

**Richiedente :**

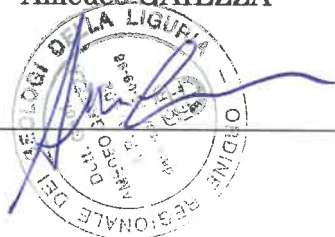
**PFM s.r.l.**

**Lavoro :**

**Intervento di ristrutturazione edilizia dello stabilimento  
di produzione pellet sito in loc. Crosa n. 4  
con realizzazione spazi coperti pertinenziali per  
carico / scarico materie prime**

**COMUNE di MALLARE  
PROVINCIA di SAVONA**

## RELAZIONE GEOLOGICA

| Data emissione | Revisione | Note  | Tecnico  |
|----------------|-----------|-------|--|
| AGOSTO<br>2019 | -----     | ----- | Dott. Geologo<br>Amedeo GAIEZZA<br> |

**Elaborati:**

*Tav. 1: - Cartografia geologico tematica*

*Tav. 2: - Elaborati geologico progettuali*

**Dott. Geologo Amedeo Gaiezza**



Studio: Via Roma n. 96 - 17014 Cairo Montenotte (SV)

C.F.: GZZMDA72S16I138D / P.IVA: 01191020096 – GaiezzaAmedeo@libero.it

## 1. OGGETTO PERIZIA

La PFM Pellet s.r.l. ha incaricato lo scrivente di redigere una relazione geologico-tecnica, in merito al progetto per interventi di ristrutturazione edilizia dello stabilimento di produzione pellet sito in Località Crosa n. 4, con realizzazione di uno spazio coperto pertinenziale da destinare al carico/scarico delle materie prime. L'insediamento produttivo risulta individuato al N.C.T. con il Foglio 14 Mappale 77 al N.C.E.U. Foglio 14 Mappale 77 in zona D delle N.T.A. del P.R.G. vigente, area a destinazione produttiva industriali/artigianali.

Nello specifico, come si evince dagli elaborati progettuali e dalla relazione tecnica Ing. Bagnasco Paolo cui si rimanda per ogni dettaglio, al fine di ottimizzare la produzione si rende necessaria la creazione di spazi coperti (tettoie aventi una superficie coperta di mq. 510,23) in grado di consentire la manovra di mezzi atti al carico/scarico spostamento delle materie prime (planimetria progettuale in Tav. 1). L'intervento sarà realizzato con struttura in acciaio. I pluviali saranno collegati alla rete delle acque bianche esistenti, il piazzale sarà mantenuto in asfalto.

Lo studio geologico in essere, in relazione al volume significativo del terreno indagato e all'interazione di questo con le opere a progetto è volto a (cfr. § 3.2.2 - NTC/2018):

- definizione del modello geologico concettuale di riferimento mediante ricostruzione stratigrafica dei principali profili progettuali tramite campagna di indagini geognostiche
- caratterizzazione geotecnica delle principali Unità Geologico-Litotecniche discriminate nel volume significativo e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo
- fornire classificazione sismica del sito
- elaborare sezioni geologiche progettuali significative e di riferimento per le verifiche ingegneristiche e geotecniche e la stima della stabilità globale a supporto e sostegno al modello progettuale finale di sistemazione
- fornire consulenza in materia di corretta gestione terre e rocce da scavo
- fornire indicazioni tecnico esecutive relative alla sistemazione idrogeologica superficiale
- supportare con indicazioni esecutive e valutazioni geologico tecniche le ipotesi progettuali d'intervento

A tal fine, in ragione altresì e del contesto geologico omogeneo e topografico pianeggiante, nonché della tipologia d'intervento modesta in ambito di sito industriale privo di rischi specifici geotecnici, si sono utilizzati i dati geognostico stratigrafici ricavati previo campagna d'indagini, articolata su:

- n. 1 prova penetrometrica medio leggera tipo DPM
- n. 1 indagine HVSR con tomografo per una corretta classificazione sismica del sito

eseguita dallo scrivente nell'Ottobre 2017 per conto PFM s.r.l. a corredo progetto Ing. Bazzano:

*"Relazione geologica per progetto costruzione di un muro divisorio e sostegno presso il magazzino pellet sito all'interna dell'area artigianale di Via Crosa, in Comune di Mallare (SV)"*

Come si evince dalla planimetria progettuale in Tav. 1, le indagini eseguite ricadono nell'area oggetto della presente.

### **Normativa geologico tecnica di riferimento:**

- D.M. 11/03/88
- nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 approvate con il D.M. 14/01/2008, nonché con riguardo alla Circolare n. 617 del 02/02/09 (G.U. n. 47 del 26/02/09 – Suppl. Ord. N. 27 "Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14/01/08)
- Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17/01/2018 (G.U. n. 42 del 20/02/18 – Suppl. Ord. N. 8)
- O.P.C.M. n. 3274 /2003 e s.m.i. (G.U. n. 105 del 08/05/2003) "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica";
- O.P.C.M. n. 3519 /2006 del 28/04/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento delle medesime zone"
- D.G.R. n. 216 del 17/03/2017 "Aggiornamento classificazione Sismica del territorio della Regione Liguria"
- norme del P.R.G. comunale vigente
- normativa vigente D.M. 161/2012 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo" (G.U. n. 221 del 21/9/2012) e art. 185 comma 1 D. LGS. 152/2006.
- D.P.R. 120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164."
- norme di attuazione generali del PAI – Piano Stralcio per assetto Idrogeologico per le aree che ricadono sotto il controllo dell'autorità di Bacino del Fiume Po / L. n. 83 del 18/05/1989 art. 17 comma 6/ter
- Regolamento Regionale n. 3 del 14/07/2011 "Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua"
- norme di attuazione generali del PAI – Piano Stralcio per assetto Idrogeologico per le aree che ricadono sotto il controllo dell'autorità di Bacino del Fiume Po / L. n. 83 del 18/05/1989 art. 17 comma 6/ter

- DGR 1064 del 14 dicembre 2018 "Disciplina di tutela per i bacini padani ricadenti in Provincia di Savona e Imperia / L.R. 41/2014 art. 33 c.6 / Norme di Attuazione PAI Fiume Po art. 58

E' stata altresì consultata la cartografia ufficiale tematica quale:

- Carta Geologica d'Italia Fg. n. 92-93 "Albenga - Savona"
- Carta Geologica Fg. 228 Cairo Montenotte – Progetto CARG
- Cartografia relativa all'Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani (IFFI) tramite portale informatico aggiornato autorizzato dalla Regione Liguria

## 2. MODELLO GEOLOGICO - IDROGEOLOGICO

### Geologia - Geomorfologia

L'area in studio costituisce ampio terrazzo alluvionale di I° ordine a morfologia tabulare, in area caratterizzata da insediamento artigianale industriale storico, esteso ad una quota media di circa 440 m slmm. e sviluppato in destra orografica rispetto alla Bormida di Mallare e al suo tributario destro Rio Bocchino che incide lungo il perimetro Sud della proprietà.

La zona è caratterizzata da livellamenti antropici e/o rimaneggiamenti superficiali a modellare antichi sedimenti alluvionali di età olocenica, siglati CMT 3, appartenenti al sub sistema di Rocchetta Cairo, depositi per fasi cicliche in discordanza su un substrato metamorfico che, rifacendosi al Foglio 92-93- Albenga - Savona, della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100000, è noto come "Scisti di Gorra", datati Permico medio – Carbonifero Superiore.



BACINO DEL FIUME BORMIDA

#### SISTEMA DI CAIRO MONTENOTTE Subsistema di Rocchetta Cairo



CMT<sub>3</sub>

Depositi essenzialmente ghiaiosi, solitamente a tessitura ciasto-sostenuta, localmente contenenti rilevanti quantità di matrice sabbiosa e clasti di dimensioni anche pluridecimetriche. Alterazione pressoché nulla (2.5 Y). Costituiscono l'attuale fascia di esondazione delle Bormide e dei loro principali affluenti nonché le basse superfici terrazzate sospese a non più di 6-8 m dall'alveo, esondabili in caso di piena eccezionale (depositi fluviali).

**OLOCENE - ATTUALE**

Estratto Carta geologica CARG Fg. 228 - Cairo Montenotte

In sintesi la stratigrafia tipo ricavata attraverso l'interpolazione di tutti i dati geognostici diretti e indiretti locali evidenzia:

- Orizzonte R: materiali sciolti di rimaneggiamento ad assetto indifferenziato costituiti principalmente da depositi alluvionali fini, limoso sabbiosi loc. argillosi con subordinata ghiaia rimaneggiati e/o misti a riporti vari tipo tout venant per piazzali e sottofondo aree di manovra (da verificare in corso d'opera scavi esecutivi)
- Orizzonte A: depositi alluvionali medio-fini, caratterizzati da sabbia limosa con ghiaia e ciottoli in percentuale subordinata e variabile
- Orizzonte B: depositi alluvionali medio grossolani, ad assetto caotico ed elevato addensamento, assimilabile ad una ghiaia ciottolosa con matrice sabbioso-limosa subordinata.

- Substrato costituito da quarzoscisti e scisti gneissici. Non affiora nell'area in esame, sepolto sotto circa 7/8 m di materasso alluvionale. (Dati indiretti ricavati da indagine HVSR e picco max di frequenza a 19.8 Hz)

### Idrogeologia

L'idrogeologia superficiale macro-locale della zona è controllata dal Fiume Bormida di Mallare e dal suo Tributario destro Rio Bocchino che incidono, per distanza e dislivello, con potenziale interferenza diretta con l'area in esame (vedi oltre analisi rischio DGR 1064/2018).

Dal punto di vista idrogeologico, i materiali sciolti alluvionali, compresi i livelli superficiali rimaneggiati e/o misti a riporti vari eterogenei e discontinui, sono caratterizzati da permeabilità variabili di tipo primario per porosità.

Nello specifico:

- i materiali sciolti di copertura riporto e i depositi alluvionali medio grossolani B: permeabilità medio-elevata
- le alluvioni medio-fini (A): permeabilità medio-bassa

Le indagini condotte non hanno evidenziato la presenza della falda freatica a livello di volume geologico significativo; la presenza della stessa può però ragionevolmente ipotizzarsi a profondità inferiori a quelle indagate, in virtù dell'umidità rilevata nei depositi alluvionali grossolani, indotta e causata da fenomeni di risalita intraparticellare per capillarità in concomitanza con eventi pluviometrici intensi e prolungati/persistenti.

### Rischio e pericolo geologico -idrogeologico

In ragione della morfologia pianeggiante, il rilevamento di dettaglio, in accordo con gli elementi tematici riportati sulla cartografia P.A.I., nonché con quelli estrapolati dal portale web dell'inventario dei Fenomeni Franosi Italiani – Regione Liguria, non ha evidenziato tracce e/o segni importanti, a scala macrolocale e puntuale, di fenomeni franosi in atto e/o contesti geomorfologici a rischio e suscettibili di ri-attivazione su larga scala, nonché relitta.

Nello specifico l'area non rientra né ricade all'interno di zone e settori caratterizzati da fenomeni franosi in stato di quiescenza o attivo. Il sito non è altresì interessato da pericolo valanghe o in zona di conoide attiva non protetta in evoluzione né si rilevano, nell'intorno di influenza diretta delle futuribili operazioni di sbancamento fondazionale previste, alcuna evidenza sorgentizia o di zone di ristagno superficiale.

Come da relazione tecnica progettuale, dal punto di vista dei vincoli l'area NON ricade in zona soggetta a vincolo idrogeologico di cui al R.D. 3267/1923

Relativamente al rischio idraulico, come da Studio delle Fasce Fluviali dei bacini dei fiumi Bormida di Spigno e Millesimo (dati Etatec S.r.l. / Provincia di Savona Fg. 228120/228080 – Mallare / Pallare), l'area si colloca entro la fascia a medio rischio (TR 200 anni – pericolosità Em) secondo cartografia di cui alla D.G.R. 1657/2011, nonché in area a pericolosità idrauliche medie (poco frequenti) come da estratto Regione Liguria / PAI.

In merito al rischio idraulico viene quindi consultata la "Cartografia della Pericolosità Idraulica" elaborata ai sensi del D.G.R. 1064/2018, e realizzata in conformità alla Direttiva europea 2007/60/CE e al d.lgs. 49/2010, circa il Piano di gestione del rischio di alluvione -PGRA del distretto padano, (D.P.C.M. 27/10/2016), nonché al D.P.C.M. 22/02/2018 con il quale è stata approvata la variante al Piano di Bacino stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI) del f. Po riguardante l'aggiornamento delle Norme di Attuazione del PAI finalizzato a recepire nel PAI stesso le aree a pericolosità idraulica perimetrate nell'ambito del PGRA.

Nei territori della Provincia di Savona, infatti, ad oggi le aree inondabili a dati tempi di ritorno recepite nel PGRA, derivanti da studi idraulici redatti nel tempo dalle Province su finanziamento regionale, i cui esiti sono da tempo noti ai Comuni interessati, non risultano oggetto di una adeguata copertura normativa, in quanto, salvo limitati casi, non sono state recepite dai Comuni nei loro strumenti urbanistici, né in altro strumento di pianificazione sovracomunale.

La mappa della pericolosità idraulica di cui DGR. 1064/2018, pertanto, costituisce disciplina di tutela sulle aree a pericolosità idraulica, ed è da applicarsi in regime di salvaguardia già all'atto dell'adozione anche ai sensi dell'art. 33, c. 6, della l.r.41/2014.

A tale riguardo, la Tavola esaminata è la n. 10 Pallare (cfr. Tav. 1), dalla quale si evince che il sito in esame ricade a cavallo tra aree in zona a pericolosità Pi1 Media e Pi2 Elevata (zona di diretto interesse progettuale).

A tale riguardo si rimanda alla relazione progettuale Ing. Bagnasco e alle verifiche idrauliche allegate e di supporto valutazione idoneità e fattibilità, dove si evidenzia l'assenza di ostacoli a eventuali laminazioni di esondazione ad opera delle tettoie aperte in progetto, amovibili.

Relativamente al grado di protezione dell'acquifero e alla sua vulnerabilità in ragione dell'intervento previsto, non sussistono particolari problematiche d'inquinamento e/o alterazione del regime piezometrico attuale. L'area non è, inoltre, in zona di salvaguardia di captazioni ad uso idropotabile e/o in zone ad elevata vulnerabilità degli acquiferi sfruttati né presenta fenomenologie attive o latenti carsiche.

I principali elementi di rischio sono, quindi, principalmente di tipo geotecnico-ambientale e riconducibili a:

- stabilità dei fronti di scavo temporanei in aderenza ai setti murari esistenti ed ai pilastri portanti capannone, ovvero possibile interferenza con fondazioni esistenti

- tollerabilità degli assestamenti del nuovo corpo in ampliamento in ragione della verifica di sicurezza sia agli SLU che agli SLE con riguardo alla portanza dei terreni ed agli assestamenti / cedimenti differenziali potenziali critici attesi.
- corretta gestione della terra e roccia da scavo prodotta

### 3. INDAGINE GEOGNOSTICA e MODELLO GEOTECNICO

In linea con quanto espressamente richiesto dalla normativa vigente (N.T.C. 6.2.2 2018), viene elaborato un modello geologico-geotecnico del volume significativo d'intervento, utilizzando le risultanze emerse dalla campagna di indagini geognostiche 2017 eseguita dallo scrivente a corredo progetto adiacente e contiguo a quello in essere. L'ubicazione delle indagini, n. 1 prova DPM e n. 1 HVSR per corretta classificazione sito è riportata in Tav. 1.

Di seguito sono riportate in quadri di sintesi, le principali risultanze emerse.

#### Prova DPM:

La prova penetrometrica realizzata è del tipo dinamica medio-leggera (DPM ISSMFE tipo "Emilia" - Cestari 1990) e consiste nell'infissione nel terreno di una batteria di aste con punta a sezione conica di area standard di 10 cm<sup>2</sup> a perdere, attraverso l'impatto di un maglio di 30 Kg a caduta ciclica continua (alimentazione a motore) con percussione sulla testa della batteria da un'altezza costante di 20 cm. Alla battuta consegue l'infissione delle aste nel terreno; il numero di colpi necessario per un avanzamento di 10 cm (N<sub>10</sub>), costituisce dato sperimentale riconducibile alla stratigrafia del terreno attraversato, nonché mediante correlazioni empiriche alla valutazione dei parametri di resistenza al taglio.

Realizzata in corrispondenza dello spigolo SW, nel piazzale antistante l'area d'intervento, in area priva di battuto cemento, ad indagare direttamente il terreno naturale alluvionale che costituirà, poi terreno fondazionale. Con riferimento agli orizzonti di cui al paragr. 2.1 e rimandando al diagramma di avanzamento oltre può sintetizzarsi:

- da p.c. a 1.6 m (orizzonte A): valore medio dell'indice N<sub>10</sub> pari a 19 colpi
- da 1.6. a 2.0 m (orizzonte B): valore medio dell'indice N<sub>10</sub> di 45 colpi

Alla profondità di 2.0 m si è interrotta la prova per rifiuto strumentale entro le alluvioni grossolane ghiaioso-ciottolose ad elevato addensamento. Nessuna traccia di falda rilevata; solo umidità generale.

Diagramma di avanzamento e documentazione fotografica in Tav. 2.

La trasformazione dei valori dell'indice N<sub>10</sub> in valore N<sub>spt</sub> si ricava adottando la relazione Vanelli/Benassi, 1983) per cui:

(terreni Fini)  $0.7 N_{spt} > N_{10} > 1.2 N_{spt}$  (terreni Granulari) per N<sub>10</sub> compreso tra 8 e 30.

Viene altresì eseguita, a favore di sicurezza, la correzione per l'energia di battitura con normalizzazione per effetto della tensione geostatica esistente secondo le relazioni:

$$N_{sptcorr} = N_{spt} \cdot 1.08 / \sigma_v^{0.5}$$

Si ricava:

$$N_{spt(A)} = 18 \text{ colpi}$$

$$N_{spt(B)} = 40 \text{ colpi}$$

#### Elaborazione statistica Dati Geognostici

In ragione delle evidenze geognostiche di cui sopra viene fornita una parametrizzazione geotecnica dei terreni, previo definizione delle principali e prevalenti caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche degli orizzonti relativi al volume geologico significativo e di interesse per le verifiche geotecniche.

Come si evince dalla sezione geologico progettuale in Tav. 2, con riferimento al volume significativo, il sito in esame è caratterizzato da un modello geotecnico costituito principalmente da un orizzonte di terreno rimaneggiato e/o misto a riporti (Orizz. R) di spessore medio indicativo pari a 0.5 m (da verificare in fase esecutiva), passante ad alluvioni medio fini tipo Orizz. A, con interfaccia in ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose medio grossolane (Orizz. B) a circa 1.5 m da p.c. attuale, in assenza di falda.

Per la caratterizzazione geotecnica si utilizzano i dati ricavati con l'indagine penetrometrica DPM eseguita, nonché ricavando e confrontando i valori medi di N<sub>spt</sub> mediante correlazioni inverse che utilizzano i valori di V<sub>s</sub> ricavati con l'indagine HVSR. Nello specifico si utilizzano le seguenti relazioni con metodo inverso:

- OHTA & GOTO (1978): il valore di  $V_s$  è valutato in funzione del numero di colpi, della profondità dal piano campagna, di un coefficiente  $f_n$  funzione dell'età geologica del deposito e di un coefficiente  $f_g$  funzione della granulometria.

| $f_n$ | Olocene (attuale) | Pleistocene (circa 1,8 Ma) |
|-------|-------------------|----------------------------|
|       | 1,0               | 1,303                      |

| $f_g$ | Ghiaie | Sabbie ghiaiose | Sabbie grosse | Sabbie medie | Sabbie fini | Argille |
|-------|--------|-----------------|---------------|--------------|-------------|---------|
|       | 1,45   | 1,15            | 1,14          | 1,09         | 1,07        | 1,00    |

$$V_s = 54,33 \cdot (N_{spt})^{0,173} \cdot \left(\frac{z}{0,303}\right)^{0,199} \cdot f_n \cdot f_g$$

- YOSHIDA & MOTONORI (1988): il valore di  $V_s$  è valutato in funzione del numero di colpi, della tensione verticale efficace e di un fattore geologico  $\beta$  funzione della litologia del terreno.

| $\beta$ | Qualunque terreno | Sabbia fine |
|---------|-------------------|-------------|
|         | 55                | 49          |

$$V_s = \beta \cdot (N_{spt})^{0,25} \cdot \sigma_{ve}^{0,14}$$

La parametrizzazione geotecnica dei terreni in esame viene quindi condotta utilizzando le seguenti formule:

Densità relativa (Meyerhof (1967)):

$$Dr \% = 21 (N_{\sigma_v} + 0,7)^{0,5}$$

Angolo di resistenza al taglio:

(Shioi & Fukuni- Road Bridge Specificationo (1982))  $\phi = 15 + (15 N_{spt})^{0,5}$   
 (Shioi & Fukuni- Japanese National Railway (1982))  $\phi = 20 + 0,3 N_{spt}$   
 (De Mello)  $\phi = 19 - 0,38 \sigma_{vo} + 8,73 \text{ Log } N_{spt}$

Coesione non drenata  $C_u$ :

(DM - 7 (design Manual for Soil Mechanichs)  $C_u = 0,038 N_{spt}$   
 (Shioi - Fukuni)  $C_u = 0,025 N_{spt}$

Modulo Elastico  $E$ :

(Stroud, 1989)  $E = 0,5 - 1,0 N_{spt}$  (per terreni sabbiosi)  
 $E = 3 - 5 N_{spt}$  (per terreni ghiaioso sabbiosi)

Come noto, la misura del grado di sicurezza ai sensi della N.T.C. 2018 si ottiene con il "Metodo semiprobabilistico dei coefficienti parziali" tramite l'equazione:

$$R_d \geq E_d \text{ con:}$$

- $R_d$  valore di progetto della resistenza del terreno;
- $E_d$  valore di progetto dell'azione o degli effetti dell'azione nelle varie combinazioni di carico

che non devono superare i valori di  $R_d$  in un intervallo di tempo rapportato alla vita di riferimento dell'opera progettata.

Per la definizione del grado di sicurezza di una struttura, le N.T.C. 2018 prevedono un approccio di tipo semiprobabilistico (livello 1) adottando il concetto di stato limite che necessita dei valori caratteristici dei parametri geotecnici ai quali è associata una probabilità di non superamento del 5% che il valore reale adottato sia inferiore a quello caratteristico.

Il valore caratteristico è quindi dato dalla:

$$V_k = V_m (1 - 1,645 V_f) \text{ dove}$$

$V_k$  = valore caratteristico

$V_m$  = valore medio

$V_f$  = coeff. di variazione definito come il rapporto tra lo scarto quadratico medio e  $V_m$ .

Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro per ogni stato limite considerato. I valori caratteristici delle proprietà fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere dedotti dall'interpretazione dei risultati di specifiche prove di laboratorio su campioni rappresentativi di terreno e di prove e misure in sito.

Utilizzando come coefficiente di variazione quello suggerito da Cherubini, Giasi e Rettati (1993) da applicare nel caso di mono-indagine, si ottengono i valori caratteristici riassunti nella tabella:



**Orizzonte A:**

Si tratta di terreni a comportamento prevalente di tipo coesivo.

|                         |  |
|-------------------------|--|
| - Peso di volume        | $\gamma_A = 17.0 - 18.0 \text{ KN/m}^3$                |
| - Angolo di attrito     | $\phi_{A_k} = 24^\circ - 26^\circ$                     |
| - Densità relativa      | $D_{rA} = 60 - 70\%$                                   |
| - Coesione efficace:    | $C'_{A_k} : 0.0 \text{ kg/cmq}$                        |
| - Coesione non drenata: | $Cu_{A_k} : 0.10 \text{ kg/cmq}$                       |
| - Modulo di taglio      | $G(A) : 2 - 10 \text{ MPa}$ (dato bibliografico medio) |
| - Modulo Elastico       | $E(A) : 3 - 6 \text{ MPa}$                             |

**Orizzonte B:**

Si tratta di terreni a comportamento prevalente di tipo granulare, per via del maggior addensamento ad assetto caotico della frazione litica.

|                      |   |
|----------------------|---|
| - Peso di volume     | $\gamma_B = 18.5 - 19.5 \text{ KN/m}^3$                 |
| - Angolo di attrito  | $\phi_{B_k} = 32^\circ - 36^\circ$                      |
| - Densità relativa   | $D_{rB} = 80 - 90\%$                                    |
| - Coesione efficace: | $C'_{B_k} : 0.0 \text{ kg/cmq}$                         |
| - Modulo di taglio   | $G(B) : 10 - 20 \text{ MPa}$ (dato bibliografico medio) |
| - Modulo Elastico    | $E(B) : 15 - 35 \text{ MPa}$                            |

**L'orizzonte R non viene parametrizzato in ragione del suo contesto superficiale ad elevata eteropia granulometrica e tessitura sia spaziale che verticale. Analogamente, non viene parametrizzato il substrato roccioso in ragione della sua profondità ed influenza geotecnica a livello di volume significativo d'interferenza.**

#### 4. PERICOLOSITA' e CLASSIFICAZIONE SISMICA

La definizione della pericolosità sismica di base del territorio nazionale trae le sue origini dalla Carta delle Zone Sismogenetiche ZS9, approvata dalla Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile (recepita dalla O.P.C.M. n° 3519 del 28 Aprile 2006) e divenuta, quindi, Mappa di pericolosità sismica di riferimento. Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito in studio che è descritta dalla probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento "PVR" che, in un fissato dato di tempo detto periodo di riferimento ( $V_r$ /anni), si possa verificare un evento sismico di entità noto e massimo per magnitudo.

A tale riguardo, sulla base delle informazioni e delle analisi eseguite dal Servizio Sismico Nazionale, il territorio comunale di **MALLARE**, come indicato nel *D.G.R. n. 216 del 17/03/2017 "Aggiornamento classificazione Sismica del territorio della Regione Liguria"* ricade in **zona sismica 3**, ovvero è interessata da un quadro sismotettonico con rischio sismico che prevede accelerazioni di ancoraggio dello spettro di risposta elastico comprese in una fascia di accelerazione stimata con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni, compresa tra 0.075 – 0.15 g.

Senza entrare nel dettaglio, lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali è definito da quattro espressioni (periodi  $T$ ,  $T_b$ ,  $T_c$ ,  $T_d$ ), ciascuna delle quali è funzione di alcuni parametri tra cui:

- $a_g$  : l'accelerazione di base (che dipende dalla collocazione del sito rispetto alla griglia di accelerazioni INGV);
- $\eta$  : il fattore di alterazione dello spettro elastico per coefficienti di smorzamento convenzionali diversi dal 5%;
- $F_0$  : il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima (che dipende dalla collocazione del sito all'interno della griglia di accelerazioni);
- $T_c$  :  $C_c \times T_c^*$  il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro (in cui  $C_c$  dipende dalle condizioni sismostratigrafiche del sito - vedi in seguito le categorie di sottosuolo - e  $T_c^*$  dipende dalla collocazione del sito);
- $S$  : il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione  $S = S_s \times S_t$  in cui

$S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica (funzione della categoria di sottosuolo)

$S_t$  = coefficiente di amplificazione topografica (che dipende dalla posizione topografica del sito).

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, con le modalità precisate dalle NTC 18, per tener conto delle modifiche prodotte dalle **condizioni stratigrafiche locali** del sottosuolo nel sito di costruzione e dalla morfologia in superficie. Tali modifiche caratterizzano la **risposta sismica locale (RSL)**, ovvero l'azione sismica prodotta in superficie" a seguito delle

modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, subite per effetti morfologici o subite trasmettendosi dal substrato rigido attraverso le coperture. I diversi profili sismostratigrafici del sottosuolo, in base alle caratteristiche di spessore e di rigidità elastica (prodotto della densità per la velocità al quadrato delle onde sismiche trasversali), possono amplificare il moto sismico in superficie rispetto a quello indotto alla loro base, in funzione della natura, spessore e soprattutto velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_{sh}$  (componente orizzontale delle onde di taglio) all'interno delle coperture. A parità di impedenza sismica del substrato (prodotto della velocità delle onde di taglio  $V_s$  per la densità  $\rho$ ), l'amplificazione cresce quanto minore è l'impedenza sismica dei terreni di copertura.

La risonanza si ha per  $T = T_r = 4H/(n V_s)$  (con  $n = 1, 3, 5$ ;  $H$  = spessore della copertura e  $V_s$  = velocità del primo strato a bassa impedenza). L'assetto superficiale dei terreni ricoprenti il substrato roccioso controlla quindi il fenomeno della risonanza sismica per frequenze critiche, con esaltazione delle frequenze dello spettro all'interno del range di frequenze di interesse ingegneristico (0,5-10 Hz).

### Categorie di sottosuolo

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

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

con:

- $h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;
- $V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;
- $N$  numero di strati;
- $H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

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

| 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 e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.  |

### Condizioni topografiche

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove  $S_t$  assume valore unitario.  $S_t$  si utilizza solo se  $H > 30$  m.

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_t$  in funzione delle categorie topografiche definite nel § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tab. 3.2.III - Categorie topografiche

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

Tab. 3.2.V - Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_t$

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento  | $S_t$ |
|-----------------------|--|-------|
| T1                    | -  | 1,0   |
| T2                    | In corrispondenza della sommità del pendio   | 1,2   |
| T3                    | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a $30^\circ$ | 1,2   |
| T4                    | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di $30^\circ$       | 1,4   |



## Indagine HVSR

Per la classificazione sismica del sito lo scrivente ha condotto in sito un'indagine geofisica mediante Tromografo ECHO TROMO HVSR 3 della Ambrogeo, con la tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) applicata alle onde di superficie (Rayleigh e Love) generate da sorgenti ambientali superficiali (microtremori).

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) consiste nel misurare direttamente, sfruttando il rumore di fondo ambientale (microtremori), le frequenze di risonanza degli edifici e/o dei terreni costituenti il sottosuolo, allo scopo di stimare gli effetti di sito e la vulnerabilità sismica dell'opera, ovvero operando classificazione sismica del sito. Nella tecnica HVSR comunemente impiegata nella geologia applicata i microtremori registrati derivano da sorgenti superficiali e sono composti essenzialmente da onde di superficie (Rayleigh e Love). Per rumore ambientale di fondo s'intende l'insieme delle vibrazioni che si propagano nel terreno dovute sia a fenomeni naturali, moto ondoso, perturbazioni atmosferiche, ecc., sia all'azione antropica, traffico veicolare, macchinari, ecc..

Vengono misurate, in certo intervallo di frequenze, solitamente 0.1-100 Hz, le velocità dei microtremori lungo il piano orizzontale e verticale (H e V) e il rapporto fra le due componenti (H/V). I valori di massimo locale (picchi positivi) di H/V ai quali corrispondono minimi locali di V individuano le frequenze di risonanza degli strati di terreno lungo la verticale di misura. Più elevato è il valore del rapporto H/V maggiore è il contrasto di impedenza sismica e quindi la variazione di velocità delle onde S fra livelli stratigrafici contigui.

La tecnica HVSR richiede l'utilizzo di un velocimetro triassiale, cioè di un sismometro a stazione singola in grado di registrare i microtremori lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), in un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga (mediamente 10-20 minuti). Il moto indotto nel terreno viene misurato in termini di velocità attraverso tre velocimetri, uno per ogni direzione di misura (X, Y e Z), secondo il passo di campionamento impostato dall'operatore. Le misure registrate vengono poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza, dove H è la media delle misure lungo X e Y) e spettri V (componente verticale del moto in funzione della frequenza).

Attraverso la tecnica HVSR è possibile:

- valutare in maniera quantitativa gli effetti di sito (risposta sismica locale e suscettibilità alla liquefazione del terreno);
- ricavare il profilo delle velocità delle onde S con la profondità e calcolare il parametro  $V_{s30}$ ;
- analizzare la vulnerabilità sismica degli edifici, esistenti o in progetto.

La valutazione del parametro  $V_{s30}$  può essere condotta attraverso l'inversione vincolata dello spettro H/V ricavata con il velocimetro triassiale (Tromografo). In pratica viene utilizzata la relazione che lega la frequenza di risonanza del terreno (f) alla velocità delle onde S nel terreno stesso ( $V_s$ ):

$$f(\text{Hz}) = \frac{V_s}{4h}$$

dove  $h$  è la profondità della base dello strato. Nota la profondità di un singolo livello stratigrafico, solitamente il primo, è possibile procedere all'inversione dello spettro H/V, modellando la curva sintetica in modo da ottenere la sovrapposizione con quella misurata. La procedura d'inversione comporta la definizione di un modello stratigrafico iniziale e dal successivo calcolo dello spettro H/V che ne deriva. La curva H/V teorica viene confrontata con quella sperimentale e, attraverso un procedimento per tentativi, si modifica il modello iniziale fino a ottenere una soddisfacente sovrapposizione delle due curve. Per tener conto di un comportamento debolmente dissipativo del terreno, i valori di velocità delle onde P e S inseriti nel modello vengono corretti inserendo un fattore di smorzamento uguale a 0,05 per le onde S e uguale a 0,017 per le onde P. Normalmente i picchi alle alte frequenze (>10 Hz) segnalano la presenza di passaggi stratigrafici molto superficiali, quelli alle basse frequenze (<1 Hz) variazioni stratigrafiche molto profonde.

L'indagine è stata eseguita in prossimità del pilastro portante sul prospetto W (cfr. Tav. 1). Lo strumento utilizzato è un Tromografo / velocimetro triassiale con geofoni frequenza 4.5 Hz; la lunghezza di registrazione è stata pari a 1200 sec e la frequenza di campionamento pari a 155 Hz. Il file da elaborare prodotto è, conforme allo standard .SAF (SESAME, 2003), SESAME. Il programma utilizzato per l'elaborazione dei dati è GEOHVSR ver. 1.2 della Program Geo.

L'elaborazione dei dati è stata condotta operando:

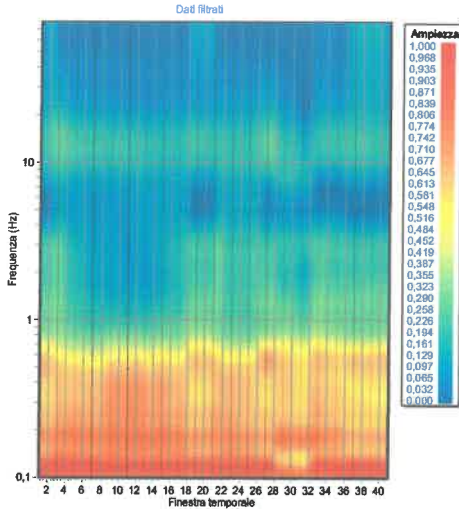
A) finestra di campionamento  $L_w$  pari a 20 sec

Su queste finestre di durata uguale a  $L_w$  secondi viene applicata la trasformata diretta di Fourier allo scopo ricavare l'ampiezza spettrale in funzione della frequenza per ognuna delle tre componenti registrate (EW, NS e Z). Viene quindi visualizzato, in forma grafica (grafico tempo-frequenza), per ognuna delle finestre temporali l'andamento del logaritmo decimale del rapporto fra la media quadratica dell'ampiezza spettrale componenti orizzontali (EW e NS) divisa per l'ampiezza spettrale della componente verticale. Nel programma questa operazione viene eseguita due volte: la prima sui dati di campagna non lisciati, la seconda sugli stessi dati con l'applicazione della funzione di lisciamento di Konno e Ohmachi e di un'eventuale filtro per le ampiezze.

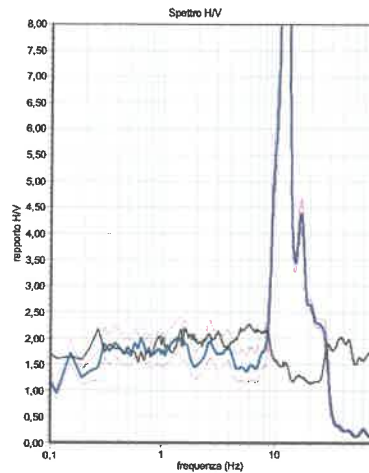
B) individuazione dei picchi stratigrafici sui quali vincolare l'elaborazione.

L'individuazione dei picchi stratigrafici avviene attraverso il confronto fra l'andamento dello spettro H/V e lo spettro della componente verticale. I picchi stratigrafici sono quelli per i quali a un massimo locale nella curva H/V corrisponde, alla stessa frequenza, un minimo locale nella curva della componente Z. Nel programma viene visualizzata la tabella riassuntiva delle correlazioni individuate contenente le seguenti colonne:

- frequenza del massimo H/V stratigrafico;
- ampiezza del massimo H/V stratigrafico;
- fattore  $K_g$  (vedi Teoria e Normativa);
- altezze degli edifici (H1, H2, H3) che possono andare in doppia risonanza alle frequenze dei picchi H/V individuati
- criteri SESAME per l'attendibilità dei picchi H/V individuati



Dati filtrati



Spettro H/V

Tabella parametrî picchi stratigrafici da spettro H/V delle onde di Rayleigh e Love V1

Criteri SESAME (2005) per una curva H/V attendibile S1:  $f_p > 10/L_w$  - S2:  $L_w \times N_w \times f_p > 200$  - S3:  $s_a < 2$  per  $0.5f_p < f < 2f_p$

LEGENDA:  $L_w$ =lunghezza della finestra (s) -  $N_w$ =n. finestre -  $f_p$ (Hz)=frequenza del picco stratigrafico -  $s_a$ =deviazione standard

| N. | $f_z$ (Hz) | H/V  | Kg   | H1(m) | H2(m) | H3(m) | S1 | S2 | S3 |
|----|------------|------|------|-------|-------|-------|----|----|----|
| 1  | 16,8       | 4,39 | 1,15 | 1,26  | 0,73  | 0,62  | SI | SI | No |
| 2  | 6,24       | 1,49 | 0,35 | 4,72  | 2,75  | 2,33  | SI | SI | No |
| 3  | 3,86       | 1,85 | 0,88 | 8,96  | 5,22  | 4,42  | SI | SI | No |
| 4  | 2,69       | 1,95 | 1,42 | 14,52 | 8,46  | 7,16  | SI | SI | No |
| 5  | 1,36       | 2,01 | 2,98 | 35,92 | 20,92 | 17,71 | SI | SI | No |

C) inversione della curva H/V e ricostruzione del modello geofisico del sottosuolo, utilizzando i dati stratigrafici noti ed emersi dalle indagini geognostiche e dal rilevamento geologico di superficie.

La generazione del modello iniziale viene ottenuta attraverso i seguenti passaggi:

- fissato il valore di  $V_s$  del primo strato, viene stimata la profondità della base dello stesso con la relazione:

$$H_1(m) = \frac{V_{s1}}{4 f_1}$$

dove  $f_1$  è la frequenza del primo picco H/V stratigrafico individuato, partendo dalle frequenze più alte;

- in alternativa, nota la profondità della base del primo strato ( $H_1$ ), viene calcolata la velocità delle onde S attraverso la formula:

$$V_{s1}(m) = 4 f_1 H_1;$$

- viene valutata la profondità della base del secondo livello stratigrafico con la relazione:

$$H_2(m) = \frac{V_{s1}}{4 f_2};$$

dove  $f_2$  è la frequenza del secondo picco H/V;

- la  $V_s$  del secondo livello viene stimata variandone a tentativi il valore numerico e calcolando il corrispondente H/V teorico  $(H/V)_T$  che andrà poi confrontato con l'ampiezza del picco H/V misurato  $(H/V)_M$ ; il valore di  $V_s$  per cui si ha  $(H/V)_T \approx (H/V)_M$  verrà utilizzato per caratterizzare il secondo strato;
- si ripete la procedura fino all'ultimo picco H/V stratigrafico individuato.

La definizione della pericolosità sismica di base del territorio nazionale trae le sue origini dalla Carta delle Zone Sismogenetiche ZS9, approvata dalla Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile (recepita dalla O.P.C.M. n° 3519 del 28 Aprile 2006) e divenuta, quindi, Mappa di pericolosità sismica di riferimento. Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito in studio che è descritta dalla probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento "PV<sub>T</sub>" che, in un fissato dato di tempo detto periodo di riferimento ( $V_T$ /anni), si possa verificare un evento sismico di entità noto e massimo per magnitudo.

A tale riguardo, sulla base delle informazioni e delle analisi eseguite dal Servizio Sismico Nazionale, il territorio comunale di **GIUSVALLA**, come indicato nel *D.G.R. n. 216 del 17/03/2017 "Aggiornamento classificazione Sismica del territorio della Regione Liguria"* ricade in **zona sismica 4**, ovvero è interessata da un quadro sismotettonico con rischio sismico che prevede accelerazioni di ancoraggio dello spettro di risposta elastico comprese in una fascia di accelerazione stimata con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni, compresa tra 0.05 – 0.075 g.

Senza entrare nel dettaglio, lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali è definito da quattro espressioni (periodi T, Tb, Tc, Td), ciascuna delle quali è funzione di alcuni parametri tra cui:

- ag : l'accelerazione di base (che dipende dalla collocazione del sito rispetto alla griglia di accelerazioni INGV);
- η: il fattore di alterazione dello spettro elastico per coefficienti di smorzamento convenzionali diversi dal 5%;
- Fo: il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima (che dipende dalla collocazione del sito all'interno della griglia di accelerazioni);
- Tc:  $C_c \times T_c^*$  il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro (in cui Cc dipende dalle condizioni sismostratigrafiche del sito - vedi in seguito le categorie di sottosuolo - e Tc\* dipende dalla collocazione del sito);
- S: il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione  $S = S_s \times S_t$  in cui

$S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica (funzione della categoria di sottosuolo)

$S_t$  = coefficiente di amplificazione topografica (che dipende dalla posizione topografica del sito).

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, con le modalità precisate dalle NTC 18, per tener conto delle modifiche prodotte dalle **condizioni stratigrafiche locali** del sottosuolo nel sito di costruzione e dalla morfologia in superficie. Tali modifiche caratterizzano la **risposta sismica locale (RSL)**, ovvero l'azione sismica prodotta in superficie a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, subite per effetti morfologici o subite trasmettendosi dal substrato rigido attraverso le coperture. I diversi profili sismostratigrafici del sottosuolo, in base alle caratteristiche di spessore e di rigidità elastica (prodotto della densità per la velocità al quadrato delle onde sismiche trasversali), possono amplificare il moto sismico in superficie rispetto a quello indotto alla loro base, in funzione della natura, spessore e soprattutto velocità di propagazione delle onde di taglio Vsh (componente orizzontale delle onde di taglio) all'interno delle coperture. A parità di impedenza sismica del substrato (prodotto della velocità delle onde di taglio Vs per la densità ρ), l'amplificazione cresce quanto minore è l'impedenza sismica dei terreni di copertura.

La risonanza si ha per  $T = T_r = 4H/(n V_s)$  (con  $n = 1, 3, 5$ ; H = spessore della copertura e Vs = velocità del primo strato a bassa impedenza). L'assetto superficiale dei terreni ricoprenti il substrato roccioso controlla quindi il fenomeno della risonanza sismica per frequenze critiche, con esaltazione delle frequenze dello spettro all'interno del range di frequenze di interesse ingegneristico (0,5÷10 Hz).

### Categorie di sottosuolo

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

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

con:

- hi spessore dell'i-esimo strato;
- VS,i velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio VS,eq è definita dal parametro VS,30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

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

| 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         | 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.  |

### Condizioni topografiche

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove  $St$  assume valore unitario.  $St$  si utilizza solo se  $H > 30$  m.

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $ST$  in funzione delle categorie topografiche definite nel § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

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

Tab. 3.2.V – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$* 

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento  | $S_T$ |
|-----------------------|--|-------|
| T1                    | -  | 1,0   |
| T2                    | In corrispondenza della sommità del pendio   | 1,2   |
| T3                    | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a $30^\circ$ | 1,2   |
| T4                    | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di $30^\circ$       | 1,4   |

D) Il modello stratigrafico (vincolato dalle informazioni stratigrafiche geognostiche dirette in possesso) utilizzato per il *best fit* del modello geofisico, consente l'elaborazione del profilo andamento delle  $V_s$  equivalenti in funzione della profondità che, visualizzato graficamente, determina la categoria del sottosuolo stimata secondo il D.M. 2018.

Nello specifico, il profilo  $V_s$ /profondità riportato in Tav. 2 consente di determinare una  $V_s \text{ equiv} = V_s 30$  pari a :261.9 m/s, cui corrisponde, in ragione delle evidenze stratigrafiche note attraverso l'indagine DPM e da quanto ricavato con l'analisi HVSR, nonché del contesto topografico e ai sensi dell'Ordinanza vigente:

Categoria di Sottosuolo: C  
 Categoria topografica :  $St = 1.0$  (T1)

Tale modello si accorda con evidenze stratigrafiche rilevando l'interfaccia significativa a circa 8 m, corrispondente al picco di frequenza max di 18.6 Hz), riconducibile al passaggio tra i depositi alluvionali discordanti sul substrato roccioso.

## 5. CONSIGLI E INDICAZIONI GEOLOGICO - ESECUTIVE

I dati geognostici e la stratigrafia geologico progettuale elaborata costituiscono supporto tecnico esecutivo per il progettista nella fase di scelta, calcolo e dimensionamento dell'idoneità statica strutturale dei manufatti in progetto onde verificarne la loro funzionalità e durabilità.

### Ipotesi fondazionali

Con riferimento alla sezione geologica progettuale, elaborata sulla base delle indagini condotte e in ragione del raffronto architettonico progettuale fornito, lo scrivente raccomanda e consiglia, come terreno di fondazione da adottare, l'orizzonte A.

Si tratta di depositi alluvionali medio-fini caratterizzati da sabbia limosa con ghiaia e ciottoli in percentuale a medio addensamento, in condizioni di potenziale saturazione per oscillazioni verticali del livello di falda in concomitanza con eventi pluviometrici intensi e prolungati.



Costituisce orizzonte caratterizzato da bassa suscettibilità al cedimento progressivo e/o da effetti di assestamento sul lungo termine che, invece, caratterizzano l'orizzonte R, costituito da materiali sciolti di rimaneggiamento ad assetto indifferenziato talora misti a locali riporti.

Si consiglia, pertanto, di evitare come piano fondazionale l'orizzonte R e di trasferire i carichi di esercizio della nuova struttura attraverso fondazioni dirette a trave rovescia e/o a platea, direttamente sull'orizzonte A, caratterizzato da buona portanza, essendo costituito da depositi alluvionali con scheletro litico ghiaioso ciottoloso, drenante e caratterizzato da buona resistenza al taglio.

In fase esecutiva la D.L. incaricata dovrà, pertanto, verificare su tutta la lunghezza dell'intervento:

- lo spessore dell'orizzonte R (stimato < 1.0 m max)
- la presenza eventuale di lenti e/o plaghe discontinue e scollate di alluvioni fini coesive a livello di imposta fondazionale. Livelli isolati di materiale fine coesivo e plastico entro l'orizzonte A, sono infatti suscettibili di potenziali cedimenti progressivi e differenziali con rischio per l'idoneità statica delle strutture.
- la presenza o meno di sottoservizi e/o elementi di fondazione pre-esistenti-relitti

In ragione della casistica di cui sopra, se necessario dovrà eseguirsi approfondimento con miglioramento geotecnico del piano di fondazione, a mezzo scassi da eseguirsi, in funzione della tipologia fondazionale adottata, onde realizzare miglioramenti puntuali e/o lineari mediante intervento misto che preveda sostituzione con materiale arido (tipo stabilizzato o ghiaia 50-70 mm a maggior addensamento e, quindi, con minore suscettibilità al cedimento progressivo e/o ad effetti di assestamento sul lungo termine) e getto di magrone /boiaccia.

### Problematiche scavi fondazionali

Relativamente ai fronti di scavo esecutivi, in ragione dell'architettonico progettuale elaborato e del contesto d'intervento rilevato sia topografico che stratigrafico, gli scassi previsti saranno del tipo a trincea obbligata - lineari, a seconda della tipologia fondazionale prevista ed adottata (platea e/o travi rovesce), per altezze max non eccedenti 1.5 m dall'attuale p.c., in contesto pianeggiante con ampio spazio logistico di cantiere.

Nello specifico, il valore dell'altezza critica del fronte di scavo viene verificato mediante il Metodo di Taylor, ipotizzando a favore di sicurezza, tutto il fronte in materiali coerenti tipo Orizzonte R, in condizioni di breve termine, che prevede e ipotizza superfici di rottura lungo slittamenti pseudo curvi preceduti da fratture di trazione e fessurazioni sul piano sommitale dell'area di scavo.

In caso di rottura incipiente, con  $f_s$  pari a 1 si ha:

$$F_s = N \cdot c_u / \gamma H$$

con

N pari a fattore di stabilità Taylor (1948)

$C_u$  pari a coesione non drenata

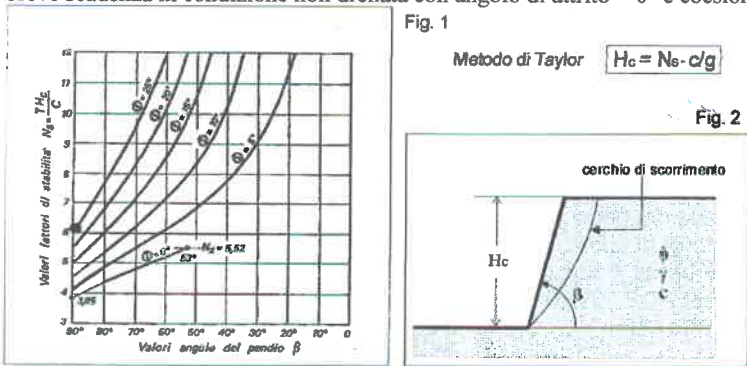
H pari a altezza fronte di scavo

$\gamma$  pari a peso dell'unità di volume del terreno

Applicando i coefficienti parziali previsti al punto 6.8 delle NTC e ipotizzando a favore di sicurezza i seguenti parametri geotecnici di progetto cautelativi per l'orizzonte superficiale rimaneggiato R:

- Peso di volume  $\gamma_R = 18 \text{ KN/m}^3$
- Angolo di attrito  $\phi_{Rp} = 0^\circ$
- Coesione non drenata  $C_{uRp} : 0.17 \text{ Kg/cm}^2 = 17 \text{ KN/m}^2$

si ha, con  $N = 5.52$  (da fig. 1) e per un fronte di scavo con angolo di scarpata pari a 50, (verificando il fronte a breve scadenza in condizione non drenata con angolo di attrito =  $0^\circ$  e coesione =  $c_u$ ), un'altezza critica  $H_c$  pari a 3.15 m.





da cui

Altezza Critica Ammissibile  $H_{Ca} = H_c / \gamma R = 3.15/1.1 = 2.86 \text{ m}$

Poiché il fronte di scavo in progetto avrà altezza massima pari e non eccedente a ca. 1.5 m, si ha:

**Rd / Ed = 2.86/ 1.5 = 1.9**

**Verificato**

---

Si raccomanda e prescrive, pertanto e in ogni caso, la realizzazione di fronte di scavo in trincea, in condizioni di sicurezza a breve termine, con inclinazione massima pari a 50°, escludendo ovviamente eventi meteorici intensi e prolungati causa di improvviso crollo delle caratteristiche geotecniche dei terreni esaminati. A tale riguardo si raccomanda altresì:

- durante le fasi di scavo i fronti temporanei dovranno essere preservati con teli impermeabilizzanti nei periodi transitori ai lavori di avanzamento, avendo cura di non caricare il ciglio di scavo con mezzi e materiali di risulta
- contestualmente a tale riprofilatura dovrà prevedersi anche una cunetta di raccolta e intercettazione a monte della scarpata di cantiere, che eviti il ruscellamento delle acque libere sul fronte durante gli eventi meteorici intensi e prolungati

Qualora si rendessero necessarie pendenze di fronte esecutive maggiori di quelle raccomandate, lo scrivente ravvisa la necessità, onde preservare l'incolumità delle maestranze, di realizzare delle opere provvisorie di contenimento da progettare e prevedere in fase esecutiva a cura e responsabilità del progettista incaricato sulla base anche del rapporto di vigilanza e coordinazione alla sicurezza del Direttore Lavori.

**Particolare attenzione dovrà porsi nello scavare in prossimità delle strutture murarie e dei pilastri portanti laterali esistenti. Ogni intervento in loro prossimità dovrà essere preceduto da valutazioni di merito circa la tipologia, la geometria, la profondità di posa e lo stato di conservazione delle fondazioni esistenti, nell'ottica di prevedere ogni possibile interferenza con esse durante gli scavi e/o di intervenire con rinforzi strutturali localizzati.**

---

### Problematiche sistemazione idrogeologica

Relativamente alla sistemazione idrogeologica non si ravvisano particolari problematiche in ragione del contesto sito d'intervento e della capacità drenante dei terreni naturali in sito. Si raccomanda una corretta regimazione dei pluviali con loro "smaltimento" nella rete esistente. Si raccomanda altresì il mantenimento dell'equilibrio idrogeologico esistente senza alterare in maniera significativa il potere di infiltrazione efficace attuale.

### Gestione terra – roccia da scavo

Relativamente alla corretta Gestione delle Terre e Rocce da scavo, si rimanda alla principale normativa in materia costituita da:

- D.M. 161/2012 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo" (G.U. n. 221 del 21/9/2012)
- T.U. Ambiente D. Lgs. 152/06 art. 185 comma 1
- **D.P.R 120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164."** (G.U. n. 183 del 7/8/2017)

*La normativa vigente (art. 1 DPR 120/2017) riguarda la corretta gestione delle terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti, ai sensi dell'articolo 184 -bis, del D.Lgs. n. 152/2006, provenienti da cantieri di piccole dimensioni, di grandi dimensioni e di grandi dimensioni non assoggettati a VIA o a AIA, compresi quelli finalizzati alla costruzione o alla manutenzione di reti e infrastrutture, nonché alla disciplina del deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate rifiuti, all'utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti e alla gestione delle terre e rocce da scavo nei siti oggetto di bonifica. Sono esclusi dall'ambito di applicazione del DPR. 120/2017 rifiuti provenienti direttamente dall'esecuzione di interventi di demolizione di edifici o di altri manufatti preesistenti, la cui gestione è disciplinata ai sensi della Parte IV del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.*

In sintesi l'approccio normativo può prevedere:

**Soluzione A) Utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce escluse dalla disciplina rifiuti ai sensi del Titolo IV art. 24 del DPR. 120/2017.** A tale riguardo, ai fini dell'esclusione dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti, le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del D. lgs. n. 152/2006, e devono essere necessariamente utilizzate nel sito di produzione. Fermo restando quanto previsto dall'articolo 3, comma 2, del decreto-legge 25 gennaio 2012, n. 2, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 28, la non contaminazione è verificata ai sensi dell'allegato 4 del DPR. 120/2017 (PROCEDURE DI CARATTERIZZAZIONE CHIMICO-FISICHE E ACCERTAMENTO DELLE QUALITÀ AMBIENTALI).

Il riutilizzo delle terre e rocce da scavo dovrà essere INTEGRALE e senza trasformazione in sito (al di là delle attività di "normale pratica industriale" di cui art. 2 e l'allegato 3 DPR. 120/2017 (NB)), nonché funzionale all'opera in progetto (livellamenti e reinterri pertinenziali e perimetrali al fabbricato oggetto di ampliamento e ristrutturazione, sistemazione a verde ecc...).

In tal caso, la gestione del materiale di scavo non rientra nella fattispecie di cui all'art. 41bis ed è esclusa a priori dalla part IV del D.Lgs. 152/2006 se e solo se rispetta quanto previsto dall'art. 185 comma 1 lettera c) ovvero se "*il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato*".

In conseguenza di ciò non si applica il D.M. 161/2012 e la terra è da considerarsi materia prima e non rifiuto. Poiché l'art. 185 c. 1 lettera C) esclude il "suolo non contaminato", la D.L. e la committenza possono asseverare la non sussistenza di inquinamento in sito in ragione della "storia d'uso e utilizzo" dell'area o, eseguire opportune analisi di laboratorio a campioni. In ogni caso il deposito temporaneo della risulta dovrà essere interno al cantiere. Se invece il materiale, pur riutilizzato nello stesso sito, viene allocato temporaneamente in un deposito intermedio fuori dai confini del sito, in questo caso dovrà essere presentata una dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà ai sensi dell'art. 41bis del D.L. 69/2013.

Nel caso poi, specifico, che le terre e rocce da scavo provengano da affioramenti geologici naturali contenenti amianto in misura superiore al valore determinato ai sensi dell'articolo 4, comma 4 DPR. 120/2017, le stesse possono essere riutilizzate ai sensi art. 24 comma 2 DPR. 120/2017 esclusivamente nel sito di produzione sotto diretto controllo delle autorità competenti. A tal fine il produttore ne dà immediata comunicazione all'Agenzia di protezione ambientale e all'Azienda sanitaria territorialmente competenti, presentando apposito progetto di riutilizzo. Gli organismi di controllo sopra individuati effettuano le necessarie verifiche

**Soluzione B) Riutilizzo non integrale di cui al punto A, con "avanzo" da "smaltire" come o sottoprodotto o rifiuto, o inutilizzo totale della volumetria prodotta.** In questi casi, la risulta di scavo potrà essere gestita in due maniere:

**B1:** gestione della risulta come **Rifiuto**, con esecuzione test di cessione e individuazione della discarica appropriata dove conferire la terra e roccia da scavo (invio in impianto di recupero/discarica con formulario)

**B2:** conferimento della risulta di scavo in altro cantiere autorizzato, da gestire come "**Sottoprodotto**" inteso e come indicato in attuazione dell'articolo 184 -bis, comma 1 e ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera qq del D.lgs 152/2006 e dell'art. 4 del DPR. 120/2017. 5. Tale procedura dovrà essere attestata tramite predisposizione e trasmissione della dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà resa ai sensi dell'articolo 47 del decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445, di cui all'articolo 21 DPR. 120/2017, nonché della dichiarazione di avvenuto utilizzo in conformità a quanto ivi indicato e ai sensi art. 7 DPR. 120/2017.

Nel caso, invece, che le Terre e rocce da scavo siano qualificate come rifiuti (codice CER 17.05.04 o 17.05.03) si rimanda nello specifico per il loro deposito temporaneo, a quanto indicato al Titolo III art. 23 del DPR. 120/2017, "*Disciplina del deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate rifiuti*".

Nel caso di soluzione tipo B1 sarà necessario eseguire Classificazione CER + Test di cessione su n. 1 campione, nel caso di soluzione tipo B2 dovranno, invece, prelevarsi n. 3 campioni da n. 1 pozzetto esplorativo sui quali eseguire analisi chimiche standard + IPA se necessario.

Lo scrivente resta comunque disponibile ad una assistenza con supporto alla D.L. durante gli scavi con particolare riguardo alla caratterizzazione ambientale, nel caso di soluzione tipo B2, necessaria per poter riutilizzare in sito la terra e roccia da scavo prodotta, a corredo e integrazione della dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà resa ai sensi dell'articolo 47 del decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445, di cui all'articolo 21 DPR. 120/2017, nonché della dichiarazione di avvenuto utilizzo in conformità a quanto ivi indicato e ai sensi art. 7 DPR. 120/2017.

A tale riguardo, in conformità a quanto indicato al Capo III Art. 20 comma 1 del DPR. 120/2017, per il riutilizzo come sottoprodotto delle TRS prodotte in cantieri di piccole dimensioni, e con riferimento ai requisiti ambientali di cui all'articolo 4 DPR. 120/2017, il produttore deve dimostrare, qualora siano destinate a recuperi, ripristini, rimodellamenti, riempimenti ambientali o altri utilizzi sul suolo, che non siano superati i valori delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito di destinazione, e che le terre e rocce da scavo non costituiscono fonte diretta o indiretta di contaminazione per le acque sotterranee, fatti salvi i valori di fondo naturale.

Ai sensi del DPR. 120/2017, infatti, le terre e le rocce da scavo sono utilizzabili per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, miglioramenti fondiari o viari oppure per altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e, nel corso di processi di produzione industriale, in sostituzione dei materiali di cava:

- se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione;
- se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale).

## CONCLUSIONI

Gli aspetti geologico tecnici più significativi per la realizzazione delle opere in progetto sono sostanzialmente quelli legati alla fattibilità ingegneristica delle sezioni progettuali e alle corrette modalità esecutive degli scavi con corretta gestione delle terre e rocce da scavo.

Sulla base delle elaborazioni sopra condotte, lo scrivente:

- in ragione delle indicazioni progettuali consigliate
- della morfologia e topografia pianeggiante, in assenza di cigli e/o segni di dissesto e instabilità latenti e/o quiescenti
- fatte salve le raccomandazioni e il rispetto di tutte le norme geologico tecniche esecutive nella presente, nonché la regolare esecuzione dei lavori in sicurezza e il corretto dimensionamento dei fronti di scavo in sicurezza
- fatta salva la fattibilità tecnica sostenuta dalle verifiche geotecniche/ingegneristiche di legge
- fatta salva la fattibilità dell'intervento in ragione della sua compatibilità con il grado di rischio idraulico previsto

ribadisce l'ammissibilità geologica e la fattibilità dell'intervento, in ragione della stabilità del versante e dell'assetto idrogeologico del sito.

Si rimanda in ogni caso al progettista la responsabilità di competenza, in merito all'approccio risolutivo e alla scelta esecutiva tipologica fondazionale da valutarsi sulla base di tutti i dati stratigrafici, geotecnici e sismici forniti ed elaborati nella presente

Cairo Montenotte, 8/8/2019

Dott. Geologo Amedeo Gaiezza

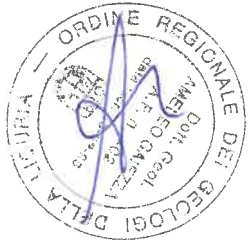






Estratto cartografia pericolosità idraulica Dgr. 1064/2018 (Tav. 10 - Pallare)

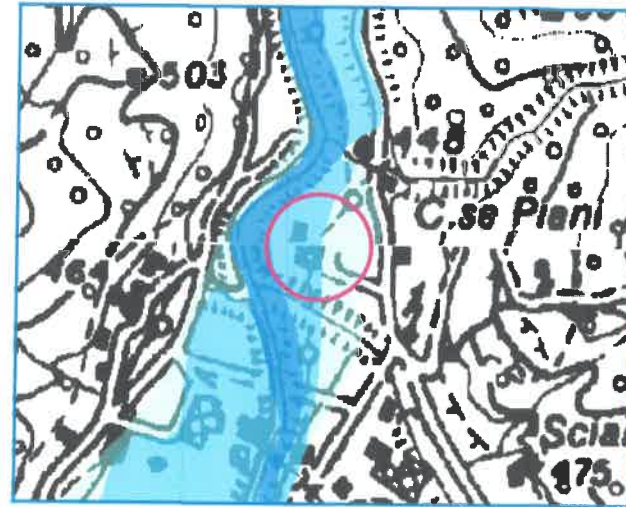
- PI 3 - AREE A PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA**
- PI 2 - AREE A PERICOLOSITA' ELEVATA**
- PI 1 - AREE A PERICOLOSITA' MEDIA**
- PI 3\* - AREE INTERESSATE DALL'ALLUVIONE 2016**



|              |                                |  |  |
|--------------|--------------------------------|--|--|
|              |                                | Studio: Via Roma 96<br>17014 - Cairo Montenotte (SV) |  |
| Richiedente: |                                | galezzaamedeo@libero.it                              |  |
| Scala:       | Richiedente:                   | Tavola:  |  |
| Varie        | <b>PFM PELLETS</b>             | 1  |  |
| Data:        | Località:                      |  |  |
| AGOSTO 2019  | Crosa - MALLARE (SV)           |  |  |
| Oggetto:     | Cartografia geologico tematica |  |  |



**Autorità di bacino del fiume Po**  
Bacino di rilievo nazionale



- Aree di pericolosità frequenti (H)
- Aree di pericolosità poco frequenti (M)
- Aree di pericolosità rare (L)
- Limite del bacno del Po



0 0.08 0.16 0.24 0.32 km

Estratto cartografia PAI

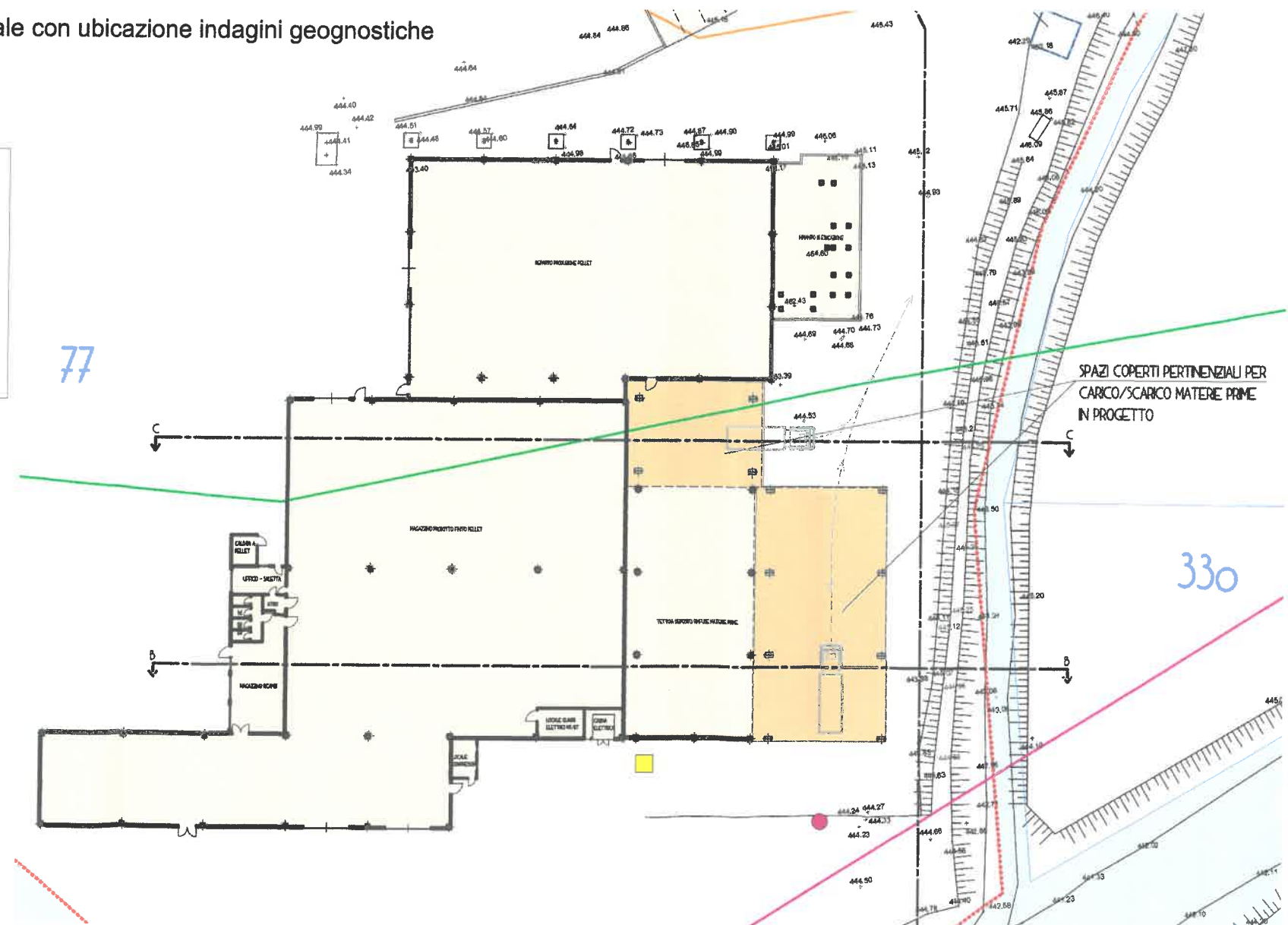


Estratto cartografia vincoli territoriali Provincia di Savona

- Limiti comunali**
- Aree Vincolate DM 24/4/85(Galassini)
  - Area protette Provinciali
  - Aree Soggette a Vincolo Idrogeologico
  - RII iscritti soggetti a vincolo paesistico
  - Reticolo versante padano

**Planimetria progettuale con ubicazione indagini geognostiche**

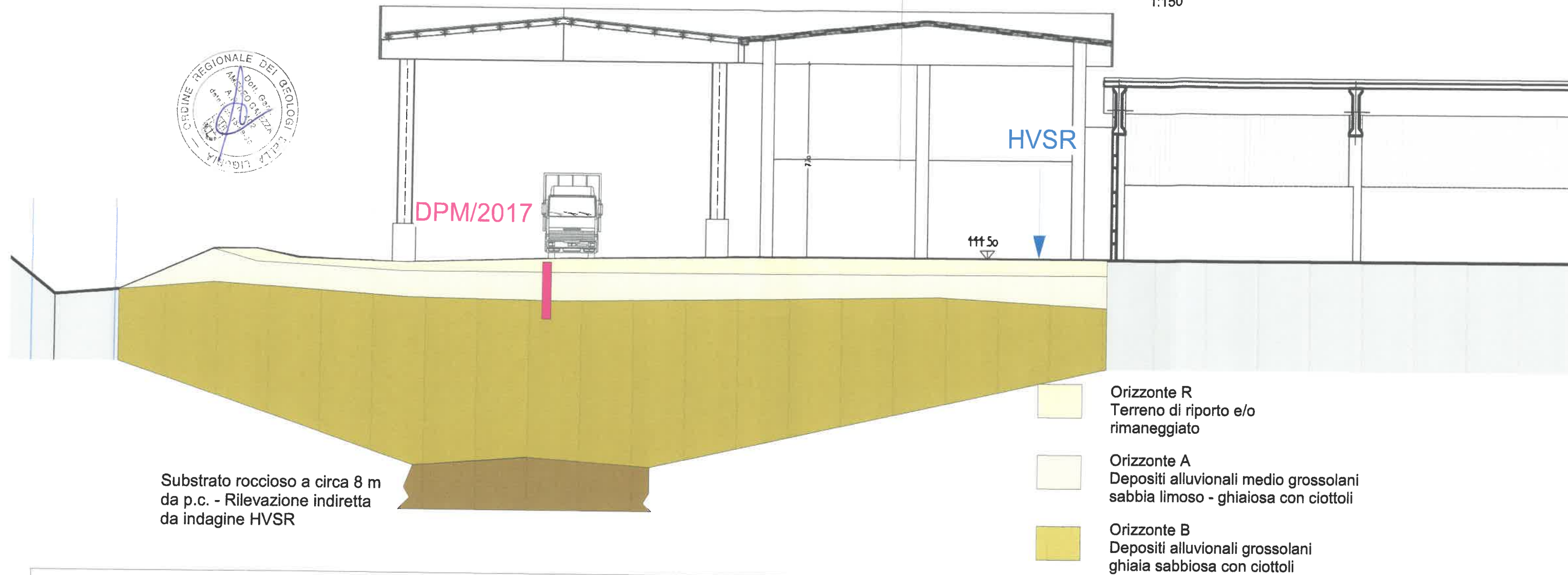
- Indagine HVSR
- Prova DPM/2017
- Area intervento a progetto



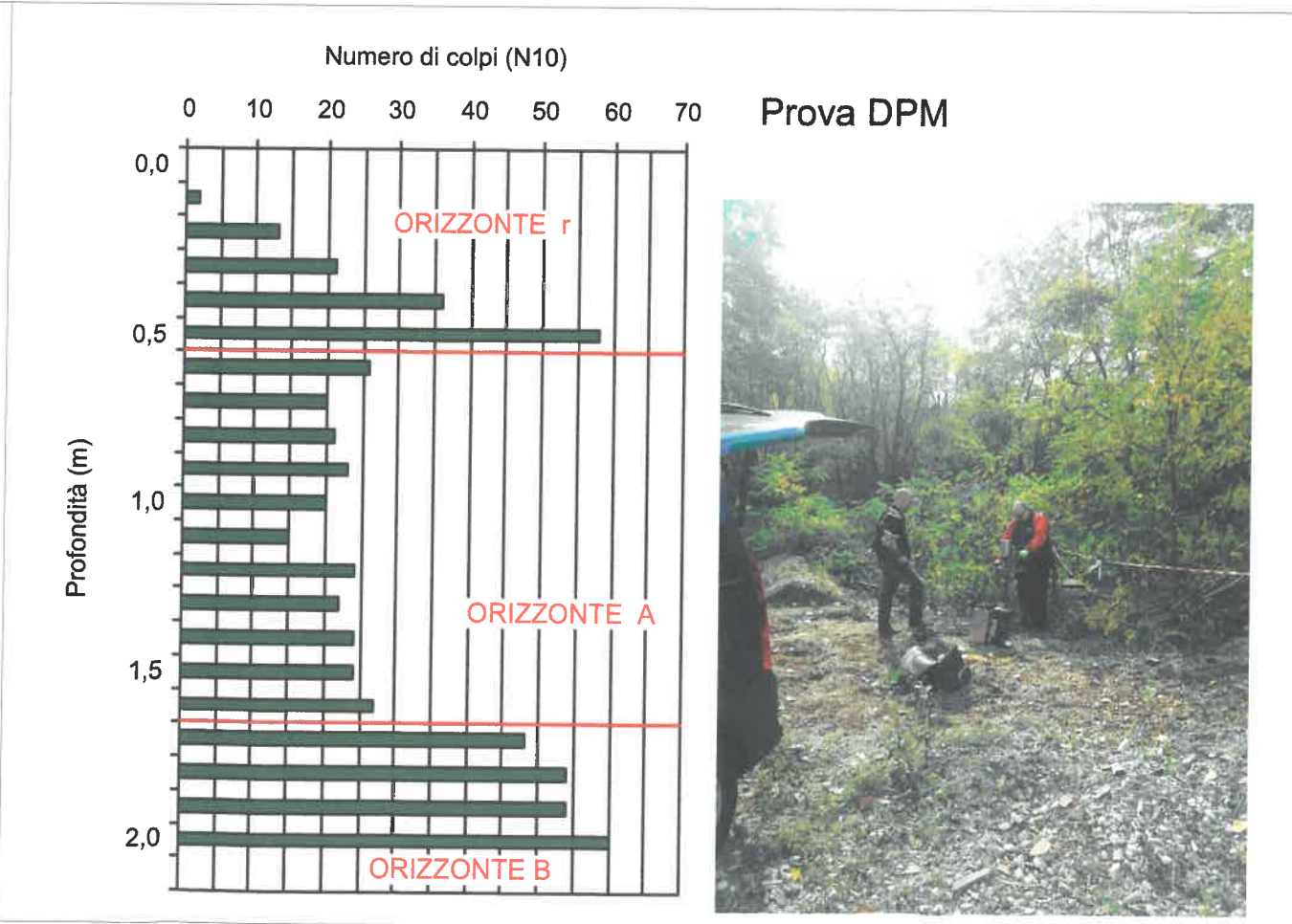
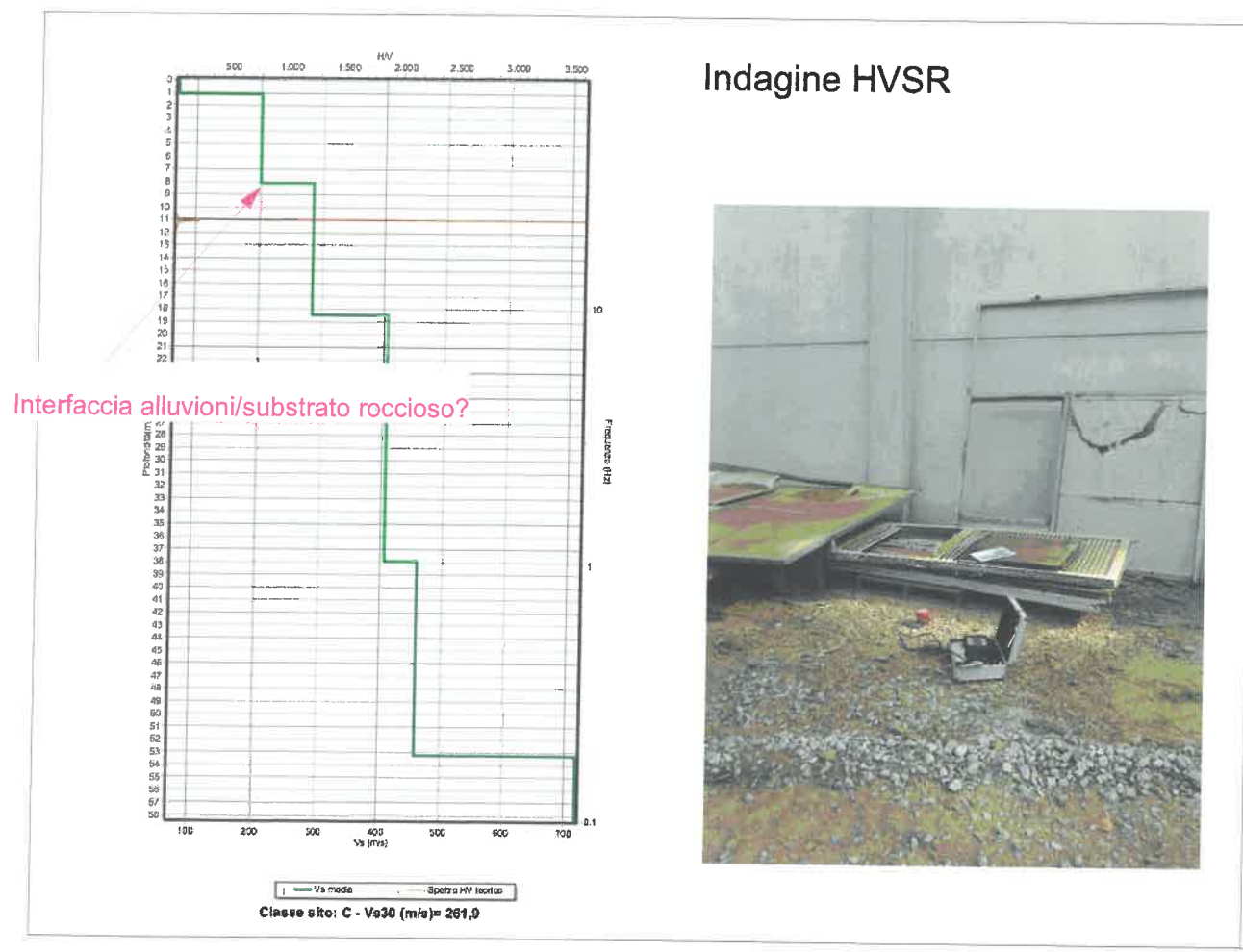
77

330





Substrato roccioso a circa 8 m da p.c. - Rilevazione indiretta da indagine HVSR



|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| Studio: Via Roma 96<br>17014 - Caro Montedole (SV)<br>galezzaamedeo@libero.it |  | Tavola: <b>2</b>                            |  |
| Geologo<br><b>Amedeo Gaiezza</b>  |  | Richiedente:<br><b>PFM PELLETS</b>          |  |
| Scalari:<br>Vante   |  | Località:<br>CROSSA - MALLARE (SV)          |  |
| Data:<br>AGOSTO 2019  |  | Oggetto:<br>Elaborati geologici progettuali |  |