



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

DIPARTIMENTO INFRASTRUTTURE
AGENZIA PROVINCIALE OPERE PUBBLICHE
SERVIZIO OPERE STRADALI LOCALI E PUNTUALI

Opera S-857

Lavori di sistemazione attraversamento del Comune di Fai della Paganella in loc. Santel sulla S.P. 64



TITOLO TAVOLA :

Perizia geologica-geotecnica e studio di compatibilità

FASE PROGETTO :

PFTE

TIPO ELAB. :

R

CATEGORIA :

340

PARTE D'OPERA :

/

N° PROGR.

005

REVISIONE :

01

SCALA :

/

REDAZIONE : dicembre 2023

DATA REVISIONE : GIUGNO 2026

PROGETTAZIONE :

ARCHITETTONICO E STRUTTURALE

Dott. Ing. Massimiliano Tatti

Geom. Sergio Gerosa

Per. Ind. Daniele Amoroso

Geom. Mara Postal

COORDINATORE SICUREZZA PER LA PROGETTAZIONE:

Geom. Marco Valentini

Visto: IL DIRIGENTE:

Dott. Ing. Bruno Lorenzo

REFERENTI DEL PROGETTO:

Dott. Ing. Massimiliano Tatti

Geom. Sergio Gerosa

GEOLOGO:

Dott. Geol. Matteo Zumiani

VERIFICATORE:

Dott. Ing.



NOME FILE :

PLOTTAGGIO :

N. P.A.T. :

COPIA N.



SERVIZIO GEOLOGICO



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

COMUNE DI FAI DELLA PAGANELLA

OGGETTO: Opera: S-857
Lavori di sistemazione attraversamento del
comune di Fai della Paganella in loc. Santel sulla
S.P. 64

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

RELAZIONE GEOLOGICA

SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO
(contiene la **relazione sulla modellazione sismica**)

RELAZIONE GEOTECNICA

SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO
(contiene le **verifiche della sicurezza e delle prestazioni**)

STUDIO E RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA'

relativa agli aspetti di competenza del Servizio Geologico
(ai sensi degli artt. 15, 16, 17 e 18 delle Norme di Attuazione del PUP)

Trento, agosto 2024

Fascicolo: 19.5.1-2018-398

Il Geologo
dott. Matteo Zumiani

X Visto: Il sostituto Direttore
dott.sa Paola Visintainer

Visto: Il Dirigente del Servizio Geologico
dott. Mauro Zambotto

1	RELAZIONE GEOLOGICA	3
1.1	Premessa.....	3
1.2	Inquadramento geografico e geomorfologico.....	4
1.3	Caratterizzazione e modellazione geologica del sito.....	7
1.4	Caratteri idrogeologici.....	10
1.5	Processi morfogenetici	14
1.6	Piani di governo del territorio.....	16
1.6.1	Carta di Sintesi della Pericolosità	16
1.6.2	Carta delle Risorse Idriche	18
1.7	Gestione delle terre e rocce da scavo.....	21
1.8	Modellazione sismica.....	21
1.9	Conclusioni.....	22
2	RELAZIONE GEOTECNICA	24
2.1	Premessa.....	24
2.2	Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni e delle rocce.....	24
2.3	Considerazioni sui fronti di scavo.....	25
2.4	Smaltimento delle acque bianche.....	27
2.5	Considerazioni in merito ai fenomeni di caduta massi.....	28
2.6	Considerazioni relative al monitoraggio inclinometrico	37
2.7	Conclusioni.....	37
3	STUDIO E RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA' RELATIVA AGLI SPETTI DI COMPETENZA DEL SERVIZIO GEOLOGICO	40
3.1	Condizioni di pericolo e compatibilità dell'intervento	40

1 RELAZIONE GEOLOGICA

1.1 Premessa

Su richiesta dell'Agenzia Provinciale Opere Pubbliche della P.A.T., Servizio Opere Stradali e Ferroviarie, è stata elaborata la presente Relazione Geologica a supporto del progetto di fattibilità tecnico economica per i lavori di attraversamento del comune di Fai della Paganella in loc. Santel sulla S.P. 64.

L'intervento consiste nella riorganizzazione della viabilità veicolare e pedonale in loc. Santel (Figura 1) e si articola in:

- modifica della curva della SP 64 in corrispondenza del parcheggio annesso agli impianti di risalita;
- trasformazione dell'incrocio tra la SP 64 e la strada intercomunale Fai della Paganella - Cavedago in una rotatoria;
- creazione di due fasce di viabilità comunale a fianco della strada provinciale cosicché gli accessi privati alle attività commerciali, ricettive, residenziali e pertinenziali isistono su viabilità comunale e non provinciale;
- creazione di percorsi pedonali adatti alla percorrenza con sedia a rotelle che collegano le attività commerciali fino alle fermate del trasporto pubblico;
- creazione di due fermate del trasporto pubblico in sede propria con marciapiede e pensilina.

Attraverso la Relazione Geologica si andranno a definire, con preciso riferimento al progetto, i lineamenti geomorfologici della zona nonché gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva, la successione litostratigrafica locale con la descrizione della natura e della distribuzione spaziale dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità.

Si andranno inoltre a descrivere gli aspetti di pericolo e rischio idrogeologico riportati nella cartografia provinciale in vigore (P.U.P.) ai principali elementi di natura sismica del sito su cui basare in seguito le considerazioni geotecniche.

Questo al fine di indirizzare le scelte dei Progettisti verso soluzioni che garantiscano una corretta esecuzione dell'intervento nel massimo rispetto della stabilità della zona e della sicurezza dei luoghi di lavoro.

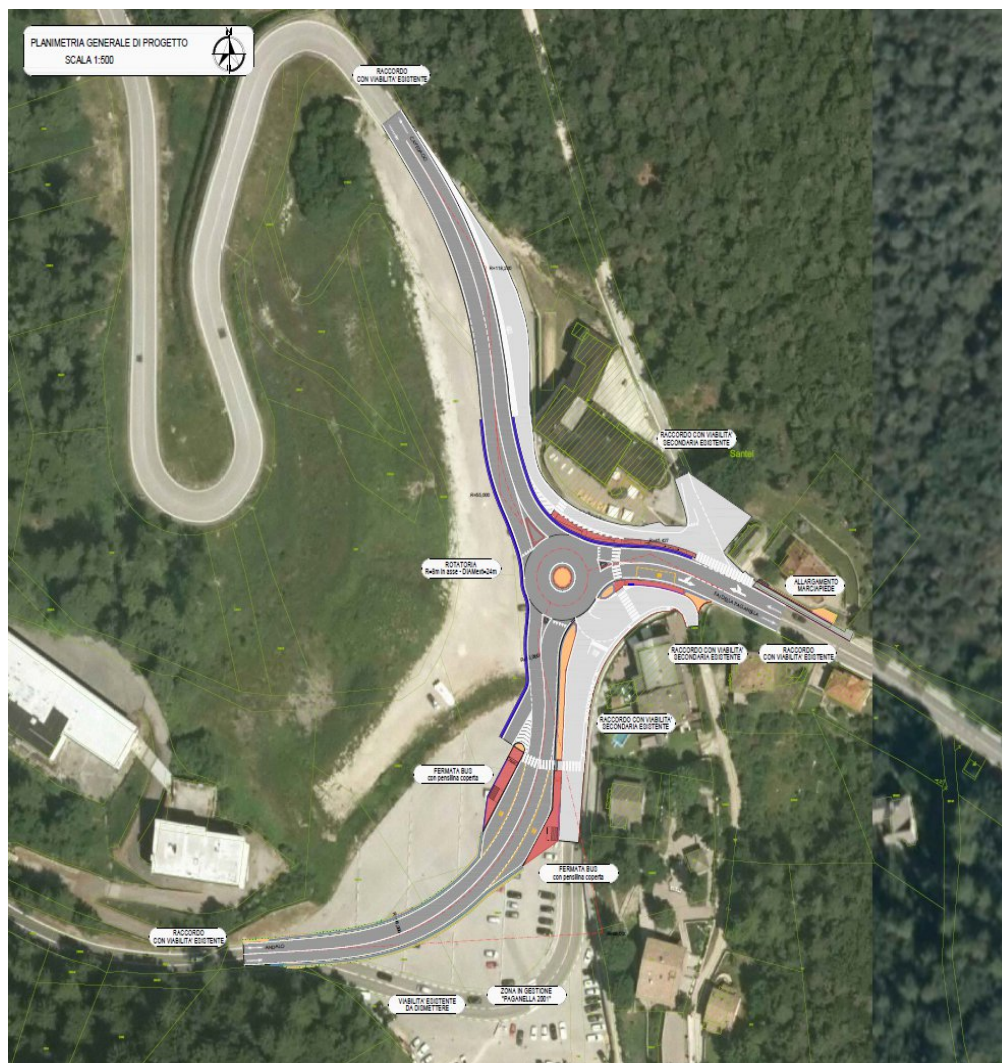


Figura 1: Estratto dalla tavola "Planimetria Generale" elaborata dal Servizio Opere Stradali e Ferroviarie

1.2 Inquadramento geografico e geomorfologico

L'area di intervento è localizzata nel Comune di Fai della Paganella, in loc. Santel. L'opera è di tipo lineare e si colloca lungo una porzione di territorio con limitate pendenze, in corrispondenza di una sella naturale (Figura 2, Figura 3). Buona parte dell'opera verrà realizzata sopra il corpo di una discarica inerti chiusa (Figura 4).

Nella zona di interesse il piano campagna si colloca ad una quota di ca. 1030 m, ed è in leggera pendenza verso Nord-Ovest, cioè lungo il versante su cui trova posto il corpo della discarica. Quest'ultima, stando agli elaborati progettuali consultati presso il comune di Fai della Paganella ed ai risultati delle indagini eseguite, è costituita da uno spessore di materiali inerti variabile da alcuni metri a qualche decina di metri, messi in posto lungo il versante mediante

scaricamento degli stessi dall'alto. La pendenza media del versante su cui trova posto la discarica si aggira attorno ai 30 gradi.

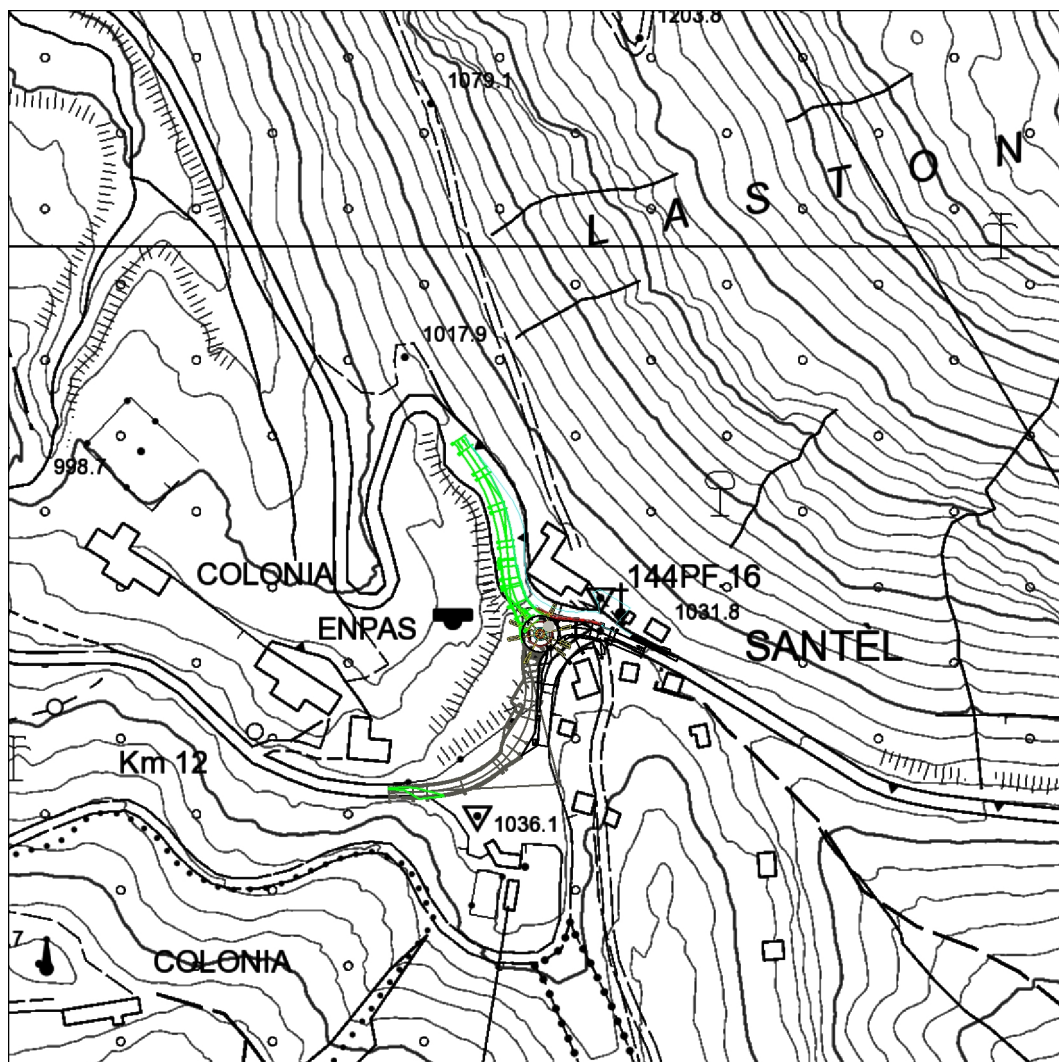


Figura 2: Carta Tecnica Provinciale dell'area in oggetto. Scala 1:5000.



Figura 3: Ortofoto dell'area oggetto dell'intervento in scala 1:5000.

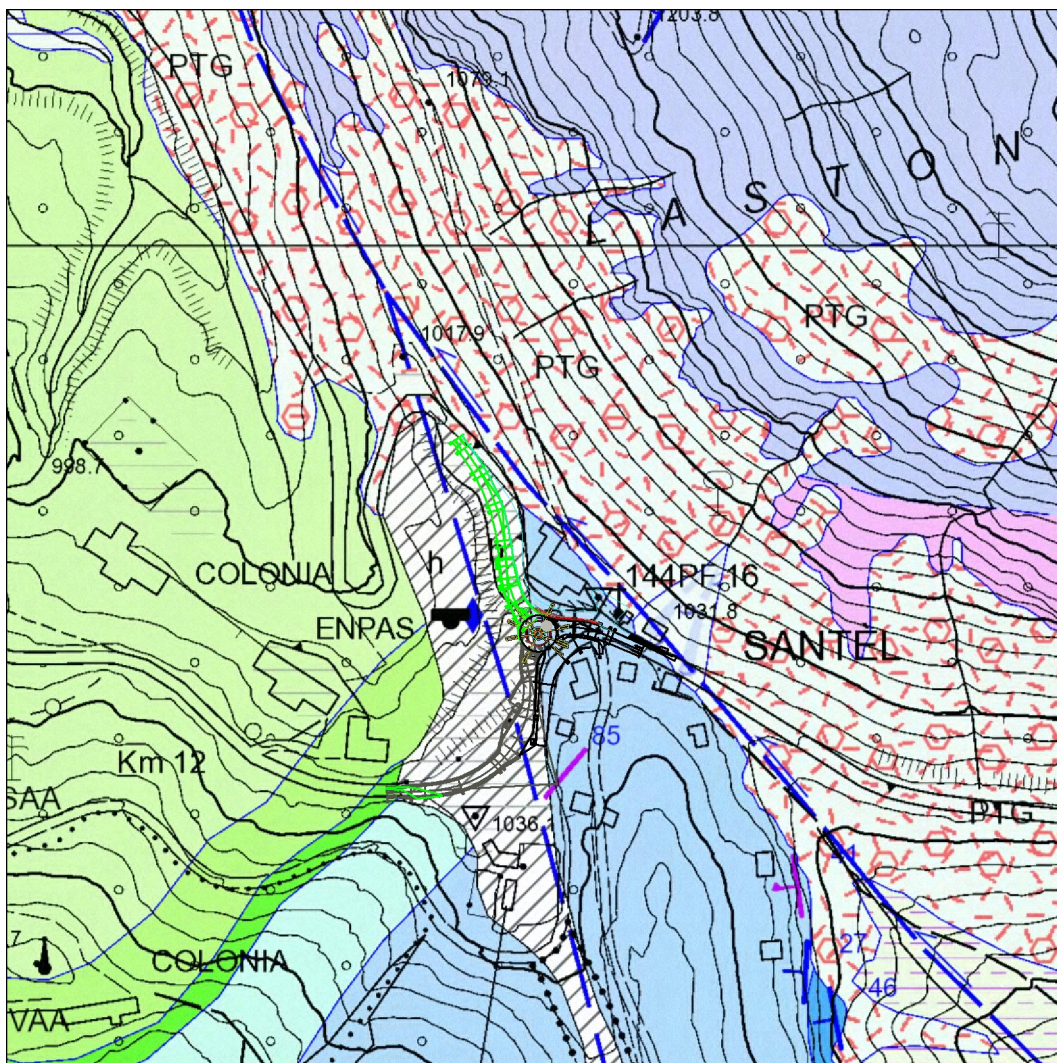
In corrispondenza della sella del Santel si riscontra la presenza di materiale detritico sciolto di spessore variabile da alcuni metri ad alcune decine di metri. In corrispondenza del corpo di discarica chiusa si riscontrano spessori variabili da alcuni metri ad alcune decine di metri di materiale sciolto di origine antropica.

Nell'area sono state eseguite delle indagini geofisiche (**Allegato 1**) che hanno messo in luce la notevole eterogeneità litologica presente all'interno del corpo di discarica e la disomogeneità di addensamento dei depositi sciolti.

Tale situazione ha richiesto un approfondimento di indagine per definire le caratteristiche litologiche e fisico meccaniche dei materiali costituenti il corpo della discarica ed il pacchetto di chiusura della stessa.

Sono quindi stati eseguiti 3 sondaggi geognostici le cui stratigrafie sono consultabili nell'**Allegato 2**.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati dei campioni di cui sono state condotte delle analisi geotecniche di laboratorio i cui certificati sono consultabili nell'**Allegato 3**.



SOVRASSEGNI DELLE UNITÀ QUATERNARIE

	a ₁ deposito di frana		b ₄ deposito di <i>debris flow</i>		b ₅ deposito di contatto glaciale
	a deposito di versante		b ₇ deposito colluviale		c ₁ till indifferenziato (deposito glaciale)
	b deposito alluvionale e fluvio-glaciale (blocchi)		e deposito lacustre indifferenziato		c ₄ till di alloggiamento
	b deposito alluvionale e fluvio-glaciale (ghiaia)		deposito lacustre (sabbia)		c ₅ till di ablazione
	b deposito alluvionale e fluvio-glaciale (sabbia)		deposito lacustre (limi)		travertino
	b deposito alluvionale e fluvio-glaciale (limi)		deposito palustre		deposito eolico

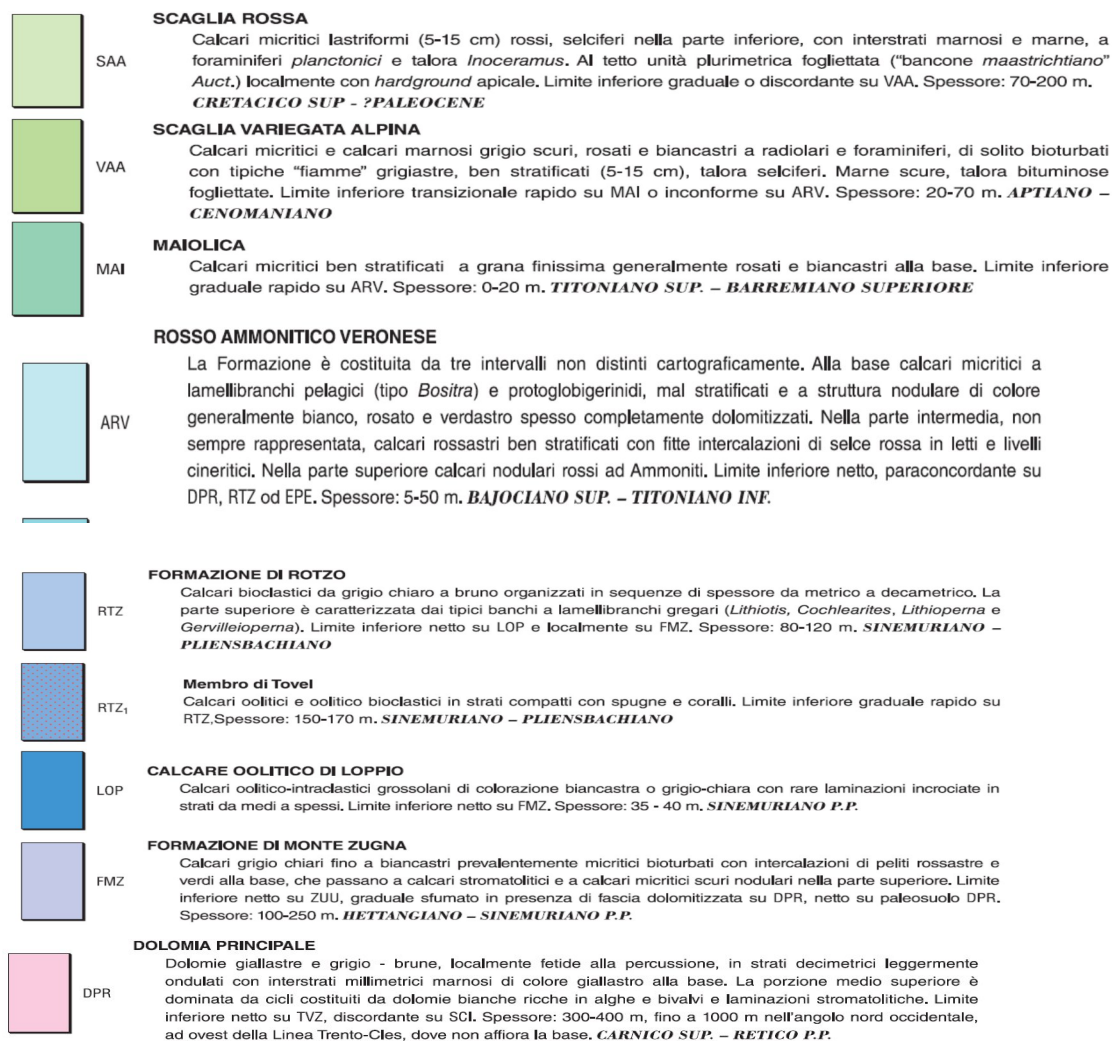


Figura 5: Estratto cartografico dalla carta geologica tratto dalla banca dati del Servizio Geologico e relativa legenda. Scala 1:5000.

1.4 Caratteri idrogeologici

Il modello geologico precedentemente esposto suggerisce l'esistenza di una circolazione idrica sotterranea nella zona in esame. Tale situazione viene confermata dalla presenza del rio di Briz che si origina alcune decine di metri a valle del piede del versante su cui si colloca la discarica di inerti, a fianco del tracciato della strada provinciale che conduce a Cavedago.

I depositi quaternari autoctoni sono caratterizzati da una conducibilità idraulica media che si può ragionevolmente stimare attorno a 10^{-5} - 10^{-6} m/s, mentre quelli alloctoni sono caratterizzati da conducibilità idraulica elevata che si può stimare attorno a 10^{-3} m/s.

La discarica è stata chiusa mediante la stesura di uno strato di materiale a bassa conducibilità idraulica pari a 10^{-7} m/s di spessore di almeno 0.5 m, come si può riscontrare nella

relazione geologica a firma del dott. Andreis del 2008 a cui si rimanda per maggiori dettagli. La relazione sopramenzionata riporta anche delle specifiche prescrizioni relative alla gestione delle acque meteoriche della zona che devono essere allontanate al fine di impedirne la penetrazione nel corpo di discarica. Tale prescrizione dovrà essere scrupolosamente rispettata anche nella stesura del presente progetto e durante l'esecuzione dei lavori, come dovrà essere mantenuta l'integrità dello strato impermeabile di copertura della discarica.

In corrispondenza di un campo da tennis presente nella zona in oggetto è segnalato un pozzo, contraddistinto dal codice 1068, nel database dei pozzi del Servizio Geologico (Figura 6). Non sono presenti informazioni aggiuntive sul pozzo.

Due dei sondaggi eseguiti sono stati attrezzati a piezometro, identificati con i numeri ID 609 e 610 nella banca dati del Servizio Geologico (Figura 7). Il monitoraggio del piezometro 610 mediante acquisitore automatico (Figura 8) per un periodo superiore ad un anno ha mostrato come la presenza di acqua nel piezometro sia limitata ad un battente di alcuni decimetri in prossimità del fondo dello stesso. La posizione del livello saturo rimane pressochè costante nel tempo.



Figura 6: Estratto dalla banca dati dei pozzi del Servizio Geologico, mappa di pozzi nell'area in esame. Scala a vista.

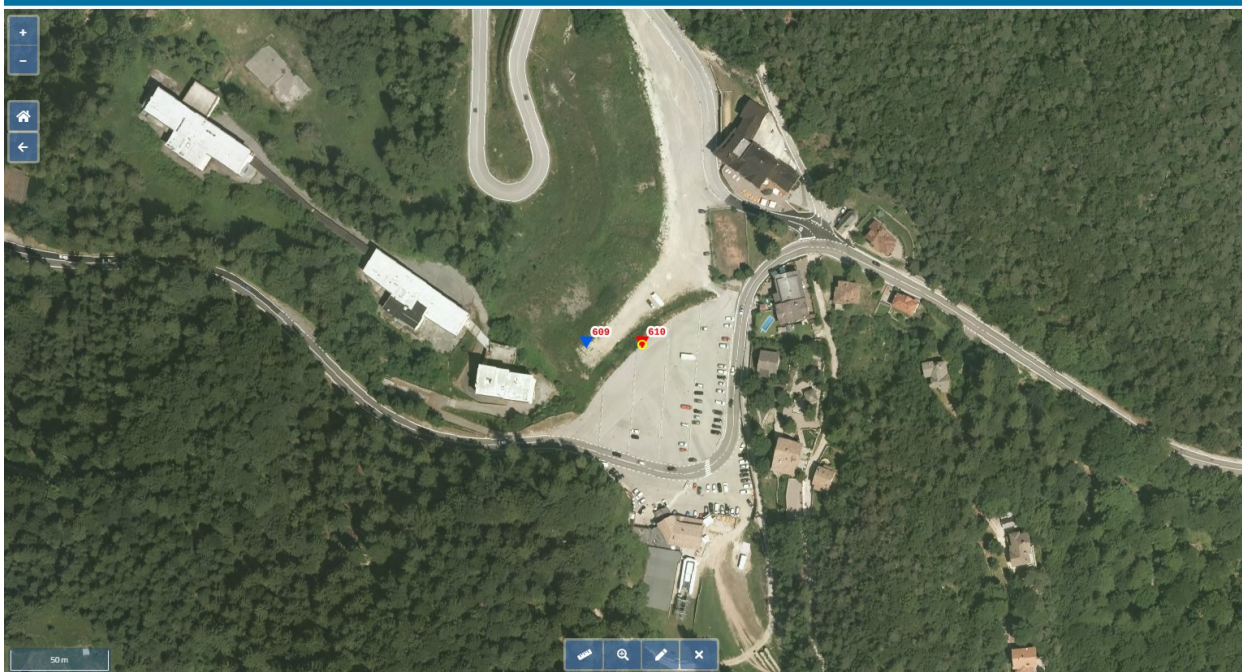


Figura 7: Ubicazione dei piezometri contraddistinti dagli ID 609 e 610 della banca dati del Servizio Geologico.

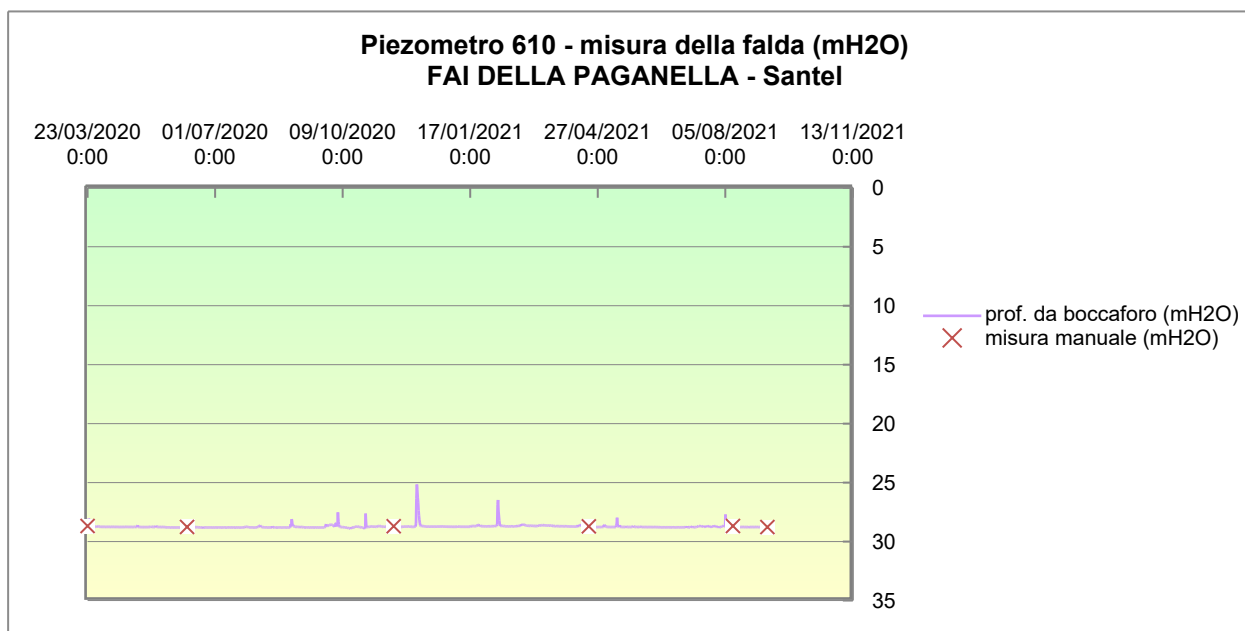


Figura 8: Grafico del monitoraggio piezometrico eseguito nel piezometro 610.

1.5 Processi morfogenetici

Nell'area in esame, nel corso dei sopralluoghi sono stati riscontrati segni di processi morfogenetici in atto e in potenziale evoluzione.

Tali processi consistono nella caduta massi, a cui verrà dedicato uno specifico paragrafo, i cedimenti del rilevato di origine antropica e l'erosione ad opera delle acque meteoriche della scarpata della discarica chiusa.

Per quanto riguarda i cedimenti del corpo della discarica nella relazione del dott. Andreis sono presenti alcune prescrizioni che dovranno essere attentamente osservate anche per la stesura del progetto in esame. In particolare il professionista aveva individuato un franco minimo di 3 m dal ciglio del versante da interdire al transito/parcheggio di mezzi pesanti, distanza da aumentare nel caso si manifestassero cedimenti significativi su aree più ampie.

I dati interferometrici in possesso del Servizio Geologico (Figura 9) denotano che un'area ben maggiore di quella individuata dal dott. Andreis è stata soggetta a cedimenti tra il 2011 e il 2014. L'entità dei cedimenti avvenuti nell'intervallo temporale sopra menzionato si aggira attorno ad alcune decine di centimetri. In Figura 10 è possibile osservare l'andamento dei cedimenti nel periodo 2018 -2022 desunti da dati interferometrici.

Lungo la rampa inerbata della discarica sono stati riscontrati alcuni solchi di ruscellamento generati dalle acque meteoriche. Si ritiene pertanto necessario che venga mantenuta e migliorata la rete di gestione delle acque meteoriche al fine di impedire che si possano sviluppare tali fenomeni erosivi.

Il modello geologico descritto precedentemente, unitamente alle caratteristiche geotecniche dei materiali sciolti presenti nell'area, porta a ritenere che possano verificarsi fenomeni di cedimento che possono interagire in maniera significativa con l'opera in progetto. L'eterogeneità del materiale antropico presente nel corpo di discarica e la modalità con cui lo stesso è stato messo in posto, senza un'adeguato costipamento, rende non possibile una stima dell'andamento e dell'entità dei cedimenti nel tempo e degli effetti che gli stessi potranno avere sull'opera in progetto.

Nell'area in esame non sono inoltre cartografati eventi di dissesto sia nel Catasto dei Dissesti del Servizio Geologico che all'interno della cartografia del progetto ARCA della PAT.

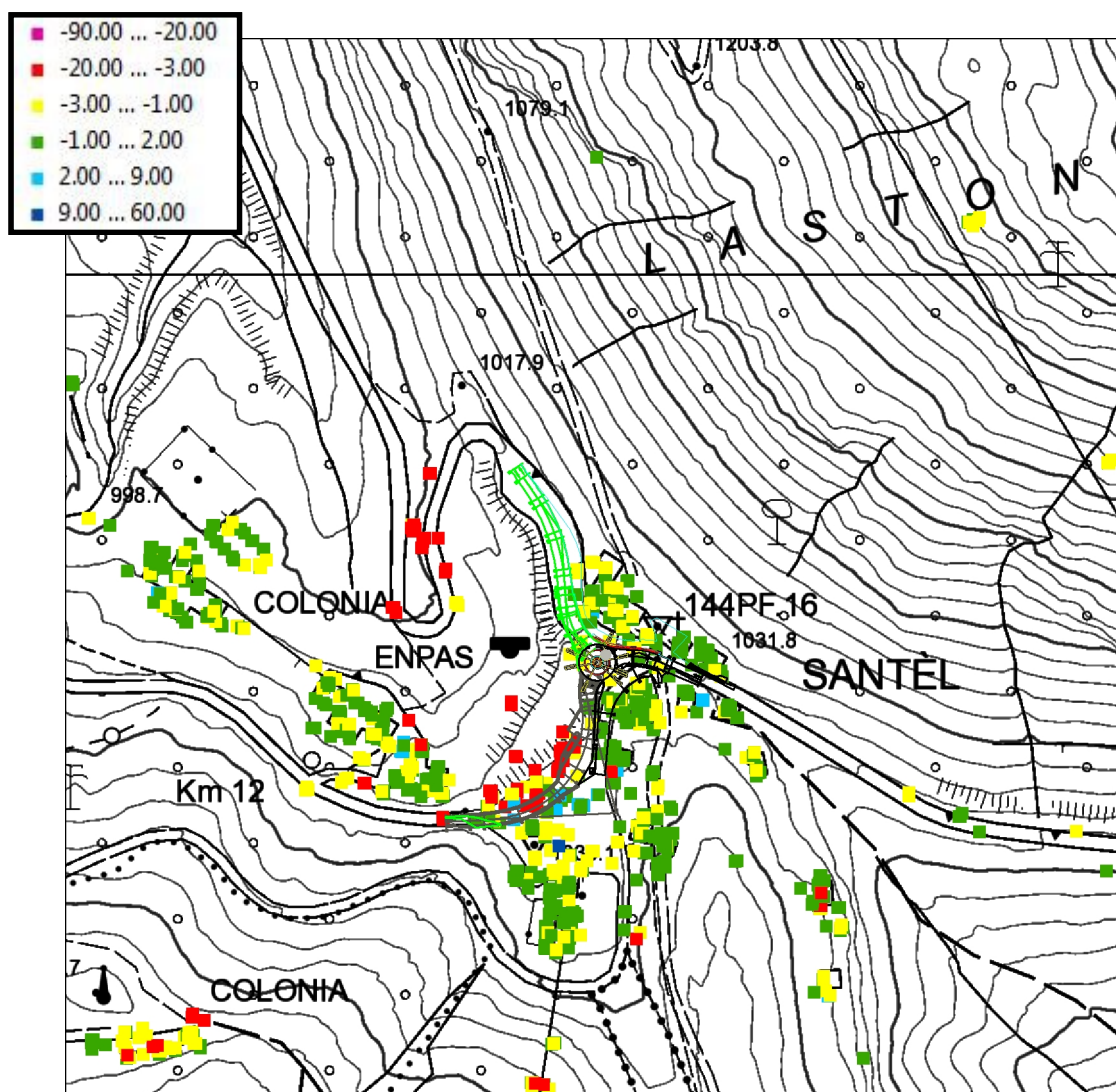


Figura 9: Estratto dei dati interferometrici dalla banca dati del Servizio Geologico. La legenda indica gli spostamenti lungo la direzione verticale (LOS) espressi in mm/anno. Scala 1:5000.

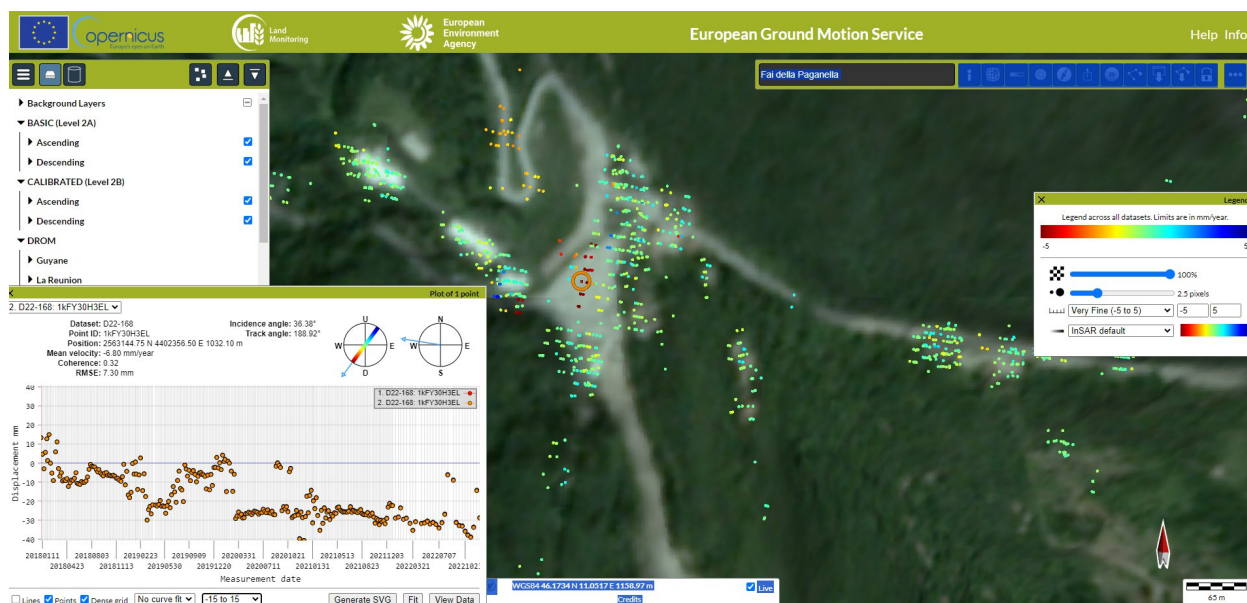


Figura 10: Estratto dei dati interferometrici dell'area in esame con relativa legenda riferiti agli anni 2018 - 2022; fonte: <https://land.copernicus.eu/en/products/european-ground-motion-service>

1.6 Piani di governo del territorio

1.6.1 Carta di Sintesi della Pericolosità

La Carta di Sintesi della Pericolosità è lo strumento di unificazione ed armonizzazione delle diverse discipline tecniche volte alla classificazione dell'instabilità del territorio, che mira a fornire un quadro di riferimento organico per le attività di pianificazione urbanistica rispetto al tema del pericolo idrogeologico.

Nello specifico sono stati mappati, con la redazione di specifiche Carte della Pericolosità, i pericoli connessi a fenomeni idrogeologici, valanghivi, alluvionali, sismici, a incendi boschivi, a determinate sostanze pericolose, a cavi sospesi o ad altri ostacoli alla navigazione aerea e ad ordigni bellici inesplosi. Ne è derivata una rappresentazione unificata e coerente, sull'intero territorio provinciale, dei principali fenomeni che possono prevedibilmente ripercuotersi in maniera negativa sulle diverse attività umane, condizionando di fatto l'uso del territorio e le relative attività di pianificazione.

Sulla base di criteri definiti sono stati perimetrati e classificati i fenomeni attesi con gradi di pericolosità differenziati in funzione dei livelli di intensità e probabilità degli eventi nelle diverse aree in cui possono manifestarsi.

Le varie classi di pericolosità definite in ciascuna Carta della Pericolosità sono state trasposte nei relativi gradi di penalità sulla base di criteri opportunamente elaborati.

Sono state pertanto individuate, per ciascun fenomeno:

- ⌚ Le aree con penalità elevate;
- ⌚ Le aree con penalità medie;
- ⌚ Le aree con penalità basse;
- ⌚ Le aree con altri tipi di penalità.

La Carta di Sintesi della Pericolosità rappresenta per le diverse aree la penalità più gravosa che risulta dalla sovrapposizione delle penalità determinate dai vari fenomeni.

Si ritiene fondamentale sottolineare che, come riportato nell'articolo 22 comma 1 bis della L.P. 15 del 2015 (Legge Provinciale per il Governo del Territorio), "la Carta di Sintesi della Pericolosità identifica e valuta i fattori relativi ai pericoli idrogeologico, sismico, valanghivo e d'incendio boschivo, anche in modo combinato tra loro, con riguardo all'attività di trasformazione urbanistica ed edilizia del territorio, tenendo conto dei livelli d'intensità e di probabilità degli eventi attesi e del fatto che il territorio provinciale, per le sue caratteristiche naturali, presenta un fondo naturale di pericoli tipici dell'ambiente alpino con i quali è necessario convivere nello svolgimento delle attività, diverse da quelle di trasformazione urbanistica ed edilizia, che sul territorio vengono svolte".

Il comma 3 del medesimo articolo 22 stabilisce che "le disposizioni contenute nella Carta di Sintesi della Pericolosità e nei suoi aggiornamenti prevalgono sugli strumenti di pianificazione territoriale vigenti e adottati".

Consultando la Carta di Sintesi della Pericolosità del PUP si nota che la zona interessata dalle opere in progetto ricade in parte in un'area classificata a penalità media (P3), in parte in un'area classificata a penalità bassa (P2) ed in parte in un'area classificata a penalità trascurabile o assente (P1) (Figura 9, Figura 10).

Consultando le singole carte della pericolosità si nota come nell'area siano presenti penalità legate alla morfologia, alla litologia, all'assetto strutturale ed ai processi morfogenetici che potrebbero interessare la zona descritti nei paragrafi precedenti e ad incendi boschivi.

Di seguito si riportano in maniera schematica le indicazioni in merito ai fenomeni individuati quali potenziali fonti di pericolosità (H) dalle singole Carte della Pericolosità (CaP), le rispettive penalità (P) definite sulla base dei contenuti delle CaP e, per le diverse aree, la penalità più gravosa (P) riportata nella Carta di Sintesi della Pericolosità (CSP), che risulta dalla sovrapposizione delle penalità determinate dai vari fenomeni.

		Penalità (P)
CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA'		P3, P2, P1
CARTE DELLA PERICOLSAITA'		
Tipo di pericolosità	Grado di pericolosità (H)	Penalità (P)

Crolli	H3, H2, HR2	P3, P2
Caratteristiche lito-geomorfologiche	HR2	P2, P1
Incendi boschivi	HR3, H1	P1

1.6.2 Carta delle Risorse Idriche

In Figura 11 è riportato un estratto della "Carta delle Risorse Idriche del P.U.P." con relativa legenda (Figura 12).

Nell'area in esame non sono cartografate aree di tutela assoluta, rispetto e protezione idrogeologica di sorgenti e pozzi.

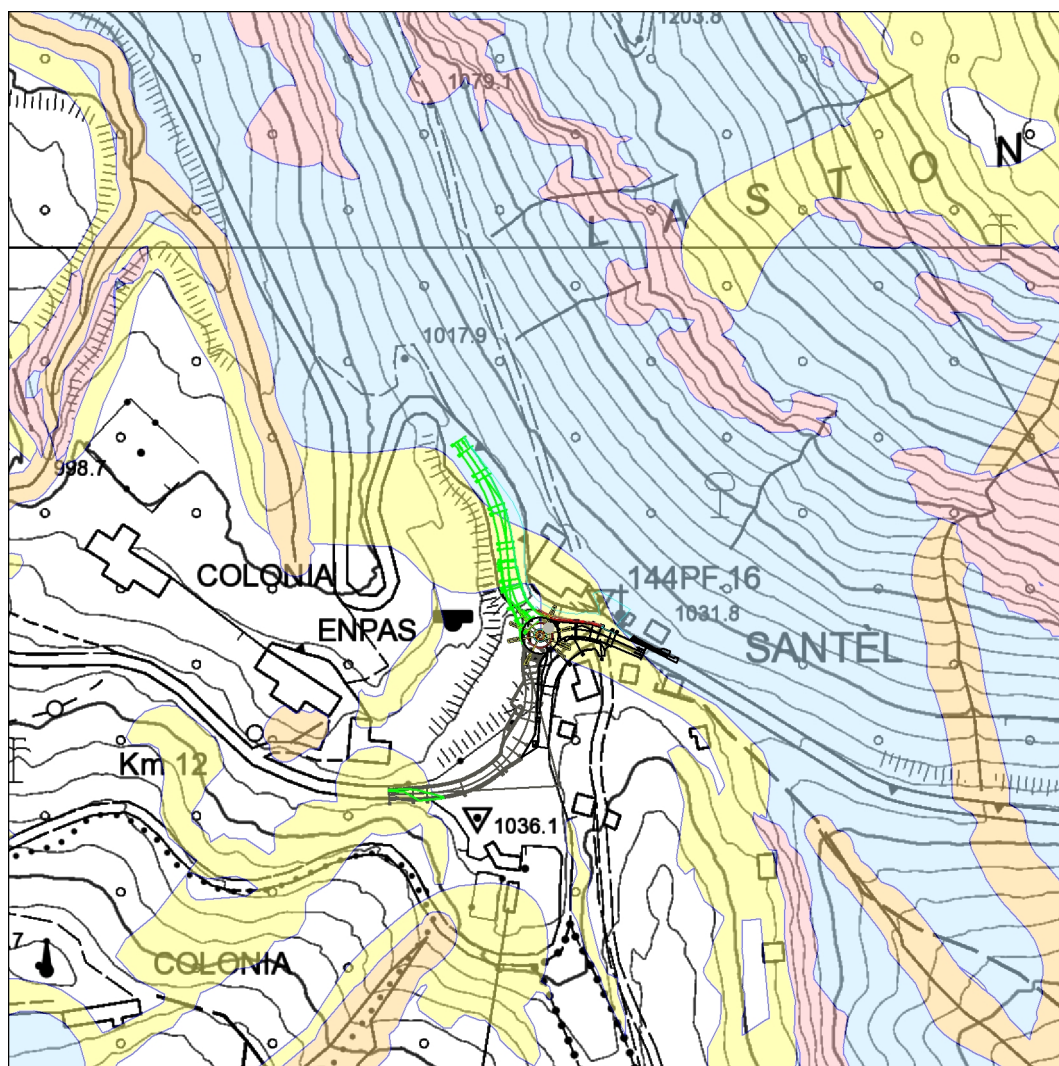


Figura 11: Estratto "Carta di Sintesi della Pericolosità (CSP) del P.U.P. dell'area di intervento – approvata con deliberazione n° 1748 del 29 settembre 2023", scala 1:5000.

Legenda - CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA'		
Classi di Penalità		
Con riferimenti alle norme di attuazione del Piano Urbanistico Provinciale (L.P. 27 maggio 2008, n. 5)		
penalità ordinarie		
	P4 - elevata	art. 15
	P3 - media	art. 16
	P2 - bassa	art. 17
altri tipi di penalità		
	APP - aree da approfondire	art. 18
	PRV - residua da valanga	art. 18
	P1 - trascurabile o assente	art. 18
tutele speciali		
	AFI - ambiti fluviali di interesse idraulico previsti dal Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche	art. 14
	IMP - aree riservate a interventi di mitigazione del pericolo	art. 18
	RSS - area di rispetto stazione sismometrica	art. 18
	stazione sismometrica	

Figura 12: Estratto "Legenda Carta di Sintesi della Pericolosità del P.U.P. dell'area di intervento.

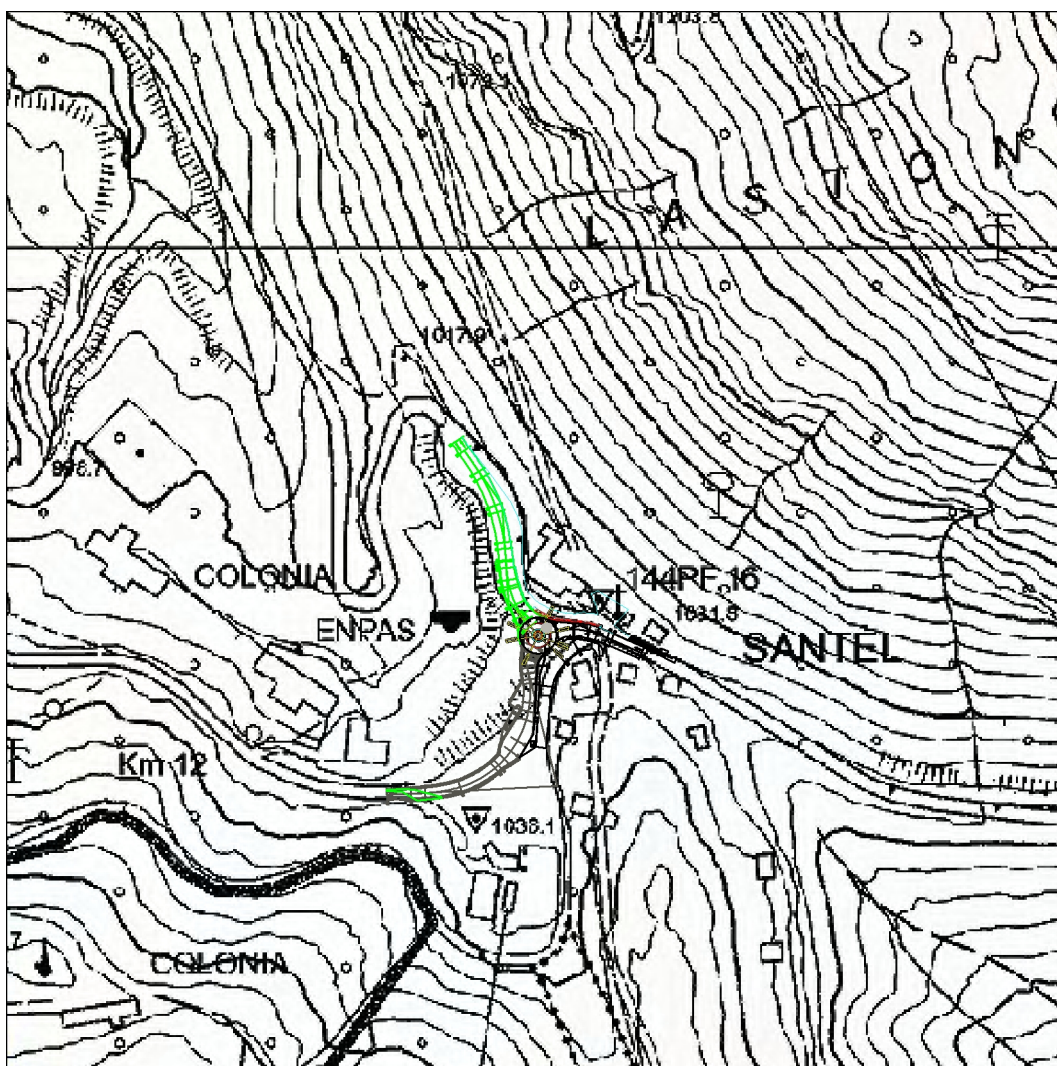


Figura 13: Estratto "Carta delle Risorse Idriche del P.U.P." dell'area di intervento, scala 1:5000.

Zona di Tutela Assoluta

- Sorgenti
- Sorgenti Minerali
- Acque Superficiali
- Pozzi

Zona di Rispetto Idrogeologico

- Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

Zona di Protezione Idrogeologica

- Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

× altre sorgenti non disciplinate dall'art.21 del P.U.P.

Figura 14: Estratto "Legenda Carta delle Risorse Idriche del P.U.P."

1.7 Gestione delle terre e rocce da scavo

L'opera in progetto si sviluppa in buona parte in corrispondenza di una discarica di inerti chiusa. Lo spessore dei depositi antropici è variabile da alcuni metri ad alcune decine di metri. La discarica si colloca lungo il versante settentrionale della sella del Santel.

Come riportato nella nota del Servizio Geologico prot. 390823 di data 22-05-2024 gli spetti relativi alla caratterizzazione ambientale non verranno trattati dal Servizio Geologico.

1.8 Modellazione sismica

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale.

Nel caso specifico, tenuto conto della morfologia dei luoghi, dei dati stratigrafici disponibili e delle indagini eseguite è ragionevole assumere che il comportamento sismico del sottosuolo direttamente interessato dai lavori sia analogo a quelli di categoria B (Tabella 1).

Per quanto concerne le condizioni topografiche, l'area in cui è prevista la realizzazione dell'intervento può essere ricondotta alla categoria T2 pendii con inclinazione media $i > 15$. Per quanto riguarda i parametri di pericolosità sismica (Figura 13), essi sono stati definiti attraverso uno specifico programma di calcolo (Geostru PS della GeoStru software) considerando una vita nominale della struttura pari a 100 anni e ponendo l'opera in classe d'uso IV.

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>

Tabella 1: Categoria di sottosuolo tratta dal D.M. 17 gennaio 2018, tab. 3.2.II.

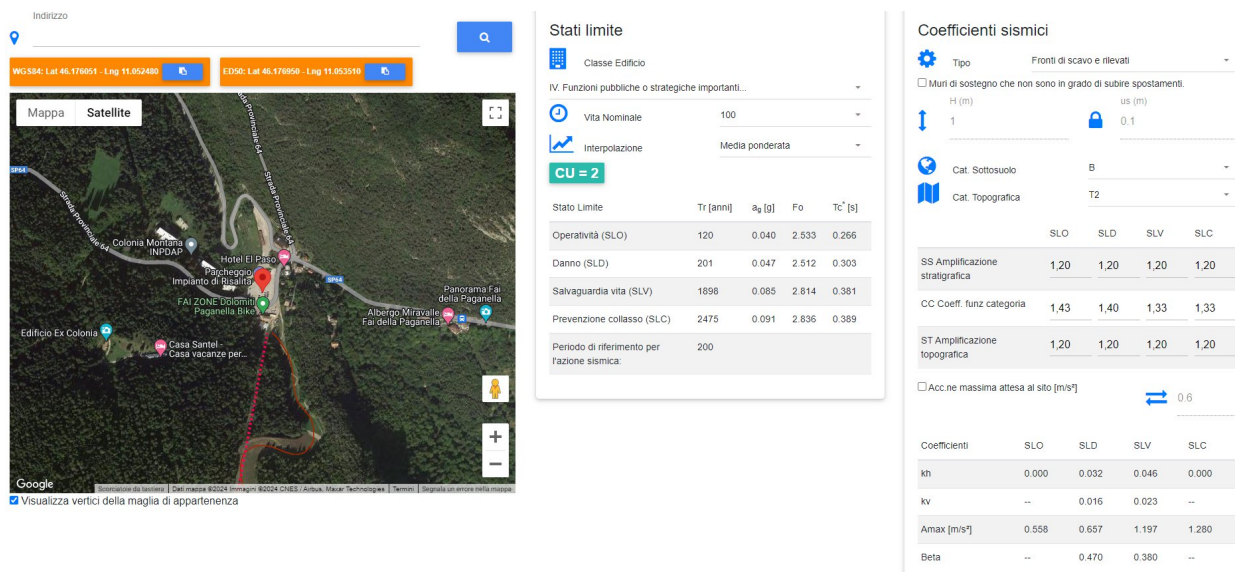


Figura 15: Parametri di pericolosità sismica funzione della categoria del sottosuolo, delle condizioni topografiche e della tipologia dell'opera ottenuti tramite il software Geostru PS. Sono stati calcolati i parametri sismici per un suolo di categoria B e categoria topografica T2.

1.9 Conclusioni

Su richiesta dell'Agenzia Provinciale Opere Pubbliche della P.A.T., Servizio Opere Stradali e Ferroviarie, è stata elaborata la presente Relazione Geologica a supporto del progetto di fattibilità tecnico economica per i lavori di attraversamento del comune di Fai della Paganella in loc. Santel sulla S.P. 64.

L'intervento consiste nella riorganizzazione della viabilità veicolare e pedonale in loc. Santel e si articola in:

- modifica della curva della SP 64 in corrispondenza del parcheggio annesso agli impianti di risalita;
- trasformazione dell'incrocio tra la SP 64 e la strada intercomunale Fai della Paganella - Cavedago in una rotatoria;
- creazione di due fasce di viabilità comunale a fianco della strada provinciale cosicché gli accessi privati alle attività commerciali, ricettive, residenziali e pertinenziali insistono su viabilità comunale e non provinciale;
- creazione di percorsi pedonali adatti alla percorrenza con sedia a rotelle che collegano le attività commerciali fino alle fermate del trasporto pubblico;
- creazione di due fermate del trasporto pubblico in sede propria con marciapiede e pensilina.

Il modello geologico, unitamente alle pendenze dell'area ed alle eterogenee caratteristiche delle litologie presenti, denota la possibilità che il corpo della ex discarica su cui viene realizzata l'opera in progetto possa essere soggetto in futuro a fenomeni di cedimento caratterizzati da entità ed evoluzione non prevedibili.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica per cui costituisce documento idoneo per il rilascio della concessione ad edificare. In corso d'opera si dovrà controllare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza il modello geologico e geotecnico ed il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore.

Trento, agosto 2024

Il Geologo
dott. Matteo Zumiani



2 RELAZIONE GEOTECNICA

2.1 Premessa

Su richiesta dell'Agenzia Provinciale Opere Pubbliche della P.A.T., Servizio Opere Stradali e Ferroviarie, è stata elaborata la presente Relazione Geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnico economica per i lavori di attraversamento del comune di Fai della Paganella in loc. Santel sulla S.P. 64.

L'intervento consiste nella riorganizzazione della viabilità veicolare e pedonale in loc. Santel e si articola in:

- modifica della curva della SP 64 in corrispondenza del parcheggio annesso agli impianti di risalita;
- trasformazione dell'incrocio tra la SP 64 e la strada intercomunale Fai della Paganella - Cavedago in una rotatoria;
- creazione di due fasce di viabilità comunale a fianco della strada provinciale cosicché gli accessi privati alle attività commerciali, ricettive, residenziali e pertinenziali insistono su viabilità comunale e non provinciale;
- creazione di percorsi pedonali adatti alla percorrenza con sedia a rotelle che collegano le attività commerciali fino alle fermate del trasporto pubblico;
- creazione di due fermate del trasporto pubblico in sede propria con marciapiede e pensilina.

La Relazione Geotecnica si basa sul modello geologico del sito ed ha lo scopo di definire, con riferimento ai risultati delle indagini e prove geotecniche condotte, la caratterizzazione e modellazione geotecnica delle litologie e dei terreni interagenti con l'opera in progetto e di riassumere i risultati delle analisi svolte per la verifica delle condizioni di sicurezza e la valutazione delle prestazioni nelle condizioni d'esercizio del sistema costruzione/terreno.

Questo al fine di indirizzare le scelte dei Progettisti verso soluzioni che garantiscano una corretta esecuzione dell'intervento, nel massimo rispetto della stabilità della zona e della sicurezza dei luoghi di lavoro.

2.2 Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni e delle rocce

Tenuto conto dell'assetto litostratigrafico dei luoghi e delle geometrie di progetto risulta evidente che i lavori interesseranno prevalentemente il corpo della ex discarica ed eventualmente in parte la copertura sciolta quaternaria.

La notevole eterogeneità del materiale messo a dimora nella discarica rende impossibile fornire dei parametri geotecnici medi da assegnare ai litotipi interessati dalle fondazioni delle opere in progetto.

Nel corso dell'esecuzione delle indagini geognostiche sono stati prelevati dei campioni sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio. In Tabella 2 se ne riporta un riepilogo.

Resta in carico al progettista l'individuazione degli appropriati parametri geotecnici e dei relativi valori caratteristici da adottarsi nelle specifiche verifiche previste ai fini progettuali dalla normativa vigente.

Sondaggio	Campione	Profondità m	Contenitore	CARATTERISTICHE FISICHE			GRANULOMETRIA				TAGLIO DIRETTO SU RICOSTITUITO		PERMEABILITÀ IN TRIASSIALE $\sigma'_v=100$ kPa	AGI 1977
				w %	ρ_s Mg/m ³	ρ Mg/m ³	ghiaia %	sabbia %	limo %	argilla %	Φ' gradi	c' kPa	k m/s	
S1	C1	2,40-2,70	cassa	-	2,67	-	45,26	26,74	20,00	8,00	-	-	9,5E-09	ghiaia con sabbia limosa debolmente argillosa
S1	C2	18,50-18,90	cassa	-	2,69	-	55,55	23,95	14,50	6,00	32,9	1,7	-	ghiaia sabbiosa limosa
S2	C1	4,00-4,25	cassa	-	2,67	-	48,11	23,39	22,50	6,00	-	-	2,0E-09	ghiaia sabbiosa limosa
S2	S2	6,00-6,25	cassa	-	2,70	-	38,06	27,94	23,00	11,00	-	-	1,3E-09	ghiaia con sabbia limosa argillosa
S2	C3	12,50-13,00	cassa	-	2,73	-	42,26	31,74	20,00	6,00	34,0	7,4	-	ghiaia con sabbia limosa debolmente argillosa
S3	C1	14,00-14,30	cassa	-	2,69	-	29,35	31,65	24,50	14,50	-	-	-	sabbia con ghiaia limosa argillosa

Tabella 2: Tabella schematica di parametri fisico meccanici dei campioni prelevati nel corso dei sondaggi.

Lungo il lato di monte del tratto della SP 64 che da Fai della Paganella sale verso loc. Santel è prevista la realizzazione di una berlinese di mircopali a sostegno della rampa di monte dell'arteria viabile. In tale posizione non si può escludere che l'intervento interessi il substrato roccioso.

2.3 Considerazioni sui fronti di scavo

In data 19-04-2018 si è provveduto a consultare, presso il comune di Fai della Paganella, gli elaborati progettuali relativi alla discarica messi a disposizione dall'Amministrazione comunale.

Da questi è emerso come la discarica sia stata coltivata nel tempo in fasi successive, con sversamento di materiali estremamente eterogenei tra loro dall'alto verso il basso senza una compattazione sistematica degli stessi in strati di spessore definito. A corredo della documentazione progettuale sono state redatte nel tempo, una relazione geologica nel novembre 1996 a firma del dott. Cavalieri, una nel 2005 a cura del dott. Perna ed una nel 2008 dal dott. Andreis.

Nel dicembre 2008 il dott. Franco Andreis nel suo elaborato dal titolo "Report conclusivo di chiusura parziale della discarica di inerti Santel" descriveva le operazioni messe in atto da parte della ditta concessionaria Alto s.a.s. per la chiusura della discarica, con apporto di ca. 20000 m³ di materiale di copertura.

All'allora proprietario delle pp. ff. su cui insiste la discarica, la società Paganella 2001 S.p.a., in accordo con l'Amministrazione Comunale ed il gestore della discarica, il geologo aveva fornito delle prescrizioni in merito ad un eventuale utilizzo a parcheggio della parte di discarica oggetto dell'intervento di copertura superficiale finale. Il Professionista riporta che tali prescrizioni furono discusse anche con la PAT, in dettaglio con l'Agenzia Provinciale del per Protezione dell'Ambiente – U.O. Tutela del Suolo, nel corso di una riunione svoltasi a Trento il 25-11-2008.

Nell'elaborato sopra menzionato il dott. Andreis afferma: "L'eventuale utilizzo delle aree come piazzale non deve innanzitutto comportare alterazione o modifiche all'attuale assetto dei vari strati che compongono la copertura superficiale finale. Requisito essenziale per l'utilizzo dell'area a parcheggio è il controllo delle acque meteoriche di infiltrazione che non devono interagire con il corpo discarica.

La diversa disposizione plano altimetrica dei due gradoni per i quali si chiede l'utilizzo a piazzale richiede diverse misure mirate al controllo ed alla raccolta delle acque di scorrimento superficiale.

Piazzale superiore in adiacenza ai parcheggi esistenti

Il controllo delle acque di scorrimento superficiale dovrà avvenire mediante le seguenti procedure:

- predisposizione di una livelletta convergente verso il centro del piazzale, con raccolta e smaltimento nella rete esistente, previo disoleamento, delle acque di pioggia;
- minimizzazione della permeabilità del sedime del piazzale, mediante realizzazione di cassetto di fondazione con trattamento stabilizzante a cemento, tale da ottenere una superficie regolare e resistente per una riduzione nel tempo delle infiltrazioni dirette verso il corpo discarica;
- segregazione mediante recinzione invalicabile tra piazzale e rampa inferiore della discarica.

Piazzale inferiore

- partizione della superficie del piazzale in 3 aree con raccolta differenziale delle acque di scorrimento;
- gradone sud adiacente il piazzale attuale; predisposizione di una livelletta immergente verso nord, presso lo spigolo nord ovest del campo da tennis;
- gradone intermedio fronte l'Hotel Santellina lungo la strada comunale per Cavedago; predisposizione di una livelletta immergente verso nord e verso il ciglio della discarica;
- gradone nord lungo la strada comunale per Cavedago; predisposizione di una livelletta immergente verso nord e verso il ciglio della discarica;
- minimizzazione della permeabilità del sedime del piazzale mediante realizzazione di cassonetto di fondazione con trattamento stabilizzante a cemento, tale da ottenere uan

superficie regolare e resistente per la riduzione nel tempo delle infiltrazioni dirette verso il corpo discarica;

- segregazione mediante recinzione invalicabile tra piazzale e rampa inferiore della discarica;
- realizzazione di un canale di sgrondo perimetrale, in prossimità del ciglio discarica, tale da accogliere le acque fatte confluire dai piazzali. Le acque dei tre piazzali contigui, seppure partiti, dovranno essere raccolte e condotte in luogo stabile presso la base della discarica;
- mantenimento di una fascia di assoluto rispetto di almeno 3 m ca. dal ciglio della rampa nella quale sono attesi cedimenti e deformazioni a seguito delle sostanziali modifiche nell'assetto pianoaltimetrico durante i lavori di copertura superficiale finale dell'autunno-inverno 2008."

Prescrizioni dedicate vengono fornite per un eventuale futuro aumento della fascia di rispetto di 3 m di cui sopra sulla base dell'esecuzione di una sistematica campagna di prove geotecniche in sito, atte a verificare lo stato di assestamento e compattamento del rilevato della discarica.

Il geologo prescrive inoltre che: "La fascia di discarica utilizzata come piazzale potrà essere utilizzata per l'esclusiva sosta di autovetture; pullman, camper, ecc dovranno essere posizionati in area esterna".

Gli elaborati progettuali della discarica mostrano chiaramente come il rilevato costituito dalla discarica stessa non sia stato costruito costipando i singoli strati di materiale ed ammorsandoli al versante naturale, nell'ottica di minimizzare i cedimenti nel tempo. La destinazione d'uso definita nel progetto per l'area in esame, inoltre, era volta esclusivamente a piazzale da adibire a parcheggio per autovetture, evitando il transito e lo stazionamento di mezzi pesanti.

Si ritiene fondamentale che per la realizzazione dell'opera in progetto vengano rispettate tutte le prescrizioni contenute negli elaborati geologici sopra citati.

Lungo il lato di monte del tratto della SP 64 che da Fai della Paganella sale verso loc. Santel è prevista la realizzazione di una berlinese di micropali a sostegno della rampa di monte dell'arteria viabile. Questo permetterà la demolizione di un muro di sostegno esistente ed il completamento del collegamento pedonale tra le due località. In questo contesto la stabilità del fronte di scavo verrà garantita dalla berlinese di micropali, opportunamente dimensionata.

2.4 Smaltimento delle acque bianche

Viene di seguito fornita, a titolo indicativo, l'analisi quantitativa del volume di acque meteoriche da smaltire per ogni 100 m² di area impermeabilizzata. Sono stati utilizzati i dati di piovosità forniti da Meteotrentino per l'area in esame (**Allegato 4**).

Per un tempo di ritorno pari a 100 anni, una durata di precipitazione di 1 ora e la corrispondente altezza di precipitazione pari a 37.77 mm, la portata da smaltire per una

superficie asfaltata con coefficiente di deflusso pari a 0.9 è pari a 0.94 l/s (3.4 m³/ora).

Le acque meteoriche dovranno essere raccolte mediante apposite canalette, e successivamente collettate nel rio presente alla base del corpo della discarica.

Dovranno essere rispettate tutte le prescrizioni relative alla gestione delle acque contenute nelle relazioni geologiche citate al paragrafo precedente, evitando che le stesse possano infiltrarsi nel corpo della discarica stessa e generare dei fenomeni di ruscellamento concentrato lungo i versanti.

2.5 Considerazioni in merito ai fenomeni di caduta massi

I fenomeni potenzialmente pericolosi accadono più probabilmente in condizioni geologiche, geomorfologiche, tettoniche e idrogeologiche simili a quelle che hanno già indotto fenomeni pericolosi nel passato o nel presente nelle stesse aree o in aree con caratteristiche simili. **Questo non implica che la mancanza di fenomeni nel passato sia la garanzia sull'impossibilità che questi fenomeni possano avvenire nel futuro.**

La previsione della tipologia di fenomeno che si può verificare in un certo luogo ed in un certo momento risulta assai importante per una corretta valutazione del rischio. L'assetto geologico, idrologico e geomorfologico possono inoltre fornire ulteriori indicazioni sulla potenziale tipologia del fenomeno. È evidente che nella previsione della tipologia sarà presente un margine di incertezza paragonabile, se non superiore, a quello già osservato per la descrizione dello stato della natura.

In termini generali si parla di fenomeno di crollo quando una massa di dimensioni qualsiasi si stacca da una parete con un minimo spostamento di taglio e procede per caduta libera, rimbalzi e rotolamento e talora scivolamento.

La definizione della probabilità di innesco dei crolli in una data area richiede la caratterizzazione di vari aspetti relativi a dimensione (volumi coinvolti), ricorrenza temporale e localizzazione spaziale dei fenomeni. La definizione di tali aspetti implica la definizione delle caratteristiche geometriche, geologiche, geomorfologiche e geomeccaniche dei versanti, nonché l'analisi statistica di serie storiche di eventi.

La rappresentatività delle distribuzioni di eventi ottenute da cataloghi di dati storici è condizionata da diversi problemi legati alla completezza temporale e spaziale dei cataloghi. Questi, infatti, sono di solito costituiti da osservazioni di terreno effettuate da personale addetto alla manutenzione di aree protette o infrastrutture, mentre altre informazioni derivano da archivi storici. Nella maggior parte dei casi i volumi sono solo stimati e la registrazione nel tempo degli eventi non è uniforme, anche in relazione alla localizzazione delle aree studiate. Nello spazio, la sottostima degli eventi di bassa intensità osservata nei cataloghi può essere dovuta a vari fattori:

i vecchi archivi storici registrano spesso gli eventi più distruttivi, mentre nei cataloghi moderni sono trascurati gli eventi avvenuti in aree remote o che non hanno provocato danni.

La previsione della propagazione dei fenomeni è fondamentale per una valutazione della pericolosità distribuita sul territorio, soprattutto per quelle tipologie di fenomeno caratterizzate da elevata velocità e notevole distanza di espandimento (frane di crollo, caduta massi). È evidente che l'evoluzione spaziale del fenomeno è legata alla natura fisico-meccanica dello stesso ed è pertanto regolata da complesse leggi che devono tenere in considerazione i diversi parametri fisici, meccanici e geometrici dei materiali. Inoltre, diversi fattori esterni influiscono sulla propagazione del fenomeno, quali la topografia, la rugosità della superficie, la vegetazione, la presenza di strutture antropiche, ecc.

La riduzione del rischio attraverso attività di previsione e prevenzione è l'aspetto fondamentale per la gestione del rischio. Vale la pena di ricordare ancora una volta che i rischi non possono essere eliminati.

Le frane di crollo, e in particolare i fenomeni di caduta massi, sono tra i pericoli naturali più comuni e rilevanti nelle aree montuose e costituiscono una minaccia per la sicurezza di vite umane, centri abitati, infrastrutture e vie di comunicazione. Sebbene di norma coinvolgano volumi limitati rispetto ad altre tipologie di frana, i crolli sono caratterizzati da elevata frequenza, energia cinetica e mobilità. Inoltre, suscettibilità e ricorrenza temporale dei crolli sono difficili da valutare, in ragione della difficile caratterizzazione e dell'incertezza dei parametri in gioco. Pertanto l'analisi e la mitigazione dei rischi connessi a fenomeni di crollo in roccia sono questioni di grande importanza che devono essere affrontate con approcci relativi alla zonazione della pericolosità ed alla progettazione di interventi strutturali di difesa.

Tali approcci di mitigazione richiedono una previsione quantitativa delle traiettorie di caduta dei blocchi rocciosi, della massima distanza di espandimento, delle caratteristiche cinematiche e dinamiche del moto e della probabilità che un blocco di progetto si arresti a una distanza specificata dal punto di distacco (sorgente). Tale previsione è possibile solo attraverso un'accurata modellazione dei processi di propagazione delle frane di crollo.

L'intervento in progetto può essere interessato da fenomeni di caduta massi in due settori: nel settore orientale, alle propaggini inferiori del versante occidentale del rilievo denominato Laston, e nel settore occidentale, poco oltre la partenza degli impianti funiviari procedendo da loc. Santel verso Andalo.

Si analizza in primo luogo l'area che si colloca alle propaggini inferiori del versante occidentale del rilievo denominato Laston.

Lungo tale versante affiorano rocce calcaree appartenenti alla Formazione di Monte Zugna (Figura 27). Si tratta di rocce disposte in strati generalmente da decimetrici a metrici, disposti a franapoggio verso loc. Santel (NO), con inclinazione compresa tra 20° e 30° ca.

Il versante è caratterizzato da due ordini di pareti rocciose di altezza attorno alla decina di metri ciascuno. Tali pareti si palesano con dei salti morfologici lungo il versante, uno attorno a quota 1150 m ca. ed uno attorno a quota 1250 m ca.

Per mezzo dei rilievi di campagna effettuati lungo il versante sono state definite le possibili aree sorgenti di blocchi e le rispettive volumetrie. Sono state rilevate inoltre le tipologie litologiche di terreni superficiali e le relative caratteristiche meccaniche necessarie per l'implementazione di analisi di caduta massi nel software di calcolo tridimensionale Rockyfor 3D v 5.2.15.

Ciò ha portato alla definizione, nell'area analizzata di 11 poligoni (Figura 28) internamente omogenei per caratteristiche di comportamento geotecnico e di distacco (Figura 29).

Il modello tridimensionale del versante è stato ricavato dal rilievo LIDAR della PAT, ricampionato con maglia 1 m x 1 m.

Va rilevato che per vincolo del codice utilizzato, la probabilità di distacco di tali aree è stata assunta per ogni settore omogenea.

Sono stati simulati 10 distacchi per cella ed è stata impostata una variabilità in volume dei blocchi pari a +/- 5%.

In Figura 30, Figura 31 e Figura 32 sono rappresentate la distribuzione di frequenza dei passaggi dei massi restituita dal programma, ed i parametri cinematici dei blocchi lungo le loro traiettorie lungo il versante: l'energia dei massi e l'altezza delle traiettorie misurata in direzione normale rispetto al versante, entrambe al 95° percentile della distribuzione statistica.

I dati ottenuti dalle simulazioni evidenziano come l'area interessata dalla realizzazione dei lavori in oggetto possa essere interessata dalla caduta di massi provenienti dal versante sovrastante. Le elaborazioni numeriche restituiscono energie cinetiche attese per i massi in caduta ed altezze delle traiettorie generalmente contenute. Il report fornito dal software è consultabile nell'**Allegato 5**.

Sulla base dei risultati ottenuti, si ritiene pertanto che una corretta protezione dai fenomeni di caduta massi possa essere attuata mediante la realizzazione di **interventi tipo passivo**.

Al fine di fornire ai progettisti le informazioni necessarie per la progettazione ed il dimensionamento delle opere di difesa di tipo passivo ai sensi della normativa vigente è stata eseguita simulazione dedicata nella quale sono state inserite due barriere di controllo (Figura 33) nei tratti dove le traiettorie dei blocchi raggiungono l'arteria viaria. I dettagli di tale simulazione mediante la quale sono stati determinati i parametri di energia cinetica ed altezza di volo riferiti al 95^{mo} percentile dei massi che attraversano le barriere di controllo sono consultabili nell'**Allegato 6** e riassunti in Tabella 3.

Barriera di controllo			
	Numero	Energia cinetica 95 ^{mo}	Altezza (H) delle traiettorie 95 ^{mo}

	impatti	percentile (kJ)	percentile (m) in direzione perpendicolare rispetto al versante
N° 1	273	544	0.8
N° 2	73	476	1.2

Tabella 3: Parametri cinematici (al 95mo percentile) dei blocchi riferiti alle tre barriere di controllo.

Procedendo da loc. Santel verso Andalo si incontrano sul lato di monte della strada alcune pareti di altezza massima stimabile in 10 m ca. (Figura 23). Su parte di tali pareti è posata della rete semplice. Si ritiene opportuno completare la posa di rete sulla parte di parete rocciosa attualmente priva e porre in aderenza la stessa sull'intero affioramento.



Figura 16: Foto del versante occidentale del rilievo denominato Laston.

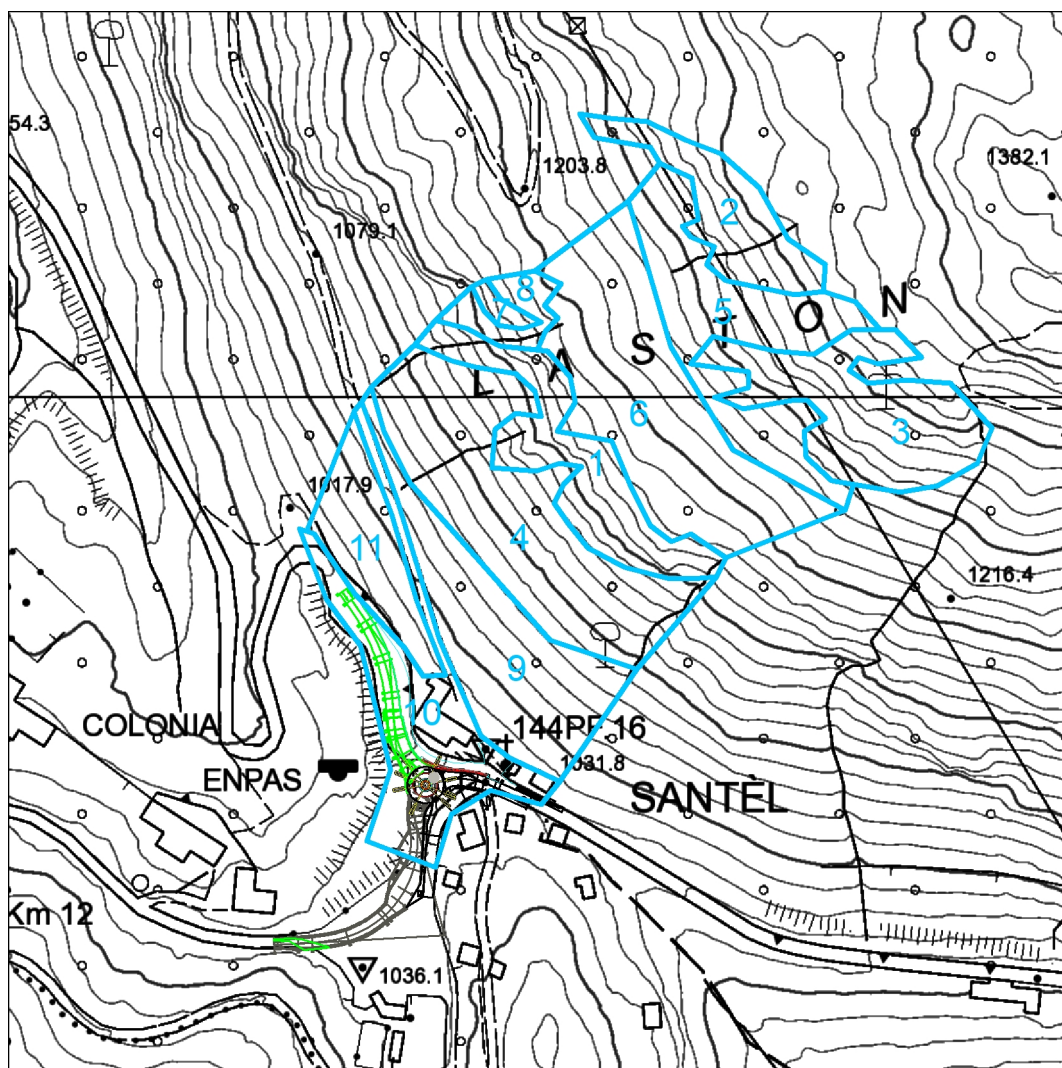


Figura 17: Nell'immagine, in azzurro sono rappresentati i poligoni internamente omogenei per caratteristiche di comportamento geotecnico e di distacco. Scala 1:5000.

Parametri													
	FID	Shape *	Id	maschera	blshape	soiltype	d1	d2	d3	rg70	rg20	rg10	r_density
▶	0	Polygon	1	1	1	6	1.2	1.1	1	0.1	0.2	0.4	2500
	1	Polygon	2	1	1	6	1.2	1.1	1	0.1	0.2	0.4	2500
	2	Polygon	3	1	1	6	1.2	1.1	1	0.1	0.2	0.4	2500
	3	Polygon	4	1	1	4	1	0.5	1	0.15	0.25	0.3	2500
	4	Polygon	5	1	1	4	1	0.5	1	0.2	0.3	0.4	2500
	5	Polygon	6	1	0	4	0	0	0	0.2	0.3	0.5	0
	6	Polygon	7	1	1	6	1.2	1	0.8	0.1	0.2	0.4	2500
	7	Polygon	8	1	2	4	1	0.5	1	0.2	0.3	0.5	2500
	8	Polygon	9	1	0	4	0	0	0	0.2	0.35	0.45	0
	9	Polygon	10	1	0	7	0	0	0	0.05	0.1	0.15	0
	10	Polygon	11	1	0	4	0	0	0	0.2	0.3	0.4	0

Figura 18: Parametri utilizzati per le simulazioni di caduta massi, assegnati a ciascun poligono rappresentato in Figura 28.

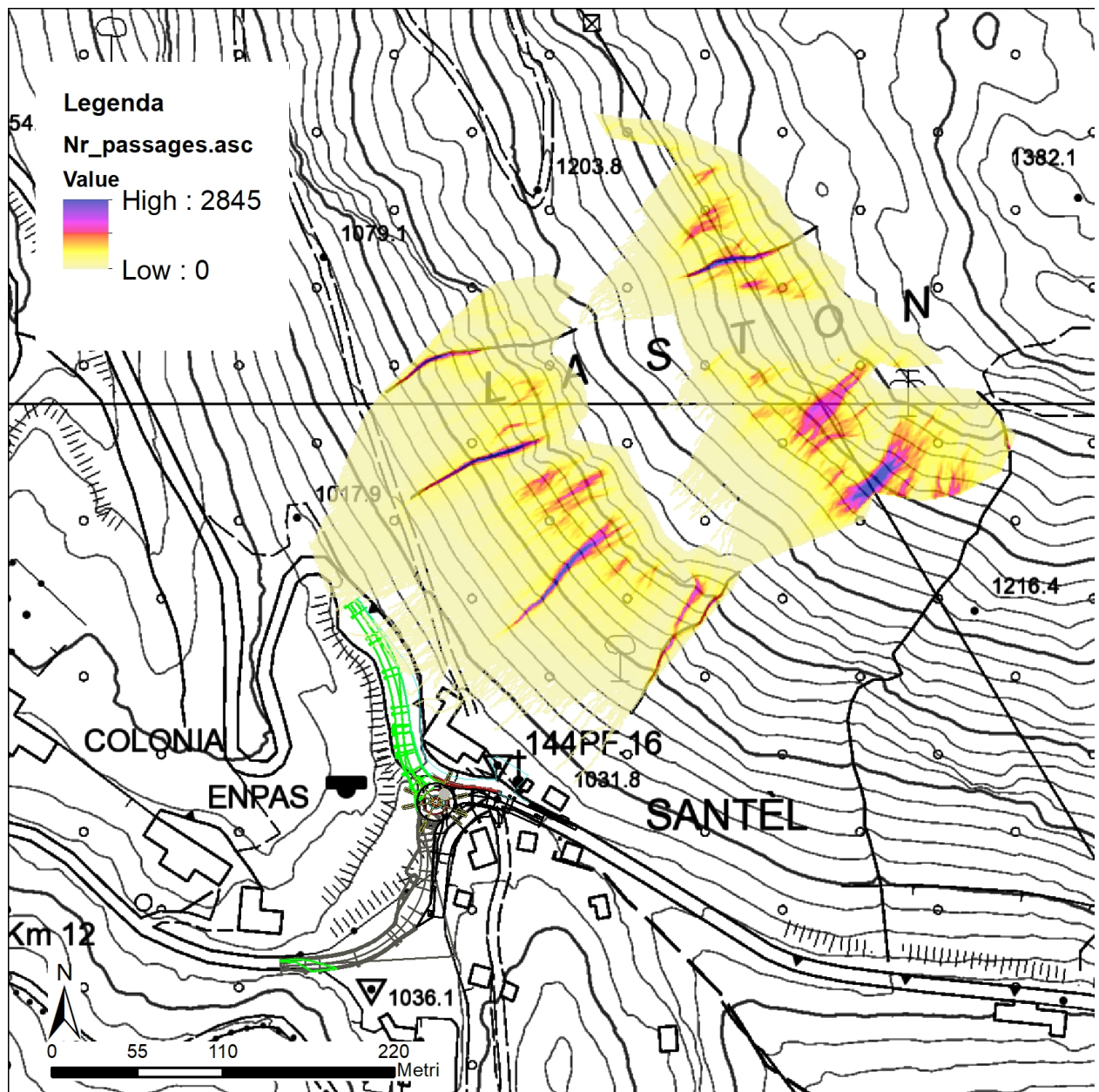


Figura 19: Distribuzione delle traiettorie lungo il versante, scala 1:5000.

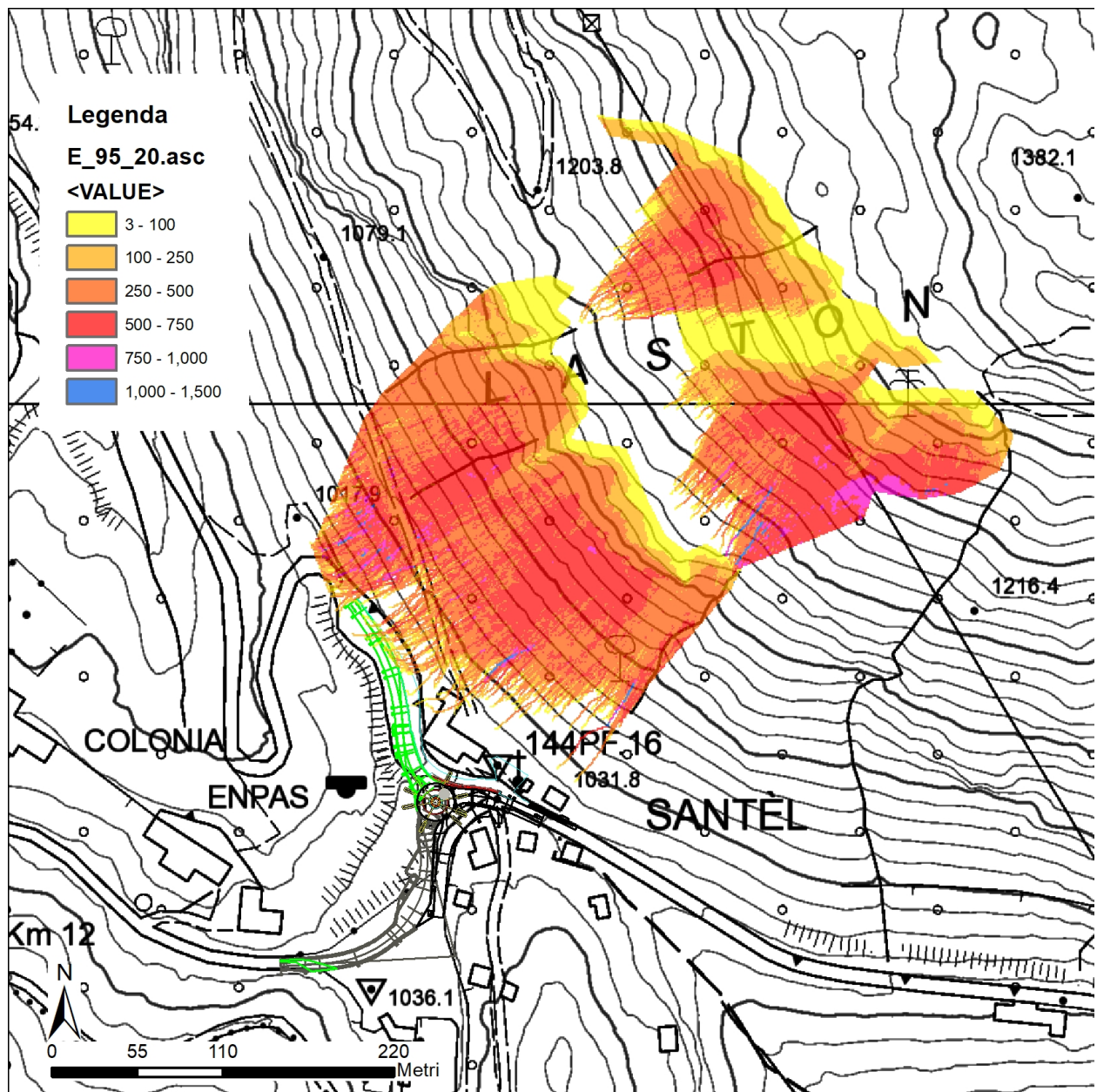


Figura 20: Distribuzione delle energie (in kJ) lungo il versante, scala 1:5000.

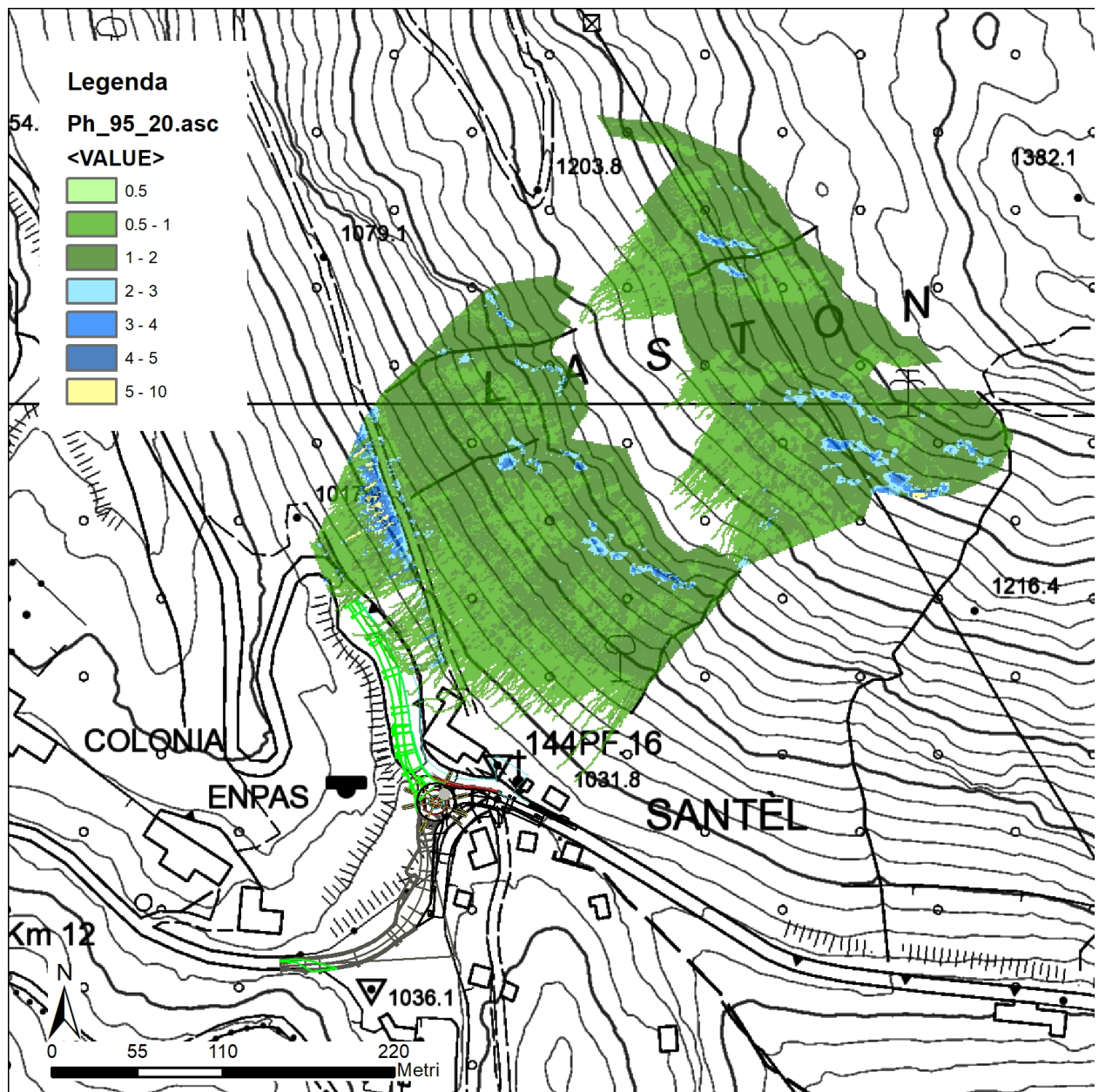


Figura 21: Mappa delle altezze di volo (in m in direzione normale al terreno) lungo il versante, scala 1:5000.

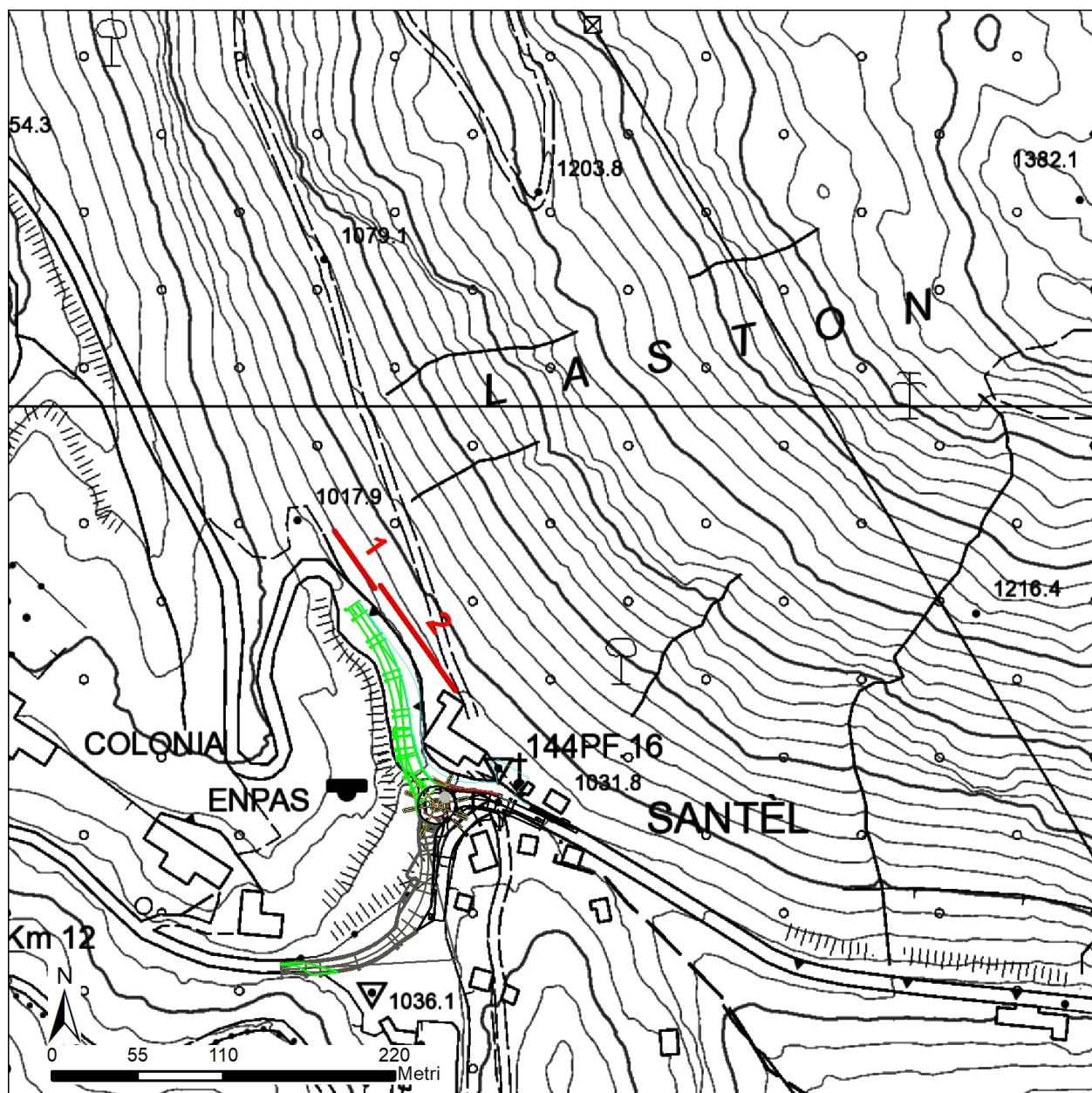


Figura 22: Ubicazione delle barriere di controllo.



Figura 23: Pareti rocciose che si incontrano a monte della strada che da loc. Santel sale verso Andalo.

2.6 Considerazioni relative al monitoraggio inclinometrico

In uno dei sondaggi eseguiti è stato installato un tubo inclinometrico, monitorato dal Servizio Geologico. Sono state eseguite 15 letture a partire dal 10-12-2018 che hanno mostrato come il corpo della discarica, per buona parte dello spessore, sia interessato da movimenti di entità costante nel tempo e direzione NO.

Non risulta al momento possibile effettuare una previsione sull'andamento degli spostamenti nel tempo. Risulta tuttavia ragionevole ritenere che gli stessi non si esauriranno nel breve termine.

I dati del monitoraggio inclinometrico sono consultabili in dettaglio nell'**Allegato 7**.

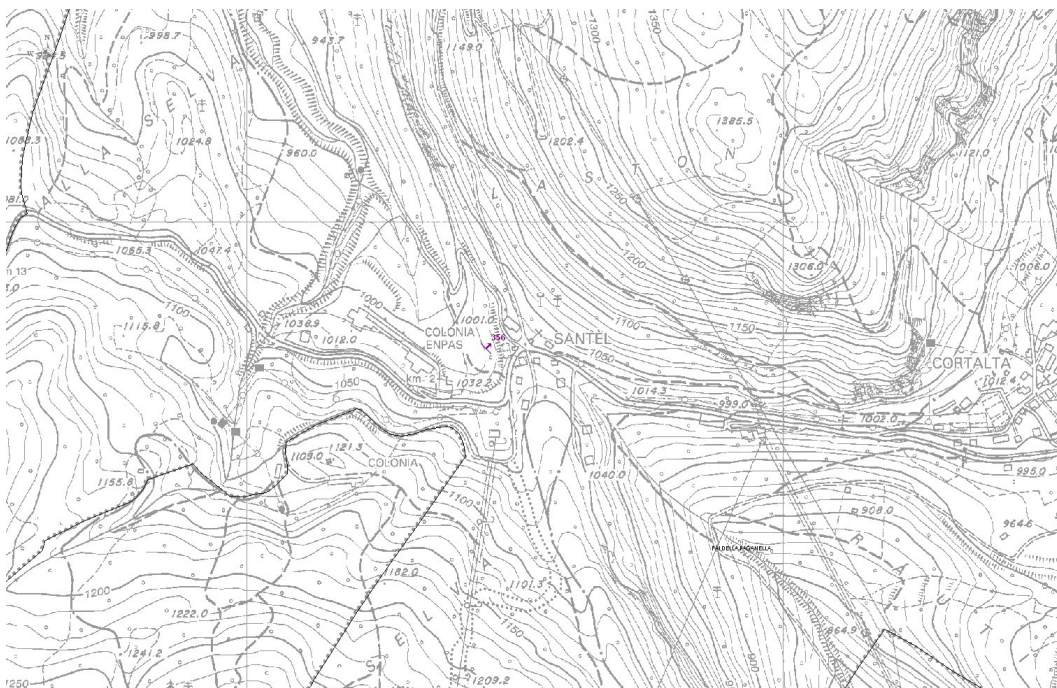


Figura 24: Ubicazione dell'inclinometro.

2.7 Conclusioni

Su richiesta dell'Agenzia Provinciale Opere Pubbliche della P.A.T., Servizio Opere Stradali e Ferroviarie, è stata elaborata la presente Relazione Geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnico economica per i lavori di attraversamento del comune di Fai della Paganella in loc. Santel sulla S.P. 64.

L'intervento consiste nella riorganizzazione della viabilità veicolare e pedonale in loc. Santel e si articola in:

- modifica della curva della SP 64 in corrispondenza del parcheggio annesso agli impianti di risalita;
- trasformazione dell'incrocio tra la SP 64 e la strada intercomunale Fai della Paganella - Cavedago in una rotatoria;
- creazione di due fasce di viabilità comunale a fianco della strada provinciale cosicché gli accessi privati alle attività commerciali, ricettive, residenziali e pertinenziali insistono su viabilità comunale e non provinciale;
- creazione di percorsi pedonali adatti alla percorrenza con sedia a rotelle che collegano le attività commerciali fino alle fermate del trasporto pubblico.

Tenuto conto dell'assetto litostratigrafico dei luoghi e delle geometrie di progetto risulta evidente che i lavori interesseranno prevalentemente il corpo della ex discarica ed

eventualmente in parte la copertura sciolta quaternaria. Non si esclude che in alcuni tratti si possa intercettare il substrato roccioso.

La notevole eterogeneità del materiale messo a dimora nella discarica rende impossibile fornire dei parametri geotecnici medi da assegnare ai litotipi interessati dalle fondazioni delle opere in progetto.

Nel corso dell'esecuzione delle indagini geognostiche sono stati prelevati dei campioni sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio.

All'allora proprietario delle pp.ff. su cui insiste la discarica, la società Paganella 2001 S.p.a., in accordo con l'Amministrazione Comunale ed il gestore della discarica, il consulente geologo libero professionista aveva fornito delle prescrizioni in merito ad un eventuale utilizzo a parcheggio della parte di discarica oggetto dell'intervento di copertura superficiale finale. Il Professionista riporta che tali prescrizioni furono discusse anche con la PAT, in dettaglio con l'Agenzia Provinciale del per Protezione dell'Ambiente – U.O. Tutela del Suolo, nel corso di una riunione svoltasi a Trento il 25-11-2008.

Si ritiene fondamentale che per la realizzazione dell'opera in progetto vengano rispettate tutte le prescrizioni contenute negli elaborati geologici sopra citati.

Alcuni tratti dell'area in esame sono soggetti a fenomeni di caduta massi. Nel presente elaborato sono state eseguite opportune analisi volte a fornire ai progettisti le informazioni necessarie per la progettazione ed il dimensionamento delle opere di difesa ai sensi della normativa vigente.

In uno dei sondaggi eseguiti è stato installato un tubo inclinometrico, monitorato dal Servizio Geologico. Sono state eseguite 15 letture a partire dal 10-12-2018 che hanno mostrato come il corpo della discarica, per buona parte dello spessore, sia interessato da movimenti di entità costante nel tempo e direzione NO.

Non risulta al momento possibile effettuare una previsione sull'andamento degli spostamenti nel tempo. Risulta tuttavia ragionevole ritenere che gli stessi non si esauriranno nel breve termine.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica per cui costituisce documento idoneo per il rilascio della concessione ad edificare. In corso d'opera si dovrà controllare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza il modello geologico e geotecnico ed il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore.

Trento, agosto 2024

Il Geologo
dott. Matteo Zumiani

3 STUDIO E RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA' RELATIVA AGLI SPETTI DI COMPETENZA DEL SERVIZIO GEOLOGICO

3.1 Condizioni di pericolo e compatibilità dell'intervento

Alla luce di quanto descritto nella Relazione Geologica e nella Relazione Geotecnica si vogliono ora esporre gli elementi che supportano la compatibilità dell'opera in progetto con le condizioni di pericolosità idrogeologica dell'area in esame.

In particolare negli elaborati sopra menzionati è stata eseguita una analisi dettagliata delle condizioni di pericolosità a cui risultano esposti gli interventi in progetto, e sono stati anche definiti gli accorgimenti costruttivi e di utilizzo funzionali a rendere compatibili le opere in progetto rispetto al contesto esaminato al fine di tutelare l'incolumità delle persone e a ridurre la vulnerabilità dei beni.

Consultando la Carta di Sintesi della Pericolosità si nota che l'area ricade parte in un'area caratterizzata da penalità bassa (P2). Le singole Carte della Pericolosità (CaP) forniscono indicazioni in merito ai fenomeni individuati quali potenziali fonti di pericolosità (H) ed alla loro intensità attesa. Le CaP traspongono le pericolosità (H) di ciascun fenomeno nelle rispettive penalità (P).

Di seguito si riportano in maniera schematica le penalità (P) riportate nella Carta di Sintesi della Pericolosità e le relative penalità (P) riportate nelle Carte della Pericolosità per ciascun fenomeno analizzato.

		Penalità (P)
CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA'		P3, P2, P1
CARTE DELLA PERICOLITA'		
Tipo di pericolosità	Grado di pericolosità (H)	Penalità (P)
Crolli	H3, H2, HR2	P3, P2
Caratteristiche lito-geomorfologiche	HR2	P2, P1
Incendi boschivi	HR3, H1	P1

Nella Relazione Geologica e nella Relazione Geotecnica sono state analizzate in dettaglio le condizioni di pericolo derivanti dai fenomeni morfogenetici di competenza del Servizio Geologico in grado di interagire con l'opera in progetto, nonché dall'assetto geologico,

geomorfologico ed idrogeologico dell'areale in esame. Sono stati conseguentemente definiti gli accorgimenti costruttivi di carattere strutturale, localizzativo ed architettonico per la realizzazione degli interventi e quelli per la loro utilizzazione atti a tutelare l'incolumità delle persone ed a ridurre la vulnerabilità dei beni.

Sulla base dei risultati ottenuti, si ritiene che una corretta mitigazione del rischio derivante dai fenomeni di caduta massi possa essere attuata mediante la realizzazione di interventi attivi nella porzione occidentale, a monte della viabilità che da loc. Santel conduce verso Andalo, e, nel tratto orientale, di interventi di tipo passivo la cui posizione ottimale risulta a monte della viabilità esistente che conduce da loc. Santel verso Cavedago.

Per quanto riguarda la possibilità che eventuali incendi boschivi possano interagire con l'opera in progetto si rinvia alle valutazioni delle Strutture provinciali competenti in materia.

Si ritiene fondamentale sottolineare che, come riportato nell'articolo 22 comma 1 bis della L.P. 15 del 2015 (Legge Provinciale per il Governo del Territorio), *"la Carta di Sintesi della Pericolosità identifica e valuta i fattori relativi ai pericoli idrogeologico, sismico, valanghivo e d'incendio boschivo, anche in modo combinato tra loro, con riguardo all'attività di trasformazione urbanistica ed edilizia del territorio, tenendo conto dei livelli d'intensità e di probabilità degli eventi attesi e del fatto che il territorio provinciale, per le sue caratteristiche naturali, presenta un fondo naturale di pericoli tipici dell'ambiente alpino con i quali è necessario convivere nello svolgimento delle attività, diverse da quelle di trasformazione urbanistica ed edilizia, che sul territorio vengono svolte".*

Trento, agosto 2024

Il Geologo
dott. Matteo Zumiani

Matteo Zumiani