Région Autonome
Vallée d'Aoste
Regione Autonoma
Valle d'Aosta

Relazione geologica

Studio di compatibilità

ai sensi della L.R. 11/98 e s.m.i.

Comune di: **Nus (AO)**
Commune de:

Committente: **DEVAL S.p.A. a s.u.**
Commettant:

DEVAL

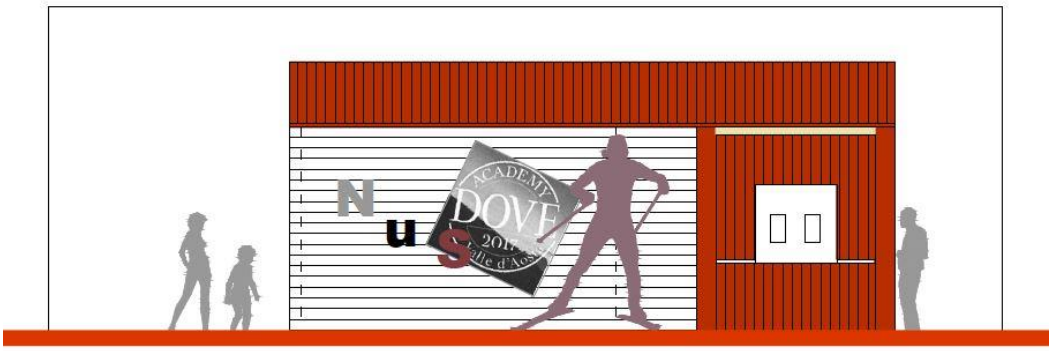
Oggetto: **Realizzazione di una cabina elettrica nell'area Ex CPN Nus**
Objet:

Data: **Maggio 2020**
Date:

Tecnici: **Dr. Geol. Andrea Bussi – Dr. Geol. Michel Luboz**
Techniciens:

ORDINE DEI GEOLOGI
Regione Autonoma Valle d'Aosta
ORDRE DES GEOLOGUES
Région Autonome de la Vallée d'Aoste
Dr. BUSSI ANDREA
Iscr. Albo nr. 63

ORDINE DEI GEOLOGI
Regione Autonoma Valle d'Aosta
ORDRE DES GEOLOGUES
Région Autonome de la Vallée d'Aoste
Dr. LUBOZ MICHEL
Iscr. Albo nr. 56



GEOALPS
STUDIO ASSOCIATO
Geol. Andrea Bussi - Geol. Michel Luboz

GEOALPS STUDIO ASSOCIATO
Sede legale - via Croce di Città n.56 11100 Aosta (AO)
Sede operativa - Loc.Pont Suaz n.87 11020 Charvensod (AO)
P.IVA e CF 01189240078
Tel 320/4565701 – 340/2342597
Mail tecnici@geoalps.it
Sito web: www.geoalps.it

RELAZIONE GEOLOGICA e STUDIO DI COMPATIBILITA' ai sensi della L.R. 11/98

1 INDICE

1 INDICE 1
2 PREMESSA 2
3 RIFERIMENTI NORMATIVI 3
4 LOCALIZZAZIONE AREA DI INDAGINE E DESCRIZIONE SINTETICA INTERVENTI 4
5 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO 6
5.1 Caratteristiche geomorfologiche 6
5.2 Caratteristiche geologiche 9
5.2.1 Substrato roccioso 9
5.2.2 Coperture sedimentarie quaternarie 9
5.3 Caratteristiche idrogeologiche 11
6 CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE 12
6.1 Premessa 12
6.2 Generalità sul metodo MASW 12
6.3 Pianificazione ed esecuzione dell'indagine 15
6.4 Interpretazione dei dati 15
6.5 Definizione categoria di sottosuolo 18
6.6 Condizioni topografiche 19
6.7 Parametri geotecnici 19
7 COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO AI SENSI DELLA L.R. 11/98 E S.M.I. 20
7.1 Caratterizzazione vincoli L.R. 11/1998 20
7.1.1 Terreni sedi di frane – Art.35/1 20
7.1.2 Terreni soggetti a rischio di inondazioni – Art.36 20
7.2 Individuazione e illustrazione delle dinamiche e della pericolosità dei fenomeni 21
7.3 Valutazione della compatibilità dell'intervento 22
7.4 Valutazione della vulnerabilità dell'opera da realizzare e degli interventi di riduzione della pericolosità 23
8 INDICAZIONI RELATIVE AGLI INTERVENTI 24
9 CONCLUSIONI 26

2 PREMESSA

Il presente elaborato, che comprende relazione geologica e studio di compatibilità ai sensi della L.R. 11/98, relativo al progetto degli interventi di posa di cavi elettrici sotterranei MT/BT per allacciamento nuova cabina elettrica denominata "Ex CPN" in loc. Capoluogo, nel Comune di Nus, è stato redatto su incarico della società committente DEVAL S.p.A. con contratto n.7830020362/01.

In particolare questo studio è stato svolto per definire le principali caratteristiche geologico-tecniche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area oggetto di indagine e dei settori interessati dalla realizzazione delle opere previste e per fornire, infine, delle valutazioni geologico-geotecniche per le soluzioni costruttive.

Dall'esame della Cartografia Prescrittiva degli Ambiti Inedificabili ai sensi della L.R. n°11 del 6 Aprile 1998 e successive modificazioni ed integrazioni del Comune di Nus risulta che gli interventi:

- **ricadono** in terreni sedi di frane (art.35/1) in zona **F3**;
- non ricadono in terreni sedi di fenomeni di trasporto in massa (art.35/2);
- **ricadono** in terreni soggetti a rischio di inondazioni (art.36) in **fascia C**;
- non ricadono in terreni soggetti a rischio di valanghe e slavine (art.37)

Tale approfondimento sarà trattato nello specifico **studio di compatibilità** dell'intervento con lo stato di dissesto esistente in cui verrà valutata la coerenza delle opere in progetto con gli ambiti inedificabili della L.R. 11/98 e s.m.i. (vedi capitolo 7). L'opera non ricade in aree soggette a vincolo idrogeologico.

3 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente elaborato fa riferimento alle seguenti normative di settore:

- D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento "Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".
- L.R. 6 aprile 1998, n.11 e s.m.i. "Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta".
- D.G.R. 10 ottobre 2008, n. 2939 "Approvazione delle nuove disposizioni attuative della Legge Regionale 6 aprile 1998 n.11 previste agli artt. 35, 36 e 37 in sostituzione dei capitoli I, II e III dell'allegato A alla Deliberazione della Giunta Regionale 15 febbraio 1999, n. 422 e revoca della Deliberazione della Giunta Regionale n.1968/2008".

4 LOCALIZZAZIONE AREA DI INDAGINE E DESCRIZIONE SINTETICA INTERVENTI

L'area oggetto di studio è situata nel Comune di Nus, sul versante in sinistra orografica del Dora Baltea, allo sbocco del vallone di Saint-Barthélemy, sul conoide del torrente omonimo.



Figura 4-1 Foto aerea del sito in esame con ubicazione della cabina

Il settore oggetto di indagine è caratterizzato da un versante con esposizione sud/sud-est con pendenze generalmente dolci, mediamente intorno ai 5-8° e comunque generalmente inferiore ai 10°. Tale versante a bassa acclività raccorda il pendio ad elevata pendenza di origine glaciale, a monte degli abitati di Nus, con il fondovalle principale e rappresenta la conoide alluvionale del torrente Saint-Barthélemy, nel settore più distale interferisce con la piana alluvionale della Dora Baltea.

Gli interventi prevedono la realizzazione di una nuova cabina elettrica MT/BT prefabbricata nei pressi del parcheggio antistante le scuole medie, ad una quota di circa 540m s.l.m., la posa tramite scavo in trincea di alcune linee elettriche MT/BT di collegamento, n.2

nuove colonnine di sezionamento di BT, oltre alla posa di alcuni tratti in cavidotti esistenti e la rimozione di alcuni tratti di linea esistente.



Figura 4-2 Corografia interventi in progetto

5 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

5.1 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Dal punto di vista geomorfologico il versante indagato presenta bassa acclività e raccorda il fianco sinistro della vallata principale con la piana alluvionale della Dora Baltea ed è costituito dall'estesa conoide alluvionale del torrente Saint-Barthélemy, che si è impostata sull'antico fondovalle glaciale generato dal ghiacciaio balteo.

Il modellamento glaciale viene evidenziato essenzialmente dal profilo traversale della valle principale, in cui si rileva un ampio fondovalle pianeggiate, in cui scorre la Dora Baltea, delimitato da versanti con acclività accentuata interrotti da rotture di pendenza che rappresentano i terrazzi glaciali prodottisi nelle diverse fasi di avanzata e ritiro dal ghiacciaio. Forme di accumulo legate all'azione glaciale, sviluppatesi durante l'ultima fase di ritiro, sono osservabili poco ad est in prossimità del cimitero e dello svincolo autostradale del Comune di Fénis.

In seguito al ritiro dei ghiacci ha avuto inizio l'attività erosiva di tipo fluviale che ha rimodellato le forme presenti lungo la vallata, rimodellamento della morfologia del territorio che è proseguito a causa dei processi gravitativi. Sono numerose, infatti, le frane di crollo, scivolamento e complesse osservabili lungo la valle. Queste sono dovute in gran parte a fenomeni di deformazione gravitativa profonda di versante (D.G.P.V.) presenti sia nelle zone a monte dell'abitato di Nus, sia sul versante in destra orografica della Dora Baltea a monte di Saint-Marcel.

Osservando l'andamento clivometrico del versante indagato si riscontra un fondovalle alluvionale pianeggiante dominato dalla dinamica della Dora Baltea, mentre il tratto successivo, di raccordo tra il fondovalle principale ed il versante a monte di Nus, è rappresentato inizialmente da una superficie a bassa acclività progressivamente crescente verso monte. Questa area è costituita dall'estesa conoide legata all'azione del torrente Saint-Barthélemy.

Il settore oggetto di indagine ha, dunque, rappresentato in epoche passate la porzione di territorio in cui si potevano osservare la coesistenza dei diversi processi connessi con i differenti corsi d'acqua che si sviluppano sul versante e con la Dora Baltea. La dinamica fluviale e torrentizia ha modellato il territorio attraverso la formazioni di interdigitazioni tra i depositi alluvionali di conoide da un lato e tra questi sedimenti e i depositi caratteristici della piana alluvionale dall'altro.

La dinamica torrentizia del torrente Saint-Barthélemy ha determinato nelle diverse fasi di deposizione un accumulo che si caratterizza di un materiale eterometrico che decresce dall'apice, dove si riscontrano blocchi di dimensioni più grossolane, verso i settori più distali dove i clasti a pezzatura più fine si espandono formando il cono di deiezione. Tale fenomeno è determinato dalla diminuzione di velocità, e dunque dall'energia di trasporto, che si manifesta a partire dall'apice del conoide dove è riscontrabile un netto cambio di pendenza dell'asta torrentizia.

In occasione di eventi meteorici importanti il torrente Saint-Barthélemy, oltre a sviluppare fenomeni erosivi lungo l'asta torrentizia nei tratti a monte, produce fenomeni di trasporto di massa che in caso di tracimazione possono interferire con i settori più prossimali all'alveo con deposizione del materiale trasportato come avvenuto nell'eccezionale evento alluvionale dell'Ottobre 2000, quando è avvenuta la deposizione di enormi quantitativi di materiale alluvionale costituito da sabbia, ghiaia, ciottoli e massi provenienti dal vallone di Saint-Barthélemy, provocando ingenti danni. Tuttavia, in seguito a tale fenomeno parossistico sono stati effettuati i lavori di sistemazione idraulico-forestale con regimazione in pietra e malta dell'alveo in tutto il tratto di conoide come osservabile nelle figure successive.



Figura 5-1 Tratto di conoide del Torrente Saint-Barthélemy



Figura 5-2 Immagine scattata dal ponte a monte della S.S.26

5.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

5.2.1 Substrato roccioso

Dal punto di vista geologico l'area oggetto di intervento si localizza all'interno del Complesso Ligure-Piemontese caratterizzato da una successione multifalda costituito da calcescisti con intercalazioni di rocce basiche (prasiniti e serpentiniti) a cui è sovrascorso il lembo Austroalpino del Monte Emilius. Il substrato non affiora all'interno dell'area di intervento, ma può essere osservato sul versante a monte degli abitati di Nus ed in particolare nelle incisioni torrentizie. I litotipi prevalenti sono rappresentati, come esposto precedentemente, dal complesso Ligure-Piemontese: prasiniti, serpentiniti e calcescisti.

5.2.2 Coperture sedimentarie quaternarie

Per quanto riguarda i depositi superficiali del versante in sinistra orografica della Dora Baltea, nell'area in esame sono prevalenti i depositi di origine alluvionale. Questi depositi possono essere distinti in depositi alluvionali della Dora Baltea e quelli detritico-alluvionali della conoide del torrente Saint-Barthélemy che si interdigitano e che ricoprono la zona oggetto di intervento anche con notevoli spessori. I primi sono costituiti da materiale medio grossolano, con granulometria variabile dalle sabbie siltose a ghiaie sino a ciottoli di dimensioni anche decimetriche, con livelli di materiale più fine limoso argilloso. Tali depositi presentano una classazione granulometrica sia in senso verticale che in senso orizzontale rispetto all'asta fluviale, in conseguenza ai diversi episodi deposizionali ed alla diversa velocità della corrente all'interno dell'alveo. I depositi della conoide alluvionale raccordano il versante con il fondovalle e sono formati da materiale eterometrico che decresce dall'apice, dove si riscontrano blocchi di dimensioni più grossolane immersi in una matrice sabbiosa, verso il piede della conoide, in cui prevalgono i clasti a pezzatura più fine: sabbie e silt con scarsi ciottoli subarrotondati. Tali depositi presentano anch'essi una classazione granulometrica sia in senso verticale che in senso orizzontale rispetto all'asta fluviale, conseguentemente ai diversi eventi di piena ed alla diversa velocità della corrente sulla conoide oltre che alla sua migrazione sulla conoide.

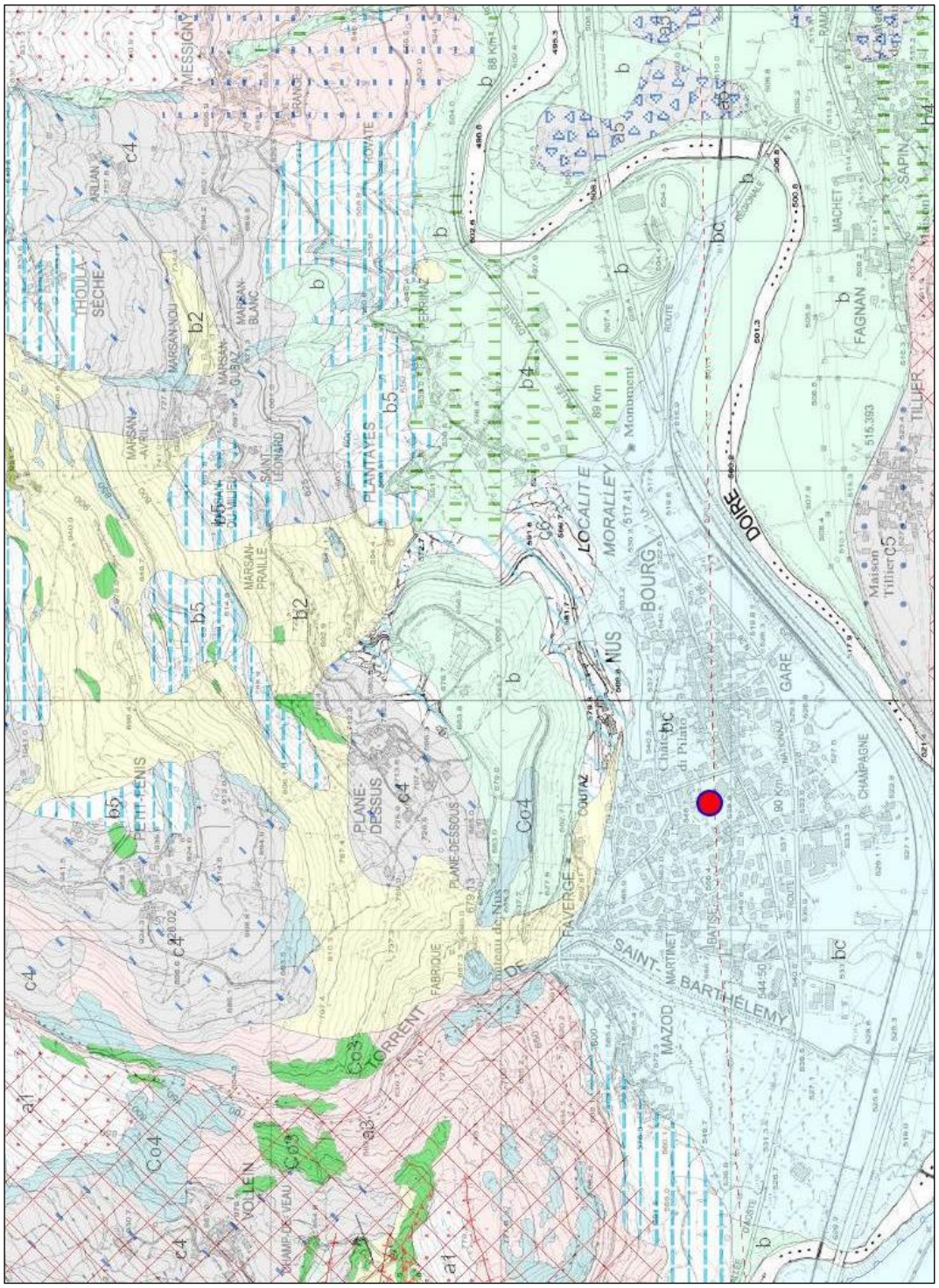


Figura 5-3 Estratto Carta Geologica della Valle d'Aosta – In Rosso la cabina in progetto

5.3 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Il tipo di drenaggio è condizionato dalle caratteristiche di permeabilità dei terreni che, nel settore in esame, costituito da depositi alluvionali, risulta essere elevata anche se variabile localmente a seconda della prevalenza di materiale grossolano o di matrice più fine. In linea indicativa si possono assumere valore di permeabilità (*k*) dell'ordine di 10^{-3} - 10^{-4} m/s. La variabilità di permeabilità nei depositi alluvionali è legata alla dinamica del torrente Saint-Barthélemy e della Dora Baltea, in particolare dalla velocità del flusso idrico che ha determinato una classazione del materiale. Si evidenzia, inoltre, una variazione laterale della permeabilità connessa alle interdigitazioni tra i differenti depositi formatesi conseguentemente ai diversi eventi alluvionali che si sono susseguiti nel tempo.

Il flusso idrico sotterraneo del settore oggetto di studio viene alimentato principalmente dalle acque del torrente Saint-Barthélemy, dove questo non risulta regimato, e dalle acque ruscellanti superficiali che si infiltrano andando ad alimentare le falde nella piana alluvionale oltre che dalla lenta infiltrazione delle acque meteoriche. Il torrente Saint-Barthélemy è contraddistinto da variazioni stagionali di portata che determinano processi di erosione, trasporto e sedimentazioni che si sviluppano all'interno dell'alveo torrentizio.

Inoltre, in occasione di fenomeni meteorici importanti le acque meteoriche, a saturazione della porzione più superficiale del deposito alluvionale, vengono a concentrarsi nella porzione corticale, dando origine a fenomeni di ruscellamento diffuso.

Gli interventi in progetto non interferiscono con alcun reticolato idrografico, ma l'edificio in esame è ubicato nell'area di conoide del torrente Saint-Barthélemy interessata dall'evento alluvionale dell'ottobre 2000. Tuttavia, in seguito agli interventi di sistemazione idraulico-forestale con regimazione dell'asta torrentizia nella zona di conoide la zona oggetto di intervento difficilmente verrà interessata da un altro fenomeno di esondazione.

6 CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE

6.1 PREMESSA

Per quanto riguarda la caratterizzazione del sottosuolo nell'area oggetto degli interventi, necessaria ai fini della definizione dei **PARAMETRI SISMICI** ai sensi delle NTC 2018 (D.M. 17 gennaio 2018), vista la L.R. 31 luglio 2012, n.23 "Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche" e vista la D.G.R n. 1603 del 4 ottobre 2013 "Approvazione delle prime disposizioni attuative di cui all'art.3 comma 3, della L.R. 31 luglio 2012, n.23 "Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche" Revoca della D.G.R. n.1271 del 2 agosto 2013", **è stata eseguita un'indagine sismica (prova MASW) per la determinazione del valore della velocità di propagazione delle onde di taglio ($V_{S,eq}$)**, la quale risulta raccomandata nel suddetto D.M.

6.2 GENERALITÀ SUL METODO MASW

Il parametro $V_{S,eq}$ rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S ed è calcolato mediante la seguente espressione:

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

Dove: h_i è lo spessore dello strato i-esimo
$V_{S,i}$ è la velocità delle onde ti taglio dello strato i-esimo
N è il numero di strati
H è la profondità del substrato sismico (V_s*>800 m/s)*

Per depositi con profondità H del substrato sismico superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Tale parametro può essere determinato attraverso indagini indirette ed in particolar modo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh o di Love.

La metodologia **MASW** (*Multi-channel Analysis of Surface Waves* - Analisi multicanale delle onde superficiali) si basa sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh e Love che vengono generate da una sorgente sismica applicata ortogonalmente o trasversalmente alla superficie del terreno; queste onde vengono rilevate da geofoni verticali od orizzontali, distribuiti su di un allineamento della lunghezza di qualche decina di metri in modo da mantenere costante a loro interdistanza.

Le **onde di Rayleigh** si muovono secondo un moto ellittico retrogrado, avente una componente sia verticale che orizzontale. Le **onde di Love** si muovono solo sul piano orizzontale con un'oscillazione la cui direzione è perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda.

Per generare queste onde nelle prospezioni MASW si usano sorgenti sismiche ad impatto verticale sul terreno (Rayleigh con geofoni verticali per la componente verticale e geofoni orizzontali per la componente orizzontale) e sorgenti con direzione d'impatto parallela al terreno, mediante apparati che creano sollecitazioni orizzontali (Love con geofoni orizzontali orientati secondo la direzione d'oscillazione dell'onda). Ovviamente energizzando nei due suddetti metodi si generano anche onde di corpo (utilizzate generalmente nelle analisi sismiche a rifrazione o riflessione), ma gran parte dell'energia trasmessa genera onde di superficie di tipo Rayleigh.

L'interesse verso le onde superficiali è legato alla loro proprietà dispersiva attraverso la quale si può risalire alle proprietà elastiche dei terreni superficiali e quindi alla velocità delle onde di taglio, con le quali, al livello di grandezza, sono in stretta relazione secondo il rapporto:

Vs=1,1*VRayleigh o VLove.

La propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo è legata alla lunghezza d'onda ed alla frequenza, e queste due proprietà fisiche sono in relazione con la velocità secondo il rapporto:

lunghezza d'onda = velocità/frequenza; $\lambda = v/f$

In un mezzo perfettamente isotropo le onde superficiali non subirebbero il fenomeno della dispersione, ma in natura tale condizione è difficilmente realizzabile in quanto le caratteristiche elastiche del mezzo tendono a cambiare con la profondità.

La dispersione delle onde piane è rappresentata nello spettro elastico *F/V* o *F/K* dove F è la frequenza dell'onda, V è la velocità di fase, K è il numero d'onda cioè il numero di oscillazioni di un'onda nell'unità di lunghezza.

Per un'onda non-dispersiva il numero d'onda è proporzionale alla frequenza.

Entrambi gli spettri rappresentano nel campo delle frequenze le condizioni più energetiche di una perturbazione sismica che è dovuta soprattutto alle onde superficiali.

Su questi spettri elastici la porzione più energetica comprende un ampio intervallo di frequenze che è funzione della profondità: in superficie prevalgono le alte frequenze, mentre le basse sono rappresentative degli strati più profondi.

Una situazione non infrequente è quella di trovare nello spettro elastico più campi energetici che rappresentano i modi superiori delle onde in esame, mentre quello considerato rappresentativo per la correlazione delle Vs è quello fondamentale che si posiziona più in basso nello spettro.

La metodologia per la realizzazione di un'indagine sismica MASW prevede 4 passi fondamentali:

- L'acquisizione lungo uno stendimento rettilineo di geofoni delle onde superficiali generate da una sorgente energizzante artificiale
- Estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali
- Inversione delle curve di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_S
- Ricostruzione di una sezione delle V_S

6.3 PIANIFICAZIONE ED ESECUZIONE DELL'INDAGINE

Per l'acquisizione dello stendimento sismico di superficie è stato utilizzato un sismografo a 24 canali, mod16S24U della P.A.S.I. S.r.l..

L'acquisizione delle onde di Rayleigh è avvenuta tramite uno stendimento a **12 geofoni** orizzontali con frequenza propria di 10Hz distanziati ognuno di **2m** (distanza intergeofonica) per una lunghezza complessiva della linea sismica pari a **22m**. L'indagine è stata eseguita con 2 punti di energizzazione (detti *shots*) con offset minimo di 2,5m e 5m e nella fase di acquisizione è stato effettuato, per ogni *shot*, uno *stack* verticale di 4 battute mediante mazza di battuta da 8Kg su piastra di alluminio.

I dati sono stati registrati con un tempo di acquisizione di **2s** e con frequenza di campionamento di **4000Hz** (periodo di campionamento 250 µs).

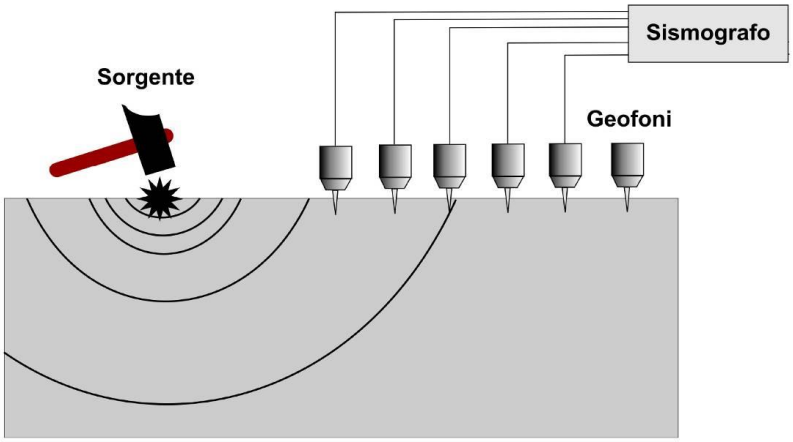


Figura 6-1 Schema di stendimento sismico

6.4 INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software *WinMASW Pro*, prodotto dalla Eliosoft, che consente di ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio V_S secondo la seguente metodologia:

- Calcolo dello spettro di velocità
- Individuazione del modo fondamentale e degli eventuali superiori
- Picking della curva di dispersione
- Inversione della curva di dispersione e individuazione del profilo di velocità V_S

Per l'analisi dei dati è stata utilizzata la curva di dispersione relativa allo *shot* posto all'offset di 5m dalla linea geofonica. La rappresentazione del dataset, acquisito normalizzato nel tempo di 0.6sec, è raffigurata nella seguente figura.

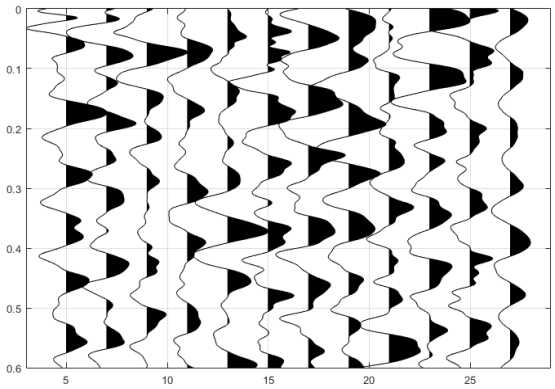


Figura 6-2 Dataset normalizzato

Quello che segue è lo spettro di velocità con relativo picking della curva di dispersione delle onde di superficie, cioè la determinazione dei punti che si ritengono appartenere al modo fondamentale dell'onda superficiale di Rayleigh (Figura 3-5).

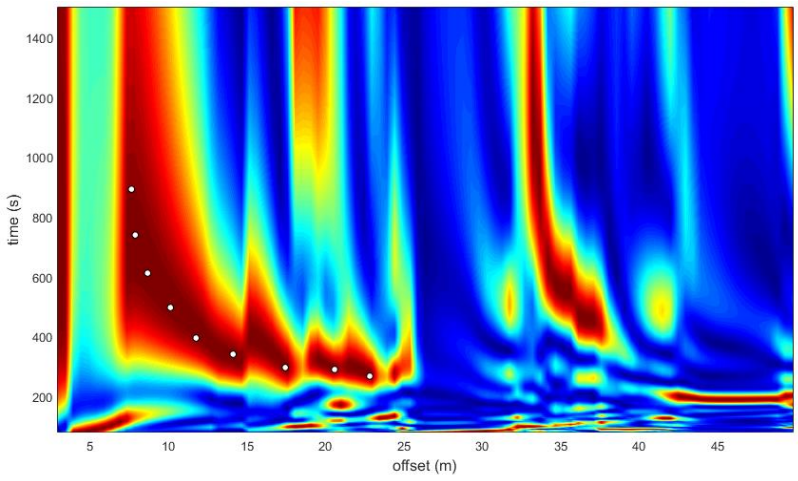
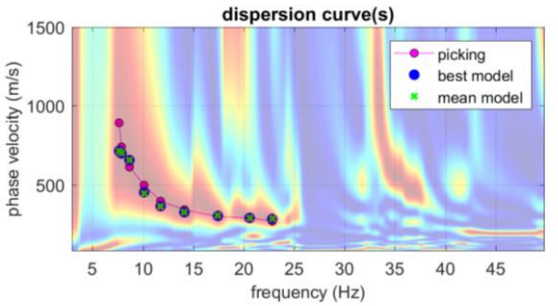
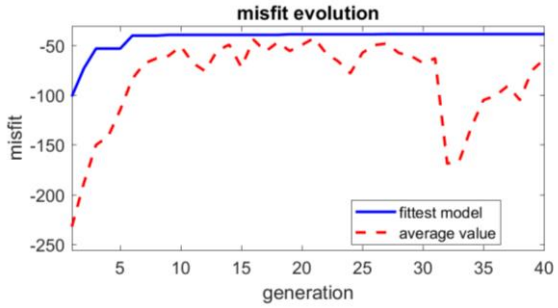
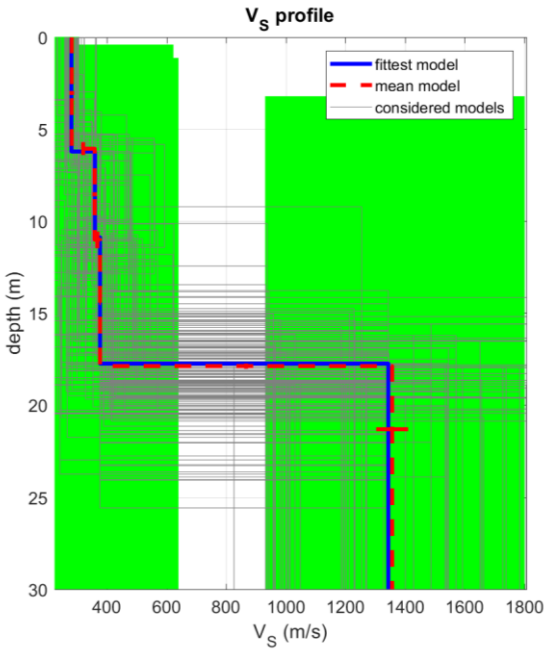


Figura 6-3 Spettro di Velocità e Picking

Una volta selezionati le curve di dispersione queste vengono elaborate durante la fase di inversione eseguita tramite algoritmi generici, il cui risultato raffigurato nelle immagini seguenti.







Sono stati individuati 4 strati sismici a diversa velocità V_S e precisamente

STRATO	Vs	Spessore
1	281	6,2
2	360	4,7
3	377	6,9
4	1344	Semi-spazio

6.5 DEFINIZIONE CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

L'analisi della dispersione delle onde superficiali a partire dai dati di sismica attiva *MASW* ha consentito di determinare, per la zona di indagine da piano campagna, un valore di **$V_{S,eq}$ calcolata di 333 m/s** e pertanto rispetto alla nuova e vigente normativa antisismica (NTC 2018) il sito in esame investigato ricade nella **CATEGORIA C** - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/*s (vedi tabella allegata).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,* con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 3.2.II – NTC 2018

6.6 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

L'analisi del versante oggetto degli interventi ha evidenziato una superficie ricadente in **categoria T1** in quanto *"superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°"*.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Tabella 3.2.III – NTC 2018

6.7 PARAMETRI GEOTECNICI

Per quanto riguarda i depositi di origine torrentizia rimaneggiati, il sedimento è costituito da ghiaia grossolana inglobante ciottoli subarrotondati di dimensioni centimetrico-decimetrico in matrice fine sabbiosa-limosa.

Da bibliografia ("*Geotechnical Properties of Geologic Materials*", J.W. Koloski, S.D. Schwarz, D.W. Tubbs, Washington Division of Geology and Earth Resources Bulletin 78, 1989) i depositi possono assumere i seguenti parametri:

Classification		Grain	Sorting	Dry	Friction	Cohesion	Permeability	Storage	Seismic	Resistivity
Geologic	USCS	Size		Density	angle			capacity	velocity	
				(pcf)	(deg)	(psf)	(fpm)		(fps x 1000)	(ohm-m x 1000)
ALLUVIAL										
High Energy	GW,GP, GM	Med-Coarse	Med-Good	115-130	30-35	0	0.01-10	0.1-0.3	1.5-5dry 5-7.5wet	0.3-30dry 0.2-20wet

7 COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO AI SENSI DELLA L.R. 11/98 E S.M.I.

7.1 CARATTERIZZAZIONE VINCOLI L.R. 11/1998

7.1.1 Terreni sedi di frane – Art.35/1

Gli interventi in progetto ricadono interamente in area vincolata ai sensi dell'**art.35 comma 1 della L.R. 11/98 e s.m.i.** e in particolare in zona F3 indicante terreni sedi di frane a bassa pericolosità, come osservabile nel seguente estratto cartografico.

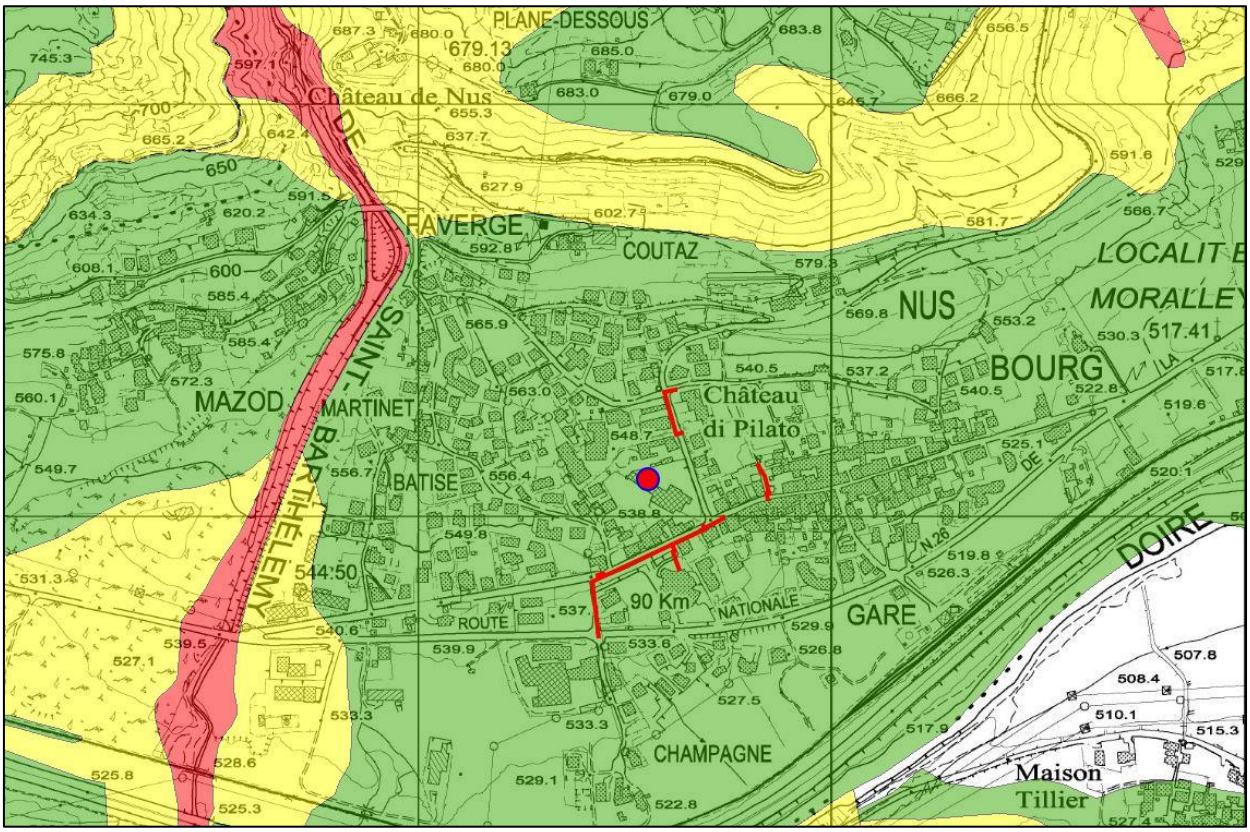


Figura 7-1 Estratto cartografia ambiti inedificabili L.R.11/98 - Art.35/1 Terreni sedi di frane su base CTR con il punto rosso ad indicare la cabina MT/BT e in rosso gli interventi di nuova realizzazione con scavo

7.1.2 Terreni soggetti a rischio di inondazioni – Art.36

Gli interventi in progetto ricadono interamente in area vincolata ai sensi dell'**art.36 della L.R. 11/98 e s.m.i.** e in particolare in fascia C3 indicante terreni soggetti a basso rischio di inondazioni, come osservabile nel seguente estratto cartografico.

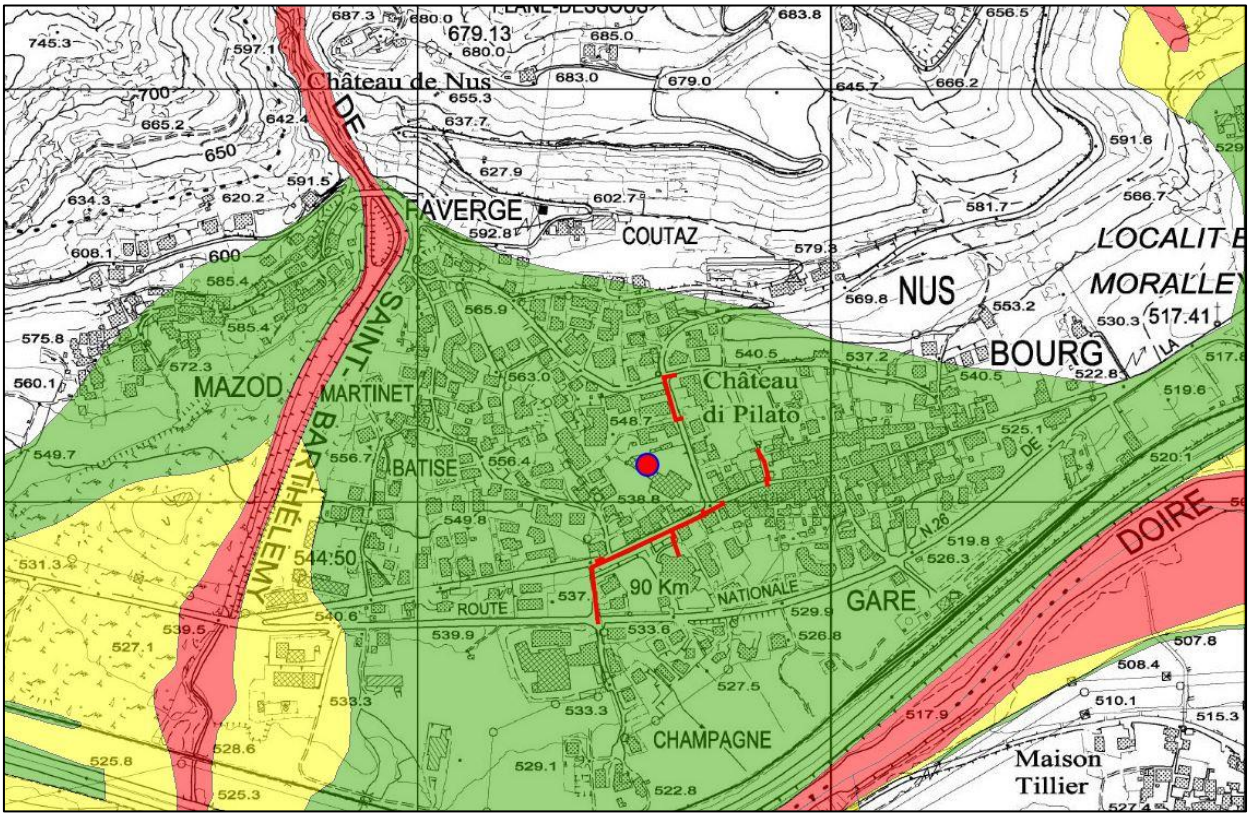


Figura 7-2 Estratto cartografia ambiti inedificabili L.R.11/98 - Art.36 Terreni sedi di frane su base CTR con il punto rosso ad indicare la cabina MT/BT e in rosso gli interventi di nuova realizzazione con scavo

7.2 INDIVIDUAZIONE E ILLUSTRAZIONE DELLE DINAMICHE E DELLA PERICOLOSITÀ DEI FENOMENI

Il settore in cui vengono eseguiti gli interventi in progetto risulta vincolato da area a bassa pericolosità di frana e di inondazione in riferimento alla dinamica del torrente Saint-Barthélemy caratterizzato principalmente da potenziali fenomeni di trasporto di massa in quanto l'edificio in oggetto risulta ubicato sulla conoide del torrente stesso.

Tale settore è stato interessato nell'Ottobre del 2000 dall'eccezionale evento alluvionale che ha colpito gran parte del territorio regionale. L'esondazione del torrente ha provocato ingenti danni in tutta l'area di conoide sede della maggiormente degli abitati del Comune di Nus.

Nel 2007 sono stati conclusi i lavori di sistemazione idraulico-forestale nel settore di conoide dell'alveo, a circa 450m dall'area in esame, il quale ora risulta essere regimato fino quasi alla confluenza con la Dora Baltea, come esposto in precedenza.

In base alle osservazioni in sito e alle caratteristiche progettuali si evidenzia che sull'area interessata dagli interventi, a bassa pericolosità per frana, non si evidenziano fenomeni di dissesto in atto e che l'assetto geomorfologico del settore investigato è definito nel complesso da depositi alluvionali rimaneggiati, che non evidenziano indizi di pericolosità, all'interno del borgo in una zona pressoché interamente antropizzata.

7.3 VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO

- In riferimento all'**Art. 35 della L.R. 11/98 e s.m.i.**, gli interventi in progetto ricadenti in zona F3 a bassa pericolosità di frana, risultano consentiti in riferimento alla D.G.R. n. 2939 del 10/10/2008, Capitolo II, Paragrafo C.3).
- In riferimento all'**Art. 36 della L.R. 11/98 e s.m.i.**, gli interventi in progetto ricadenti in fascia C, indicanti terreni soggetti a basso rischio di inondazioni, risultano consentiti in riferimento alla D.G.R. n. 2939 del 10/10/2008, Capitolo IV, Paragrafo C.3).

L'intervento, che si inserisce in un contesto morfologico già antropizzato, all'interno del capoluogo comunale, risulta compatibile con le dinamiche che si sviluppano sul versante, e descritte nel capitolo precedente, ed inoltre la cabina che non presenterà aperture sul fronte monte, ma solamente sul lato di valle e non a raso, mentre le linee risulteranno interrate e pertanto non interferenti con i fenomeni che potrebbero generarsi.

Inoltre si evidenzia che, in riferimento a quanto descritto ed alle caratteristiche progettuali, la realizzazione degli interventi proposti risulta compatibile con il grado di rischio che insiste sull'area in quanto non modificano sostanzialmente l'assetto morfologico dell'area e non generano ulteriori criticità nell'area e nell'area a valle della stessa.

7.4 VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ DELL'OPERA DA REALIZZARE E DEGLI INTERVENTI DI RIDUZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

In base a quanto espresso ed in base alle caratteristiche progettuali, non emergono problematiche che impediscano la realizzazione degli interventi in progetto, una volta considerate le prescrizioni riportate nel capitolo successivo, e si evidenzia una bassa vulnerabilità delle opere rispetto ai fenomeni e dissesti idrogeologici che potenzialmente si possono sviluppare nell'area in esame.

Analizzando gli interventi in progetto, non si ritengono necessari ulteriori interventi di riduzione della pericolosità e della vulnerabilità dell'opera nei confronti dei potenziali dissesti di natura idrogeologica presenti. La soluzione di realizzare le aperture della cabina sul prospetto sud lo rende compatibile con la situazione idrogeologica presente in sito.

Ad intervento ultimato non si evidenziano elementi che possano pregiudicare la stabilità del versante interessato dagli interventi se correttamente eseguiti e non rappresentano un aggiuntivo fattore che determina l'instaurarsi di ulteriori dissesti.

8 INDICAZIONI RELATIVE AGLI INTERVENTI

In base alle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni ed alla morfologia del sito si suggeriscono alcune indicazioni di carattere generale relative alla realizzazione degli interventi in progetto, anche per quanto riguarda la fase di cantiere.

I movimenti terra dovranno essere eseguiti a regola d'arte ed effettuati possibilmente in periodi non immediatamente successivi ad intense precipitazioni piovose ed allo scioglimento delle nevi e dovranno essere eseguiti tenendo conto delle caratteristiche geotecniche.

Gli scavi dovranno essere richiusi nel più breve tempo possibile al fine di evitare prolungati tempi di apertura dello scavo con conseguente variazione delle caratteristiche geotecniche a breve termine dei materiali interessati.

Per quanto riguarda la realizzazione degli scavi in trincea per gli interventi di posa delle linee elettriche possono fornire le seguenti indicazioni:

- Gli scavi dovranno essere eseguiti a regola d'arte tenendo conto delle caratteristiche geotecniche dei materiali coinvolti e realizzando scarpate provvisorie con inclinazioni non superiori ai 70°.
- Nel caso in cui durante la fase di scavo si dovessero incontrare trovanti di grosse dimensioni se ne dovrà prevedere l'estrazione e/o la demolizione, mediante mezzi meccanici, fino a raggiungere la profondità minima per la posa dei tubi e la realizzazione dei pozzetti.
- In caso di terreni scadenti o in presenza di acqua, effettuare lo scavo a campione ed eventualmente sostenere provvisoriamente il fronte di scavo con opere temporanee, predisporre sul fondo della trincea uno strato di ghiaietto e, qualora le condizioni lo richiedano, una tubazione drenante per favorire l'allontanamento delle acque.
- In fase di scavo, impedire che le acque meteoriche o di infiltrazione scorrano lungo i fronti della trincea innescando fenomeni di erosione e che si convogliano all'interno dello scavo diventando il collettore preferenziale di parte del deflusso superficiale.

- La trincea dovrà essere riempita con terreno scelto sino ad un'altezza di 25 cm sopra i tritubi (sabbia adeguatamente addensata) e successivamente con il materiale di risulta opportunamente vagliato e selezionato e correttamente costipato al fine di evitare assestamenti successivamente alla fase di rinterro.
- Nel caso in cui la profondità di scavo sia minore di quella prevista, le tubazioni dovranno essere protette mediante appositi manufatti.
- Il terreno di fondazione su cui insisteranno le colonnine di sezionamento e gli eventuali pozzetti dovrà essere adeguatamente addensato, in caso contrario dovrà essere opportunamente costipato in modo da migliorarne le caratteristiche di portanza in modo da evitare eventuali cedimenti.
- Una volta ripristinati i tratti di strada interessati, il materiale di reinterro dovrà essere adeguatamente costipato.

In riferimento alle operazioni per la realizzazione della cabina elettrica, e in particolare per la messa in opera della platea di fondazione, si evidenzia, oltre a quanto evidenziato precedentemente in riferimento agli scavi in trincea, che, per garantire le adeguate condizioni di sicurezza, il terreno di fondazione dovrà avere caratteristiche adeguate ai carichi agenti, in caso contrario approfondire ulteriormente lo scavo e/o costipare opportunamente il terreno in modo da migliorarne le caratteristiche di portanza, così come il materiale granulare di sottofondo (con pezzatura max 25mm), al fine di escludere un cedimento del sistema "opera-terreno".

9 CONCLUSIONI

Sulla base delle considerazioni geologico-tecniche esposte in questa relazione, fatte salve le indicazioni sopra riportate, anche nello studio di compatibilità, e tenendo conto delle modalità esecutive, non si rilevano elementi di carattere geologico e geomorfologico contrari al progetto degli interventi di posa di cavi elettrici sotterranei MT/BT per allacciamento nuova cabina elettrica denominata "Ex CPN" in loc. Capoluogo, nel Comune di Nus.

L'intervento è **compatibile** con la normativa vigente per gli interventi ricadenti in aree a bassa pericolosità per frana e soggette a basso rischio di inondazioni (artt. 35-36 della L.R. 11/98 e smi).