



Comune di Molveno

Provincia Autonoma di Trento

Oggetto:

Lottizzazione Dort Bassa PL4 - Località Dort

Pp.ff. 822/1-823/1-827/1-827/2-828/1-828/2-828/3-829-830-831/1-836/2-837/1-838-839-840 in C.C. Molveno

**G) RELAZIONE GEOLOGICA-RELAZIONE DI COMPATIBILITA'-
RELAZIONE GEOTECNICA-RELAZIONE GEOTECNICA,
INTEGRAZIONE SMALTIMENTO ACQUE BIANCHE**

Committenti: **Donini Laura**

Ballocchi Giuseppe

Franchi Alberta

Franchi Fernanda

Franchi Alice

Franchi Luisa

Franchi Fausto

Franchi Alberto

Franchi Maria Antonella

Franchi Ruggero

Franchi Fabio

Hotel Panorama di Franchi Fabio & C. s.n.c.

Sartori Cecilia in Franchi

Molveno, 08 aprile 2022

Il Tecnico

ORDINE DEGLI ARCHITETTI
DELLA PROV. DI TRENTO
Dott.Arch. FAUSTO FRANCHI
ISCRIZIONE ALBO N° 854

PROVINCIA DI TRENTO

COMUNE DI MOLVENO

LOTTIZZAZIONE DORT BASSA PL4 - LOC. DORT

**PP.FF. 822/1 – 823/1 – 827/1 – 827/2 – 828/1 – 828/2 – 828/3 -
829 – 830 – 831/1 – 836/2 – 837/1 – 838 – 839 – 840
IN C.C. MOLVENO.**

RELAZIONE GEOLOGICA

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO
(CONTIENE LA RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA)**

RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA'

**RELATIVAMENTE ALLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA
DELL'AREA**

RELAZIONE GEOTECNICA

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA



Trento, Settembre 2021

il geologo



SOMMARIO

RELAZIONE GEOLOGICA	3
1 PREMESSA	3
2 LOCALIZZAZIONE DELLA ZONA DI INTERVENTO E RIFERIMENTI NORMATIVI	4
2.1 Carta di sintesi della pericolosità del PUP.	4
2.2 Carta delle Risorse Idriche della Variante al P.U.P.	5
3 BREVE DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO	5
4 MODELLO GEOLOGICO DELL'AREA	8
4.1 Tettonica, geologia e geomorfologia generale.....	8
4.2 Geomorfologia della zona di intervento.....	10
4.3 Geologia della zona di intervento, dai risultati del rilevamento geologico.....	12
4.4 Geologia della zona di intervento, dai risultati dell'indagine sismica.....	13
4.5 Idrografia superficiale e idrogeologia.....	15
5 AZIONE SISMICA	16
5.1 Determinazione valore di ag/g , F_0 , T^*C	17
5.2 Determinazione coefficienti di amplificazione stratigrafia e topografica	18
6 CONCLUSIONI	18
 RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA	 20
1 PREMESSA	20
2 CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA'	21
3 CONSIDERAZIONI RELATIVE ALLA METODOLOGIA ADOTTATA PER LA REDAZIONE DELLE CARTE DELLA PERICOLOSITÀ PER FENOMENI DI CROLLO DELLA PAT.	22
4 ANALISI DELLE CONDIZIONI DI PERICOLO NELL'AREA IN OGGETTO	23
5 COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO IN RELAZIONE ALLA PERICOLOSITÀ DELL'AREA	28
6 CONCLUSIONI	29
 RELAZIONE GEOTECNICA	 1
1 PREMESSA	1
2 SINTESI DEL MODELLO GEOLOGICO DELL'AREA	1

3	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA GEOMECCANICA DEI TERRENI PRESENTI	2
3.1	Caratterizzazione geotecnica del deposito detritico superficiale (LIVELLO 1)	2
3.2	Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso (LIVELLO 2).....	2
4	CONSIDERAZIONI ESECUTIVE	7
4.1	Realizzazione degli edifici.....	7
4.2	Scavi.....	12
4.3	Realizzazione dei rilevati.	12
5	CONCLUSIONI	13

LOTTIZZAZIONE DORT BASSA PL4 - LOC. DORT

**PP.FF. 822/1 – 823/1 – 827/1 – 827/2 – 828/1 – 828/2 – 828/3 - 829 – 830 –
831/1 – 836/2 – 837/1 – 838 – 839 – 840
IN C.C. MOLVENO.**

RELAZIONE GEOLOGICA

1 PREMESSA

Su incarico dei Signori lottizzanti della “Lottizzazione Dort Bassa”, è stata redatta una relazione geologica con carattere preliminare, relativa al progetto di lottizzazione in oggetto.

Lo studio effettuato, in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 è stato finalizzato ad evidenziare le caratteristiche geomorfologiche, geologico stratigrafiche ed idrogeologiche della zona di intervento, in modo da verificare la fattibilità delle opere in progetto.



Figura 1. Area interessata dal Piano di Lottizzazione in località Dort Bassa

L'esecuzione di tale studio ha comportato l'analisi dei dati bibliografici geologici e idrogeologici disponibili, il rilevamento geologico della zona oggetto dell'intervento e la realizzazione di un'indagine geofisica comprendente un'indagine sismica a rifrazione e tre indagini MASW.

2 LOCALIZZAZIONE DELLA ZONA DI INTERVENTO E RIFERIMENTI NORMATIVI

L'area in esame si colloca a nord del centro storico di Molveno, nella zona posta tra gli edifici che costeggiano a nord la Strada Statale S.S. 42 e via Dort.

La zona che è caratterizzata da discreta pendenza è attualmente interessata da prati perlopiù incolti. La lottizzazione si colloca in una zona di urbanizzazione relativamente recente, che ha interessato l'area compresa tra la strada statale e i versanti rocciosi a monte e completa quindi l'opera di urbanizzazione iniziata negli anni '90 con le lottizzazioni "Dort".

2.1 Carta di sintesi della pericolosità del PUP.

Nella Carta di sintesi della pericolosità del PUP, approvata con deliberazione della Giunta Provinciale n. 1317 di data 04 settembre 2020, ed in vigore dal 2 Ottobre 2020, l'edificio oggetto di intervento è inserito in area con penalità bassa P2 (per fenomeni di crollo).

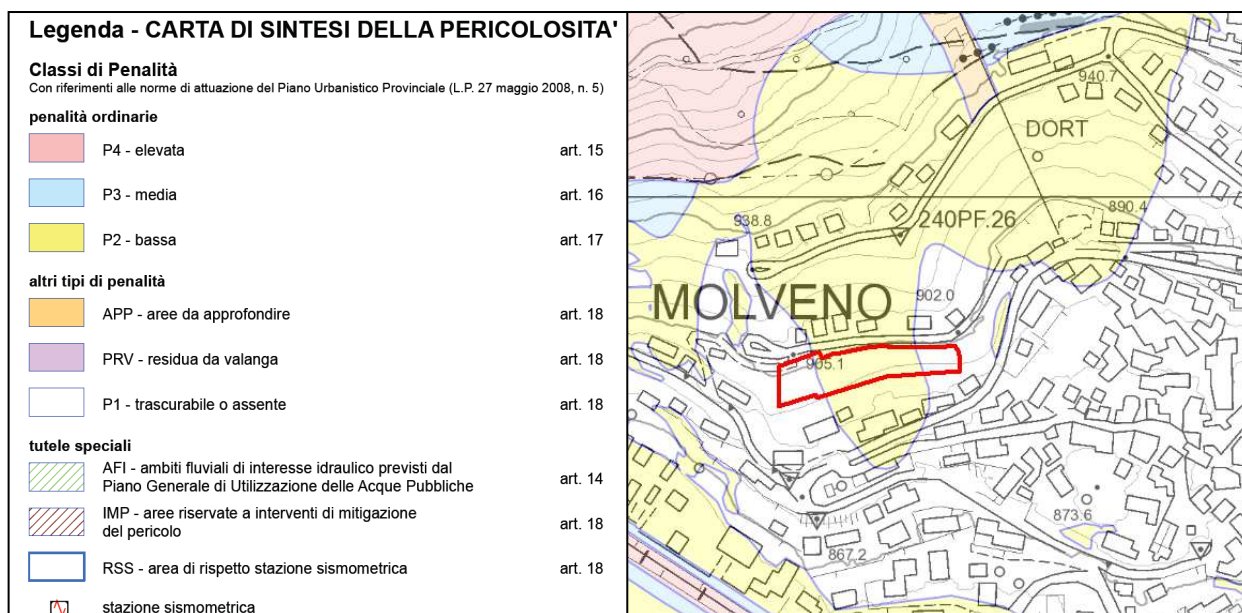


Figura 2. Estratto dalla Carta di sintesi della pericolosità del PUP

Le problematiche evidenziate sono quindi relative a fenomeni geologici per pericolosità dovuta crolli rocciosi.

Per quanto riguarda gli interventi ammessi nelle aree suddette si fa riferimento all'Allegato C alla DGP 1317/2020: "Indicazioni e precisazioni per l'applicazione delle disposizioni concernenti le aree con penalità elevate, medie o basse e le aree con altri tipi di penalità - Piano urbanistico provinciale, norme di attuazione (allegato B della l.p. n. 5 del 2008), articoli 14, comma 3, articolo 18, comma 2 - Legge provinciale per il governo del territorio l.p. n. 15 del 2015, articolo 22" e, nel caso in esame, al Paragrafo 4, **art. 17**.

La prevista relazione di compatibilità dell'intervento in progetto con le caratteristiche idrogeologiche dell'area viene affrontato nell'apposito fascicolo presentato di seguito alla relazione geologica.

2.2 Carta delle Risorse Idriche della Variante al P.U.P.

Nella **Carta delle Risorse idriche del P.U.P.** (3°agg.to D.G.P. n°1941 del 12/10/2018 in vigore dal 19/10/2018) l'area in esame non rientra in aree di salvaguardia di sorgenti e pozzi.

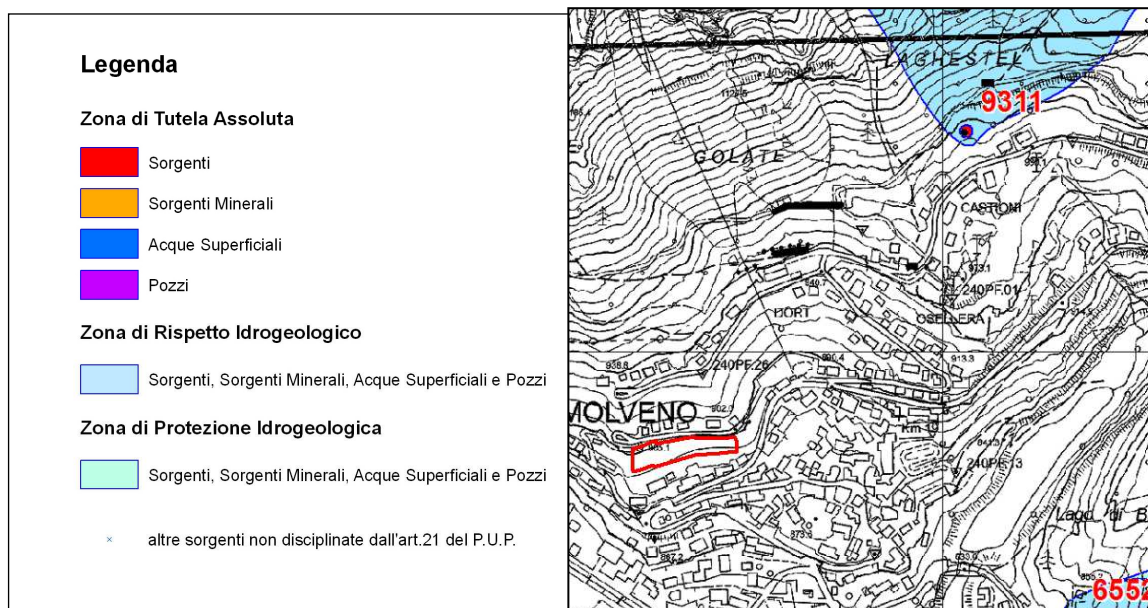


Figura 3. Estratto dalla Carta delle risorse idriche del PUP

3 BREVE DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

La lottizzazione in oggetto prevede la realizzazione di otto lotti, tutti con accesso pedonale e carraio dalla tangente via Dort al cui fregio di valle verrà realizzato l'allargamento della sede stradale, un marciapiede ed un'area panoramica.

Negli otto lotti verranno costruiti otto edifici ognuno dei quali aventi la possibilità di ospitare una o più unità abitative. Tutta la lottizzazione sarà impostata sul modello residenziale, con edifici sviluppati su un numero massimo tre livelli fuori terra; essendo un terreno con pendenza rilevante, gli edifici risulteranno in gran parte interrati per quanto riguarda i fronti a monte, lungo l'affaccio sulla via Dort di accesso ai lotti.

A ridosso degli alloggi realizzati contro terra verranno interposte delle intercapedini di isolamento dalla profondità pari ad almeno 3,00 m.

In dettaglio la lottizzazione sarà composta da:

- LOTTO 1 in cui sarà realizzato un edificio (in cartiglio EDIFICIO 1), con un sedime dalle dimensioni massime di 12.50 x 9.50 m, un'altezza massima del fronte (He) di 8 m ed un'altezza massima a metà falda (Hf) di 8.95 m. I parcheggi saranno realizzati in adiacenza ed alla stessa quota di via Dort. Anche il secondo piano (sottotetto) del fabbricato sarà alla stessa quota della strada comunale, mentre gli altri due livelli si svilupperanno sotto strada e saranno accessibili solamente mediante scala ed ascensore interni al fabbricato;

- LOTTO 2 in cui sarà realizzato un edificio (in cartiglio EDIFICIO 2), con un sedime dalle dimensioni massime di 10.50 x 8.50 m, un'altezza massima del fronte (He) di 8 m ed un'altezza massima a metà falda (Hf) di 8.65 m. I parcheggi saranno realizzati in adiacenza ed alla stessa quota di via Dort. Anche il secondo piano (sottotetto) del fabbricato sarà alla stessa quota della strada comunale, mentre gli altri due livelli si svilupperanno sotto strada. Tali piani saranno accessibili solamente mediante scala ed ascensore interni al fabbricato;

- LOTTO 3 in cui sarà realizzato un edificio (in cartiglio EDIFICIO 3) in aderenza all'edificio 2, con un sedime dalle dimensioni massime di 8.50 x 10.00 m, un'altezza massima del fronte (He) di 8 m ed un'altezza massima a metà falda (Hf) di 8.65 m. I parcheggi saranno realizzati in adiacenza ed alla stessa quota di via Dort. Anche il secondo piano (sottotetto) del fabbricato sarà alla stessa quota della strada comunale, mentre gli altri due livelli si svilupperanno sotto strada. Tali piani saranno accessibili solamente mediante scala ed ascensore interni al fabbricato;

- LOTTI 4, 5 e 6 in cui saranno realizzati tre edifici singoli (in cartiglio EDIFICI 4, 5, e 6), i quali avranno accessibilità pedonale e veicolare mediante una stradina di accesso esclusiva che permetterà l'ingresso alle autorimesse interrate di ogni immobile. Quest'ultima avrà una pendenza massima del 12% ed una larghezza minima di 3.50 m. I fabbricati risulteranno quindi a quote leggermente differenti in modo tale da seguire l'andamento naturale del terreno ed avranno un sedime delle dimensioni di 14.00 x 11.00 m, un'altezza massima del fronte (He) di 8 m ed un'altezza massima a metà falda (Hf) di 9.00 m.

- LOTTI 7 e 8 in cui sarà prevista la realizzazione di due edifici adiacenti (in cartiglio EDIFICIO 7 e 8), ognuno dei quali avrà un sedime delle dimensioni di 10.00 x 11.00 m, un'altezza massima del fronte (He) di 8 m ed un'altezza massima a metà falda (Hf) di 8.75 m. L'accesso sia pedonale che veicolare ai lotti avverrà mediante una stradina dalla pendenza massima del 20% e dalla larghezza minima di 3.50 m, che permetterà anche la fruizione dei posti macchina esterni a livello del primo piano. Proseguendo con la stradina si accederà alla sottostante autorimessa interrata in cui saranno previsti ulteriori posti auto a livello del piano terra dell'immobile.

In considerazione che la morfologia dell'area è piuttosto acclive, i lotti saranno raccordati con il terreno circostante che manterrà l'andamento naturale, con rampe a gradoni sistemate a verde con inseriti muretti.

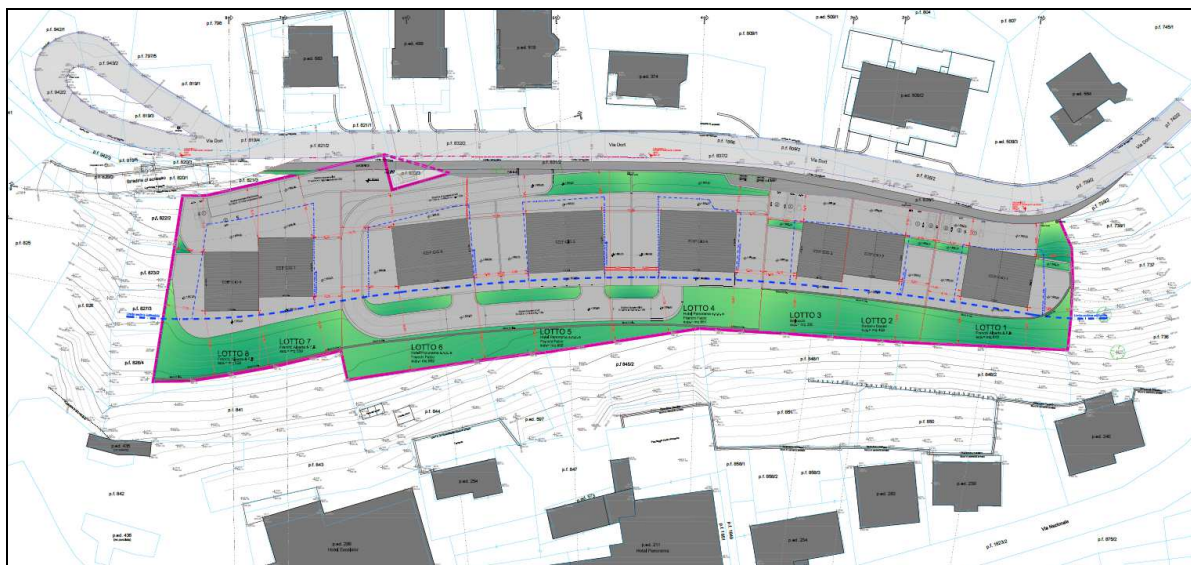


Figura 4. Planimetria dell'intervento



Foto 1. Parte occidentale dell'area di lottizzazione



Foto 2. Parte orientale dell'area di lottizzazione

Le infrastrutture di urbanizzazione primaria (collettore fognario delle acque nere, collettore delle acque bianche, impianto idrico, impianto telefonico, impianto elettrico)

necessarie alla nuova lottizzazione, sono presenti lungo la via Dort lungo la quale verranno anche effettuate le predisposizioni per l'allacciamento al metano e per il passaggio delle fibre ottiche.

In questa fase di progettazione l'allacciamento al collettore fognario pubblico delle acque nere, è previsto mediante il posizionamento di pompe ad immersione che solleveranno il liquame sulla via Dort, che risulta ad una quota più alta rispetto ai piani terra di tutti gli edifici.

Le acque bianche che, in occasione di precipitazioni meteoriche, si raccolgono dalle coperture di ciascun edificio e dalle aree impermeabilizzate attorno ad esso verranno raccolte in serbatoi sfruttati a scopo irriguo e il cui troppo pieno verrà inviato, tramite pompa, alla rete di raccolta comunale, localizzata lungo via Dort.

L'area di intervento sarà interessata da scavi e da riporto di terreno: in particolare, gli scavi necessari alla costruzione degli edifici, avranno scarpate con altezza massima (dell'ordine dei 6,00 m) nella parte centrale della lottizzazione, e minore nelle zone più esterne, ad est e ad ovest (altezza massima del fronte di circa 4,00 m). I rilevati avranno invece estensione maggiore e altezza massima nella zona più orientale dell'area in esame, dove potranno raggiungere i 5,00 m di altezza.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati progettuali.

4 MODELLO GEOLOGICO DELL'AREA

4.1 Tettonica, geologia e geomorfologia generale

Il paese di Molveno è situato sulla riva settentrionale del lago omonimo, ai piedi del versante sud - orientale del Monte Palon de Tovre.

Il substrato roccioso è costituito da Formazioni della serie di età Giurassico - Cretacica costituita, alla base, dal complesso carbonatico rappresentato dai Calcari Grigi di Noriglio, dai Calcari Oolitici di San Vigilio e dal Rosso Ammonitico Veronese e, superiormente, dalle formazioni calcareo marnose, rappresentate dalla Scaglia Rossa e dalla Maiolica.

A nord dell'area in esame, circa a metà del versante sud orientale del monte Palon de Tovre, è presente una importante faglia transpressiva con direzione sud ovest-nord est, da ricondursi al Sistema delle Giudicarie; tale lineazione, che localmente assume carattere di vero e proprio sovrascorrimento, pone a contatto i terreni di età Giurassico - Cretacea della serie sopra descritta, affioranti a sud della lineazione e caratterizzanti la geologia dell'intero gruppo della Paganella, con quelli calcareo dolomitici più antichi, di età Triassica, affioranti a nord della lineazione e caratterizzanti la geologia del Gruppo di Brenta.

Le formazioni geologiche giurassico cretache, nelle zone di affioramento, non presentano giacitura costante, ma il loro assetto è fortemente disturbato dalla presenza della lineazione.

Nell'area esaminata, il contatto diretto tra i terreni a tetto e a letto della faglia avviene a monte della zona di studio e non è visibile, per la presenza della copertura di detrito, alimentata dagli affioramenti rocciosi presenti nella parte alta del versante.

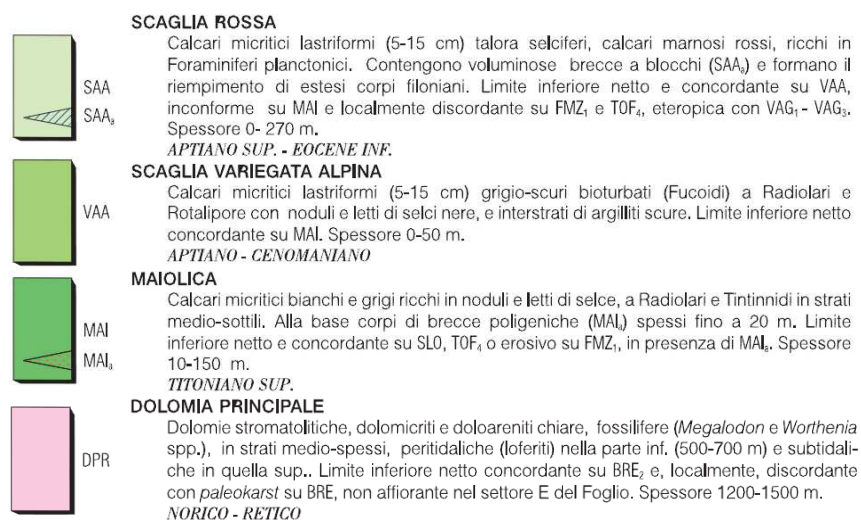
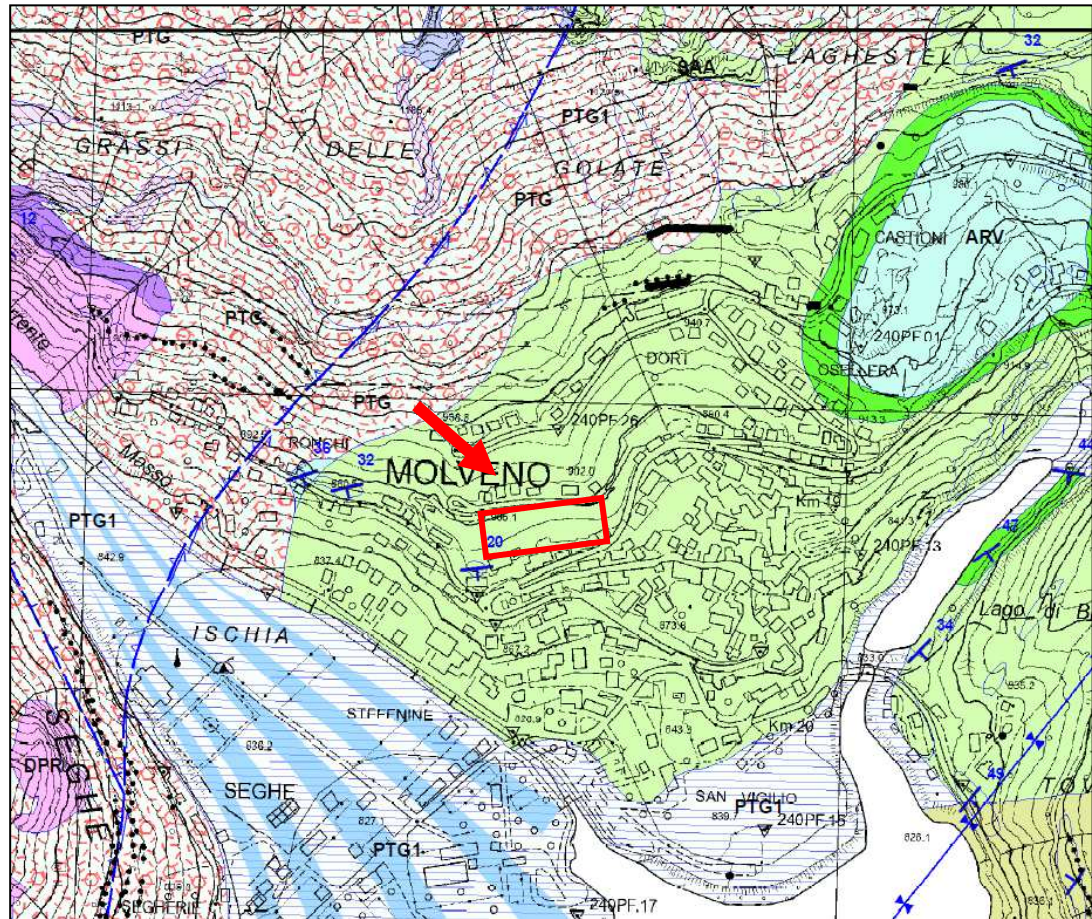


Figura 5. Estratto dal Foglio Geologico 059 – Tione di Trento della Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000

La presenza della faglia ha condizionato la morfologia del versante che nella parte alta e mediana, in cui affiora la roccia calcareo dolomitica, presenta una notevole acclività, mentre nella parte inferiore, a sud della lineazione, per la presenza di litotipi meno competenti e della copertura detritica, presenta pendenze gradualmente inferiori fino alle rive del lago.

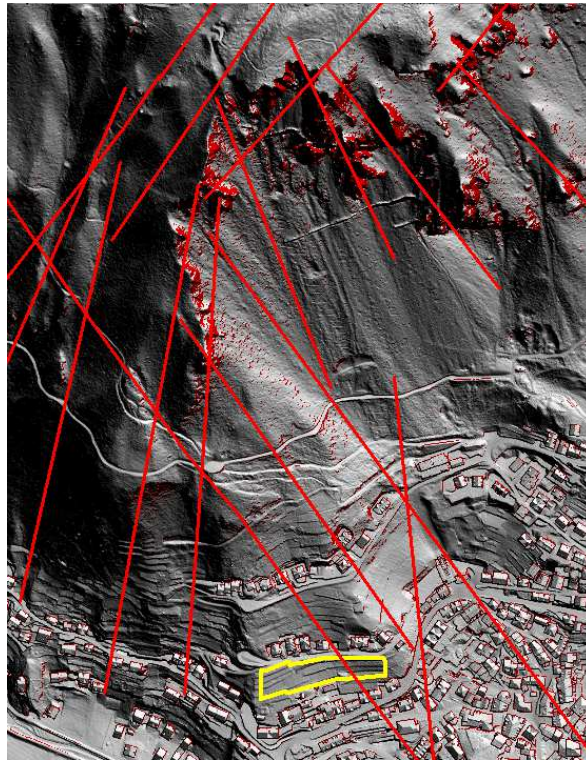


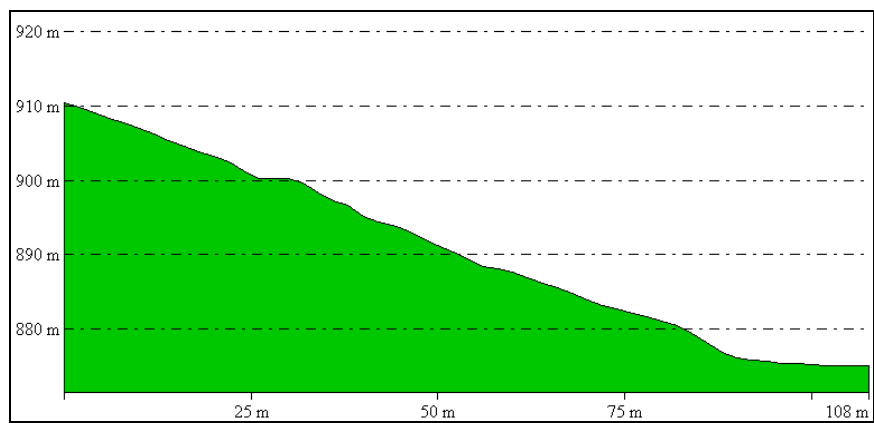
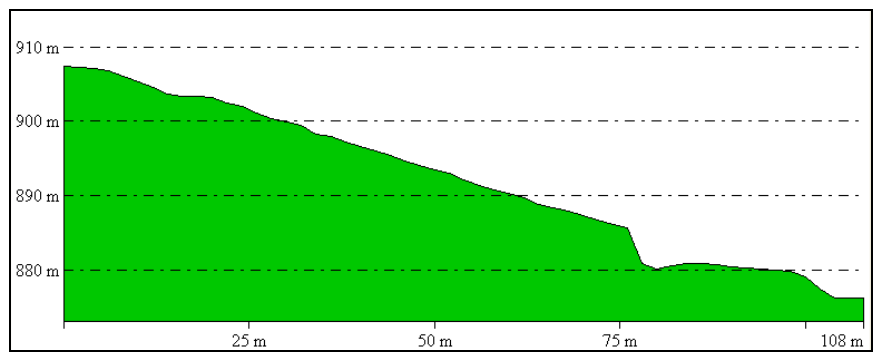
Figura 6. Andamento lineazioni principali su DTM da rilievo Lidar

Dall'esame del rilievo LIDAR è inoltre possibile osservare come gli elementi strutturali, ben evidenti in presenza degli affioramenti litoidi, dei quali hanno condizionato l'evoluzione morfologica, si possano agevolmente riconoscere anche in presenza dei depositi quaternari superficiali; la Figura 6 sopra riportata mostra appunto come gli allineamenti morfologici lungo i quali si è sovrimposta l'idrografia superficiale siano facilmente riconoscibili anche dove sono presenti i depositi detritici.

L'azione antropica ha in buona parte modificata la morfologia naturale dell'area in esame, con la realizzazione, in momenti successivi, di numerosi edifici realizzati a monte dell'area di intervento e della relativa viabilità di accesso, che ha richiesto numerosi interventi di scavo e riporto.

4.2 Geomorfologia della zona di intervento

La zona di intervento presenta una discreta acclività che mediamente varia tra i 17° e i 20°. A monte, tra l'area di lottizzazione e le ripide pareti rocciose, si interpongono due gruppi di edifici e le relative strade di accesso disposti trasversalmente al versante.



Un tempo utilizzata a scopo agricolo, l'area in esame è da tempo occupata da prati perlopiù incolti; la zona superiore è stata recentemente sistemata con terreno di riporto in modo da facilitare l'accesso alla zona prativa dalla via Dort.

4.3 Geologia della zona di intervento, dai risultati del rilevamento geologico

Nell'area, che si colloca a valle della lineazione giudicariense di cui si è detto, il substrato roccioso è costituito dalla formazione della Scaglia Rossa di età Cretacica. La roccia affiora estesamente lungo la parte finale, cieca, della via Dort, a monte della zona di lottizzazione, e in corrispondenza del piazzale parcheggio dell'Hotel Panorama, a valle; piccoli affioramenti sono inoltre presenti lungo il confine occidentale della zona di lottizzazione che si colloca su una dorsale accentuata.

La roccia, negli affioramenti esaminati, risulta costituita da calcari marnosi e marne calcaree di colore rosso mattone o rosato, in strati da sottili a medi, con potenza variabile tra 5 e 50 cm, talvolta separati da interstrati marnoso – argillosi; la stratificazione immerge con debole inclinazione verso sud est (156/22 - 174/30), nella parte più orientale dell'affioramento, e verso est (90/25) in quella più occidentale.

Il substrato roccioso appare piuttosto fratturato con i giunti di fessurazione detensionati in superficie, per effetto della decompressione litostatica e dell'azione alterante degli agenti atmosferici.



Foto 3: La nuova strada consortile al confine con l'area di progetto

Nella zona centrale ed orientale dell'area di lottizzazione, il substrato roccioso non affiora e risulta ricoperto da un livello detritico e dalla copertura vegetale. Il deposito detritico è di prevalente origine eluviale e gravitativa nella zona occidentale dell'area di lottizzazione, mentre in quella più orientale, è presente un deposito detritico di origine glaciale (evidenziato nel corso di studi precedenti effettuati per la realizzazione di un

piazzale parcheggio a monte dell'Hotel Panorama, a sud della zona di lottizzazione).

Il solo rilevamento geologico non ha permesso di definire lo spessore del deposito detritico nell'area, per ottenere maggiori indicazioni circa la stratigrafia delle zone di futura edificazione, è stata quindi prevista un'indagine geofisica del tipo sismica a rifrazione con metodo tomografico e MASW, che in questa fase preliminare permette di ottenere un quadro indicativo, seppure con l'imprecisione che caratterizza le indagini indirette, della situazione geologica nella futura area di intervento. L'indagine è stata eseguita nel 2014 in una precedente fase di progettazione della lottizzazione.

4.4 Geologia della zona di intervento, dai risultati dell'indagine sismica

L'indagine sismica è stata effettuata con lo scopo di evidenziare la stratigrafia nell'area di realizzazione dei nuovi edifici ed in particolare di individuare la profondità dell'ammasso roccioso nella zona in cui esso non affiora, in modo da ottenere indicazioni circa le caratteristiche dei terreni che costituiranno il piano di fondazione e dei terreni che saranno interessati dagli scavi necessari a raggiungerlo.

Nel sito sono quindi state eseguite un'indagine sismica a rifrazione e tre indagini MASW, utilizzando gli stessi sensori per il campionamento rispettivamente delle Vs e delle Vp, in corrispondenza di una sezione sismica sviluppata in modo da attraversare tutta l'area di lottizzazione da ovest ad est con un profilo lungo circa 170 m, ubicato in modo da coinvolgere la parte centrale del lotto che sarà interessata dall'edificazione.

L'evidenza di roccia affiorante all'estremità ovest del profilo, ha permesso la taratura del modello.

I dati incrociati, ottenuti dalle due tipologie di indagine, hanno evidenziato come, a partire dal piano di campagna, sia presente un livello detritico scarsamente addensato (LIVELLO 1), con spessore variabile localmente tra valori minimi di 1 m nel settore ovest dell'area di lottizzazione, e massimi di circa 3,00 m in quello est ($V_p < 700$ m/s e $V_s = 200 - 300$ m/s).

Il deposito detritico allentato appare sostenuto da un livello detritico molto addensato (LIVELLO 2), eventualmente, nella zona orientale, costituito da un deposito glaciale, ma molto più probabilmente, in tutta l'area indagata, costituito dal "cappellaccio" del substrato roccioso ($1000 < V_p < 1800$ m/s e $350 < V_s < 700$ m/s) caratterizzato da roccia fratturata detensionata e parzialmente destrutturata. In questo livello l'ammasso roccioso presenterebbe quindi le caratteristiche della roccia visibile in affioramento nella parte terminale di via Dort. Lo spessore di questo livello è variabile nell'area, minimo nella zona occidentale (dell'ordine dei 2,00 – 3,00 m), maggiore nel settore centrale (dell'ordine dei 4,50 m) e soprattutto in quello orientale (dove è presente fino a profondità dell'ordine dei 7,00 – 8,00 m).

A quote inferiori è presente il substrato roccioso (LIVELLO 3) costituito da roccia compatta ($V_p > 2000$ m/s e $V_s > 1200$ m/s).

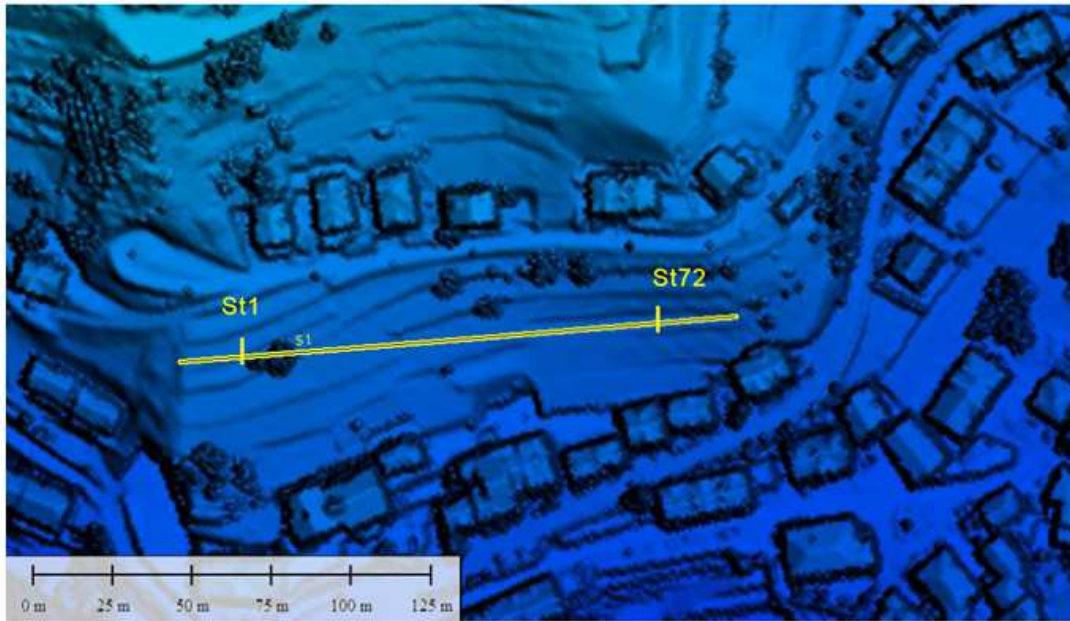


Figura 10. Ubicazione del profilo sismico riportata su rilievo LIDAR e sulla planimetria di progetto

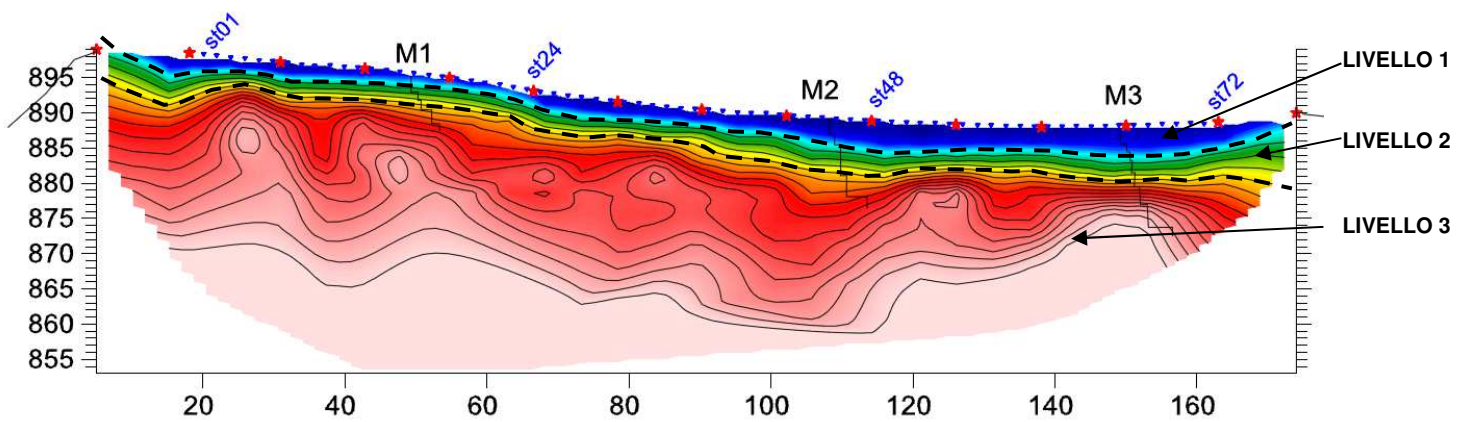


Figura 11. Suddivisione del terreno in livelli sulla base del modello di velocità del sottosuolo.



Foto 4 e Foto 5. Esecuzione dell'indagine sismica

Si evidenzia come l'indagine sismica, di tipo indiretto, permetta di ottenere delle valide e attendibili indicazioni circa la stratigrafia del sito, ma come la metodologia stessa non permetta puntualmente di ottenere un grado di precisione elevato, per quanto riguarda la misura degli spessori dei singoli sismo-strati.

4.5 Idrografia superficiale e idrogeologia

Il tratto di versante su cui si colloca la zona in esame, risulta privo di un reticolo idrografico significativo. Tale condizione è da collegarsi all'elevata permeabilità del deposito detritico che ricopre il tratto di pendio (a monte della zona in esame) alla base delle pareti rocciose calcaree ed ai fenomeni carsici che interessano queste ultime, che quindi

favoriscono l'infiltrazione delle acque meteoriche limitandone il ruscellamento superficiale nella parte più a valle del versante.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche, nell'area in esame è possibile individuare sostanzialmente due unità idrogeologiche:

- una unità superiore, rappresentata dal deposito detritico di origine eluvio colluviale e dal "cappellaccio" della roccia, che costituisce l'unità idrogeologica più superficiale, caratterizzata da permeabilità primaria da scarsa a media, in funzione della percentuale di matrice presente,
- una unità inferiore, rappresentata dal substrato roccioso compatto, costituito dalla formazione della Scaglia Rossa, calcareo marnosa, e caratterizzato da permeabilità secondaria da scarsa a media, in funzione del grado di fratturazione e del grado tamponamento delle fratture ad opera del materiale di alterazione.

In generale, la circolazione idrica ipogea avviene prevalentemente entro i depositi detritici ed eventualmente nel livello più superficiale della roccia detensionata, sostenuto dalla roccia compatta sottostante e alimentata dall'infiltrazione delle acque meteoriche ed eventualmente di ruscellamento lungo il pendio.

In considerazione della elevata acclività del versante, e dell'assenza di sorgenti nell'area in esame e a valle di essa, si esclude la presenza di una circolazione idrica freatica a carattere permanente nella zona di intervento. E' comunque prevedibile, in periodo di morbida, ossia allo scioglimento primaverile della neve e in periodi di frequenti e prolungate precipitazioni, la presenza di locali venute d'acqua dalle fessure della roccia, dovute a percorsi idrici che seguono l'andamento della fratturazione; tale condizione è stata evidenziata anche in corrispondenza degli affioramenti presenti nel tratto finale di via Dort, a seguito di un periodo autunnale particolarmente piovoso.

5 AZIONE SISMICA

Di seguito viene effettuato il calcolo dell'azione sismica in accordo a quanto prescritto dal cap. 3 del D.M. 14.01.08 ed alla circolare esplicativa della P.A.T.

Trattandosi di opera ordinaria che prevede un affollamento normale e assenza di funzioni pubbliche e sociali essenziali, essa è inseribile nella classe 2 (Vita nominale $V_N = 50$ anni).

I tempi di ritorno, in relazione ai diversi stati limite sono i seguenti:

<i>Stato limite di Operatività SLO</i>	<i>= 30 anni</i>
<i>Stato limite di Danno SLD</i>	<i>= 50 anni</i>
<i>Stato limite di Salvaguardia della Vita SLV</i>	<i>= 475 anni</i>
<i>Stato limite di Collasso SLC</i>	<i>= 975 anni</i>

5.1 Determinazione valore di a_g/g , F_0 , T^*C

Sulla base della griglia di riferimento di cui all'allegato A alle N.T.C. sono stati ricavati per il sito in esame i seguenti valori dei parametri spettrali:

$a_{g/g}$ = accelerazione di picco,

F_0 = fattore di amplificazione,

T^*_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



Figura 12. Area d'intervento con evidenziato il punto a cui si riferisce il calcolo del valore dei parametri di pericolosità sismica

Tali valori sono riportati nella seguente tabella, riferiti ai differenti tempi di ritorno (TR), e in corrispondenza delle seguenti coordinate geografiche

lat = 46.143; long = 10.962

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T^*_c [s]
Operatività (SLO)	30	0,025	2,461	0,193
Danno (SLD)	50	0,031	2,509	0,204
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,061	2,691	0,330
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,074	2,771	0,349

Tabella 1. Valori di T_r , a_g , F_0 , T^*_c riferiti ai tempi di ritorno specifici

Sono evidenziati i coefficienti relativi agli stati limite di danno (SLD) e di salvaguardia della vita (SLV) in quanto, come prescritto al cap. 7.1 delle NTC, sono quelli a cui vanno riferite le verifiche rispettivamente per gli stati limite di esercizio e gli stati limite ultimi.

5.2 Determinazione coefficienti di amplificazione stratigrafia e topografica

Sulla base delle conoscenze geologiche attuali, i terreni presenti possono essere cautelativamente inseriti nella **categoria B**.

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>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.</i>
D	<i>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.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Figura 13: Categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (NTC 2018)

In tale situazione, il valore del coefficiente di amplificazione stratigrafica calcolato per un terreno di categoria B nel sito in esame risulta pari a 1,20 per entrambi gli stati limite considerati.

L'area presenta discreta acclività (categoria topografica T₂) e pertanto il coefficiente di amplificazione topografica risulta pari a 1,20.

I valori dei principali coefficienti sismici sono riassunti nella seguente tabella.

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,017	0,021
kv	0,004	0,004	0,009	0,011
Amax [m/s ²]	0,354	0,434	0,855	1,045
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Tabella 2. Coefficienti sismici

6 CONCLUSIONI

Su incarico dei signori lottizzanti della "Lottizzazione Dort Bassa", è stata redatta la relazione geologica, relativa al progetto di lottizzazione in oggetto.

Lo studio effettuato, in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 è stato finalizzato ad evidenziare le caratteristiche geomorfologiche, geologico stratigrafiche ed idrogeologiche della zona di intervento in modo da verificare la fattibilità delle opere in progetto.

Dall'indagine effettuata è risultato come le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche della zona esaminata siano compatibili con la realizzazione delle opere in progetto che, se effettuata secondo la normativa, non porterà turbative nell'ambiente geo-idrologico presente.

La presente relazione costituisce parte integrante del progetto di lottizzazione.

La fase di progettazione definitiva degli edifici, sui singoli lotti funzionali in cui risulta divisa l'area di lottizzazione, dovrà essere accompagnata da una specifica relazione geologica, relativa ai singoli interventi progettuali.

Trento, Settembre 2021



LOTTIZZAZIONE DORT BASSA PL4 - LOC. DORT

**PP.FF. 822/1 – 823/1 – 827/1 – 827/2 – 828/1 – 828/2 – 828/3 - 829 – 830 –
831/1 – 836/2 – 837/1 – 838 – 839 – 840
IN C.C. MOLVENO.**

RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA

1 PREMESSA

Su incarico dei signori lottizzanti della “Lottizzazione Dort Bassa è stato eseguito lo studio relativo alle condizioni di pericolosità idrogeologica dell’area in cui si localizzano le particelle in oggetto ed alla compatibilità dell’intervento relativo al progetto di realizzazione della lottizzazione “Dort Bassa”.

I risultati dello studio sono riportati nella presente relazione, prevista dalla DGP 1317/2020 “*Carta di Sintesi della Pericolosità*” - “*Indicazioni e precisazioni per l’applicazione delle disposizioni concernenti le aree con penalità elevate, medie o basse e le aree con altri tipi di penalità - Piano urbanistico provinciale, norme di attuazione (allegato B della l.p. n. 5 del 2008), articolo 14 comma 3 e art. 18 comma 2, dalla Legge provinciale per il governo del territorio l.p. n. 15 del 2015, articolo 22*”, Allegato C.

La “*Carta di Sintesi della Pericolosità*”, prevista dall’articolo 22, comma 1 della l.p. n. 15/2015 e dagli articoli 14 e 48, comma 1 delle Norme di attuazione del Piano Urbanistico Provinciale, si configura come strumento urbanistico per la disciplina della trasformazione d’uso del territorio al fine di perseguire la tutela dell’incolumità delle persone e la riduzione della vulnerabilità dei beni in ragione dell’assetto idrogeologico del territorio.

Sulla base della classificazione della pericolosità dei fenomeni geologici, idrologici e nivologici o forestali, derivante dalla combinazione dei fattori di pericolo, evidenziata nelle Carte della pericolosità previste dalla legge in materia di Protezione Civile, la Carta di sintesi della pericolosità, individua le aree con diversi gradi di penalità (elevata, media, bassa e altri tipi di penalità), in funzione della combinazione tra più tipologie di fenomeni, dettandone la relativa disciplina urbanistica attraverso gli articoli 15-16-17-18 delle norme del PUP.

La Carta della Pericolosità vigente è stata approvata in data 04/09/2020, con DGP n. 1317 ed è in vigore dal 02/10/2020.

Le Carte di Pericolosità relative ai singoli fenomeni, sono redatte secondo quanto previsto dalla D.G.P.1306/2020 avente a oggetto “*Criteri e metodologia per la redazione e l’aggiornamento delle carte della pericolosità*”,

La trasposizione delle classi di pericolosità nei diversi gradi di penalità è stata effettuata sulla base dei criteri definiti con la deliberazione della D.G.P. n. 1078/2019

avente a oggetto “Modifiche alla disposizioni tecniche per la predisposizione della Carta di Sintesi della Pericolosità”.

Di seguito viene eseguita un'analisi delle condizioni di pericolosità dell'area in esame, sulla base delle risultanze di un apposito studio geologico – idrogeologico, e viene quindi effettuata la conseguente verifica della compatibilità degli interventi in progetto.

2 CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA'

La Carta di sintesi della pericolosità classifica la zona in oggetto in Area con Penalità media bassa (P2).

Per quanto riguarda gli interventi ammessi nelle aree suddette si fa riferimento all'Allegato C alla DGP 1317/2020: *“Indicazioni e precisazioni per l'applicazione delle disposizioni concernenti le aree con penalità elevate, medie o basse e le aree con altri tipi di penalità - Piano urbanistico provinciale, norme di attuazione (allegato B della l.p. n. 5 del 2008), articoli 14, comma 3, articolo 18, comma 2 - Legge provinciale per il governo del territorio l.p. n. 15 del 2015, articolo 22”* - DGP 1080/2019 e, nel caso in esame, al Paragrafo 4, **art 17**.

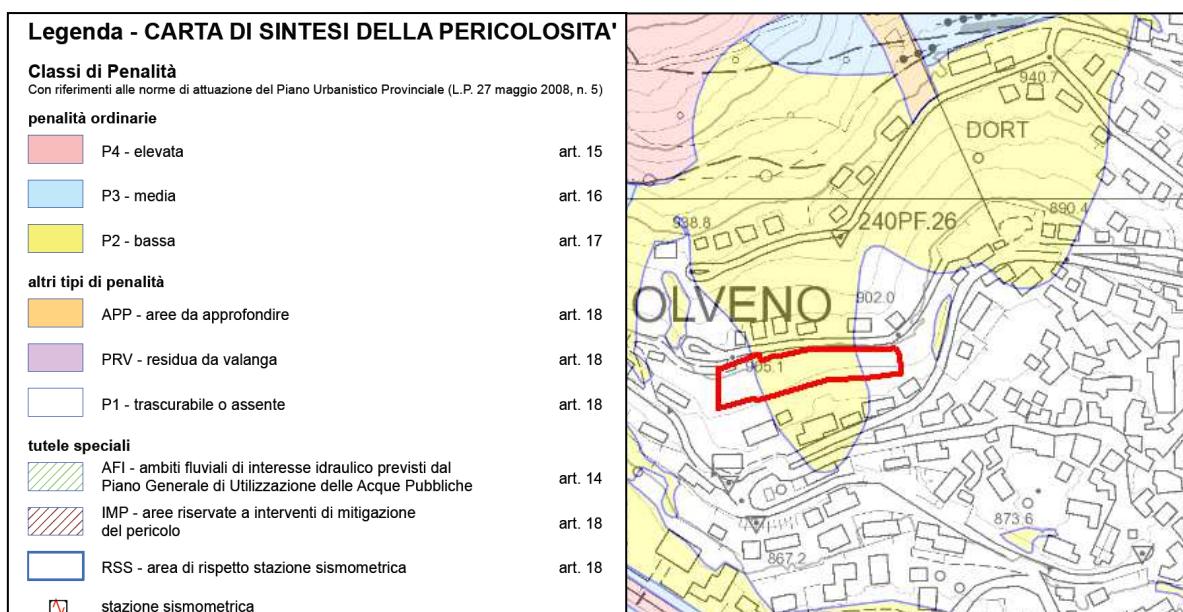


Figura 14. Estratto dalla Carta di Sintesi della Pericolosità DGP 1317/2020

La Carta di sintesi della pericolosità individua le aree con diversi gradi di penalità (elevata, media, bassa e altri tipi di penalità), in funzione della combinazione tra più tipologie di fenomeni il cui grado di pericolosità è evidenziato nelle singole Carte della Pericolosità dedicate.

L'esame della cartografia del pericolo, per la zona in esame, ha evidenziato come la

zona sia interessata da:

FENOMENI GEOLOGICI CROLLI ROCCIOSI

- Carta della pericolosità: **pericolosità residua bassa HR2**
- Carta di sintesi della pericolosità: **penalità bassa P2**

Ordine gerarchico	Carte di Sintesi della Pericolosità		NdA PUP
1	Penalità elevata	P4	art. 15
2	Aree da approfondire	APP	art. 18
3	Penalità residua da valanga	PRV	art. 18
4	Penalità media	P3	art. 16
5	Penalità bassa	P2	art. 17
6	Penalità trascurabile o assente	P1	art. 18

Figura 15. Tab. 4.1 DGP 1078/2019

Lo studio effettuato, in accordo con la Carta di sintesi della pericolosità, non ha evidenziato fenomeni di altra tipologia che possano determinare condizioni di pericolosità idrogeologica nell'area di intervento.

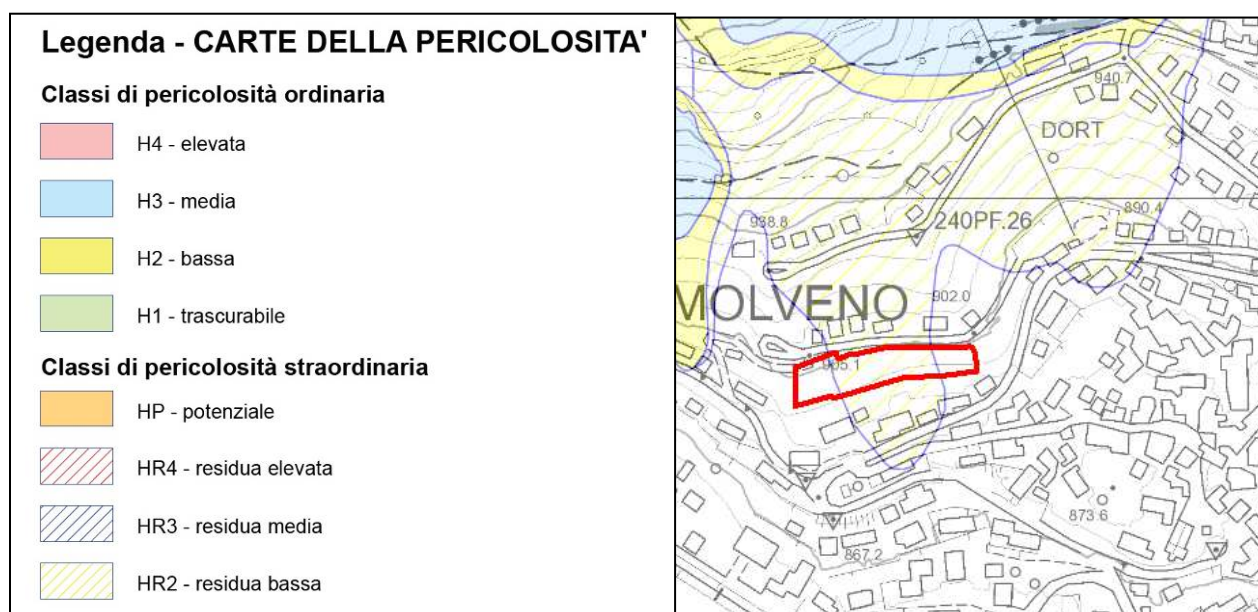


Figura 16. Estratto dalla Carta della pericolosità relativa a fenomeni di crollo

3 CONSIDERAZIONI RELATIVE ALLA METODOLOGIA ADOTTATA PER LA REDAZIONE DELLE CARTE DELLA PERICOLOSITÀ PER FENOMENI DI CROLLO DELLA PAT.

La definizione della pericolosità nella Carta della pericolosità per fenomeni di crollo è stata effettuata sulla base di quanto riportato nei "Criteri e metodologia per la redazione e

l'aggiornamento delle carte della pericolosità (DGP 1306 del 04/09/2020), della quale, di seguito, si riportano alcuni passaggi significativi per la valutazione delle effettive condizioni di pericolosità nella zona in esame:

- Le grandezze utilizzate per attribuire il grado di pericolosità degli eventi sono:
 - **h** = altezza di volo delle traiettorie (m);
 - **v** = velocità di caduta (m/sec);
 - **f** = frequenza di passaggio dei blocchi (n. traiettorie che interessano ciascuna cella del DTM considerato).
- L'analisi da caduta massi è condotta su tutto il territorio provinciale utilizzando modelli numerici tridimensionali applicati ad un DTM (Digital Terrain Model – Modello Digitale del Terreno) con risoluzione di cella pari a 5 m e alle informazioni contenute nella banca dati geologica provinciale.
- A partire dal DTM viene costituita una banca dati delle aree sorgente di crollo definendo un punto sorgente per ciascuna delle celle che raggiunge o supera la soglia di pendenza di 44°.
- Nell'analisi non si tiene conto dell'effetto di mitigazione della vegetazione
- La determinazione del grado di pericolosità da caduta massi segue un procedimento che prevede di applicare i modelli numerici tridimensionali di simulazione di crollo. Si tratta di due elaborazioni distinte: una per le aree sorgente di crollo a volumetria predefinita e a volumetria specifica e una che considera le aree sorgenti di crollo con volumetrie eccezionali. Nella prima viene applicata una variazione di volume di $\pm 50\%$: in tal modo viene generato un intervallo del volume di simulazione dei blocchi che, nel caso delle volumetrie predefinite, è compreso **tra 2 e 5 metri cubi**. Nella seconda le volumetrie eccezionali riguardano **blocchi da 50 mc**.

L'area in esame è stata sottoposta a entrambe queste metodologie di verifica: la parte centrale dell'area di lottizzazione è risultata interessata solo dal passaggio di volumetrie eccezionali.

4 ANALISI DELLE CONDIZIONI DI PERICOLO NELL'AREA IN OGGETTO

L'analisi del DTM da rilievo Lidar della PAT, a monte dell'area in esame, mette in evidenza come, le principali aree sorgenti di crolli (caratterizzate da acclività superiori ai 43°), siano rappresentate dalle balze rocciose poste a valle del rifugio Pradel.

Come indicato nella relazione geologica l'analisi del DTM da Rilievo Lidar permette di osservare come gli elementi strutturali abbiano condizionato l'evoluzione morfologica: le lineazioni principali presentano direzione NNE – SSW, NE-SW e NW-SE.

Questa struttura geologica ha fatto sì che la porzione di versante immediatamente sovrastante il paese di Molveno ed in particolare la zona in esame, si presenti come uno

sperone che separa la valle delle Seghe (a Sud – Ovest) con la valle che porta ad Andalo (Nord Est). Analogamente alle quote superiori si può osservare come l'andamento principale delle pareti rocciose, in direzione NE – SW e NNE – SSW, risulti spezzato dal sistema strutturale ortogonale, originando così crinali frequentemente interrotti da bruschi cambi di direzione, ed avvallamenti alla base delle pareti, che si alternano a pianori e a dossi.

Questo andamento morfologico, nelle porzioni elevate del versante (quota 1100 m s.l.m. circa) ha portato alla formazione di una stretta cresta rocciosa con larghezza di pochi metri disposta con direzione NNW – SSE e, a quote inferiori, alla presenza di rilievi morfologici orientati con la stessa direzione.

La cresta rocciosa di cui sopra è delimitata, principalmente sui lati est e sud, da pareti rocciose che si presentano costituite da bancate calcaree metriche o plurimetriche, con assetto della stratificazione immergente ad est con debole inclinazione (immersione $90^{\circ}/15^{\circ}$).



Foto 6 e Foto 7: pareti rocciose a quota 1100 m s.l.m. circa; si individuano chiaramente i principali sistemi di fessurazione

La presenza di una estesa fratturazione subverticale tende ad isolare diedri di dimensioni significative (Foto 6 e Foto 7), infatti il principale sistema di fatturazione rilevato sulle pareti, che ha immersione media di $15/85$, si presenta molto persistente con giunti

aperti e scabri; ad esso è associato un altro sistema approssimativamente ortogonale (110/85) che in affioramento risulta però poco persistente ed a giunti chiusi.

Questo pattern di fratturazione, che ben si accorda con l'andamento delle lineazioni osservato dal DTM e riportato in Figura 6, assieme alla stratificazione, consente il distacco delle porzioni frontali delle pareti rocciose, e la loro caduta in direzione Molveno.



Foto 8. Dettaglio delle pareti rocciose a quota 1100 m s.l.m. circa; si osserva come il processo di disaggregazione quotidiano tenda a produrre frammenti litoidi di dimensioni medio piccole.

L'esame di dettaglio delle stesse pareti mostra come esse tendano a disagregarsi di frammenti da centimetrici e decimetrici (Foto 8)

E' possibile pertanto ipotizzare che i processi quotidiani di crio e termoclastismo determinino il distacco di elementi litoidi di dimensioni medio piccole e che sporadicamente, in occasione di specifici episodi (scosse telluriche oppure eventi meteorici a carattere eccezionale), possa avvenire l'instabilizzazione di volumi rocciosi di dimensioni ragguardevoli (anche diversi m³)

Tali considerazioni trovano parziale conferma nell'esame degli sporadici affioramenti dei depositi quaternari osservabili lungo la viabilità forestale a monte delle case nella lottizzazione Dort alta esistente; si osserva infatti come i depositi siano prevalentemente di origine colluviale e come la granulometria media degli stessi sia modesta, con sporadica presenza di clasti di dimensioni decimetriche.



Foto 9. Affioramento di deposito colluviale lungo la strada forestale a monte dell'area di intervento; è osservabile la scarsa presenza di elementi litoidi di dimensioni significative.

Il rilevamento effettuato nell'area soprastante l'area abitata ha consentito di osservare come clasti di sicura origine gravitativa fossero sporadicamente presenti a partire dalla quota di 1.000 m s.l.m., quindi ad una quota di circa 50 m altimetricamente superiore a quella delle abitazioni della lottizzazione Dort Alta e di circa 110 m rispetto a quella della futura lottizzazione Dort Bassa: la dimensione di questi clasti è modesta, generalmente decimetrica.

A quota superiore (approssimativamente 1.050 m s.l.m.) vi è la presenza di grossi volumi di dimensioni plurimetriche tutti significativamente concentrati in un'area ristretta: la posizione lascia supporre che l'area sorgente sia rappresentata dalla parete sud della stretta cresta rocciosa già descritta.

La presenza di questi massi in un'unica area, fa ritenere plausibile l'ipotesi evolutiva sopra esposta che vede la possibilità di crolli significativi in occasione di particolari episodi a carattere eccezionale; nello specifico è plausibile l'avvento di un unico crollo di rilevanti dimensioni che ha generato alcuni grossi massi, di dimensioni simili, che si sono tutti arrestati nella medesima area. L'evidenza di aree ben delineate, caratterizzate dalla presenza di depositi di origine gravitativa attivi, è legata alla particolare morfologia del versante, che con la presenza di creste, crinali ed avvallamenti marcati, indirizza i massi caduti, in accumuli con localizzazione precisa.

In ogni caso anche nell'accumulo esaminato, le volumetrie risultano inferiori alle volumetrie eccezionali considerate nelle simulazioni che hanno portato, nella Carta della pericolosità per fenomeni di crollo, alla classificazione in area a pericolosità residua bassa.



Foto 10. Grandi volumi rocciosi a quota 1.050 m s.l.m.

Dall'analisi del versante a monte della zona di progetto, in sintesi possono quindi essere fatte le seguenti considerazioni:

- L'andamento principale delle pareti rocciose, in direzione NNE – SSW, risulta interrotto da un sistema strutturale ortogonale, originando così crinali frequentemente spezzati da bruschi cambi di direzione, ed avvallamenti, alla base delle pareti, che poco più a valle si trasformano in pianori e quindi in dossi.
- La potenziale area sorgente principale individuata, posta a monte del sito di intervento è costituita da una piccola cresta rocciosa con direzione appunto NNE – SSW, delimitata da pareti in roccia fratturata a est e a sud. Dal rilevamento geologico effettuato in situ, dall'analisi del DTM da rilievo Lidar, si evidenzia come tale cresta, che in linea d'aria si pone direttamente sopra al sito in esame, si continui, da monte verso valle, con una zona a minore acclività e quindi con un nuovo crinale che presenta così una funzione spartiacque rispetto al sito di futura edificazione.
- Dalle osservazioni effettuate, in termini generali il volume unitario medio dei clasti, che si staccano dalle pareti, è modesto generalmente decimetrico; ciò fa sì che le loro traiettorie di caduta siano brevi in quanto facilmente arrestabili dalla vegetazione presente. L'assetto strutturale delle stesse pareti facilita però l'isolamento di diedri di dimensioni significative che possono, in particolari condizioni, risultare instabili; tale evenienza è testimoniata dalla presenza in un'area ristretta di volumi rocciosi di dimensioni elevate, ragionevolmente riconducibili ad un unico evento franoso.

- La presenza di grossi massi in un unico punto, circa a quota 1050 m s.l.m., altimetricamente di circa 100 m più elevato delle abitazioni esistenti in località Dort Alta, evidenzia come l'assetto morfologico del pendio (cambi di pendenza e pianoro alla base della parete sorgente) e le sue caratteristiche litologiche facilitino l'arresto di eventuali crolli in punti definiti e comunque a quote ben superiori a quelle del previsto intervento.
- Lungo il pendio non sono stati evidenziati massi con dimensioni paragonabili alle volumetrie eccezionali considerate nelle simulazioni che hanno portato, nella Carta della pericolosità per fenomeni di crollo della PAT, alla classificazione in area a pericolosità residua bassa.
- L'assetto morfologico esistente, schematicamente descrivibile come uno sperone che separa la valle delle Seghe da quella che porta ad Andalo, fa sì che eventuali traiettorie di caduta, di massi sia di piccole che di grandi dimensioni, tendano a seguire percorsi divergenti dal sito di progetto, limitando molto la pericolosità.

5 COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO IN RELAZIONE ALLA PERICOLOSITÀ DELL'AREA

La zonizzazione riportata nella Carta della pericolosità per fenomeni di crollo indica pericolosità residua bassa HR2: tale classe rientra tra quelle che la DGP 1306/2020 indica come straordinarie.

classi straordinarie	residua	HR4	tratteggio rosso a 45°
		HR3	tratteggio blu a 45°
		HR2	tratteggio giallo a 45°
	potenziale	HP	arancione

Figura 17. Estratto dalla DGP 1306/2020

La tabella riportata a pag. 8 della DGP 1306/2020, evidenzia come:

“La Pericolosità residua (HR) è' riferita alle porzioni di territorio che possono subire effetti dannosi per la presenza di particolari morfologie o strutture capaci di alterare la dinamica degli eventi e quindi di indurre un comportamento anomalo degli stessi che non trova adeguata rappresentazione con le classi di tipo ordinario. Le aree a pericolosità residua sono quindi individuate ad integrazione delle classi di pericolosità ordinarie, in particolare per rappresentare scenari che tengono conto dell'indeterminatezza e dei limiti delle metodologie analitiche applicate o anche dell'azione mitigante di particolari opere di difesa”.

Di fatto l'analisi effettuata sul versante a monte dell'area abitata, ha evidenziato:

- che le condizioni stratigrafiche e geomorfologiche del versante a monte dell'area di intervento rendono altamente improbabile, nella realtà, il verificarsi degli eventi ipotizzati per la classificazione dell'area a *pericolosità di crollo HR2*
- che lungo il versante a valle delle pareti rocciose potenziali sorgenti di crollo non risulta la presenza di volumetrie di massi comparabili con quelle utilizzate nelle simulazioni di crollo (50 mc) per la redazione della Carta della pericolosità
- che in ogni caso la disposizione geometrica degli edifici e strutture presenti tra la zona di progetto e le pareti rocciose costituisce una efficace barriera a difesa da fenomeni di crollo.

Si ritiene pertanto che la realizzazione del progetto risulti compatibile con le locali condizioni di pericolo per crolli rocciosi nell'area di intervento.

6 CONCLUSIONI

Su incarico dei signori lottizzanti della "Lottizzazione Dort Bassa" è stato eseguito lo studio relativo alle condizioni di pericolosità idrogeologica dell'area in cui si localizzano le particelle in oggetto ed alla compatibilità dell'intervento relativo al progetto di realizzazione della lottizzazione "Dort Bassa".

Dall'esame delle Carte della pericolosità previste dalla legge provinciale 1 luglio 2011, n. 9 "Disciplina delle attività di protezione civile in provincia di Trento" si evidenzia come le problematiche relative all'area riguardino **fenomeni di crollo**.

La Carta di sintesi della pericolosità classifica la zona in oggetto in area con **Penalità basse (P2) per crolli rocciosi**.

Lo studio effettuato, in accordo con quanto riportato dalla Carta di sintesi della pericolosità, non ha evidenziato altre condizioni di pericolosità idrogeologica per l'area di progetto.

Dall'analisi effettuata, si ritiene che la realizzazione dell'intervento sia compatibile con le locali condizioni di pericolo nell'area in esame.

L'intervento in progetto è tra quelli ammessi ai sensi della DGP 1317/2020, Art. 17.

Trento, Settembre 2021



LOTTIZZAZIONE DORT BASSA PL4 - LOC. DORT

**PP.FF. 822/1 – 823/1 – 827/1 – 827/2 – 828/1 – 828/2 – 828/3 - 829 –
830 – 831/1 – 836/2 – 837/1 – 838 – 839 – 840
IN C.C. MOLVENO.**

RELAZIONE GEOTECNICA

1 PREMESSA

Su incarico dei signori lottizzanti della “Lottizzazione Dort Bassa”, è stata redatta la relazione geotecnica, relativa al progetto di lottizzazione in oggetto.

Lo studio effettuato, è stato finalizzato ad evidenziare le caratteristiche geotecniche - geomeccaniche dei terreni presenti con lo scopo di orientare le scelte progettuali del progetto definitivo e esecutivo relativo alle opere previste dal Piano di Lottizzazione.

La relazione geotecnica è stata realizzata in ottemperanza al D.M. 17/01/2018.

2 SINTESI DEL MODELLO GEOLOGICO DELL'AREA

La modellazione geotecnica di seguito riportata, fa riferimento al modello geologico indicato nella relazione geologica, ottenuto, oltre che dal rilevamento geologico effettuato nell'area, da un'indagine sismica effettuata nel sito di lottizzazione.

In particolare, l'indagine sismica (vedi relazione allegata) ha evidenziato, a partire dal piano di campagna, un primo livello (LIVELLO 1), prevedibilmente costituito da detrito scarsamente addensato, con spessore minimo di 1 m nel settore occidentale dell'area di lottizzazione, e massimo di circa 3,00 m in quello orientale.

Alla base di questo deposito è presente un livello di terreno molto addensato (LIVELLO 2), eventualmente, nella zona orientale, costituito da un deposito glaciale, ma molto più probabilmente, in tutta l'area indagata, costituito dal “cappellaccio” del substrato roccioso, caratterizzato da roccia detensionata e parzialmente destrutturata. Lo spessore di questo livello è variabile nell'area, minimo nella zona occidentale (dell'ordine dei 2,00 – 3,00 m), maggiore nel settore centrale (dell'ordine dei 4,50 m) e in quello orientale (dove è presente fino a circa 7,00 – 8,00 m).

A quote inferiori è presente il substrato roccioso (LIVELLO 3) costituito da roccia compatta, riconducibile alla Formazione della Scaglia Rossa. Lo stesso substrato roccioso è visibile in affioramento sia a monte (nella parte terminale di via Dort) che a valle (sul confine del piazzale dell'Hotel Panorama) della zona di lottizzazione.

3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA GEOMECCANICA DEI TERRENI PRESENTI

In base alle ipotesi progettuali, i terreni interessati dalla realizzazione delle strutture e infrastrutture relative alla lottizzazione in progetto, sono costituiti dal deposito detritico superficiale (LIVELLO 1) e dal livello più detensionato del substrato roccioso ("cappellaccio della roccia" – LIVELLO 2).

3.1 Caratterizzazione geotecnica del deposito detritico superficiale (LIVELLO 1)

La stima dei valori dei principali parametri geotecnici del deposito detritico presente nell'area viene di seguito effettuata in relazione alle osservazioni effettuate durante il rilevamento geologico ed ai risultati di indagini geognostiche e analisi geotecniche eseguite su litotipi simili, nel corso di precedenti studi effettuati nelle zone prossime a quella di intervento. I valori stimati sono di seguito riportati.

Deposito detritico (LIVELLO 1)

Peso di volume	γ	= 1,70 - 1,8 t/m ³
Angolo di attrito interno	ϕ	= 33° - 34°
Coesione	c	= 0,00 - 1,00 t/m ²

3.2 Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso (LIVELLO 2)

Le considerazioni relative alle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso, che costituisce il LIVELLO 2, sono state effettuate sulla base delle osservazioni eseguite sugli affioramenti presenti nel tratto terminale di Via Dort.

Nell'area di affioramento sono state effettuate due stazioni di misura, ubicate rispettivamente nella zona più ad est (stazione 1) ed in quella più ad ovest (stazione 2)

Si è evidenziato come in generale le principali discontinuità siano rappresentate dai giunti di strato (KK1) che risultano persistenti e frequenti: essi in corrispondenza della stazione 1 sono orientati a traverso poggio con immersione variabile tra 156°/22° e 174°/30° e in corrispondenza della stazione 2 sono orientati a franapoggio meno inclinato del pendio, con immersione a 90°/25°.

Nella stazione 1, risultavano presenti anche le seguenti altre famiglie di discontinuità:

KK2 immersione 260° inclinazione 80° persistente mediamente frequente

KK3 immersione 212° inclinazione 90° persistente scarsamente frequente

Nella STAZIONE 2, risultavano presenti anche le seguenti altre famiglie di discontinuità:

KK2 immersione 175° inclinazione 85° persistente mediamente frequente

KK3 immersione 250° inclinazione 75° persistente poco frequente

KK4 immersione 360° inclinazione 32° persistente poco frequente



Figura 18. Ubicazione delle stazioni di misura strutturale

I giunti risultavano per lo più lisci, ondulati, spesso semiaperti o aperti con riempimento di materiale di alterazione e/o di calcite striata; alcune fessure presentavano inoltre percolazione di acqua. La frequenza dei giunti è risultata tale da isolare blocchi di dimensioni da media a grande.

Utilizzando il martello di Schmidt, è stato rilevato, in corrispondenza delle 2 stazioni di misura, il valore dell'indice di rimbalzo, che è risultato variabile tra **39** in stazione 1 (media di due serie di 10 prove) e **46** in stazione 2 (media di due serie di 10 prove); da esso, in accordo alle raccomandazioni ISRM, per mezzo del diagramma di Miller, assumendo un peso di volume (γ) della roccia pari a $2,3 \text{ t/m}^3$, si è giunti ad un valore di compressione uniassiale, **$JCS = 62 \text{ MPa}$** in STAZIONE 1 e **$JCS = 83 \text{ MPa}$** in STAZIONE 2.

Le osservazioni effettuate sono state utilizzate per effettuare una classificazione della qualità dell'ammasso roccioso secondo il metodo proposto da Hoek e Brown (indice GSI), che lega le proprietà dell'ammasso a quelle della roccia intatta (compressione monoassiale (σ_{ci}), alla costante m_i e alle condizioni di conservazione dell'ammasso roccioso (indice GSI):

- compressione monoassiale

Come si è detto, dalle prove effettuate con il Martello di Schmidt si è giunti ad un valore di compressione monoassiale (σ_{ci}) della roccia variabile tra 39 e 46 MPa.

- indice GSI

L'ammasso roccioso, in affioramento presenta almeno 3 o 4 sistemi di discontinuità; le superfici di discontinuità sono lisce, ondulate, da semiaperte ad aperte, con riempimento costituito da materiale di alterazione limoso, o da calcite

striata. Utilizzando i diagrammi di Hoek-Brown, è possibile stimare un valore GSI pari a 35.

- costante m_i

E' una costante determinabile tramite apposite analisi di laboratorio che, in considerazione della tipologia dell'opera di progetto oltre che delle caratteristiche litologiche dell'ammasso roccioso, non è stato ritenuto necessario effettuare, ricorrendo a dati bibliografici forniti dai medesimi autori sopra citati. Tale valore è pertanto stato assunto pari a 7

- Fattore di disturbo

E' legato alle condizioni di disturbo della roccia durante lo scavo. Non è possibile in questa fase effettuare valutazioni in merito: il fattore di disturbo è stato considerato pari a 0.

Il calcolo dei parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso è stato effettuato utilizzando un apposito software (RocLab) distribuito dagli autori citati che, partendo dai parametri sopra determinati consente di giungere ai parametri di resistenza dell'ammasso roccioso secondo i criteri sia di Hoek-Brown, che quello di Mohr-Coulomb.

La figura seguente mostra oltre al valore dei fattori citati, anche i parametri dell'ammasso roccioso desunti con il criterio di Hoek-Brown, e il diagramma τ/σ relativo all'involuppo di rottura dell'ammasso roccioso secondo il criterio di Mohr-Coulomb, con i relativi parametri da esso desunti per l'ammasso roccioso.

Tali parametri, di seguito riassunti, sono: la resistenza a trazione (**-0,045 MPa**), il valore di compressione monoassiale dell'ammasso (**1,011 MPa**), il valore di resistenza globale alla compressione (**4,363 MPa**), e il modulo di elasticità (**833,54 MPa**).

E' possibile inoltre evidenziare i valori dei parametri di resistenza dell'ammasso roccioso secondo i criteri di Mohr – Coulomb determinati sia dall'interpolazione lineare dell'involuppo di rottura ($\phi = 23,26$; $c = 1,437$ MPa) che (finestra grafico) assumendo uno sforzo normale di circa 1 MPa maggiormente prossimo al tensioni di progetto ($\phi = 33,79^\circ$ e $c = 0,70$ Mpa).



Figura 19. Affioramento in stazione 1



Figura 20. Affioramento in stazione 2



Figura 21. Particolare del riempimento di una frattura ($360^{\circ}/32^{\circ}$) in stazione 2

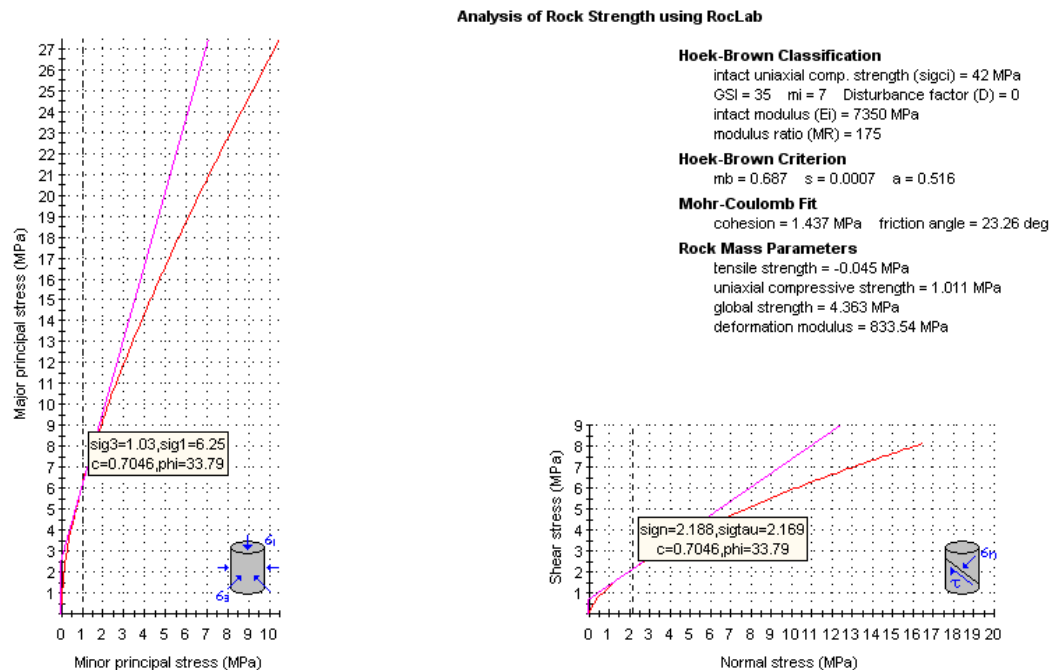


Figura 22. Resistenza dell'ammasso roccioso da Rock Lab.

Dalla relazione di Onodera (1963), che mette in relazione la velocità delle V_s misurate con quella delle V_s misurate in laboratorio, si è risaliti, inoltre, ad un valore indicativo dell'R.Q.D. (**Rock Quality Designation** o **Recupero Percentuale Modificato**). Tale valore di **RQD**, è utilizzato normalmente nei carotaggi per valutare lo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso, e si riferisce al recupero della carota in roccia, prendendo in considerazione solo spezzoni interi di lunghezza superiore ai 10 cm rapportati, come percentuale, alla lunghezza della perforazione.

$$(V_1 / V_2)^2 = \text{R.Q.D.}$$

dove:

V_1 = velocità sismica misurata in sito

V_2 = velocità sismica misurata in laboratorio (4000 m/sec)

R.Q.D. = Rock Quality Designation

Il Valore di RQD, per il cappellaccio della roccia, che costituisce il LIVELLO 2 (mediamente V_p = 1400), risulta dell'ordine del 12%, mentre quello del substrato roccioso sottostante, scarsamente detensionato del LIVELLO 3 (V_p = 2000 m/sec) è dell'ordine del 25%.

4 CONSIDERAZIONI ESECUTIVE

4.1 Realizzazione degli edifici.

In relazione ai risultati del rilevamento geologico e dell'indagine geofisica, si evidenzia come la stratigrafia non risulti omogenea nell'area e quindi nei diversi lotti di edificazione.

LOTTO 1 LOTTO 2 e LOTTO 3

Si collocano nella zona più orientale dell'area di lottizzazione, in cui è maggiore lo spessore del deposito detritico superficiale LIVELLO 1 (dell'ordine dei 3,00 m), ed anche quello del cappellaccio roccioso LIVELLO 2 (dove raggiunge massimi dell'ordine dei 7,00 – 8,00 m).

La realizzazione dei fabbricati nei due lotti, renderà necessario effettuare scavi con fronti di altezza dell'ordine dei 3,50 - 4,50 m, che interesseranno il livello detritico maggiormente detensionato (LIVELLO 1) e quindi il "cappellaccio" della roccia (LIVELLO 2), che costituirà anche il piano di fondazione degli edifici nella zona più a monte (vedi sezioni di seguito riportate).

SEZIONE 1

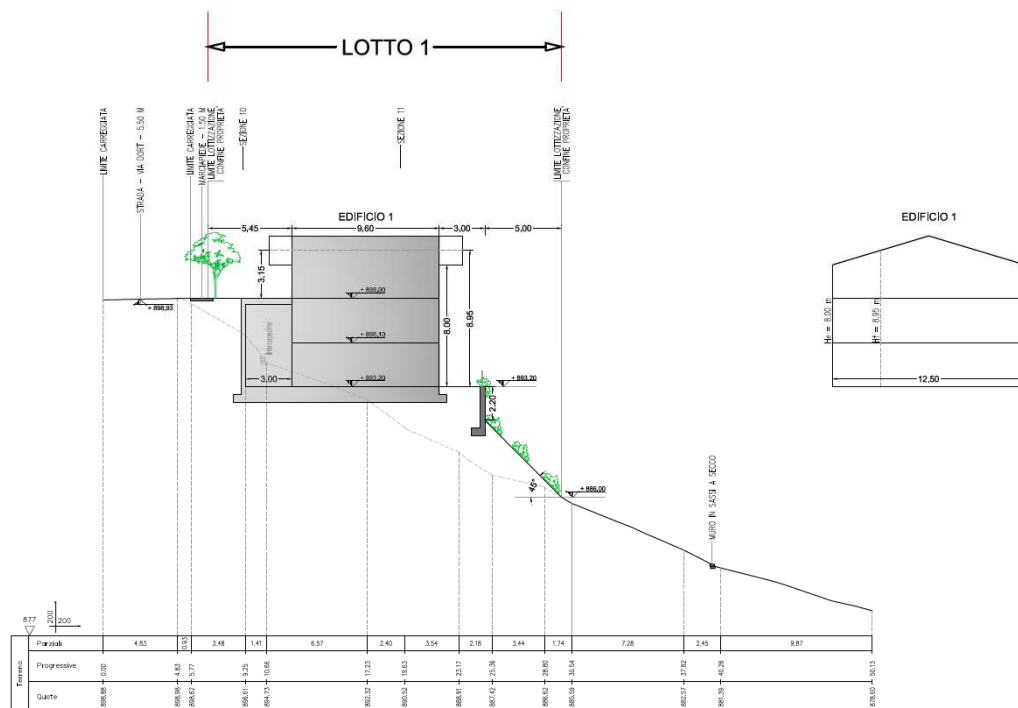


Figura 23. Ipotesi di intervento nel Lotto1

SEZIONE 7

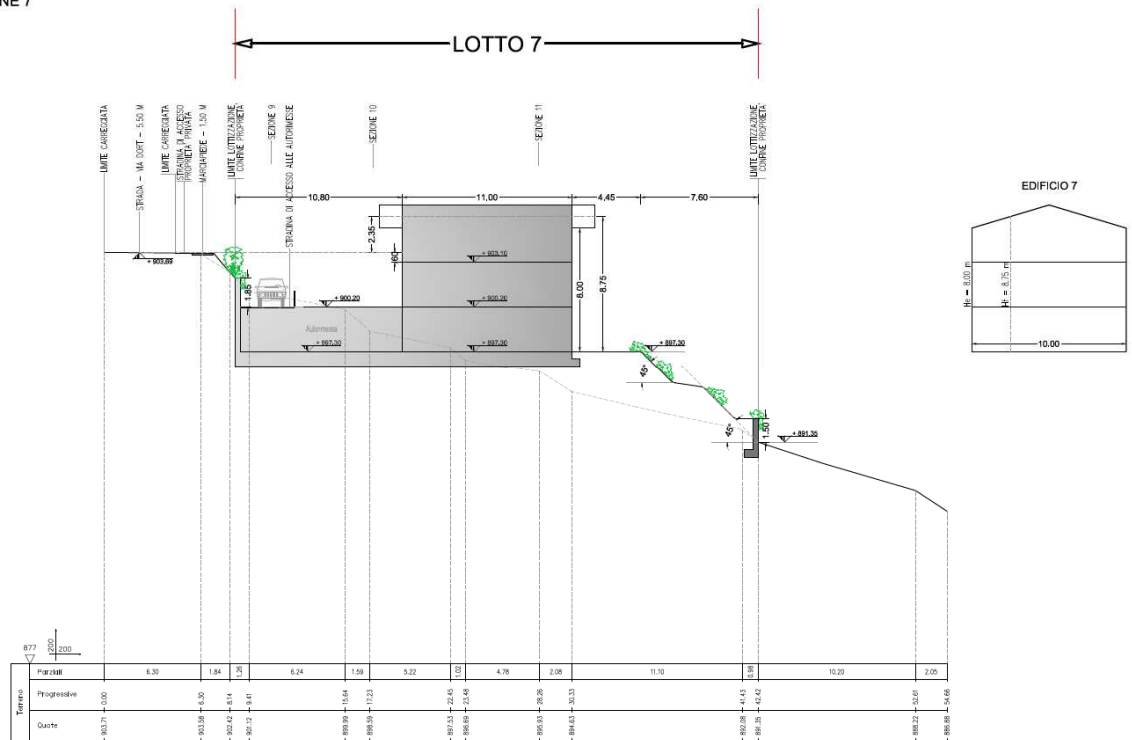


Figura 29. Ipotesi di intervento nel Lotto 7

SEZIONE 8

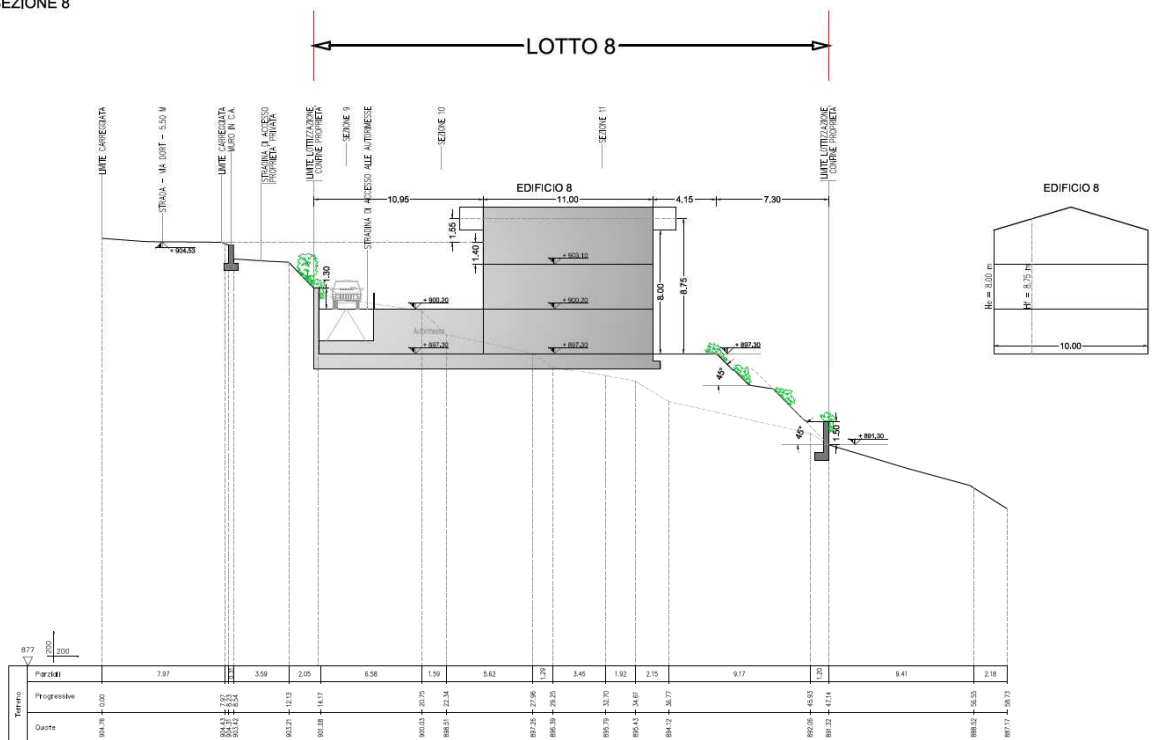


Figura 30. Ipotesi di intervento nel Lotto 8

La notevole acclività dell'area renderà necessario creare delle zone pianeggianti in prossimità degli edifici, realizzando terrazzamenti in terreno di riporto, sostenuti da murature. E' comunque necessario che il piano di fondazione delle strutture sia realizzato interamente su un litotipo omogeneo, in modo da evitare cedimenti differenziali.

Indicazioni più precise a riguardo dovranno essere fornite nella relazione geologica relativa al progetto definitivo per la costruzione dei singoli edifici sui vari lotti.

4.2 Scavi

Per l'esecuzione degli sbancamenti potrà essere utilizzato un escavatore, nella zona più superficiale dove è presente il deposito detritico ed il livello più detensionato della roccia, mentre per lo scavo dell'ammasso roccioso in profondità, sarà necessario l'uso di un martello demolitore.

L'acclività delle scarpate di scavo dipenderà dal litotipo interessato. In linea generale, a livello indicativo, si può considerare che, a breve termine, ed in assenza di circolazione idrica, o di particolari locali situazioni di instabilità, le scarpate che interesseranno il deposito detritico potranno essere modellate secondo angoli dell'ordine dei 55° - 57°. Le scarpate che interesseranno il substrato roccioso fratturato (LIVELLO 2) potranno potenzialmente essere modellate secondo angoli più ripidi, fermo restando che dipendendo la stabilità di un fronte di scavo in roccia, dalla presenza di potenziali superfici di scivolamento di blocchi con andamento sfavorevole rispetto alla direzione di sbancamento, sarà necessario effettuare puntualmente considerazioni relative alla situazione specifica, che verranno riportate nella relazione geologica relativa al progetto definitivo per la costruzione dei singoli edifici sui vari lotti.

Seppure si escluda la presenza, nell'area di lottizzazione, di una circolazione idrica ipogea a carattere permanente, l'evidenza di percolazione di acqua dalle fratture della roccia negli affioramenti presenti lungo via Dort, a seguito di un periodo piovoso, renderà necessario impermeabilizzare le strutture interrato. La possibile presenza di una temporanea circolazione idrica ipogea entro il deposito detritico dovrà essere considerata anche nella logistica degli sbancamenti tanto più se verranno effettuati in periodi di morbida.

4.3 Realizzazione dei rilevati.

La realizzazione della strada di accesso ai lotti 4,5,6, così come la realizzazione di aree pianeggianti in prossimità degli edifici, renderà necessario costruire rilevati di diversa altezza.

Nelle zone in cui il rilevato non sia sostenuto da muri, la scarpata di valle dovrà essere modellata secondo angoli compatibili con i terreni riportati. In generale è comunque opportuno ricordare che scarpate in terreno di riporto, se modellate secondo angoli più ripidi di 30° - 35°, sono soggette all'erosione concentrata conseguente al ruscellamento e difficilmente possono essere inerbite. Qualora sia

necessario realizzare scarpate più ripide, esse dovranno essere sostenute da apposite strutture (muri di sostegno, scogliere, gabbionate ecc.); in alternativa il rilevato potrà essere realizzato con terre armate disposte su uno o più ordini, in relazione all'altezza necessaria. Prima della messa in posto del terreno di riporto sarà necessario asportare il terreno vegetale, ove presente, perché essendo normalmente ricco in sostanza organica, nel tempo, dà origine ad un livello dalle caratteristiche geotecniche scadenti, con scarsa permeabilità, che ostacola l'infiltrazione delle acque meteoriche e, costituisce una soluzione di continuità tra il terreno naturale e quello di riporto, favorendo l'instabilità del pendio.

Il materiale che verrà riportato dovrà essere privo di sterpi, radici e materiale organico in genere, e dovrà essere costipato meccanicamente in strati di spessore adeguato in modo da raggiungere un grado di addensamento sufficiente a evitare futuri assestamenti e cedimenti.

Nel caso sia necessario costruire murature di contenimento si raccomanda la necessità di realizzare a tergo drenaggi che permettano lo smaltimento delle acque di circolazione ipogea e quelle di infiltrazione a monte.

5 CONCLUSIONI

Su incarico dei signori lottizzanti della "Lottizzazione Dort Bassa", è stata effettuata la relazione geotecnica, relativa al progetto di lottizzazione in oggetto.

La presente relazione costituisce parte integrante del progetto di lottizzazione.

Nel corso dello studio effettuato sono state analizzate le caratteristiche geotecniche – geomeccaniche dei terreni che saranno interessati dalla realizzazione dell'intervento di lottizzazione, che sono risultate idonee agli scopi progettuali.

In relazione sono state inoltre state analizzate le principali problematiche di carattere geologico - tecnico per la realizzazione degli edifici e delle infrastrutture necessarie alla lottizzazione.

La fase di progettazione definitiva sui singoli lotti funzionali in cui risulta divisa l'area di lottizzazione, dovrà essere accompagnata da una specifica relazione geologica, relativa ai singoli interventi progettuali.

Trento, Settembre 2021



ALLEGATO 1

INDAGINI GEOFISICHE

**Studio di Geologia
Dott.Geol.Annalisa Cuoghi
Largo Nazario Sauro
38123 Trento**

Lottizzazione a Molveno Indagini geofisiche



GG Service sas

via Bellavista, 13/A
38069 Torbole s/G (TN)
P.Iva/C.F./Reg. TN: 01999920224
tel/fax: 0464-664799/506041
infoggservice@gmail.com

INDICE

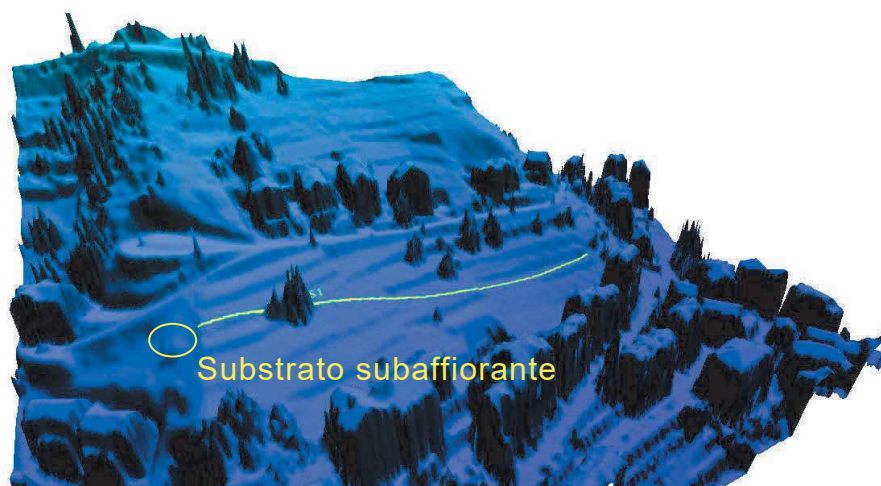
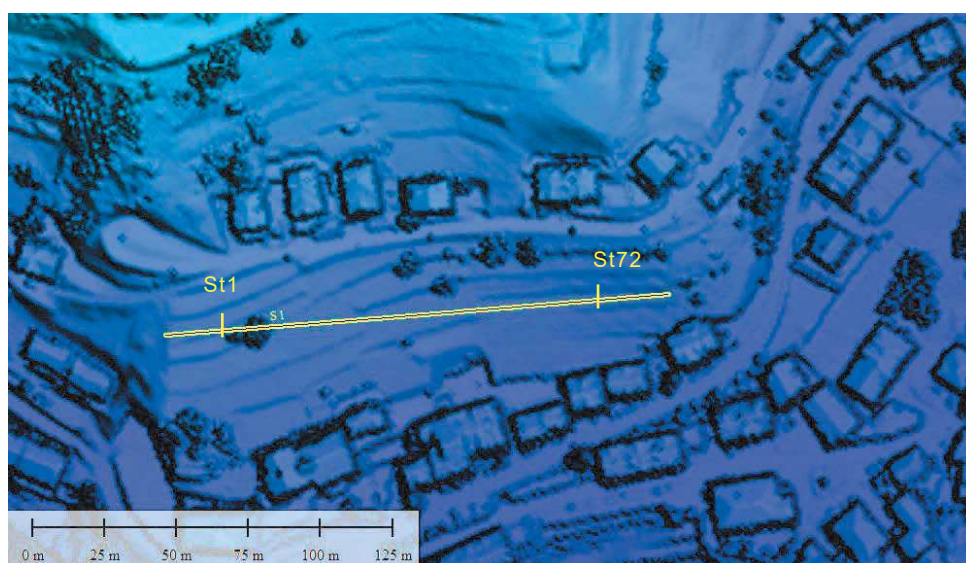
1. INTRODUZIONE -----	2
2. CENNI METODOLOGICI -----	3
3. SINTESI DEI RISULTATI E CONCLUSIONI-----	6

1. INTRODUZIONE

Su richiesta della Dottoressa Geol. Annalisa Cuoghi la GG Service sas ha eseguito una indagine sismica per mappare l'andamento del substrato roccioso in corrispondenza di una fascia di terreno interessata da una lottizzazione a Molveno.

Il lotto si presenta mediamente acclive e di forma molto allungata per cui è stato attraversato al centro e la sezione sismica si è sviluppata per tutta la lunghezza 170m ca.

Sul lato occidentale del lotto affiora con molta probabilità il substrato roccioso e quindi era intenzione del geologo progettista verificare il suo andamento procedendo verso est.



Ubicazione indagine

Data la superficialità almeno su un fianco del substrato roccioso per ottenere una sufficiente risoluzione si è dovuto mantenere una frequenza dei sensori molto elevata e fissata a 2m di interspaziatura. L'estensione del profilo ha così motivato l'esecuzione di acquisizioni a 48 canali (96m attivi) con energizzazioni sui primi 2/3 della linea seguite da una procedura di rollalong con spostamento dei primi 24 sensori, posizionati poi in coda allo stendimento, ed ultimate le

energizzazioni nell'ultimo 2/3. In questa maniera si è analizzato un dato record composto da 72 canali e 15 energizzazioni per un totale di 744 tempi di primo arrivo.

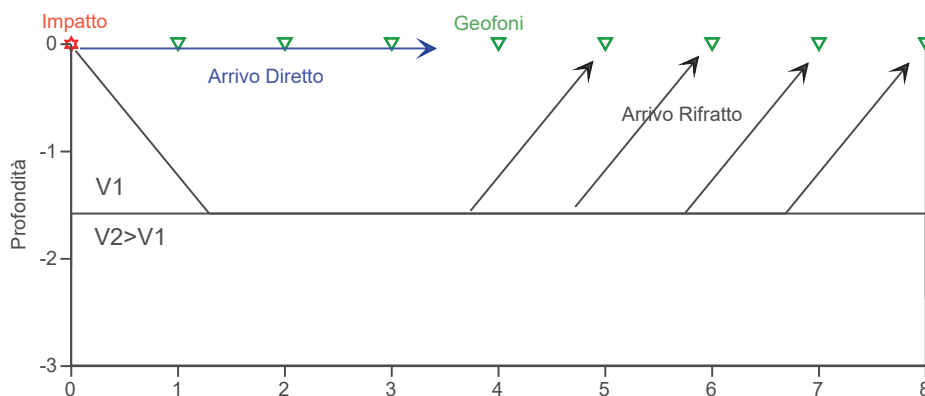


Immagine dello stendimento sismico

2. CENNI METODOLOGICI

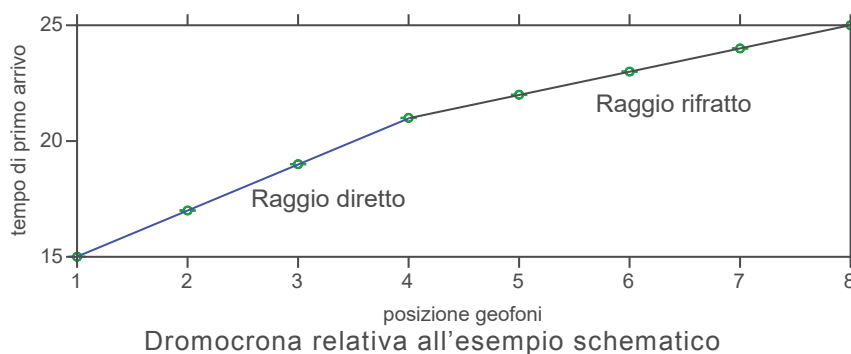
La tecnica di sismica a rifrazione si basa sul concetto che una sorgente meccanica eccita il sottosuolo inviando onde elastiche che si propagano in profondità e vengono parzialmente deviate (rifratte) lungo l'interfaccia che separa due mezzi a differente impedenza acustica ($\rho \cdot V$) ed in parte proseguono verso il basso finchè l'energia viene completamente assorbita dal mezzo in cui si propaga.

L'effetto di queste onde è la formazione di vibrazioni che vengono captate da sensori posti sulla superficie, generalmente elettromagnetici, in grado di trasformare la sollecitazione meccanica, che subisce la massa mobile del magnete, in un segnale elettrico che, debitamente amplificato, viene riprodotto su monitor e memorizzato su supporto informatico.



Esempio schematico (total-rifrazione) del percorso dei raggi sismici “tiro esterno” di un modello sismico a due strati

La lettura dei tempi di primo arrivo della vibrazione ai differenti sensori (geometricamente disposti in linea sul terreno secondo un profilo) è riferita all'istante zero, che è quello che corrisponde all'istante dell'energizzazione del terreno. Essa consente la loro ubicazione su un diagramma cartesiano ottenendo le dromocrone relative ad ogni punto di energizzazione. Il grafico che ne risulta è costituito da una serie di segmenti la cui inclinazione corrisponde alla velocità di propagazione delle onde elastiche nel mezzo.

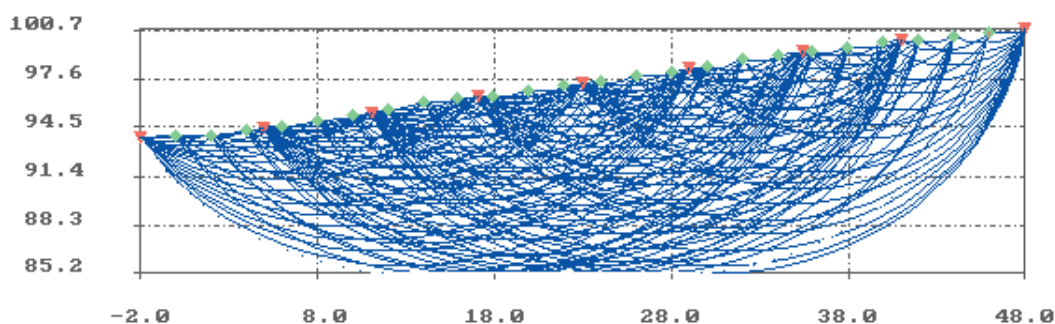


Dall'analisi delle dromocrone è possibile (e questo è il dato fondamentale dell'interpretazione) definire il numero dei sismostrati presenti nel sottosuolo (ovviamente per la finestra temporale adottata che è funzione della lunghezza dello stendimento e della quantità di energia utilizzata).

L'interpretazione per la risoluzione geometrica dei sismostrati (profondità e velocità) si avvale di diverse metodologie di calcolo dalle più semplici procedure dirette (Hagedoorn, 1959; Barry, 1967), seguendo le leggi generali dell'ottica, a quelle più complesse sia 1D che 2D che elaborano i dati mediante la tecnica del GRM (Palmer, 1980), del Ray-tracing o della tomografia (Hampson & Russell, 1984; Olsen, 1989).

La finalità della tomografia è la dettagliata esplorazione del modello di distribuzione della velocità in un mezzo. Essa si basa sui primi arrivi ottenuti per set plurimi di coppie sorgente-ricevitore: la sola limitazione è quella che i raggi sismici formino una rete completa

e cioè, idealmente, ciascun punto del mezzo investigato dovrebbe essere attraversato dai raggi in tutte le direzioni.



Esempio applicativo di una fitta rete di raggi ideale per la tomografia
(24 geofoni e 9 basi di energizzazione)

Il metodo tomografico si basa sul principio della rifrazione critica di raggi monocromatici che si retro-propagano in superficie e per la cui simulazione è richiesto un gradiente velocità positivo.

Pertanto l'applicabilità dell'analisi è limitata a variazioni laterali di velocità non elevate e per morfologie della superficie topografica e dei rifrattori non esasperate.

Oltre all'input fornito dai tempi di primo arrivo misurati (t_{obs}), è sempre necessario introdurre un modello iniziale, che può essere scelto tra semispazio a velocità costante, mezzo stratificato a velocità crescente con gradiente fisso o con step di velocità o modello 2D strutturato in base al livello di conoscenza del sito indagato; la risoluzione del problema diretto avviene per semplice computazione geometrico-temporale tracciando i raggi che attraversano nel minor tempo disponibile le celle in cui è stato suddiviso il modello iniziale.

Il calcolo dei residuali rappresenta cella per cella l'input per la risoluzione del problema inverso che è di tipo linearizzato con la possibilità di scelta di diversi criteri di ricerca (back projection, damped least squares, max. smoothness e max. flatness constrain).

Abitualmente la prima soluzione dell'inversione viene utilizzata come input 2D per la successiva, ripetendo l'analisi in maniera iterativa ed adottando l'ottimizzazione per smoothness o max. flatness constrain. In questo caso l'inversione è di tipo non lineare ed il risultato principale è l'estremizzazione del bending dei raggi.

Questo accorgimento permette di approdare a soluzioni più realistiche soprattutto nei casi in cui sono presenti impedenze acustiche elevate.

tanto che nella zona centrale (progressive 70- 110m) si possono osservare delle inflessioni nel gradiente di velocità che isolano una fascia leggermente più rilassata.

Questa condizione però non ha influenza a livello progettuale dato che quello che conta è la dimostrata prossimità dell'orizzonte rigido e veloce al futuro piano fondazionale degli edifici in progetto.

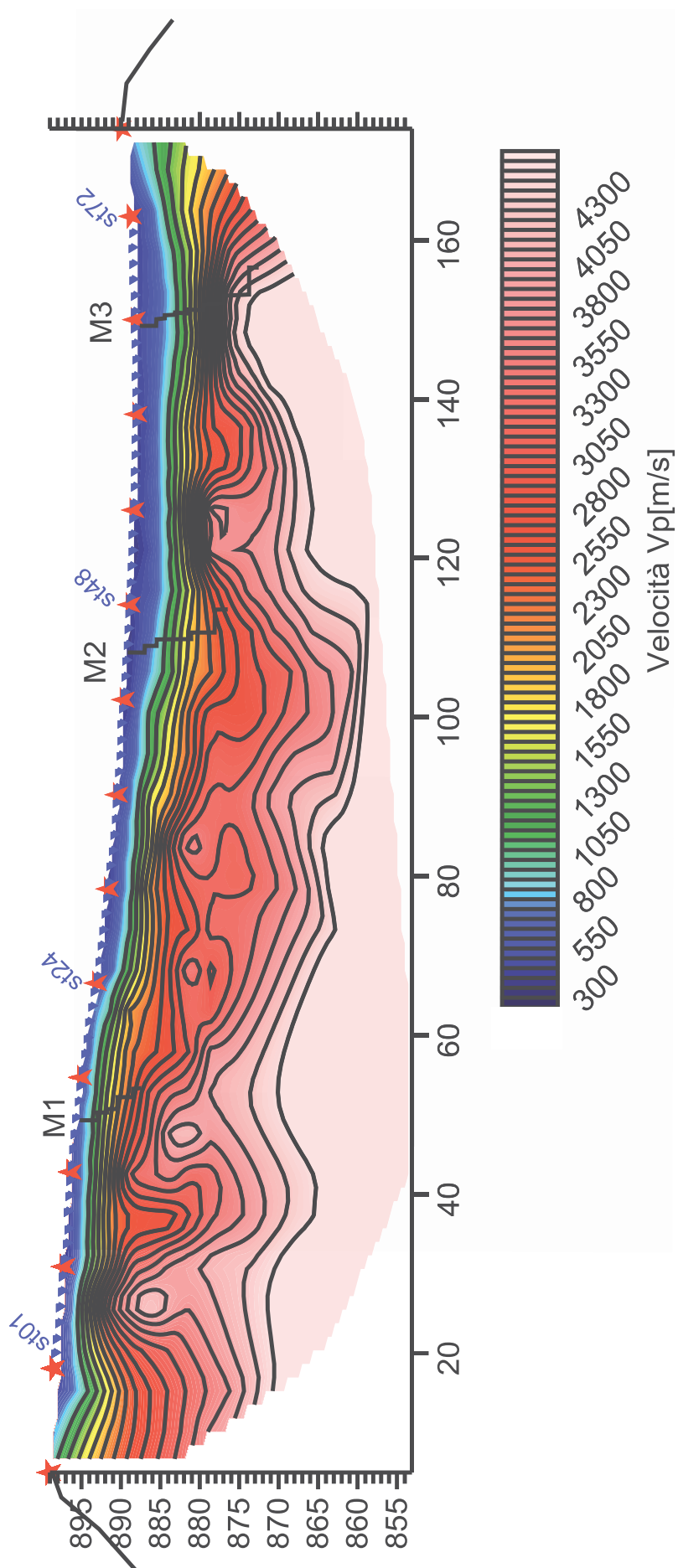
La linea sismica infatti attraversa la parte centrale degli edifici ed è previsto per questi di sbancare a monte per non più dei 2/3 dell'impronta e appoggiarsi sui riporti per il terzo di valle.

In questa condizione dato che verso monte la fondazione sarà praticamente appoggiata al substrato roccioso si potrà indicare la categoria di sottosuolo di fondazione A mentre per la porzione non direttamente a contatto con il materiale lapideo sarà preferibile introdurre la categoria B alla luce anche dell'esito dei tre profili Masw che per i primi 7-10m attraversano materiali con Vs inferiori a 800m/s che, come già indicato, potrebbero anche includere un sottile orizzonte di sedimenti glaciali compatti.

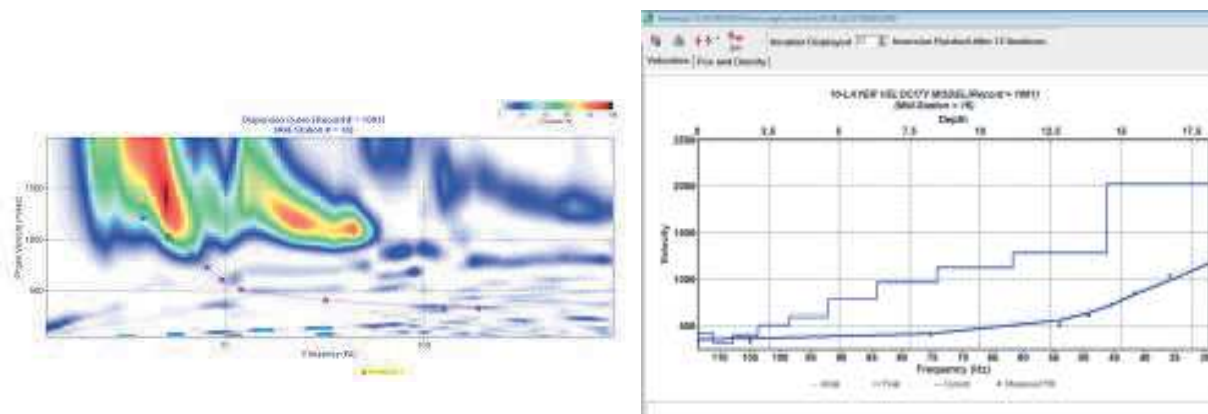
GG Service s.a.s.
di
Garbari Tomas &C.



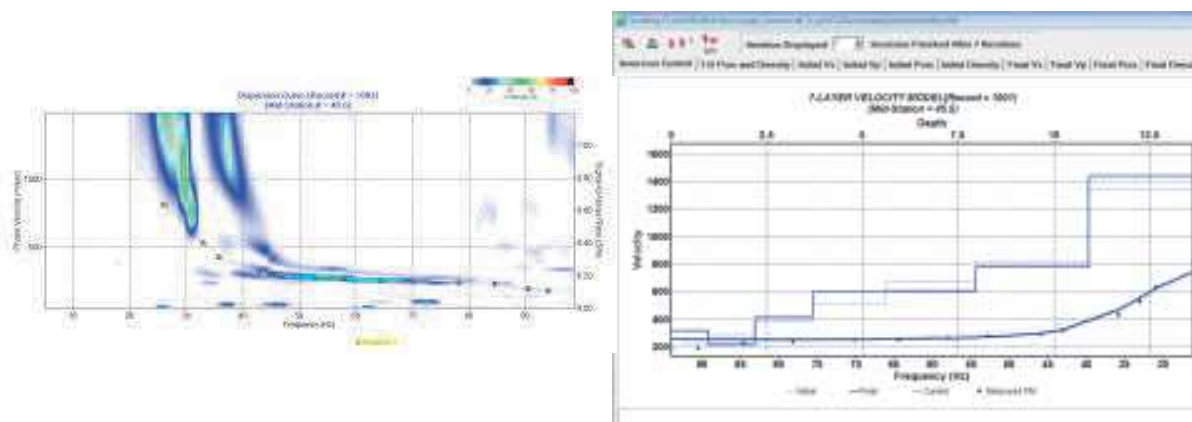
MODELLO DI VELOCITA' DEL SOTTOSUOLO



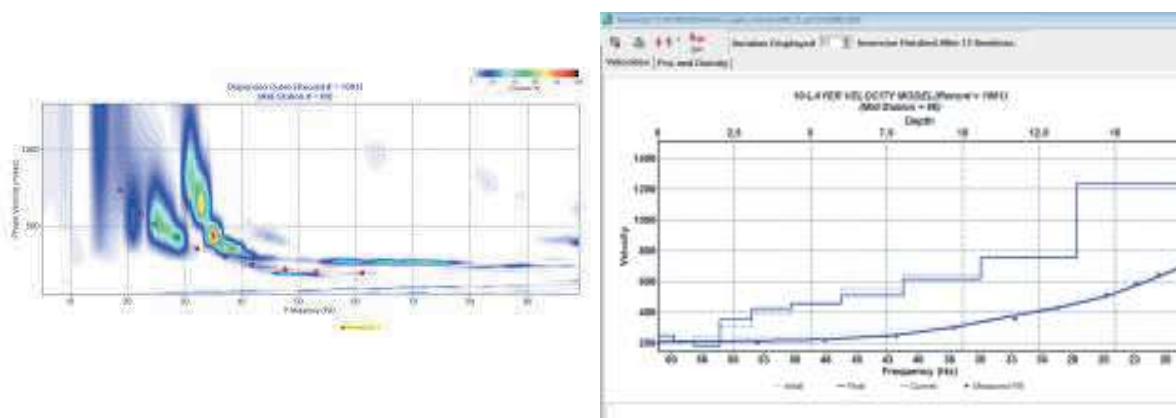
MASW 1



MASW 2



MASW 3



PROVINCIA DI TRENTO

COMUNE DI MOLVENO

LOTTIZZAZIONE DORT BASSA PL4 - LOC. DORT

**PP.FF. 822/1 – 823/1 – 827/1 – 827/2 – 828/1 – 828/2 – 828/3 -
829 – 830 – 831/1 – 836/2 – 837/1 – 838 – 839 – 840 IN C.C.
MOLVENO.**

RELAZIONE GEOTECNICA

**INTEGRAZIONE
SMALTIMENTO ACQUE BIANCHE E REFLUE**

Trento, Febbraio 2022

il geologo



LOTTIZZAZIONE DORT BASSA PL4 - LOC. DORT

**PP.FF. 822/1 – 823/1 – 827/1 – 827/2 – 828/1 – 828/2 – 828/3 - 829 – 830 – 831/1 – 836/2 –
837/1 – 838 – 839 – 840 IN C.C. MOLVENO**

RELAZIONE GEOTECNICA

INTEGRAZIONE SMALTIMENTO ACQUE BIANCHE E REFLUE

1 PREMESSA

La presente integrazione, richiesta dal Comune di Molveno, riguarda il calcolo delle prevedibili portate idriche meteoriche, che si accumulano sulle superfici impermeabilizzate dell'area di lottizzazione, in caso di pioggia critica e delle portate delle acque reflue in relazione al potenziale numero di abitanti prevedibile.

2 SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Nell'area il substrato roccioso con assetto a franapoggio è sub affiorante sotto ad una coltre detritica di spessore perlopiù esiguo: tale condizione, che in caso di precipitazioni meteoriche ostacola l'infiltrazione e favorisce rapidi deflussi verso valle, ossia verso un'area già antropizzata, rende necessario prevedere la raccolta delle portate che, in caso di precipitazioni meteoriche, si accumulano sulle superfici impermeabilizzate e il relativo scarico nella rete comunale delle acque bianche.

E' possibile che le singole unità scelgano di dotarsi di un serbatoio di raccolta delle acque bianche da utilizzare ad uso irriguo per il giardino, ma tale accorgimento non è da considerare un'opera di laminazione, in quanto potenzialmente inutilizzabile qualora al momento della precipitazione il serbatoio risulti già pieno e sia quindi necessario convogliare interamente le portate al "troppo pieno" e quindi alla rete.

Per definire la portata da smaltire si sono utilizzati i dati di piovosità, ricavati dallo studio sulla "Determinazione delle zone omogenee per le piogge intense nel Trentino", effettuato dall'Azienda Speciale di Sistemazione Montana, per conto della P.A.T.. Da tale studio si ricava che nella "Zona 3", in cui si trova l'area in oggetto, la pioggia più pericolosa che cade in 15 minuti, con un tempo di ritorno di 50 anni, ha una intensità relativa di circa 26 mm.

La formula impiegata è la seguente:

$$Q = h * A$$

con:

Q = portata

h = altezza di precipitazione in 1 ora

A = superficie

Nel calcolo si deve considerare che il volume di afflusso meteorico alla rete (V_r) è inferiore al volume di afflusso al bacino (V_b), così calcolato, poiché una parte dell'acqua va perduta per evaporazione; il rapporto tra il primo ed il secondo volume viene definito coefficiente di afflusso ed è variabile in funzione del tipo di superficie su cui piove:

$$V(t) = V_r(t)/V_b(t)$$

Di seguito vengono indicati l'estensione delle superfici impermeabilizzate (come indicato dal progettista), il relativo coefficiente di afflusso e la portata da smaltire. Nel calcolo non vengono considerate le aree sistemate a verde, dove è comunque prevedibile l'infiltrazione naturale e l'evapotraspirazione dovuta alla presenza della vegetazione.

SUPERFICIE	V(t)	PORTATA DA SMALTIRE
Tetti camminamenti e terrazze con pavimentazione in porfido 1.891 m ²	0,90	1.891 m ² * 0,026 m/h * 0,90 ≈ 44,25 m ³ /15'
Strade e piazzali con pavimentazione in conglomerato bituminoso 684 m ²	0,85	684 m ² * 0,026 m/h * 0,85 ≈ 15,12 m ³ /15'
Posti auto in grigliato erboso 127 m ²	0,50	127 m ² * 0,026 m/h * 0,50 ≈ 1,65 m ³ /15'
TOTALE		61,02 m³/h : 15' : 60'' x 1000 ≈ 67,80 l/s

La portata complessiva da smaltire in caso di pioggia critica sarà quindi **pari a circa 68 l/s**.

3 SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

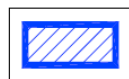
Il calcolo delle portate relative alle acque reflue viene effettuato sulla base della stima (fornita dal progettista) del numero di persone che prevedibilmente andranno ad abitare negli edifici della lottizzazione e che sono **96**.

Considerando che gli edifici sono utilizzati a scopo residenziale e che quindi ciascun abitante produce in media 200 l di acque reflue al giorno, la quantità massima di liquami prodotta in un giorno sarà di:

$$200 \text{ l} \times 96 \text{ ab} = 19.200 \text{ l/g} = 19,2 \text{ mc/g.}$$



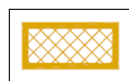
Legenda



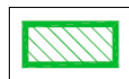
Tetti, cominamenti e terrazze con pavimentazione in porfido
Superficie totale = 1891 mq



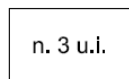
Strade e piazzali con pavimentazione in conglomerato bituminoso
Superficie totale = 684 mq



Posti auto con pavimentazione in grigliati a verde (inerbati)
Superficie totale = 127 mq



Aree sistemate a verde (prato e rampe plantumate)
Superficie totale = 2402 mq



N. 8 edifici
N. 3 unità immobiliari per edificio
N. 4 persone per unità immobiliare
Totale persone stimate = $8 \times 3 \times 4 = 96$ persone

Figura 1. Tipologia delle superfici all'interno dell'area di lottizzazione e numero di abitanti prevedibile