

Regione Autonoma
Valle d'Aosta
Comune di
FONTAINEMORE

Région Autonome
Vallée d'Aoste
Commune de
FONTAINEMORE

Progetto definitivo

**DERIVAZIONE D'ACQUA AD USO
IDROELETTRICO DALLO SCARICO
DELL'ESISTENTE CENTRALE
IDROELETTRICA SITA IN LOC. PILLAZ
SUL TORRENTE PACOULA**

aggiornamento a seguito della
conferenza dei servizi sincrona tenutasi
in data 14 luglio 2021

Committente:

S.I.V. s.r.l.
Società Idroelettrica Vargno

Allegato

**Relazione di modellazione
geologica**

D.M. 17 gennaio 2018, cap. 6.2.1 "Caratterizzazione e
modellizzazione geologica del sito"

data

ottobre 2021

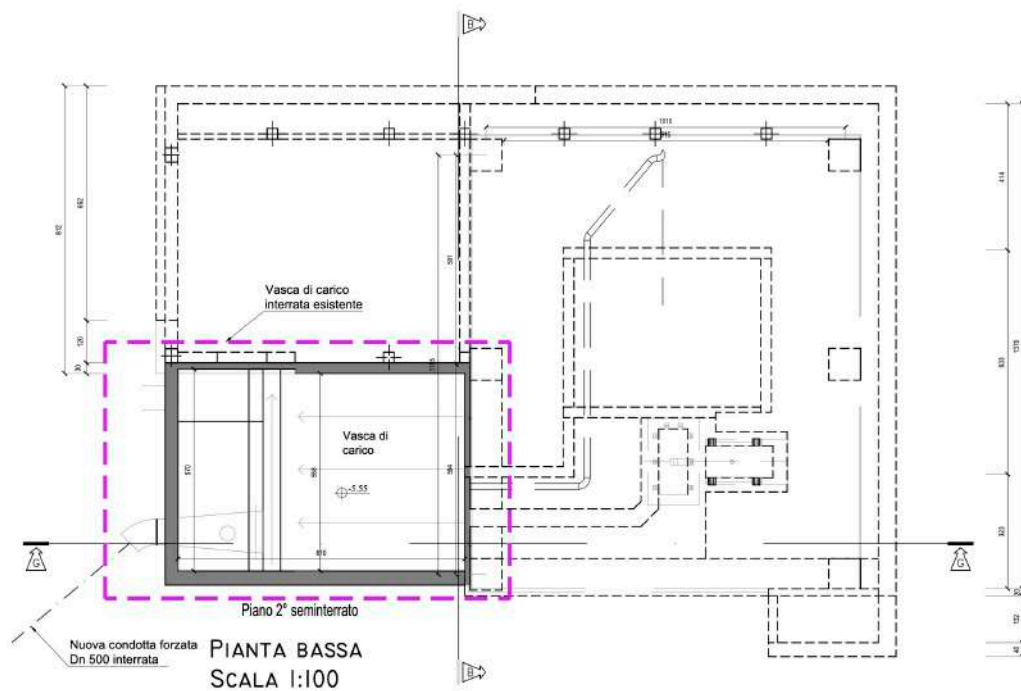
1. Sommario	
1. Sommario	2
2. Premessa	4
<i>Normativa di riferimento</i>	10
Corografia generale	12
Corografia di dettaglio	13
Estratto catastale	14
3. Dissesti progressi e vincolo idrogeologico	15
<i>Vincolo idrogeologico</i>	15
<i>Dissesti alluvione 2000</i>	16
<i>Catasto dissesti</i>	17
Fenomeno di frana a poco meno di 100 m di distanza dalla centrale	17
Scheda dissesto ID 34369	18
<i>Cartografia I.F.F.I. Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia</i>	24
<i>Elaborazione dati satellitari SAR (Synthetic Aperture Radar)</i>	24
Estratto cartografia I.F.F.I.	26
Estensione delle D.G.P.V. sul versante sinistro della valle del torrente Lys	27
Estratto cartografia SAR (Synthetic Aperture Radar) - traiettoria ascendente	28
Estratto cartografia SAR (Synthetic Aperture Radar) - traiettoria discendente	29
4. Caratteristiche geomorfologiche	30
5. Assetto geologico	31
<i>Substrato roccioso</i>	31
<i>Formazioni superficiali</i>	32
Profilo geologico della condotta.....	35
6. Idrologia e idrogeologia	36
<i>Idrologia superficiale</i>	36
<i>Idrogeologia sotterranea</i>	36
7. Scelta del tipo di opera o di intervento e programmazione delle indagini geotecniche (D.M. 17/01/18, cap. 6.2.2).....	37

<i>Indagine geofisica a rifrazione</i>	37
Stendimento n° 1 quota 1.100 m s.l.m.....	41
Stendimento n° 2 in corrispondenza della centrale di produzione	52
8. Stabilità dei pendii naturali (D.M. 17/01/18, cap. 6.2.3)	63
<i>Introduzione</i>	63
<i>Dati di input</i>	63
<i>Risultati della simulazione</i>	64
Situazione attuale - back analysis.....	64
Situazione di progetto - senza opera di sostegno	64
Situazione di progetto - con opera di sostegno attiva	64
<i>Verifica di stabilità situazione attuale - back analysis</i>	65
<i>Verifica di stabilità situazione di progetto - senza opera di sostegno</i>	69
<i>Verifica di stabilità situazione di progetto - con opera di sostegno attiva</i>	73
9. Caratterizzazione e modellazione geologica del sito (D.M. 17/01/18, cap. 6.2.1).....	77

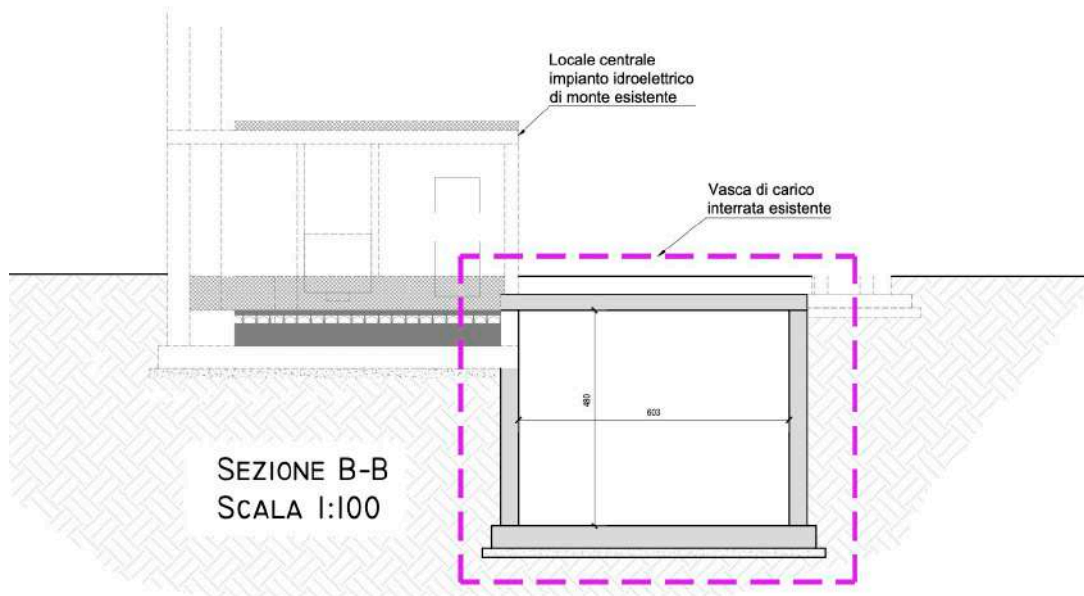
2. Premessa

Su incarico e per conto della S.I.V. s.r.l. - Società Idroelettrica Vargno, committente della presente relazione, è stata condotta un'indagine geologica s.l. su un'area sita tra la loc. Pillaz e la loc. Crest - Pianperverso nel territorio comunale di Fontainemore, dove è in progetto la realizzazione dell'“Impianto idroelettrico sul torrente Pacoula - II° salto”.

Il progetto a firma del Dr. Ing. Bruno Cerise di Aosta (AO) si articola nel seguente modo: la vasca di carico del nuovo impianto utilizza la vasca esistente nel sottosuolo del piazzale della centrale in loc. Pillaz a quota di 1.268,75 m s.l.m.. La vasca ha dimensioni pari a 6,30 x 8,50 m e raccoglie le acque di scarico della centrale dell'impianto alimentato dall'invaso di Vargno.

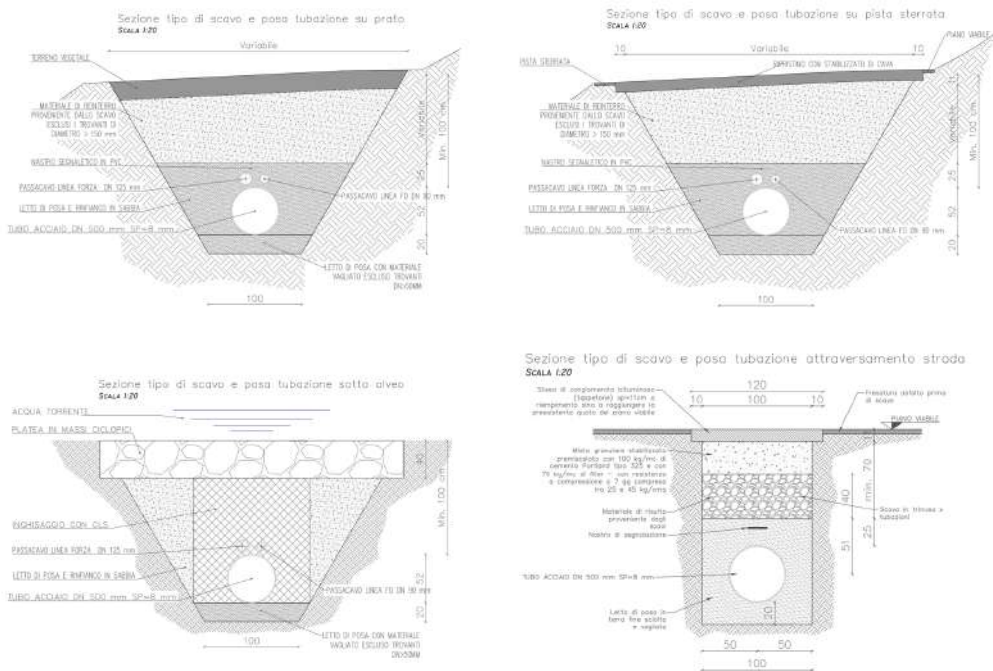


Planimetria di progetto vasca di carico



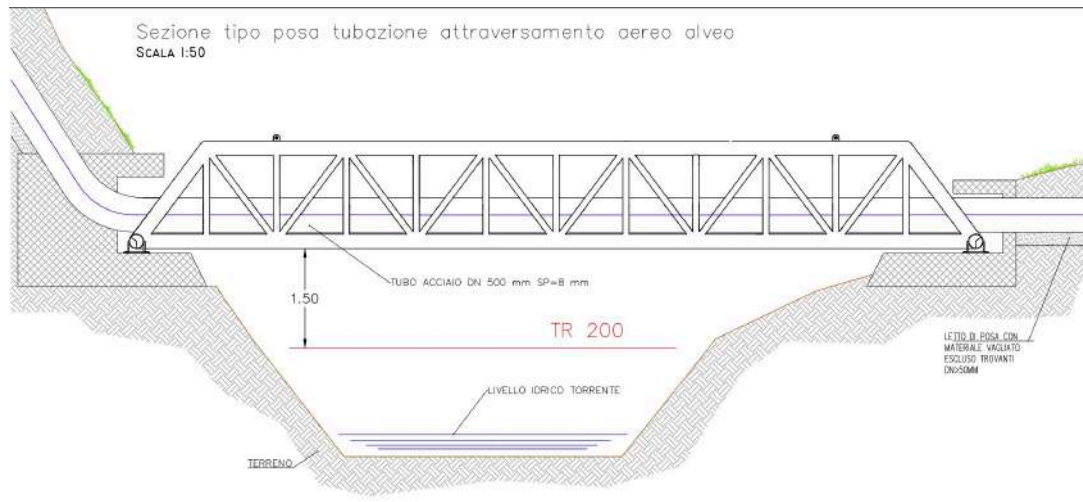
Sezione di progetto vasca di carico

Dalla vasca di carico parte la condotta forzata in acciaio DN 500 mm completamente interrata che raggiunge la nuova centrale prevista in loc. Crest - Pianpervero a quota di 923,00 m s.l.m. dopo aver percorso tratti di versante e tratti di viabilità poderale.



Sezioni tipo di progetto condotta forzata

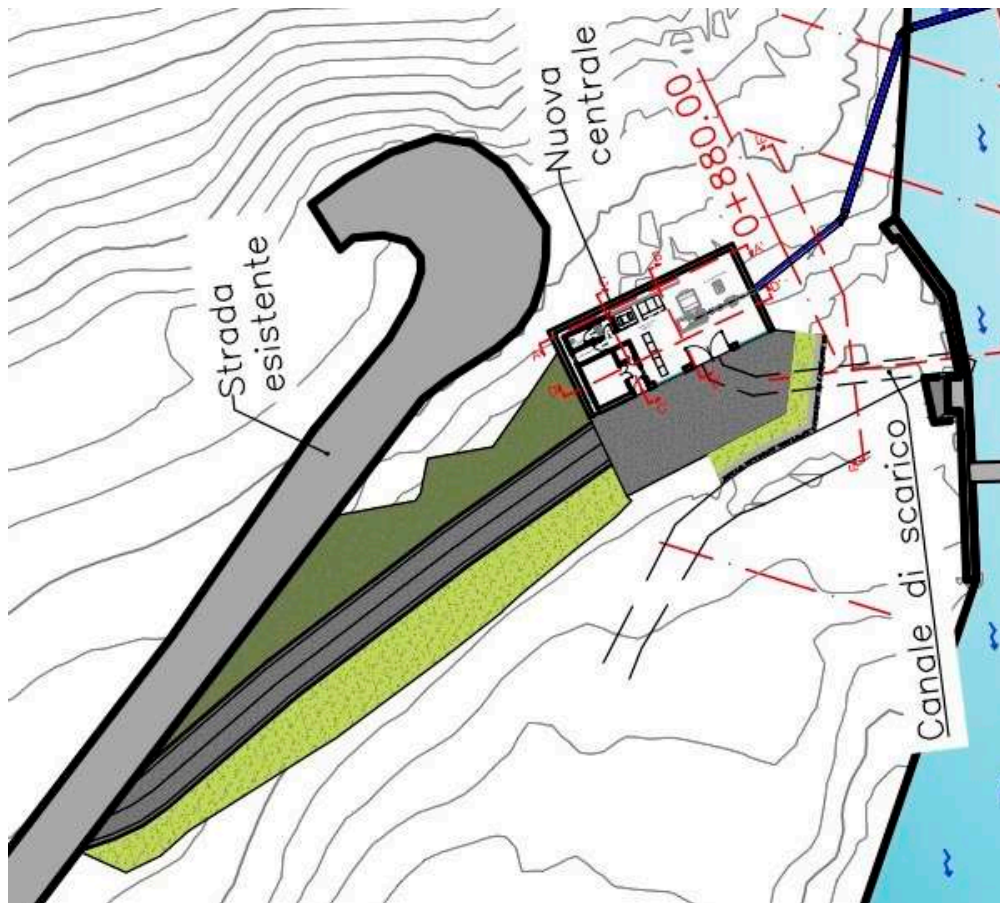
In base alle sezioni dettagliate nella tav. P.07 "Condotta - sezioni di progetto" la condotta sarà posata all'interno di una trincea forma trapezoidale all'interno della quale la profondità di posa della tubazione si attesta a 0,8 - 1,0 m dal piano campagna attuale. Per raggiungere la centrale di produzione, ubicata in sponda destra del torrente Pacoula, la tubazione attraverserà il corso d'acqua su un ponte - canale.



Ponte - canale di attraversamento del torrente Pacoula

La nuova centrale si integrerà nella morfologia del versante all'interno del quale sarà inserita mantenendo a vista il solo prospetto di valle. Lo scarico nel torrente Pacoula avverrà in corrispondenza della presa ausiliaria dell'impianto C.V.A. s.p.a. di Pont Saint Martin a monte del ponte - canale sul torrente Pacoula.

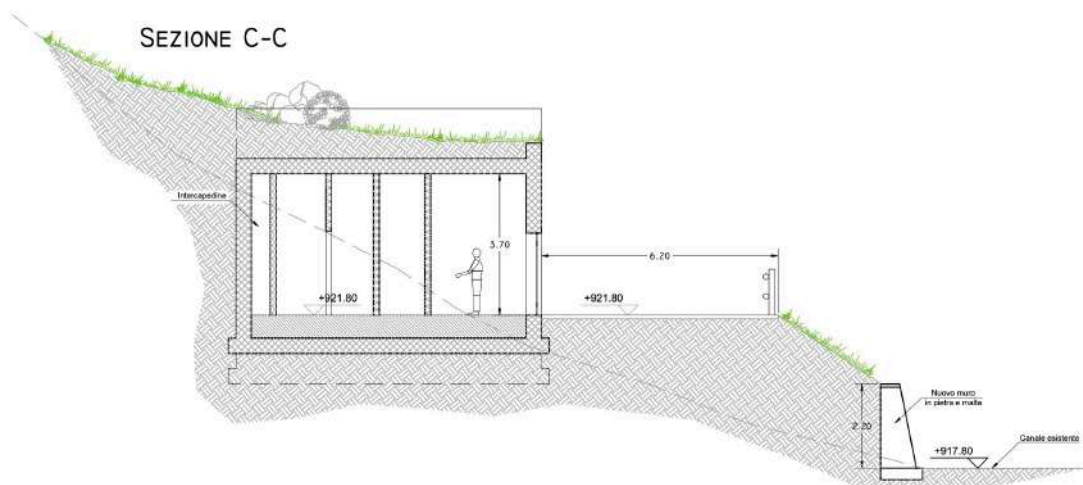
La centrale sarà raggiunta a partire dalla viabilità comunale attraverso un percorso viario di nuova realizzazione



Planimetria di progetto edificio centrale e viabilità di accesso

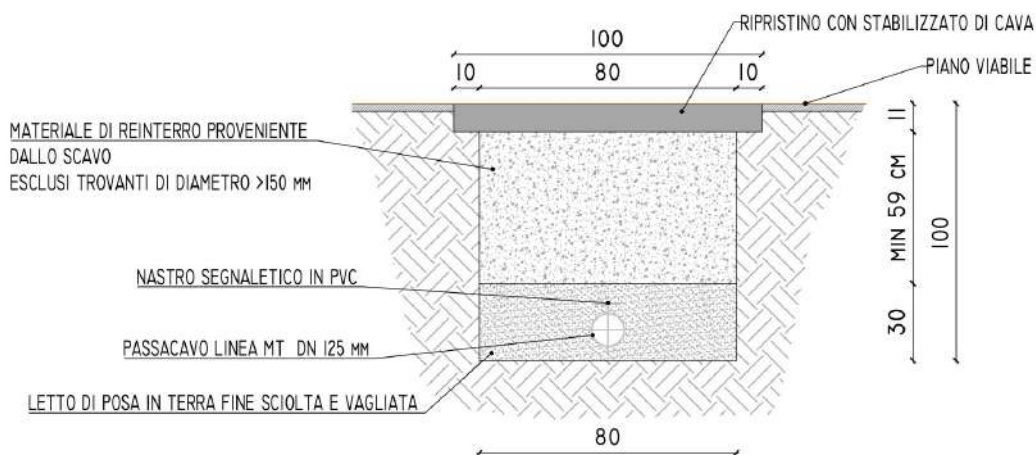


Planimetria di progetto edificio centrale



Sezione di progetto edificio centrale

A partire dalla centrale sarà posato un cavidotto interrato di consegna alla cabina di MT esistente ubicata sulla strada comunale di accesso alla loc. Tetas.



Sezione tipo di progetto cavidotto interrato

La documentazione recepisce le osservazioni risultanti dalla Conferenza dei Servizi sincrona tenutasi in data 14 luglio 2021 con particolare riferimento alle considerazioni espresse dal Dipartimento programmazione, risorse idriche e territorio di seguito riassunte:

- **Condotta:** anticipare le indagini geognostiche, allegare il profilo geologico lungo il tracciato della condotta, modificare il tracciato della condotta al fine di tenere l'infrastruttura al di fuori della perimetrazione di elevata pericolosità, misure

progettuali da adottare per proteggere la condotta dal movimento di versante causato dalla DGPV;

- Centrale: redigere le verifiche di stabilità degli scavi, approfondire le conoscenze delle caratteristiche del versante rispetto a quelle che hanno originato un fenomeno di scivolamento a poco meno di 100 m di distanza;
- Cavidotto di consegna: approfondire le conoscenze in merito all'interferenza con un impluvio segnalato con F2;

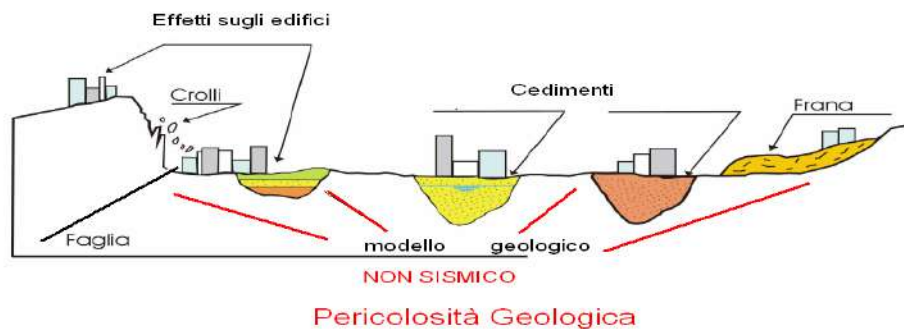
Il sopralluogo ha lo scopo di rilevare le caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito di indagine al fine di accertare la compatibilità dell'intervento in progetto in funzione dell'assetto geologico ed idrogeologico del sito sul quale sarà ubicato con lo scopo di garantirne la sicurezza, la funzionalità e la stabilità.

La presente *“Relazione di modellazione geologica”* illustra il modello geologico di riferimento e rappresenta la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici.

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito comprende la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento.

In funzione del tipo di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, le specifiche indagini appositamente realizzate sono finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico che è stato sviluppato in modo da costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche.

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito sono esaurientemente esposte e commentate nella presente relazione geologica, che è parte integrante del progetto. Tale relazione comprende, sulla base di specifici rilievi ed indagini, l'identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche.



Specifiche indagini geofisiche sono state effettuate a seguito dell'esito della Conferenza dei Servizi sincrona tenutasi in data 14 luglio 2021 con la finalità di documentare una completa ed esaustiva definizione del modello geologico e degli scenari di pericolosità. I dati litostratigrafici, geotecnici e di accelerazione sismica locale ricavati attraverso le indagini sono utilizzati per i dimensionamenti delle opere strutturali e per le verifiche di stabilità dei fronti di scavo.

Il modello geologico dell'area di indagine è stato sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geognostiche e geofisiche.

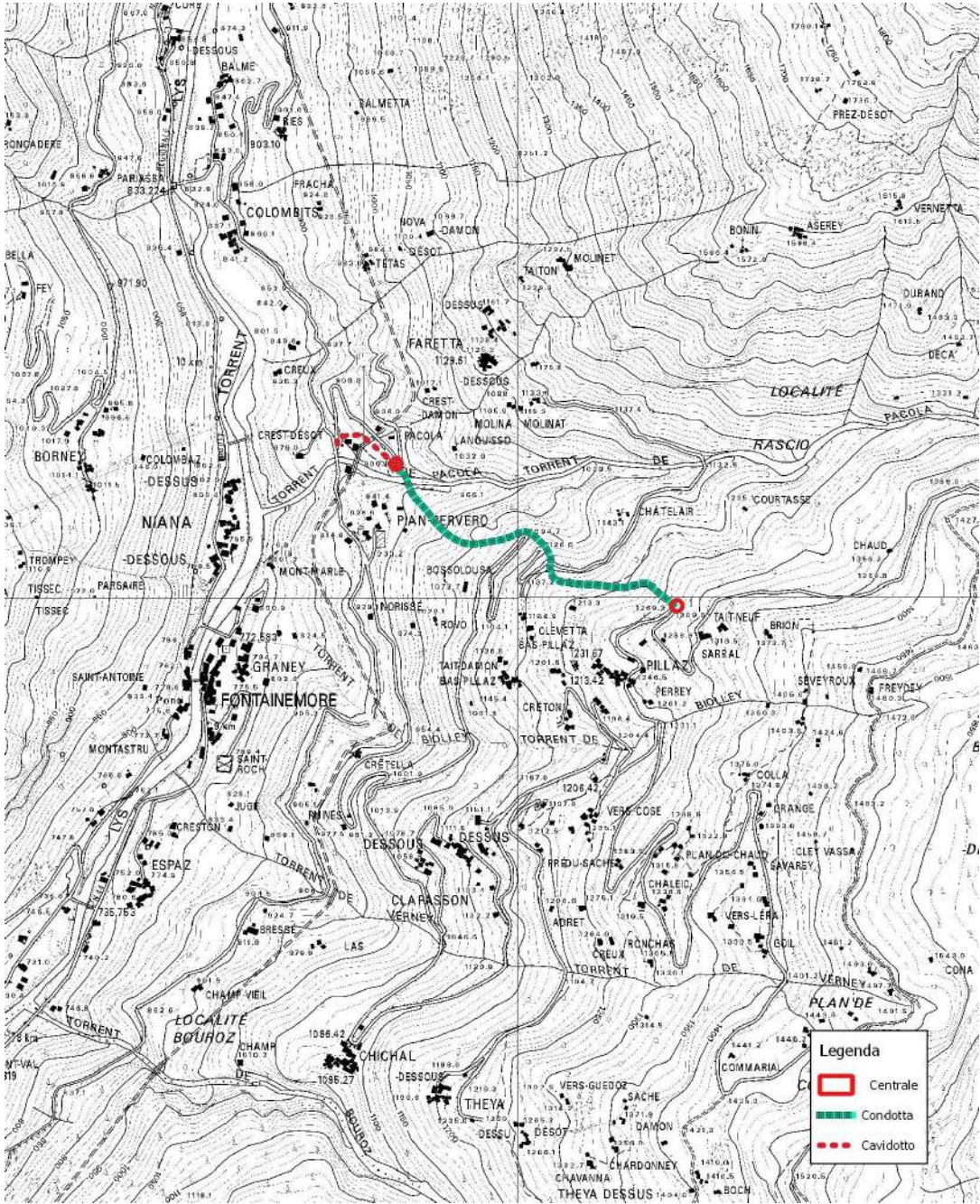
Normativa di riferimento

- **D.M. 11 marzo 1988** *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno sulle terre e delle opere di fondazione”*
- **D.M. 14 gennaio 2008** *“Norme tecniche per le costruzioni”*
- **Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 02 febbraio 2009 n° 617** *“Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni””*.
- **D.M. 17 gennaio 2018** *“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”*
- **R.D.L. 30 dicembre 1923 n° 3267** *“Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani”*

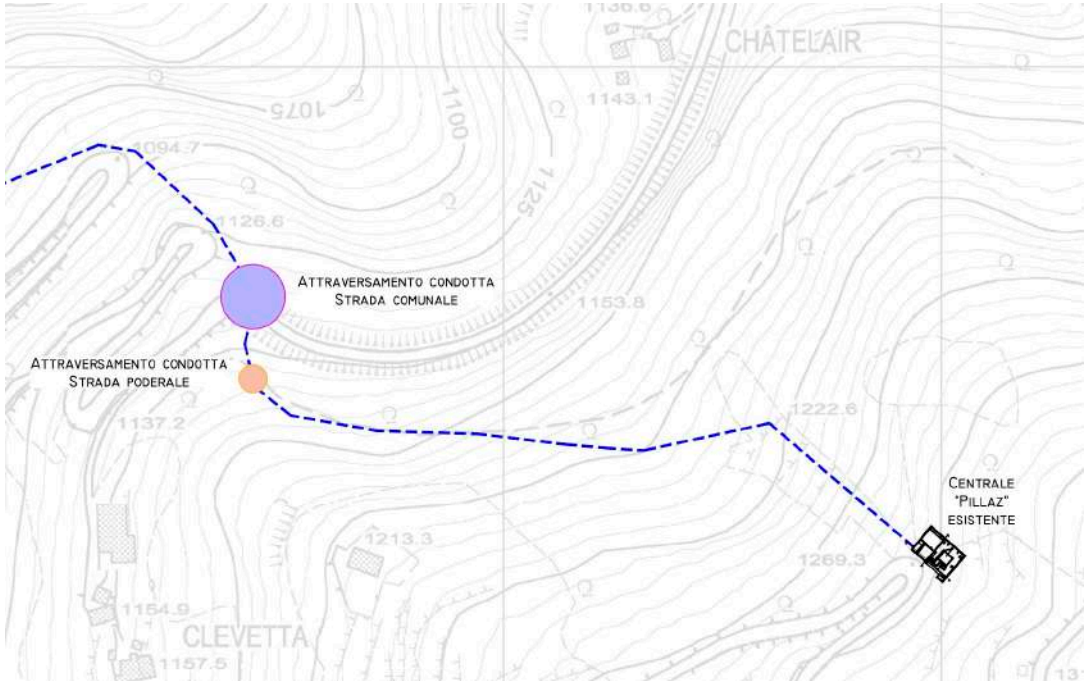
- **O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006** "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*"

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle *Norme tecniche per le costruzioni*", cap. 6 "*Progettazione geotecnica*", cap. 6.2 "*Articolazione del progetto*", cap. 6.2.1 "*Caratterizzazione e modellizzazione geologica del sito*" e cap. 6.2.2 "*Indagini, caratterizzazione e modellizzazione geotecnica*" e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica per cui costituisce documento progettuale idoneo al 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 geotecnico ed il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore.

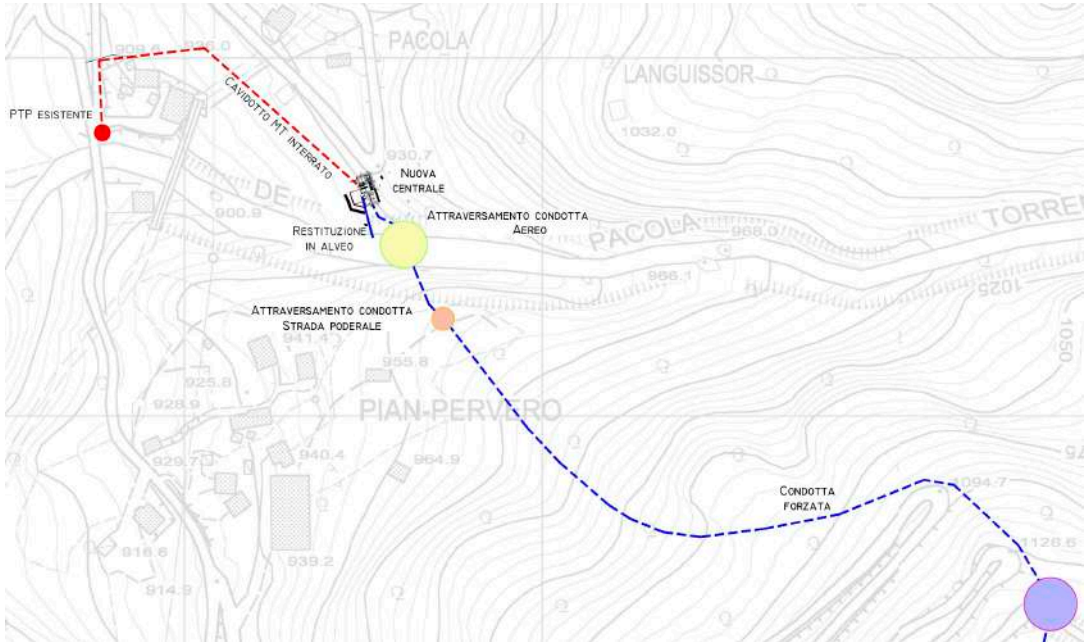
Corografia generale



Corografia di dettaglio



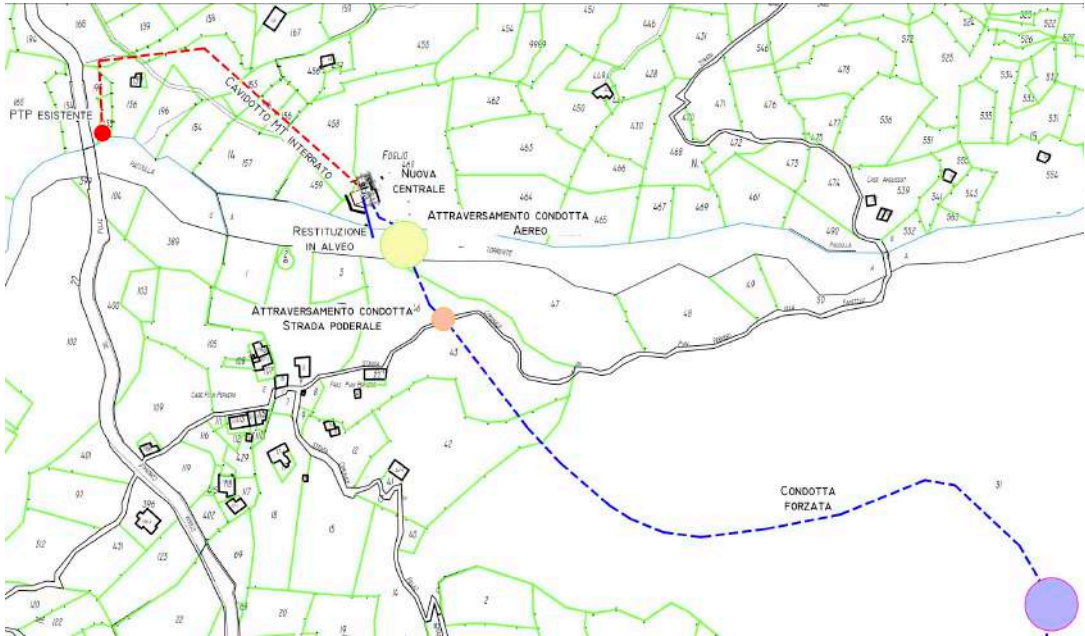
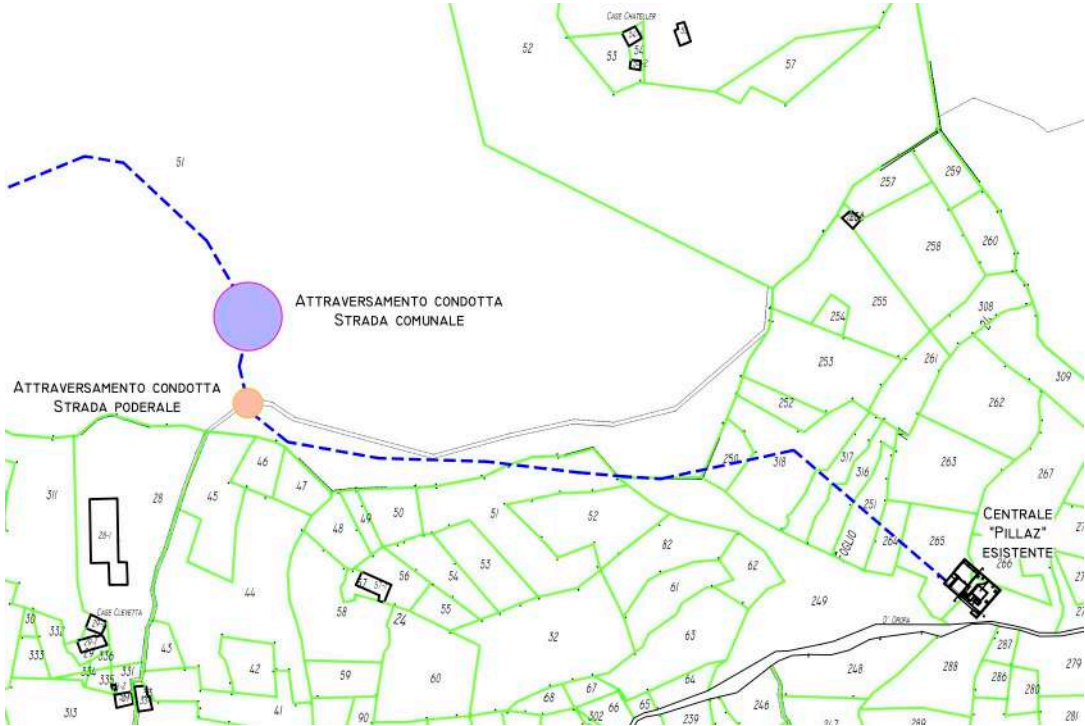
Tracciato di progetto - tratto a monte



Tracciato di progetto - tratto a valle



Estratto catastale



3. Dissesti pregressi e vincolo idrogeologico

Vincolo idrogeologico

L'area di intervento rientra all'interno della perimetrazione del vincolo idrogeologico di cui al R.D.L. 30 dicembre 1923 n° 3267.

L.R. 11 febbraio 2020 n° 3 *“Disposizioni collegate alla legge di stabilità regionale per il triennio 2020/2022. Modificazioni di leggi regionali e altre disposizioni”*, Art. 23 *“Disposizioni in materia di vincolo idrogeologico”*:

1. Al fine della conservazione e del miglioramento delle forme d'uso volte a consentire la formazione e il mantenimento di soprassuoli e di suoli con buone caratteristiche idrologiche, a garanzia di elevati livelli di qualità ambientale, di un'adeguata protezione del terreno dal denudamento e dell'impermeabilizzazione del suolo, sono soggetti ad autorizzazione di vincolo idrogeologico, rilasciata dalla struttura regionale competente in materia di vincolo idrogeologico, gli interventi e le attività ricadenti nelle zone soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del regio decreto-legge 30 dicembre 1923, n. 3267 (Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani), consistenti in:
 - a) movimentazioni di terra che comportano il cambiamento dell'assetto idrogeologico o la modificazione, anche solo temporanea, dell'originaria destinazione del territorio, fatto salvo quanto previsto dal comma 3;
 - b) trasformazioni delle aree boscate di cui all'articolo 33, commi 2 e 4, della legge regionale 6 aprile 1998, n. 11 (Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta), che comportano l'eliminazione della vegetazione esistente e l'asportazione o modificazione del profilo del suolo forestale, finalizzate a un'utilizzazione del predetto suolo diversa da quella forestale.
2. Non sono soggetti ad autorizzazione gli interventi e le attività di cui al comma 1, lettera a), ricadenti in aree comprese nelle zone di cui all'articolo 22, comma 1, lettere a), b), c), d) e f), della l.r. 11/1998.
3. La Giunta regionale, con propria deliberazione, definisce la procedura per il rilascio del provvedimento autorizzativo relativo agli interventi e alle attività di cui al comma 1. Con la medesima deliberazione, la Giunta regionale individua gli interventi e le attività, diversi da quelli di cui al comma 2, non soggetti a regime autorizzatorio in ragione della modesta entità della modificazione o della trasformazione introdotte.
4. Le disposizioni di cui al presente articolo si applicano agli interventi e alle attività avviate successivamente all'approvazione della deliberazione della Giunta regionale di cui al comma 3.

D.G.R. 23 novembre 2020 n° 1197 *“Approvazione, ai sensi della L.R. 3/2020, delle procedure per il rilascio del provvedimento autorizzativo relativo agli interventi e alle attività ricadenti in zone soggette a vincolo idrogeologico, ai sensi del rdl 3267/1923 e individuazione degli interventi e delle attività non soggette a regime autorizzatorio”*, comma 3 *“Interventi esclusi dal regime autorizzatorio in zone vincolate”*:

Non sono soggetti a regime autorizzatorio gli interventi e le attività di cui alla l.r. 3/2020, articolo 23, comma 1, lettera a, ricadenti nelle seguenti casistiche:

- a) Demolizione e ricostruzione a pari volumetria di manufatti preesistenti. Con tale definizione si intende la demolizione totale o parziale con ricostruzione successiva della identica quantità di volumetria, con una tolleranza del 20% nelle dimensioni di pianta e altezza;
- b) Scavi di modeste entità fino a 50,00 mc (in base al bilancio di produzione dei materiali inerti da scavo e dei materiali inerti da demolizione e costruzione redatto ai sensi dell'articolo 16 della legge regionale 3 dicembre 2007, n. 31 (Nuove disposizioni in materia di gestione dei rifiuti)) per le opere di tipo puntuale e infrastrutture lineari e a rete, nonché gli altri interventi per adeguamento funzionale, tecnico, tipologico e normativo individuati ai sensi della DGR n. 966 del 12/07/2019 e s.m.i. (Approvazione delle tipologie e delle caratteristiche degli interventi edilizi e delle trasformazioni urbanistico-territoriali nelle zone dei piani regolatori generali, ai sensi dell'articolo 59, comma 4, della legge regionale 6 aprile 1998, n. 11);
- c) Lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria della sovrastruttura stradale delle relative opere ad essa connesse che non comportano un allargamento della sede stradale. Con tale termine si intendono a titolo esemplificativo e non esaustivo, la realizzazione di cunette, attraversamenti, pozzetti e il rifacimento dei muri (quando non si realizzi un aumento dell'ingombro degli stessi e una maggiore incisione del versante);
- d) Realizzazione e manutenzione di reti tecnologiche, idriche e fognarie lungo la rete viaria esistente (se all'interno del manufatto stradale);
- e) Opere di sistemazione idrogeologico-forestale, realizzate dalle strutture regionali competenti in materia di sistemazioni idrauliche e di versante, demanio idrico e attività geologiche (es. opere paramassi, paravalanghe, arginature, briglie, valli, ecc.);
- f) Interventi di ordinaria manutenzione e adeguamento funzionale di opere pubbliche già esistenti (es. ponti, strade, linee elettriche di bassa tensione, muri, drenaggi, fossi, ecc.);
- g) Interventi disposti in via d'urgenza, ai sensi dell'articolo 5, commi 2 e 5, della legge 24 febbraio 1992, n. 225 e s.m.i. (Istituzione del Servizio nazionale della protezione civile), al solo scopo di salvaguardare l'incolumità delle persone e di mettere in sicurezza gli immobili da un pericolo imminente o a seguito di calamità;
- h) Interventi riconducibili alle normali pratiche agronomiche di messa a coltura, compresa la realizzazione di impianti di colture specializzate, eseguiti su terreni agrari inferiori al 25% di pendenza.

Le eventuali opere provvisorie funzionali alla realizzazione di interventi sopra elencati, quali ad esempio piste di cantiere, concorrono alla determinazione complessiva del volume di scavo e comportano, qualora questo sia superiore a 50,01 mc, all'assoggettabilità dell'intera opera al regime autorizzatorio in materia di vincolo idrogeologico.

Dissesti alluvione 2000

L'area di intervento NON rientra all'interno della perimetrazione dei terreni coinvolti nei dissesti conseguenti all'alluvione dell'ottobre 2000 riportata nella D.G.R. 4268/00.

Catasto dissesti

Il portale cartografico della Regione Autonoma Valle d'Aosta mette a disposizione le perimetrazioni relative al "*Catasto dei fenomeni franosi della Valle d'Aosta*" e le relative note illustrative.

La Banca dati è aggiornata periodicamente dall'Amministrazione regionale e la cartografia riportata nel seguente documento è aggiornata alla data della presente relazione.

Gli elementi contenuti nella banca dati del catasto dissesti sono stati utilizzati al fine di integrare le conoscenze acquisite nel corso di appositi sopralluoghi volti ad individuare il grado di pericolosità incombente sull'area di indagine.

L'area di indagine NON è compresa all'interno di aree di dissesto.

Fenomeno di frana a poco meno di 100 m di distanza dalla centrale

A distanza di circa 100 m ad ovest dell'area oggetto di intervento per la realizzazione dell'edificio che ospiterà la centrale di produzione è segnalato al catasto dissesti regionale un fenomeno di frana di piccole dimensioni (ID 34369) che ha coinvolto alcuni massi e il terreno superficiale danneggiando la barriera paramassi realizzata a protezione della sottostante sede viaria.

Di seguito si riporta la scheda dissesto estratta dal Catasto regionale comprensiva di documentazione fotografica.

Considerata la tipologia di dissesto che ha interessato un settore di versante incolto e con vegetazione ad alto fusto ed arbustiva si ritiene che le condizioni siano differenti rispetto a quelle dell'area circostante l'edificio che ospiterà la centrale di produzione che sarà oggetto di attenta sistemazione finale con taglio della vegetazione ad alto fusto ormai matura e semina di essenze erbacee che contribuiranno in maniera sostanziale all'azione antierosiva nei confronti delle acque superficiali.

CATASTO DISSESTI REGIONALE SCT

Codice fenomeno	F-16-04-2019-01-v-FP-x	Id. fenomeno	34369
Nome fenomeno	Frana di piccole dimensioni in loc. Paccoulla (FONTAINEMORE) del 16/04/2019		
Sottocategoria	Frane di piccole dimensioni		
Data e ora	16/04/2019 - n.d.		
Descrizione	Tecnico comunale segnala distacco di pietre che hanno interessato la sede stradale. Possibile altro materiale instabile e monte		
Cause	non conoscendo la data dell'evento non è possibile affermare quale sia la causa		
Dim./Morfometria	Il fenomeno ha dimensioni inferiori a 25 mq con un volume inferiore a 10 mc		
Danni	Danneggiamento di qualche pianta e danneggiamento della barriera paramassi sottostante		
Comune	FONTAINEMORE		
Località	Paccoulla		
Bacino princ.,sec.	Dora Baltea, Bacino T. Lys		
Bacino locale	Pacola		
Fonte	Ente produttore: CFV Gaby Oggetto/Titolo: - Allegati: -		

Département de la protection civile et des sapeurs-pompiers - Chef de la Protection civile
Centre fonctionnel régional

Dipartimento Protezione Civile e Vigili del fuoco
Centro funzionale regionale

CATASTO DISSESTI REGIONALE SCT



Département de la protection civile et des sapeurs-pompiers - Chef de la Protection civile
Centre fonctionnel régional

Dipartimento Protezione Civile e Vigili del fuoco
Centro funzionale regionale

CATASTO DISSESTI REGIONALE SCT



Département de la protection civile et des sapeurs-pompiers - Chef de la Protection civile
Centre fonctionnel régional

Dipartimento Protezione Civile e Vigili del fuoco
Centro funzionale regionale

CATASTO DISSESTI REGIONALE SCT



Département de la protection civile et des sapeurs-pompiers - Chef de la Protection civile
Centre fonctionnel régional

Dipartimento Protezione Civile e Vigili del fuoco
Centro funzionale regionale

CATASTO DISSESTI REGIONALE SCT



Département de la protection civile et des sapeurs-pompiers - Chef de la Protection civile
Centre fonctionnel régional

Dipartimento Protezione Civile e Vigili del fuoco
Centro funzionale regionale

CATASTO DISSESTI REGIONALE SCT



Cartografia I.F.F.I. Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia

Il portale cartografico della Regione Autonoma Valle d'Aosta mette a disposizione le perimetrazioni relative all'“Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia” le cui note illustrative sono disponibili sul sito www.progettoiffi.isprambiente.it (vedi *Cartografia I.F.F.I.* allegata).

Gli elementi contenuti nella banca dati I.F.F.I. sono stati utilizzati al fine di integrare le conoscenze acquisite nel corso di appositi sopralluoghi volti ad individuare il grado di pericolosità incombente sull'area di indagine.

L'area di indagine è unicata alla base del versante sinistro orografico della valle del torrente Lys interamente compreso all'interno di una estesa Deformazione Gravitativa Profonda di Versante D.G.P.V..

Elaborazione dati satellitari SAR (Synthetic Aperture Radar)

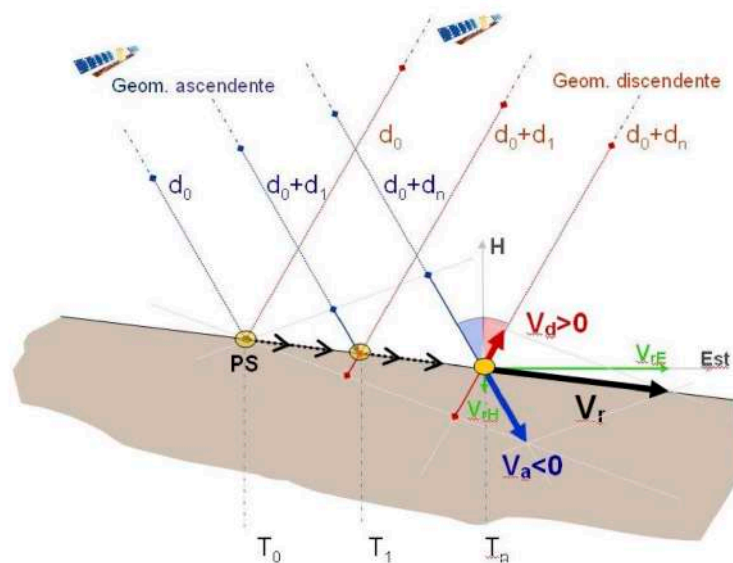
Il portale cartografico della Regione Autonoma Valle d'Aosta mette a disposizione i dati radar forniti da differenti satelliti: ERS 1 & 2 a partire dal 1992, RADARSAT nel periodo dal 2003 al 2010 e, a partire dal 2014, Sentinel 1A & 1B oltre ad un "manuale d'uso" per la corretta interpretazione (vedi *Cartografia dati PsInSAR e SqueeSAR* allegata).

I dati (PS “*permanent scatterers*” e DS “*distributed scatterers*”) sono elaborati con la tecnica interferometrica PsInSAR™ e SqueeSAR™. Per ogni singolo “*bersaglio*” si ricavano la posizione in coordinate geografiche, il trend medio di deformazione (mm/anno) e l'intera serie temporale degli spostamenti (a partire dal 1992) lungo la congiungente “*sensore - bersaglio*”, inclinata rispetto alla verticale sul terreno.

Le modalità di rilievo della stessa area geografica sono di tipo “*ascendente*” e “*discendente*” a seconda della direzione di movimento del satellite.

L'elaborazione fornisce dati “*positivi*” se il movimento del “*bersaglio*” è in avvicinamento verso il “*sensore*” (satellite) mentre sono “*negativi*” nel verso opposto.

Particolare attenzione va posta nell'interpretazione dei dati elaborati in quanto l'assenza di movimento (positivo o negativo) può mascherare un movimento “*laterale*” che non viene rilevato in quanto la distanza “*sensore - bersaglio*” non viene modificata.

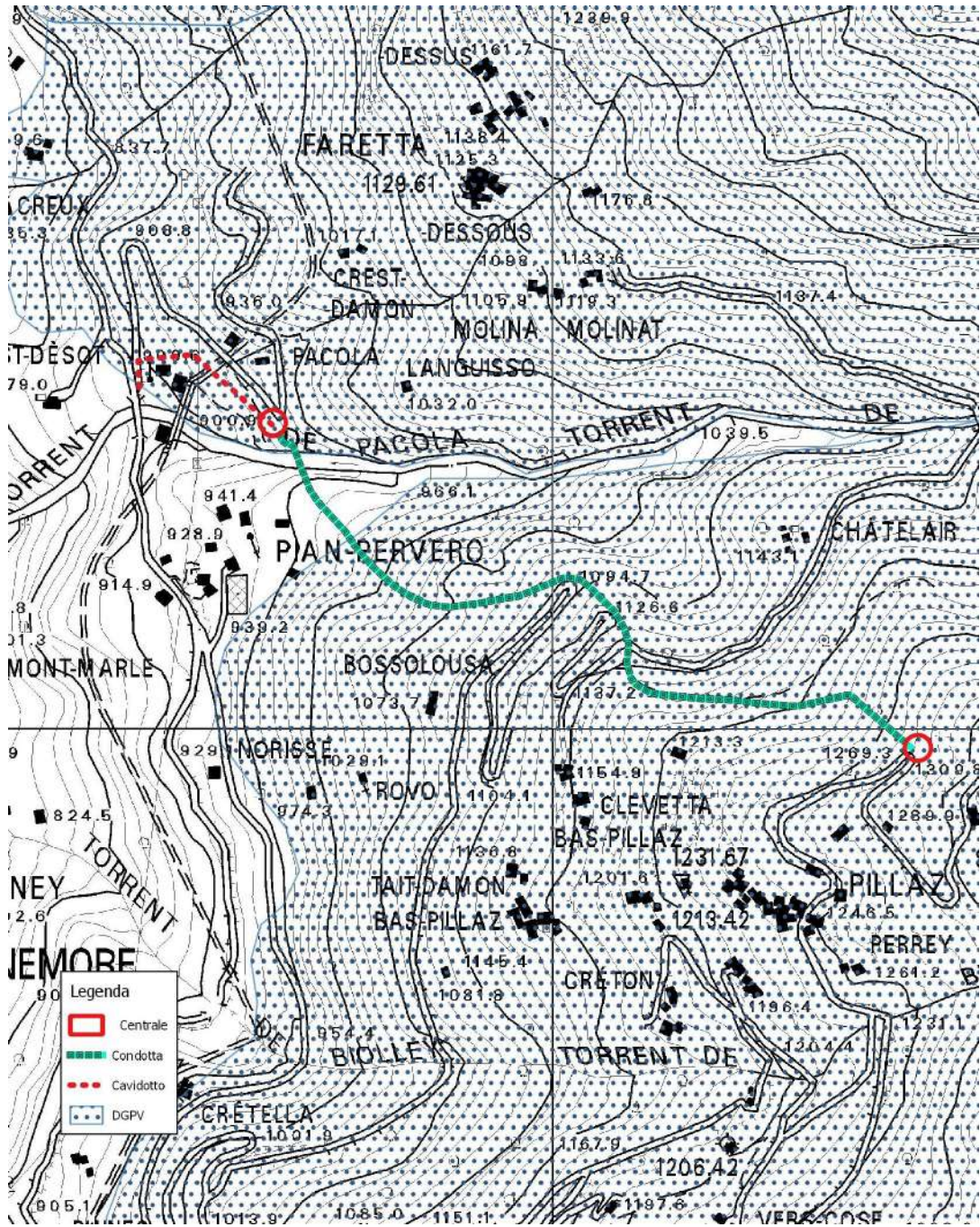


A causa della traiettoria orbitale del satellite le deformazioni dei versanti orientati verso Nord e verso Sud potrebbero essere sottostimate.

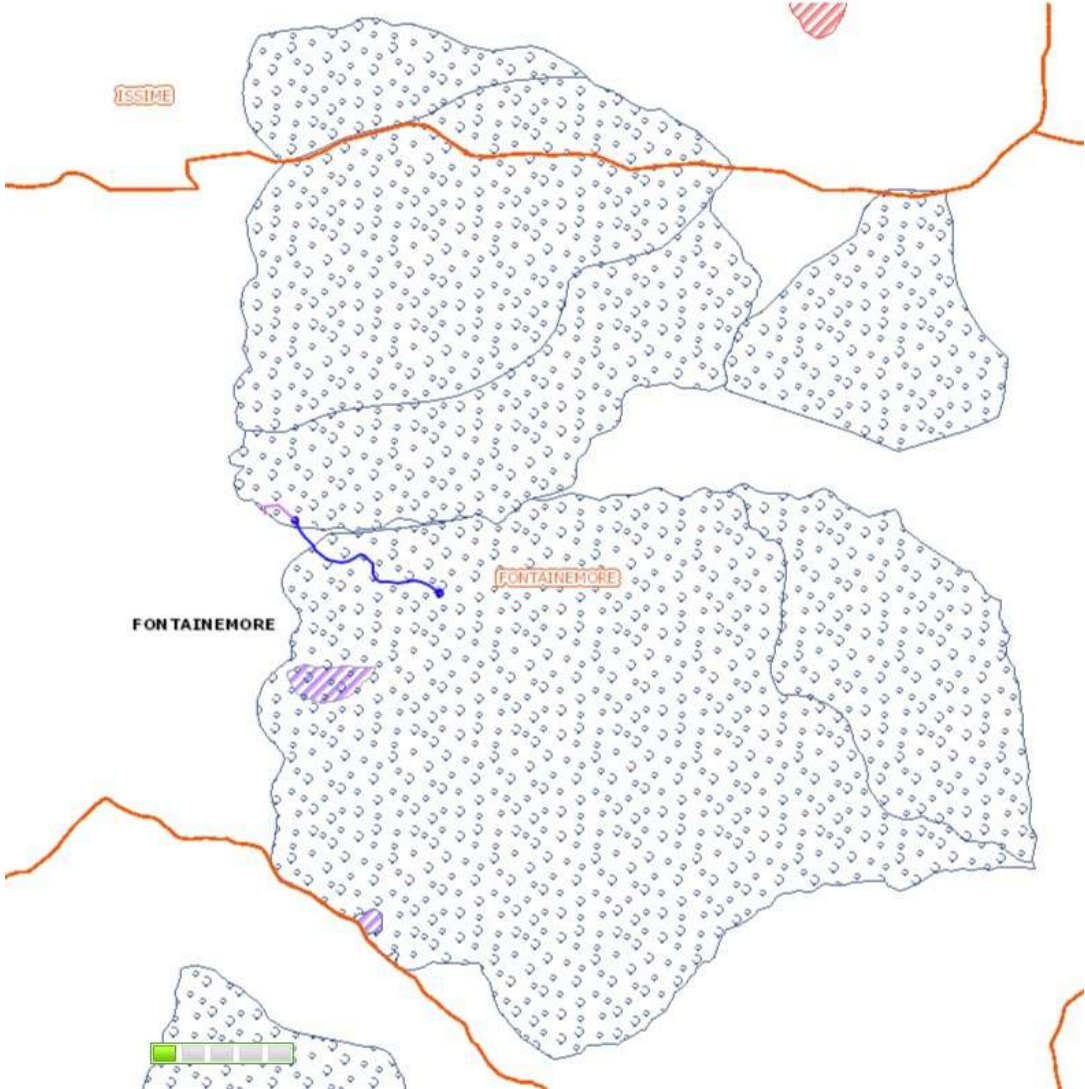
All'interno del portale cartografico della Regione Autonoma Valle d'Aosta è visualizzabile solo la distribuzione spaziale dei dati PsInSAR™ e SqueeSAR™, rappresentati secondo un'opportuna legenda statica non modificabile, mentre non è possibile visionare la serie storica degli spostamenti lungo la LOS ("Line of Sight" tra satellite e bersaglio).

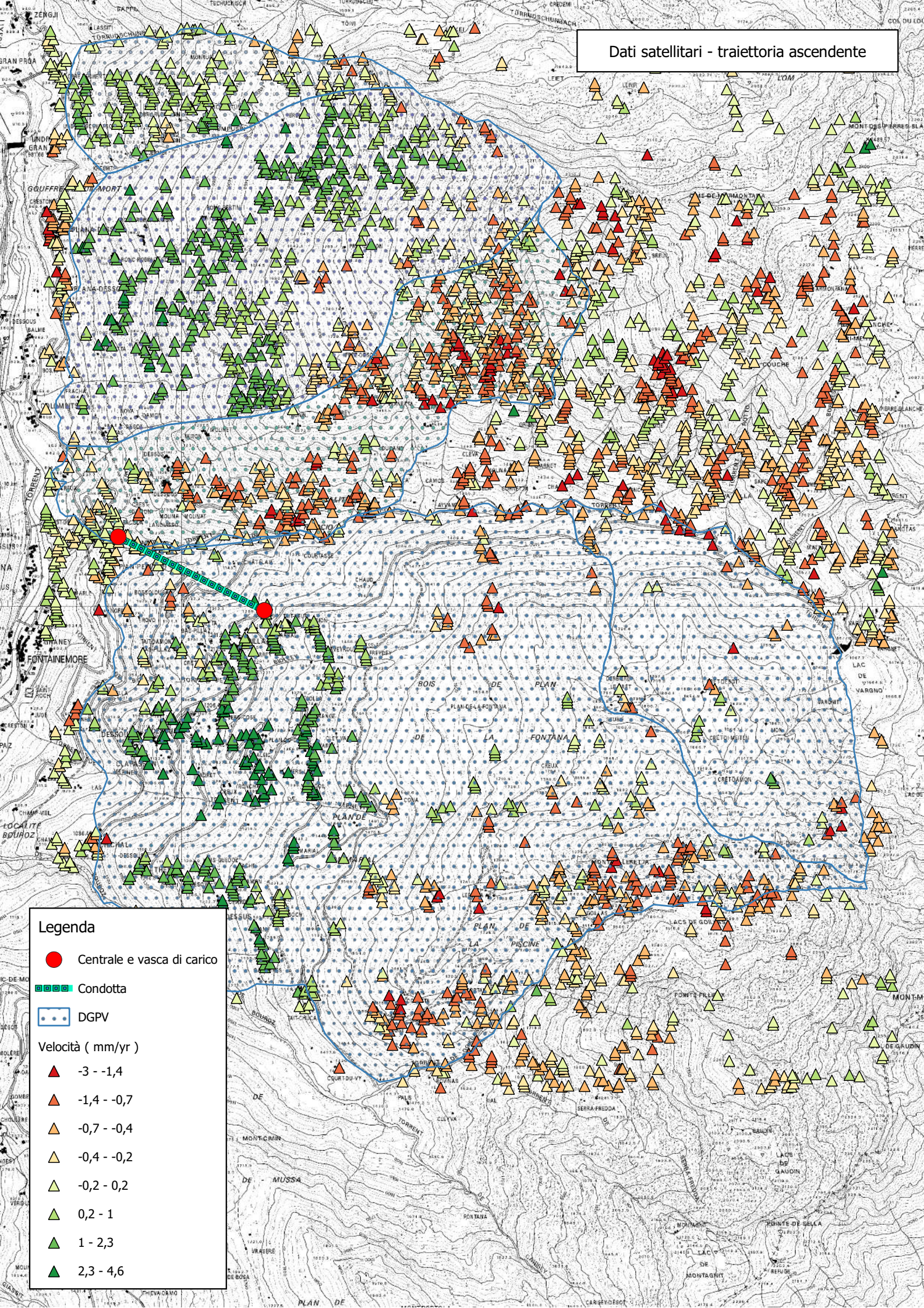
Gli scatter ubicati nei pressi della vasca di carico evidenziano spostamenti compresi tra 1,2 e 5,6 mm/anno (traiettoria discendente) e 0,2 e 1,0 mm/anno (traiettoria ascendente) mentre in prossimità della centrale di produzione, ubicata rispetto alla vasca di carico sul versante opposto dell'alveo del torrente Pacoula, gli spostamenti sono compresi tra 0,2 e 1,2 mm/anno (traiettoria discendente) e tra 0,2 e -0,4 mm/anno (traiettoria ascendente).

Estratto cartografia I.F.F.I.



Estensione delle D.G.P.V. sul versante sinistro della valle del torrente Lys





Legenda

● Centrale e vasca di carico

Condotta

DGPV

Velocità (mm/yr)

▲ -3 - -1,4

▲ -1,4 - -0,7

▲ -0,7 - -0,4

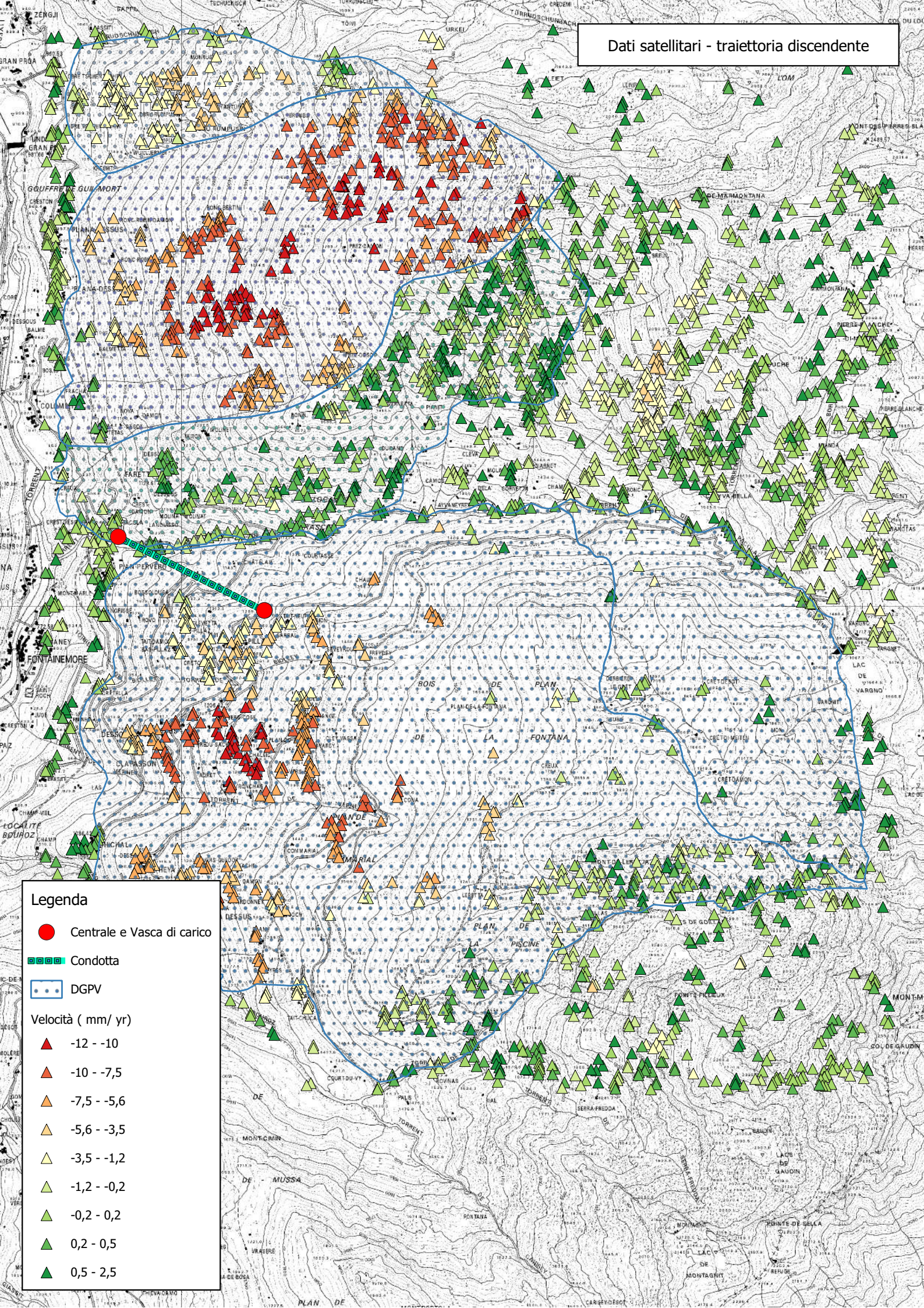
▲ -0,4 - -0,2

▲ -0,2 - 0,2

▲ 0,2 - 1

▲ 1 - 2,3

▲ 2,3 - 4,6



Legenda

- Centrale e Vasca di carico
- Condotta
- DGPV

Velocità (mm/ yr)

- ▲ -12 - -10
- ▲ -10 - -7,5
- ▲ -7,5 - -5,6
- ▲ -5,6 - -3,5
- ▲ -3,5 - -1,2
- ▲ -1,2 - -0,2
- ▲ -0,2 - 0,2
- ▲ 0,2 - 0,5
- ▲ 0,5 - 2,5

4. Caratteristiche geomorfologiche

La vasca di carico esistente in corrispondenza della centrale alimentata dall'invaso di Vargno è ubicata in un settore di versante sinistro del torrente Pacoula, in loc. Pillaz, esposto a nord - ovest e caratterizzato da valori di pendenza medi che hanno consentito in passato la realizzazione di terrazzamenti per uso agricolo. Allo stato attuale i terrazzamenti sono ancora ben conservati ed utilizzati per il pascolo.

La viabilità comunale per la loc. Faretta interrompe la continuità dei terrazzamenti che, a valle della carreggiata, lasciano spazio al bosco spontaneo cresciuto in corrispondenza di terreni sterili, a tratti ripidi e poco adatti alla coltivazione a causa della presenza di abbondanti pietraie, poco suolo e scarsa esposizione all'irraggiamento solare.

In prossimità della loc. Pianpverso la morfologia assume forme più dolci originate dalla deposizione di materiali detritici da parte del corso d'acqua che ha impostato un conoide successivamente eroso e rimaneggiato da successivi episodi di esondazione.

La centrale sarà ubicata al margine superiore in destra orografica del conoide precedentemente descritto e sarà addossata al versante impostato nei depositi detritici di origine gravitativa accumulati al di sopra del substrato roccioso del quale si rinvennero affioramenti pochi metri a monte, evidenziati dal taglio per la realizzazione della carreggiata stradale. Lo spessore dei depositi superficiali è stato ricavato mediante l'interpretazione delle indagini geofisiche appositamente effettuate nei pressi dell'area dove è prevista la realizzazione dell'edificio che ospiterà la centrale di produzione.

Non sono stati rilevati segni morfologici di dissesti pregressi anche se l'alternanza di impluvi e displuvi rilevati nel corso del sopralluogo ed evidenziati anche dalle curve di livello della carta tecnica regionale testimonia di un'attività gravitativa pregressa dove le acque superficiali hanno mobilizzato la coltre superficiale di terreno fine pedogenizzato lasciando invece nel loro equilibrio i materiali grossolani e spigolosi che sono stabili anche su pendenze medio alte e poco vulnerabili allo scorrimento delle acque superficiali.

La presenza di una estesa Deformazione Gravitativa Profonda di Versante, che interessa tutto il territorio in sinistra del torrente Lys compreso tra l'alveo del torrente Pacoula e quello del torrente Bouroz corrispondente al confine comunale con Lillianes, è confermata dai dati satellitari descritti in precedenza mentre non trova riscontro con evidenze morfologiche di superficie. Il movimento, in assenza di ulteriori dati di monitoraggio "a terra" lascia presumere la presenza di una superficie di scivolamento profonda che non altera la morfologia superficiale del versante in movimento.

5. Assetto geologico

La ricerca bibliografica ed il rilievo appositamente effettuato hanno permesso di ricostruire, limitatamente alle necessità imposte dal progetto, una adeguata litostratigrafia locale confermata dalle indagini geofisiche appositamente effettuate.

Substrato roccioso

Il substrato roccioso è rilevabile in affioramento solamente all'interno dell'incisione del torrente Pacoula dove le periodiche acque di piena e la pendenza longitudinale impediscono la deposizione di quantità significative di materiali detritici nel tratto in prossimità dell'attraversamento su ponte - canale previsto per la tubazione idrolettrica. Un affioramento è ben visibile in corrispondenza della viabilità che sovrasta l'area dove è prevista la realizzazione dell'edificio che ospiterà la centrale che sarà realizzato previo sbancamento, in parte, dei depositi superficiali, ed in parte del substrato roccioso.



Affioramento roccioso in corrispondenza della viabilità che sovrasta l'area dove è prevista la realizzazione dell'edificio che ospiterà la centrale

Subaffioramenti di estensione limitata sono osservabili sul versante a valle della vasca di carico, alternati alla coltre detritico colluviale, in corrispondenza dei tratti di versante ad acclività maggiore.

Le litologie rappresentate nella carta geologica disponibile sul portale cartografico della Regione autonoma Valle d'Aosta sono associate all'unità della zona Sesia - Lanzo ed in particolare ai micascisti eclogitici che includono marmi, questi ultimi particolarmente abbondanti proprio all'interno dell'incisione del torrente Pacoula in corrispondenza dell'attraversamento su ponte - canale della condotta in progetto.

Formazioni superficiali

Le formazioni superficiali che saranno attraversate dalla condotta che alimenta la centrale in progetto sono prevalentemente depositi di origine glaciale sia in posto che rimaneggiati e cartografati, questi ultimi, come detrito di falda.

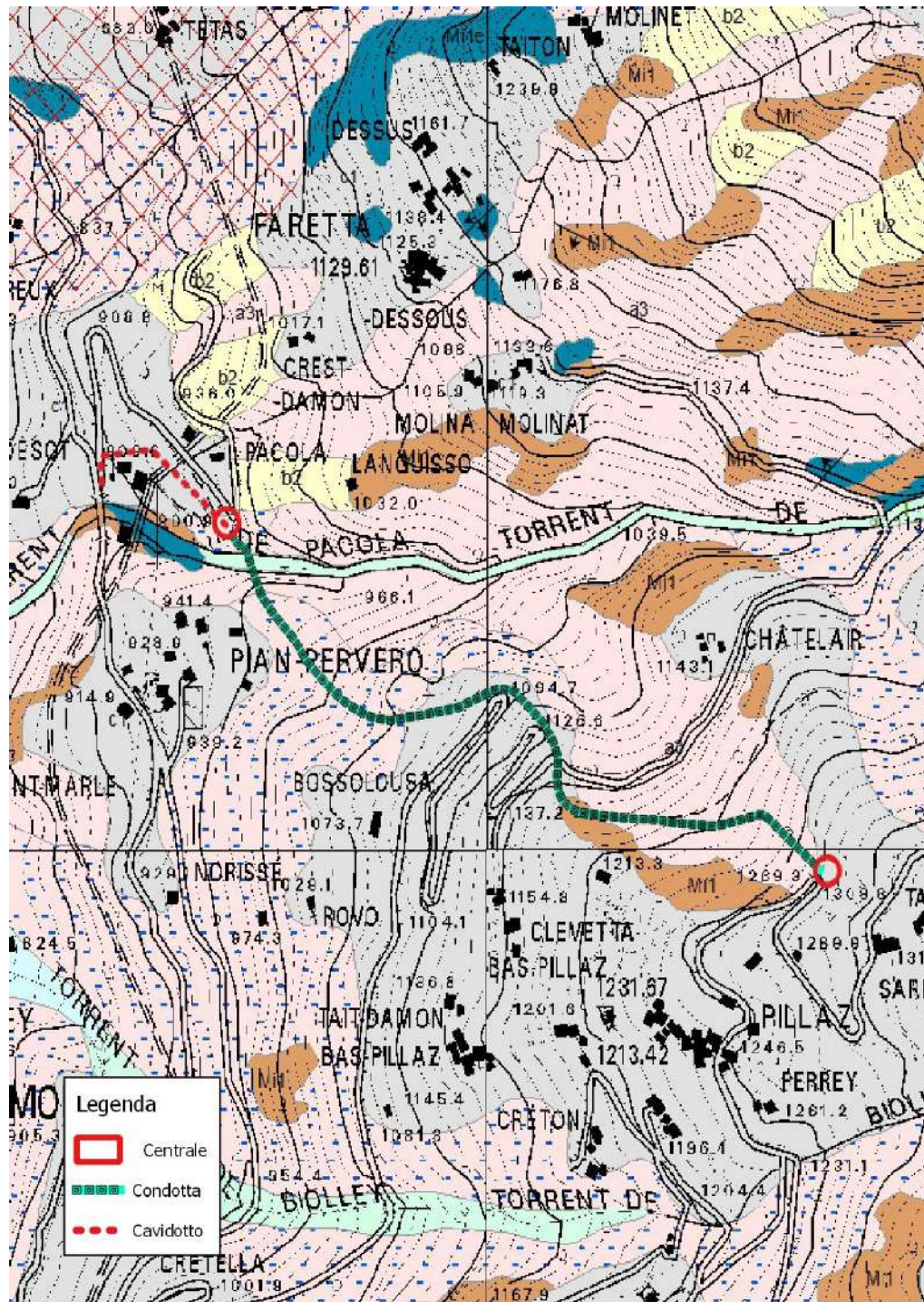
A valle della vasca di carico la morfologia evidenzia una pregressa attività gravitativa che ha generato un impluvio all'interno del quale ormai non si riconoscono più i segni indicativi del dissesto ma dove i materiali detritici glaciali originari sono stati rimaneggiati mantenendo le pezzature ghiaiose con sabbia e blocchi spigolosi di dimensione decimetrica e, più limitatamente, pluridecimetrica inglobati all'interno di un ammasso caotico.

Il displuvio dove sono stati edificati i nuclei frazionari compresi tra la loc. Pillaz e la loc. Pianpervero ha mantenuto l'originaria tessitura dei till glaciali oltre alla pezzatura che riprende quella descritta per i depositi precedenti. L'assenza di rimaneggiamento e la minore pendenza del versante hanno favorito la formazione di una coltre superficiale di spessore decimetrico di depositi a grana fine sabbioso - ghiaiosa pedogenizzati.















Il versante destro orografico del torrente Pacoula in prossimità della centrale idroelettrica in progetto è anch'esso impostato nei depositi glaciali che, a valle dell'edificio, rispecchiamo la descrizione precedente con l'originaria tessitura del till glaciale mentre a monte, dove la morfologia è più aspra, sono stati rimaneggiati ed accumulati sotto forma di deposito detritico - colluviale e detrito di falda con blocchi decimetrici e pluridecimetrici spigolosi in matrice ghiaiosa con sabbia. La coltre superficiale pedogenizzata maschera i depositi sottostanti in corrispondenza dei terrazzamenti artificiali mentre altrove emergono le pezzature più grossolane ad evidenziare il rimaneggiamento successivo alla deposizione glaciale.

Nel settore di conoide del torrente Pacoula in prossimità della loc. Pianpervero non sono stati osservati depositi di debris flow. Le pezzature presenti nell'alveo nel tratto compreso tra il ponte della viabilità di collegamento alla loc. Farettaz (1.130 m s.l.m.) e l'emissario del lago Vargno (1.660 m s.l.m.) si identificano blocchi di dimensioni metriche e plurimetriche privi di matrice. Tra i due punti la lunghezza dell'alveo di 3.120 m

determina una pendenza media di circa 17%, inferiore rispetto alla soglia di innesco di colate detritiche (D'Agostino, dispense del corso propedeutico agli Studi di bacino).



Carta geologica (estratta dalla Carta geologica disponibile su [geoportale cartografico R.A.V.A.](http://geoportale.cartografico.r.a.v.a.it))

	c1 - Till indifferenziato
	c5 - Till di ablazione
	c4 - Till di alloggiamento
	c3 - Morenico scheletrico sparso
	a5 - Deposito di frana con trasporto glaciale
	b5 - Deposito di contatto glaciale s.l.
	b - Deposito alluvionale e fluvioglaciale
	b4 - Deposito di debris flow
	g1 - Deposito di delta fluvio-lacustre
	bc - Deposito di conoide alluvionale/fluvioglaciale
	e2 - deposito lacustre e glaciolacustre
	e3 - Deposito palustre e torboso
	a3 - Detrito di falda
	a - Accumulo a grandi massi
	i - Deposito di origine mista

Legenda della Carta geologica riportata alla pagina seguente

A partire dai dati cartografici e dai risultati delle indagini geofisiche appositamente effettuate in corrispondenza del percorso della condotta e dell'edificio che ospiterà la centrale è stato elaborato il profilo geologico sulla base del profilo longitudinale di progetto (vedi pagina seguente).

A partire dalla vasca di carico il profilo evidenzia una stratigrafia omogenea fino in corrispondenza della viabilità comunale di collegamento con la loc. Faretta composta da:

- prodotti detritico - colluviali sabbioso limosi parzialmente pedogenizzati di spessore decimetrico accumulati al di sopra di materiale detritico di origine glaciale rimaneggiato a pezzatura grossolana con ghiaie prevalenti e sabbie, inglobanti ciottoli.

Il settore mediano fino alla quota 1.050 m s.l.m. circa mantiene i depositi glaciali rimaneggiati che si presentano in affioramento composti da:

- ghiaie prevalenti e sabbie, inglobanti ciottoli con spessore variabile da 4,5 a 5,0 m.

Il settore basale, sino all'attraversamento del torrente Pacoula ed oltre, fino alla centrale, è caratterizzato da depositi di origine mista glaciali e gravitativi in affioramento composti da:

- depositi detritico colluviali ghiaiosi con matrice sabbioso limosa a ricoprimento, con spessore decimetrico (non cartografabile) e sottostante materiale detritico di origine mista glaciale a pezzatura grossolana.

6. Idrologia e idrogeologia

Idrologia superficiale

La condotta in progetto attraversa un settore di versante dove lo scorrimento delle acque superficiali avviene per ruscellamento diffuso prima di contribuire all'alimentazione del torrente Pacoula, unico corso d'acqua interessato dai lavori in progetto.

Il torrente Pacoula raccoglie le acque di un bacino di media estensione (12,6 kmq) che, nel tratto di attraversamento da parte della condotta idroelettrica, può generare portate (liquido + solido) prossime a 100 l/s come calcolato nella "Relazione idrologica - idraulica" di progetto in conseguenza di precipitazioni con $Tr = 200$ anni. Si rimanda ai risultati della Relazione per le interazioni tra il corso d'acqua ed il costruendo edificio che ospiterà la centrale di produzione.

Il cavidotto attraversa un impluvio, artificialmente regimato che raccoglie le acque di un bacino di modeste dimensioni con portate ridotte e contenute all'interno della sezione di deflusso che presenta valori elevati di pendenza del profilo longitudinale che garantiscono elevate velocità di percorrenza e, in conseguenza, elevati valori di portata.

Idrogeologia sotterranea

La natura dei materiali detritici di origine glaciale descritti nel capitolo precedente e la morfologia dei luoghi attraversati dalla condotta idroelettrica in progetto permettono di affermare che non può impostarsi una falda idrica permanente ad interessare i depositi detritici accumulati al di sopra del substrato roccioso.

L'elevata permeabilità conseguente alla pezzatura grossolana dei depositi superficiali di origine glaciale, sia in posto che rimaneggiati, favorisce un rapido transito delle acque di infiltrazione verso la superficiale sepolta del substrato roccioso che risulta scarsamente permeabile e indirizza le acque sotterranee verso il fondovalle ad alimentare il corso d'acqua del torrente Pacoula.

7. Scelta del tipo di opera o di intervento e programmazione delle indagini geotecniche (D.M. 17/01/18, cap. 6.2.2)

In funzione degli obiettivi di progetto, di concerto con il progettista è stato elaborato il piano delle indagini specifiche sui terreni nel sito di intervento.

La consapevolezza di una situazione litostratigrafica ben nota grazie alla disponibilità di numerosi dati bibliografici ha permesso di limitare le esigenze alla base della progettazione strutturale attraverso l'acquisizione delle indispensabili informazioni circa la risposta sismica locale.

A supporto delle conoscenze circa la litostratigrafia locale dei terreni attraversati dalla condotta ed interessati dalla realizzazione dell'edificio che ospita la centrale di produzione sono state realizzate specifiche indagini *geofisiche a rifrazione* per verificare le ipotesi litostratigrafiche descritte nella presente relazione mentre l'indagine *geofisica MASW* è stata realizzata in corrispondenza del manufatto che ospita la centrale di produzione al fine di fornire al progettista strutturale la classificazione sismica del sottosuolo ai sensi del D.M. 17/01/2018.

La stratigrafia ricavata attraverso le indagini ha permesso di effettuare specifiche verifiche di stabilità dei fronti di scavo necessari per la posa della condotta forzata e per la realizzazione della centrale di produzione nella configurazione "*in corso d'opera*" e "*ad intervento concluso*".

Indagine geofisica a rifrazione

Le indagini di sismica a rifrazione consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti.

Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda λ , comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell.

Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore.

La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde λ , equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità.

Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$ si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite di incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'espressione che definisce l'angolo limite è:

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo T dato dalla relazione

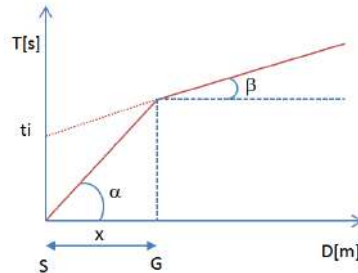
$$T = x_i / V_1$$

dove x_i è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità V_1 del primo mezzo come

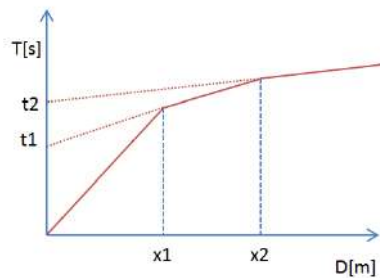
$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati *punti di ginocchio* e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo t_i che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione.

Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.

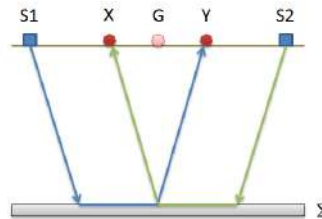


Infine, dalla conoscenza dei tempi t_i è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)} V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left(t_i - \frac{2h_1 \sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1 V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)} \sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1 V_{(i-2)}} \right)$$

In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980.

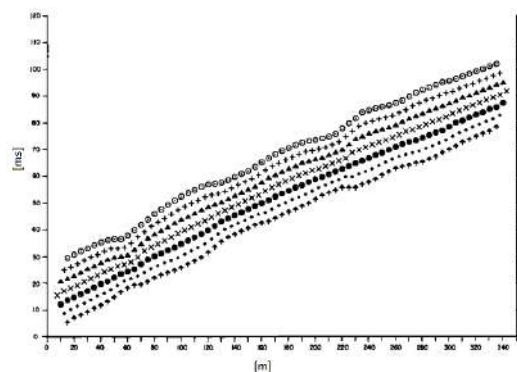
Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.



Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori.

Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare **la funzione velocità** secondo l'equazione

$$T_v = \frac{T_{S_1 Y} - T_{S_2 X} + T_{S_1 S_2}}{2}$$



dove $T_{S_1 Y}$ e $T_{S_2 X}$ sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S1 ad X e dalla sorgente S2 ad Y mentre $T_{S_1 S_2}$ è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S1 ed S2, esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. T_v è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y, non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento.

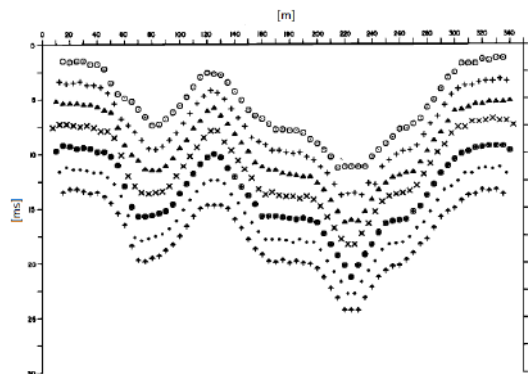
Il calcolo della funzione T_v viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta

di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l'XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare.

Per mezzo della **funzione tempo-profondità** è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S_1Y} + T_{S_2X} - \left(T_{S_1S_2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove V_n è la velocità del rifrattore.



Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo.

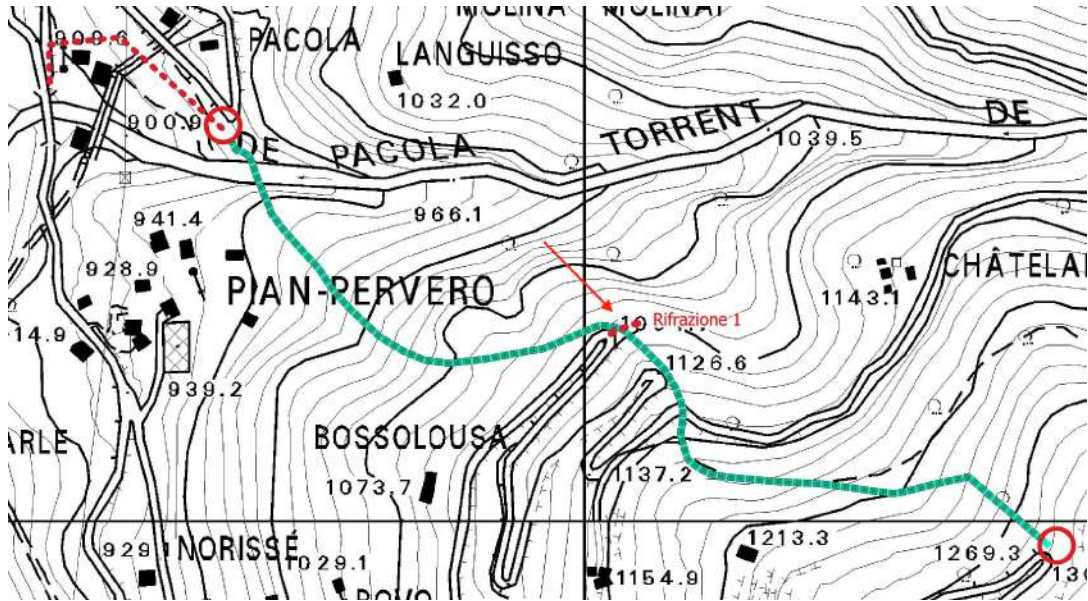
Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h.

Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20°

Stendimento n° 1 quota 1.100 m s.l.m.



Stendimento sismico a rifrazione nei pressi del tornante della viabilità comunale di collegamento alla fraz. Farettaz

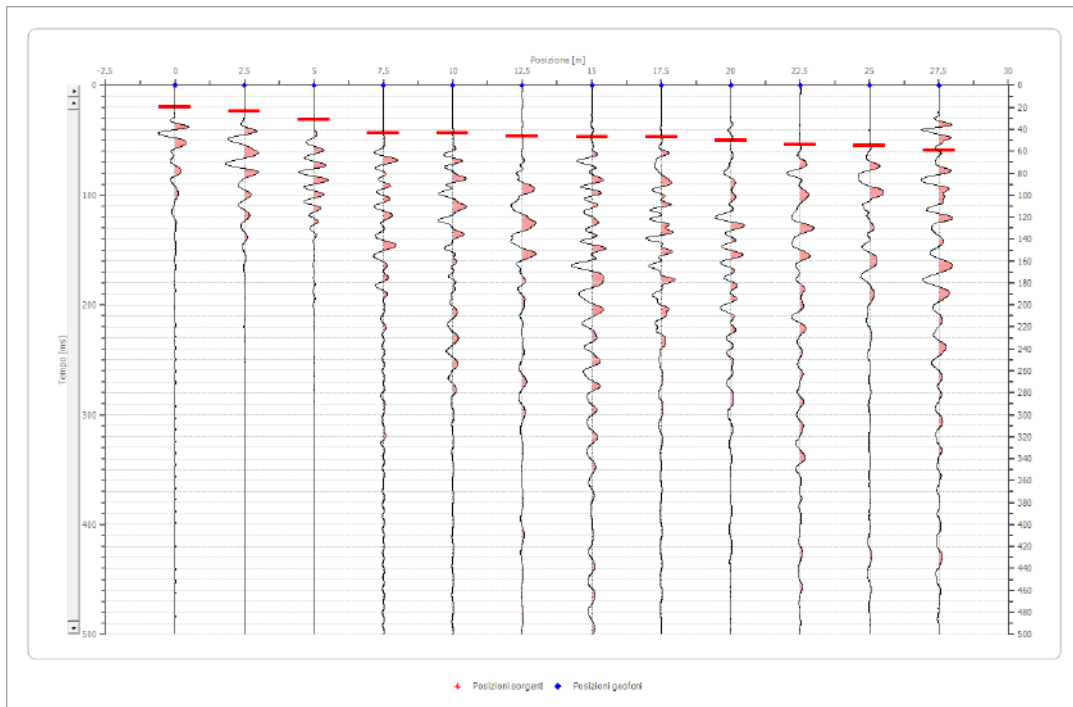
Geometria geofoni

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	0.0
2	2.5	0.0
3	5.0	0.0
4	7.5	0.0
5	10.0	0.0
6	12.5	0.0
7	15.0	0.0
8	17.5	0.0
9	20.0	0.0
10	22.5	0.0
11	25.0	0.0
12	27.5	0.0

Dati battute

Battuta 1

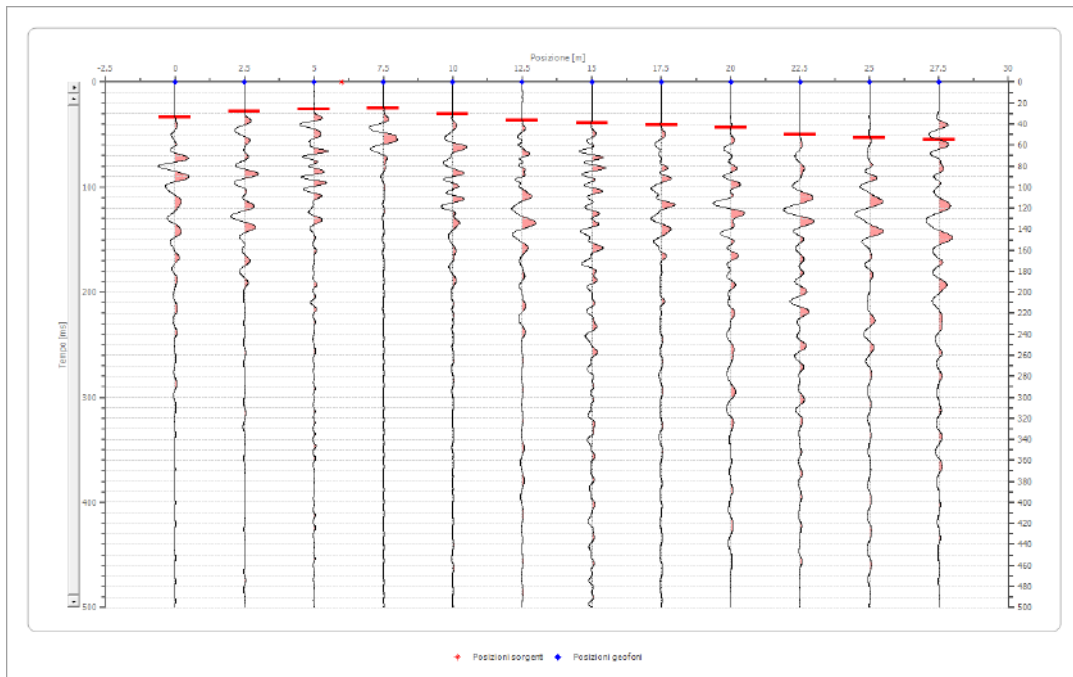
Posizione sorgente X 0 [m]
 Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	20.0000
2.5	23.2500
5.0	31.5000
7.5	43.7500
10.0	43.5000
12.5	46.4463
15.0	47.2078
17.5	47.2078
20.0	50.2534
22.5	54.0000
25.0	54.8219
27.5	59.3904

Battuta 2

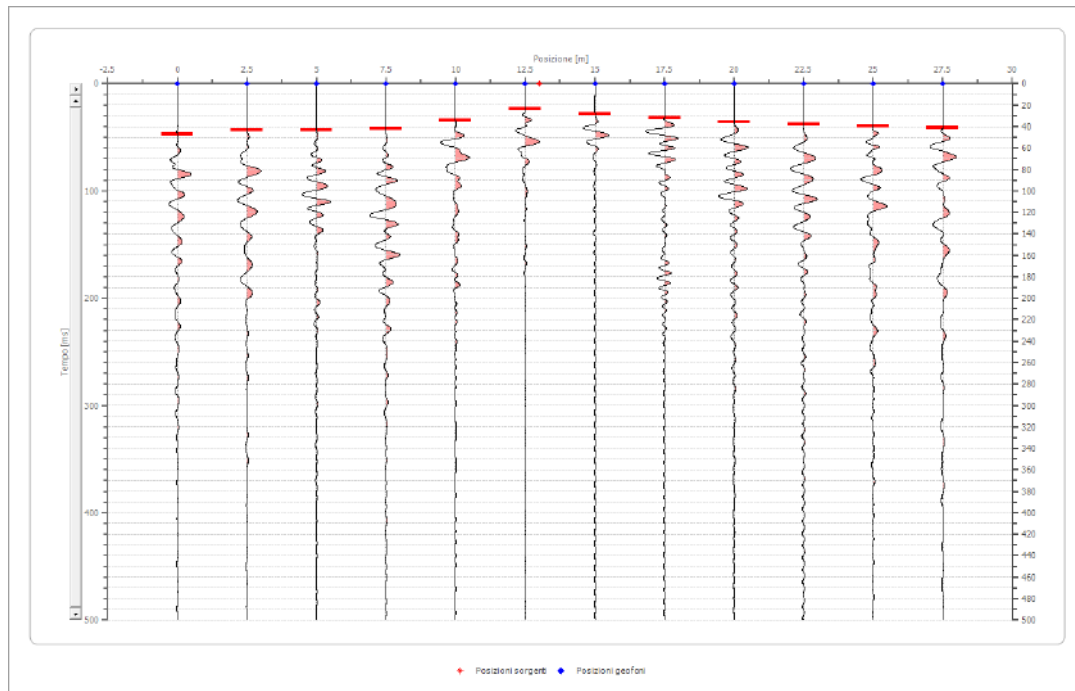
Posizione sorgente X 6 [m]
 Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	33.5023
2.5	28.5000
5.0	25.8881
7.5	25.0000
10.0	30.5000
12.5	36.5000
15.0	38.7568
17.5	41.1164
20.0	43.4007
22.5	50.2534
25.0	53.2991
27.5	54.5466

Battuta 3

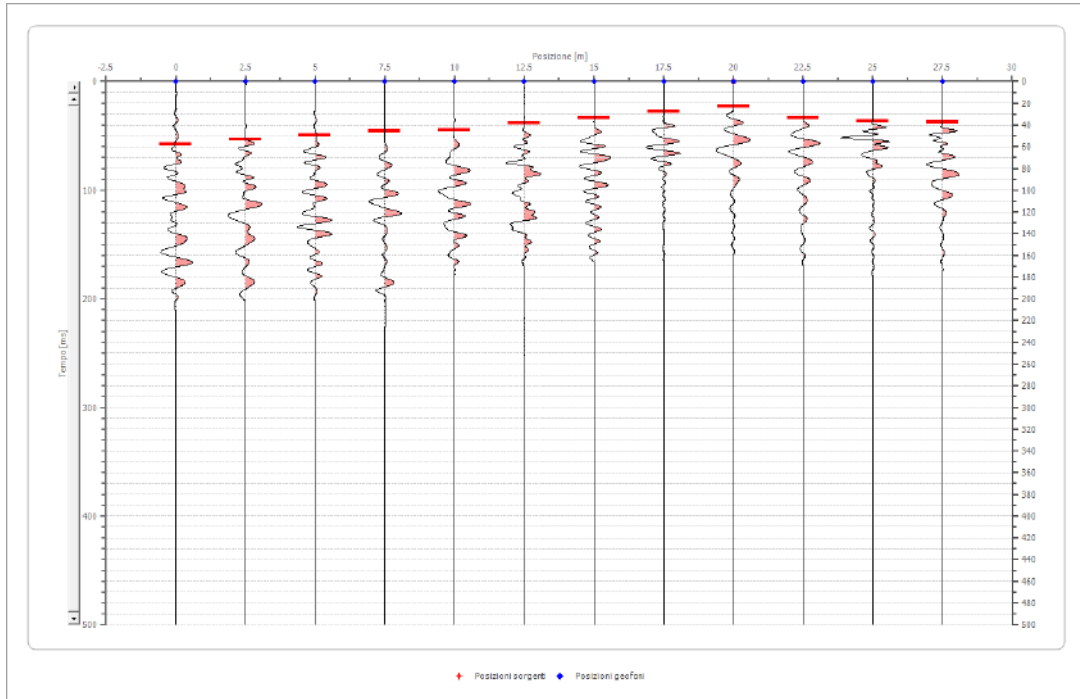
Posizione sorgente X 13 [m]
 Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	47.2078
2.5	43.4007
5.0	43.4007
7.5	42.2500
10.0	34.2500
12.5	23.6039
15.0	28.2500
17.5	32.0000
20.0	35.7500
22.5	38.0708
25.0	39.5000
27.5	41.0000

Battuta 4

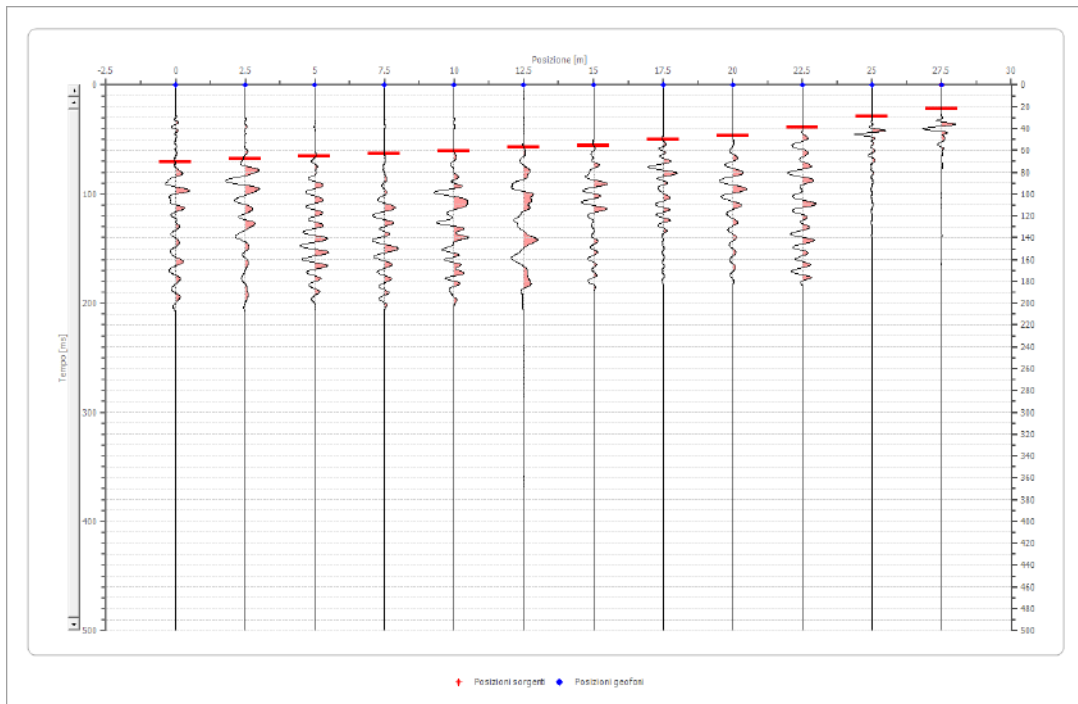
Posizione sorgente X 20 [m]
 Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	58.1352
2.5	53.1112
5.0	49.4920
7.5	45.6849
10.0	44.9235
12.5	38.0708
15.0	33.5023
17.5	27.4110
20.0	22.8425
22.5	33.7328
25.0	36.5479
27.5	37.3094

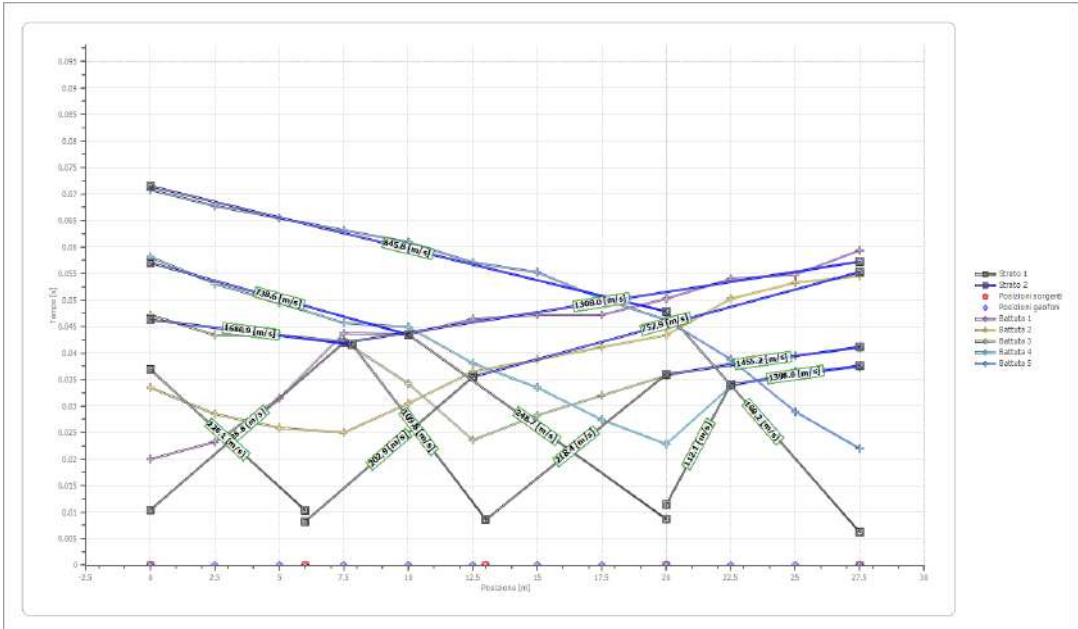
Battuta 5

Posizione sorgente X 28 [m]
 Posizione sorgente Z 0 [m]

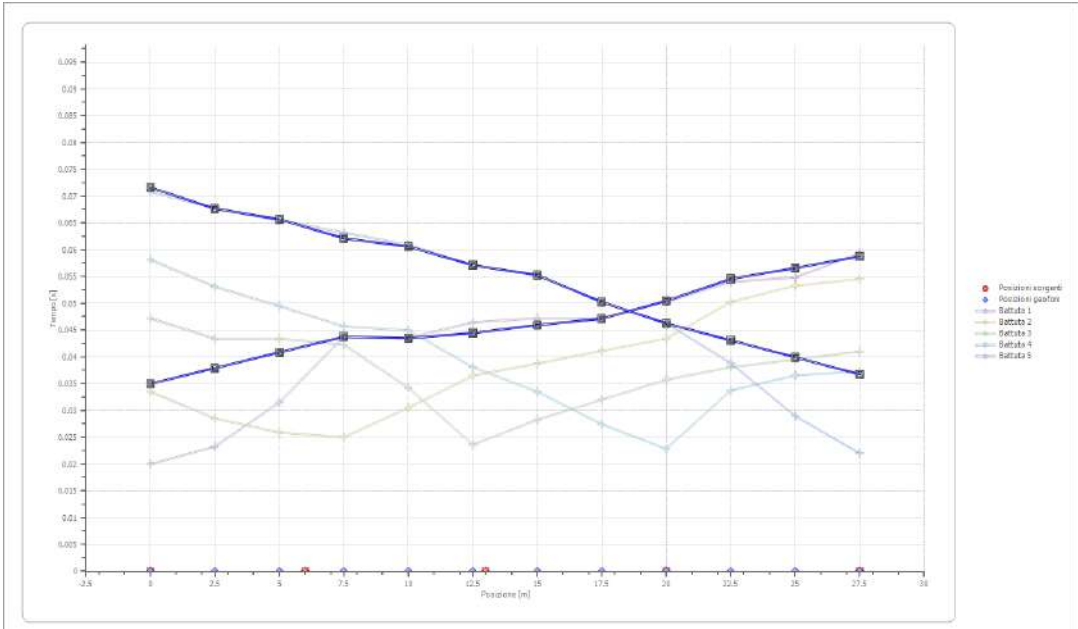


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	70.8116
2.5	67.7660
5.0	65.4817
7.5	63.1975
10.0	60.9132
12.5	57.1062
15.0	55.2644
17.5	50.2403
20.0	46.2500
22.5	38.8322
25.0	28.9338
27.5	22.0000

Dromocrone



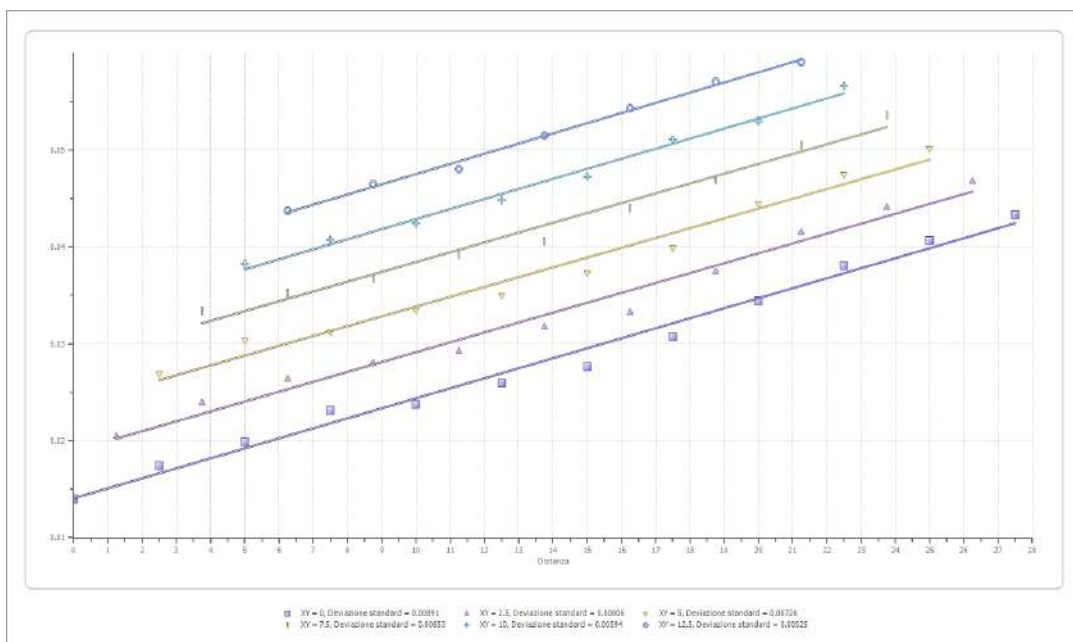
Dromocrone traslate

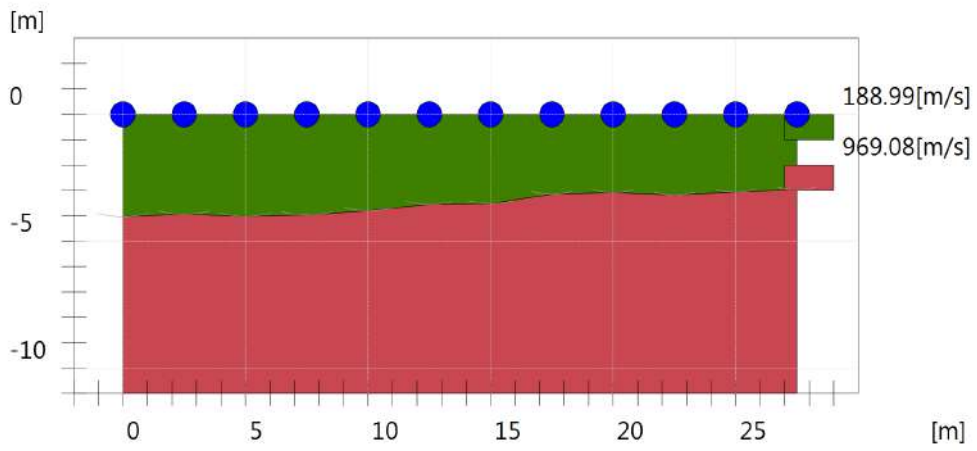
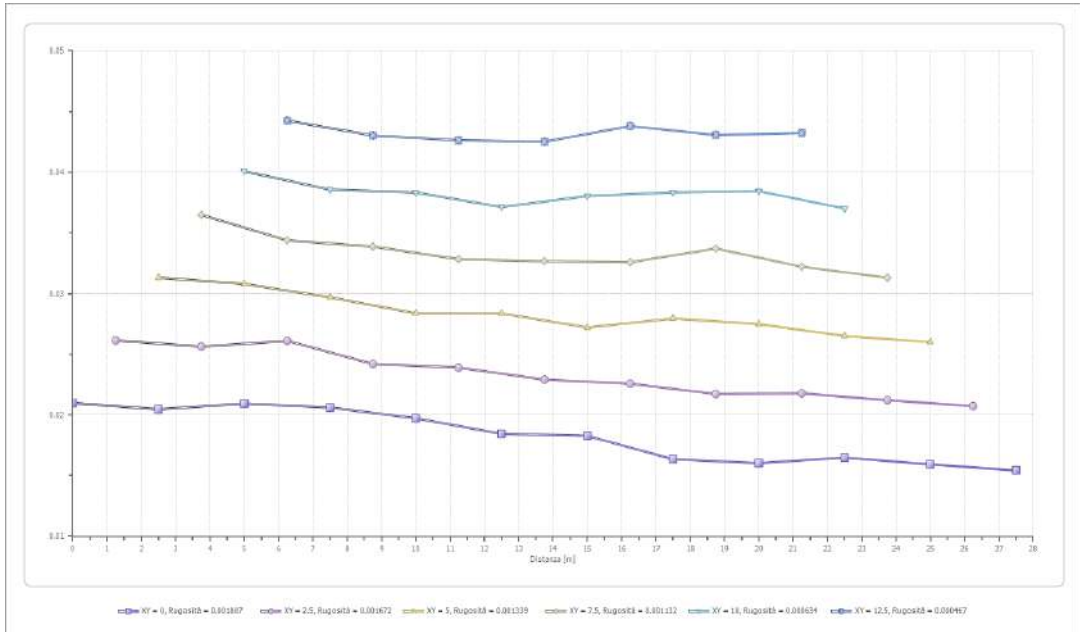


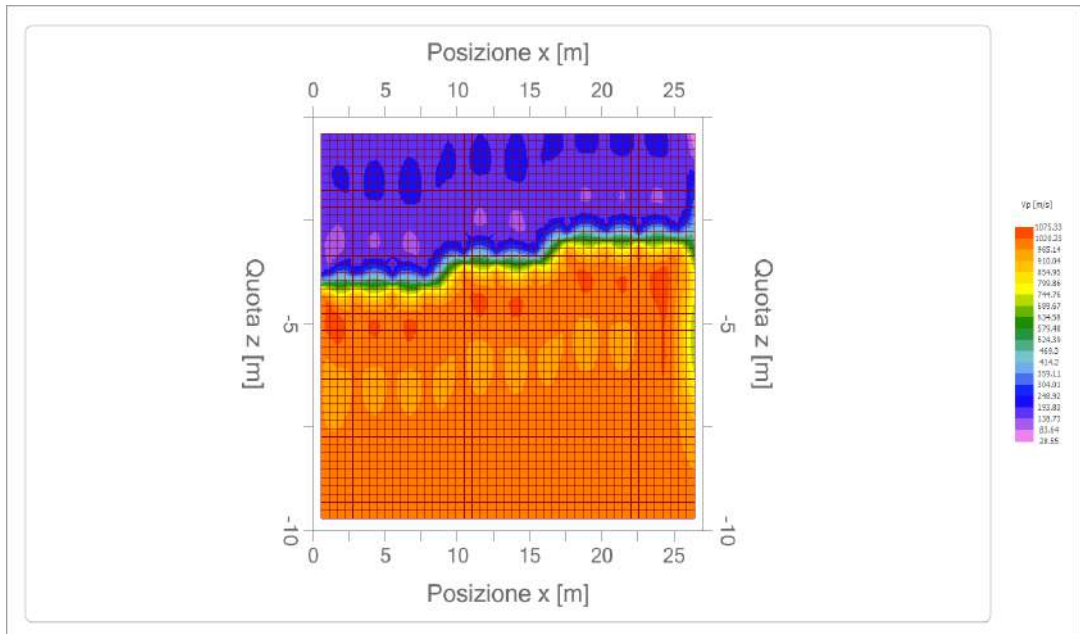
Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	4.0	--
G= 2.5 [m]	3.9	--
G= 5.0 [m]	4.0	--
G= 7.5 [m]	4.0	--
G= 10.0 [m]	3.8	--
G= 12.5 [m]	3.6	--
G= 15.0 [m]	3.5	--
G= 17.5 [m]	3.2	--
G= 20.0 [m]	3.1	--
G= 22.5 [m]	3.2	--
G= 25.0 [m]	3.1	--
G= 27.5 [m]	3.0	--
Velocità [m/sec]	189.0	969.1
Descrizione		

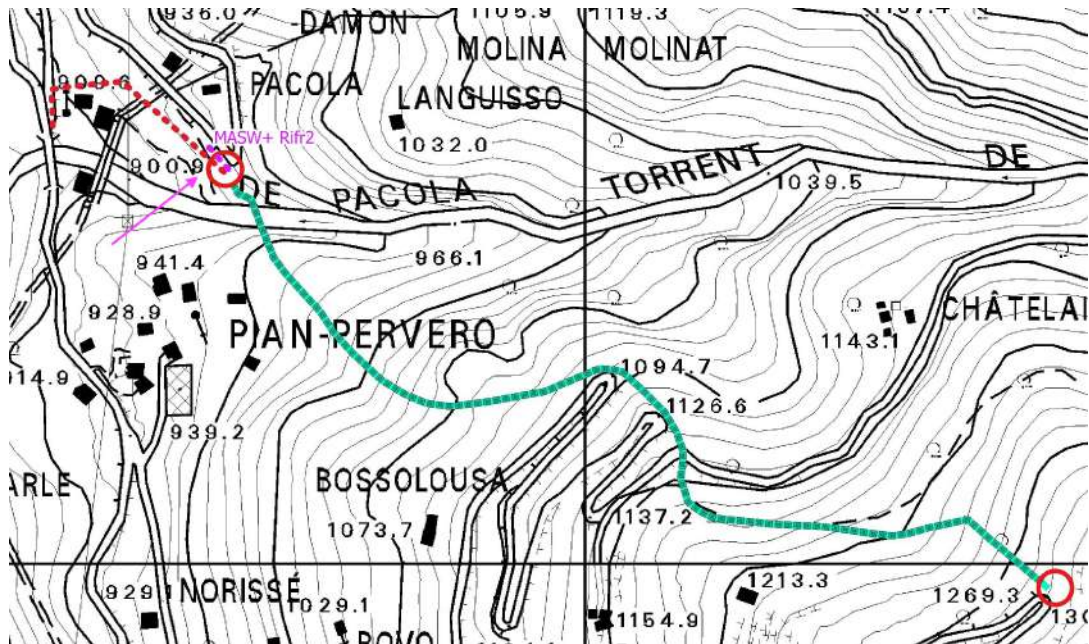






Il risultato dell'indagine sismica a rifrazione evidenzia la presenza di uno strato di depositi superficiali a bassa densità con spessore variabile da 2,8 - 3,0 m in corrispondenza del tornante della viabilità comunale a 4,2 - 4,5 m verso l'impluvio.

Stendimento n°2 in corrispondenza della centrale di produzione



Stendimento sismico a rifrazione e MASW in corrispondenza dell'edificio che ospiterà la centrale di produzione

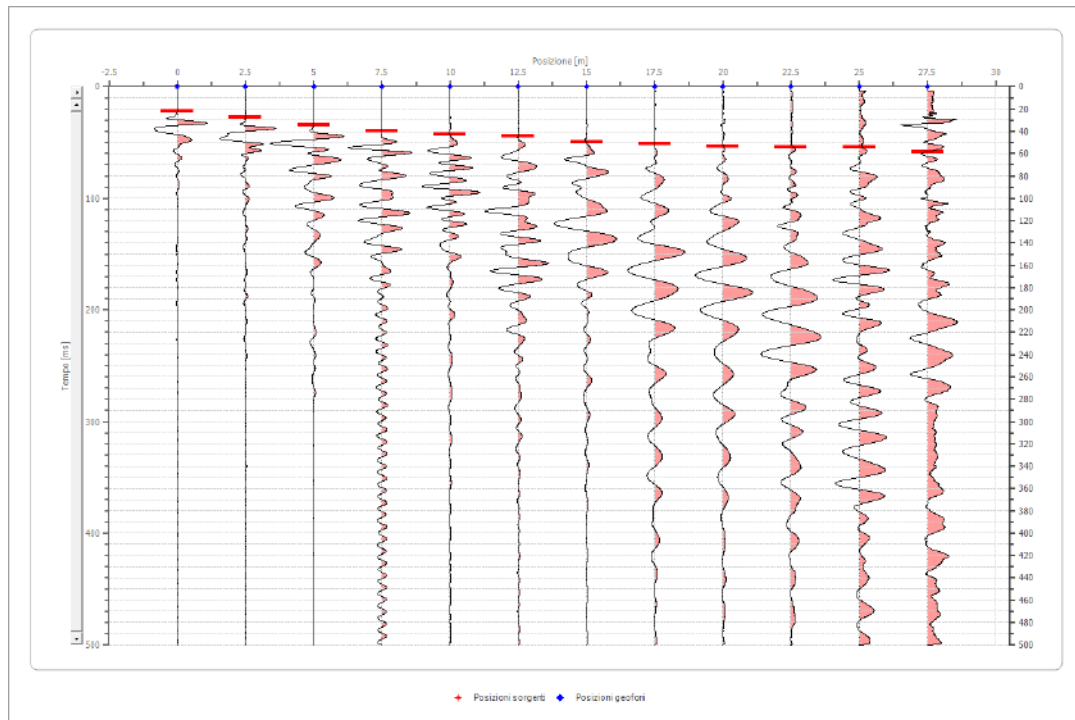
Geometria geofoni

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	0.0
2	2.5	0.0
3	5.0	0.0
4	7.5	0.0
5	10.0	0.0
6	12.5	0.0
7	15.0	0.0
8	17.5	0.0
9	20.0	0.0
10	22.5	0.0
11	25.0	0.0
12	27.5	0.0

Dati battute

Battuta 1

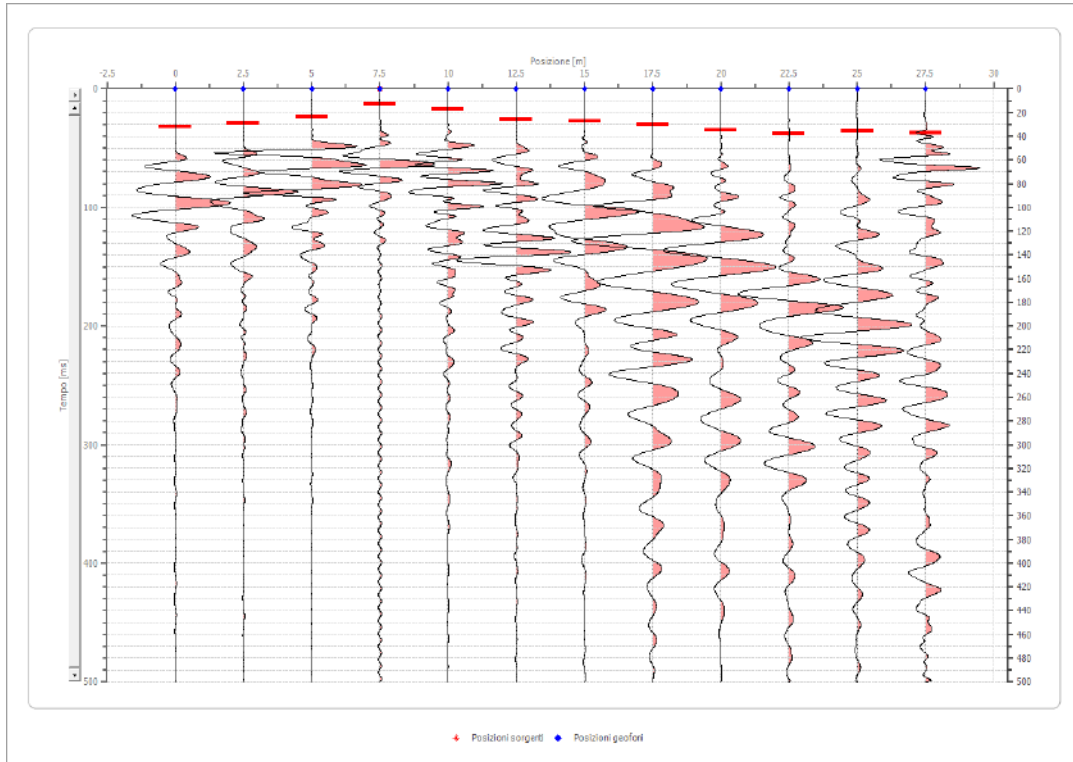
Posizione sorgente X 0 [m]
 Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	22.2500
2.5	27.7500
5.0	34.2500
7.5	39.2500
10.0	42.6393
12.5	44.5000
15.0	49.4920
17.5	51.0148
20.0	53.2991
22.5	54.0605
25.0	54.0605
27.5	58.6290

Battuta 2

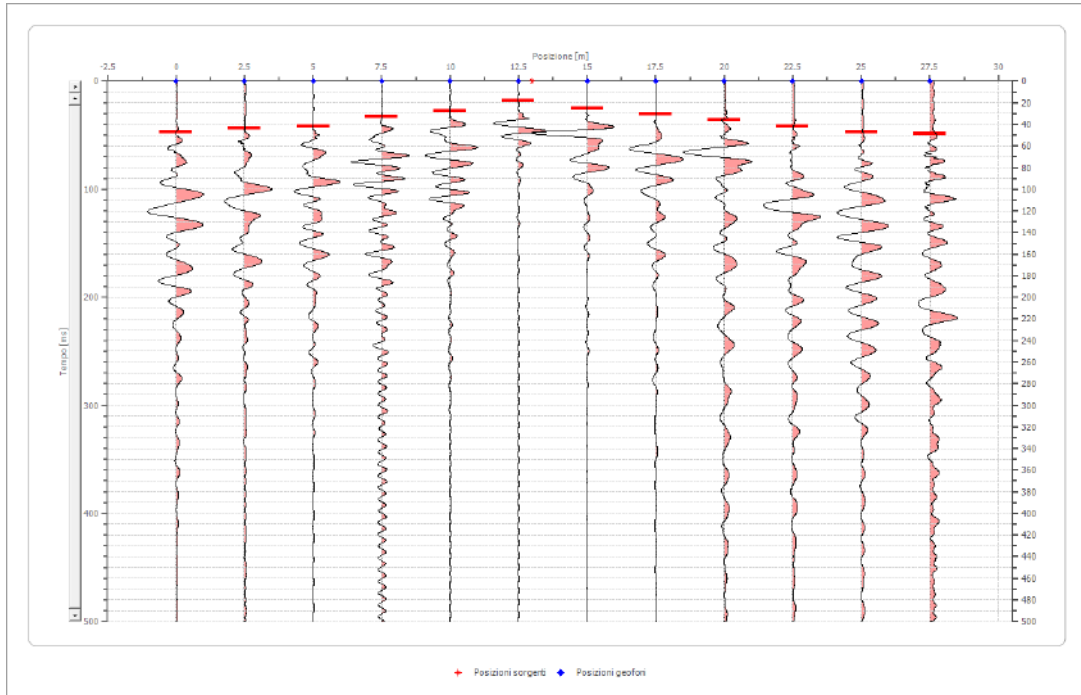
Posizione sorgente X 8 [m]
 Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	31.9795
2.5	28.9338
5.0	23.6039
7.5	12.9441
10.0	17.5126
12.5	25.8881
15.0	27.4110
17.5	30.4566
20.0	35.0251
22.5	38.0708
25.0	35.7865
27.5	37.3094

Battuta 3

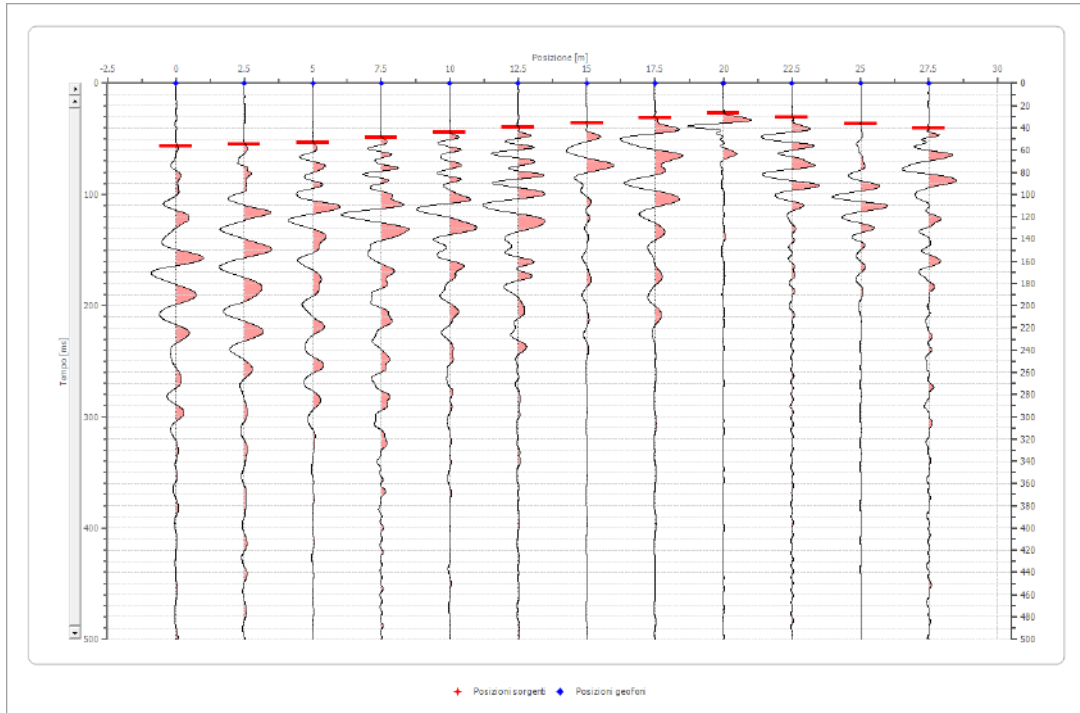
Posizione sorgente X 13 [m]
 Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	47.2078
2.5	43.4007
5.0	41.8779
7.5	32.7409
10.0	27.4110
12.5	18.2740
15.0	25.1267
17.5	30.4566
20.0	35.7865
22.5	41.8779
25.0	47.2078
27.5	48.7306

Battuta 4

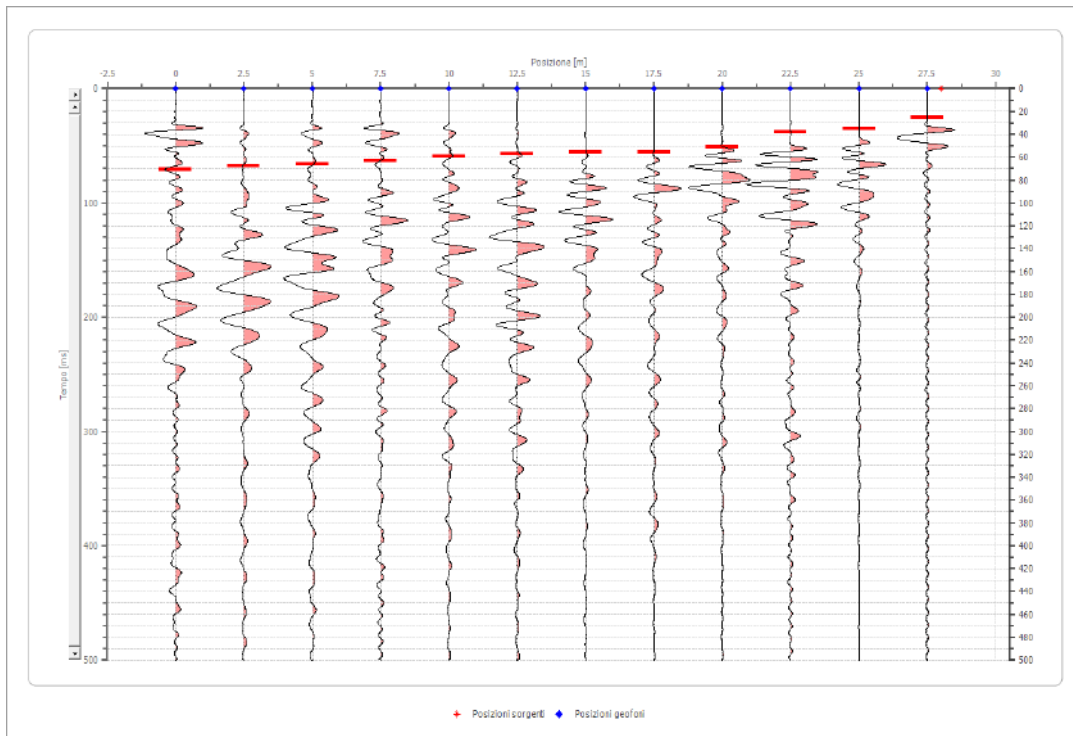
Posizione sorgente X 20 [m]
 Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	56.0000
2.5	54.8219
5.0	53.2991
7.5	48.7306
10.0	44.1621
12.5	39.5936
15.0	35.7865
17.5	31.5000
20.0	27.0000
22.5	30.5000
25.0	36.5479
27.5	40.3550

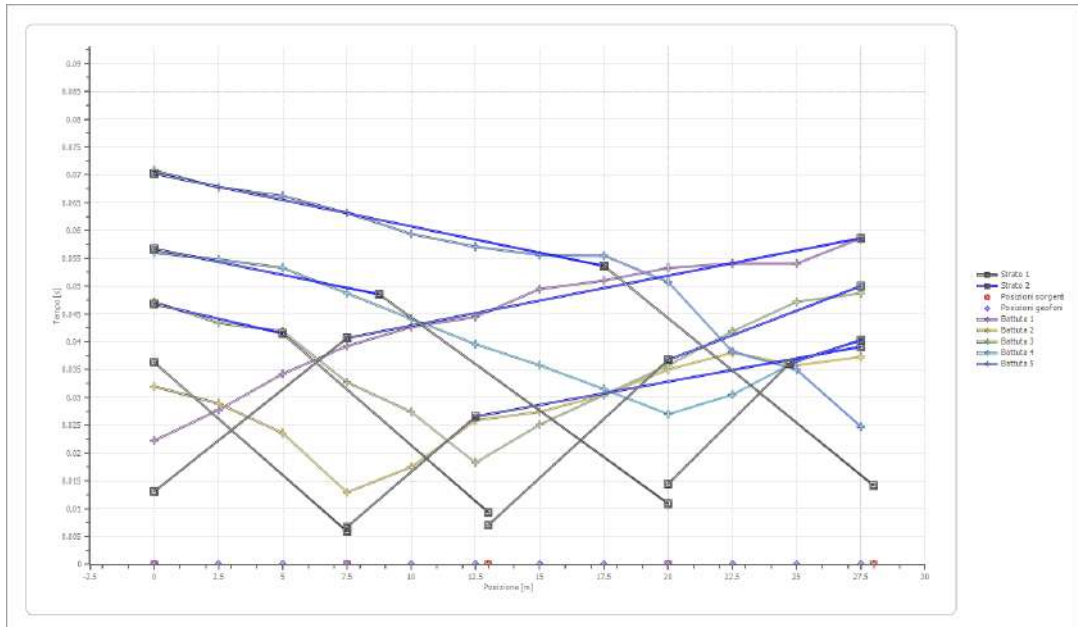
Battuta 5

Posizione sorgente X 28 [m]
 Posizione sorgente Z 0 [m]

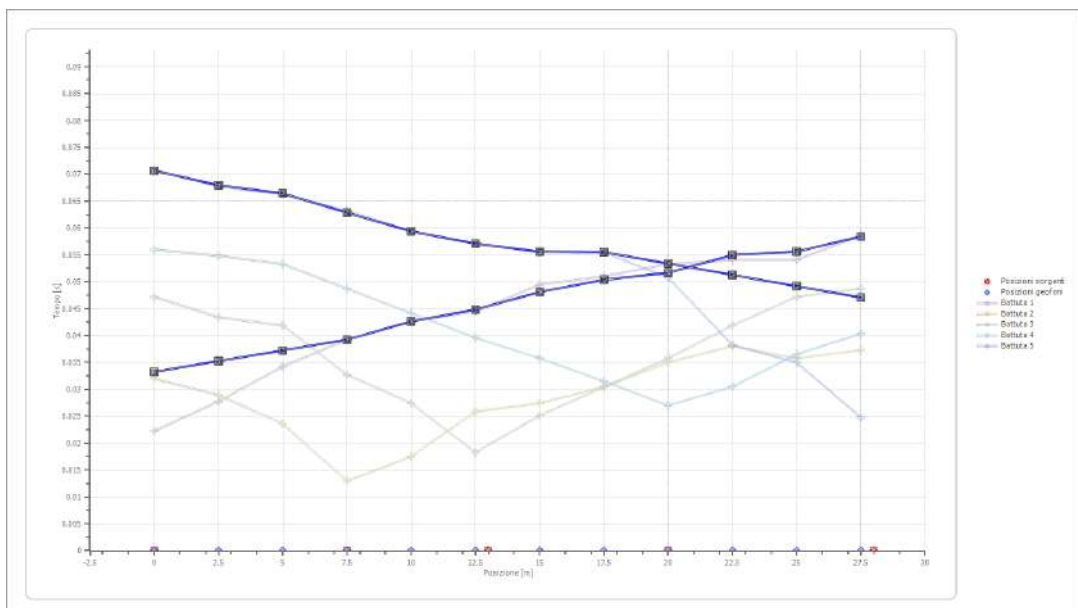


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	70.8116
2.5	67.7660
5.0	66.2432
7.5	63.1975
10.0	59.3904
12.5	57.1062
15.0	55.5833
17.5	55.5000
20.0	50.7500
22.5	38.2500
25.0	35.0000
27.5	24.7500

Dromocrone



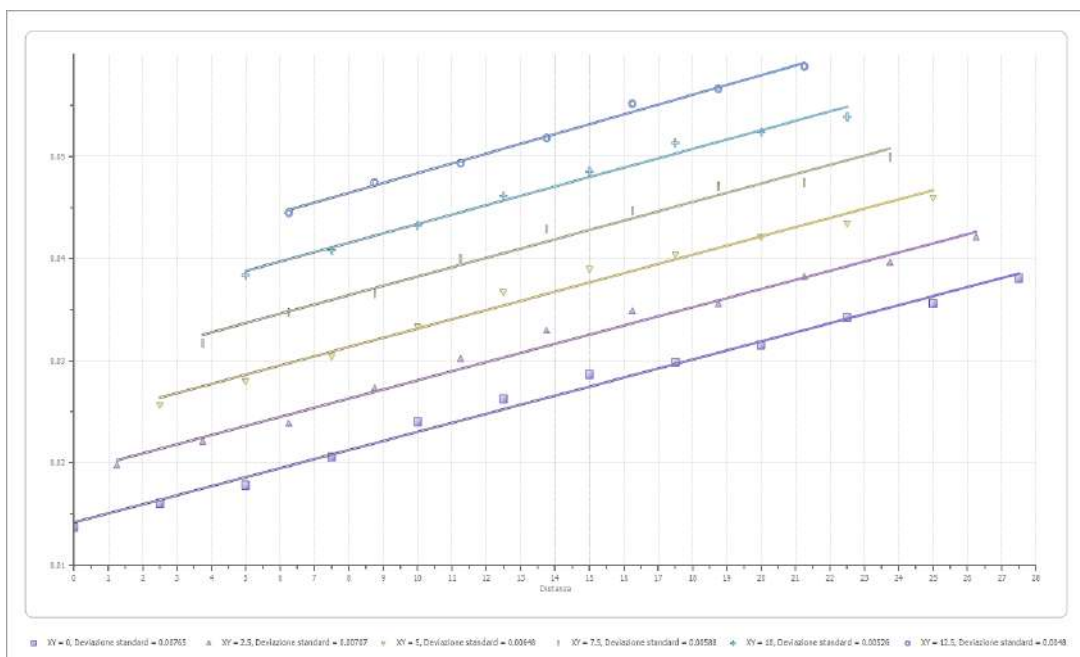
Dromocrone traslate

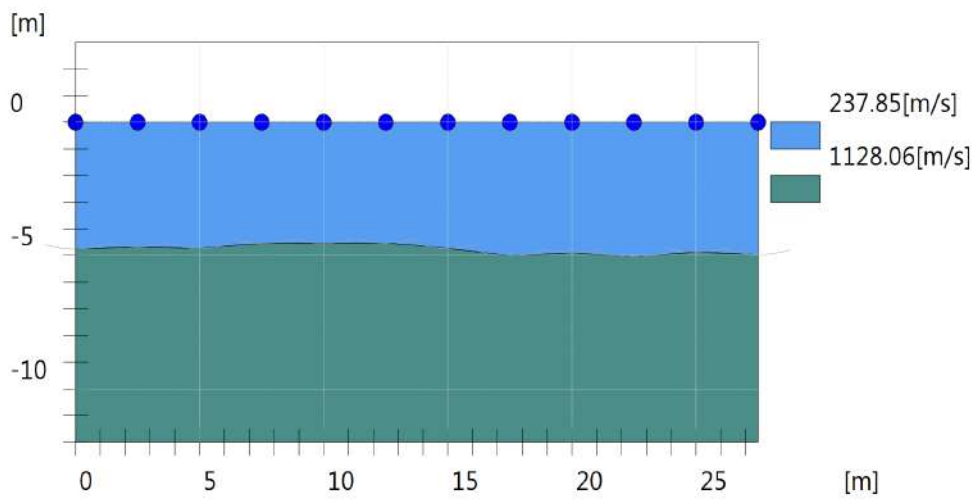
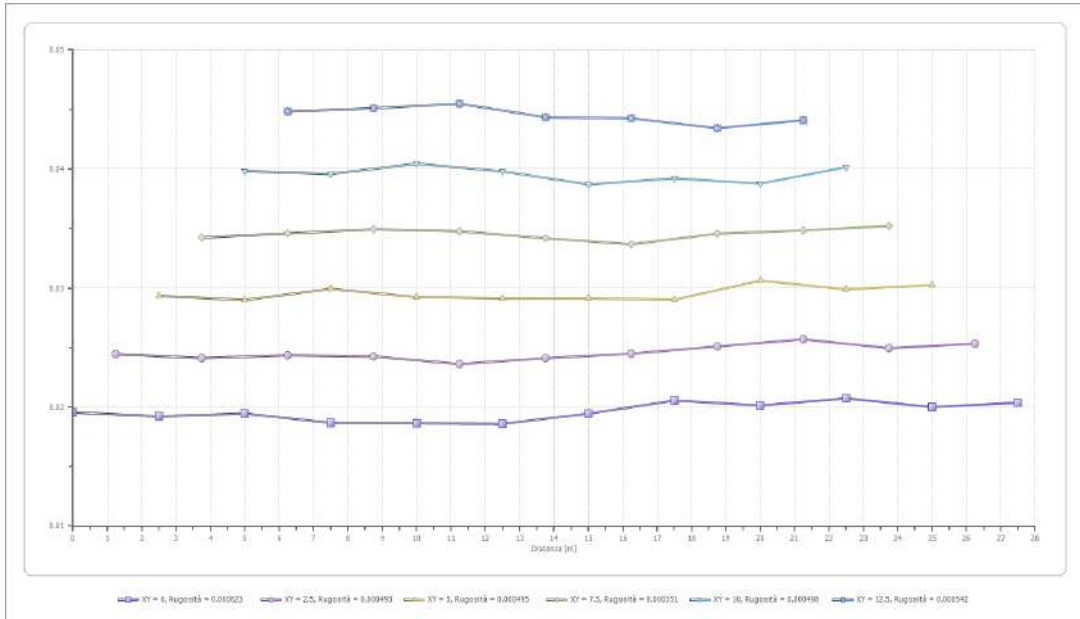


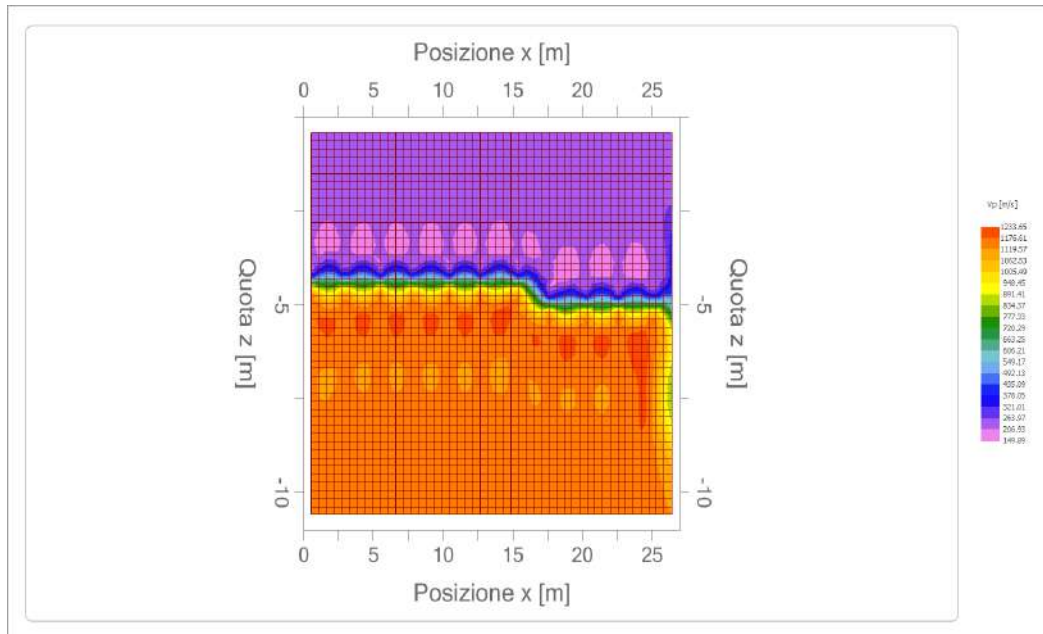
Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	4.8	--
G= 2.5 [m]	4.7	--
G= 5.0 [m]	4.7	--
G= 7.5 [m]	4.5	--
G= 10.0 [m]	4.5	--
G= 12.5 [m]	4.5	--
G= 15.0 [m]	4.7	--
G= 17.5 [m]	5.0	--
G= 20.0 [m]	4.9	--
G= 22.5 [m]	5.0	--
G= 25.0 [m]	4.9	--
G= 27.5 [m]	5.0	--
Velocità [m/sec]	237.8	1128.1
Descrizione		







Il risultato dell'indagine sismica a rifrazione in corrispondenza dell'edificio della centrale evidenzia la presenza di uno strato di depositi superficiali a bassa densità con spessore variabile da 4,6 - 4,8 m a nord - ovest per passare a circa 5,0 m verso sud - est.

8. Stabilità dei pendii naturali (D.M. 17/01/18, cap. 6.2.3)

Introduzione

La necessità di realizzare la vasca di carico garantendo la stabilità del fronte di scavo ha imposto l'analisi di stabilità della sez. C-C di progetto nelle seguenti condizioni utilizzando apposito software (ILA di Geo&Soft):

- stato attuale, necessario per definire con back analysis i parametri geotecnici;
- fronte di scavo aperto **SENZA** opera di sostegno;
- fronte di scavo aperto **CON** opera di sostegno.

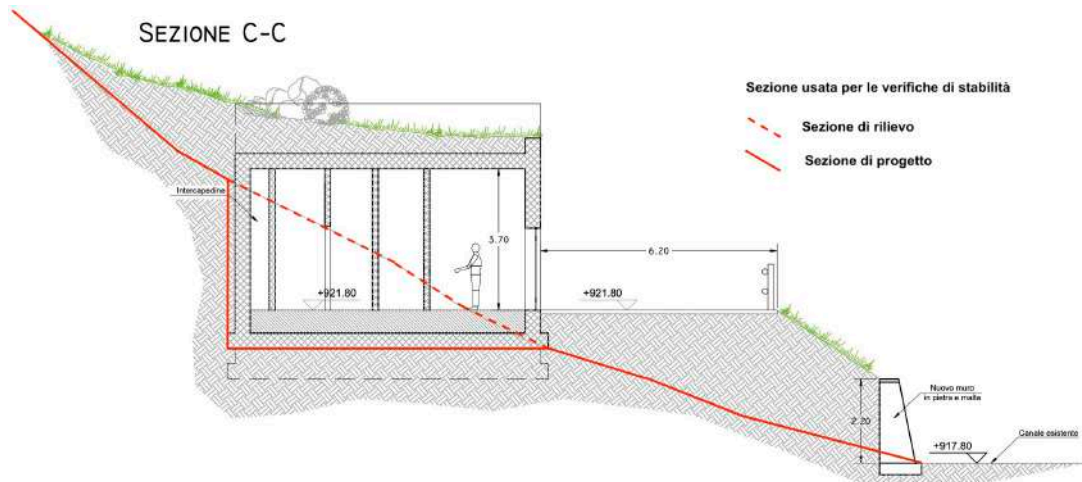
In considerazione della potenziale presenza temporanea di acqua di falda le analisi di stabilità sono state condotte cautelativamente con saturazione dell'intera sezione.



Estratto planimetria di progetto: la sezione C-C evidenziata è stata utilizzata per le verifiche di stabilità

Dati di input

La ricostruzione del modello geologico rappresentato nella sezione geologica allegata alle pagine precedenti ha permesso di differenziare i livelli litologici omogenei ad ognuno dei quali è stato assegnato un set di parametri coerente con le proprie caratteristiche. Si rimanda alla parte introduttiva della relazione di calcolo alle pagine seguenti per l'analisi specifica dei valori.



Maggiori dettagli litostratigrafici e idrogeologici saranno acquisiti attraverso le indagini geofisiche previste nella fase esecutiva della progettazione.

Risultati della simulazione

Situazione attuale - back analysis

La geometria del versante allo stato attuale è stata utilizzata per la definizione dei parametri geotecnici di progetto utilizzati nelle analisi di stabilità dei fronti di scavo.

I valori caratteristici utilizzati per la coltre detritica superficiale interessata dagli scavi di sbancamento:

- angolo di attrito 38°
- coesione $8 \text{ kN/mq} = 0,08 \text{ kg/cmq}$
- peso di volume $18 \text{ kN/mc} = 1,8 \text{ T/mc}$

hanno permesso di ottenere, in condizioni di saturazione del versante, valori del $F_s > 1$ coerenti con la stabilità del versante che non presenta segni di dissesto in atto o latenti.

Situazione di progetto - senza opera di sostegno

La geometria del fronte di scavo presenta pendenza circa verticale, superiore rispetto a quanto i soli attrito e coesione dei materiali possano contribuire a sostenere. Dalla situazione analizzata, in presenza di falda, risultano fattori di sicurezza inferiori all'unità $F_s < 1$.

Situazione di progetto - con opera di sostegno attiva

La simulazione ha evidenziato la necessità di realizzare opera di sostegno provvisoria con resistenza pari o superiore a 420 kN/m per garantire un $F_s > 1,3$.

Regione autonoma Valle d'Aosta

Comune di Fontainemore

S.I.V. società idroelettrica Vargno

progetto di impianto idroelettrico

sez. C-C situazione attuale

scala 1:220



Litotipo 1:

ϕ [°] = 38

c [kN/m²] = 8

gamma [kN/m³] = 18



Litotipo 2:

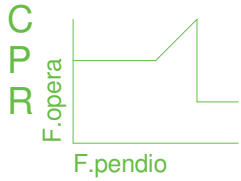
ϕ [°] = 50

c [kN/m²] = 1

gamma [kN/m³] = 25

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



C (res. critica) = 103

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN | FS
X% | RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

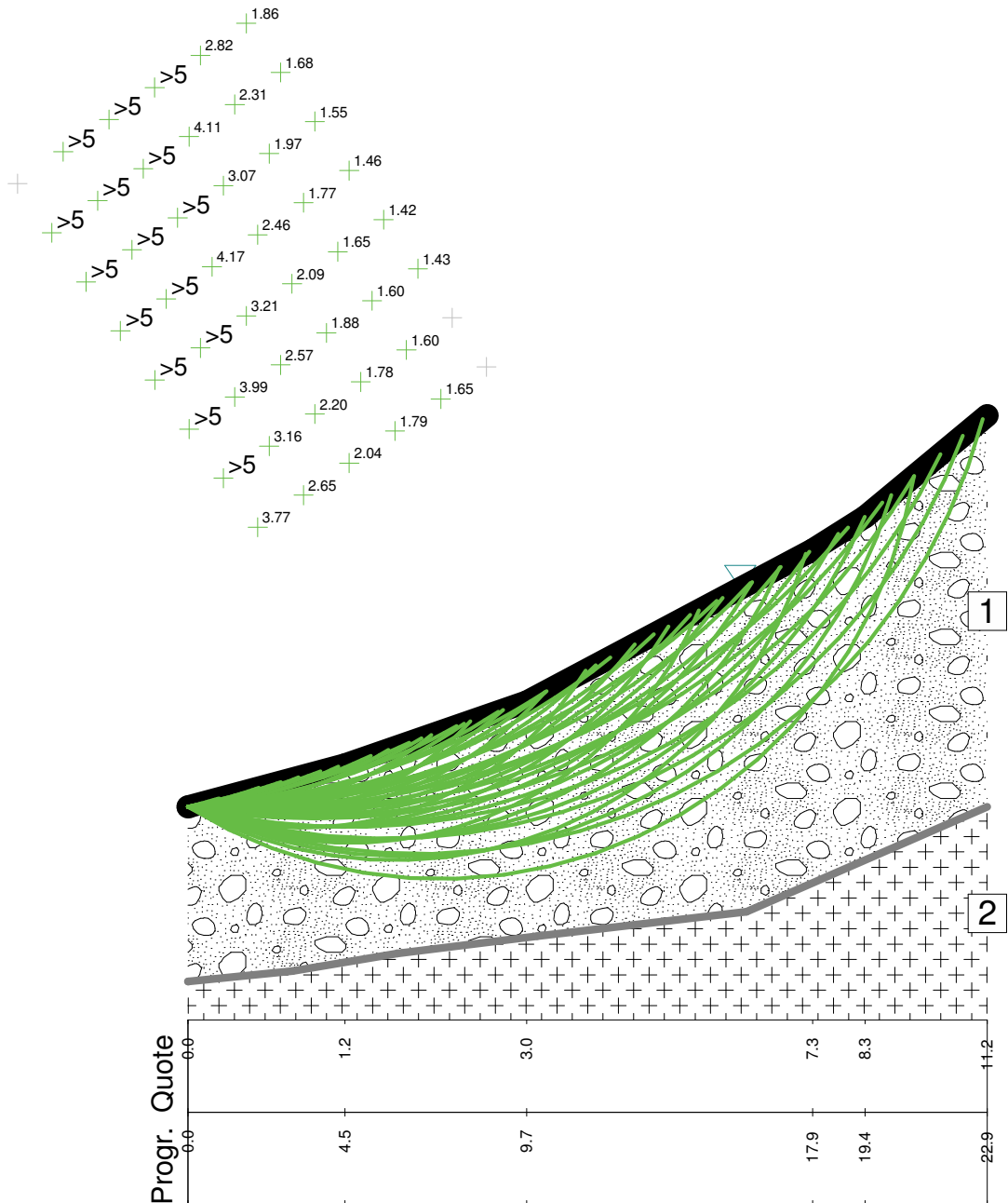
RN: reaz. per avere FS = 1.3

RT: res. a rottura del terreno

%: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



VERIFICA DI STABILITA'

Regione autonoma Valle d'Aosta
Comune di Fontainemore
S.I.V. società idroelettrica Vargno
progetto di impianto idroelettrico
sez. C-C situazione attuale

Metodo: Sarma

PIANO DI CAMPAGNA
PARAMETRI GEOTECNICI
Angolo di attrito [°] 38
Coesione [kN/m²] 8
Peso di volume [kN/m³] 18

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.0	0.00
2	4.5	1.20
3	9.7	3.00
4	17.9	7.35
5	19.4	8.30
6	22.9	11.20

SUPERFICIE FALDA

Peso di volume dell'acqua [kN/m³] 10

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.0	0.00
2	4.5	1.20
3	9.7	3.00
4	17.9	7.35
5	19.4	8.30
6	22.9	11.20

DISCONTINUITA' n. 1

PARAMETRI GEOTECNICI
Angolo di attrito [°] 50
Coesione [kN/m²] 1
Peso di volume [kN/m³] 25

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.0	-5
2	3.0	-4.7
3	6.0	-4.2
4	10.0	-3.7

Program I.L.A. 32

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
5	16.0	-3
6	22.9	0

CARATTERISTICHE DELL'OPERA DI SOSTEGNO

Progressiva dell'opera [m]	23
Pretensionamento [kN/m]	0
Carico di rottura [kN/m]	103
Inclinazione reazione [°]	0

SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO TIPOLOGIA SUPERFICI: CIRCOLARI PASSANTI PER UN PUNTO

DESCRIZIONE MAGLIA DEI CENTRI

Altezza maglia [m]	12
Larghezza maglia [m]	8
N. centri base	6
N. centri lato	8
Inclinazione maglia [°]	35
Ascissa punto passaggio [m]	0
Ordinata punto passaggio [m]	0

RISULTATI DEL CALCOLO

N.	Asc.	Ord.	F.N.	R.A.	%	Cond.	FS
1	2.00	8.00	0.00	0.00	0.00	non necessaria	3.77
2	3.60	8.00	0.00	0.00	0.00	non necessaria	2.65
3	5.20	8.00	0.00	0.00	0.00	non necessaria	2.04
4	6.80	8.00	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.79
5	8.40	8.00	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.65
7	2.00	9.71	0.00	0.00	0.00	non necessaria	>5
8	3.60	9.71	0.00	0.00	0.00	non necessaria	3.16
9	5.20	9.71	0.00	0.00	0.00	non necessaria	2.20
10	6.80	9.71	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.78
11	8.40	9.71	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.60
13	2.00	11.43	0.00	0.00	0.00	non necessaria	>5
14	3.60	11.43	0.00	0.00	0.00	non necessaria	3.99
15	5.20	11.43	0.00	0.00	0.00	non necessaria	2.57
16	6.80	11.43	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.88
17	8.40	11.43	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.60
18	10.00	11.43	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.43
19	2.00	13.14	0.00	0.00	0.00	non necessaria	>5
20	3.60	13.14	0.00	0.00	0.00	non necessaria	>5
21	5.20	13.14	0.00	0.00	0.00	non necessaria	3.21
22	6.80	13.14	0.00	0.00	0.00	non necessaria	2.09
23	8.40	13.14	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.65
24	10.00	13.14	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.42
25	2.00	14.86	0.00	0.00	0.00	non necessaria	>5

Program I.L.A. 32

N.	Asc.	Ord.	F.N.	R.A.	%	Cond.	FS
26	3.60	14.86	0.00	0.00	0.00	non necessaria	>5
27	5.20	14.86	0.00	0.00	0.00	non necessaria	4.17
28	6.80	14.86	0.00	0.00	0.00	non necessaria	2.46
29	8.40	14.86	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.77
30	10.00	14.86	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.46
31	2.00	16.57	0.00	0.00	0.00	non necessaria	>5
32	3.60	16.57	0.00	0.00	0.00	non necessaria	>5
33	5.20	16.57	0.00	0.00	0.00	non necessaria	>5
34	6.80	16.57	0.00	0.00	0.00	non necessaria	3.07
35	8.40	16.57	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.97
36	10.00	16.57	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.55
37	2.00	18.29	0.00	0.00	0.00	non necessaria	>5
38	3.60	18.29	0.00	0.00	0.00	non necessaria	>5
39	5.20	18.29	0.00	0.00	0.00	non necessaria	>5
40	6.80	18.29	0.00	0.00	0.00	non necessaria	4.11
41	8.40	18.29	0.00	0.00	0.00	non necessaria	2.31
42	10.00	18.29	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.68
44	3.60	20.00	0.00	0.00	0.00	non necessaria	>5
45	5.20	20.00	0.00	0.00	0.00	non necessaria	>5
46	6.80	20.00	0.00	0.00	0.00	non necessaria	>5
47	8.40	20.00	0.00	0.00	0.00	non necessaria	2.82
48	10.00	20.00	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.86

LEGENDA

CODICE	DESCRIZIONE
N.	Numero superficie
Asc.	Ascissa del centro [m]
Ord.	Ordinata del centro [m]
F.N.	Forza necessaria alla stabilizzazione [kN/m]
R.A.	Reazione effettivamente applicata [kN/m]
%	Percentuale di utilizzo dell'opera [%]
Cond.	Condizioni di carico opera sostegno
FS	Fattore di sicurezza

Regione autonoma Valle d'Aosta

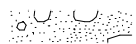
Comune di Fontainemore

S.I.V. società idroelettrica Vargno

progetto impianto idroelettrico

sez. C-C situazione a scavo aperto

scala 1:300



Litotipo 1:

ϕ [°] = 38

c [kN/m²] = 8

gamma [kN/m³] = 18



Litotipo 2:

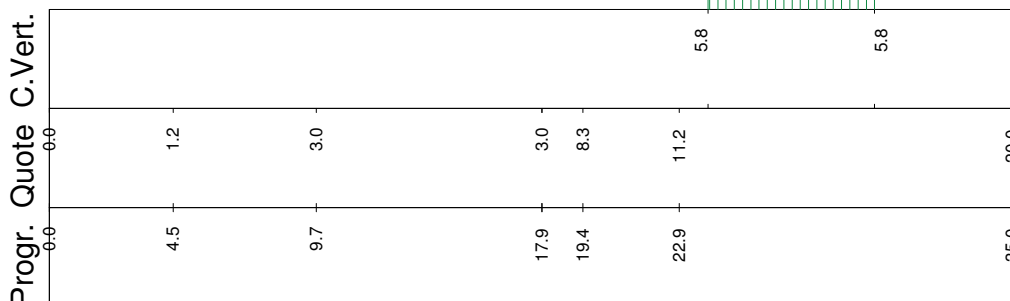
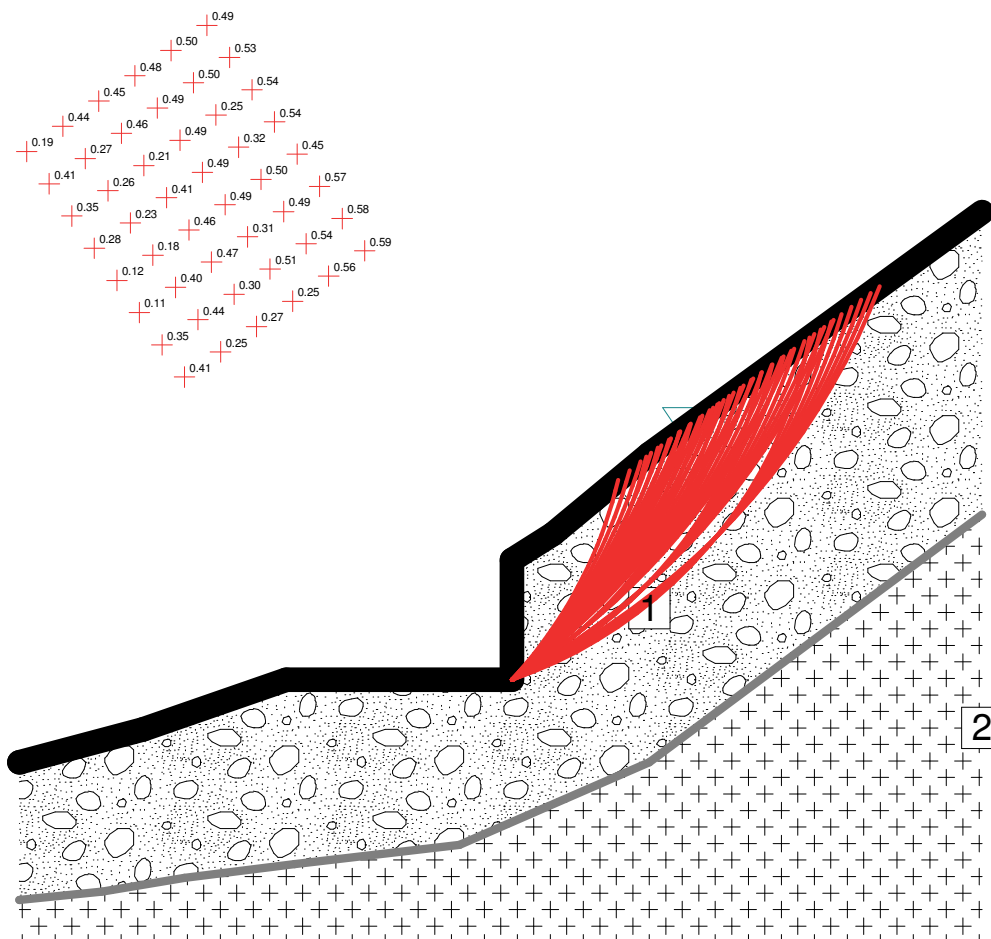
ϕ [°] = 50

c [kN/m²] = 1

gamma [kN/m³] = 25

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



VERIFICA DI STABILITA'

Regione autonoma Valle d'Aosta
Comune di Fontainemore
S.I.V. società idroelettrica Vargno
progetto impianto idroelettrico
sez. C-C situazione a scavo aperto

Metodo: Sarma

PIANO DI CAMPAGNA
PARAMETRI GEOTECNICI
Angolo di attrito [°] 38
Coesione [kN/m²] 8
Peso di volume [kN/m³] 18

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	0.00
2	4.50	1.20
3	9.70	3.00
4	17.90	3.00
5	17.91	7.35
6	19.40	8.30
7	22.90	11.20
8	35.00	20.00

SUPERFICIE FALDA
Peso di volume dell'acqua [kN/m³] 10

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	0.00
2	4.50	1.20
3	9.70	3.00
4	17.90	3.00
5	17.91	7.35
6	19.40	8.30
7	22.90	11.20
8	35.00	20.00

DISCONTINUITA' n. 1
PARAMETRI GEOTECNICI
Angolo di attrito [°] 50
Coesione [kN/m²] 1
Peso di volume [kN/m³] 25

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
----------	-----------------	-----------

Program I.L.A. 32

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.0	-5
2	3.0	-4.7
3	6.0	-4.2
4	10.0	-3.7
5	16.0	-3
6	22.9	0
7	35.0	9

SOVRACCARICHI VERTICALI APPLICATI

Progressiva [m]	Carico [kN/m²]
23.95	5.8
30.00	5.8

SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO TIPOLOGIA SUPERFICI: CIRCOLARI PASSANTI PER UN PUNTO

DESCRIZIONE MAGLIA DEI CENTRI

Altezza maglia [m]	10.0
Larghezza maglia [m]	8.0
N. centri base	6.0
N. centri lato	8.0
Inclinazione maglia [°]	35.0
Ascissa punto passaggio [m]	17.9
Ordinata punto passaggio [m]	3.0

RISULTATI DEL CALCOLO

N.	Asc.	Ord.	FS
1	6.00	14.00	0.41
2	7.60	14.00	0.25
3	9.20	14.00	0.27
4	10.80	14.00	0.25
5	12.40	14.00	0.56
6	14.00	14.00	0.59
7	6.00	15.43	0.35
8	7.60	15.43	0.44
9	9.20	15.43	0.30
10	10.80	15.43	0.51
11	12.40	15.43	0.54
12	14.00	15.43	0.58
13	6.00	16.86	0.11
14	7.60	16.86	0.40
15	9.20	16.86	0.47
16	10.80	16.86	0.31
17	12.40	16.86	0.49
18	14.00	16.86	0.57
19	6.00	18.29	0.12
20	7.60	18.29	0.18

Program I.L.A. 32

N.	Asc.	Ord.	FS
21	9.20	18.29	0.46
22	10.80	18.29	0.49
23	12.40	18.29	0.50
24	14.00	18.29	0.45
25	6.00	19.71	0.28
26	7.60	19.71	0.23
27	9.20	19.71	0.41
28	10.80	19.71	0.49
29	12.40	19.71	0.32
30	14.00	19.71	0.54
31	6.00	21.14	0.35
32	7.60	21.14	0.26
33	9.20	21.14	0.21
34	10.80	21.14	0.49
35	12.40	21.14	0.25
36	14.00	21.14	0.54
37	6.00	22.57	0.41
38	7.60	22.57	0.27
39	9.20	22.57	0.46
40	10.80	22.57	0.49
41	12.40	22.57	0.50
42	14.00	22.57	0.53
43	6.00	24.00	0.19
44	7.60	24.00	0.44
45	9.20	24.00	0.45
46	10.80	24.00	0.48
47	12.40	24.00	0.50
48	14.00	24.00	0.49

LEGENDA

CODICE	DESCRIZIONE
N.	Numero superficie
Asc.	Ascissa del centro [m]
Ord.	Ordinata del centro [m]
FS	Fattore di sicurezza

Regione autonoma Valle d'Aosta

Comune di Fontainemore

S.I.V. società idroelettrica Vargno

progetto impianto idroelettrico

sez. C-C situazione a scavo aperto

scala 1:300



Litotipo 1:

ϕ [°] = 38

c [kN/m²] = 8

γ [kN/m³] = 18



Litotipo 2:

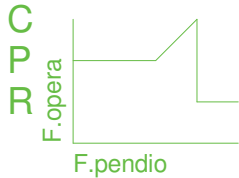
ϕ [°] = 50

c [kN/m²] = 1

γ [kN/m³] = 25

Gamma acqua [kN/m³] = 10

Metodo: Sarma



C (res. critica) = 420

P (precarico) = 0

R (res. residua) = 0

RN | FS
X% | RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile

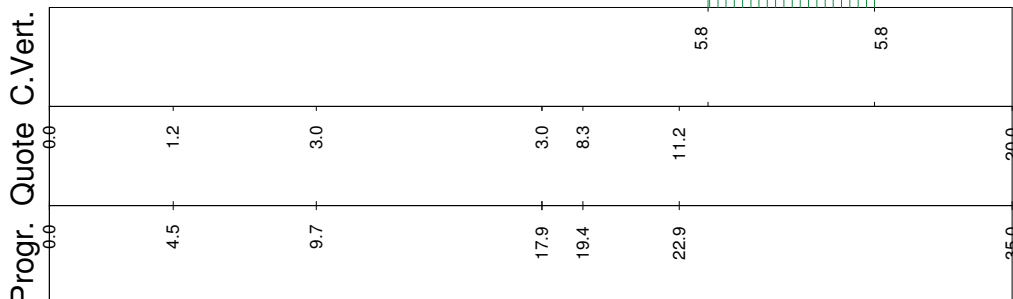
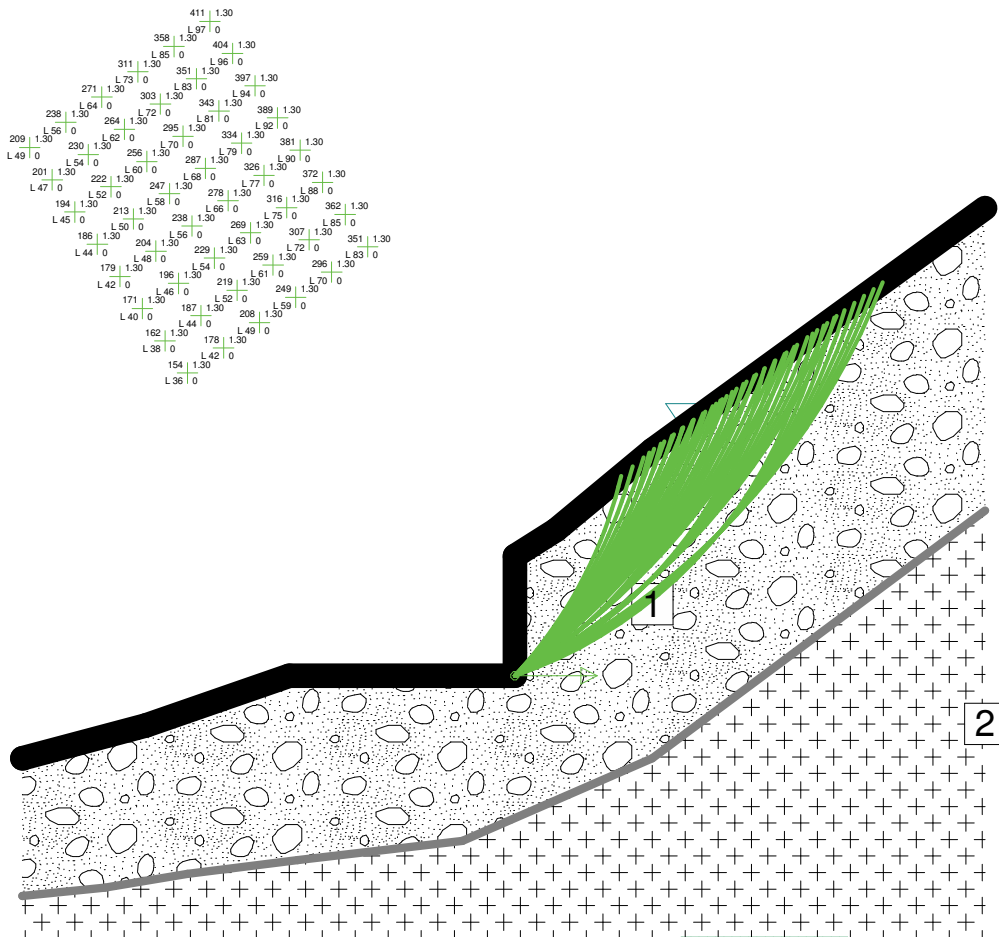
RN: reaz. per avere FS = 1.3

RT: res. a rottura del terreno

%: utilizzo resistenza critica

X: L=lineare; T=rottura terreno

P=precarico; R=residuo



VERIFICA DI STABILITA'

Regione autonoma Valle d'Aosta
Comune di Fontainemore
S.I.V. società idroelettrica Vargno
progetto impianto idroelettrico
sez. C-C situazione a scavo aperto

Metodo: Sarma

PIANO DI CAMPAGNA
PARAMETRI GEOTECNICI
Angolo di attrito [°] 38
Coesione [kN/m²] 8
Peso di volume [kN/m³] 18

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	0.00
2	4.50	1.20
3	9.70	3.00
4	17.90	3.00
5	17.91	7.35
6	19.40	8.30
7	22.90	11.20
8	35.00	20.00

SUPERFICIE FALDA
Peso di volume dell'acqua [kN/m³] 10

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	0.00
2	4.50	1.20
3	9.70	3.00
4	17.90	3.00
5	17.91	7.35
6	19.40	8.30
7	22.90	11.20
8	35.00	20.00

DISCONTINUITA' n. 1
PARAMETRI GEOTECNICI
Angolo di attrito [°] 50
Coesione [kN/m²] 1
Peso di volume [kN/m³] 25

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
----------	-----------------	-----------

Program I.L.A. 32

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.0	-5
2	3.0	-4.7
3	6.0	-4.2
4	10.0	-3.7
5	16.0	-3
6	22.9	0
7	35.0	9

CARATTERISTICHE DELL'OPERA DI SOSTEGNO

Progressiva dell'opera [m]	17.9
Pretensionamento [kN/m]	0.0
Carico di rottura [kN/m]	420.0
Inclinazione reazione [°]	0.0

SOVRACCARICHI VERTICALI APPLICATI

Progressiva [m]	Carico [kN/m ²]
23.95	5.8
30.00	5.8

SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO

TIPOLOGIA SUPERFICI: CIRCOLARI PASSANTI PER UN PUNTO

DESCRIZIONE MAGLIA DEI CENTRI

Altezza maglia [m]	10.0
Larghezza maglia [m]	8.0
N. centri base	6.0
N. centri lato	8.0
Inclinazione maglia [°]	35.0
Ascissa punto passaggio [m]	17.9
Ordinata punto passaggio [m]	3.0

RISULTATI DEL CALCOLO

N.	Asc.	Ord.	F.N.	R.A.	%	Cond.	FS
1	6.00	14.00	153.53	153.53	36.56	tratto lineare	1.30
2	7.60	14.00	177.40	177.40	42.24	tratto lineare	1.30
3	9.20	14.00	207.99	207.99	49.52	tratto lineare	1.30
4	10.80	14.00	248.57	248.57	59.18	tratto lineare	1.30
5	12.40	14.00	295.60	295.60	70.38	tratto lineare	1.30
6	14.00	14.00	350.27	350.27	83.40	tratto lineare	1.30
7	6.00	15.43	161.92	161.92	38.55	tratto lineare	1.30
8	7.60	15.43	186.72	186.72	44.46	tratto lineare	1.30
9	9.20	15.43	218.71	218.71	52.07	tratto lineare	1.30
10	10.80	15.43	258.94	258.94	61.65	tratto lineare	1.30
11	12.40	15.43	306.04	306.04	72.87	tratto lineare	1.30
12	14.00	15.43	361.20	361.20	86.00	tratto lineare	1.30
13	6.00	16.86	170.05	170.05	40.49	tratto lineare	1.30
14	7.60	16.86	195.43	195.43	46.53	tratto lineare	1.30

Program I.L.A. 32

N.	Asc.	Ord.	F.N.	R.A.	%	Cond.	FS
15	9.20	16.86	228.64	228.64	54.44	tratto lineare	1.30
16	10.80	16.86	268.66	268.66	63.97	tratto lineare	1.30
17	12.40	16.86	315.81	315.81	75.19	tratto lineare	1.30
18	14.00	16.86	371.31	371.31	88.41	tratto lineare	1.30
19	6.00	18.29	178.02	178.02	42.39	tratto lineare	1.30
20	7.60	18.29	203.84	203.84	48.53	tratto lineare	1.30
21	9.20	18.29	237.95	237.95	56.65	tratto lineare	1.30
22	10.80	18.29	277.85	277.85	66.16	tratto lineare	1.30
23	12.40	18.29	325.04	325.04	77.39	tratto lineare	1.30
24	14.00	18.29	380.76	380.76	90.66	tratto lineare	1.30
25	6.00	19.71	185.80	185.80	44.24	tratto lineare	1.30
26	7.60	19.71	212.85	212.85	50.68	tratto lineare	1.30
27	9.20	19.71	246.75	246.75	58.75	tratto lineare	1.30
28	10.80	19.71	286.60	286.60	68.24	tratto lineare	1.30
29	12.40	19.71	333.82	333.82	79.48	tratto lineare	1.30
30	14.00	19.71	388.91	388.91	92.60	tratto lineare	1.30
31	6.00	21.14	193.14	193.14	45.99	tratto lineare	1.30
32	7.60	21.14	221.33	221.33	52.70	tratto lineare	1.30
33	9.20	21.14	255.11	255.11	60.74	tratto lineare	1.30
34	10.80	21.14	294.94	294.94	70.22	tratto lineare	1.30
35	12.40	21.14	342.20	342.20	81.48	tratto lineare	1.30
36	14.00	21.14	396.40	396.40	94.38	tratto lineare	1.30
37	6.00	22.57	200.42	200.42	47.72	tratto lineare	1.30
38	7.60	22.57	229.38	229.38	54.61	tratto lineare	1.30
39	9.20	22.57	263.11	263.11	62.65	tratto lineare	1.30
40	10.80	22.57	302.95	302.95	72.13	tratto lineare	1.30
41	12.40	22.57	350.23	350.23	83.39	tratto lineare	1.30
42	14.00	22.57	403.60	403.60	96.10	tratto lineare	1.30
43	6.00	24.00	208.19	208.19	49.57	tratto lineare	1.30
44	7.60	24.00	237.07	237.07	56.44	tratto lineare	1.30
45	9.20	24.00	270.80	270.80	64.48	tratto lineare	1.30
46	10.80	24.00	310.66	310.66	73.97	tratto lineare	1.30
47	12.40	24.00	357.95	357.95	85.23	tratto lineare	1.30
48	14.00	24.00	410.54	410.54	97.75	tratto lineare	1.30

LEGENDA

CODICE	DESCRIZIONE
N.	Numero superficie
Asc.	Ascissa del centro [m]
Ord.	Ordinata del centro [m]
F.N.	Forza necessaria alla stabilizzazione [kN/m]
R.A.	Reazione effettivamente applicata [kN/m]
%	Percentuale di utilizzo dell'opera [%]
Cond.	Condizioni di carico opera sostegno
FS	Fattore di sicurezza

9. Caratterizzazione e modellazione geologica del sito (D.M. 17/01/18, cap. 6.2.1)

A corredo del progetto dell’*“Impianto idroelettrico sul torrente Pacoula - II° salto”* redatto dal Dr. Ing. Bruno Cerise di Aosta (AO) su incarico della S.I.V. s.r.l. - Società Idroelettrica Vargno è stata condotta un’indagine geologica s.l. su un’area sita tra la loc. Pillaz e la loc. Crest - Pianperverso nel territorio comunale di Fontainemore i cui risultati sono descritti nella presente relazione e riassunti di seguito.

L’area di intervento rientra all’interno della perimetrazione del vincolo idrogeologico di cui al R.D.L. 30 dicembre 1923 n° 3267, NON rientra all’interno della perimetrazione dei terreni coinvolti nei dissesti conseguenti all’alluvione dell’ottobre 2000 riportata nella D.G.R. 4268/00, NON è compresa all’interno di aree perimetrate al *“Catasto dei fenomeni franosi della Valle d’Aosta”* mentre rientra all’interno del perimetro di un’estesa Deformazione Gravitativa Profonda di Versante D.G.P.V. definita dall’*“Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia” I.F.F.I..*

La D.G.P.V. è un movimento lento ma continuo del versante documentato anche dai dati satellitari elaborati con la tecnica interferometrica PsInSAR™ e SqueeSAR™ che evidenziano spostamenti compresi tra 0,2 e 1,0 mm/anno con punti che raggiungono 5,6 mm/anno. La condotta sarà posata a profondità massime di 0,8 - 1,0 m dall’attuale piano campagna che, allo stato attuale, non presenta evidenze di movimento differenziale causato dal movimento gravitativo che separa, con una superficie di scivolamento profonda, uno strato superficiale in grado di muoversi omogeneamente rispetto al sottostante substrato stabile. Il movimento omogeneo del versante sul quale la condotta sarà posata è dimostrato anche dai dati satellitari che evidenziano velocità annuali di spostamento corrispondenti per tutti gli scatter presenti nel settore attraversato dalla condotta. Si ritiene pertanto che il movimento gravitativo non potrà essere causa di spostamenti differenziali della condotta che sarà coinvolta nel movimento in modo solidale con il versante.

La vasca di carico esistente, ubicata in corrispondenza della centrale alimentata dall’invaso di Vargno, e il primo tratto di condotta forzata sino alla viabilità comunale per la loc. Farettaz interessano un settore di versante a pendenza medio - bassa dove i terrazzamenti realizzati per uso agricolo sono ancora ben conservati ed utilizzati per il pascolo. A valle della carreggiata il bosco spontaneo si sviluppa sul versante a tratti ripido e caratterizzato dalla presenza di abbondanti pietraie, poco suolo e scarsa esposizione all’irraggiamento solare. In prossimità dell’attraversamento del torrente Pacoula e della

centrale di produzione il corso d'acqua ha deposto i materiali detritici trasportati nel corso di episodi alluvionali a formare un conoide successivamente eroso e rimaneggiato, del quale si conserva una morfologia con bassa pendenza a ridosso del versante maggiormente acclive al quale è addossata la centrale di produzione. In passato il torrente Pacoula non ha depositato nel settore di conoide materiali detritici conseguenti a fenomeni di debris flow. Dall'analisi dell'alveo a partire dall'emissario del lago Vargno sino al ponte della viabilità comunale di collegamento con la fraz. Faretta emerge che le litologie presenti in alveo hanno dimensioni da pluridecimetriche a metriche, non idonee ad essere prese in carico dalle acque di piena per formare una colata detritica. Inoltre, la pendenza media del tratto è di circa il 17%, insufficiente per generare una colata detritica in base ai dati disponibili in bibliografia.

Nel percorso della condotta forzata e della centrale di produzione in progetto non sono stati rilevati segni morfologici di dissesti progressivi anche se l'alternanza di impluvi e displuvi a valle della loc. Pillaz testimonia di un'attività gravitativa progressiva.

Il substrato roccioso è rilevabile all'interno dell'incisione del torrente Pacoula mentre subaffioramenti di estensione limitata sono osservabili sul versante a monte della vasca di carico in corrispondenza del tornante della viabilità comunale. Le formazioni superficiali interessate dal tracciato dalla condotta classificabili come depositi di till glaciale sia in posto che rimaneggiati e cartografati come detrito di falda. Le pezzature sono riconducibili a ghiaie con sabbia e blocchi spigolosi di dimensione decimetrica e, più limitatamente, pluridecimetrica disposti in un ammasso caotico o scarsamente classato. Nei pressi dei nuclei frazionari compresi tra la loc. Pillaz e la loc. Pianpervero la morfologia ha limitato il rimaneggiamento favorendo la formazione di una coltre superficiale di spessore decimetrico di depositi a grana fine sabbioso - ghiaiosa pedogenizzati.

La condotta in progetto attraversa un settore di versante dove lo scorrimento delle acque superficiali avviene per ruscellamento diffuso prima di contribuire all'alimentazione del torrente Pacoula, unico corso d'acqua interessato dai lavori in progetto.

La elevata permeabilità dei depositi superficiali favorisce un rapido transito delle acque di infiltrazione verso la superficie sepolta del substrato roccioso ed indirizza le acque sotterranee verso il fondovalle ad alimentare il corso d'acqua del torrente Pacoula senza impostare una falda idrica permanente.

In funzione degli obiettivi di progetto, di concerto con il progettista è stato elaborato il piano delle indagini specifiche sui terreni nel sito di intervento. Specifiche indagini geofisiche a rifrazione e MASW sono state effettuate con la finalità di documentare una

completa ed esaustiva definizione del modello geologico e degli scenari di pericolosità lungo il tracciato della condotta forzata ed in corrispondenza della centrale di produzione ai sensi del D.M. 17/01/2018. I dati litostratigrafici, geotecnici e di accelerazione sismica locale ricavati attraverso le indagini sono stati utilizzati per i dimensionamenti delle opere strutturali e per le verifiche di stabilità dei fronti di scavo.

In corrispondenza della centrale di produzione l'apertura dello scavo di sbancamento richiede la realizzazione di opere di sostegno provvisorie sia per la presenza di depositi superficiali di spessore prossimo a 5,0 m che per la presenza della viabilità comunale che, in caso di scavo non protetto, potrebbe essere coinvolta in eventuali fenomeni di dissesto che possono interessare il cantiere nel periodo intercorrente tra l'apertura dello scavo ed il completamento dell'edificio che ospiterà la centrale di produzione.

ottobre 2021