Fratelli Merano
CHIUSAVECCHIA - IMPERIA
F.lli Merano S.p.a.
Via Lucinasco, 2 - 18027 Chiusavecchia (IM)
Tel 0183 529032 Fax 0183 530905
C.F. P.I. e R.I. IMPERIA: 01250510086
e-mail: fratellimerano@fratellimerano.it

COMUNE DI CERIALE
PROVINCIA DI SAVONA

Trasferimento parziale delle lavorazioni presso il sito "Ex cantieri Sciallino" a Ceriale (SV) Impianto di pretrattamento reflui

RICHIESTA ALLA REGIONE LIGURIA per la verifica della compatibilità delle previsioni urbanistiche della variante al PRG con le condizioni geomorfologiche del territorio ai sensi dell'art.89 del DPR 380/2001

Gennaio 2022

Rev. C.A.-0/2022

INGEGNERIA

NM Ingegneria s.r.l
Via Roma, 11
10023 Chieri (TO)
tel. 335 1817897
nm@nmingegneria.it

Geol. Flavio Saglietto
Via Giacomo Matteotti, 5
17022 Borgio Verezzi (SV)
tel.019 625670
cell. 338 4062709
sagliet@gmail.com

SOMMARIO

1. PREMESSA 3

2. LOCALIZZAZIONE ED ASPETTI URBANISTICI 4

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO – IDROGEOLOGICO DELLE AREE PERIMETRATE OGGETTO NEL S.U.A. 6

4. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E DEFINIZIONE CARATTERISTICHE LITOTECNICHE E GEOTECNICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE 13

5. AZIONI SISMICHE, LIQUEFAZIONE E CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE 18

6. MODELLO GEOLOGICO N.T.C. 2018 29

7. EVENTUALI INTERFERENZE CON IL PIANO DI BACINO STRALCIO 30

8. ANALISI DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE 34

9. CONCLUSIONI 35

1. PREMESSA

La presente relazione è stata svolta in relazione a quanto disposto dal'art.89 del DPR 380/200 e all'Art. 56 bis della L.R. 32/1996 e s.m.i seguendo lo schema concettuale, per quanto applicabile, proposto dalle DGR 1745/2013 e DGR 714/2011 e alla circolare regionale n°4551 del 12/12/1989 oltre a recepire i contenuti della recente DGR n. 535-2021.

Gli studi qui svolti sono finalizzati a fornire una verifica preliminare in merito alla compatibilità delle previsioni urbanistiche della variante locale al PRG vigente con le condizioni geomorfologiche del territorio in cui si andrà a operare.

In particolare sono stati considerati i vincoli specifici riportati nella pianificazione di bacino del Rio Carenda in cui il sito si localizza e negli aspetti sismici dei terreni del sottosuolo in cui si andrà ad operare.

2. LOCALIZZAZIONE ed ASPETTI URBANISTICI

L'area oggetto d'indagine è sita in contesto pianeggiante nella parte litoranea di ponente Ceriale a ridosso dell'attuale linea di costa a circa 50 m dalla battigia.

Il contesto locale è caratterizzato da un insediamento produttivo artigianale isolato e da aree agricole in parte in stato di abbandono collegate alla viabilità principale corrente lungo la costa denominata Via Pineo che Ceriale raggiunge Albenga.



Le coordinate geografiche sono le seguenti:

- Latitudine 44° 4'35.08"N
- Longitudine 8°13'32.86"E





COMUNE CATASTALE: CERIALE (SV) – FOGLIO n. 11

La zonizzazione attuale di PRG rispecchia solo parzialmente il citato uso del suolo, infatti mentre sono ricomprese in zona D3 (industriale/artigianale) le aree che ospitano la struttura principale degli ex cantieri navali ex Sciallino le circostanti aree agricole "EI" comprendono anche aree pertinenziali e funzionalmente connesse al ex cantiere localizzate immediatamente a valle ed oggetto della proposta di variante al PRG. Si propone quindi la creazione di una specifica zona "D3-servizi" per il lotto in questione funzionalmente connessa all'attigua zona "D3" che ospita la struttura principale degli ex cantieri Sciallino e la norma specifica non configura incrementi volumetrici.



Estratto di PRG attuale

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO – IDROGEOLOGICO delle AREE PERIMETRATE OGGETTO NEL S.U.A.

- Assetto geologico regionale

Nelle pubblicazioni scientifiche e nella cartografia geologica ufficiale l'area è stata trattata, tra l'altro, nei seguenti documenti:

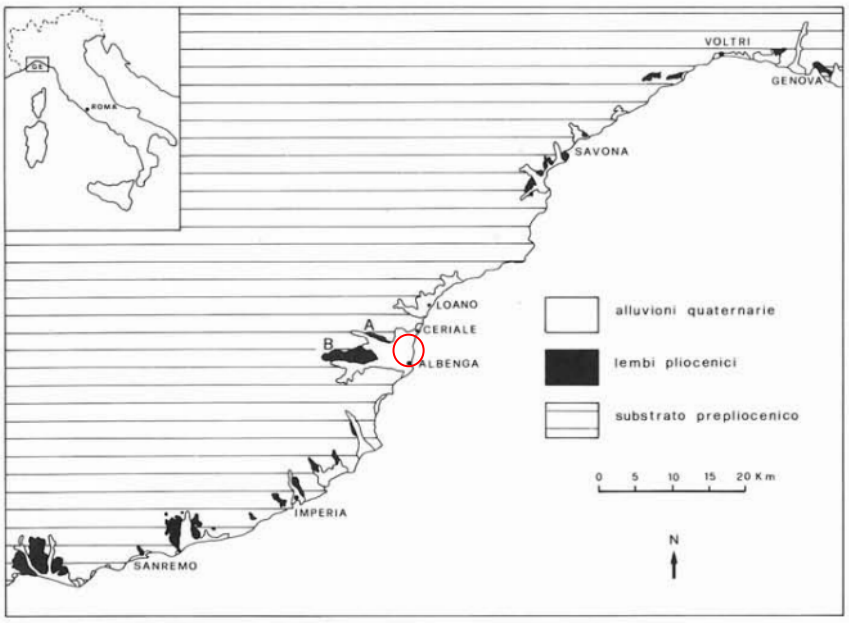
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA - Scala1:100.000 (Fg. 92–93 – Albenga Savona).
- MARINI M. – CARTA GEOLOGICA DEL PLIOCENE LIGURE DI ALBENGA (Alpi Marittime – Provincia di Savona) 2004.
- BONI A., CERRO A., GIANOTTI R. & VANOSSI M. (1971) - Note illustrative della Carta geologica d'Italia. Foglio 92-93, Albenga-Savona. Serv. Geol. D'It.: pp. 143, Roma.
- VANOSSI M. e Alii –Geologia delle Alpi Liguri: dati, problemi , ipotesi (1984) – Mem.Soc.Geol. It.
- FANUCCI F. e Alii (1987) Genesi ed evoluzione di plane costiere del Mediterraneo: esempi di piccole piane della Liguria. Geogr. Fis. Dinam. Quat.

La piana di Albenga strutturalmente è impostata su un "graben" su direttrice E-W, che interrompe la continuità delle strutture N-S del margine continentale, cui si associano a tratti direttrici NW-SE. La depressione intercetta, ai lati, due separati lembi pliocenici; quello di Cisano-Ceriale che occupa il settore settentrionale della zona ed è costituito da conglomerati, sabbie e marne in successione e in eteropia e quello di Ortovero-Monte Villa che affiora nella parte SW della piana, a monte della confluenza tra i torrenti Neva e Arroscia con presenza di argille ed in netto subordine Ie arenarie. Durante la fase pliocenica di massima ingressione marina Ie aree di sedimentazione acquisiscono condizioni batiali. La linea di costa si orienta in senso SW-NE, mentre i tratti principali del reticolo idrografico si dispongono in maniera approssimativamente normale, drenando materiali dai quadranti settentrionali.

Una successiva fase tettonica causa una rotazione delle pendenze e una ripresa dell'erosione sottomarina e della sedimentazione turbiditica ed Inizia la regressione marina, per sollevamento dell' area che si accompagna alla nascita di nuove strutture E-W. Si delinea quindi I 'attuale depressione che viene occupata da un apparato deltizio in evoluzione e si costituisce cosi un embrione della piana costiera con una

configurazione simile all'attuale. Gli apparati deltizi possono limitarsi stratigraficamente al Pliocene inf. contenere livelli del Pliocene sup. o addirittura del Pleistocene, ma comunque Ie fasi tettoniche, cui si deve il completo riassetto morfologico-strutturale del margine e l'inizio del sollevamento dell'attuale fascia costiera. Nei depositi pliocenici della piana di Albenga sono registrate due fasi di cui solo l'ultima si accompagna all'innalzamento generalizzato dell'area.

II Pleistocene è rappresentato sulla bordatura dei rilievi montuosi da depositi continentali di prevalente facies alluvionale che interessano soprattutto il settore N della piana albenganese e si verificano due principali fasi di alluvionamento nel corso delle quali si originano la piana abbastanza simile all'attuale, ma di maggiore estensione trasversale. È da rilevare la formazione di una grande "conoide" nel settore settentrionale originata in seguito di ringiovanimento dell'erosione conseguente ad una fase tettonica a prevalente componente verticale. Successivamente si assiste ad una fase di riassetto dell'idrografia, determinata dalla tettonica, al termine della quale comincia il ciclo attuale di evoluzione della piana, caratterizzato dall'interazione tra il glacio-eustatismo, la subsidenza di una parte della depressione e un innalzamento regionale attenuato.



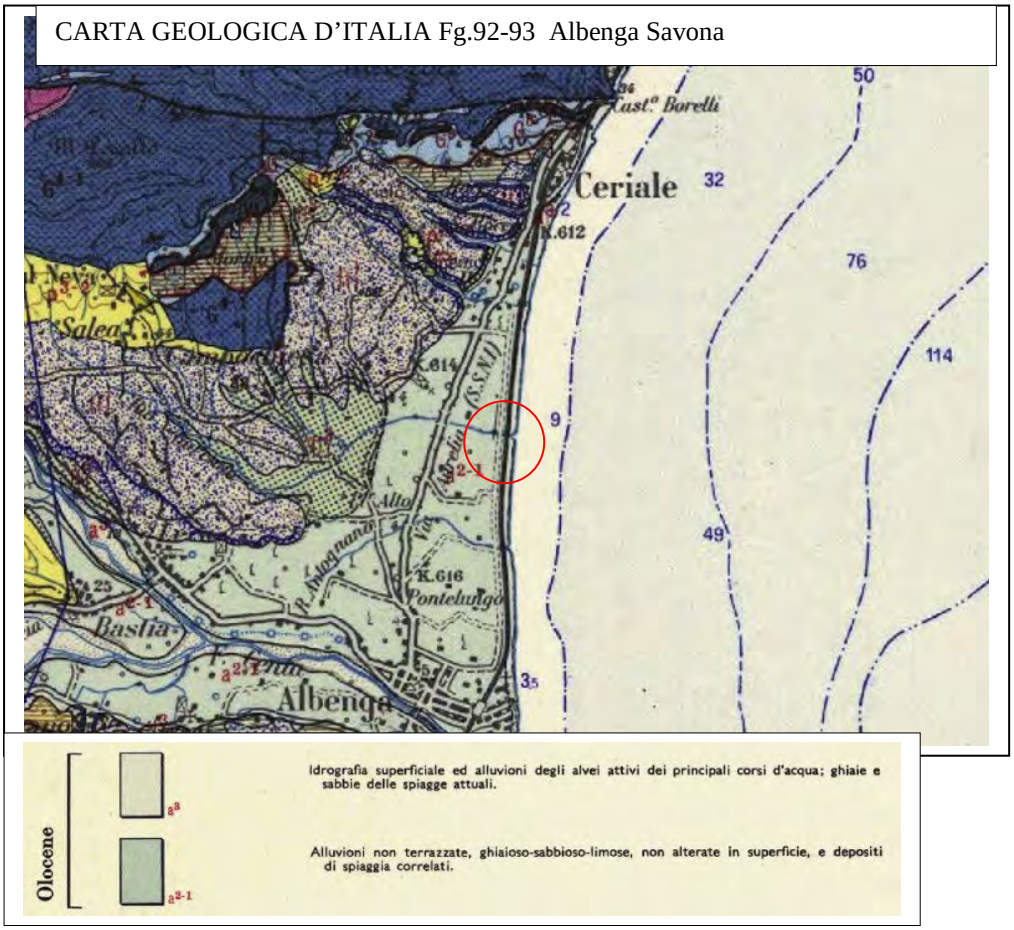
- Assetto geologico locale

La piana costiera albenganese sul suo lato di levante (nel comune di Ceriale) è interessata da sedimenti riferibili al pleistocene e all'olocene che nella zona litoranea sono costituiti dalle alluvioni sub-attuali oloceniche e dai depositi di spiaggia ad essi correlati.

Allo stato attuale pare impossibile con i dati a disposizione tracciare un limite sicuro tra le alluvioni ed i depositi di spiaggia ad esse correlati che divengono comunque predominanti nella zona più costiera come nel nostro caso.

I sedimenti sono principalmente di tipo sabbioso, costituiti da sabbie eterometriche con livelli discontinui di ghiaie e ciottoli spesso in matrice limosa o debolmente argillosa.

Nella cartografia geologica ufficiale del Foglio 92-93 "Savona Albenga" tali litotipi sono cartografati come "Alluvioni non terrazzate ghiaiose sabbiose limose non alterate in superficie e depositi di spiaggia correlati".



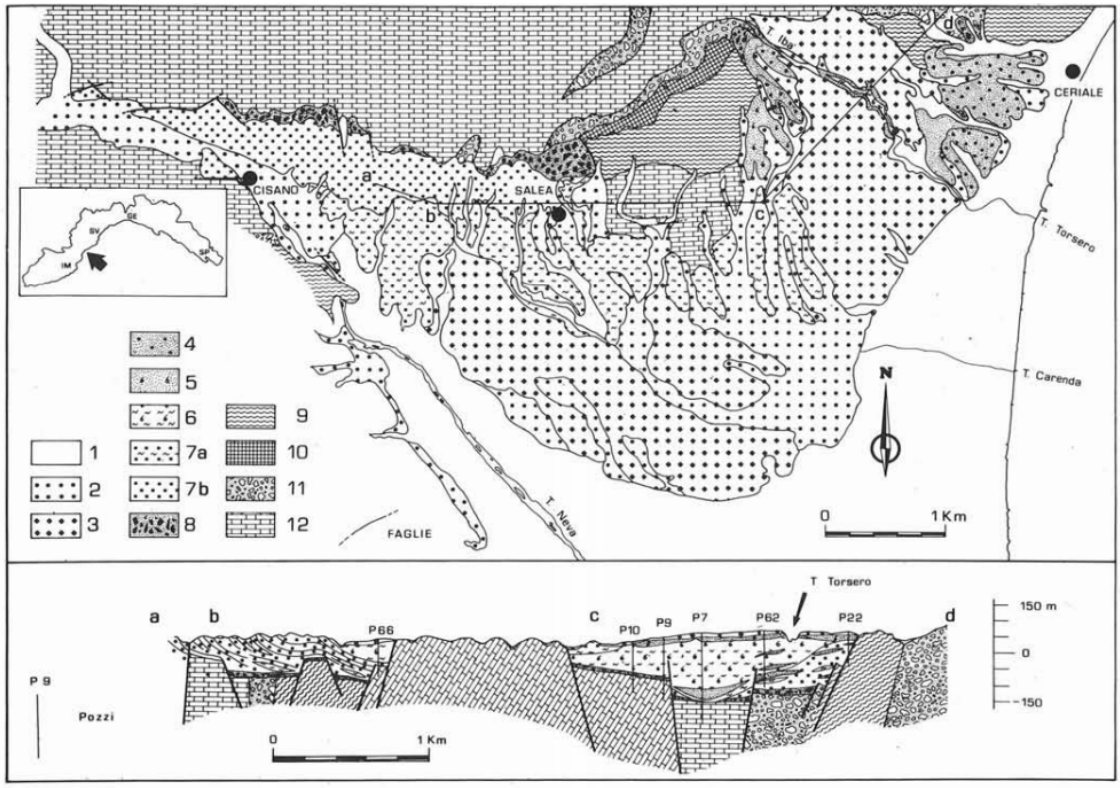
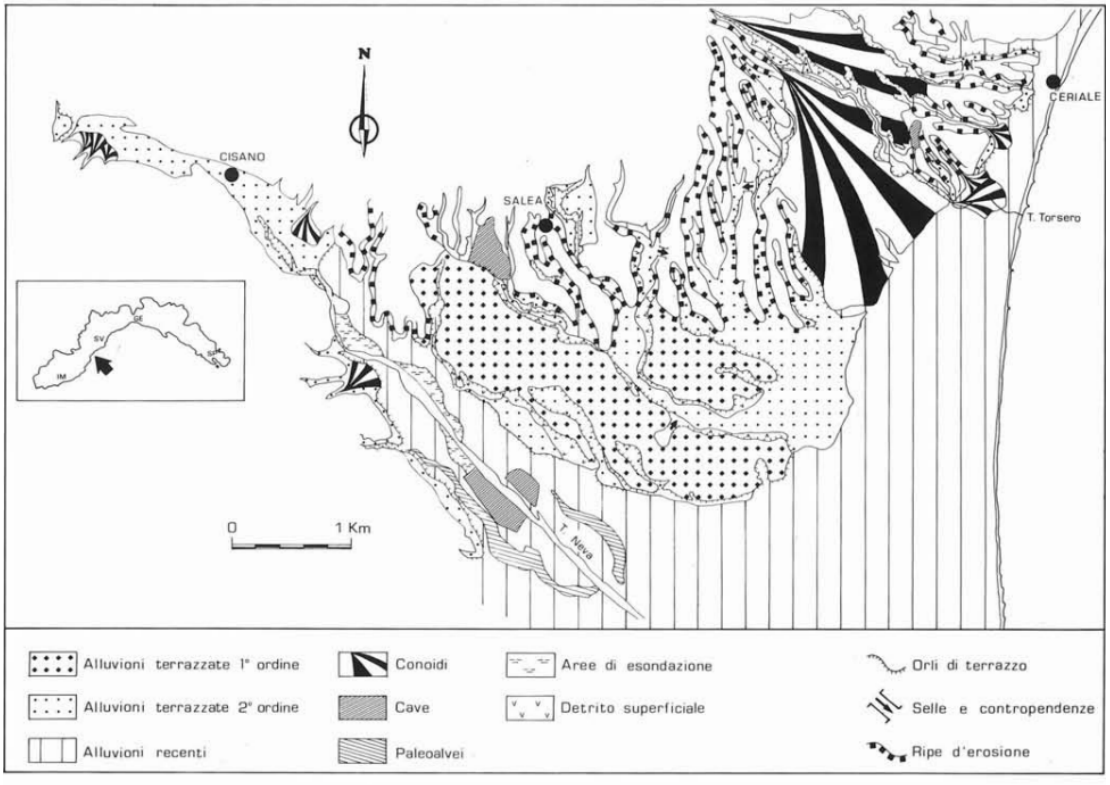
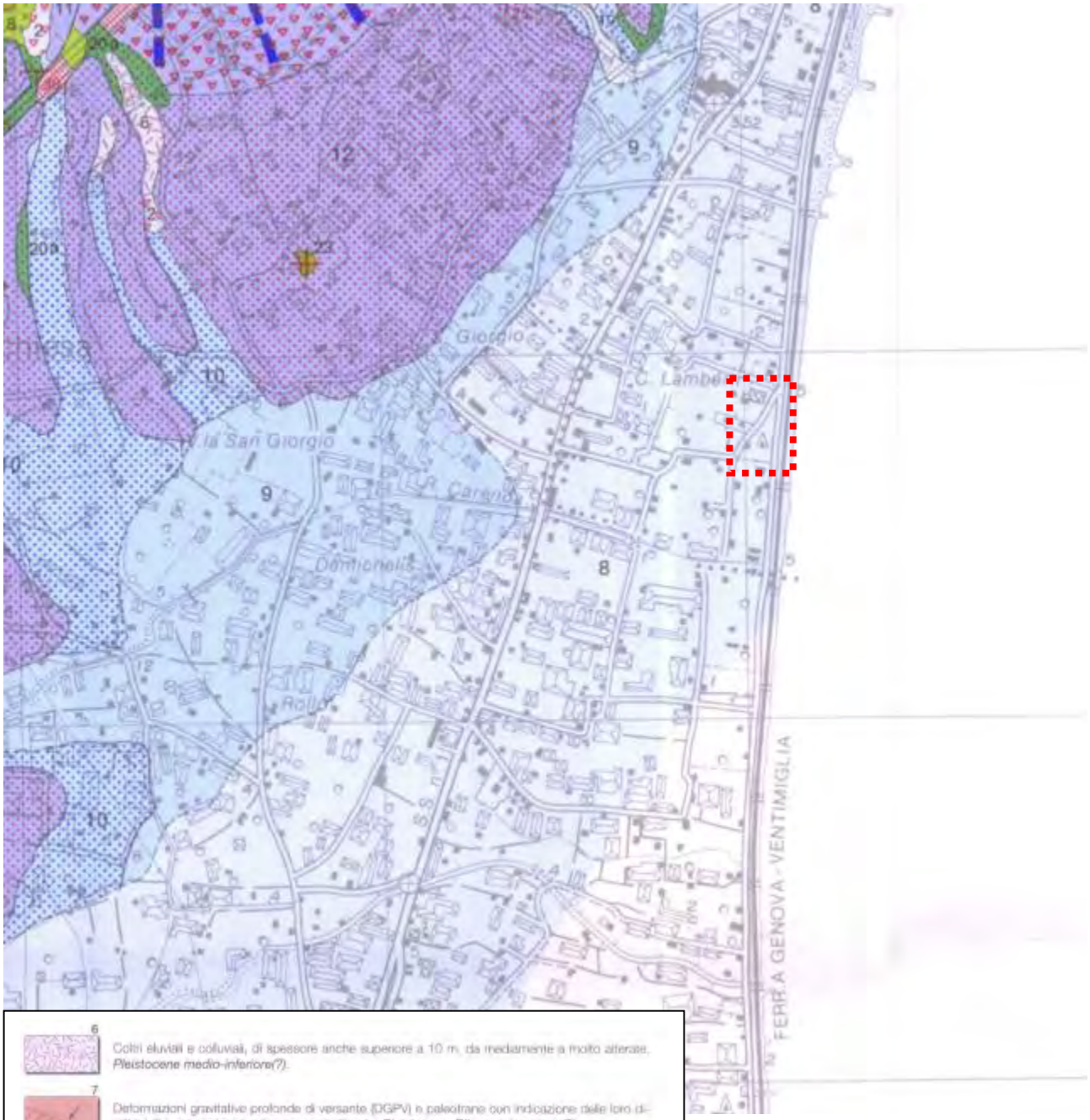


FIG. 5 - Carta geologica del settore settentrionale della piana di Albenga: 1) Olocene; 2) alluvioni dei terrazzi del II ordine (Fluviale Recente *Auct.*); 3) alluvioni dei terrazzi del I ordine (Fluviale Antico *Auct.*); 4) Conglomerati e Brecce del Rio Ibà; 5) Arenarie di Rio Torsero; 6) Argille di Ortovero; 7a) Conglomerati di Cisano con intercalazioni lutitiche; 7b) Conglomerati di Cisano (Pietra di Cisano *Auct.*); 8) Brecce di Salea; 9) Formazione di Albenga; 10) Radiolariti di Arnasco e Calcari di Menosio; 11) Brecce di Monte Galero; 12) Calcari di Rocca Livernà. La sezione è ricostruita anche in base a dati di sottosuolo.



Estratto CARTA GEOLOGICA DEL PLIOCENE LIGURE DI ALBENGA (Alpi Marittime – Provincia di Savona)



6 Coltri eluviali e colluviali, di spessore anche superiore a 10 m, da mediamente a molto alterate. *Pleistocene medio-inferiore(?).*

7 Deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV) e paleofrane con indicazione delle loro direttrici di movimento: **a)** zone ancora strutturate. *Pleistocene-Pliocene superiore(?).*

8 Depositi ghiaiosi mobili e stabilizzati degli alvei attuali; depositi alluvionali prevalentemente limoso-sabbiosi del fondovalle e depositi deltizi e di spiaggia della piana costiera di Albenga. *Olocene.*

10 9 Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi terrazzati in due ordini principali e poco alterati: le quote si abbassano verso valle fra 20 e 5 m (**9**) e fra 30 e 10 m (**10**) sull'alveo. *Pleistocene superiore(?).*

11 Depositi alluvionali ghiaiosi terrazzati in più ordini, da mediamente a molto alterati; le quote si abbassano verso valle fra 35 e 25 m sull'alveo. *Pleistocene medio-inferiore.*

12 Depositi marini costieri e fluvio-deltizi ricchi di ciottoli quarzitici, da mediamente a molto alterati, terrazzati in 7 ordini principali fino a 100 m slm. *Pleistocene medio-inferiore.*

13 Breccie e conglomerati medio-fini privi di matrice, monogenici (a elementi di calcari liassici), poco cementati, stratificati, da mediamente a molto alterati. (Paleoconoide del R. Ibà). *Pleistocene inferiore-Pliocene superiore(?).*

- Inquadramento geomorfologico

  - *Assetti geomorfologici generali*

L'area posta ad una quota di circa 4,5 m (slm) risulta ubicata nella pianura cerialese a circa 50 m della linea di costa, che localmente è rappresentata direttamente dalla linea ferroviaria GE-XXmiglia difesa a mare da una scogliera radente. Non sono da rilevarsi in loco particolari criticità dal punto di vista geomorfologico.

  - *Caratterizzazione geomorfologica del sito in relazione al grado di suscettività al dissesto*

L'area in questione come documentato anche dal Vigente P.d.B. nella C.S.D.V risulta ricadere in un contesto senza particolari forme di squilibrio geomorfologico (PG 0 suscettività da molto bassa) e/o presenza di frane attive o quiescenti.

CARTA SUSCETTIVITA' AL DISSESTO DEI VERSANTI



Pg0

- Inquadramento idrogeologico
    - *Acque superficiali*

Lo studio idraulico eseguito a corredo del Piano Stralcio del Rio Carenda individua la mappatura delle aree inondabili fenomeni di esondativi con tempi di ritorno cinquecentennali. È presente sul lato Nord, al di là della strada comunale, un canale irrigatorio che scola a valle dopo l'attraversamento della linea ferroviaria a mare .

- *Acque sotterranee*

Lo schema idrogeologico locale appare assai articolato in relazione alla permeabilità dei terreni sedimentari e dai complessi meccanismi circolazione della acque nel sottosuolo legate all'idrogeologia della piana cerialese in diretto contatto sulla costa con il mare. La falda è quindi condizionata dalla presenza del livello marino poiché la battigia dista circa 50m dal sito in questione e si ubica a circa -2m dall'attuale piano campagna.

4. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E DEFINIZIONE CARATTERISTICHE LITOTECNICHE E GEOTECNICA DEI TERRENI e DELLE ROCCE

- Aspetti generali e stratigrafie

La ricognizione in sito, anche in relazione agli accertamenti eseguiti in loco, hanno consentito la ricostruzione della stratigrafia del sottosuolo, e la definizione dei principali parametri fisico-meccanici dei terreni costituenti il sottosuolo.

È stato eseguito un sondaggio geognostico a carotaggio continuo da parte della ditta "Geofisica ed Ambiente srls" portato alla profondità di -15m che ha permesso di descrivere la stratigrafia del sottosuolo la caratterizzazione geotecnica dei terreni attraversati. Durante l'esecuzione del sondaggio sono state realizzate alcune prove SPT in foro discontinue su intervalli stratigrafici significativi. È stata realizzata anche un'indagine geofisica tipo "RE.MI" per definire le caratteristiche sismiche del sottosuolo.

Si allegano i pertinenti elaborati specifici forniti dalla ditta esecutrice delle prove e delle indagini.

In sintesi la stratigrafia locale può essere rappresentata:

Sabbie debolmente limose con ghiaia eterometrica e qualche ciottolo (fino a circa 4m).

Sabbie limose a debolmente argillose di colore grigio o grigio-marrone a tratti compatte (fino a 13,5 m).

Ghiaie sabbiose con limo argilloso, compatte, di colore marrone rosato (oltre 13,5 m).

Falda: -2 m

- Definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici

Per *valore caratteristico (Vk)* di un parametro geotecnico s'intende una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato; nello specifico quel valore al quale è associata una prefissata probabilità di non superamento (non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove).

Secondo le Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP) sulle NTC (comma C.6.2.2) si possono utilizzare le seguenti combinazioni:

A) Valori caratteristici circa uguali ai valori medi;

B) Valori caratteristici circa uguali ai valori minimi.

Secondo l'Eurocodice 7 e le NTC, i valori caratteristici "Xk" consistono in una stima cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite. La Circolare LL.OO. del 2019 illustra chiaramente come tali valori debbano essere scelti.

In particolare:

"Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidezza sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidezza. La scelta di valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei terreni; basti pensare, ad esempio, all'effetto delle discontinuità sul valore operativo della resistenza non drenata. Una migliore approssimazione nella valutazione dei valori caratteristici può essere ottenuta operando le opportune medie dei valori dei parametri geotecnici nell'ambito di piccoli volumi di terreno, quando questi assumano importanza per lo stato limite considerato"

- Ricostruzione stratigrafica del sottosuolo e geotecnica dei terreni

I parametri geotecnici sono stati desunti principalmente dalle prove penetrometriche dinamiche SPT secondo le correlazioni in letteratura secondo vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi.

I valori di $N._{SPT}$ sono riportati di seguito:

Profondità (m)	Nr. Colpi
3.15	12
3.30	23
3.45	25
4.65	6
4.80	9
4.95	10
6.65	7
6.80	10
6.95	12
9.65	9
9.80	10
9.95	10
12.65	6
12.80	9
12.95	13

Prof. Strato (m)	NSPT corretti
3.00-3.45	48.00
4,50-4.95	19.00
6.50-6.95	22.00
9.50-9.95	20.00
12.50-12.95	22.00

E' stata eseguita per prima cosa la correzione N_{spt} in presenza di falda tramite la formula:

$$Nspt\ corretto = 15 + 0.5 \cdot (Nspt - 15)$$

I valori di $N._{SPT\ corretti}$ sono riportati di seguito:

Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda
3.00-3.45	31.5
4,50-4.95	17
6.50-6.95	18.5
9.50-9.95	17.5
12.50-12.95	18.5

In letteratura da molti anni è stata acquisita una vasta esperienza di correlazioni che permettono tramite formule sperimentali l'interpretazione dati geotecnici in particolare per i terreni prevalentemente incoerenti come nel nostro caso dalle prove Nspt.

Allo scopo è stato utilizzato un apposito software di calcolo automatico denominato Dynamic Probing della GeoStru Software. Sono state utilizzate le seguenti correlazioni che risultano nei "range" stabilite nelle varie formule:

- *Angolo di resistenza al taglio*

Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956)
valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq).
ROAD BRIDGE SPECIFICATION -Shioi-Fukuni (1982)
Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi
JAPANESE NATIONALE RAILWAY- Shioi-Fukuni (1982)
Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.
Correlazione valida per sabbie e ghiaie

- *Peso di Volume*

Meyerhof ed altri (assenza di falda)
Correlazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.
Terzaghi - Peck 1948-1967 (presenza di falda)
Peso saturo -Correlazione valida per terreni incoerenti

I valori geotecnici sono ricavati dall'elaborazione dei dati stratigrafici acquisiti nelle prove geognostiche eseguite ed in particolare dalle prove Nspt.

Dall'analisi dei dati acquisiti e correlati con il modello geologico locale, si evince che il sottosuolo è costituito dai seguenti geo-materiali:

Sabbie debolmente limose con ghiaia eterometrica

- *Angolo di Res.al taglio ϕ'= 30° - 36° (valore medio ϕ_m =32°)*
- *Peso di Volume naturale γ_n = 18,0 – 21,0 kN/m³ (valore medio γ_m = 20.5 kN/m³)*
- *Peso di Volume immerso γ_w = 20,0 – 22,0 kN/m³ (valore medio γ_m = 21 kN/m³)*
- *Coesione drenata c' = 0 kN/m²*

Sabbie limose a debolmente argillose di colore grigio o grigio-marrone a tratti compatte.

- *Angolo di Res.al taglio ϕ'= 32° - 35° (valore medio ϕ_m =31°)*
- *Peso di Volume naturale γ_n = 18,0 – 20,0 kN/m³ (valore medio γ_m = 19 kN/m³)*
- *Peso di Volume immerso γ_w = 20,0 – 21,0 kN/m³ (valore medio γ_m = 20 kN/m³)*
- *Coesione drenata c' = 0 kN/m²*

Ghiaie sabbiose con limo argilloso, compatte, di colore marrone rosato.

- *Angolo di Res.al taglio ϕ'= 30° - 34° (valore medio ϕ_m =32°)*
- *Peso di Volume naturale γ_n = 18,0 – 20,0 kN/m³ (valore medio γ_m = 19 kN/m³)*
- *Peso di Volume immerso γ_w = 20,0 – 21,0 kN/m³ (valore medio γ_m = 20 kN/m³)*
- *Coesione drenata c' = 0 kN/m²*

N.B. i valori caratteristici dei parametri geotecnici saranno definiti nella relazione delle fondazioni e saranno basati del progettista delle opere strutturali su una "una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato" tenendo conto non solo della variabilità delle proprietà geotecniche ma anche del modello scelto e del metodo di calcolo, come peraltro indicato nella Circolare del 21 gennaio 2019, n. 7.

5. AZIONI SISMICHE, LIQUEFAZIONE E CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Con l'entrata in vigore del D.M. 17 gennaio 2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio legato al "sito" di costruzione.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo "periodo di riferimento" V_R (espresso in anni), in un specifico sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la probabilità è denominata "Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" *PVR*.

La pericolosità sismica è definita in termini di:

- $\mathbf{a_g}$ accelerazione orizzontale massima al sito;
- $\mathbf{F_o}$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- $\mathbf{T_C}$ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nelle NTC la stima della pericolosità sismica basata su una griglia di 10751 punti ove viene fornita la terna di valori $\mathbf{a_g}$, $\mathbf{F_o}$ e $\mathbf{T_C}$ per nove distinti periodi; tale calcolo viene determinato via software, conosciute le coordinate geografiche in gradi decimali.

✓ *Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche*

È necessario tenere conto delle condizioni topografiche e delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Si definiscono:

Effetti stratigrafici Legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni,alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;

Effetti topografici Legati alla configurazione topografica del piano campagna.

Gli effetti della risposta sismica locale sono stato valutati con metodi semplificati. Viene attribuito al sito la pertinente categoria di sottosuolo

Tab. 3.2.II (NTC) Categorie di sottosuolo

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

Sulla base dei dati acquisiti prendendo anche in considerazione i dati provenienti dall'indagine RE.MI. (Refraction Microtremor) si può inserire il sottosuolo fondazione nella categoria C ovvero "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.".

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Per configurazioni morfologiche superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

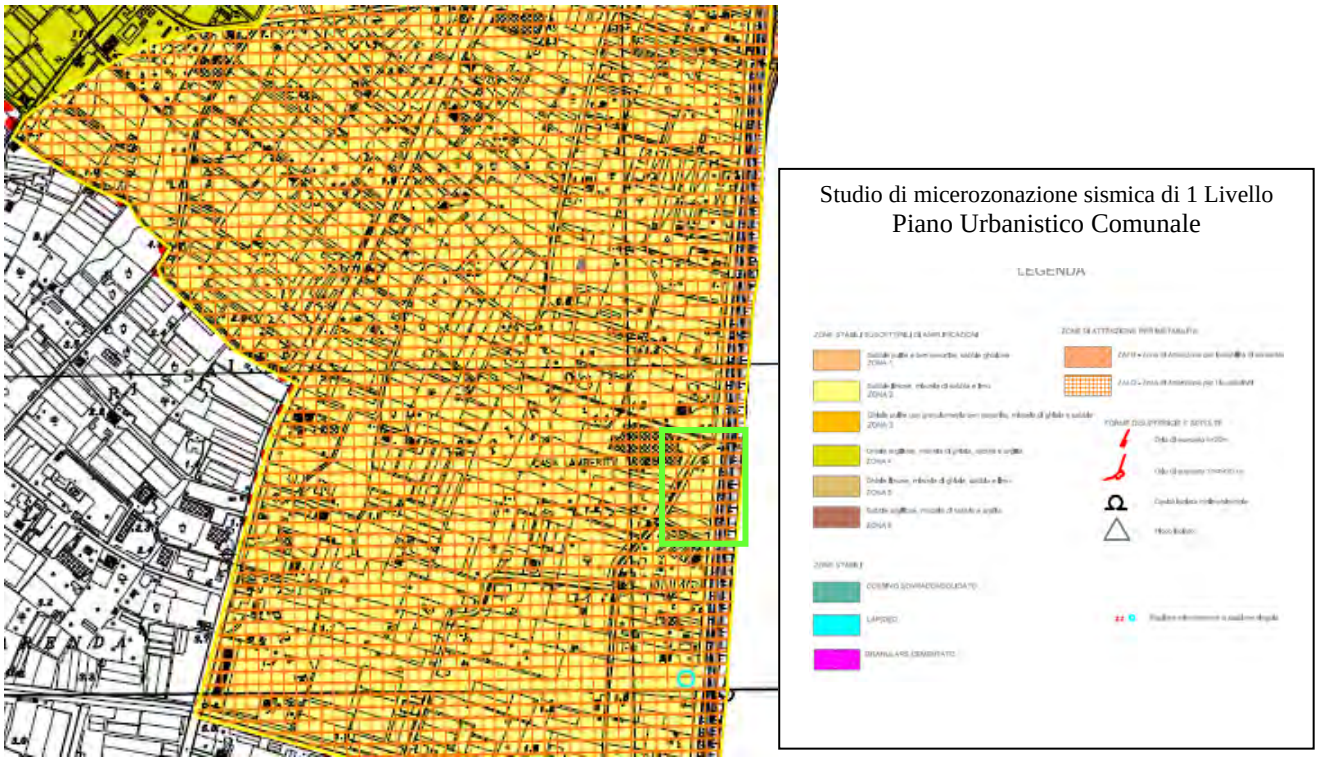
Tab.3.2.IV (NTC) Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante,
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°

Sulla base dei dati morfologici del sito (pendenza media versante i=14,5°) si può inserire la superficie topografica nella categoria T1 "Superficie pianeggiante, …. […]".

- ✓ ***Liquefazione***

La liquefazione è un processo in seguito al quale un sedimento che si trova al di sotto del livello della falda perde temporaneamente resistenza e si comporta come un liquido viscoso a causa di un aumento della pressione neutra e di una riduzione della pressione efficace a seguito di una scossa sismica. Non tutti i terreni hanno la stessa predisposizione a liquefarsi, esiste infatti una serie di fattori di tipo geologico e geotecnico che possono rendere un deposito granulare più o meno suscettibile alla liquefazione. Tali fattori sono elencati allo specifico paragrafo delle NTC 2018 a cui si rimanda. I geo-stratigrafici acquisiti in loco hanno evidenziato la presenza di sedimenti con sabbie con presenza di falda superficiale per cui si ritiene necessario eseguire una valutazione di potenziale liquefazione dei terreni in questione.
Il comune di Ceriale ha dato incarico al Geol. Carlo Civelli al fine di predisporre lo studio di microzonazione simica di livello 1 a corredo della strumentazione urbanistica comunale, gli elaborati specifici sono stati quindi consegnati agli uffici nei primi giorni del 2022. Si riportano qui gli stralci relativi all'area di interesse desunti dallo studio di Microzonazione sismica di Livello 1 alla scala comunale nel quale sono state identificate le zone interessate da potenziale instabilità per liquefazione.



Inoltre bisogna notare come l'intervento proposto nella variante non comporti nuove previsioni a livello insediativo o l'incremento del carico urbanistico in quanto nell'area in questione è semplicemente prevista la realizzazione di un impianto di pretrattamento fognario interrato a servizio di un'attività produttiva preesistente.

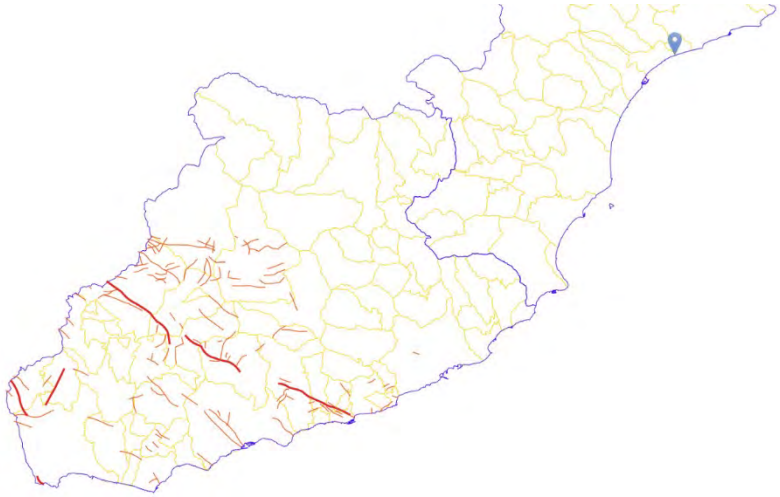
Nelle valutazioni si è tenuto conto che risulta estremamente improbabile che si verifichi il fenomeno della liquefazione oltre i 15 m di profondità.

I valori di Vs sono tratti da indagini geofisiche specifiche eseguite in loco dalla ditta specializzata "Geofisica & Ambiente " i cui risultati sono allegati a fondo testo.

Innanzi tutto si è proceduto alla valutazione quantitativa della *Magnitudo momento* M_w attesa per il sito oggetto di studio, mediante il *metodo di disaggregazione dei valori di a(g)* il quale riporta, per ogni nodo della griglia di calcolo, la valutazione del contributo percentuale alla stima di pericolosità fornito da tutte le possibili coppie di valori di magnitudo e distanza.

Per ogni nodo della griglia sono anche riportati, dopo la tabella, i valori medi di M-D-ε. Questo tipo di analisi è utile per l'individuazione della sorgente sismo genetica che contribuisce maggiormente a produrre il valore di scuotimento stimato in termini probabilistici ed è utile per la determinazione del rischio di liquefazione.

Zone Sismogenetiche della Liguria - D.G.R.534 del 18.06.2021

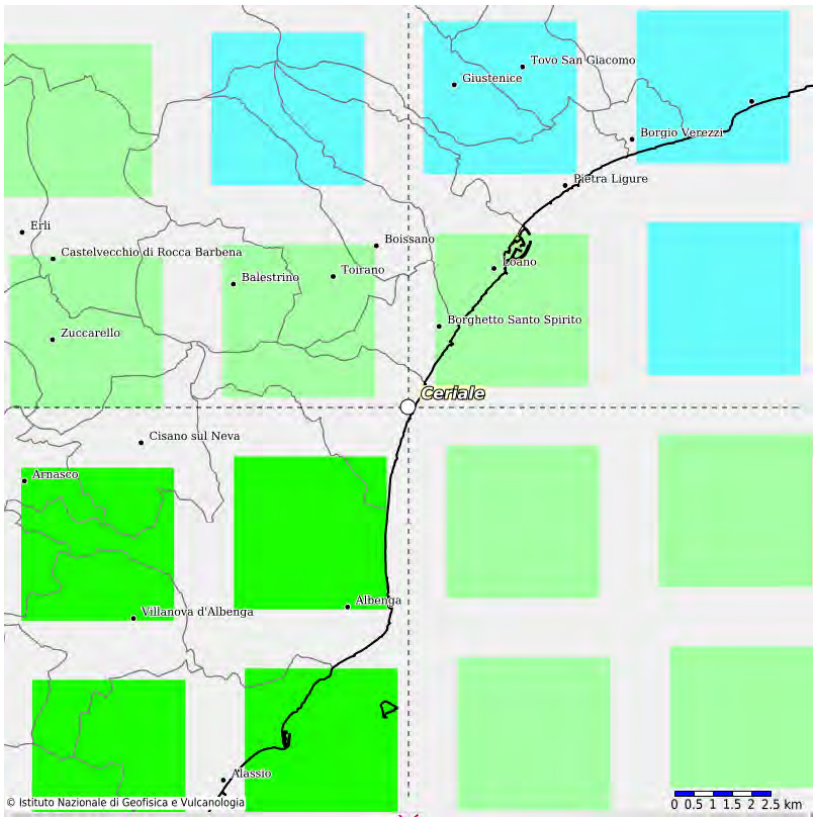


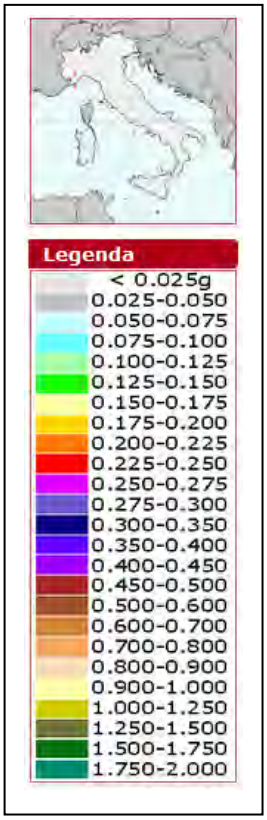


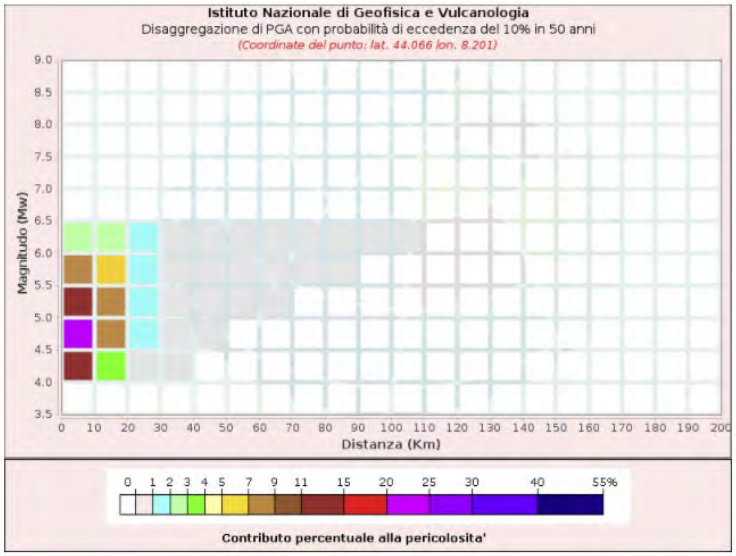
+

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1







Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 44.066 lon. 8.201)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	13.2000	24.7000	14.5000	7.4600	2.9900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	3.0700	8.2400	7.5700	5.6700	2.9900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.2600	1.1300	1.6500	1.8000	1.2800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0050	0.1850	0.5150	0.7660	0.6810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0092	0.1520	0.3390	0.3670	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0239	0.1270	0.1710	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0353	0.0659	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0065	0.0229	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0079	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.09	10.0	0.233

La recente DGR 535 – 2021 alla appendice 1 definisce per il Comune di Ceriale una Mw pari a 6,5. Pertanto il valore di M_W assunto per la verifica risulta cautelativamente assunto pari a 6.5.

Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.023	2.493	0.176
Danno (SLD)	50	0.033	2.508	0.200
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.118	2.432	0.283
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.162	2.456	0.298
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

L'accelerazione di base di a_g è pari a 0,118 per lo stato SLV.

Da cui:

- Amax=Ss*St*a_g=1,5*1*0,118=0,177

La verifica a liquefazione è stata eseguita mediante specifico foglio di calcolo, a partire dai valori di prove penetrometriche dinamiche SPT opportunamente corrette secondo i diversi autori con metodi semplificati di carattere semi-empirico utilizzati molto frequentemente nelle applicazioni tecniche correnti .

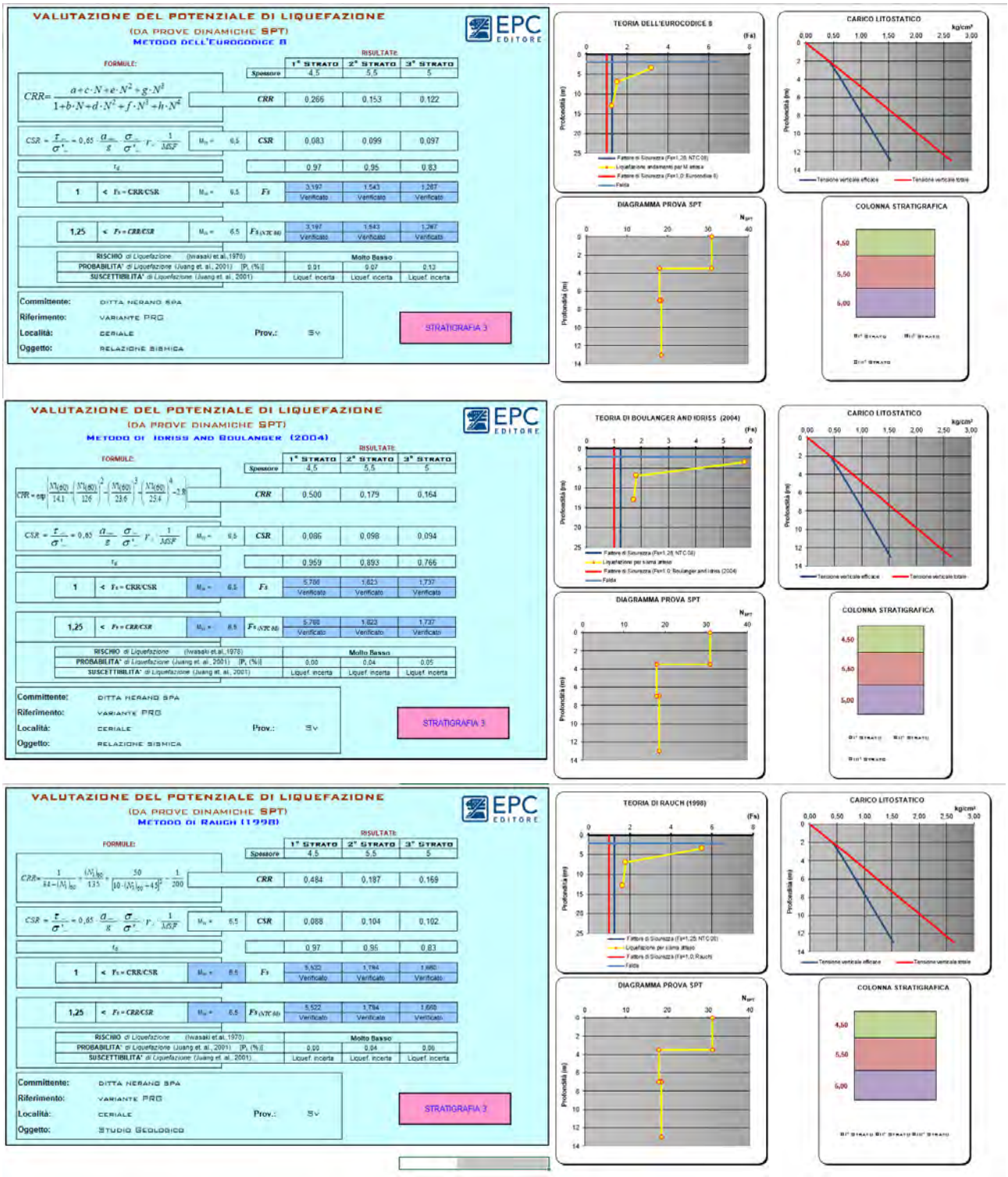
CALCOLO $(N_1)_{60}$ EPC EDITORE

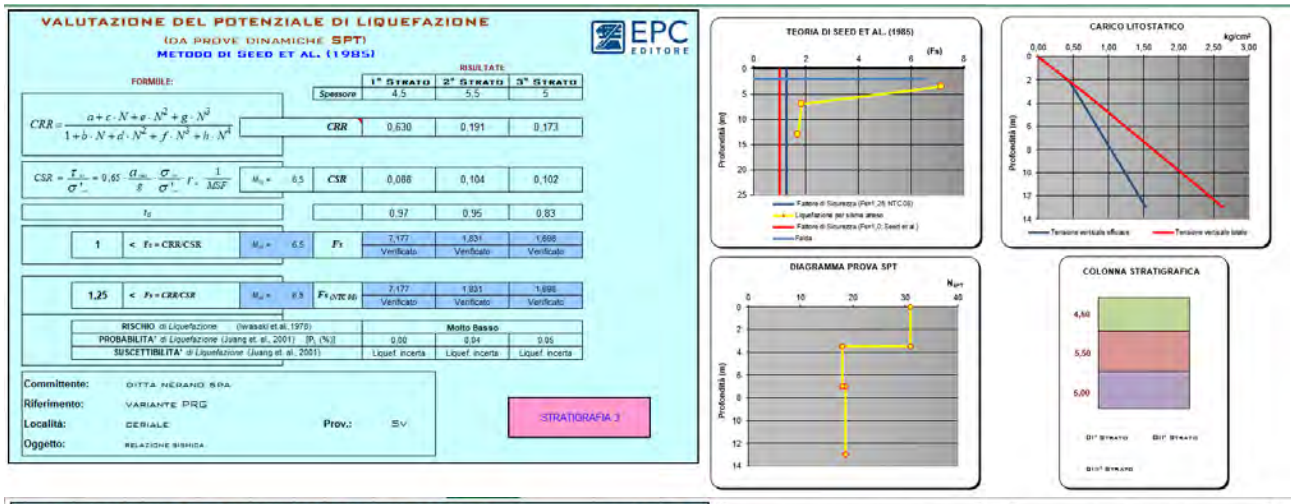
$(N_{SPT} * C_N * C_E * C_B * C_R * C_S)$

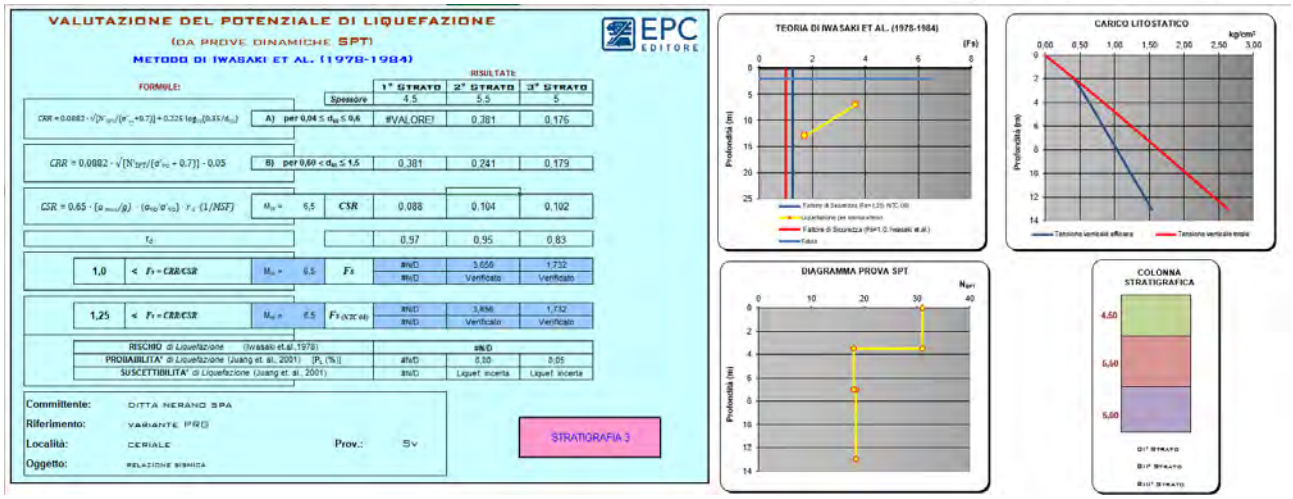
DESCRIZIONE	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
Profondità prova	3,5	7	13
Spessore del singolo strato (m)	4,5	5,5	5
Profondità fine strato (m)	4,5	10	15
σ_{vo}'	0,585	0,94	1,54
N_{SPT}	31	18	18,5
CN	1,320	1,044	0,815
CE	1	1	1
CB	1	1	1
CR	0,75	0,95	1
CS	1	1	1
$(N_1)_{60}$	30,70	17,86	15,08
$(N_1)_{60\,CS}$	30,23	17,57	15,89

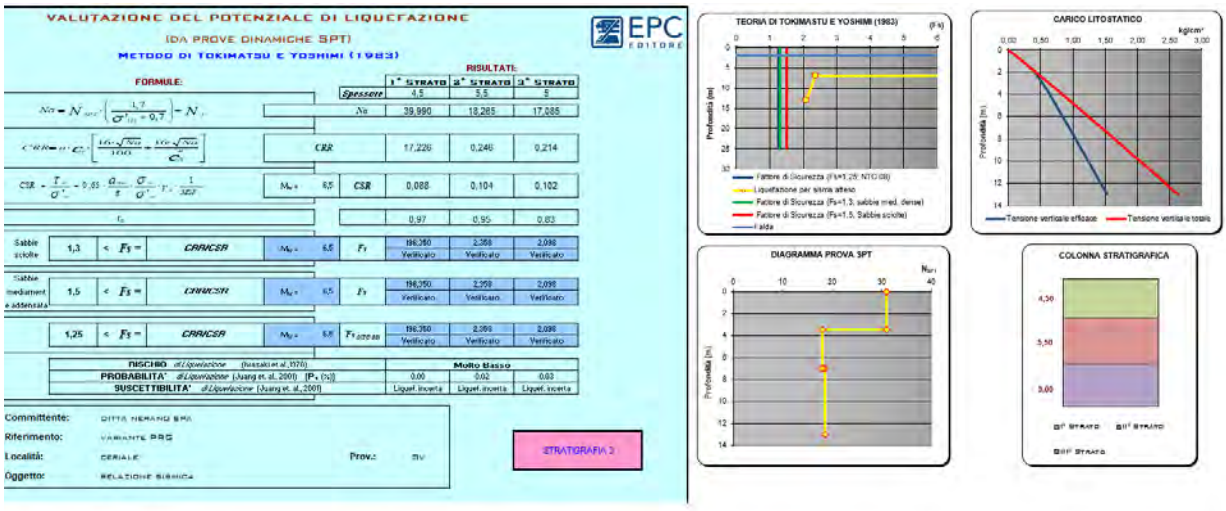
L'obbiettivo è di valutare la suscettibilità alla liquefazione dei depositi sedimentari in funzione delle caratteristiche dell'evento sismico (magnitudo ed accelerazione al suolo) dello stato di addensamento e natura del sedimento e della profondità della falda.

La valutazione della possibilità di liquefazione è generalmente definibile fino a -15 m in condizioni per terreni pianeggianti o lievemente pendenti (fino al 6%)









In ottemperanza a quanto riportato nelle N.T.C. 2018 la verifica ha dato esito positivo (fattori di sicurezza per tutta la profondità di indagine >> 1,25), denotando pertanto un rischio di liquefazione basso ed una suscettibilità di liquefazione "incerta".

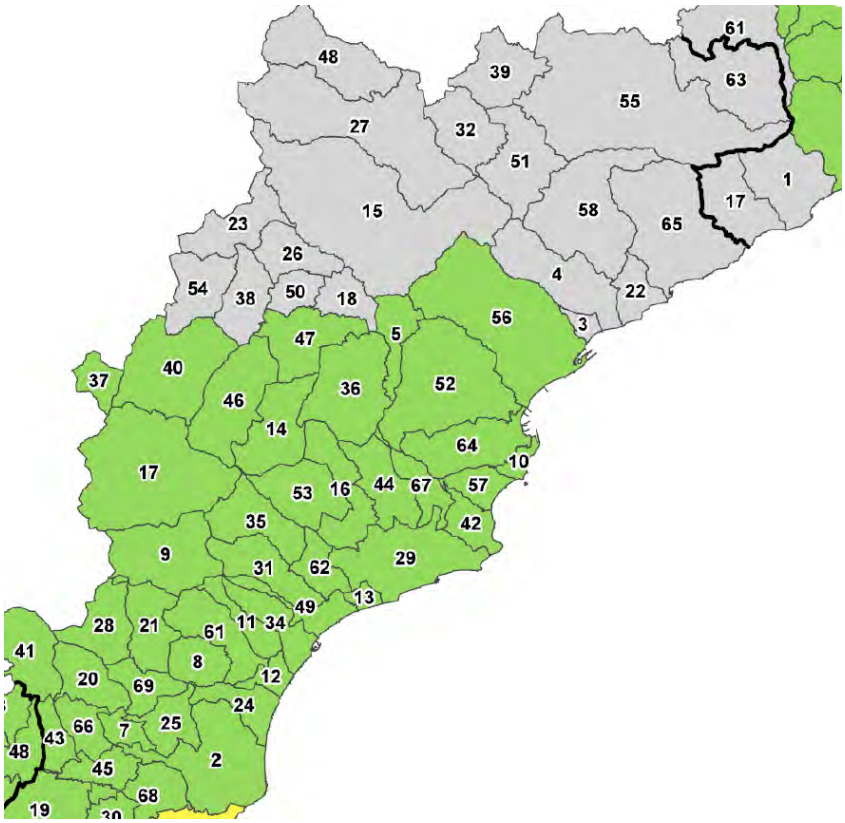
✓ *Classificazione sismica regione Liguria*

L'area insediativa ricade in Ceriale e , ai sensi delle DGR n.216/2017 - n.962/2018, il comune risulta inserito nella Classe Sismica 3.

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ag, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

ZONA 3 Pga = 0,15 g			
n° progress.	nr. ID del Comune su mappa	Provincia	Comune
132	10	SAVONA	BERGEGGI
133	11	SAVONA	BOISSANO
134	12	SAVONA	BORGHETTO SANTO SPIRITO
135	13	SAVONA	BORGIO VEREZZI
136	14	SAVONA	BORMIDA
137	16	SAVONA	CALICE LIGURE
138	17	SAVONA	CALIZZANO
139	19	SAVONA	CASANOVA LERRONE
140	20	SAVONA	CASTELBIANCO
141	21	SAVONA	CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA
142	24	SAVONA	CERIALE
143	25	SAVONA	CISANO SUL NEVA
144	28	SAVONA	ERLI
145	29	SAVONA	FINALE LIGURE
146	30	SAVONA	GARLENDA
147	31	SAVONA	GIUSTENICE
148	34	SAVONA	LOANO
149	35	SAVONA	MAGLIOLO
150	36	SAVONA	MALLARE
151	37	SAVONA	MASSIMINO
152	40	SAVONA	MURIALDO
153	41	SAVONA	NASINO
154	42	SAVONA	NOLI
155	43	SAVONA	ONZO
156	44	SAVONA	ORCO FEGLINO
157	45	SAVONA	ORTOVERO
158	46	SAVONA	OSIGLIA
159	47	SAVONA	PALLARE
160	49	SAVONA	PIETRA LIGURE
161	52	SAVONA	QUILIANO
162	53	SAVONA	RIALTO
163	56	SAVONA	SAVONA
164	57	SAVONA	SPOTORNO
165	60	SAVONA	TESTICO
166	61	SAVONA	TOIRANO
167	62	SAVONA	TOVO SAN GIACOMO
168	64	SAVONA	VADO LIGURE

Mappa della classificazione sismica della Regione Liguria ed elenco dei comuni classificati



6. MODELLO GEOLOGICO N.T.C. 2018

Il modello geologico risulta caratterizzato dalla presenza di vasti affioramenti di sedimenti limo- sabbiosi- ghiaiosi mediamente compatti e presenza della falda superficiale compresa nell'aerale intorno ai -2 m dal piano campagna attuale.

La zona sismica in cui ricade il comune di Ceriale è 3 dove gli eventi sismici, seppur di intensità minore, possono comunque creare danni. La categoria del sottosuolo ai fini sismici è " C" e le condizioni topografiche in "T1".

7. EVENTUALI INTERFERENZE CON IL PIANO DI BACINO STRALCIO

Si fa riferimento alla cartografia di merito (suscettività al dissesto, fasce di inondabilità e Reticolo Idrografico Regionale) e alla Normativa di attuazione dei piani di bacino della Provincia di Savona relativa al Rio Carenda.

Fasce di inondabilità

Il lotto risulta compresa in ambito a pericolosità geomorfologica molto bassa (Pg0).

Aree a diversa suscettività al dissesto

Ricade in fascia inondabile C con tempi di ritorno 500 ennali.

Interferenze con il reticolo idrografico significativo (capo I art.6 e 8 PDB – art.3 R.R. n°1 del 06/04/2016

Una parte del lotto del comparto oggetto della variante in questione si localizza sul lato Nord in vicinanza (ma ad oltre 10 m) di un canale irrigatorio nemmeno riportato sulla cartografia catastale di merito.
Esso tuttavia è riportato nella carta del reticolo idrografico cui DGR N.507/2019 e, allo stato attuale, non risulta indagato idraulicamente.
Pertanto è definita normativamente una fascia di rispetto di m.20 ai sensi dell'art.8 della DdDG n.176 del 25/06/2018 oltre a quella di inedificabilità assoluta in accordo con il R.R. n°1/2021 e 3/2016 in quanto il corso d'acqua in questione risulta di II° livello (bacino inferiore a 1 Kmq) ; la distanza dell'impianto di trattamento reflui interrato è maggiore di 40 m.

Fasce di inondabilità

Le aree in questione nella cartografia del Piano di Bacino ricadono in parte in Fascia "C" inondabili per eventi di piena con tempo di ritorno di 500 anni in fascia C.
La normativa per i piani di bacino del territorio della Provincia di Savona (Decreto del Direttore Generale n. 176 del 25/06/2018) specificano all' Art. 15 - Fasce di inondabilità

comma 4 che "….è consentito ogni tipo di intervento purché realizzato con tipologie costruttive finalizzate alla riduzione della vulnerabilità delle opere e, quindi, del rischio per la pubblica incolumità, e coerenti con le azioni e misure di protezione civile previste dal presente Piano e dai piani di protezione civile comunali…).

Complessivamente si può, quindi, ritenere che le trasformazioni urbanistiche proposte nella variante di PRG risultino conformi e compatibili rispetto alla pianificazione di bacino della DdDG n.176 del 25/06/2018.

CARTA SUSCETTIVITA' AL DISSESTO DEI VERSANTI



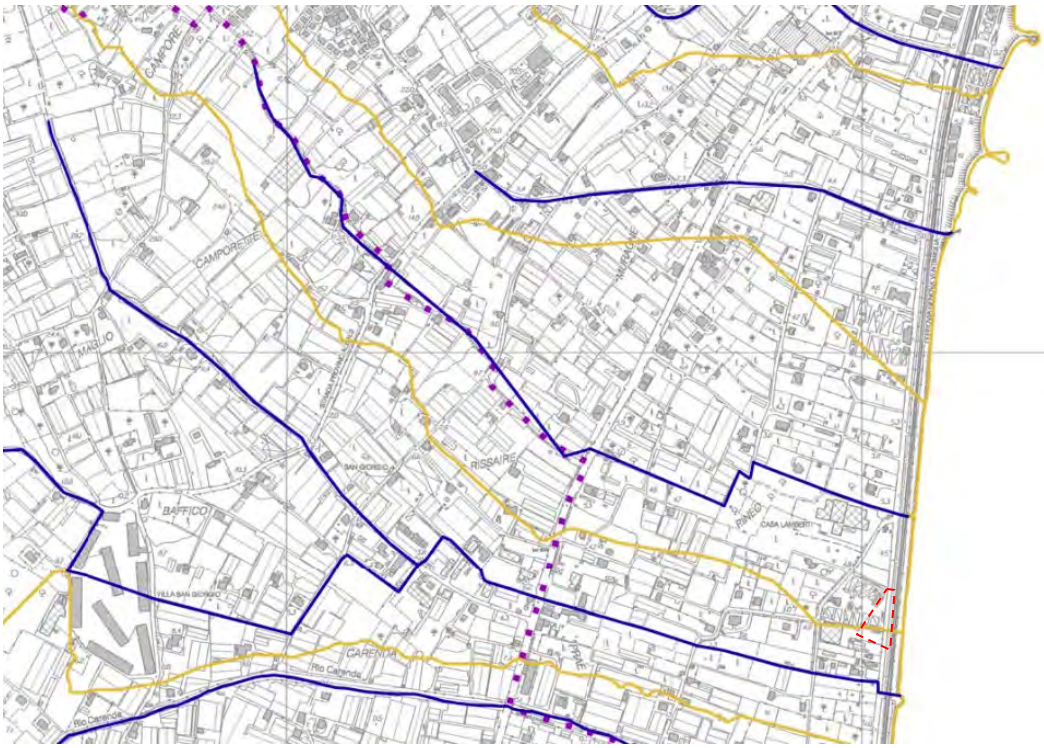
Pg0

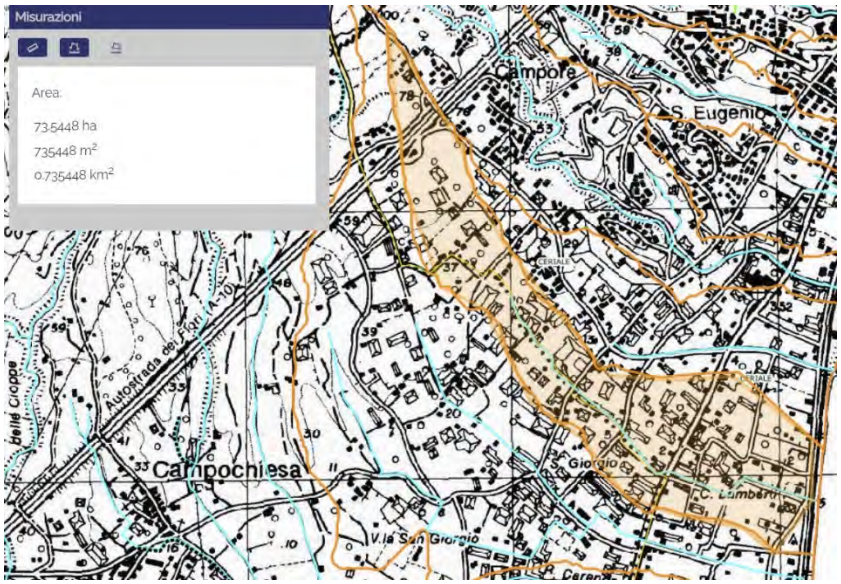
CARTA DELLE FASCE DI INONDABILITA’



Fascia C (cinquecentennale)

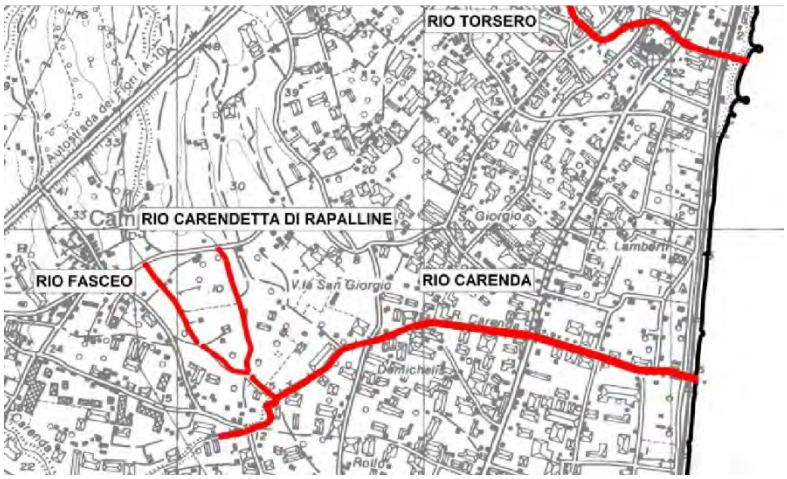
CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO E BACINI IDROGRAFICI DGR N.507/2019





Bacino idrografico canale inferiore a 1 kmq

CARTA DEI TRATTI D'ALVEO INDAGATI



DISTANZE ACQUE (>40m)



8. ANALISI DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE

Si elenca di seguito tutto quanto può essere un utile riferimento decisionale per il progettista:

Scenario di pericolosità	Presenza nella cartografia ufficiale e/o dati bibliografici	Quadro di pericolosità attuale	Grado di pericolosità potenziale	Note
Frane e movimenti di versante	si	assente	assente	Il sito si localizza in un'area pianeggiante dove non sono osservabili dissesti e/o frane. Il Piano di Bacino stralcio del rischio idrogeologico indica la zona a suscettività al dissesto "molto bassa" .
Crolli di massi	no	assente	assente	Fenomeni non segnalati. Area pianeggiante.
Esondazioni	sì	media	media	Sito posto in ambito di pianura fortemente antropizzato, interno alla perimetrazione delle fasce d'inondabilità riportate nel piano di bacino del Rio Carenda (fascia C).
Erosione concentrata	no	bassa	bassa	La regimazione delle acque superficiali è affidata alle fognature delle acque bianche preesistenti cui si andrà ad allacciare la nuova rete di smaltimento.
Cavità	no	assente	assente	Area non perimetrata in zona carsica
Subsidenza	no	basso	basso	Fenomeni non segnalati.
Scavi e sbancamenti e fondazioni	-	-	medio	Gli scavi dovranno essere eseguiti con cautele e idonee procedure operative da definire nelle fasi progettuali successive. In particolare per gli scavi sottofalda sono necessarie idonee opere provvisionali di sostegno (jet-grouting o tecniche analoghe) dei fronti per la presenza di acqua nel sottosuolo (a circa -2m dal p.c) e terreni granulari a diversa granulometria con prevalenza di quelli sabbiosi-ghiaiosi
Liquefazione	si	Medio/basso	Medio/basso	Dalla correlazione del sondaggio eseguito corredato da prove SPT è emerso un giudizio di rischio di liquefazione "basso" e una suscettività alla liquefazione "incerta".
Faglie attive Rischio attivazione	No nelle immediate vicinanze	assente	assente	Non sono segnalate faglie attive in prossimità del sito.
Faglie capaci Rischio attivazione	No nelle immediate vicinanze	assente	assente	Non sono segnalate faglie capaci in corrispondenza del sito (da ITHACA - CATALOGO DELLE FAGLIE CAPACI ISPRA-Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia).
Sismica	Zona 3	Medio	Medio	MEDIO (sulla base della sismicità storica dell'area e della strutturazione sismo genetiche della zona del ponente savonese e in relazione alla zonizzazione 3 ai sensi dell'Opcm 3519/06 e della Dgr. n. 216/2017) Area caratterizzata da possibili forti terremoti ma rari.

9. CONCLUSIONI

La variante locale al PRG vigente si localizza nella pianura costiera di Ceriale a circa 50 metri dalla linea di costa e risulta posto in un contesto di tipo “AP” cioè in terreni interamente di pianura (Cir.Reg. n°004551 del 12/12/1989).

L’evoluzione geologica della Piana di Albenga ha origine nel Pliocene inferiore con i sedimenti che poggiano sul substrato roccioso pre-pliocenico deformato da sistemi di faglie da riferirsi ad una ripresa della dinamica distensiva del bacino del Mar Ligure e quindi da successive fasi sollevamento sia di età tardo pliocenica sia quaternaria. Le depressioni vennero progressivamente poi colmate dai sedimenti depositati progressivamente dai vari corsi d’acqua della piana fino ai giorni nostri.

A partire dal 1800 si può ritenere che la linea di costa sia relativamente stabile e nella pianura retrostante diventa predominante l’azione antropica.

La piana costiera albenganese sul suo lato di settentrionale (nel comune di Ceriale) è interessata da sedimenti riferibili al pleistocene e all'olocene che nella zona litoranea sono costituiti dalle alluvioni sub-attuali oloceniche e dai depositi di spiaggia ad essi correlati.

Dal punto di vista geomorfologico non sono note le criticità in assenza di frane o forme di dissesto particolari.

A riguardo della stratigrafia del sottosuolo è stato possibile delinearne la configurazione a seguito delle indagini in sito svolte e alle correlazioni con dati preesistenti da studi precedenti in zone limitrofe.

Dal punto di vista sismico l’area ricade in un comune classificato in zona 3 ed è stato inquadrato nella presente relazione il comportamento dei terreni in prospettiva sismica e in merito al rischio di liquefazione.

La pianificazione di bacino (Rio Carenda) individua per il sito una suscettività al dissesto molto bassa (PG 0) mentre siamo in buona parte del lotto della presenza di fascia inondabile “C” con tempi di ritorno 500-ennali (laddove “… è consentito ogni

tipo di intervento …" seppur condizionato alla predisposizione di specifici accorgimenti tecnici e di informazione).

Tutto ciò detto lo scrivente dott. Geol. Flavio Saglietto, iscritto all'albo regionale dei Geologi della Liguria al n.116, dichiara le previsioni di trasformazione proposte nel presente variante locale al PRG sono compatibili con le condizioni geologiche, geomorfologiche e sismiche del territorio interessato ai sensi della normativa vigente in materia ed in particolare in relazione ai contenuti dell'art.89 del DPR 380/2001.

Borgio Verezzi: Gennaio 2022

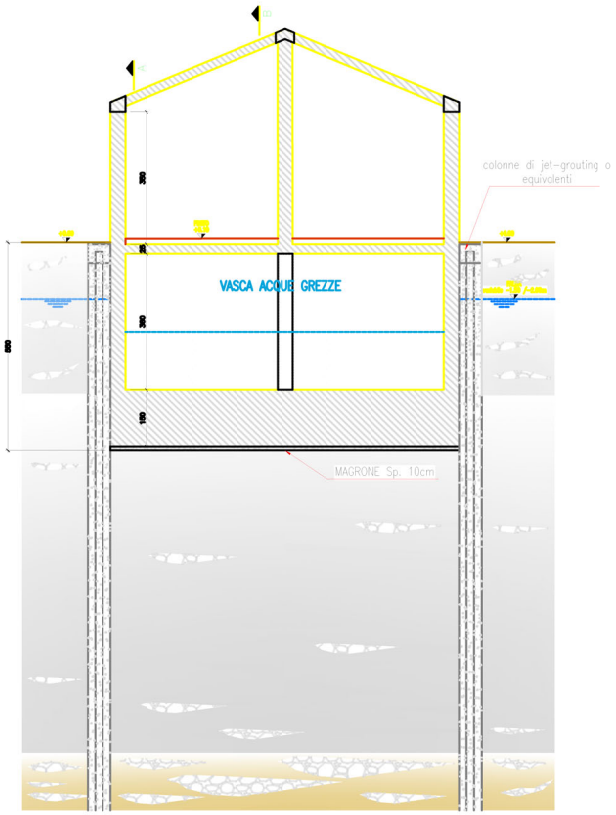
il tecnico

Dott. Geol. Flavio Saglietto(*)

(*) Il documento è firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/2005 s.m.i. e norme collegate e sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa.

SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA

(da SEZIONE C–C)



Sabbie debolmente limose con ghiaia eterometrica

Sabbie limose a debolmente argillose di colore grigio o grigio–marrone a tratti compatte

Ghiaie sabbiose con limo argilloso, compatte, di colore marrone rosato.

INDAGINI GEOFISICHE
ESEGUITE IN VIA CARENDA
COMUNE DI CERIALE



Committente: Merano SpA

18/10/2021

1. Premessa **pag. 3**

2. Descrizione del metodo ReMi **pag. 3**

2.1 Acquisizione ed elaborazione per entrambi i metodi **pag. 4**

2.2 Risultati **pag. 5**

1. Premessa

Nel mese di ottobre 2021 è stata eseguita, nel Comune Ceriale in Via Carenda presso ex cantieri Sciallino un'indagine sismica, realizzata tramite un profilo di tipo Re.Mi, indagine basata sulle onde di Rayleigh al fine di determinare la Velocità delle onde S (onde di taglio) equivalente.

2. Descrizione del metodo ReMi

Il metodo d'indagine sismica passiva denominato ReMi (Refraction Microtremor), si basa sulle particolari leggi fisico-matematiche, che governano la propagazione delle onde sismiche superficiali, in mezzi stratificati (monodimensionali o 1-D) Ciò che tale metodo analizza è la dispersione delle onde di superficie che vengono prodotte da sorgenti di cui non si sa la provenienza ad esempio il traffico urbano attività varie ecc… In tali condizioni, sia le onde di Love sia le onde di Rayleigh, hanno carattere dispersivo: si ha una forte dipendenza della velocità di propagazione (V_R per le onde di Rayleigh e V_R per le onde di Love) dalla frequenza del moto sismico. In ipotesi di mezzo stratificato, le caratteristiche della "curva di dispersione" $V_R = V_R(f)$ sono strettamente collegate alle caratteristiche stratigrafiche dell'area indagata: la struttura della curva di dispersione dipende quasi esclusivamente dal profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio $Vs = Vs(z)$. Ad esempio, nel caso di un aumento di velocità di propagazione delle onde di taglio con la profondità, la curva di dispersione assume un andamento caratteristico, evidenziando bassi valori di velocità di propagazione delle onde di Rayleigh in corrispondenza di alte frequenze mentre mostrano alti valori di velocità in corrispondenza di basse frequenze. La totalità dei metodi d'indagine sismologica basati sull'analisi delle onde superficiali, sia essi passivi sia attivi, prevedono specifiche tecniche d'acquisizione dei segnali sismici, identificazione delle onde superficiali, stima della curva di dispersione ed inversione o modeling di questa ultima, al fine di ottenere il Profilo Vs.

L'analisi sperimentale dei microtremori ha, infatti, evidenziato che il rumore sismico presente nell'ambiente possiede, in genere, caratteristiche spettrali particolarmente adatte all'esplorazione del primo sottosuolo (significativa densità di energia nella banda 3 – 25 Hz).

Nel metodo attivo MASW a differenza del metodo chiamato ReMi, si utilizza una sorgente puntuale a geometria nota.

L'acquisizione dei dati per prospezioni MASW è simile a quella utilizzata per la realizzazione del profilo ReMi o a rigrazione; si utilizza infatti uno stendimento sismico lineare multicanale con geofoni verticali (4.5 Hz) e sorgente a impatto ortogonale (mazza o massa battente di varie dimensioni) per il rilievo delle onde di Rayleigh o a componente orizzontale e sorgente di taglio per le onde di Love.

2.1 Acquisizione ed elaborazione per entrambi i metodi

Strumentazione

- sismometro Abem Terraloc Mark 8 - 24 canali;
- 12 geofoni di frequenza caratteristica pari a 4.5 Hz;
- 1 cavi geofonico da 12 prese.

Le tracce sismiche sono state acquisite con g-spacing, di 3 m lunghezza totale dello stendimento 33.

Nell'indagine ReMi il segnale sismico è stato acquisito con passo di campionamento di 2 ms e con numero di campioni di 16384, tali parametri hanno consentito di registrare segnali sismici di lunghezza pari a 32768 ms.

Le principali fasi di "processing" possono essere riassunti nei seguenti punti:

- Pre-processing dei records del segnale sismico (analisi delle caratteristiche medie del "noise", per verificarne la qualità sia in termini di stazionarietà spazio-temporale e sia in termini di coerenza spettrale) che consente di individuare il range di frequenze ottimale (2.5 – 25 Hz) da utilizzare nelle fasi successive di elaborazione.

- Trasformazione dei records secondo due passaggi successivi. In primo luogo è stata operata la trasformazione dal dominio T-X (tempo – distanza) al dominio tau-p (tempo intercetta -"slowness" o reciproco della velocità apparente) e successivamente dal dominio tau-p al dominio f-p (frequenza - 1/V) p-f Image (un'elaborazione statistica di tutti i records di tipo p-f ed una procedura di normalizzazione hanno consentito di ottenere il diagramma indicato come p-f image).

- picking della curva di dispersione, è associato ad un certo numero di punti uno o più rapporti 1/V per alcune frequenze.

Nell'immagine "1/V-frequency" (p-f) (spettro di potenza normalizzato in funzione della frequenza f e del parametro p), sono messi in evidenza gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase, che una potenza significativa ed è possibile un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh, che hanno carattere dispersivo, da quelle associabili ad altri tipi di onde (onde di Rayleigh di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente).

La curva di dispersione $V_R = V_R(f)$ è stata utilizzata per stimare il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio, adottando una metodologia di modeling diretto (Saito 1984), che consente di ottenere, attraverso approssimazioni successive ("trial and error"), una funzione $Vs = Vs(z)$, tale da minimizzare il misfit tra la curva di dispersione teorica e curva di dispersione osservata.

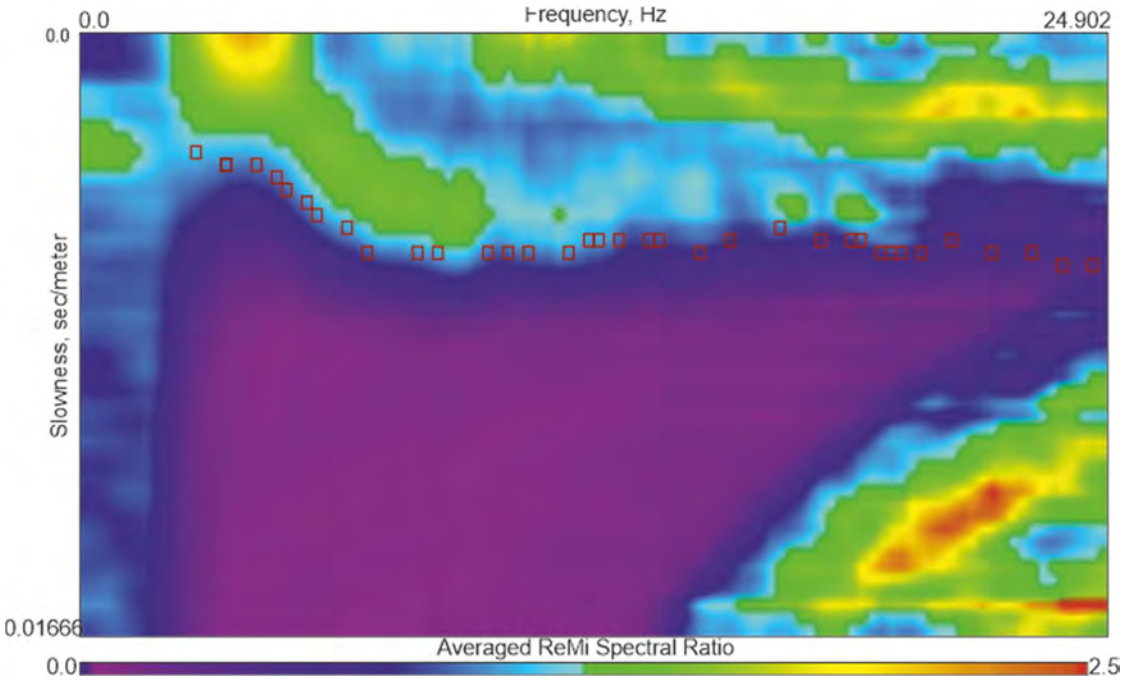
2.2 Risultati

Per ogni indagine di tipo ReMi verranno di seguito riportati:

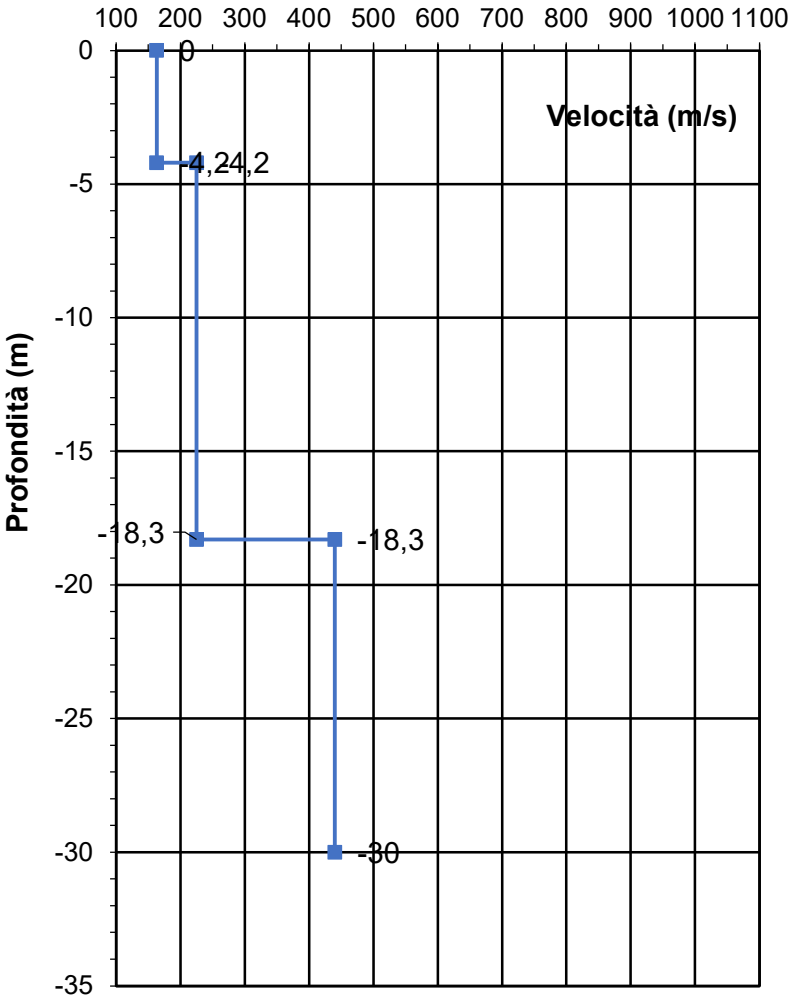
a) Rappresentazione in scala cromatica dello spettro di potenza “p-f Image” utilizzato per fare il “picking” della curva di dispersione sperimentale.

b) Profilo di Velocità Vs

Profilo ReMi



	ReMi	
strato	**Profondità (m)**	**Vs (m/s)**
1	0	163
1	-4,2	163
2	-4,2	225
2	-18,3	225
3	-18,3	440
3	-30	440



Decreto del 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni

Categoria 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.

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.

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

Categoria D
Depositi 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 m/s e 180 m/s.

Categoria 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 30m.

Per velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione, secondo la relazione:

$$Vs,eq = \frac{H}{\sum_{strato=1}^{N} \frac{h(strato)}{Vs(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore h(strato) e dalla velocità delle onde S Vs(strato). Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.
Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio Vs,eq è definita dal parametro Vs30 , ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Dati ReMi	**Profilo**
Numero di strati	3
Profondità piano di posa	0,00 m

Profondità complessiva	**30**	**m**
Vs, eq	**262**	**m/s**
Categoria del suolo	**C**	

CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO C in base al Decreto del 17 gennaio 2018 NTC

21/10/2021

Eseguito Per **Geofisica e Ambiente srls**
Geol. Laura Spalluto



GEOFISICA
E AMBIENTE

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E FONDAZIONI SPECIALI

SONDAGGI GEOGNOSTICI ESEGUITI IN VIA CARENDA COMUNE DI CERIALE



Committente: F.LLI MERANO SpA
Via Lucinasco 2
18027 Chiusavecchia (Im)
c.f./p.IVA 01250510086

20/10/2021

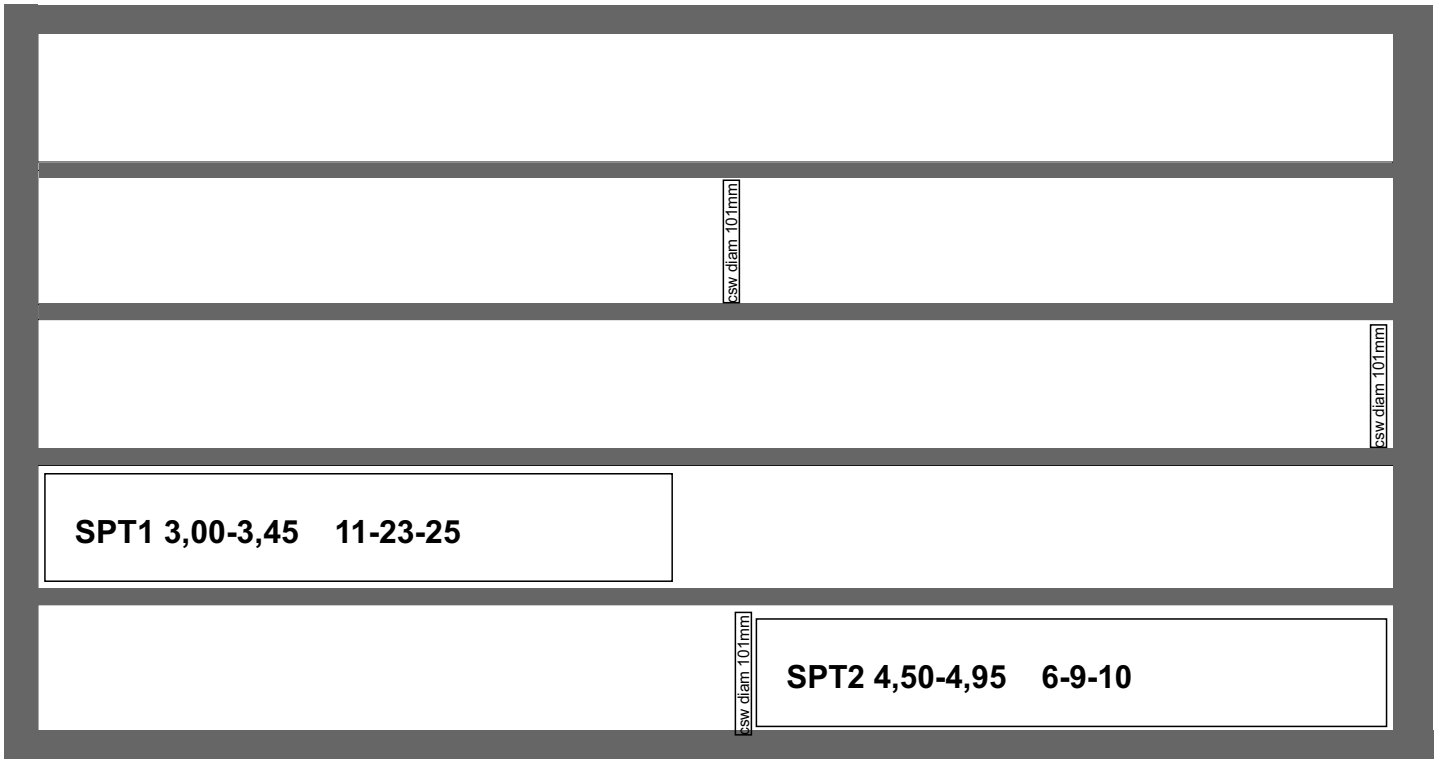
Geofisica e Ambiente srls Cascina Mimia inf 56 sub 2 presso civ. 49 – Tagliolo Monferrato (Al) - P.I. 02588190062 - Tel. 3482658650-649
lauraspalluto@geofisicaeambiente.com - giovannibaudoino@geofisicaeambiente.com - geofisicaeambientesrls@gmail.com

GEOFISICA
E AMBIENTE

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E FONDAZIONI SPECIALI



Sondaggio S1C1 Cassetta da 0,00 a 5,00 m



0,00 mt 1,00 mt

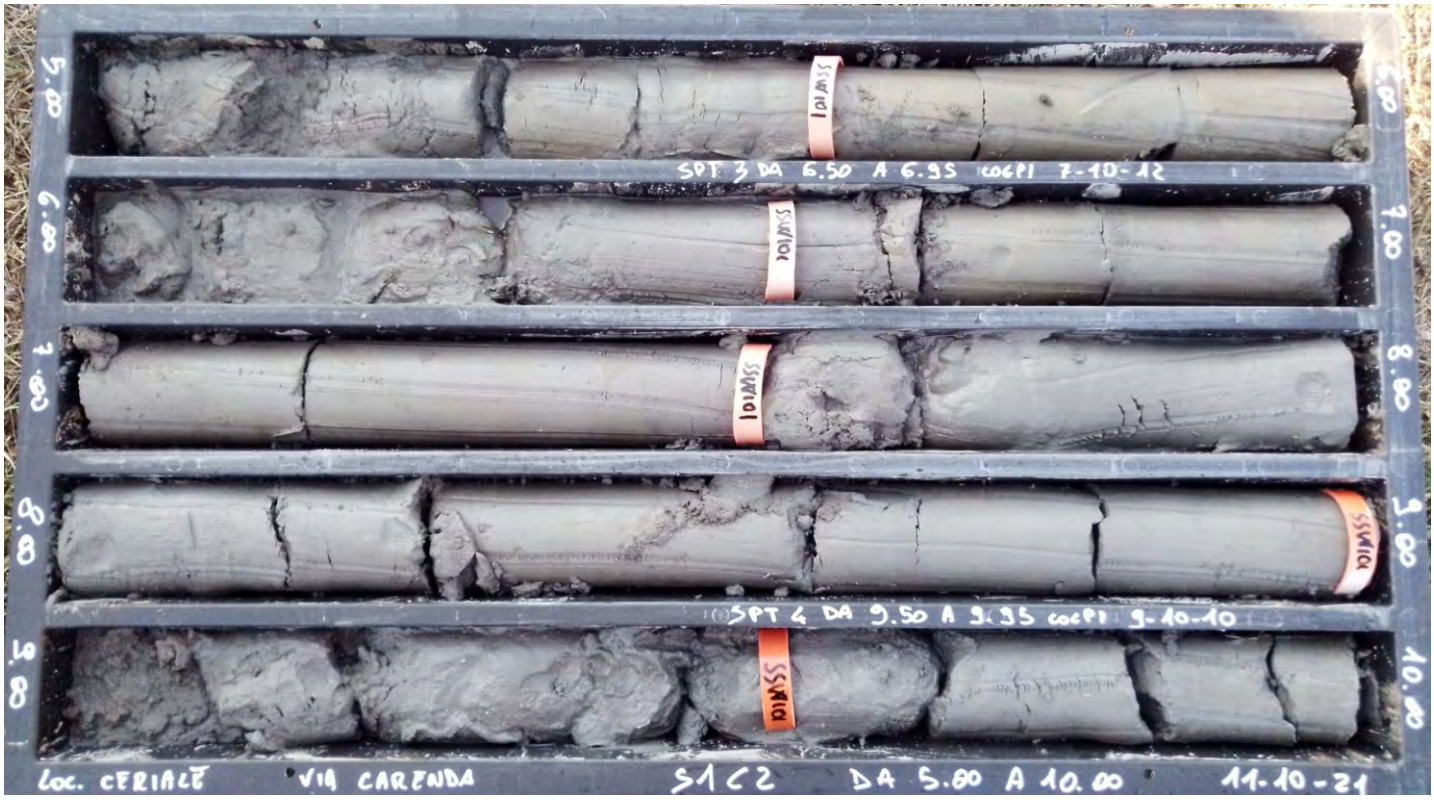
MANOVRE
T6D diam 101mm Carotiere doppio corona diamante
csw diam 101mm Carotiere semplice corona widia
Rivw diam127mm Rivestimento corona widia

Spezzoni di carota validi per RQD

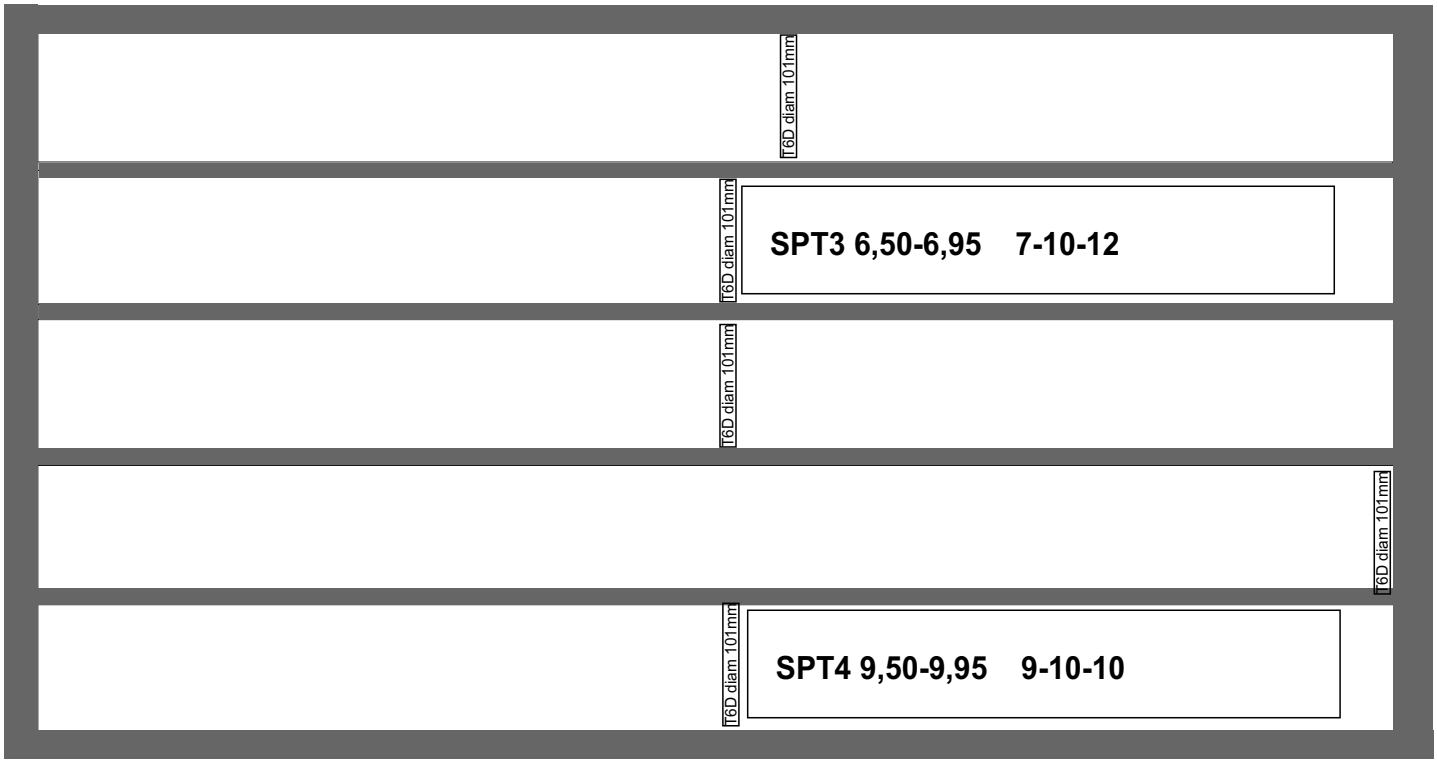
Geofisica e Ambiente srls Cascina Mimia inf 56 sub 2 presso civ. 49 – Tagliolo Monferrato (Al) - P.I. 02588190062 - Tel. 3482658650-649
lauraspalluto@geofisicaeambiente.com - giovannibaudoino@geofisicaeambiente.com - geofisicaeambientesrls@gmail.com

GEOFISICA
E AMBIENTE

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E FONDAZIONI SPECIALI



Sondaggio S1C2 Cassetta da 5,00 a 10,00 m



0,00 mt 1,00 mt

MANOVRE
T6D diam 101mm Carotiere doppio corona diamante
csw diam 101mm Carotiere semplice corona widia
Rivw diam127mm Rivestimento corona widia

Spezzoni di carota validi per RQD

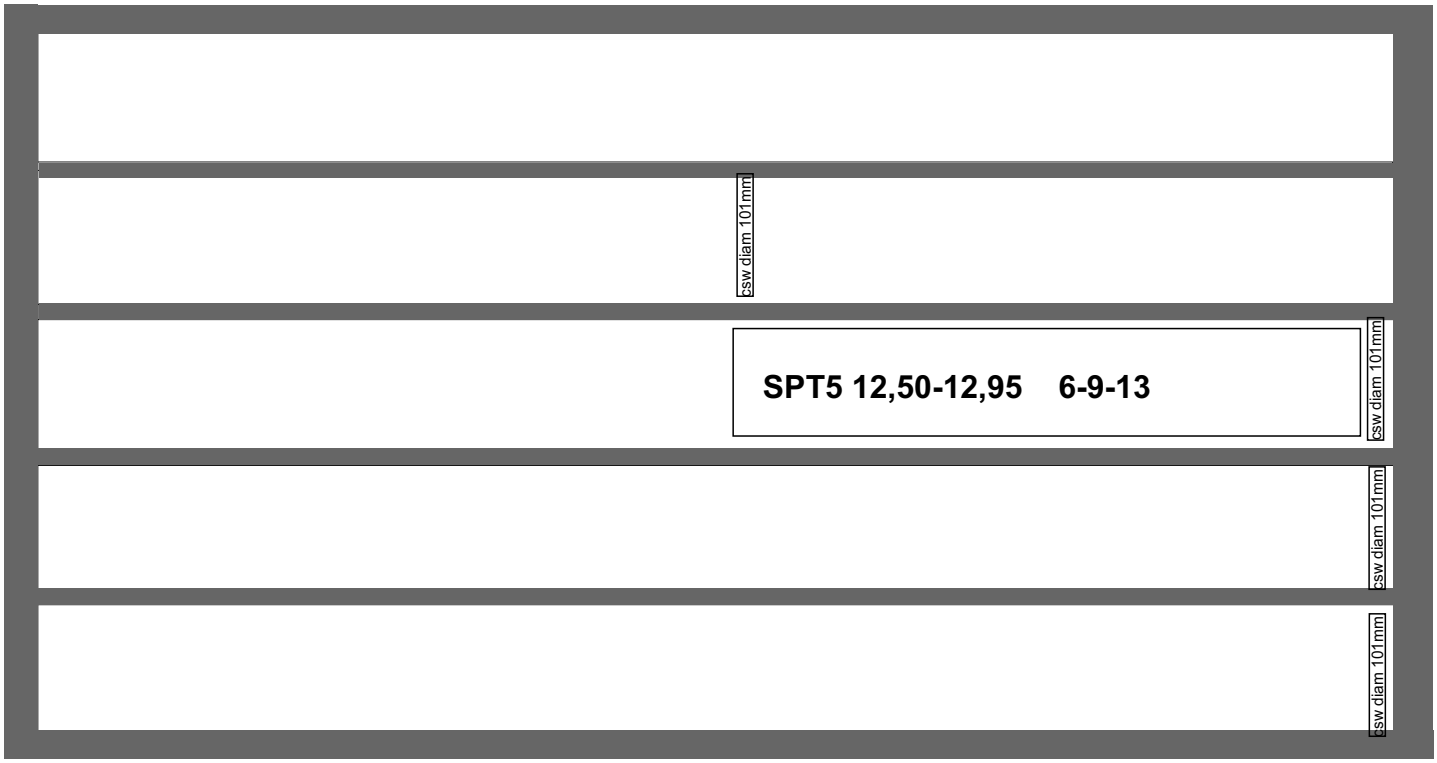
Geofisica e Ambiente srls Cascina Mimia inf 56 sub 2 presso civ. 49 – Tagliolo Monferrato (Al) - P.I. 02588190062 - Tel. 3482658650-649
lauraspalluto@geofisicaeambiente.com - giovannibaudoino@geofisicaeambiente.com - geofisicaeambientesrls@gmail.com

GEOFISICA
E AMBIENTE

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E FONDAZIONI SPECIALI



Sondaggio S1C3 Cassetta da 10,00 a 15,00 m



0,00 mt 1,00 mt

MANOVRE
T6D diam 101mm Carotiere doppio corona diamante
csw diam 101mm Carotiere semplice corona widia
Rivw diam127mm Rivestimento corona widia

Spezzoni di carota validi per RQD

Geofisica e Ambiente srls Cascina Mimia inf 56 sub 2 presso civ. 49 – Tagliolo Monferrato (Al) - P.I. 02588190062 - Tel. 3482658650-649
lauraspalluto@geofisicaeambiente.com - giovannibaudoino@geofisicaeambiente.com - geofisicaeambientesrls@gmail.com

GEOFISICA E AMBIENTE

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E FONDAZIONI SPECIALI

Committente	F.lli Merano spa
Cantiere	Via Carenda
Località	Comune Ceriale
Data Inizio	11/10/2021
Data Fine	11/10/2021

SONDAGGIO	FOGLIO
S1	1

GEOLOGO
Laura Spalluto

Scala 1:50	Rivestimento	carotiere	manovre	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Prova S.P.T.
0.5 – 3.5		101	CSW			SABBIA LIMOSA ARGILLOSA CON GHIAIA E QUALCHE CIOTTOLO, COLORE MARRONE.	3.00 **11-23-25** 3.45
4.0 – 4.5		101	CSW	4.50		SABBIA LIMOSA A TRATTI COMPATTA, COLORE MARRONE.	4.50 **6-9-10** 4.95
5.0 – 6.5		101	CSW				6.50 **7-10-12** 6.95
7.0 – 8.5	127	101	CSW				
9.0 – 9.5		101	CSW				9.50 **9-10-10** 9.95
10.0 – 10.5		101	CSW	10.00		SABBIA LIMOSA COMPATTA, COLORE GRIGIO DA 13.00 A 13.50 m COLORE GRIGIO MARRONE.	
11.0 – 12.5		101	CSW				12.50 **6-9-13** 12.95
13.0 – 13.5		101	CSW	13.50		GHIAIA SABBIOSA CON LIMO ARGILLOSO, COMPATTA, COLORE MARRONE ROSATO.	
14.0 – 15.0		101	CSW	15.00			