture metalliche ecc. esclusa la sola formazione delle sedi di appoggio murarie.

€/kg 6,15.

Sviluppo quantità: ml 115,00 + ml 115,00 = ml 230,00 x kg/ml 16,00 = kg 3.680.

pertanto si ottiene: kg 3.680 x €/kg 6,15 = € 22.632,00

La previsione progettuale prevede la realizzazione di inghisaggi di barre metalliche con resine epossidiche.

Al fine di stabilire il prezzo è stato preso a riferimento la voce del Prezziario Regione Toscana

Provincia di Massa Carrara del 2025, in quanto su quello della Liguria non è presente.

VOCE CODICE TOS25_02.B10.021.003

TOS25_02 - RISTRUTTURAZIONI EDILI. Compresa MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA, sia programmabile che non programmabile. Prezzi relativi ad una ristrutturazione di edilizia civile e per lavori con ordinaria difficoltà di esecuzione.

B10 - CONSOLIDAMENTI E RINFORZI STRUTTURALI.

Per strutture lesionate o da rinforzare, mediante l'utilizzo di tecniche adeguate in base alla tipologia dell'opera sulla quale si interviene.

Compreso:

- ponti di servizio con altezza < m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni, mobili e fissi.

021 - Inghisaggio per ancoraggio o fissaggio di barra metallica, questa esclusa, con resine epossidiche bicomponenti, compresa foratura e predisposizione su struttura portante: 003 - con foro D 14-16 profondità 30 cm.

€/cad. 17,97.

Sviluppo quantità: n°220 inghisaggi.

pertanto si ottiene: 220 x € 17,97 = € 3.953,40

VOCE CODICE 85.G10.A10.010

Carotaggi in calcestruzzo e/o pietra per inghisaggio di golfari per parabordi o tiranti per bitte.

Carotaggio Ø da 16 a 100 mm

€/ml 189,75.

Sviluppo quantità: n°220 x 0,2 = ml 44,00.

pertanto si ottiene: ml 44,00 x €/ml 189,75 = € 8.349,00

VOCE CODICE 25.A90.D10.010

Pitturazione di manufatti in ferro mediante applicazione di una ripresa di zincante per carpenteria metallica eseguita con epossidico bicomponente, misurato a sviluppo.

€/mq 10,40.

Sviluppo quantità: 0,14 + 0,12 = 0,26 x 2 = 0,52 x 115,00 + 115,00 = mq 119,60 .

pertanto si ottiene mq 119,60 x €/mq 10,40 = € 1.243,84

Sommano parziali per opere edili:

€ 36.178,24

oltre accessori di Legge (I.V.A.)

Sommano complessivi per opere provvisionali ed edili: € 14.386,41 + € 36.178,24 =

€ 50.609,45

oltre accessori di Legge (I.V.A.)

Oltre ai costi più sopra indicati, lo scrivente ritiene altresì opportuno computare:

➤ **Spese tecniche:**

Le spese tecniche sono comprensive di incarico a tecnico abilitato (ingegnere e/o architetto iscritti al rispettivo Albo), per l'espletamento di pratiche autorizzative, progettazione, Direzione dei Lavori, redazione di pratica per la sicurezza sia in fase di esecuzione che progettazione (D. L.g.s. 81/2008 e s.m.e.i.), in base alle vigenti normative di Legge in materia:

Onorari e spese quantificate in percentuale sull'importo lavori pari al 15%:

€ 7.591,41

oltre accessori di Legge (c.i. ed I.V.A.)

Per un totale onnicomprensivo (opere provvisionali, opere edili e spese tecniche) pari ad:

€ 58.200,76

(dicansi Euro cinquantottomiladuecento/76)

oltre accessori di Legge.

6. ALLEGATI N.

- 1) *Relazione geologica a firma del dott. Jacopo De Noboli.*
- 2) *Documentazione fotografica.*
- 3) *Elaborati grafici – Tavola 1 e 2.*

7. CONCLUSIONI.

Il tecnico, a conclusione dell'incarico, consegna la presente relazione, costituita da n°10 pagine dattiloscritte oltre a documentazione allegata sopraelencata.

Si precisa che lo scrivente non ha verificato, in quanto non richiestogli nell'incarico e pertanto non sono state effettuate le seguenti verifiche, rispetto normative urbanistiche dei precedenti edilizi e dello stato di fatto, igienico-sanitarie, di efficienza energetica, caratterizzazione dei materiali costituenti le strutture, vulnerabilità sismica, di sicurezza, normative acustiche e sugli impianti tecnologici in genere, oltre a tutto quanto non espressamente menzionato, ovvero non oggetto della presente e dell'incarico ricevuto.

Si consiglia indipendentemente dall'intervento prospettato un costante monitoraggio nel tempo delle strutture e dei relativi tamponamenti poiché la stessa in considerazione dell'epoca il cui fabbricato è stato dichiarato agibile ha ormai circa 35 anni pertanto prossima alla vita utile di 50 anni che le attuali norme sulle strutture (D.M. 17/01/2018) prevedono per questa categoria di edifici.

Seguono allegati alla presente


Tanto doveva il sottoscritto ad adempimento dell'incarico ricevuto.

La Spezia (SP), 01 Settembre 2025

Il Tecnico

AD ENGINEERING S.R.L. S.T.P.
Iscritta al Registro Imprese
della Sezione Speciale
dell'Albo delle Società tra Professionisti
dell'Ordine degli Ingegneri della Spezia

Ing. Davide C...





STUDI di GEOLOGIA
F. Ferrari - I. De Nobili

Via C. Arzelà n° 76 - 19123 SP
tel 0187/713950 Fax 0187/717589
e-mail: ferraridenobili@gmail.com

COMMITTENTE: Dr. Ernesto Conforti Curatore del fallimento R.G. 4/21 a carico d



LAVORO

**INDAGINE GEOLOGICA, SISMICA E GEOLOGICO-TECNICA VALUTAZIONE
IMMOBILE SITO IN LOCALITA' PIANAZZE A LA SPEZIA**

RELAZIONE GEOLOGICA

RELAZIONE SISMICA

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Il geologo:
Dott. Iacopo De Nobili

La Spezia 7 Gennaio 2025

1) PREMESSA

In seguito all'incarico ricevuto dal Dr. Ernesto Conforti Curatore del fallimento R.G. 4/21 a carico di . è stato eseguito uno studio geologico sismico e geotecnico dei terreni di fondazione su cui insiste un capannone, oggi in stato di abbandono, ex sede della . sito in Via delle Pianazze a La Spezia; tale indagine geologica è stata richiesta dall'Ing. Davide Giannarelli per una corretta valutazione dell'immobile in quanto quest'ultimo presenta segni di cedimenti in più punti.

Lo studio ha avuto come finalità il verificare la situazione geologica, geomorfologia, idrogeologica, stratigrafica e geotecnica della zona, stabilire la presenza o meno di falda acquifera e determinare alcuni parametri geotecnici e sismici dei terreni di fondazione con l'intento di fornire ai Progettisti i dati necessari per risalire alle cause dei cedimenti che nel tempo hanno interessato il capannone ottemperando contestualmente alle seguenti norme nazionali, regionali, provinciali e comunali:

- **D.M. 17-01-2018 “Nuovo Testo Unico per le Costruzioni”** e successiva Circolare esplicativa;
- **Piano Urbanistico Comunale della Spezia** (l'area di intervento nel P.U.C. ricade in zona C1);
- **Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale**;
- **Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri 28.04.2006 n. 3519** Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone;
- **Deliberazione della giunta regionale 17/03/2017 N. 216 OPCM 3519/2006.** Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria;

Il programma di lavoro è stato così articolato:

- a) Sopralluogo;
- b) Ricerca dati esistenti;
- c) Esecuzione di n° 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti tipo DPSH;
- d) Esecuzione di n° 1 prova sismica MASW e da una prova sismica HVSr;
- e) Elaborazione prove penetrometriche dinamiche;

- f) Elaborazione congiunta prova sismica MASW e HVSR;
- g) Esecuzione di sezione geologica e geotecnica interpretativa;
- h) Definizione della tipologia di suolo di fondazione e dei parametri sismici di base;
- i) Relazione geologica, sismica e geologico-tecnica conclusiva.

Gli elaborati cartografici, oltre all'area in oggetto, coprono un discreto intorno tale da inquadrare la totalità delle problematiche inerenti l'area di interesse.

Quale base cartografica è stata utilizzata la Carta Tecnica Regionale per le carte tematiche (geologica, geomorfologica ed idrogeologica) e la foto aerea ripresa da Google Earth per l'ubicazione delle indagini.

2) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E MORFOLOGICO

L'area in esame si trova inserita di un contesto urbano consolidato, in Via delle Pianazze a La Spezia, l'area si presenta nel suo complesso pianeggiante e la quota media sul livello del mare è di circa 19-20 metri.

Il terreno in oggetto è situato alla base degli alti morfologici che circondano la zona Est della piana alluvionale della Spezia, ed è costituito per la sua totalità da un deposito alluvionale formatosi durante l'ultima fase del periodo Quaternario a seguito della deposizione di materiali trasportati a valle nei periodi di piena dai vari canali, oggi quasi tutti intubati, che anticamente scendevano liberamente verso valle dalle colline che circondano il quartiere delle Pianazze.

Tali depositi alluvionali, sedimentati nel corso del tempo, sono caratterizzati da estrema variabilità granulometrica sia in senso verticale che orizzontale in conseguenza delle particolari modalità di deposizione dei torrenti i quali, scorrendo nella piana alluvionale hanno modificato continuamente la posizione dell'alveo nel tempo.

Questo processo fa sì che, in uno stesso luogo, alternandosi fasi di erosione e fasi di sedimentazione caratterizzate da differente energia di trasporto della corrente fluviale, si possano depositare in una stessa zona e in epoche differenti sia terreni prevalentemente ghiaiosi che terreni prevalentemente sabbiosi e limosi.

Poiché il terreno è praticamente pianeggiante, non si rilevano problematiche geomorfologiche che debbano essere evidenziate e che nel tempo possano evolversi e

essere motivo di instabilità del capannone oggetto di indagine (vedi cartografia Mappa Pai Dissesti Pericolosità e subsidenza riportata in allegato).

Invece poco più a monte del fabbricato sede della Call & Call la morfologia cambia in quanto si comincia a salire di quota cominciando gli alti morfologici e di conseguenza cambia anche la geologia, infatti i depositi alluvionali non si ritrovano più e iniziano a comparire dei depositi colluviali derivanti dal disfacimento del substrato roccioso che nella zona è costituito da differenti formazioni costituite da rocce prevalentemente di natura calcarea o calcareo marnosa.

3) IDROGEOLOGIA

Nella carta idrogeologica è stata riportata la classe di permeabilità caratteristica del deposito alluvionale presente nell'area in oggetto e nelle zone limitrofe.

Nel complesso i terreni di fondazione del capannone oggetto di indagine, almeno per i primi 10-12 metri di profondità, sono da considerarsi a permeabilità variabile da media a bassa per porosità.

E' importante sottolineare infine che durante l'esecuzione delle prove penetrometriche, spinte fino ad una profondità massima di 14 metri, non è stata ritrovata la falda.

4) RELAZIONE SISMICA

La nuova classificazione sismica del territorio italiano inserisce il Comune di La Spezia in zona sismica 3 (zona a pericolosità sismica bassa) con conseguente $P_{ga} = 0,15g$.

Il D.M. 17-01-2018 "Nuovo Testo Unico per le Costruzioni" introduce le direttive relative ad una analisi sismica di prevenzione per le nuove opere edilizie ove compito del professionista è quello di fornire un modello geologico del sito in funzione della V_{s30} e della V_s equivalente dei primi 30 metri di terreno al di sotto del piano di fondazione.

Nel caso specifico il modello geologico è stato elaborato utilizzando i dati di un'indagine sismica congiunta tipo MASW/HVSR realizzata per il progetto in essere (vedi foto).



4.1) INDAGINE SISMICA HVSR

La tecnica HVSR fa parte della categoria delle prove sismiche passive, in quanto il rumore sismico ambientale registrato dallo strumento non viene generato appositamente per eseguire le indagini, come ad esempio avviene tramite le apposite energizzazioni per la sismica attiva, ma deriva dall'unione di tutte le sollecitazioni sismiche presenti in ambiente. Il rumore sismico ambientale è presente ovunque sulla superficie terrestre ed è generato sia dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento, temporali, vulcani, movimenti nel sottosuolo, etc) che dall'attività antropica (traffico veicolare, ferrovie, industrie, etc).

Le sollecitazioni in oggetto si propagano attraverso le onde di superficie (onde di Love, onde di Rayleigh etc) che sono caratterizzate da una legge di attenuazione poco sensibile alla variazione della distanza. In particolare queste sollecitazioni, possono subire dei fenomeni di amplificazione, passando da un mezzo più rigido (strato molto addensato o consistente) ad un mezzo meno rigido (strato poco addensato o poco

consistente), inoltre le onde in funzione delle caratteristiche geologiche del sito, possono subire il fenomeno della risonanza, venendo ulteriormente amplificate.

Inserendo i dati registrati su un diagramma H/V (rapporto tra le componenti spettrali orizzontali H e verticali V) ed interpretandone l'andamento è quindi possibile avere indicazioni sullo spessore degli strati e sui contrasti di rigidità, previa una corretta "pulizia" del segnale eliminando i disturbi dovuti a limitrofe sollecitazioni antropiche.

Nell' ipotesi di voler investigare delle coperture al di sopra di un basamento sismico rigido, è possibile stabilire una relazione tra lo spessore dello strato stesso "h", la velocità media delle Onde S (V_s) al suo interno e la frequenza di risonanza fondamentale (f_0) dello strato attraversato, avvalendosi della formula: $f_0=V_s/4h$.

L'interpretazione di queste curve è tuttavia viziata dalla presenza di due incognite (spessore e velocità) per una sola equazione; per risolvere il problema è necessario procedere strato per strato e vincolare una di queste due incognite (grazie ad altri dati geologici, come ad esempio delle prove penetrometriche o ad altre ipotesi di lavoro) per trovare l'altra.

Quindi ottenuto il valore f_0 dalle misure effettuate, avendo a disposizione dati provenienti da altre indagini geologiche ad esempio valore V_s , è possibile stimare lo spessore dello strato h, oppure viceversa, conoscendo il dato h (lo spessore degli strati, grazie a prove penetrometriche), si può risalire al valore di V_s medio dello strato.

Il software utilizzato per eseguire le suddette analisi è WinMASW 3C 7.1 che ricostruisce la curva sintetica H/V a partire dal modello sismostratigrafico proposto dall'operatore; quando la curva sintetica si accorda con quella sperimentale, significa che il modello sismico proposto è compatibile con la misura registrata.

Perché la prova sia attendibile non è necessaria una perfetta e completa sovrapposizione delle curve (quella sperimentale è viziata da interferenze di vario tipo), ma è sufficiente un buon accordo tra i picchi di amplificazione principali ed in particolare quelli più superficiali.

Elaborazione indagine sismica HVSR

Frequenza di campionamento (Hz): 300

Lunghezza del dataset analizzato (min): 15.0

Tapering (%): 0

Smoothing (%): 15

Criteri SESAME

Di seguito i risultati considerando i dati nella gamma di frequenza 0.5-20.0Hz:

Frequenza di picco (Hz): 1.3

Valore di picco HVSr: 2.7

Criteri per una curva H/V affidabile

#1. $[f_0 > 10/Lw]$: $1.319 > 0.5$ (OK)

#2. $[nc > 200]$: $2189 > 200$ (OK)

#3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

Criteri per un picco H/V chiaro (almeno 5 devono essere soddisfatti)

#1. $[\text{exists } f_- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f_-) < A_0/2]$: si, considerando la deviazione standard, alla frequenza 0.4 Hz (OK)

#2. $[\text{exists } f_+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f_+) < A_0/2]$: si, considerando la deviazione standard, alla frequenza 2.0 Hz (OK)

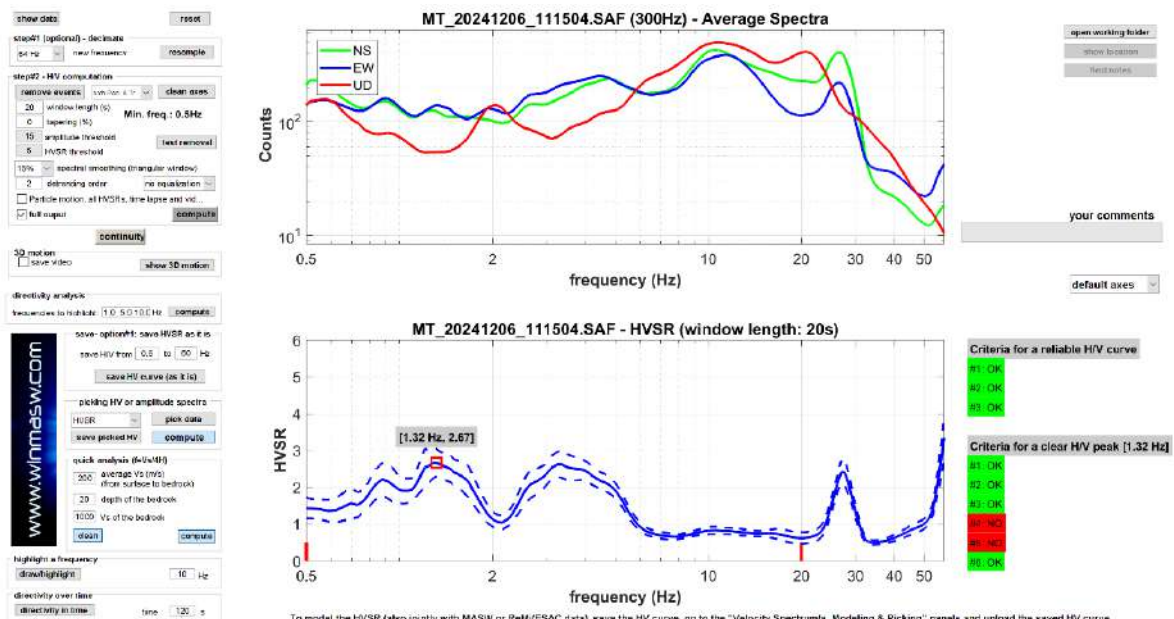
#3. $[A_0 > 2]$: $2.7 > 2$ (OK)

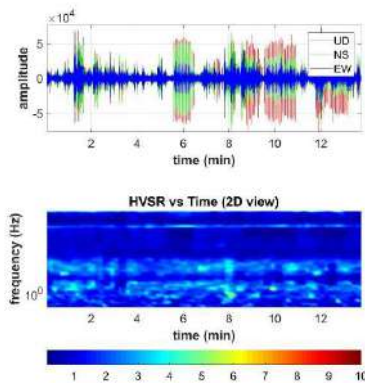
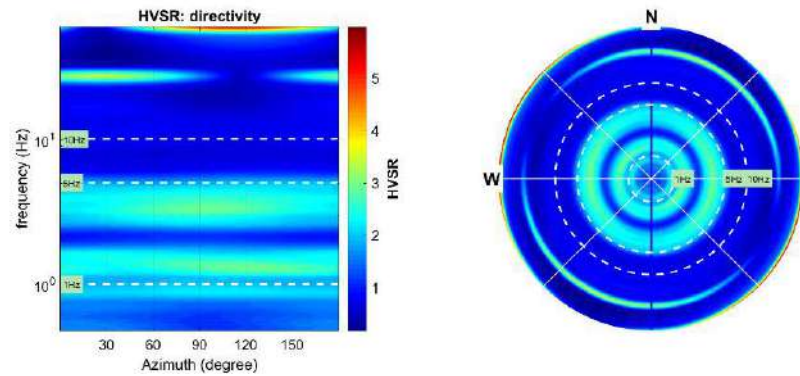
#4. $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (NO)

#5. $[\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)]$: $1.027 > 0.132$ (NO)

#6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $0.729 < 1.78$ (OK)

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI - RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



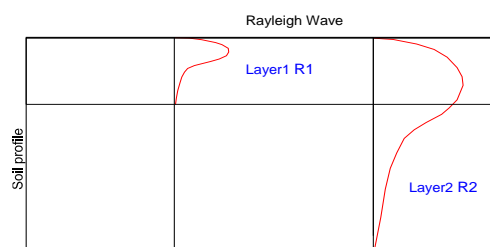
PERSISTENZA H/V**DIREZIONALITA' H/V****4.2) INDAGINE SISMICA MASW**

Le prove MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono una metodologia d'investigazione che permette di ricavare le velocità delle onde di taglio V_s con la determinazione della categoria sismica di terreno (A, B, C, D, E, S1, S2) secondo quanto indicato nella nuova normativa sismica (OPCM 3274 del 20.03.2003 e s.m.i., D.M. 14.01.2008) e dagli Eurocodici 7 "Progettazione geotecnica" e 8 "Regole progettuali per le strutture antisismiche".

La misura delle velocità delle onde superficiali viene calcolata grazie all'utilizzo di stendimenti di sensori (geofoni) posti a distanze regolari sulla superficie del suolo da indagare.

La porzione che predomina nelle onde superficiali è costituita dalle onde di Rayleigh la cui velocità è correlata alla rigidezza e ai parametri elastici dei suoli attraversati.

E' importante tenere presente che nei mezzi stratificati le onde di Rayleigh sono dispersive; le alte frequenze, con lunghezze d'onda corta, si propagano prevalentemente negli strati più superficiali del terreno mentre le onde con lunghezze maggiori tendono a coinvolgere gli strati più profondi così come di seguito illustrato.



La metodologia M.A.S.W. effettuata viene definita *attiva* e prevede che le onde superficiali vengano generate in un punto noto ed in modo non casuale e registrate da stendimenti lineari di sensori.

La metodologia utilizzata permette di dettagliare il profilo delle velocità sismiche nei primi 30 m da piano campagna, da queste si ottiene infatti una curva “dispersione” per un range di frequenze normalmente comprese tra 5 e 70 Hz, la cui propagazione avviene prevalentemente nella parte più superficiale del suolo in funzione anche delle sue caratteristiche elastiche.

Il sistema di elaborazione con metodo MASW In generale prevede tre fasi:

- 1) Calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale;
- 2) Calcolo della velocità di fase apparente;
- 3) Individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs dal modello stratigrafico espresso tramite il profilo di velocità Vs.

Le acquisizioni sono state eseguite in base alle seguenti configurazioni:

CONFIGURAZIONE INDAGINE MASW1	
N° geofoni	24 (orizzontali Geospace Oyo 4.5 Hz)
Interasse geofoni	1.5 m
Off-sets sorgente (da ciascun estremo)	G1: 5m; 6.5m
Sorgente	mazza da 10kg

4.3) ELABORAZIONE CONGIUNTA DEI DATI MASW E HVSR

I dati acquisiti sono stati elaborati utilizzando il software *winMASW Academy*.

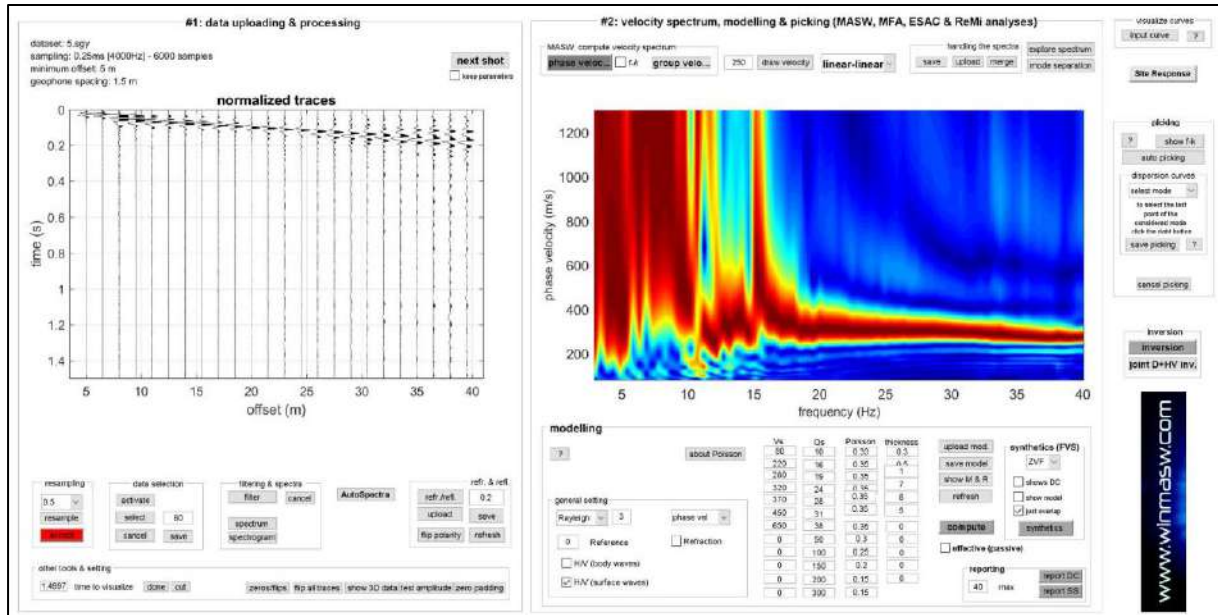
L'elaborazione dei dati si sviluppa attraverso le seguenti fasi:

1. Si caricano i file acquisiti in campagna (files SEGY);
2. Si calcola lo spettro di velocità che rappresenta, in scala colorimetrica, le ampiezze delle onde in funzione della velocità di fase e della frequenza;
3. Si identifica la curva di dispersione;
4. Si fa la modellazione congiunta considerando la dispersione delle onde di Rayleigh e rapporto spettrale H/V.

L'analisi dei dati è stata quindi svolta considerando congiuntamente, dispersione delle onde di Rayleigh e rapporto spettrale H/V della registrazione HVSR 1 eseguita nelle immediate vicinanze della linea MASW1.

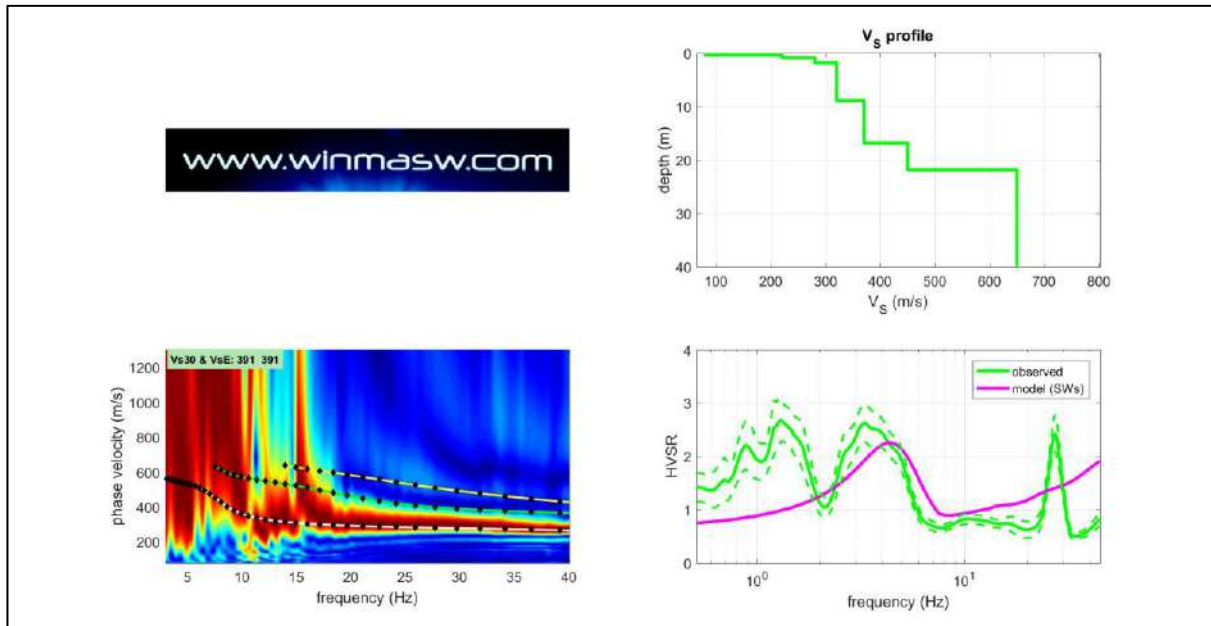
La modellazione graficamente è ben descritta e riportata nelle 2 figure sotto riportate.

INDAGINE SISMICA MASW



INDAGINE SISMICA MASW

INDAGINI SISMICHE HVSR



Modello medio

Vs (m/s): 80, 220, 280, 320, 370, 450, 650

Spessori (m): 0.3, 0.5, 1.0, 7.0, 8.0, 5.0

Vs30 e Vs Equivalente da piano campagna (m/s): 391 – 391

Vs model (Vs30 & VsE: 391 391 m/s)			
layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	80	0.3000	0.3000
2	220	0.5000	0.8000
3	280	1	1.8000
4	320	7	8.8000
5	370	8	16.8000
6	450	5	21.8000
7	650	0	0

Figura a lato: Modello di sottosuolo sismico

4.4) CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE (D.M. 17/01/2018)

Per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e la valutazione dell'amplificazione del moto sismico, nella nuova normativa viene evidenziato come i diversi profili stratigrafici del sottosuolo, in base alle loro caratteristiche di spessore e di rigidità sismica (prodotto della densità per la velocità delle onde sismiche trasversali), possano amplificare il moto sismico in superficie rispetto a quello indotto alla loro base; il fattore moltiplicativo delle azioni sismiche orizzontali di progetto dipende cioè dalla natura, dallo spessore e soprattutto dalla velocità di propagazione delle onde di taglio V_{sh} all'interno delle coperture.

Nelle Norme Tecniche per le Costruzioni in zona sismica si definiscono per questo aspetto cinque categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione a diversa rigidità sismica (A, B, C, D, E) caratterizzate da velocità V_{s30} e V_s Equivalente decrescenti e quindi da effetti amplificativi crescenti (vedi tabella qui di seguito):

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

Nella classificazione precedente, $V_{s,eq}$ equivalente è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

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

In seguito ai risultati della prova congiunta MASW – HVSR si ritiene ragionevole inserire il terreno di fondazione in **Categoria B**: “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s*”.

4.5) PARAMETRI SISMICI DI BASE

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione bisognerà stabilire in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare quel *periodo di riferimento*; una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative *probabilità di superamento*, è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascuno stato limite; solo a questo punto è possibile definire la *pericolosità sismica di base* per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

In adempimento a quanto previsto quindi dal D.M. 17/01/2018, la pericolosità sismica di base, riferita al punto di riferimento in esame (Lat. 44,1155853 WGS84 Long. 9,8838854 WGS84) ed al T_R (compreso fra 30 e 975 anni) è stata ottenuta utilizzando il software Geostru PS advanced che permette di ricavare i seguenti parametri sismici:

- a_g (accelerazione orizzontale massima al sito),

- **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),

necessari alla definizione delle forme spettrali per il sito oggetto di studio in relazione agli Stati Limite: di Esercizio **SLO** (stato limite di operatività), di Danno **SLD** (Stato Limite di Danno) e Ultimi **SLV** (stato di salvaguardia della Vita) **SLC** (Stato limite di prevenzione del Collasso).

Tr	Ag	Fo	Tc*
30 (SLO)	0.042	2.514	0.227
50 (SLD)	0.053	2.512	0.246
475 (SLV)	0.129	2.408	0.291
975 (SLC)	0.166	2.374	0.299

Considerata la morfologia dell'area sulla quale insiste l'opera in progetto, la sua categoria topografica di appartenenza è:

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

A tale categoria è associato il seguente coefficiente di amplificazione topografica ST:

Categoria topografica	ST
<i>T1</i>	1,0
<i>T2</i>	1,2
<i>T3</i>	1,2
<i>T4</i>	1,4

In allegato si riporta il report completo fornito dal software comprensivo dei coefficienti sismici in accordo al NTC.

5) RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Per definire la stratigrafia dei terreni di fondazione del capannone oggetto dell'indagine sono state eseguite le seguenti indagini:

- 1) N. 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti tipo DPSH realizzate all'intorno dell'area di sedime del capannone;
- 2) Una prova sismica tipo MASW in abbinamento ad una prova HVSR, entrambe realizzate ad hoc per il presente lavoro di cui si è già trattato nel capitolo precedente.

5.1) PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI (DPSH)

Le prove penetrometriche dinamiche pesanti a Norme DIN 4094 tipo DPSH (Dynamic Probing Super Heavy) TG 63-200 PAGANI consistono nell'infissione di una punta conica (angolo di 60 gradi) di diametro 51 mm e area di base 20,43 cmq per mezzo di una massa battente di 63,5 kg con volata costante di 75 cm; contando il numero di colpi necessari per infiggere la punta per 20 cm nel terreno è possibile successivamente, attraverso l'utilizzo di formule specifiche create da vari Autori, avere indicazioni sui valori di alcuni parametri geotecnici qui di seguito elencati:

- Densità relativa;
- Modulo di Young o Modulo di elasticità;
- Angolo di resistenza al taglio
- Modulo edometrico;
- Classificazione AGI;
- Peso unità di volume;
- Modulo di Poisson;
- Modulo di deformazione a taglio;
- Modulo di reazione K_0 ;
- Q_c Resistenza punta penetrometro statico.

In allegato, come risultato delle prove penetrometriche, viene riportata, per ciascuna prova penetrometrica, un'interpretazione sviluppata da noi sulla base della nostra esperienza e anche un riassunto di tutti i valori che risultano dall'applicazione delle molteplici formule dei vari Autori così da consentire ai Progettisti di valutare loro stessi quali parametri utilizzare nei calcoli.

5.2) RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA

Dalla ricostruzione geologica e geotecnica dei terreni presenti al di sotto dell'area di sedime del capannone oggetto di indagine emerge quanto segue:

- 1) Presenza di 2 STRATI principali ritrovati al di sopra del substrato roccioso a caratteristiche geotecniche differenti;
- 2) Ritrovamento del substrato roccioso, o comunque di uno strato molto compatto, a profondità differenti tra la prova penetrometrica eseguita a monte del fabbricato (spessore copertura 7,5 metri) rispetto alla prova eseguita a valle dello stesso (spessore copertura 14 metri);
- 3) Assenza di falda acquifera nel terreno di copertura;
- 4) Caratteristiche geotecniche dei 2 STRATI ritrovati al di sotto del terreno di riporto superficiale che tendono a migliorare con la profondità.

5.3) RISULTATI ELABORAZIONE PROVE

In allegato sono riportati i grafici e le tabelle attinenti alle prove eseguite a cui si rimanda per una più attenta interpretazione, mentre qui di seguito sono indicate le caratteristiche geotecniche principali dei singoli livelli di terreno incontrati con le prove.

PROVA PENETROMETRICA N. 1

STRATO 1 (da 0,0 a 6,2 metri)

ϕ (angolo di attrito interno) = **23,4 gradi**

γ (peso di volume nat.) = **1,8 T/mc**

STRATO 2 (da 6,2 a 7,4 metri)

ϕ (angolo di attrito interno) = **35,5 gradi**

γ (peso di volume nat.) = **1,9 T/mc**

PROVA PENETROMETRICA N. 2

STRATO 1 (da 0,0 a 10,6 metri)

ϕ (angolo di attrito interno) = **24,7 gradi**

γ (peso di volume nat.) = **1,8 T/mc**

STRATO 2 (da 10,6 a 13,8 metri)

ϕ (angolo di attrito interno) = **36 gradi**

γ (peso di volume nat.) = **1,9 T/mc**

Dall'esecuzione delle prove penetrometriche non è stata ritrovata acqua di falda nel terreno di copertura.

5.4) LIQUEFAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Per liquefazione di un terreno si intende la perdita della resistenza al taglio dello stesso, con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. I fenomeni di liquefazione interessano i depositi saturi e prevalentemente sabbiosi e dipendono dai seguenti fattori:

- proprietà geotecniche dei terreni (indice dei vuoti, composizione granulometrica);
- caratteristiche del sisma (intensità e durata);
- genesi e storia geologica dei terreni (età e deformazioni pregresse).

Un terreno incoerente saturo, in assenza di sollecitazioni sismiche è soggetto alla sola pressione litostatica dovuta al peso degli strati sovrastanti (in campo libero e con superficie piana). Durante un terremoto invece vengono indotte delle sollecitazioni di taglio cicliche, dovute alla propagazione delle onde sismiche. Per tutta la durata della scossa ogni elemento di terreno è soggetto ad una serie di sforzi tangenziali: se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento (quindi in assenza di una via di drenaggio), si possono generare fenomeni di liquefazione.

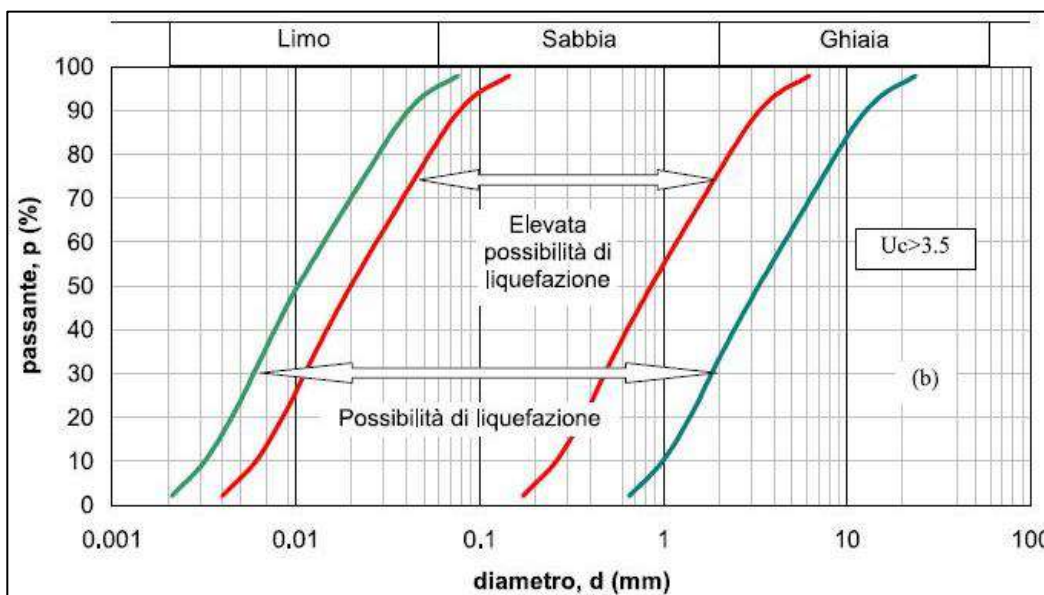
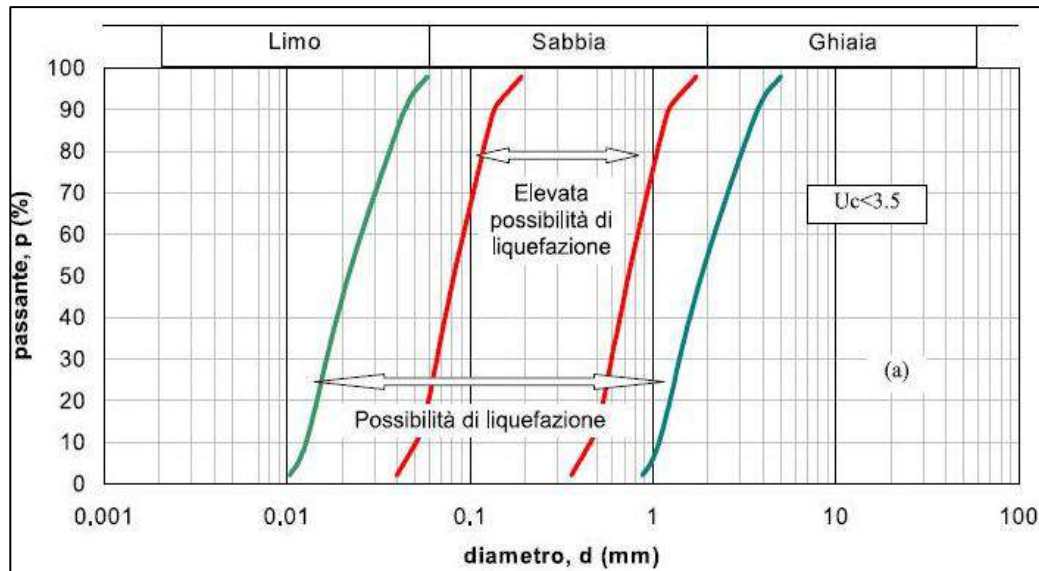
In accordo con le NTC 2018 la verifica alla liquefazione può essere omessa quando **si verifica almeno una delle seguenti circostanze:**

Punto 1 accelerazioni massime attese al piano campagna (PGA) in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;

Punto 2 profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

Punto 3 depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ 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 qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

Punto 4 distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nel grafico (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e nel grafico (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$ con U_c (indice di conformità) = D_{60}/D_{10} con D_{60} (diam. dei granuli corrispondente al 60% di passante) e D_{10} (diam. dei granuli corrispondente al 10% di passante).



Analizzando punto per punto quanto sopra esposto è possibile affermare quanto segue:

Il punto 1 **non è verificato** in quanto l'area si trova in zona sismica 3 con $P_{ga} = 0,15g$;

Il punto 2 **è verificato** in quanto la falda freatica non è stata ritrovata almeno fino alla profondità di 14 metri da piano campagna e fino al ritrovamento del substrato roccioso;

Per quanto riguarda il punto 3 la verifica deve necessariamente essere svolta per ciascuno STRATO ritrovato; tuttavia sulla base dei valori ricavati dalle prove penetrometriche questo punto **non è verificato** in quanto il valore di (N1)60 non è risultato mai >30;

Anche per quanto riguarda il punto 4, così come per il punto 3, la verifica dovrebbe necessariamente essere svolta per ciascuno STRATO ritrovato sulla base di prove di laboratorio (analisi granulometriche), tuttavia tale approfondimento di indagine non si è reso necessario in quanto la verifica a liquefazione è da escludere già per il fatto che il punto 2 è verificato (assenza di falda freatica nel terreno di copertura).

5) CONCLUSIONI

5.1) *PREMESSA*

Il fabbricato oggetto di indagine si trova lungo Via delle Pianazze a La Spezia ad una quota di circa 20 metri sul livello del mare in una zona pianeggiante fortemente antropizzata.

L'indagine si è resa necessaria per fornire ai periti ingegneri le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni di fondazione dell'immobile, che ad oggi risulta interessato da alcune deformazioni a carico delle pareti esterne dello stesso, così da poterne fare una corretta valutazione economica.

La stratigrafia ricavata dall'elaborazione delle prove penetrometriche abbinata alla caratterizzazione sismica indica la presenza di 2 STRATI principali ritrovati al di sopra del substrato roccioso le cui caratteristiche geotecniche principali sono indicate sia nel capitolo precedente che nelle tabelle riportate in allegato.

5.2) *RISULTATI INDAGINI GEOTECNICHE E SISMICHE*

Alla luce di quanto emerso dall'indagine geologica svolta, è stato possibile reperire le seguenti informazioni di carattere geologico, idrogeologico, geotecnico e sismico che dovranno essere prese in considerazione dai progettisti per una corretta valutazione dell'immobile e soprattutto nel caso in cui quest'ultimo dovesse essere oggetto di un intervento di restauro strutturale:

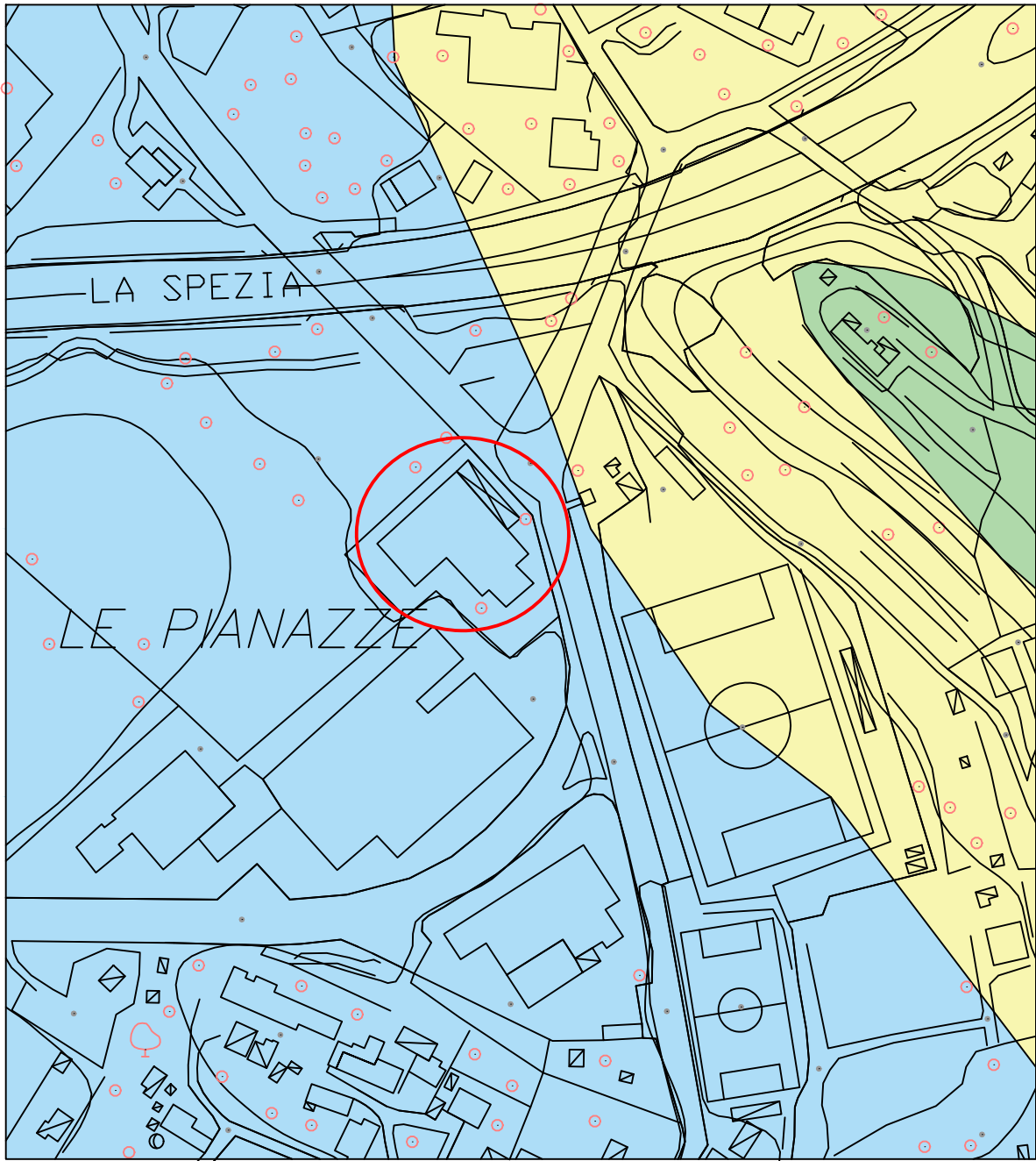
- 1) Terreno di fondazione costituito da 2 STRATI principali con caratteristiche geotecniche differenti tra loro e che tendono a migliorare con la profondità (per le caratteristiche geotecniche dei vari STRATI si rimanda al capitolo precedente);
- 2) Presenza di substrato roccioso alterato e fratturato a partire dalla profondità di 7,4 metri nella prova n. 1 realizzata più a monte e di 13,8 metri nella prova n. 2 realizzata più a valle;
- 3) Differenza di spessore dello STRATO 1 più superficiale con spessore variabile da 6 metri circa verso monte (prova 1) a 10,5 metri verso valle (prova 2)
- 4) Assenza di falda acquifera nel terreno di copertura che ricopre il substrato roccioso;
- 5) I terreni di fondazione non sono suscettibili alla liquefazione in caso di sisma per l'assenza di falda acquifera nei terreni di copertura;
- 6) Categoria di suolo di fondazione che da prova sismica è risultata essere Categoria B con V_s eq pari a 391 m/s *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”*.

La Spezia 07 Gennaio 2025

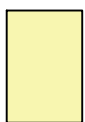
ALLEGATI:

- 1) CARTOGRAFIA
- 2) UBICAZIONE INDAGINI
- 3) SEZIONE GEOLOGICO-TECNICA A-A'
- 4) GRAFICI E TABELLE PROVE PENETROMETRICHE
- 5) RELAZIONE PARAMETRI SISMICI DI BASE

CARTA GEOLITOLOGICA



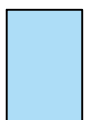
Legenda



Coltri eluvio colluviali
OLOCENE



Litologie calcaree
NORICO - SINEMURIANO SUP

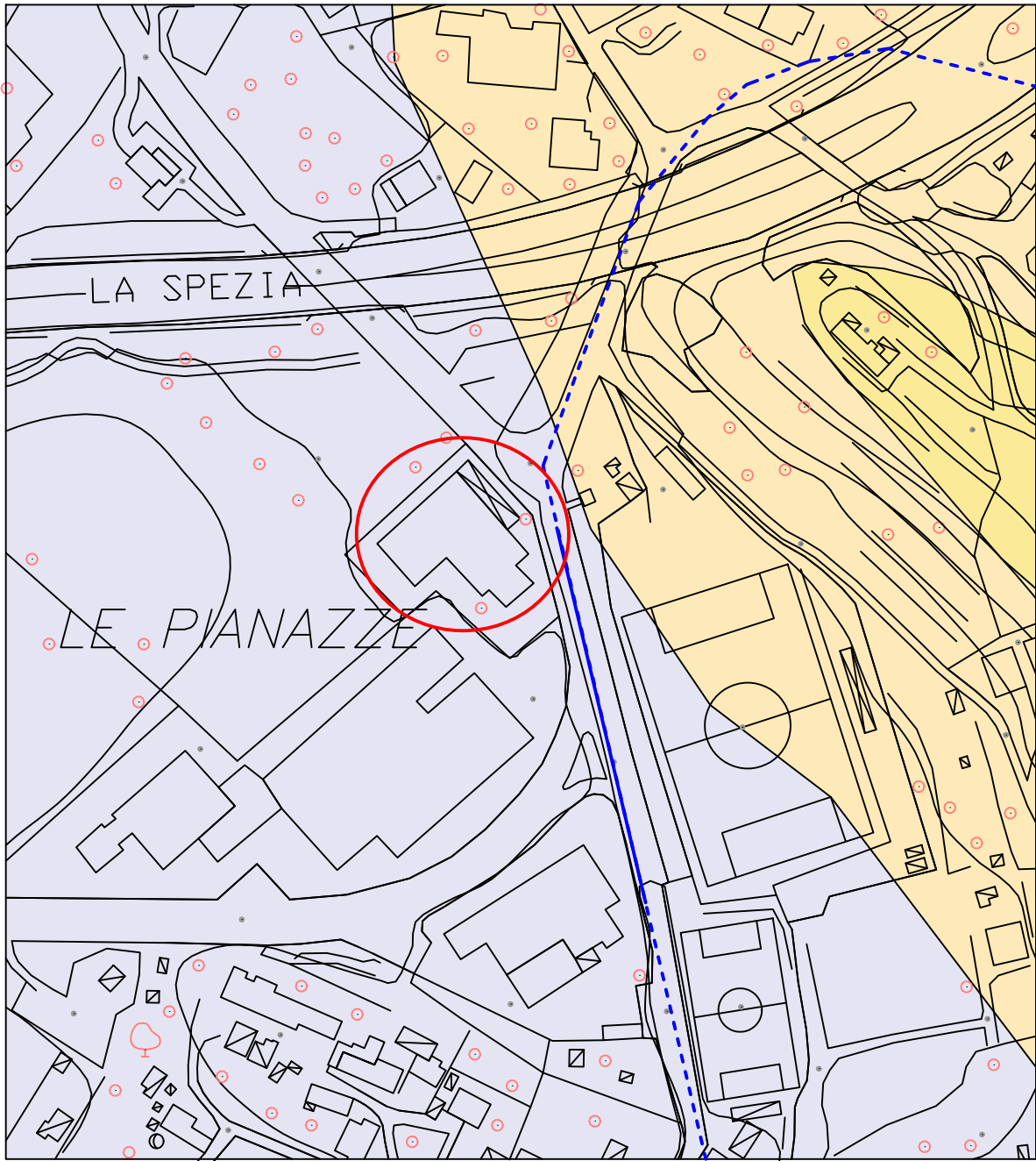


Depositi alluvionali terrazzati
OLOCENE

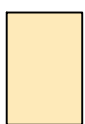


Area di progetto

CARTA IDROGEOLOGICA



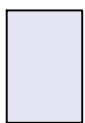
Legenda



Coltri eluvio colluviali
Permeabilità medio bassa per
porosità



Litologie calcaree
Permeabilità medio-alta per
fratturazione



Depositi alluvionali terrazzati
Permeabilità media per porosità

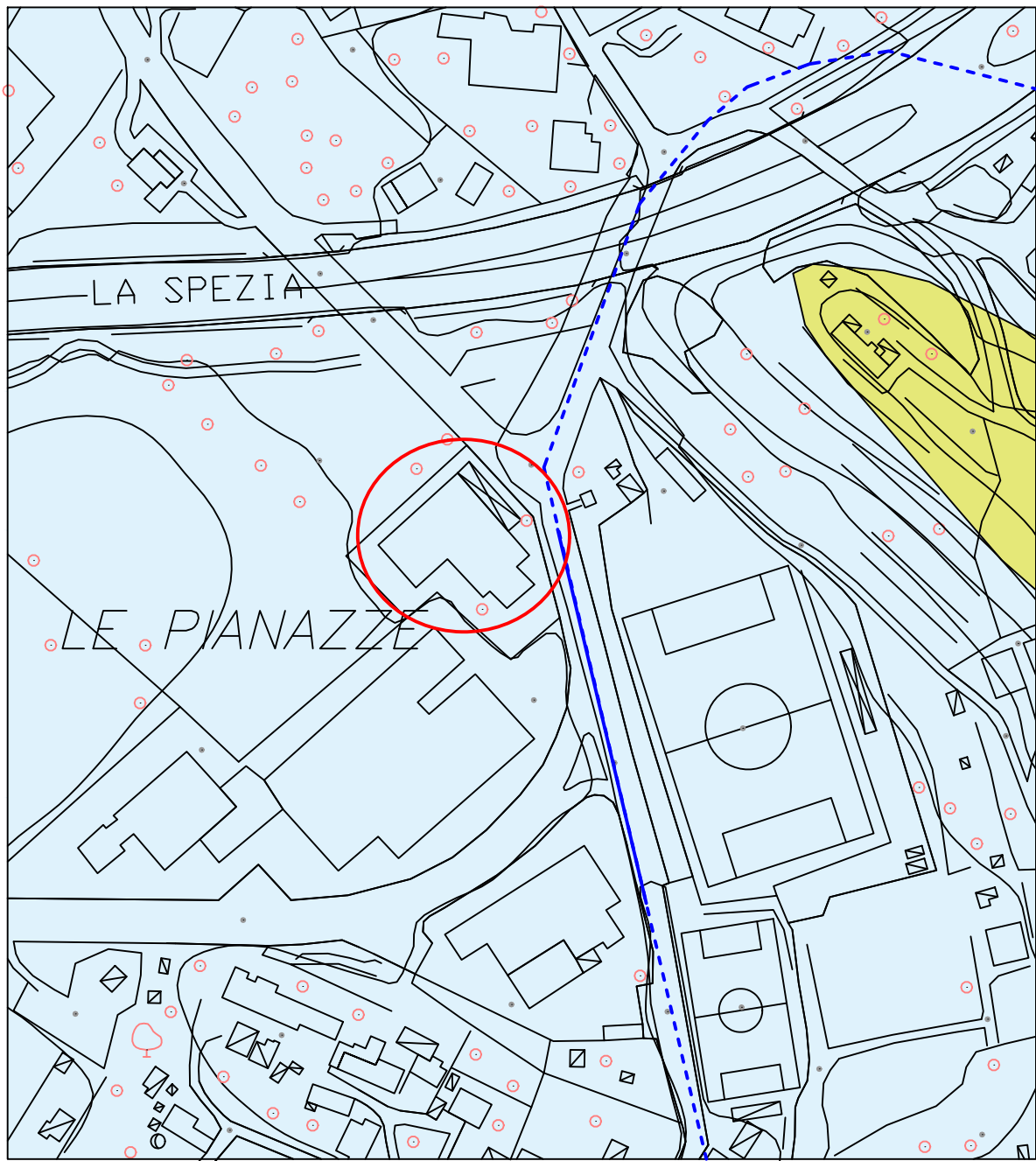


Canale a cielo aperto / tombinato

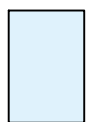


Area di progetto

CARTA GEOMORFOLOGICA



Legenda



Aree sub-pianeggianti ad elevata
stabilità geomorfologica



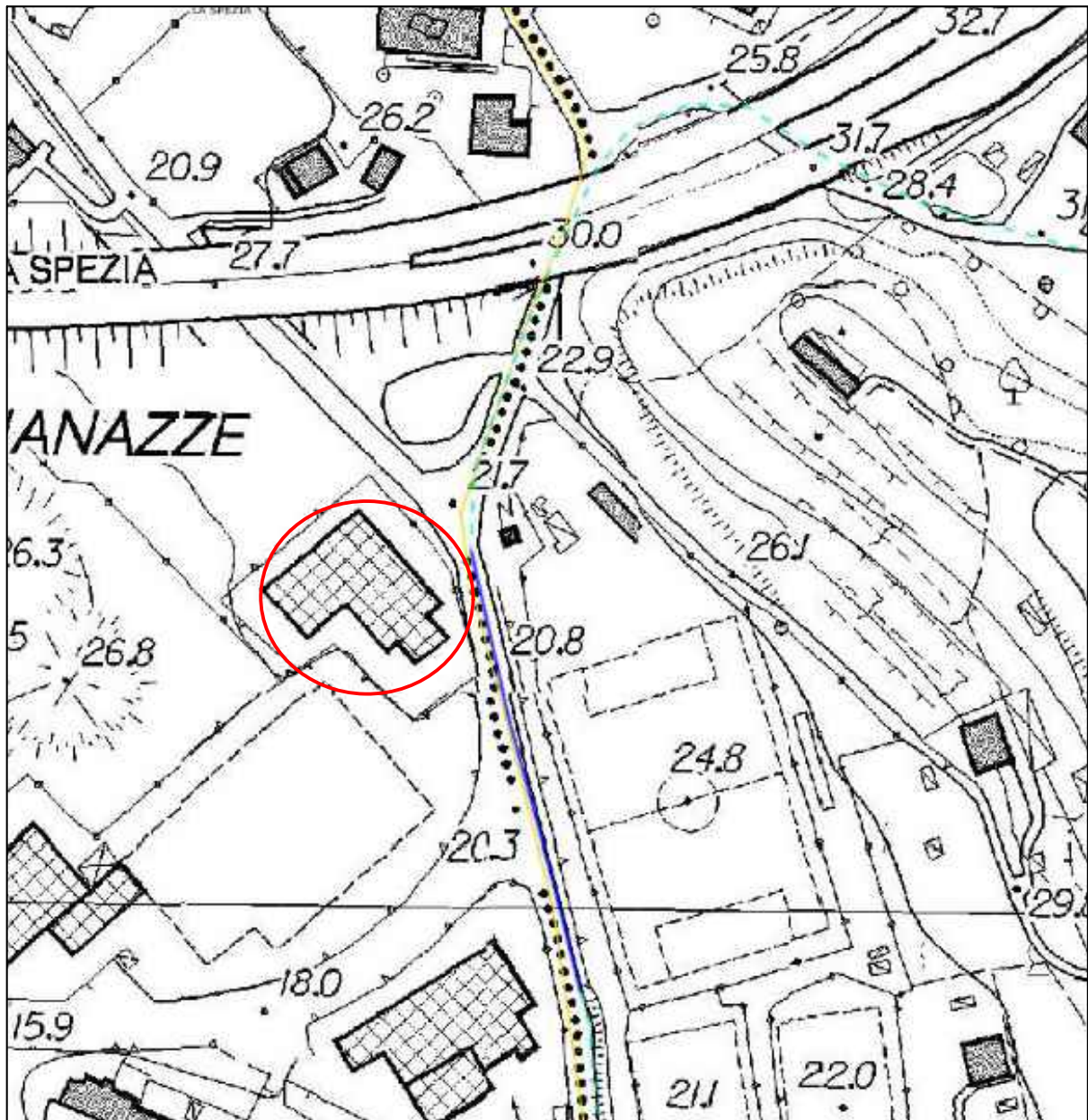
Aree di versante a media stabilità
geomorfologica






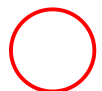
Area di progetto



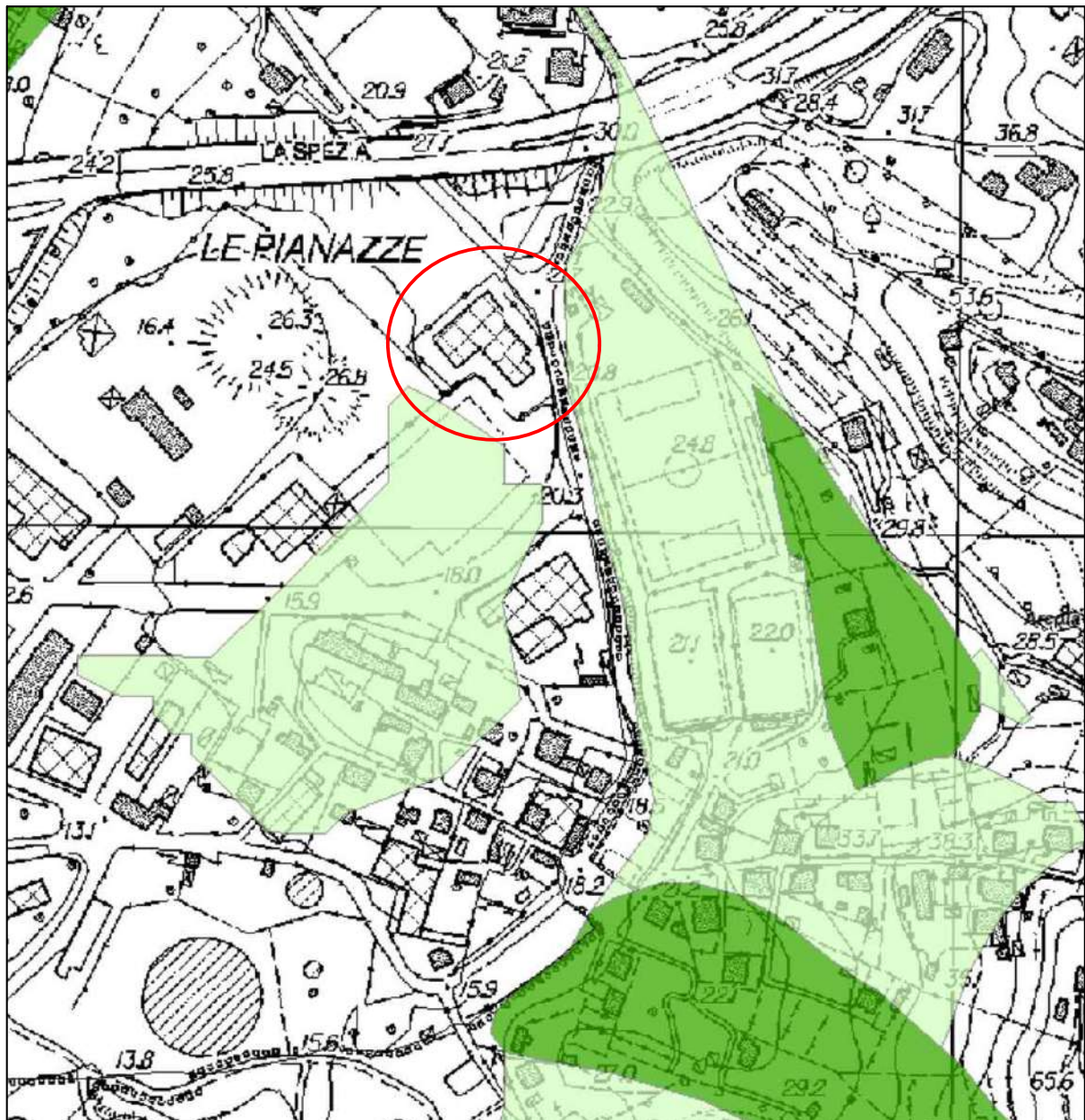
Canale a cielo aperto / tombinato



Legenda





-  Reticolo idrografico a cielo aperto
-  Reticolo idrografico tombinato
-  Limite comunale
-  Area di progetto

AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE
Mappe PAI dissesti - Pericolosità e Subsidenza



Legenda

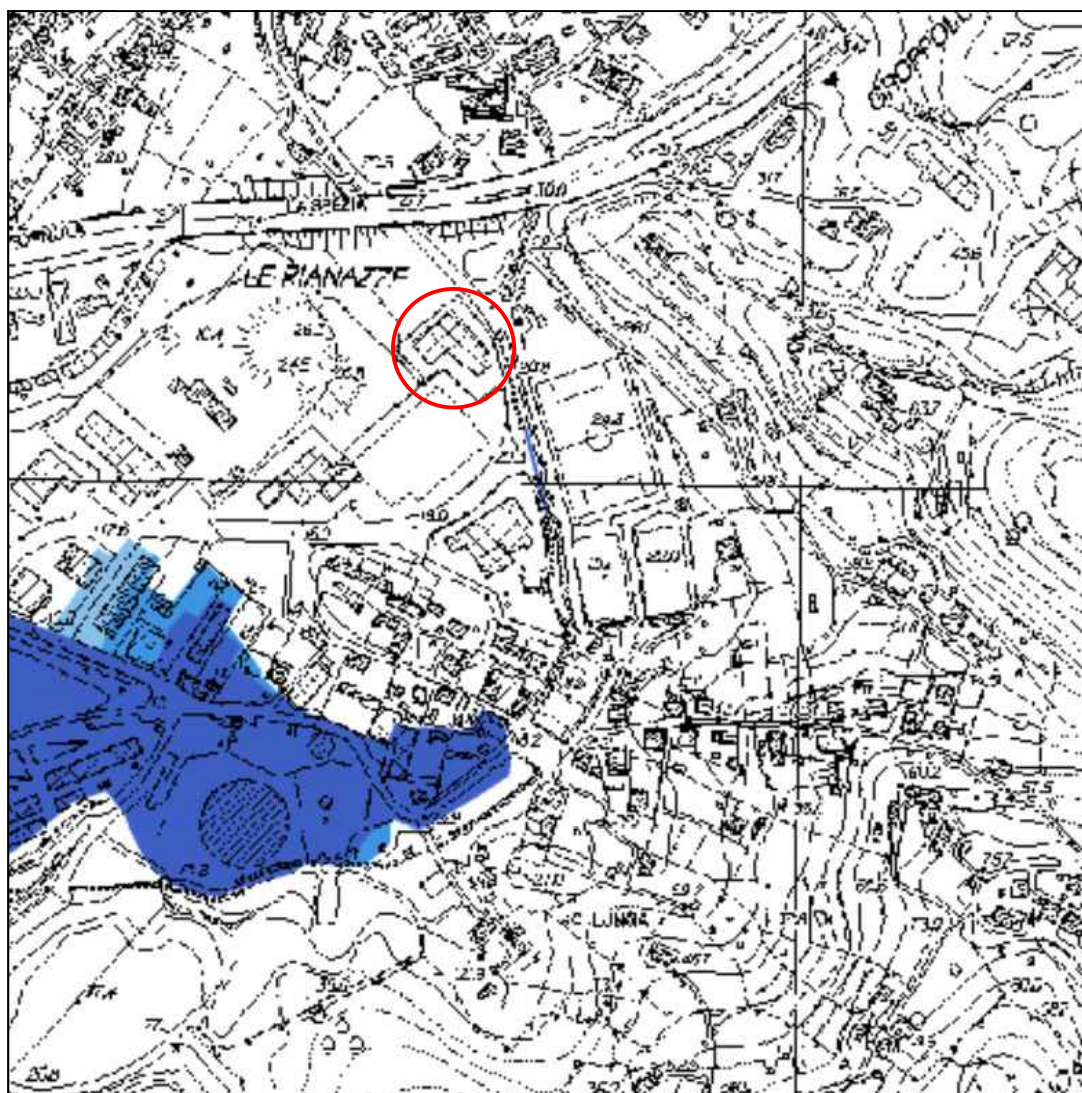
pericolosità Magra

-  P2a - pericolosità moderata tipo a
-  P3a - pericolosità elevata tipo a
-  P3b - pericolosità elevata tipo b
-  P4 - pericolosità molto elevata




Area di progetto

AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE
PIANO GESTIONE ALLUVIONI CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA ALLUVIONE
FLUVIALE E COSTIERA











LEGENDA

PGRA Pericolosità	
Pericolosità Dominio Costiero	
	P2
	P3
Pericolosità Dominio Fluviale	
	P1
	P2
	P3

PIANO URBANISTICO COMUNALE CARTA DI ZONIZZAZIONE
GEOLOGICA







LEGENDA

	Classe a
	Classe c0
	Classe c1
	Classe c1a3
	Classe c2
	Classe c3a3
	Classe c3
	Classe carbonile
	Classe zona militare

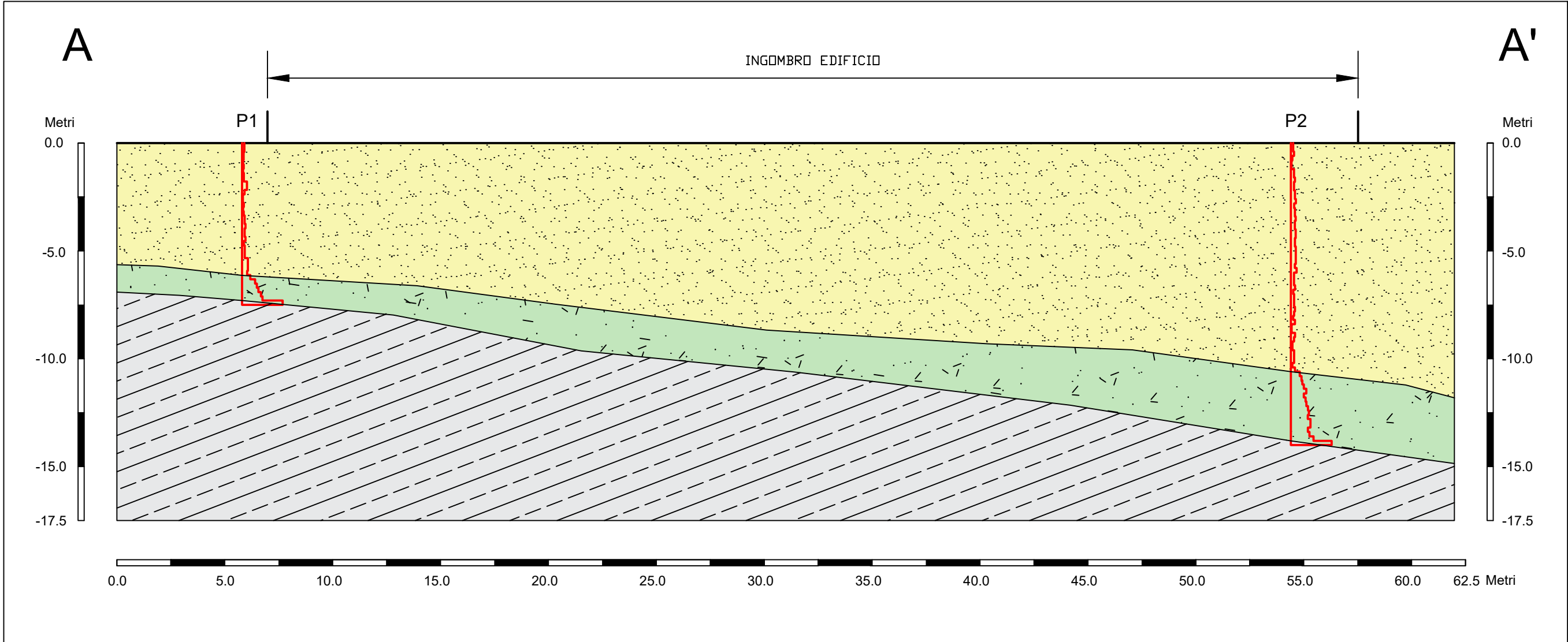
UBICAZIONE INDAGINI

Legenda





-  Prova sismica MASW
-  Prova sismica HVSr
-  P1
Prova penetrometrica DPSH
-  A A'
Traccia sezione geologico tecnica interpretativa



SEZIONE GEOLOGICO TECNICA A-A'



LEGENDA

	STRATO 1 C = 0.0 kg/cm ² φ = 23.4 - 24.7° γ = 1.8 t/m ³		STRATO 2 C = 0.0 kg/cm ² φ = 35.5 - 36.0° γ = 1.9 t/m ³
	SUBSTRATO ROCCIOSO		Prova penetrometrica DPSH

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA PROVE DPSH

Prova P1



Prova P2



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Dr. Ernesto Conforti Curatore del fallimento R.G. 4/21 a carico di

Cantiere: Capannone

Località: Pianazze La Spezia (SP)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme: DIN 4094

Peso Massa battente: 63,5 Kg

Altezza di caduta libera: 0,75 m

Peso sistema di battuta: 0,63 Kg

Diametro punta conica: 51,00 mm

Area di base punta: 20,43 cm²

Lunghezza delle aste: 1 m

Peso aste a metro: 6,31 Kg/m

Profondità giunzione prima asta: 0,20 m

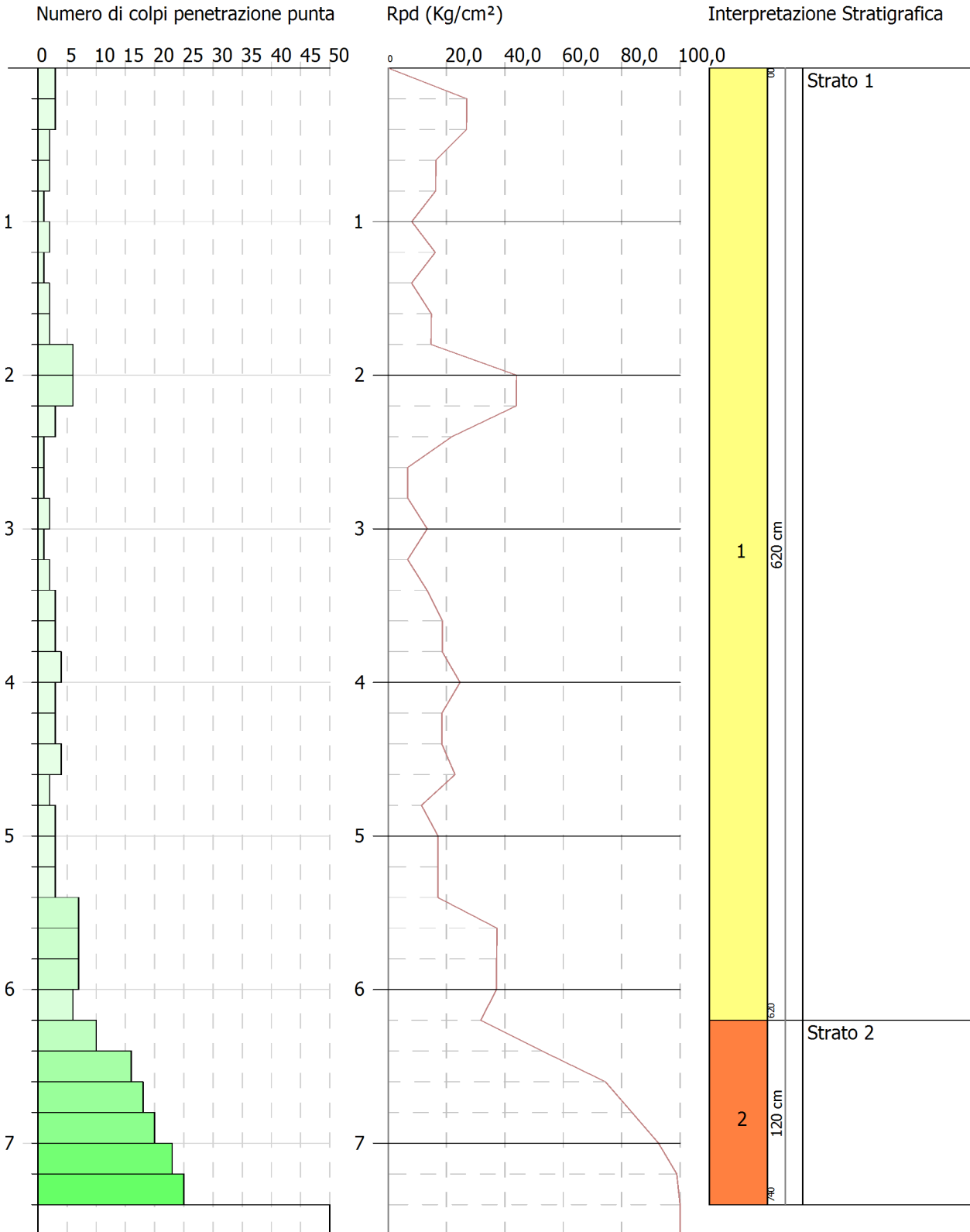
Avanzamento punta: 0,20 m

Numero colpi per punta: N(20)

Coeff. Correlazione: 1,47

Rivestimento/fanghi: No

Angolo di apertura punta: 60°



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr. 1

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Strato 1	4,71	0,00-6,20	4,71	Skempton (1986)	20,06
Strato (2) Strato 2	28,19	6,20-7,40	28,19	Skempton (1986)	61,61

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato 1	4,71	0,00-6,20	4,71	Shioi-Fukuni (1982)	23,41
Strato (2) Strato 2	28,19	6,20-7,40	28,19	Shioi-Fukuni (1982)	35,56

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	4,71	0,00-6,20	4,71	Schmertmann (1978) Limi	27,84
Strato (2) Strato 2	28,19	6,20-7,40	28,19	Schmertmann (1978) Limi	175,71

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	4,71	0,00-6,20	4,71	Begemann (1974)	37,14
Strato (2) Strato 2	28,19	6,20-7,40	28,19	Begemann (1974)	85,37

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Strato 1	4,71	0,00-6,20	4,71	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Strato 2	28,19	6,20-7,40	28,19	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume (t/m ³)
Strato (1) Strato 1	4,71	0,00-6,20	4,71	Terzaghi-Peck 1948	1,78
Strato (2) Strato 2	28,19	6,20-7,40	28,19	Terzaghi-Peck 1948	1,93

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Strato 1	4,71	0,00-6,20	4,71	(A.G.I.)	0,34
Strato (2) Strato 2	28,19	6,20-7,40	28,19	(A.G.I.)	0,3

Modulo di deformazione a taglio dinamico

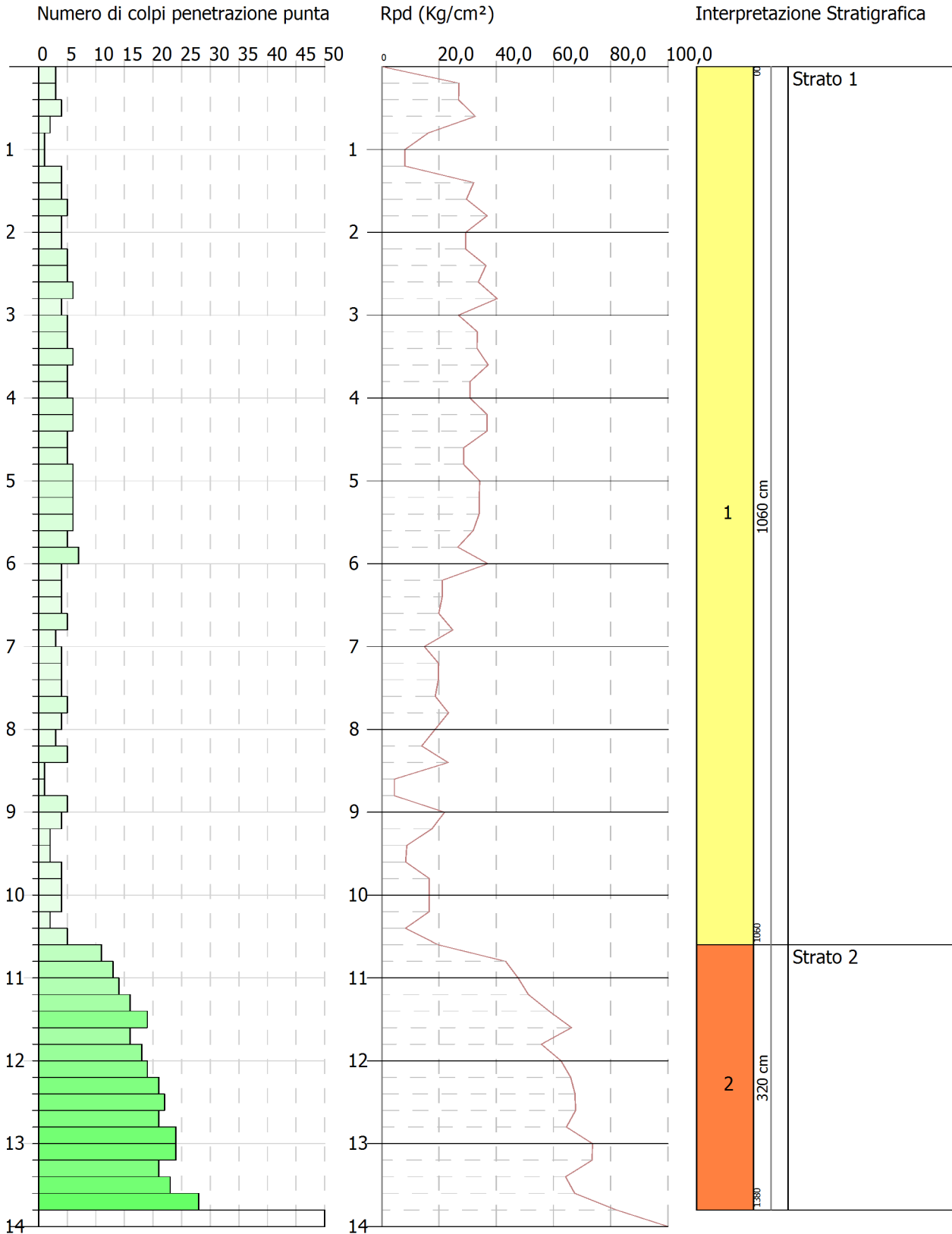
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	4,71	0,00-6,20	4,71	Ohsaki & Iwasaki	383,81
Strato (2) Strato 2	28,19	6,20-7,40	28,19	Ohsaki & Iwasaki	1495,17

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Strato 1	4,71	0.00-6,20	4,71	Navfac 1971-1982	0,92
Strato (2) Strato 2	28,19	6,20-7,40	28,19	Navfac 1971-1982	5,35

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	4,71	0.00-6,20	4,71	Robertson 1983	9,42
Strato (2) Strato 2	28,19	6,20-7,40	28,19	Robertson 1983	56,38



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr. 2

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Strato 1	6,30	0,00-10,60	6,30	Skempton (1986)	24,22
Strato (2) Strato 2	29,73	10,60-13,80	29,73	Skempton (1986)	63,23

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato 1	6,30	0,00-10,60	6,3	Shioi-Fukuni (1982)	24,72
Strato (2) Strato 2	29,73	10,60-13,80	29,73	Shioi-Fukuni (1982)	36,12

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	6,30	0,00-10,60	6,30	Schmertmann (1978) Limi	37,85
Strato (2) Strato 2	29,73	10,60-13,80	29,73	Schmertmann (1978) Limi	185,41

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	6,30	0,00-10,60	6,30	Begemann (1974)	40,4
Strato (2) Strato 2	29,73	10,60-13,80	29,73	Begemann (1974)	88,53

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Strato 1	6,30	0,00-10,60	6,30	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Strato 2	29,73	10,60-13,80	29,73	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume (t/m ³)
Strato (1) Strato 1	6,30	0,00-10,60	6,30	Terzaghi-Peck 1948	1,79
Strato (2) Strato 2	29,73	10,60-13,80	29,73	Terzaghi-Peck 1948	1,95

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Strato 1	6,30	0,00-10,60	6,30	(A.G.I.)	0,34
Strato (2) Strato 2	29,73	10,60-13,80	29,73	(A.G.I.)	0,3

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	6,30	0,00-10,60	6,30	Ohsaki & Iwasaki	478,76
Strato (2) Strato 2	29,73	10,60-13,80	29,73	Ohsaki & Iwasaki	1556,85

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Strato 1	6,30	0,00-10,60	6,30	Navfac 1971-1982	1,29
Strato (2) Strato 2	29,73	10,60-13,80	29,73	Navfac 1971-1982	5,57

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	6,30	0,00-10,60	6,30	Robertson 1983	12,60
Strato (2) Strato 2	29,73	10,60-13,80	29,73	Robertson 1983	59,46

PROVA Nr. 1

Strumento utilizzato: DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data: 06/12/2024

Profondita' prova: 7,60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	3	0,855	26,94	31,52	1,35	1,58
0,40	3	0,851	26,82	31,52	1,34	1,58
0,60	2	0,847	16,34	19,29	0,82	0,96
0,80	2	0,843	16,27	19,29	0,81	0,96
1,00	1	0,840	8,10	9,64	0,40	0,48
1,20	2	0,836	16,13	19,29	0,81	0,96
1,40	1	0,833	8,03	9,64	0,40	0,48
1,60	2	0,830	14,78	17,82	0,74	0,89
1,80	2	0,826	14,73	17,82	0,74	0,89
2,00	6	0,823	44,01	53,47	2,20	2,67
2,20	6	0,820	43,85	53,47	2,19	2,67
2,40	3	0,817	21,84	26,73	1,09	1,34
2,60	1	0,814	6,74	8,28	0,34	0,41
2,80	1	0,811	6,72	8,28	0,34	0,41
3,00	2	0,809	13,39	16,56	0,67	0,83
3,20	1	0,806	6,68	8,28	0,33	0,41
3,40	2	0,803	13,31	16,56	0,67	0,83
3,60	3	0,801	18,59	23,21	0,93	1,16
3,80	3	0,798	18,53	23,21	0,93	1,16
4,00	4	0,796	24,63	30,94	1,23	1,55
4,20	3	0,794	18,42	23,21	0,92	1,16
4,40	3	0,791	18,37	23,21	0,92	1,16
4,60	4	0,789	22,91	29,03	1,15	1,45
4,80	2	0,787	11,42	14,51	0,57	0,73
5,00	3	0,785	17,09	21,77	0,85	1,09
5,20	3	0,783	17,05	21,77	0,85	1,09
5,40	3	0,781	17,00	21,77	0,85	1,09
5,60	7	0,779	37,27	47,84	1,86	2,39
5,80	7	0,777	37,18	47,84	1,86	2,39
6,00	7	0,775	37,10	47,84	1,85	2,39
6,20	6	0,774	31,73	41,00	1,59	2,05
6,40	10	0,772	52,76	68,34	2,64	3,42
6,60	16	0,720	74,43	103,33	3,72	5,17
6,80	18	0,719	83,55	116,24	4,18	5,81
7,00	20	0,717	92,63	129,16	4,63	6,46
7,20	23	0,666	98,87	148,53	4,94	7,43
7,40	25	0,664	107,23	161,45	5,36	8,07
7,60	100	0,563	344,42	612,09	17,22	30,60

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato 1	4,71	6,20	17,62	42,06	43,65	20,06
[2] - Strato 2	28,19	7,40	45,78	83,67	82,84	61,61

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza a falda	Peck-Hanson - Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japane National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato 1	4,71	6,20	4,71	28,35	21,35	29,32	29,13	31,55	0	<30	23,41	28,41	23,07	24,71
[2] - Strato 2	28,19	7,40	28,19	35,05	28,05	35,89	30,25	39,26	39,71	32-35	35,56	35,46	27,57	38,74

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato 1	4,71	6,20	4,71	---	37,68	---	---	---
[2] - Strato 2	28,19	7,40	28,19	378,98	225,52	333,34	391,43	215,95

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato 1	4,71	6,20	4,71	---	37,14	33,44	59,01
[2] - Strato 2	28,19	7,40	28,19	169,14	85,37	200,15	163,73

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Strato 1	4,71	6,20	4,71	278,97	322,20
[2] - Strato 2	28,19	7,40	28,19	1499,69	961,43

PROVA Nr. 2

Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data: 06/12/2024

Profondita' prova: 14,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	3	0,855	26,94	31,52	1,35	1,58
0,40	3	0,851	26,82	31,52	1,34	1,58
0,60	4	0,847	32,67	38,57	1,63	1,93
0,80	2	0,843	16,27	19,29	0,81	0,96
1,00	1	0,840	8,10	9,64	0,40	0,48
1,20	1	0,836	8,06	9,64	0,40	0,48
1,40	4	0,833	32,13	38,57	1,61	1,93
1,60	4	0,830	29,57	35,64	1,48	1,78
1,80	5	0,826	36,82	44,55	1,84	2,23
2,00	4	0,823	29,34	35,64	1,47	1,78
2,20	4	0,820	29,23	35,64	1,46	1,78
2,40	5	0,817	36,41	44,55	1,82	2,23
2,60	5	0,814	33,72	41,41	1,69	2,07

2,80	6	0,811	40,32	49,69	2,02	2,48
3,00	4	0,809	26,79	33,13	1,34	1,66
3,20	5	0,806	33,38	41,41	1,67	2,07
3,40	5	0,803	33,27	41,41	1,66	2,07
3,60	6	0,801	37,17	46,41	1,86	2,32
3,80	5	0,798	30,88	38,68	1,54	1,93
4,00	5	0,796	30,79	38,68	1,54	1,93
4,20	6	0,794	36,84	46,41	1,84	2,32
4,40	6	0,791	36,73	46,41	1,84	2,32
4,60	5	0,789	28,64	36,28	1,43	1,81
4,80	5	0,787	28,56	36,28	1,43	1,81
5,00	6	0,785	34,18	43,54	1,71	2,18
5,20	6	0,783	34,09	43,54	1,70	2,18
5,40	6	0,781	34,01	43,54	1,70	2,18
5,60	6	0,779	31,95	41,00	1,60	2,05
5,80	5	0,777	26,56	34,17	1,33	1,71
6,00	7	0,775	37,10	47,84	1,85	2,39
6,20	4	0,774	21,15	27,34	1,06	1,37
6,40	4	0,772	21,10	27,34	1,06	1,37
6,60	4	0,770	19,90	25,83	0,99	1,29
6,80	5	0,769	24,82	32,29	1,24	1,61
7,00	3	0,767	14,86	19,37	0,74	0,97
7,20	4	0,766	19,78	25,83	0,99	1,29
7,40	4	0,764	19,74	25,83	0,99	1,29
7,60	4	0,763	18,67	24,48	0,93	1,22
7,80	5	0,761	23,30	30,60	1,16	1,53
8,00	4	0,760	18,61	24,48	0,93	1,22
8,20	3	0,759	13,93	18,36	0,70	0,92
8,40	5	0,757	23,18	30,60	1,16	1,53
8,60	1	0,756	4,40	5,82	0,22	0,29
8,80	1	0,755	4,39	5,82	0,22	0,29
9,00	5	0,753	21,92	29,09	1,10	1,45
9,20	4	0,752	17,51	23,27	0,88	1,16
9,40	2	0,751	8,74	11,63	0,44	0,58
9,60	2	0,750	8,31	11,08	0,42	0,55
9,80	4	0,749	16,60	22,17	0,83	1,11
10,00	4	0,748	16,58	22,17	0,83	1,11
10,20	4	0,747	16,55	22,17	0,83	1,11
10,40	2	0,746	8,26	11,08	0,41	0,55
10,60	5	0,744	19,70	26,46	0,98	1,32
10,80	11	0,743	43,28	58,22	2,16	2,91
11,00	13	0,692	47,63	68,80	2,38	3,44
11,20	14	0,691	51,22	74,09	2,56	3,70
11,40	16	0,690	58,45	84,68	2,92	4,23
11,60	19	0,689	66,31	96,21	3,32	4,81
11,80	16	0,688	55,76	81,02	2,79	4,05
12,00	18	0,687	62,64	91,15	3,13	4,56
12,20	19	0,686	66,02	96,21	3,30	4,81
12,40	21	0,635	67,55	106,34	3,38	5,32
12,60	22	0,634	67,72	106,79	3,39	5,34
12,80	21	0,633	64,54	101,94	3,23	5,10
13,00	24	0,632	73,64	116,50	3,68	5,83
13,20	24	0,631	73,52	116,50	3,68	5,83
13,40	21	0,630	64,22	101,94	3,21	5,10
13,60	23	0,629	67,43	107,21	3,37	5,36
13,80	28	0,628	81,95	130,52	4,10	6,53
14,00	100	0,527	245,57	466,14	12,28	23,31

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato 1	6,3	10,60	18,19	42,44	43,15	24,22
[2] - Strato 2	29,73	13,80	37,19	69,35	71,98	63,23

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza a falda	Peck-Hanson - Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japane se National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato 1	6,3	10,60	6,3	28,8	21,8	29,76	28,35	32,21	0	<30	24,72	28,89	22,78	26,22
[2] - Strato 2	29,73	13,80	29,73	35,49	28,49	36,32	28,96	39,61	37,71	32-35	36,12	35,92	24,16	39,38

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato 1	6,3	10,60	6,3	---	50,40	---	---	---
[2] - Strato 2	29,73	13,80	29,73	389,20	237,84	351,51	402,98	223,65

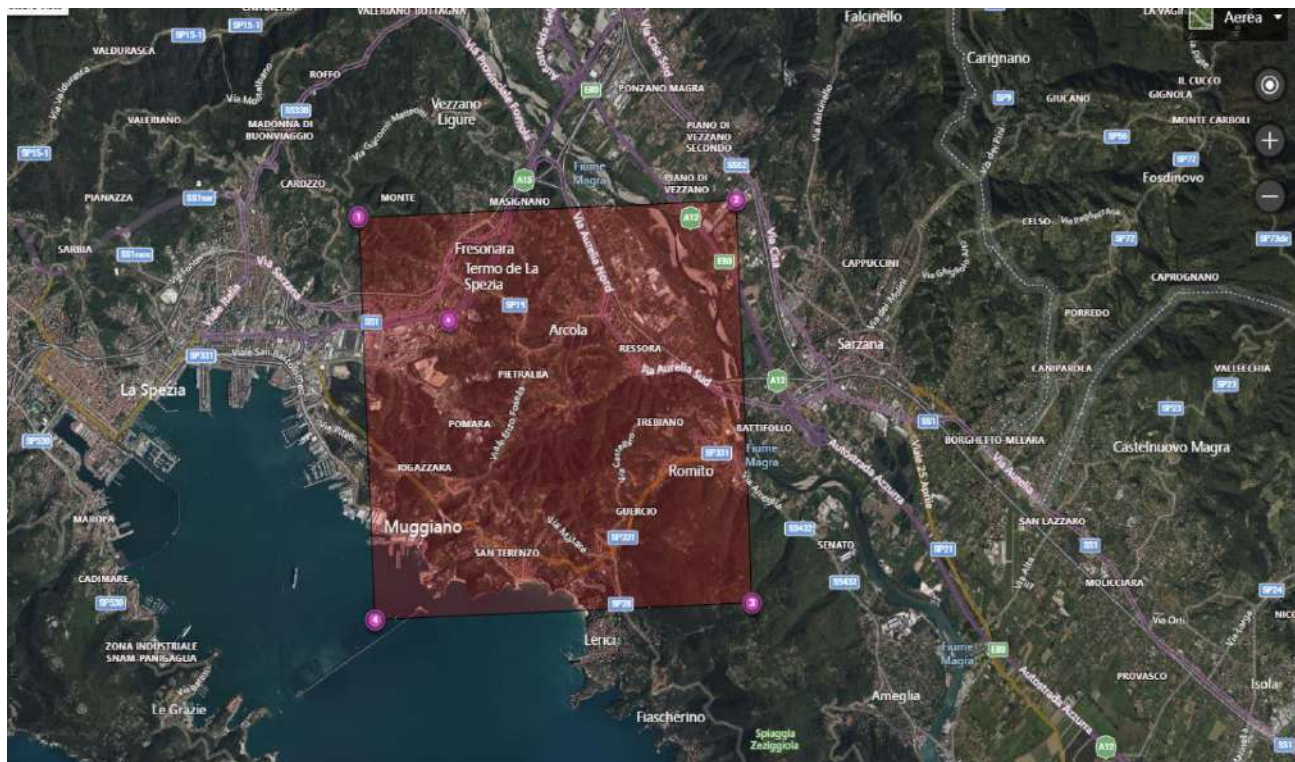
Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato 1	6,3	10,60	6,3	---	40,40	44,73	66,10
[2] - Strato 2	29,73	13,80	29,73	178,38	88,53	211,08	170,60

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Strato 1	6,3	10,60	6,3	366,69	384,86
[2] - Strato 2	29,73	13,80	29,73	1576,58	993,19

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE



Vita nominale (Vn): 50 [anni]
 Classe d'uso: II
 Coefficiente d'uso (Cu): 1
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 44,1155853 [°]
 Longitudine (WGS84): 9,8838854 [°]
 Latitudine (ED50): 44,1165466 [°]
 Longitudine (ED50): 9,8849049 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	18263	44,129330	9,868282	1944,58
2	18264	44,131440	9,937881	4541,30
3	18486	44,081490	9,940771	5924,17
4	18485	44,079380	9,871231	4274,44

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,042	2,512	0,227
SLD	50	0,053	2,510	0,245
SLV	475	0,130	2,406	0,290
SLC	975	0,167	2,372	0,299

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,045	2,476	0,230
SLD	50	0,057	2,502	0,249
SLV	475	0,137	2,423	0,292
SLC	975	0,178	2,370	0,299

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,042	2,526	0,227
SLD	50	0,052	2,517	0,245
SLV	475	0,128	2,402	0,290
SLC	975	0,164	2,376	0,299

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,039	2,547	0,223
SLD	50	0,049	2,523	0,244
SLV	475	0,120	2,404	0,291
SLC	975	0,154	2,381	0,298

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,042	2,514	0,227
SLD	50	0,053	2,512	0,246
SLV	475	0,129	2,408	0,291
SLC	975	0,166	2,374	0,299

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000

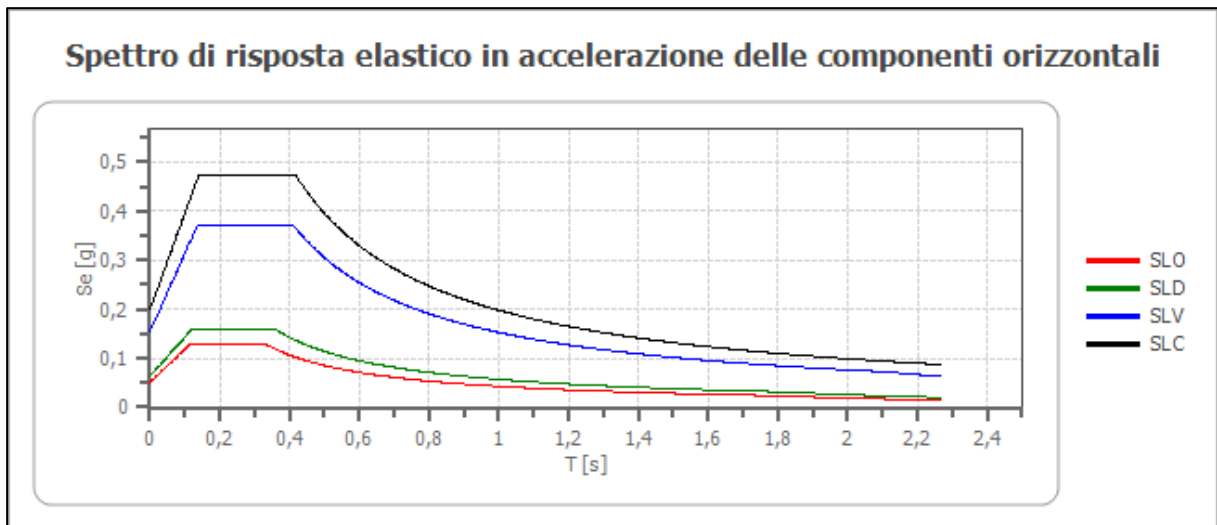
Categoria sottosuolo: B "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s"

Categoria topografica: T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,010	0,013	0,037	0,048
kv	0,005	0,006	0,019	0,024
amax [m/s ²]	0,496	0,620	1,515	1,953
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

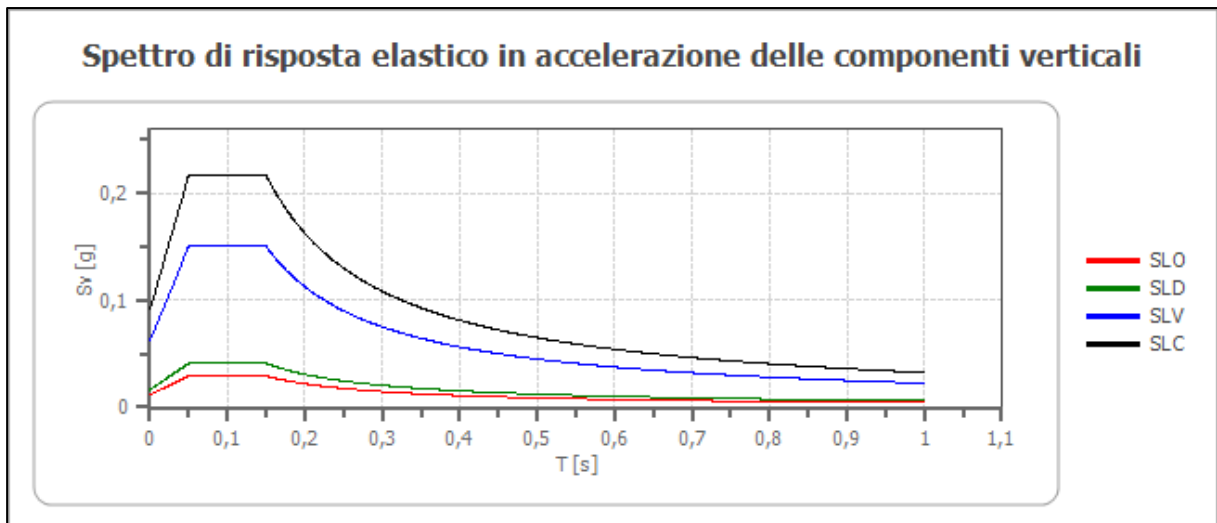


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,042	2,514	0,227	1,200	1,480	1,000	1,200	1,000	0,112	0,336	1,768	0,051	0,127
SLD	1,0	0,053	2,512	0,246	1,200	1,460	1,000	1,200	1,000	0,119	0,358	1,811	0,063	0,159
SLV	1,0	0,129	2,408	0,291	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,137	0,410	2,115	0,155	0,372
SLC	1,0	0,166	2,374	0,299	1,200	1,400	1,000	1,200	1,000	0,139	0,418	2,264	0,199	0,473

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{1/2}$: 1.000

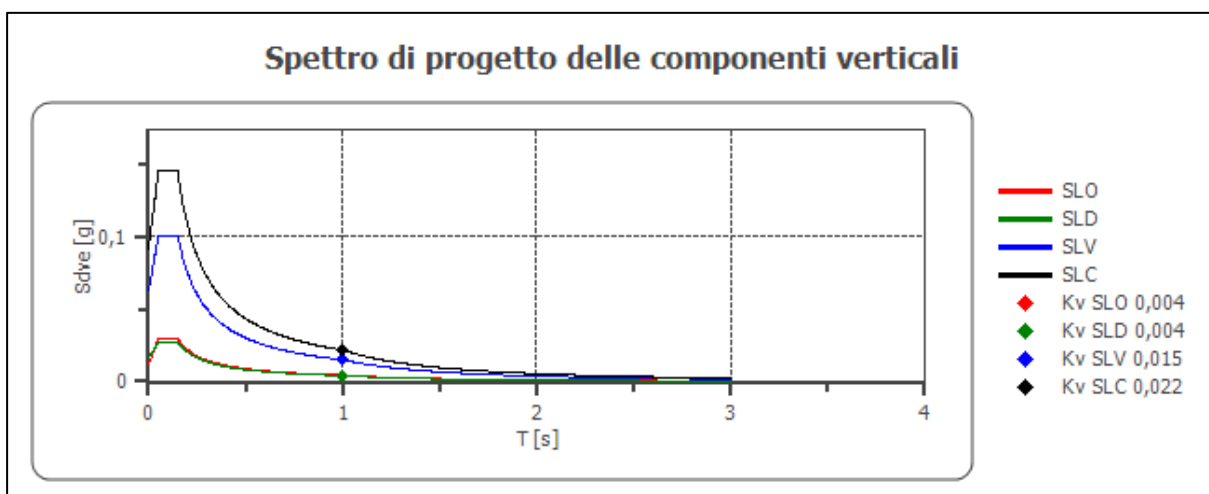
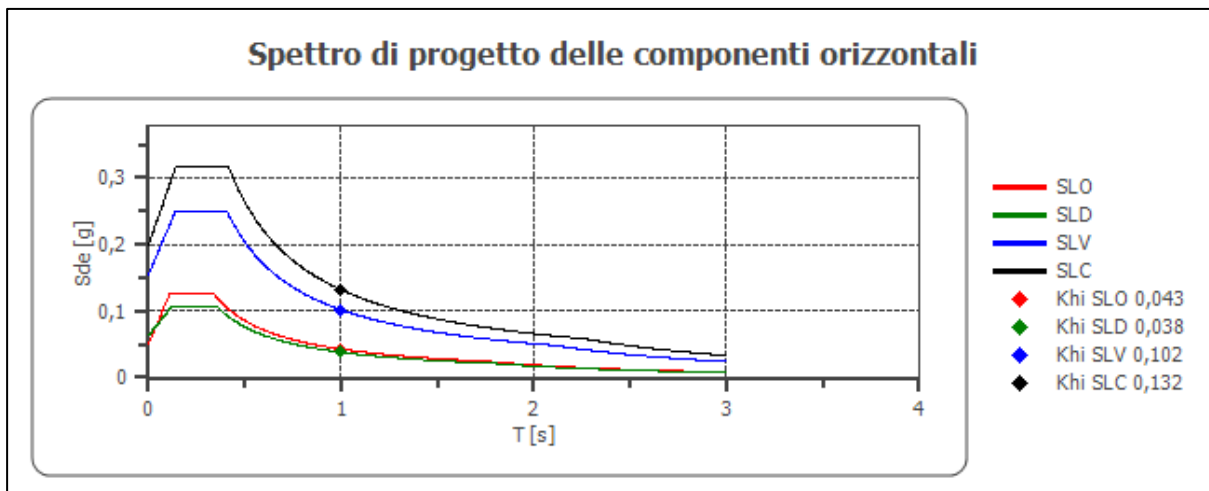


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,042	2,514	0,227	1	1,480	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,029
SLD	1,0	0,053	2,512	0,246	1	1,460	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,041
SLV	1,0	0,129	2,408	0,291	1	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,062	0,150
SLC	1,0	0,166	2,374	0,299	1	1,400	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,091	0,217

Spettro di progetto

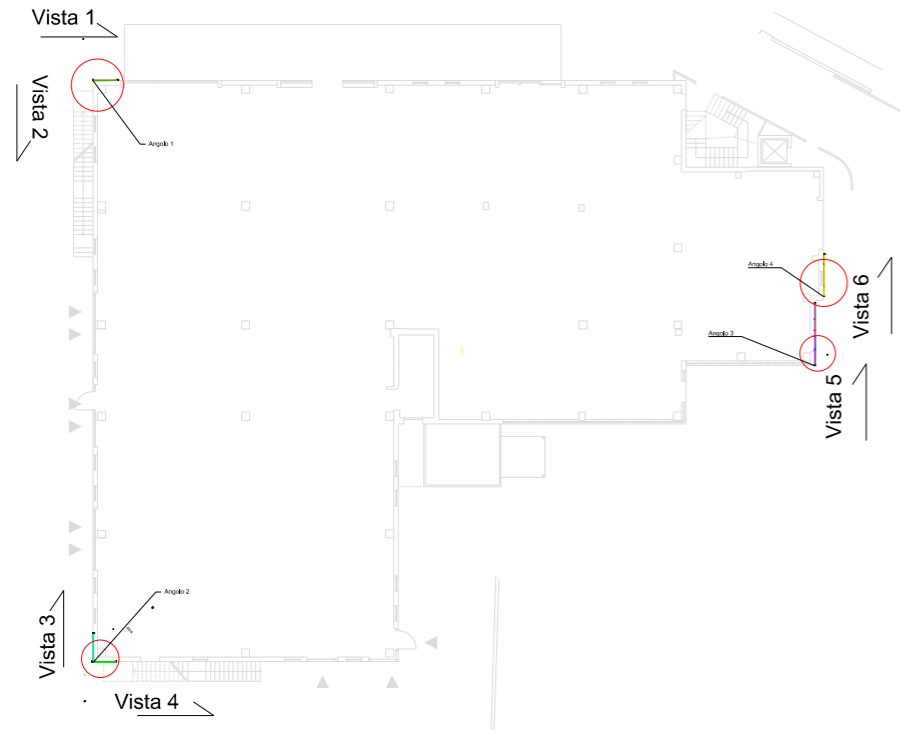
Periodo fondamentale T: 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,043	0,038	0,102	0,132
0,004	0,004	0,015	0,022	



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1,0	0,042	2,514	0,227	1,200	1,480	1,000	1,200	1,000	0,112	0,336	1,768	0,051	0,127
SLO verticale	1,0	0,042	2,514	0,227	1,200	1,480	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,029
SLD orizzontale	1,0	0,053	2,512	0,246	1,200	1,460	1,000	1,200	1,500	0,119	0,358	1,811	0,063	0,106
SLD verticale	1,0	0,053	2,512	0,246	1,200	1,460	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,016	0,027
SLV orizzontale	1,0	0,129	2,408	0,291	1,200	1,410	1,000	1,200	1,500	0,137	0,410	2,115	0,155	0,248
SLV verticale	1,0	0,129	2,408	0,291	1,200	1,410	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,062	0,100
SLC orizzontale	1,0	0,166	2,374	0,299	1,200	1,400	1,000	1,200	1,500	0,139	0,418	2,264	0,199	0,315
SLC verticale	1,0	0,166	2,374	0,299	1,200	1,400	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,091	0,144

Pianta Raffigurativa punti rilevati negli angoli Scala 1/500



AD ENGINEERING SRL STP

Via San Venerio 6/B - 19136 La Spezia

Tel/fax: 0187/302978

e-mail: amministrativo@adeng.eu

e-mail certificata: adengineering srl@lamiapec.it

P.IVA: 01469880114

**Comune di La Spezia
Provincia di La Spezia**

Indirizzo: Loc. Pianazze, La Spezia (SP)

**RILIEVO DELLA DEFORMAZIONE DEI
PANNELLI DI TAMPONAMENTO**

TAVOLA A01

Professionista incaricato : Ing. Davide Giannarelli

Committente/i: Call&Call

Formato:

AD ENGINEERING S.R.L. S.T.P.
Ing. Davide Giannarelli
della Sezione speciale
dell'Albo delle Società tra Professionisti
dell'Ordine degli Ingegneri della Spezia



Data: Agosto 2025



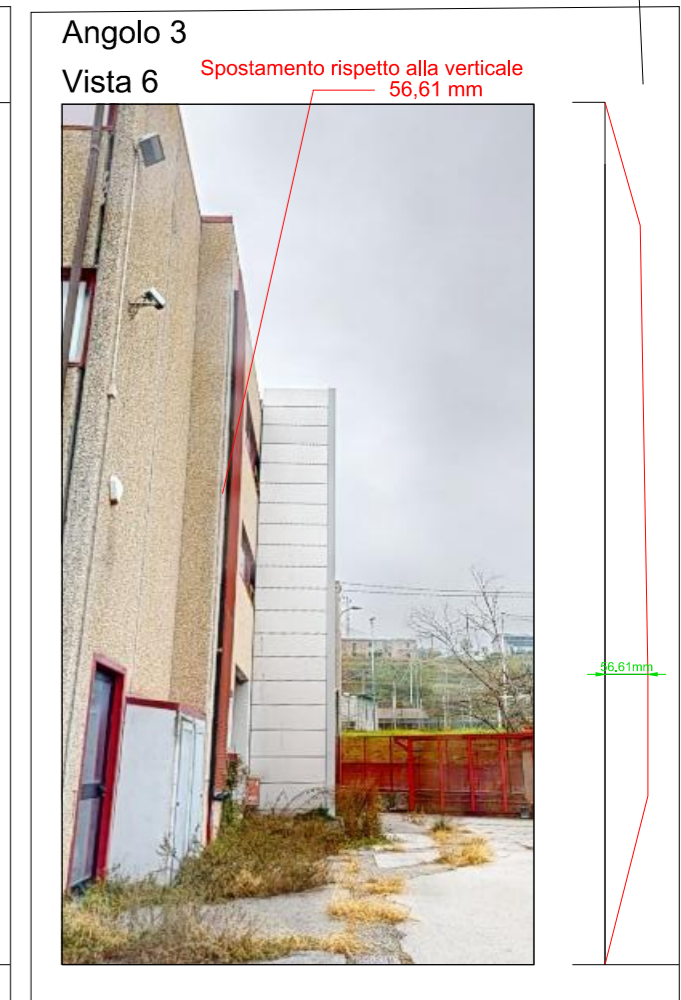
deformata aumentata di 10 volte

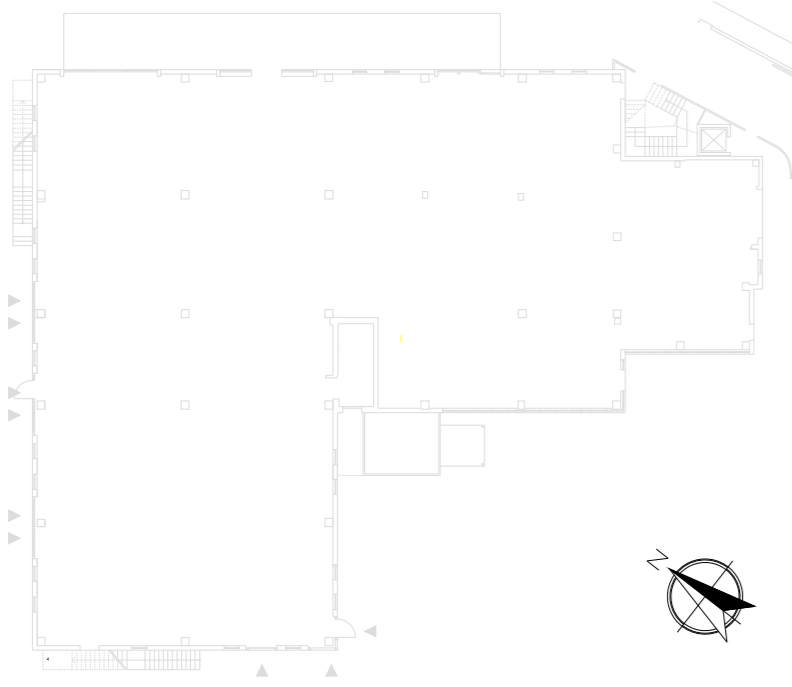


deformata aumentata di 10 volte

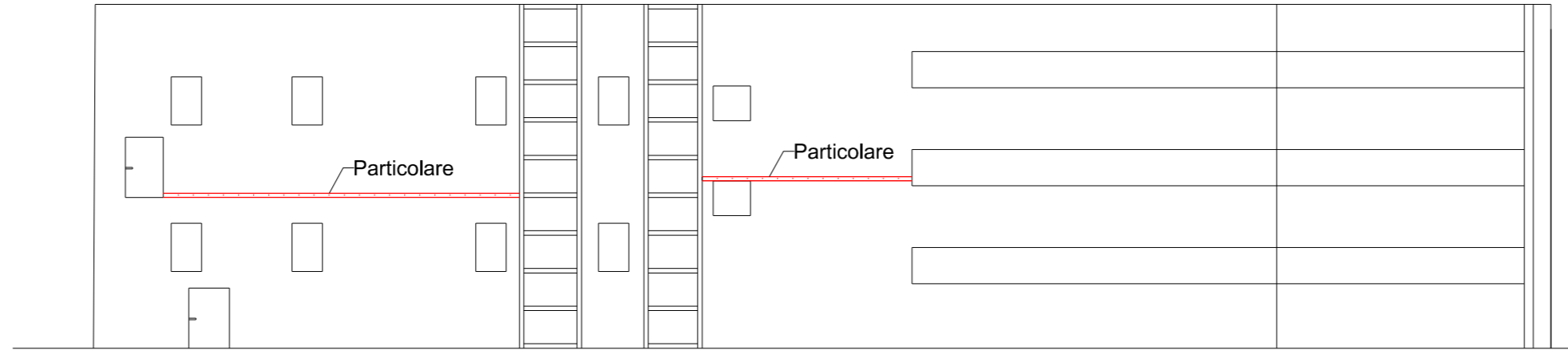


deformata aumentata di 10 volte

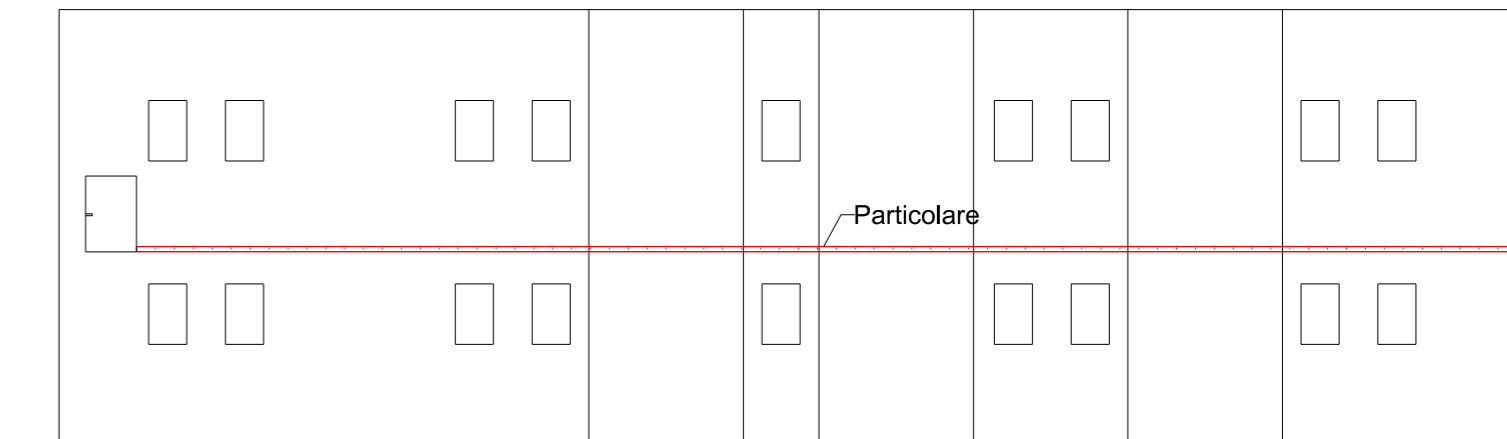




Prospetto Sommaro Sud- Ovest



Prospetto Sommaro Nord- Ovest



AD ENGINEERING SRL STP

Via San Venerio 6/B - 19136 La Spezia

Tel/fax: 0187/302978

e-mail: amministrativo@adeng.eu

e-mail certificata: adengineeringsrl@lamiapec.it

P.IVA: 01469880114

Comune di La Spezia

Provincia di La Spezia

Indirizzo: Loc. Pianazze, La Spezia (SP)

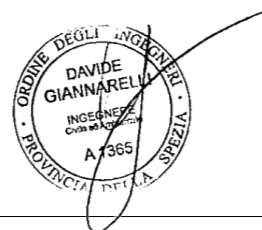
INTERVENTO DI RINFORZO PROPOSTO

TAVOLA A02

Professionista incaricato : Ing. Davide Giannarelli

Committente/i: Call&Call

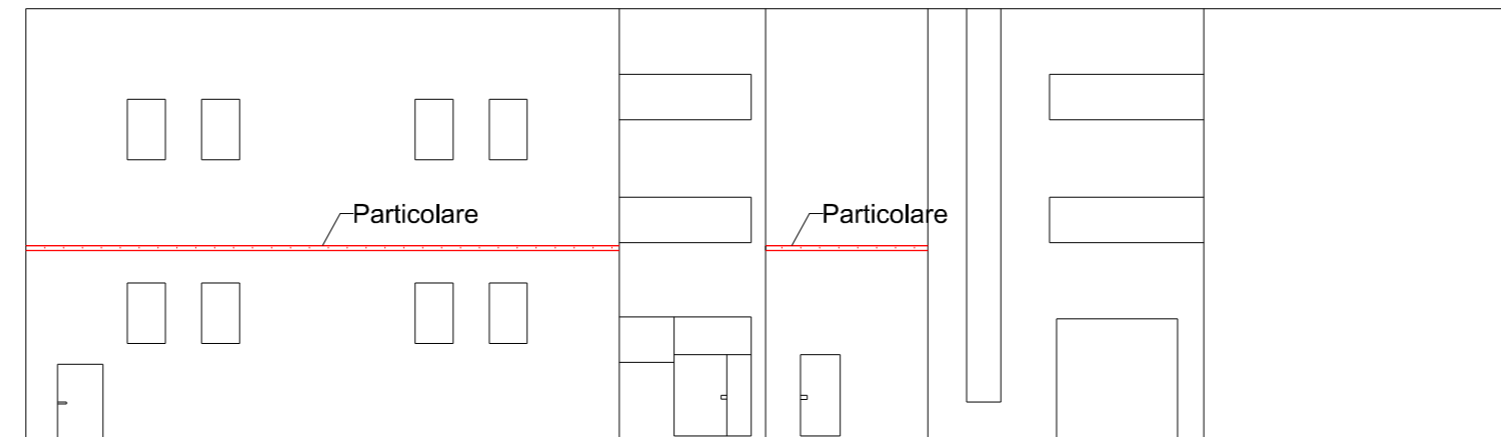
AD ENGINEERING SRL S.T.P.
Iscritta al n° 1
della Sezione speciale
dell'Albo delle Società Professionali
dell'Ordine degli Ingegneri della Spezia



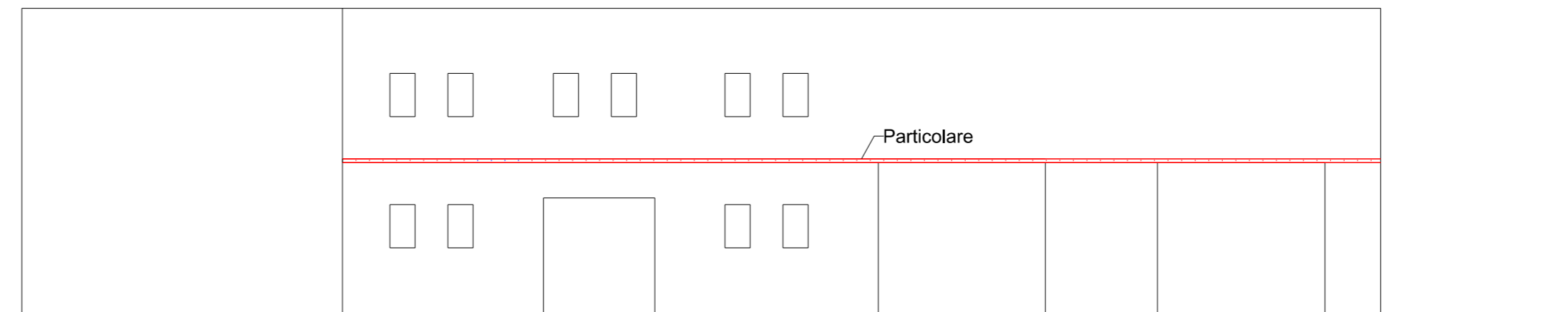
Formato:

Data: Agosto 2025

Prospetto Sommaro Sud- Est



Prospetto Sommaro Nord- Est



Particolare costruttivo
Scala 1/50

