



Relazione geologica

Studio di compatibilità

Comune di: **Challand-Saint-Anselme (AO)**
Commune de:



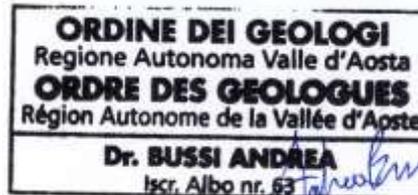
Committente: **DEVAL S.p.A. a s.u.**
Committant:



Oggetto: **Lavori costruzione linea MT + nuova cabina elettrica in Località Quinsod nel Comune di Challand St. Anselme**
Objet:

Data: **Marzo 2024**
Date:

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



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.83 11020 Charvensod (AO)

P.IVA e CF 01189240078

Tel 320/4565701 – 340/2342597

Mail tecnici@geoalps.it – PEC: geoalps@pec.geoalps.it

Sito web: www.geoalps.it

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3	LOCALIZZAZIONE AREA DI INDAGINE E DESCRIZIONE SINTETICA INTERVENTI	5
4	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.....	7
4.1	Caratteristiche geomorfologiche.....	7
4.2	Caratteristiche geologiche.....	9
4.2.1	Substrato roccioso.....	9
4.2.2	Coperture sedimentarie quaternarie.....	13
4.3	Caratteristiche idrogeologiche	13
5	CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE	16
5.1	Volume significativo	16
5.2	Parametri sismici	16
5.2.1	Categoria di sottosuolo	17
5.2.2	Stima Parametri geotecnici	17
5.2.3	Parametri di classificazione.....	18
5.2.4	Parametri fisici.....	20
5.2.5	Parametri geotecnici	22
5.3	Analisi dei fronti di scavo.....	23
5.4	Materiale derivante lo scavo	24
6	COMPATIBILITÀ DELL’INTERVENTO AI SENSI DELLA L.R. 11/98 E S.M.I.	25
6.1	Classificazione urbanistico-edilizia dell’intervento	25
6.2	Caratterizzazione dei vincoli della L.R. 11/1998.....	25
6.3	Individuazione e illustrazione delle dinamiche e della pericolosità dei fenomeni	28
6.4	Valutazione della compatibilità dell’intervento	51
6.5	Valutazione della vulnerabilità dell’opera e definizione degli interventi di riduzione della pericolosità	52
7	INDICAZIONI RELATIVE AGLI INTERVENTI	53
8	CONCLUSIONI.....	55
	ALLEGATO 1.....	56

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

1 PREMESSA

La presente relazione geologica relativa alla progettazione dei lavori di costruzione linea MT e di una nuova cabina elettrica in Località Quinsod nel Comune di Challand St. Anselme, è stato redatto su incarico della committente società DEVAL S.p.A. a s.u.

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, i criteri geologico per le soluzioni costruttive.

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

- **ricadono** in terreni sedi di frane (art.35/1) in **zona Fc2 e 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 IcB**;
- 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 6).

Si evidenzia che gli interventi non ricadono in terreni soggetti a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

2 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”.
- D.G.R. 12 aprile 2021, n. 378 “Approvazione delle tipologie e caratteristiche delle trasformazioni urbanistiche o edilizie, ai sensi dell’articolo 59, comma 4, della L.R. 11/1998. Revoca della DGR 966/2019”
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale”.
- D.P.R 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.”
- L.R. 31 luglio 2012, n.23 “Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche”
- D.G.R. 4 ottobre 2013, n.1603 “Approvazione delle prime disposizioni attuative di cui all’art.3 comma3, della Legge regionale 31 luglio 2012, n.23 “Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche”. Revoca della DGR n.1271 del 2 agosto 2013”
- D.G.R. 1 agosto 2014, n.1090 “Approvazione dell’atto di indirizzo per l’individuazione degli interventi privi di rilevanza ai fini della pubblica incolumità, ai sensi dell’art. 3, comma 3, lettera e, della legge regionale 31 luglio 2012, n. 23 “Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche”. Sostituzione degli allegati n. 4 e n. 6.2 alla deliberazione della giunta regionale n. 1603 del 4 ottobre 2013”.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

3 LOCALIZZAZIONE AREA DI INDAGINE E DESCRIZIONE SINTETICA INTERVENTI

L'intervento prevede la realizzazione di 1 nuova cabina elettrica in corrispondenza dell'area a parcheggio in loc. Quinsod e la posa di linea elettrica interrata in nuove tubazioni per comprensivi circa 600 m, oltre ad alcune colonnine di sezionamento in BT. Si prevede scavo in trincea interamente lungo viabilità asfaltata esistente. La cabina necessita di scavo per messa in opera di fondazione con profondità di circa 50cm.

L'intervento è mirato al miglioramento e all'implementazione della rete presente e si prevedono:

- realizzazione nuova cabina;
- raccordo cabina alla rete MT/BT;
- interrimento MT/BT;

Per maggiori dettagli relativi alle opere si rimanda agli elaborati di progetto.

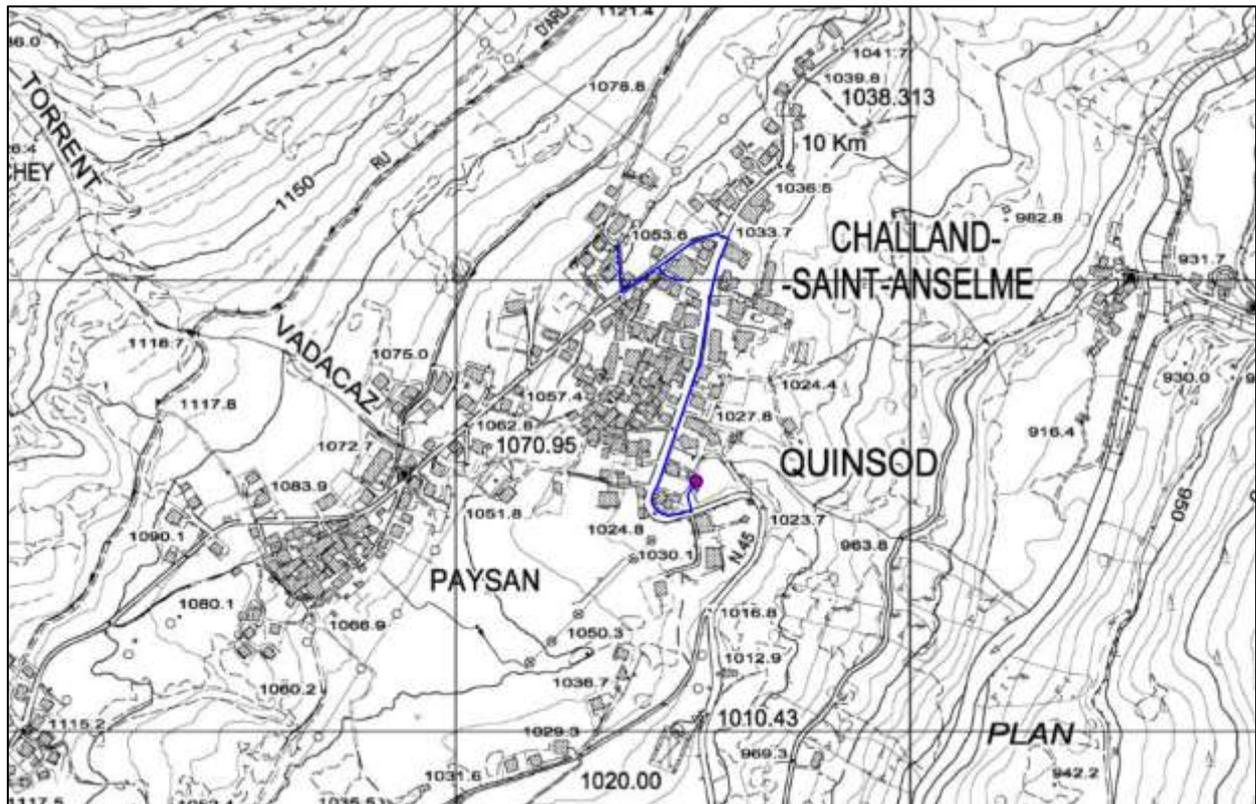


FIGURA 3-1 LOCALIZZAZIONE INTERVENTI IN PROGETTO SU BASE CTR

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ



FIGURA 3-2 ESTRATTO DEL PROGETTO DI CONNESSIONE DELLA NUOVA UTENZA. IL QUADRATO DI COLORE ROSSO RAPPRESENTA LA NUOVA CABINA

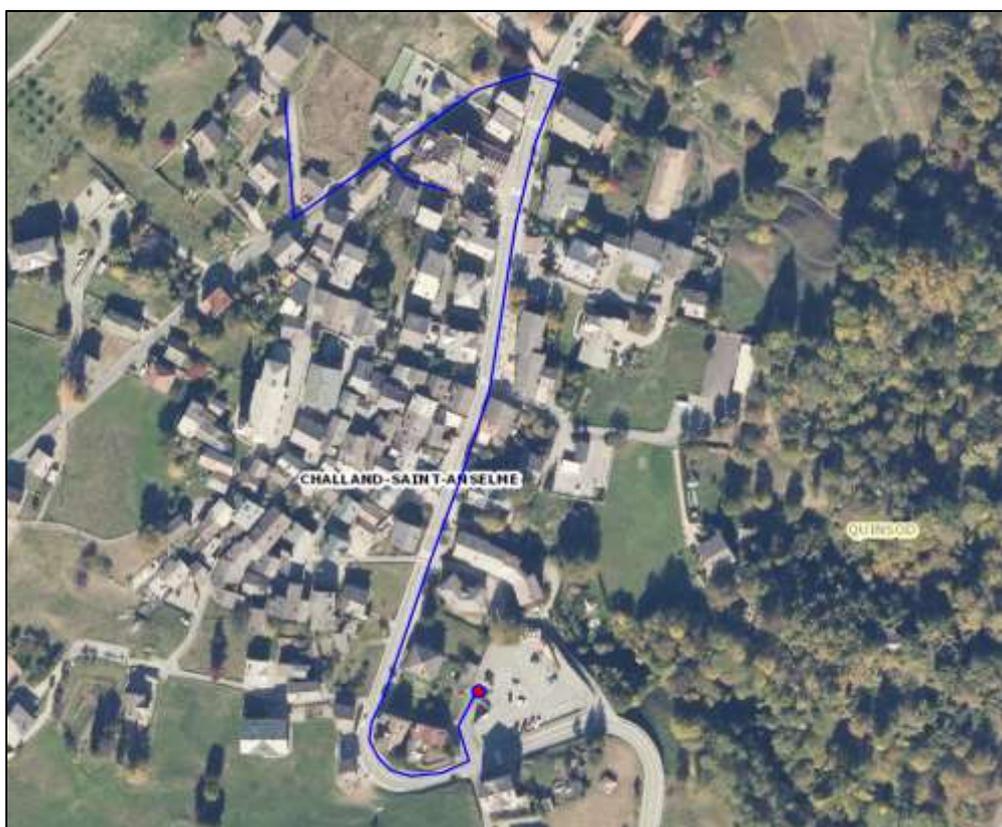


FIGURA 3-3 LOCALIZZAZIONE INTERVENTI IN PROGETTO SU BASE FOTO AEREA

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

4 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

4.1 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Gli interventi in oggetto si inseriscono sul versante destro della Val d’Ayas incisa dal torrente Evançon. La Val d’Ayas è una delle vallate laterali in sinistra orografica rispetto alla valle principale incisa dalla Dora Baltea ed è situata tra la Valtournenche e la Valle di Gressoney. Essa si presenta come una valle piuttosto lunga e stretta e possiede una struttura orografica che si rivela come il prodotto della modellazione glaciale e del successivo rimodellamento fluviale e gravitativo sulla tettonica e sulla natura litologica locale. La morfologia della zona è quella tipica delle valli di origine glaciale caratterizzata da un asse centrale, su cui nel Pleistocene superiore defluiva il ghiacciaio principale, e da valli laterali sospese entro cui si sviluppavano colate minori che confluivano verso il collettore principale. Il progressivo ritiro dei ghiacciai olocenici, caratterizzato da alternate fasi di avanzata e ritiro, è documentato dalle morene frontali depositate in differenti settori del fondovalle.



FIGURA 4-1 VISTA VAL D'AYAS IN CORRISPONDENZA DEL SETTORE IN ESAME

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

L'azione erosiva dell'apparato glaciale di tipo Himalayano ha determinato dunque da un lato un processo di erosione a carico del substrato di fondo e delle pareti che lo conteneva lateralmente, con trasporto dei materiali che si accumulano sulla superficie glaciale e che si localizzavano al di sotto della massa glaciale e dall'altro, durante le fasi di ritiro, un processo di sedimentazione dei materiali trasportati. Si distingue la forma tipica della valle a "U" con fondovalle assai largo e pianeggiante, localmente celato da accumuli di frana e conoidi alluvionali ed inciso successivamente dal torrente Evançon, e da ripidi pendii. Sono, inoltre, riconoscibili nel profilo trasversale della vallata, una serie di gradini o terrazzi glaciali, che evidenziano l'azione di approfondimento erosionale del ghiacciaio avvenuta durante fasi glaciali di avanzata e ritiro, come il terrazzo dov'è ubicato il capoluogo. 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. Infatti, le frane di crollo e frane complesse sono osservabili lungo la vallata. Il susseguirsi di tutte queste dinamiche, dovute alle pulsazioni glaciali ed ai fenomeni erosivi e gravitativi innescatosi successivamente, ha quindi rimodellato il territorio generando la morfologia al giorno d'oggi. Per quanto riguarda la dinamica del Torrente Evançon si evidenzia che il corso d'acqua, nel settore investigato, ha approfondito progressivamente il proprio alveo incidendo depositi glaciali e substrato roccioso. Infatti, il tratto di corso d'acqua a valle si approfondisce progressivamente fino a defluire all'interno di una stretta incisione con pareti molto ripide. I processi di sedimentazione sono condizionati dalla diversa velocità della corrente all'interno dell'alveo di piena e comunemente si genera una classazione del materiale depositato non solo verticalmente, ma anche lateralmente rispetto alla direzione principale del flusso.

Sul versante a monte del capoluogo di Challand-Saint-Anselme, si evidenzia il bacino del Torrent Vacadaz, affluente destro del T. Evançon e che in corrispondenza dell'abitato risulta tombinato.

Infatti a valle del bacino si individua il conoide del torrente divisibile da due aree con diverse caratteristiche: un'area di monte a carattere prevalentemente naturale e contraddistinta dal tratto di corso d'acqua in cunettone e un'area a carattere prevalentemente residenziale (abitati di Paysan e Quinsod) dove il corso è regimato e tombinato sino a valle del parcheggio comunale in corrispondenza del quale insiste l'intervento in esame.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

4.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

4.2.1 Substrato roccioso

Dal punto di vista geologico, l'area di interesse si inquadra all'interno dell'unità tettonica denominata Zona Piemontese. Si tratta di un'unità ofiolitica (formata da rocce di fondo oceanico e relative coperture) composta da due elementi separati: l'elemento inferiore, o zona Zermatt-Saas, è costituito da prevalenti rocce basiche ed ultrabasiche, in facies eclogitica (serpentiniti, metagabbri, oficalci), con subordinate coperture (calcescisti); l'elemento superiore, o zona del Combin, all'interno del quale ricade l'area in esame, è invece costituito da prevalenti calcescisti con subordinati elementi ofiolitici (pietre verdi) di basso grado metamorfico.

Tra i due elementi è tettonicamente interposta una sottile unità formata da quarziti, dolomie, carnirole e marmi denominata Unità Pancherot-Cime Bianche-Bettaforca; quest'unità, è solitamente facilmente individuabile per il contrasto cromatico con le rocce circostanti.

L'area di intervento è disposta in corrispondenza della sovrapposizione delle 2 unità e in particolare si riscontrano i seguenti litotipi:

- anfiboliti albitiche e serpentiniti antigoritiche per l'unità Zermatt-Saas
- calcescisti e prasiniti per l'unità del Combin

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

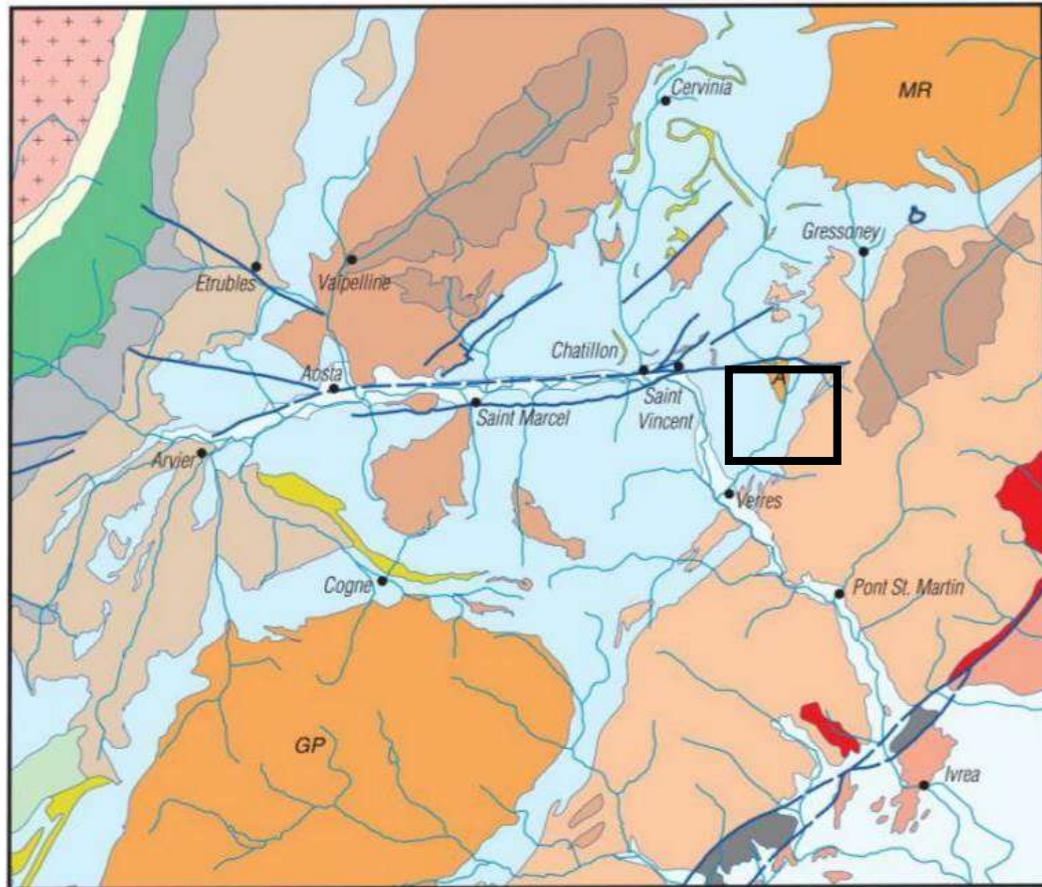


FIGURA 4-2 INQUADRAMENTO TETTONICO REGIONALE CON INDICAZIONE DELL'AREA IN ESAME (FONTE ISPRA-CARG)

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

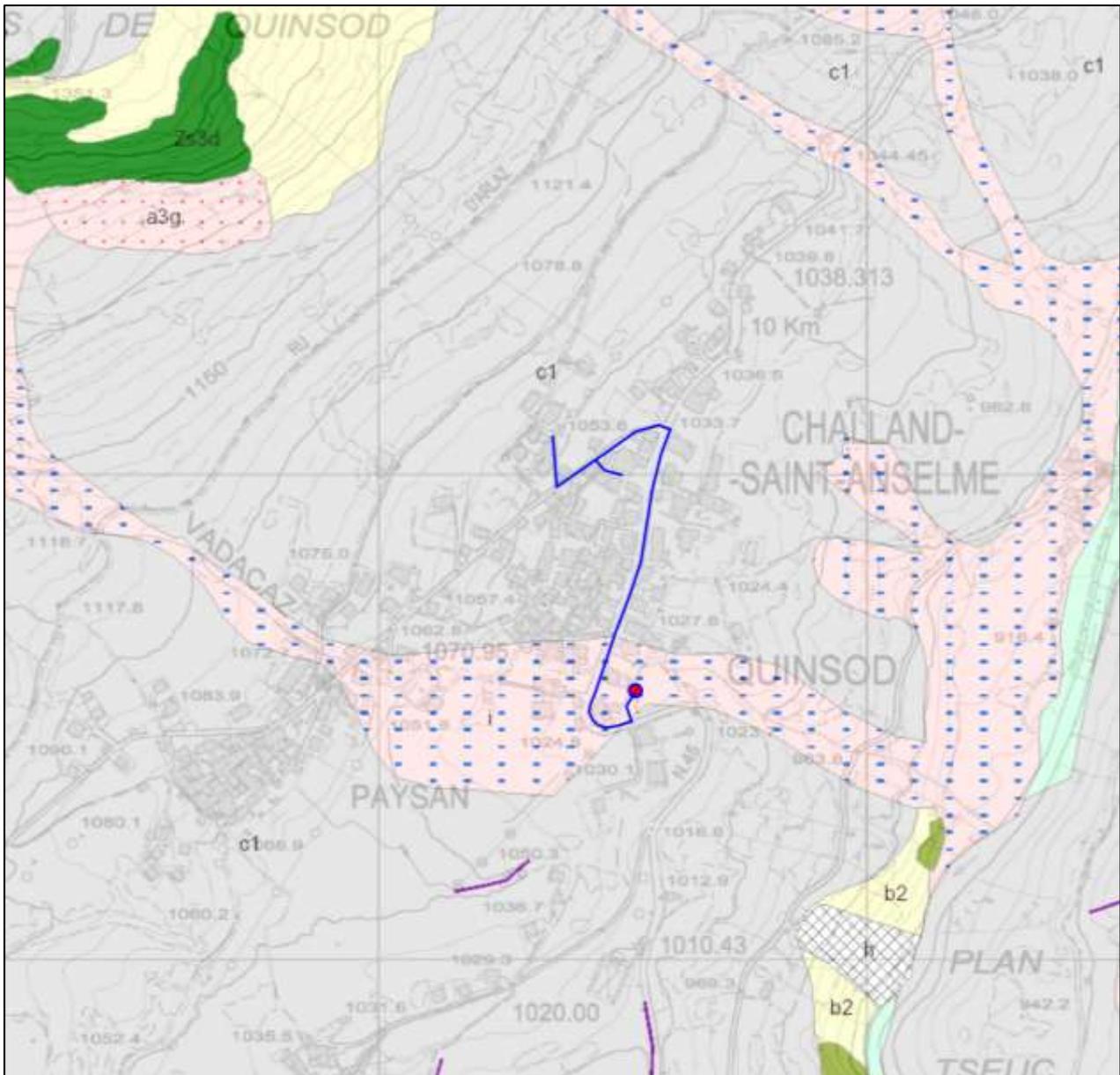


FIGURA 4-3 ESTRATTO CARTA GEOLOGICA – GEONAVIGATORE RAVDA – SCALA 1:10.000

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Depositi quaternari

DEPOSITI QUATERNARI

	Deposito alluvionale e fluvioglaciale Deposito alluvionale e fluvioglaciale. Ghiaie sabbiose stratificate, a supporto di clasti, con ciottoli arrotondati, embricati, in matrice sabbiosa medio-grossolana.
	Detrito di falda Detrito di falda.
	Deposito di origine mista Deposito di origine mista. Deposito eterogeneo, con stratificazione grossolana a matrice sabbiosa poco limosa, con intercalazioni di ghiaie e sabbie selezionate
	Conoide di origine mista Conoide di origine mista.
	Coltre detritico-colluviale Coltre detritico-colluviale. Sabbie ghiaiose, poco limose, massive o mal stratificate, non addensate, a clasti spigolosi
	Discarica / riporti antropici Discarica e riporti antropici.
	Till indifferenziato Till indifferenziato. Ghiaie sabbioso-limose con blocchi, massive, con clasti da subangolari a subarrotondati.
	Accumulo a grandi massi Accumulo a grandi massi. Ammasso di bocchi spigolosi monogenici, talora in parte derivati dalla disarticolazione in situ del substrato.

Substrato pre-quaternario

ZONA PIEMONTESE (O - 200000)

Unità superiori non eclogitiche (Zona del Combin s.l.) (O1 - 210000)

Unità del Combin (O1C - 211000)

	Prasiniti Prasiniti. Metabasalti tholeitici ad albite porfiroblastica e peccillica, actinolite, clorite, epidoto, talora a carbonato, in corpi maggiori e in alternanze stratoidi con i calcescisti; anfiboliti albitico-epidotiche e varietà ad albite ocellare-clorite (ovarditi Auct.); rari relitti di anfiboliti sodici.
---	---

Unità inferiori eclogitiche: Unità di Zermatt Saas e della Grivola-Urtier (O2 - 220000)

Zermatt-Saas (O2Z - 221000)

	Serpentiniti antigoritiche Serpentiniti antigoritiche. Serpentiniti antigoritiche a magnetite, spesso con vistosi aggregati di titanclinohumite-olivina-diopside a tremolite di età alpina e sottili livelli di cloritoscisti, in corpi chilometrici derivati da peridotiti di mantello (Breithorn-Gobba di Rollin-Monte Rosso di Verra, Avic), con abbondanti filoni rodingitici, e in scaglie minori, scistoso-laminati o milonitici.
	Metagabbri Metagabbri. Metagabbri massicci, con strutture flaser, scistoso-laminata e talora milonitica, da protoliti ricchi in Mg, ad anfiboliti calcici, epidoti, clorite e talora granato, Claval-S. Anna, Challant St Victor, Verres, Chatillon, Lyan-Plan Fey, Mezove, Savoney, Clavalità, Lac Pontonnet, Marchaucy-Monserret.
	Anfiboliti albitiche Anfiboliti albitiche. Anfiboliti in facies scisti verdi, con aggregati diablastici di anfiboliti calcici-albite, epidoto, clorite e frequenti relitti eclogitici (granato, glaucofane, rutile, rara omphacite uralizzata), in corpi anche di notevole spessore. Età dei protoliti: GIURASSICO SUP.?

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

4.2.2 Coperture sedimentarie quaternarie

Le formazioni litologiche di età quaternaria sono esclusivamente rappresentate da coperture di spessore variabile di detrito poligenico, la cui differenziazione morfologica e composizionale è legata al differente processo di deposizione ed al grado di rimodellamento. Come osservabile nell'estratto cartografico precedente, nel settore di versante in esame sono presenti essenzialmente depositi glaciali indifferenziati. I depositi glaciali sono costituiti da sabbie ghiaioso-limose massive, molto addensate, con tessitura a supporto di matrice e ciottoli sfaccettati, smussati e striati che ricopre il substrato roccioso con spessori variabili. Questi depositi risultano essere superficialmente rimaneggiati dai processi di dilavamento delle acque superficiali ed in parte dall'azione antropica (area urbana e viabilità) e sono caratterizzati localmente dalla presenza anche di massi erratici di grandi dimensioni.

Till indifferenziato: Ghiaie sabbioso-limose con blocchi, massive, con clasti da subangolosi a subarrotondati

In corrispondenza dell'impluvio del torrente Vadacaz, intubato durante le fasi di realizzazione del parcheggio negli anni '80, la cartografia riporta la presenza di un deposito di genesi mista derivante dal rimaneggiamento atto dalle acque superficiali. Tale sedimento è costituito da un'associazione lapidea prevalentemente grossolana con clasti subarrotondati di granulometria da centimetrica-decimetrica in abbondante matrice sabbio-limosa con presenza locale di blocchi sub-angolosi di medie e grandi dimensioni e ricopre il substrato roccioso con spessori variabili. I depositi si presentano in superficie rimaneggiati, non solo in parte dall'azione antropica (fabbricati, viabilità, sistemazioni agrarie), ma anche dai processi pedogenetici che hanno determinato la formazione di un suolo poco evoluto. Infatti, si riscontra in superficie un primo orizzonte caratterizzato da un'associazione di sostanza organica umificata e frazione minerale che si presenta di colore bruno scuro e che risulta intensamente alterata e rimescolata da radici e pedofauna. Sottostante si potrà riscontrare un orizzonte poco potente interessato marginalmente dai processi pedogenetici che rappresenta lo strato di passaggio ai depositi indisturbati.

4.3 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

La situazione idrologica è determinata principalmente dalle caratteristiche di permeabilità dei terreni e delle rocce, nonché dall'assetto morfologico dell'area. La copertura quaternaria ha una permeabilità generalmente elevata, che varia tuttavia sia lateralmente che verticalmente in base alla composizione granulometrica del deposito a seconda della prevalenza del materiale grossolano o di matrice fine limoso. Nei settori circostanti ai siti in cui insistono gli interventi in progetto (dove non vi è presenza di asfalto) l'azione delle acque superficiali si manifesta esclusivamente come

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

ruscellamento diffuso sul versante, che determina erosione, con rielaborazione delle coperture, trasporto ed accumulo delle particelle fini provenienti dai depositi superficiali, o come flussi idrici concentrati in piccoli rigagnoli dove le acque ruscellanti tendono a convogliarsi. Tale fenomeno si sviluppa in occasioni di forti e abbondanti precipitazioni o allo scioglimento nivale primaverile, quando il processo di percolazione non riesce ad assorbire le acque superficiali che, a saturazione del settore più corticali, si concentrano principalmente sul deposito.

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, questa si localizza in prevalenza al contatto tra la copertura ed il substrato roccioso, meno permeabile, o in corrispondenza di livelli limoso-argillosi, senza generare un vero e proprio acquifero e si può manifestare sul versante con risorgenze diffuse o concentrate e con zone di ristagno; nel settore oggetto di intervento non si evidenziano emergenze idriche e non sono perimetrate aree di tutela delle sorgenti.

Il torrente Vadacaz è un affluente in sponda sinistra del fiume Evançon, a sua volta affluente in sinistra della Dora Baltea, che confluisce nel suo ricettore a valle del comune di Challand S. Anselme. Il bacino, completamente naturale, sotteso dal torrente Vadacaz, la cui sezione di chiusura è a monte dell'abitato, in corrispondenza della pista di servizio al serbatoio dell'acquedotto di Pesan (fraz. di Challand S. Anselme), si estende per 1.133 kmq, e si sviluppa tra la quota massima di 1190 m slm e la quota minima di 1170 m slm. A valle del bacino si individua il conoide del torrente divisibile da due aree con diverse caratteristiche poste in serie: un'area di monte a carattere prevalentemente naturale e un'area a carattere prevalentemente residenziale.

La prima parte che si estende dalla quota 1170 a quota 1084 m slm, è caratterizzata da distese a carattere arboreo agricolo, attraversate dal torrente che risulta costretto in un cunettone. La canalizzazione, a sezione prevalentemente rettangolare e di modeste dimensioni, si presenta con un profilo a salti e forti pendenze vincolate alla ripidità del terreno attraversato. La sezione del cunettone risulta per il 90% inserita in una morfologia del terreno scavata, tale da garantire il deflusso, lungo tale percorso, anche di portate superiori a quelle compatibili con la canalizzazione. A valle dell'area naturale si pone in serie l'area residenziale. In questa zona non solo cambia radicalmente l'uso del suolo, e quindi il paesaggio, ma anche la configurazione del torrente Vadacaz. Infatti si rileva il passaggio da una configurazione a cielo aperto ad una tombinatura; essa è composta da due zone in serie: la prima vede come protagonista del convogliamento delle acque un tubosider con sezione ad arco ribassato, seguito da una tombinatura in cls a sezione rettangolare. Quest'ultima parte interagisce con la superficie attraverso delle griglie atte ad intercettare gli scorrimenti superficiali in tempo di pioggia. La tombinatura sbocca a valle del parcheggio comunale di Challand S. Anselme, posto all'ingresso sud-occidentale dell'abitato, sede della cabina in progetto. Da qui prosegue in un alveo naturale fino alla confluenza nel torrente Evançon.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

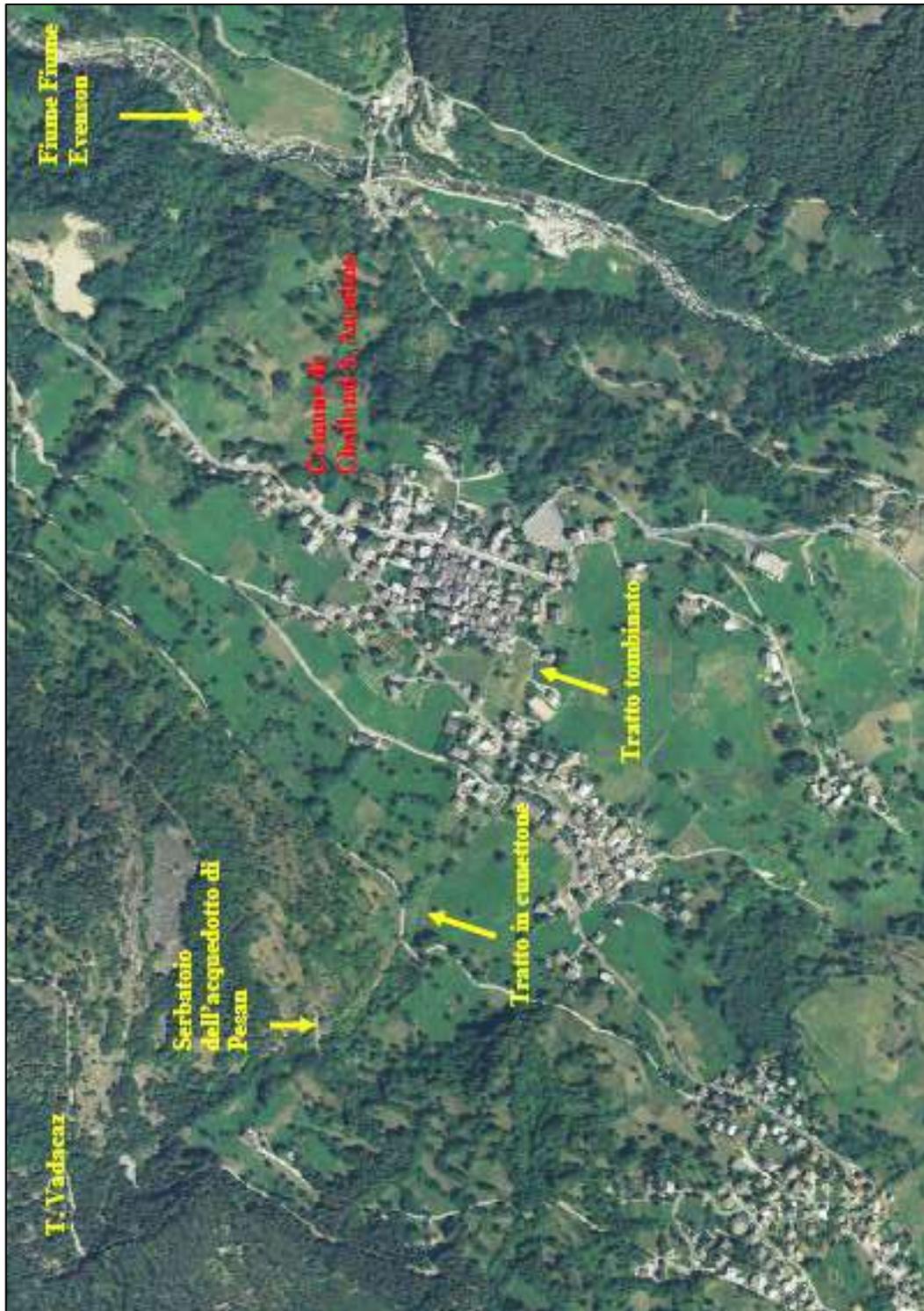


FIGURA 4-4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL TORRENTE VADACAZ

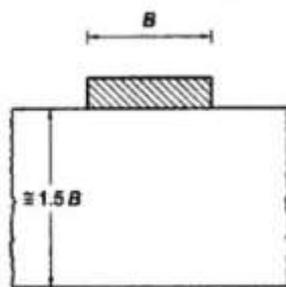
RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

5 CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE

5.1 VOLUME SIGNIFICATIVO

Il modello geologico del sito è rappresentato, in corrispondenza della settore su cui insistono gli interventi in progetto, da una copertura detritico-colluviale formata da colluvium di depositi morenici, costituita da una classica associazione di blocchi di varia pezzatura e natura immersi in una matrice limoso sabbiosa. Si rilevano massi erratici e trovanti, sotto forma di blocchi isolati di cospicue dimensioni.

Il volume significativo, che rappresenta la porzione di terreno che interagisce in modo apprezzabile con l'intervento in progetto, è funzione della costruenda opera e al contesto ambientale e territoriale in cui essa si inserisce. In relazione alle opere in progetto, per il volume significativo si fa riferimento agli schemi di Lancellotta e Calavera (1999).



Fondazioni

5.2 PARAMETRI SISMICI

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 equivalente (V_{Seq})**, in corrispondenza della cabina in progetto, la quale risulta raccomandata nel suddetto D.M. (vedi allegato 1 in calce alla presente relazione).

Dall'indagine eseguita sono stati individuati 4 strati sismici a diversa velocità V_s e precisamente:

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

STRATO	Vs	Spessore
1	299	3.7
2	733	4.9
3	321	11.3
4	2097	Semi-spazio

5.2.1 Categoria di sottosuolo

L'analisi della dispersione delle onde superficiali a partire dai dati di sismica attiva MASW ha consentito di determinare, per le zone di indagine, considerando la media ponderata delle velocità da piano campagna, un valore di V_{Seq} **calcolata di 367 m/s**.

Rispetto alla vigente normativa antisismica (NTC 2018) entrambi i siti in esame ricadono nella **categoria B** "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti" come evidenziato nella 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 fine 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 fine 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 fine 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

5.2.2 Stima Parametri geotecnici

Nella seguente tabella si riportano i valori di velocità delle onde P ed S dei principali litotipi riferibili anche al contesto geologico in esame (Fonte: Hearey e Brooks 1991, Bala et al 2005, Corrao e Coco 2006, bibliografia specialistica reperibile in rete).

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Litotipi	Vp [m/s] min-max	Vs [m/s] min-max
TERRENI E ACQUA		
Alluvioni	400 - 2000	200 - 800
Sabbia asciutta	200 - 1000	80 - 400
Sabbia satura (in funzione anche del grado di saturazione)	600 - 2300	250 - 450
Sabbia siltosa	600 - 1900	200 - 600
Sabbia e ghiaia	300 - 1800	300 - 600
Limo	650 - 1250	240 - 480
Argilla	1000 - 2500	300 - 600
Argilla sabbiosa	600 - 2500	200 - 450
Acqua	1450 - 1500	0
ROCCE SEDIMENTARIE		
Argillite	2100 - 4400	550 - 2100
Arenaria	2000 - 6000	950 - 3100
Arenaria fratturate	800 - 2100	360 - 950
Calcere	2000 - 7000	1000 - 3300
Calcere fratturato	750 - 1500	330 - 1000
Calcarenite	1400 - 4400	800 - 2500
Calcarenite fratturata	600 - 1300	330 - 800
Marna	1500 - 2000	300 - 500
ROCCE IGNEE		
Basalto	1800 - 5000	1000 - 3000
Basalto fratturato	950 - 1350	480 - 700
Granitoidi	1600 - 5000	900 - 3000
Granitoidi fratturati	1000 - 1750	500 - 900
Piroclastite coerente	750 - 2500	350 - 1100
Piroclastite incoerente	350 - 1000	160 - 450

Figura 5-1 Tabella velocità onde sismiche

In relazione a quanto evidenziato in precedenza, si ipotizza la presenza di tre sismostrati rappresentanti la copertura quaternaria localizzati su un quarto sismostrato rappresentato dal bedrock sismico.

5.2.3 Parametri di classificazione

Ciò premesso, una prima valutazione, sia pure speditiva, delle caratteristiche granulometriche può essere eseguita definendo il tipo di suolo (o fattore F) tramite una delle correlazioni proposta da Ohta e Goto (1978)¹, ed in particolare quella in funzione della velocità delle onde di taglio (Vs), ricavate dall'indagine geofisica, e della profondità (z), attraverso la seguente relazione

$$F = \frac{V_s}{(78,98 \times z^{0,312})}$$

¹ Ohta Y. e Goto N. (1978), *Empirical shear wave velocity equations in terms of characteristic soil indexes*. Earthquake Eng. Structural Dynamics, 6, 167-187

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

La relazione proposta, valida per i 3 strati, fornisce un valore di F pari a 2,52 e 4,74 e 1,60 che identifica terreni a granulometria grossolana (sabbia e ghiaia - ghiaia)

F	Tipo di suolo
1,000	Argilla
1,260	Sabbia fine
1,282	Sabbia media
1,422	Sabbia grossa
1,641	Sabbia e ghiaia
2,255	Ghiaia

Figura 5-2 Valore di F per tipo di suolo (fonte: Ohta e Goto, 1978)

Per una valutazione granulometrica si può fare riferimento anche all'indice del tipo di comportamento del terreno I_c (Soil behavior type index) di Robertson e Wride (1997)² attraverso la seguente relazione:

$$I_c = -0,7174 \cdot \ln[V_s^2 / (9,81 \cdot z)] + 6,3211$$

Dove per valori di $I_c < 2.6$ vengono identificati i tipi di terreno a comportamento granulare, mentre per valori di $I_c > 2.6$ i tipi di terreno a comportamento coesivo

Nel caso specifico, per la profondità media relativa al primo sismostrato identificato, pari a 1,85 m e V_s di 299 m/s l'indice I_c è pari a 0,22, per il secondo strato, con profondità media 6,15 m e velocità pari a 733 m/s, I_c risulta negativo, e, infine, per il terzo strato, con profondità media 14,25 m e velocità pari a 321 m/s, I_c risulta pari a 1,58, ovvero i terreni rientrano tra quelli a comportamento granulare.

Attraverso l'indice I_c è possibile procedere ad una preliminare classificazione granulometrica e alla stima del contenuto di fine ($F_c = \%$ passante al setaccio 0,074 mm) secondo la correlazione di Robertson e Fear (1995)³:

$$F_c(\%) = 42,4179 * I_c - 54,8574$$

² Robertson P.K. e Wride C.E. (1997), *Cyclic liquefaction and its evaluation based on the SPT and CPT*. Proc. NCEER Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils, Salt Lake City (Utah).

³ Robertson P.K. e Fear C.E. (1995), *Application of CPT to evaluate liquefaction potential*. CPT '95, Linkoping, Swedish Geotechnical Society, 3, 57-79

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Nel caso specifico, applicando l'equazione si ottengono valori di FC negativi uscendo dal campo di validità della relazione, come osservabile dal grafico successivo.

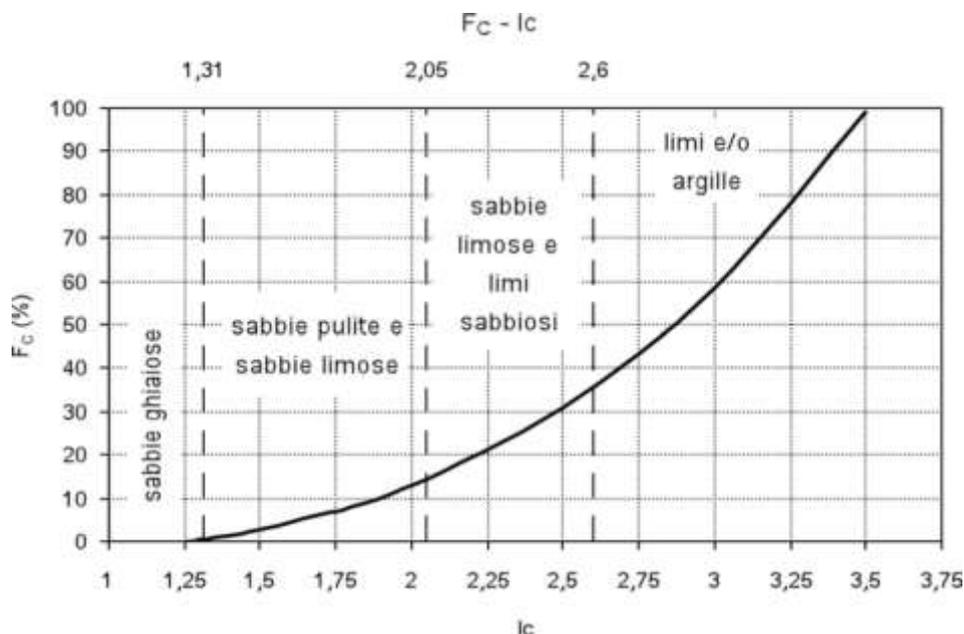


Figura 5-3 Andamento del contenuto di fine in funzione di Ic

L'applicazione di tali correlazioni empiriche indica la presenza di terreni granulari a granulometria grossolana.

5.2.4 Parametri fisici

Il peso di volume saturo (γ_{sat} in kN/m^3) viene calcolato in funzione di V_s e della profondità (z) tramite le relazioni proposte rispettivamente da Mayne et al. (1999)⁴ e da Mayne (2001)⁵:

$$\gamma_{sat} = 8,32 \cdot \log(V_s) - 1,61 \cdot \log(z)$$

$$\gamma_{sat} = 8,63 \cdot \log(V_s) - 1,18 \cdot \log(z) - 0,53$$

Determinando per gli strati individuati i seguenti parametri:

per il primo strato $\gamma_{sat} = 20,52 \text{ kN/m}^3 - 20,52 \text{ kN/m}^3$

per il secondo strato $\gamma_{sat} = 23,26 \text{ kN/m}^3 - 22,57 \text{ kN/m}^3$

per il terzo strato $\gamma_{sat} = 19,74 \text{ kN/m}^3 - 19,00 \text{ kN/m}^3$

⁴ Mayne P.W. et al. (1999), *Small-and large-strain soil properties from seismic flat dilatometer tests*. PreFailure Deformation Characteristics of Geomaterials, Balkema, Rotterdam, 1, 419-426.

⁵ Mayne P.W. (2001), *Stress-strain-strength-flow parameters from enhanced in-situ tests*. Proc. Int. Conf. on In-Situ Measurements of Soil Properties and Case Histories, Bali, Indonesia, 27- 47

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

In base al peso di volume saturo, si calcola il peso di volume secco, posto il valore di G_s per terreni granulari pari a $2,65 - 2,68 \text{ g/cm}^3$:

$$\gamma_d = [(\gamma_{sat} - \gamma_w) \cdot G_s] / (G_s - 1)$$

per il primo strato $\gamma_d = 17,22 \text{ kN/m}^3 - 16,65 \text{ kN/m}^3$

per il secondo strato $\gamma_d = 21,63 \text{ kN/m}^3 - 20,51 \text{ kN/m}^3$

per il terzo strato $\gamma_d = 15,96 \text{ kN/m}^3 - 14,77 \text{ kN/m}^3$

Una correlazione tra V_s e la densità relativa (Dr in %) è ricavata da Yi (2009)⁶:

$$Dr = 17,974 \cdot (V_{s_{1cs}}/100)^{1,976}$$

Tenendo conto che i valori di $V_{s_{1cs}}$ rappresentano la velocità sismica normalizzata per la pressione litostatica e corretta rispetto al contenuto di fine (F_c):

$$V_{s_{1cs}} = K \cdot V_{s_1} = K \cdot [V_s \cdot (p_a/\sigma'_v)^{0,25}]$$

Con

K calcolato in funzione di V_{s_1} tramite le espressioni di Juang et al. (2002) = 1 per F_c (%) ≤ 5

p_a tensione efficace = 100kPa

σ'_v tensione verticale di riferimento

V_{s_1} risultano essere per gli strati in esame rispettivamente pari a 185m/s, 313 m/s e 500 m/s

Si determinano i seguenti valori di Dr :

per il primo strato $Dr = 181\%$ (Terreno molto denso)

per il secondo strato $Dr = 679\%$

per il terzo strato $Dr = 91\%$ (Terreno denso)

⁶ Yi F. (2010), *Procedure to evaluate seismic settlement in dry sand based on shear wave velocity*. The 9th U.S. National and 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering (9USN/10CCEE), Toronto, Canada.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

La densità relativa rappresenta il parametro che maggiormente influenza la scelta dell'angolo di resistenza al taglio. Tra le numerose correlazioni Dr - angolo di resistenza al taglio si riporta successivamente quella riportata da Puech e Foray (2002)⁷ con Dr in forma decimale

$$\varphi = 21,2 \cdot Dr + 25,2$$

Che determinano per i primi due strati considerati:

per il primo strato $\varphi = 63^\circ$

per il terzo strato $\varphi = 44^\circ$

Ulteriori correlazioni dirette tra velocità V_s e angolo di resistenza al taglio (terreni incoerenti) sono quelle di Uzielli et al (2013) e Mayne (2014) che permette di stimare il range dei valori di picco della resistenza al taglio tramite la V_s normalizzata rispetto alla pressione litostatica:

Limite superiore $\varphi' = 3,9 V_{s1}^{0,44}$

Limite inferiore $\varphi' = 3,9 V_{s1}^{0,44} - 0,62$

In considerazione degli strati in esame di determinano i seguenti parametri

per il primo strato $\varphi = 49^\circ$

per il terzo strato $\varphi = 42^\circ$

5.2.5 Parametri geotecnici

Gli interventi in progetto prevedono la realizzazione di una nuova cabina tramite limitati interventi di scavo di sbancamento.

Per quanto riguarda le caratteristiche geologico-tecniche, si evidenzia che gli interventi previsti risultano localizzati e interessano un'area ristretta e i parametri, alla luce della precedente progettazione della linea esistente e, in assenza di indagini dirette sul terreno, può essere desunta da dati bibliografici.

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:

⁷ Puech A. e Foray P. (2002), *Refined model for interpreting shallow penetration CPTs in sands*. Offshore Tecnology conferend, 6-9

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

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)
GLACIAL										
Till	SM, ML	Fine-Med	Poor	120-140	35-45	1000-4000	0-0.001	0-0.01	3.5-10	0.01-5

In riferimento alla caratterizzazione e modellazione geotecnica, si ricorda che, ai sensi delle NTC 2018 § 6.2.2, *“nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata su preesistenti indagini e prove documentate, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali”*.

5.3 ANALISI DEI FRONTI DI SCAVO

In riferimento agli scavi di sbancamento per la realizzazione degli interventi in progetto, si riportano alcune indicazioni di carattere generale inerenti gli scavi e la loro stabilità.

Per quanto riguarda la fase di realizzazione di scavi nelle coperture quaternarie, si evidenzia che tali interventi interesseranno un sedimento incoerente e sebbene la coesione a lungo termine risulti essere pari a zero, si rileva generalmente la presenza di una coesione apparente sufficiente ad assicurare la stabilità dei fronti di scavo temporanei anche se di notevole acclività, purché di altezza limitata. Si sottolinea che le variazioni delle caratteristiche del materiale interessato dallo scavo variano nel tempo e dipendono da vari fattori tra cui umidità e temperatura, ecc.

I cambiamenti delle condizioni ambientali dello scavo (tra cui esposizione all'aria, insolazione del fronte, ecc.) possono determinare una diminuzione della coesione apparente e far insorgere condizioni di instabilità del fronte di scavo. Quindi gli scavi temporanei per la realizzazione degli interventi 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.

Dato che gli interventi andranno ad interessare un deposito rimaneggiato antropicamente in passato, non è da escludersi la presenza di materiale di riporto di origine antropica, come ad esempio materiale derivante da demolizione, che potrebbe costituire locali e temporanee problematiche legate alla stabilità del versante e della scarpata oggetto di intervento, anche durante la fase di scavo, nonché dell'integrità delle opere presenti a monte.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

5.4 MATERIALE DERIVANTE LO SCAVO

Il materiale derivante da scavo verrà riutilizzato in sito al fine di eseguire il rinterro.

L'eventuale materiale di sbancamento in esubero, escavato nel corso dell'attività di costruzione, dovrà essere smaltito dalla ditta esecutrice dei lavori e conferito presso idoneo impianto di recupero, previa caratterizzazione ai sensi del DPR 120/2017 tramite l'esecuzione di **analisi chimico-fisiche**.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

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

6.1 CLASSIFICAZIONE URBANISTICO-EDILIZIA DELL'INTERVENTO

L'intervento in oggetto, ai sensi della D.G.R. n°2939/2008, consiste in una **“nuova costruzione di infrastrutture puntuali e a rete”** vista la realizzazione della cabina e della linea elettrica interrata e delle colonnine di sezionamento.

6.2 CARATTERIZZAZIONE DEI VINCOLI DELLA L.R. 11/1998

ARTICOLO 35/1 – TERRENI SEDI DI FRANE

Gli interventi in progetto **ricadono interamente** in terreni vincolati ai sensi dell'art.35/1 della L.R. 11/98 e s.m.i. e, come osservabile nell'estratto cartografico seguente (Figura 6-1), nel dettaglio la nuova cabina e parte della tubazione ricadono in fascia di cautela Fc2 a media pericolosità, mentre il restante tratto di linea verso monte in zona F3 a bassa pericolosità.

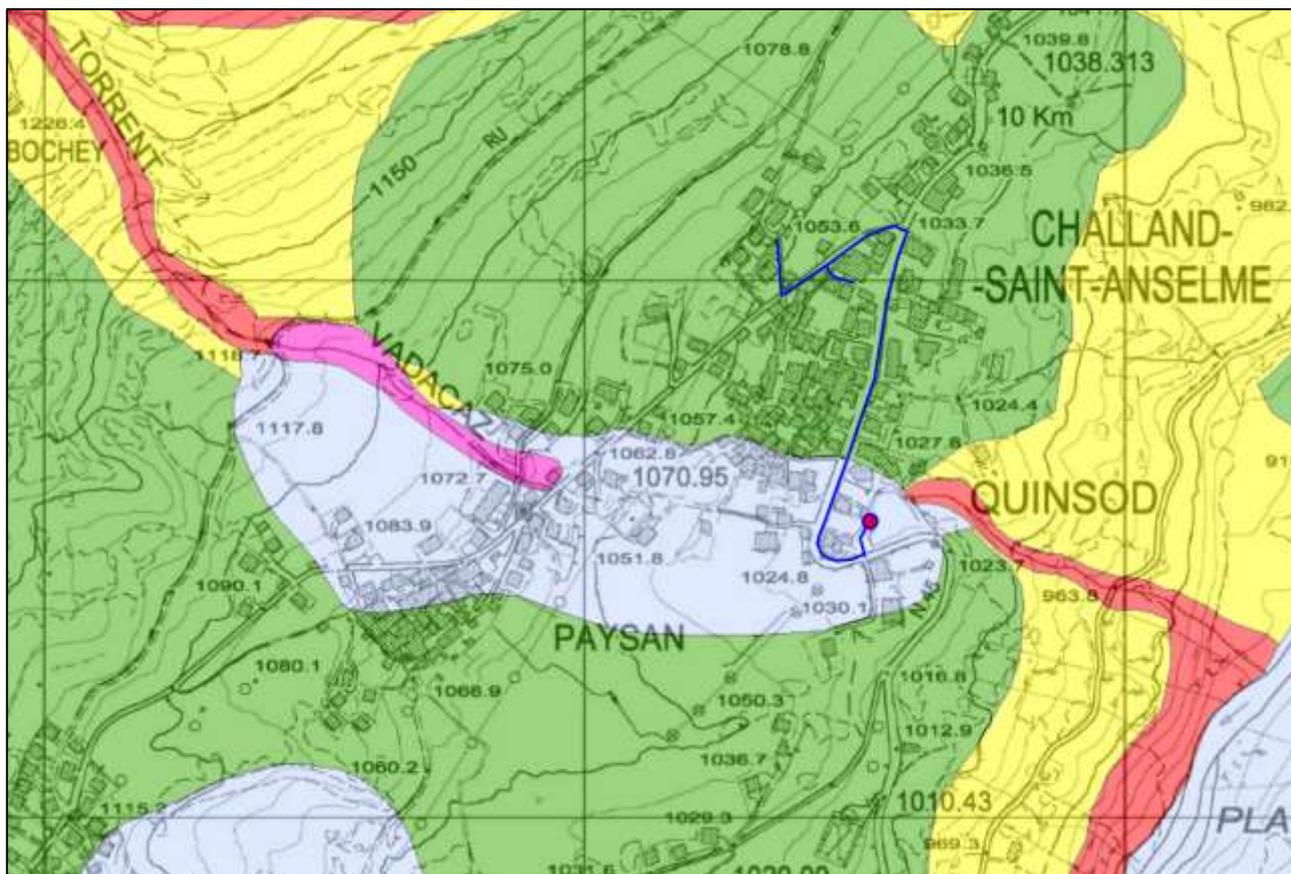


FIGURA 6-1 CARTOGRAFIA DEGLI AMBITI INEDIFICABILI PER TERRENI SEDI DI FRANE (ART.35/1 – L.R. 11/98)

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

ARTICOLO 35/2 – TERRENI SEDI DI FENOMENI DI TRASPORTO IN MASSA

Gli interventi in progetto **non ricadono** in terreni vincolati, tuttavia si è consultato lo studio di bacino del torrente Vadacaz, attualmente non ancora approvato, la cui cartografia per la pericolosità da colata detritica in previsione prevede l'interferenza con il settore distale della conoide riportata nella perimetrazione DF3 a bassa pericolosità.

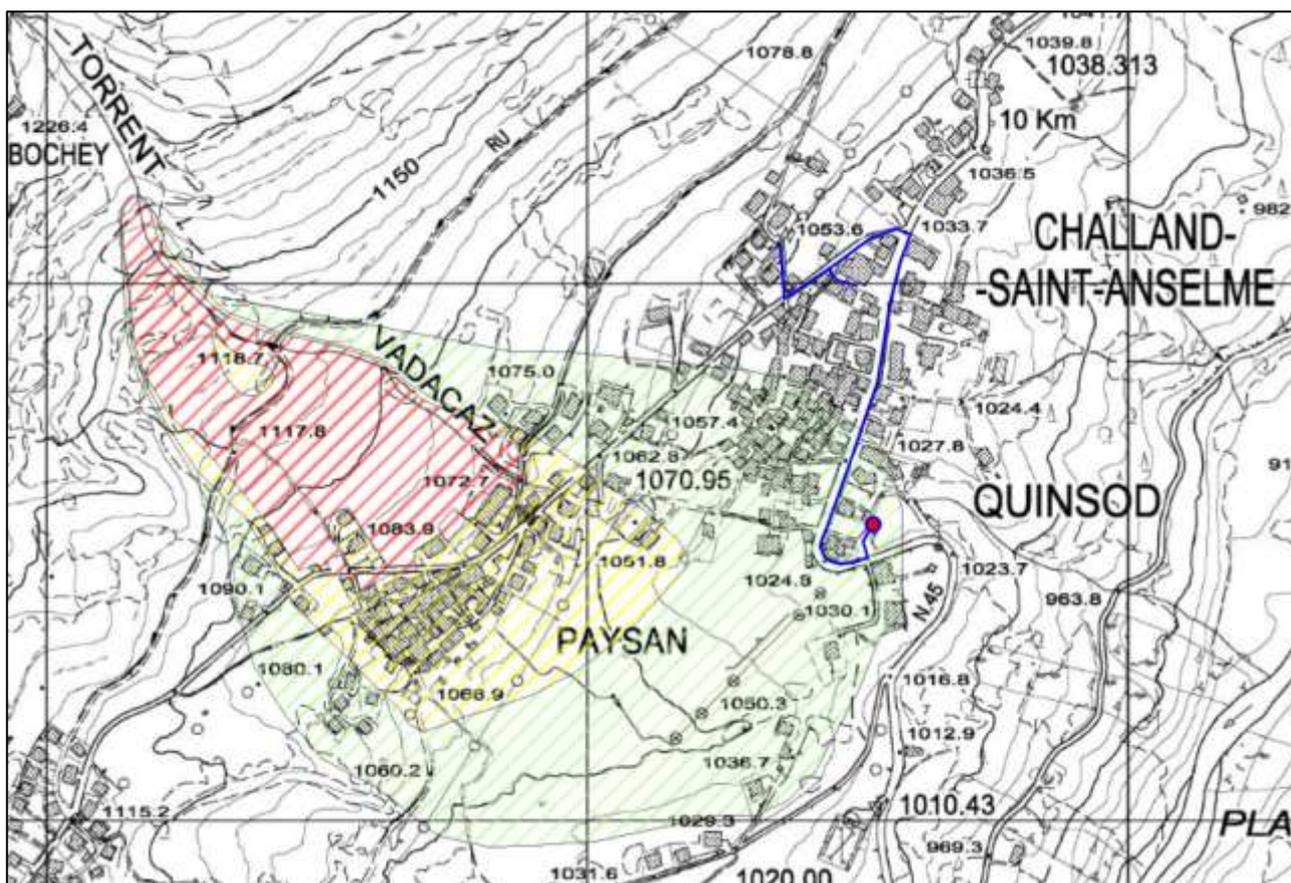


FIGURA 6-2 STUDIO DI BACINO – NON APPROVATO PERICOLOSITÀ PER COLATA DETRITICA (ART.35/2 – L.R. 11/98)

ARTICOLO 36 – TERRENI SOGGETTI A RISCHIO DI INONDAZIONI

Gli interventi in progetto **ricadono parzialmente** in terreni vincolati ai sensi dell'art.36 della L.R. 11/98 e s.m.i. e, come osservabile nell'estratto cartografico seguente (Figura 6-3), nel dettaglio solamente la cabina e parte della rete interrata ricadono in fascia di cautela con disciplina d'uso fascia B a media pericolosità. Come osservabile nella Figura 6-4 lo studio di bacino non approvato indicherebbe tutti settori a basso rischio ad eccezione della linea del torrente riportata ad elevato rischio (comunque intubata nel settore interferente con le opere).

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

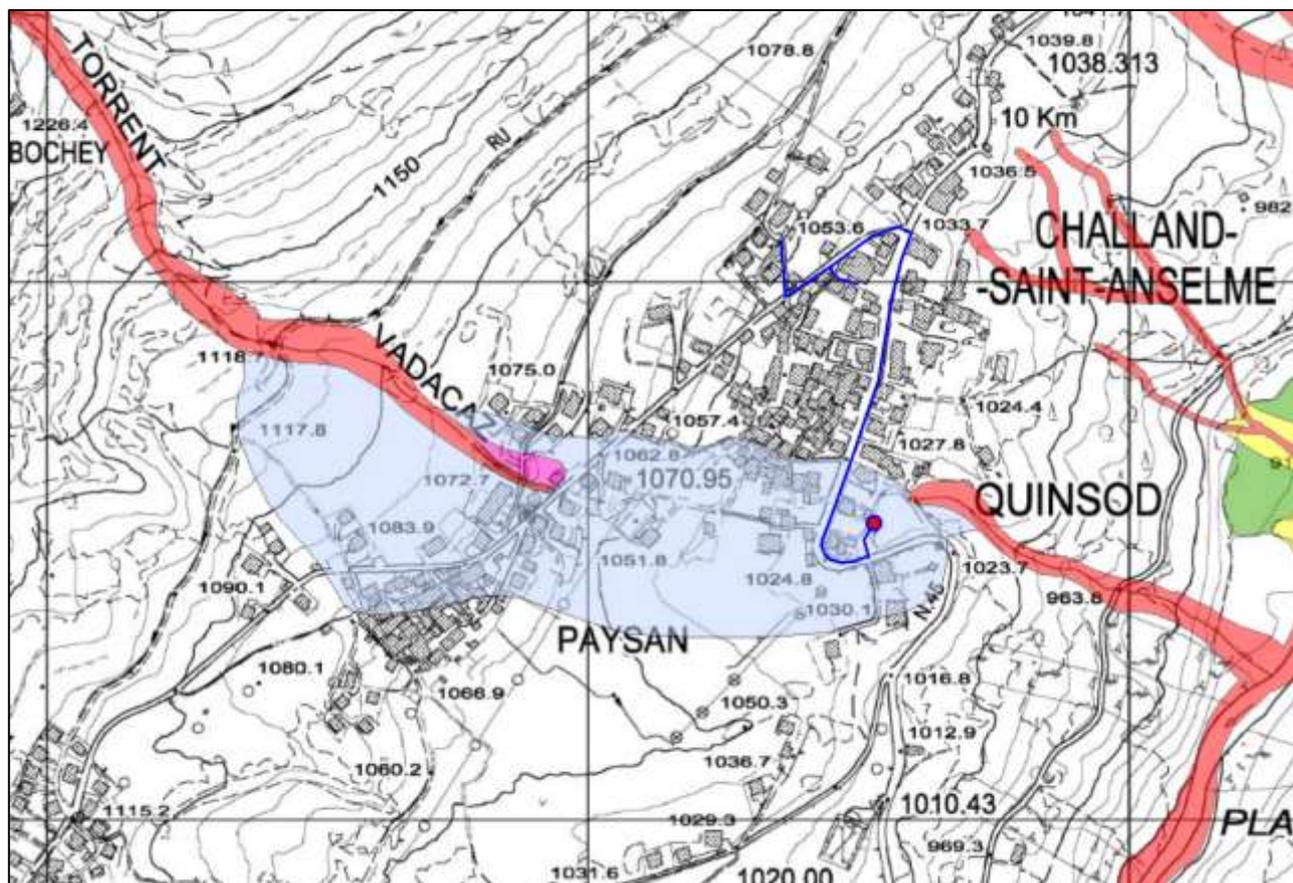


FIGURA 6-3 CARTOGRAFIA DEGLI AMBITI INEDIFICABILI PER TERRENI SOGGETTI A RISCHIO INONDAZIONI (ART.36 – L.R. 11/98)

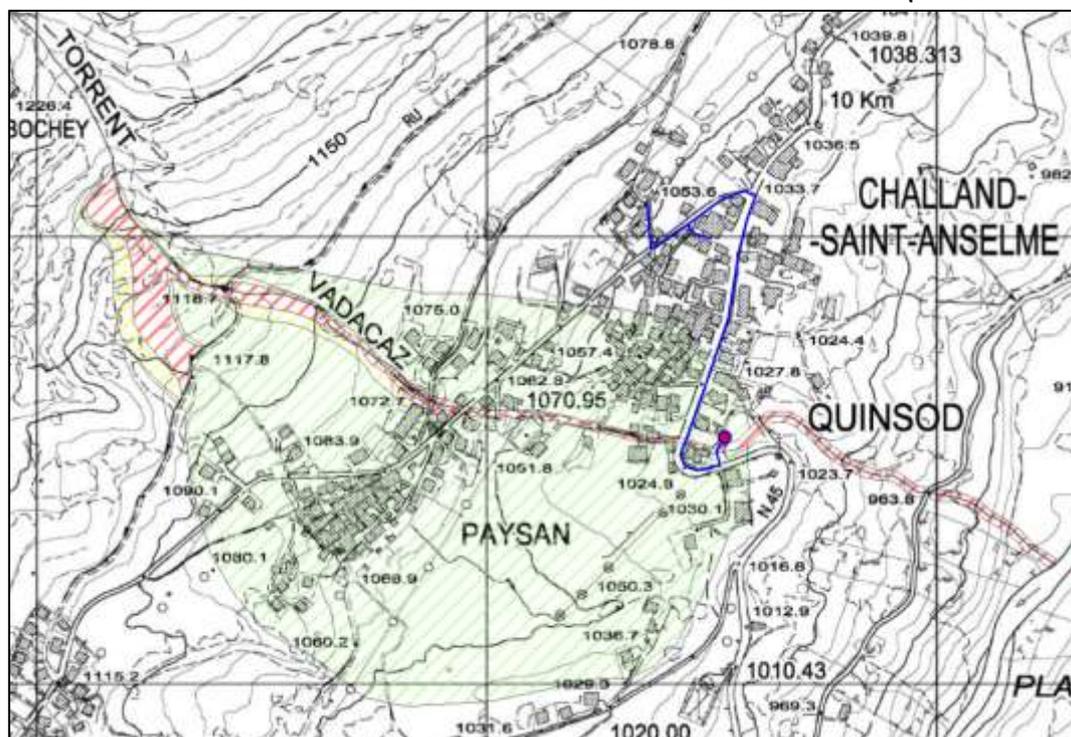


FIGURA 6-4 STUDIO DI BACINO – NON APPROVATO PERICOLOSITÀ PER INONDAZIONE (ART.36 – L.R. 11/98)

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

ARTICOLO 37 – TERRENI SOGGETTI A RISCHIO DI VALANGHE E SLAVINE

Gli interventi in progetto **non ricadono** in terreni vincolati.

6.3 INDIVIDUAZIONE E ILLUSTRAZIONE DELLE DINAMICHE E DELLA PERICOLOSITÀ DEI FENOMENI

Dall'analisi del catasto dissesti regionale, più a valle del settore in esame si riscontrano 2 eventi legati all'alluvione 2000 ovvero la colata detritica del torrente Vadacaz e una frana di colamento.

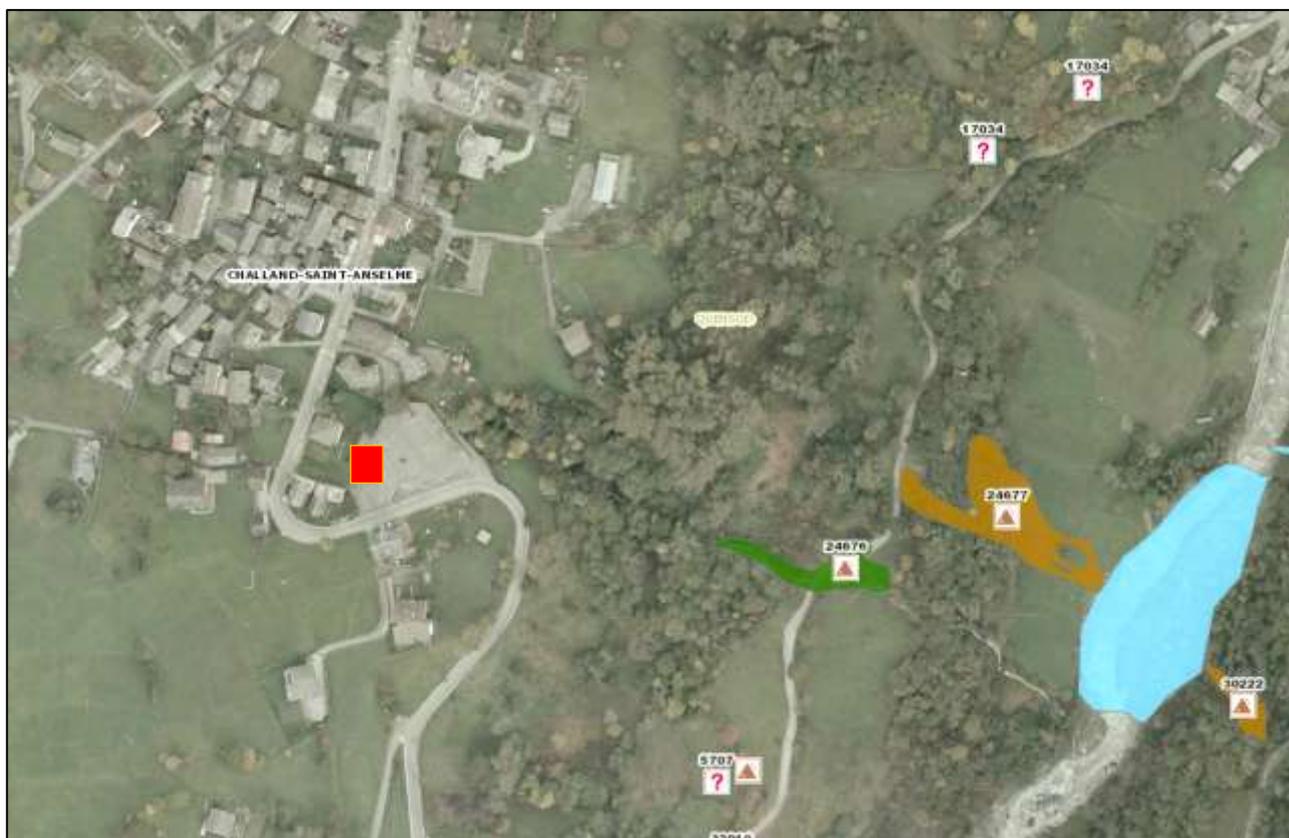


FIGURA 6-5 ESTRATTO DELLA CARTOGRAFIA DEI DISSESTI (GEO NAVIGATORE RAVDA)

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ



CATASTO DISSESTI REGIONALE SCT

Codice fenomeno	A-13-10-2000-01-e-Df-x	Id. fenomeno	24676
Nome fenomeno	Colata detritica del T.Vadacaz (Challand Saint Anselme) del 13-16 ottobre 2000		
Sottocategoria	Debris flow		
Data e ora	13-16 ottobre 2000		
Descrizione	Colata detritica (debris flow)		
Cause	-		
Dim./Morfometria	-		
Danni	Invasa la strada che da Tilly conduce a Rovère		
Comune	CHALLAND-SAINT-ANSELME		
Località	Quinsod		
Bacino princ.,sec.	-, -		
Bacino locale	-		
Fonte	Ente produttore: Libero Professionista Oggetto/Titolo: - Allegati: Relazione ambiti inedificabili		

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ



CATASTO DISSESTI REGIONALE SCT

Codice fenomeno	A-13-10-2000-01-v-CI-x	Id. fenomeno	24677
Nome fenomeno	Colamento rapido presso Quinsod (Challand Saint Anselme) del 13-16 ottobre 2000		
Sottocategoria	Frana di colamento		
Data e ora	13-16 ottobre 2000		
Descrizione	Frana di colamento dell'ottobre 2000. Dato desunto dal volo aereo effettuato nel periodo immediatamente successivo.		
Cause	precipitazioni intense e prolungate		
Dim./Morfometria	-		
Danni	danni a strada comunale		
Comune	CHALLAND-SAINT-ANSELME		
Località	Quinsod		
Bacino princ.,sec.	Dora Baltea, Bacino T. Evençon		
Bacino locale	-		
Fonte	Ente produttore: Libero Professionista Oggetto/Titolo: - Allegati: -		

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Nel complesso i settori a bassa pericolosità per **frana** si evidenzia la presenza di un versante a debole pendenza (mediamente intorno ai 10-15°) costituito da depositi glaciali parzialmente rimaneggiati e privi di indizi di instabilità.

In corrispondenza della fascia di cautela si evidenzia che la pericolosità è quella legata alla dinamica del torrente Vadacaz, pertanto si rimanda a quanto illustrato in seguito contestualmente al rischio per inondazioni.

La propensione al dissesto dell'areale è stata valutata attraverso l'analisi dei dati PSInSAR™ consultabili sul geonavigatore regionale. Si tratta di uno strumento estremamente efficace per il monitoraggio con accuratezza millimetrica di fenomeni di deformazione della superficie terrestre, basato sull'impiego di serie temporali d'immagini radar satellitari. Questo approccio è basato sull'osservazione che un piccolo sottoinsieme di bersagli radar, costituito appunto dai diffusori permanenti (*Permanent Scatterers*), è praticamente immune agli effetti di decorrelazione. Essi mantengono la stessa "firma elettromagnetica" in tutte le immagini al variare della geometria di acquisizione e delle condizioni climatiche, preservano quindi l'informazione di fase nel tempo. I diffusori permanenti sono tipicamente parti di edifici, strutture metalliche, rocce esposte, comunque elementi già presenti al suolo, per i quali le caratteristiche elettromagnetiche non variano sensibilmente di acquisizione in acquisizione, mentre ciò non accade ad esempio per la vegetazione che muta di continuo.

L'elaborazione prende origine da un'analisi statistica delle immagini, che porta alla selezione dell'insieme dei diffusori permanenti, sostanzialmente immuni dai fenomeni di decorrelazione. Questa proprietà dei diffusori consente di superare gran parte delle limitazioni legate all'analisi DInSAR convenzionale. Utilizzando le serie storiche delle acquisizioni, è possibile stimare sia l'entità del disturbo dovuto all'atmosfera terrestre, sia le possibili deformazioni superficiali della zona in esame. Dopo aver rimosso il disturbo atmosferico dai dati si è in grado di stimare accuratamente i movimenti dei diffusori permanenti utilizzando il SAR come un vero e proprio strumento di misura delle deformazioni del terreno. I dati ottenuti da un'elaborazione interferometrica multi-immagine, consistono in un database di punti appartenenti all'area di interesse, in corrispondenza dei quali sono immagazzinati i valori di deformazione misurati nell'intervallo di tempo coperto dalle acquisizioni scelte per implementare l'analisi. Tali punti corrispondono a bersagli radar che preservano l'informazione spettrale nel tempo e si possono definire come diffusori permanenti (*Persistent Scatterers o Permanent Scatterers - PS*).

Per applicazioni a larga scala, generalmente vengono sfruttate le informazioni sulla velocità media di deformazione registrate sull'area di interesse, al contrario, per le applicazioni a scala locale è più indicata l'analisi approfondita delle serie storiche di deformazione dei bersagli radar presenti sull'area di interesse, in modo da mettere in luce, oltre ai trend deformativi medi registrati nel

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

periodo di interesse anche eventuali accelerazioni o variazioni del tasso di deformazione. In base ai dati forniti, è stata realizzata una carta con i dati della velocità media del PS espressa in mm/anno (VEL valutata rispetto al punto di riferimento).

Di seguito si riportano le elaborazioni relative ai PS-InSAR ascendenti e discendenti dapprima a larga scala nei dintorni del settore in esame, mentre in seguito si riporta l'analisi puntuale tramite il "time series viewer" utilizzabile all'interno dell'apposito applicativo nel sito del geonavigatore geologico della Regione Valle d'Aosta. **L'analisi evidenzia accelerazioni massime intorno ai 1,5mm/anno a conferma di un settore complessivamente stabile.**

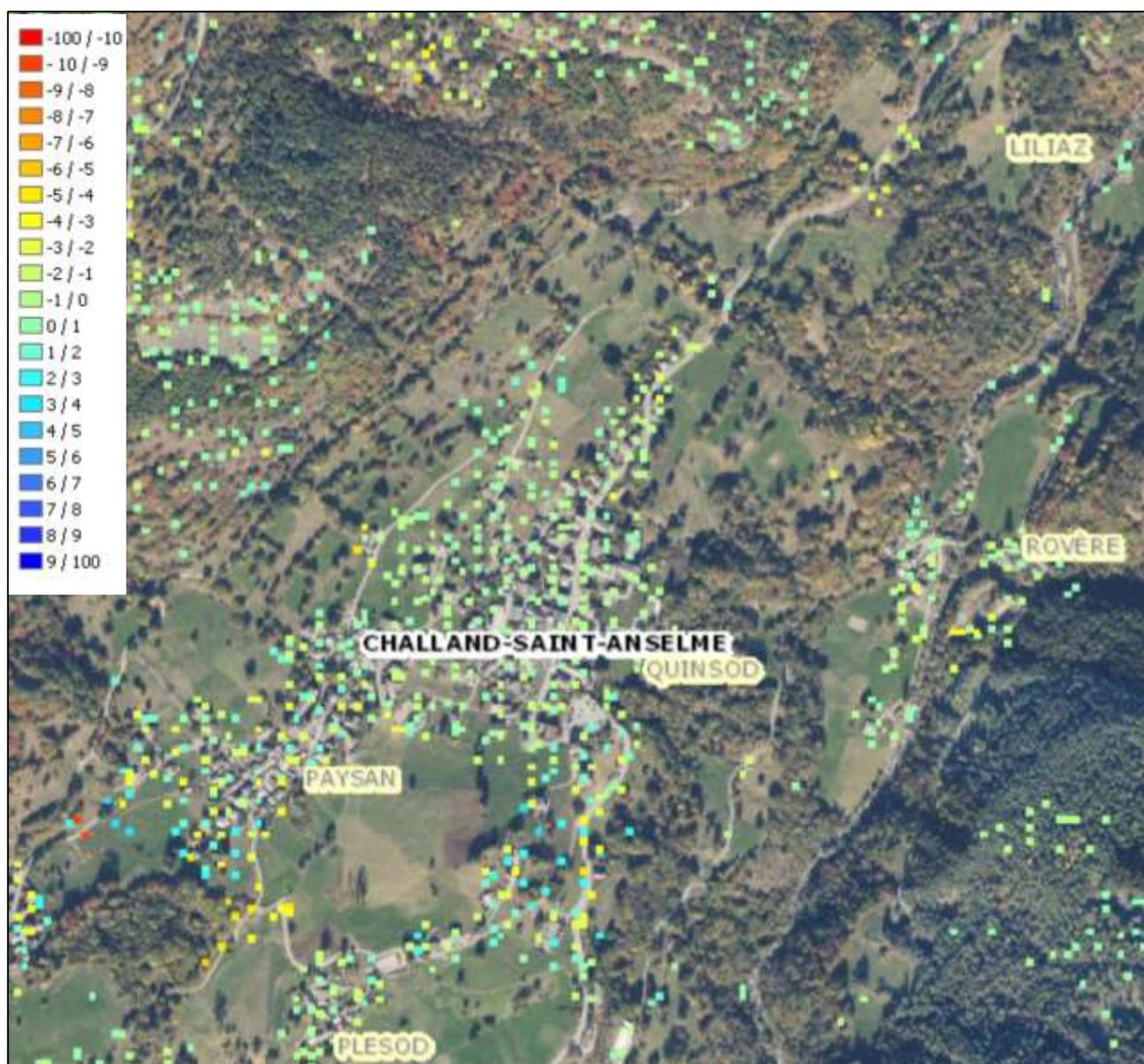


FIGURA 6-6 DATI PS-INSAR DEL VERSANTE IN ESAME

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

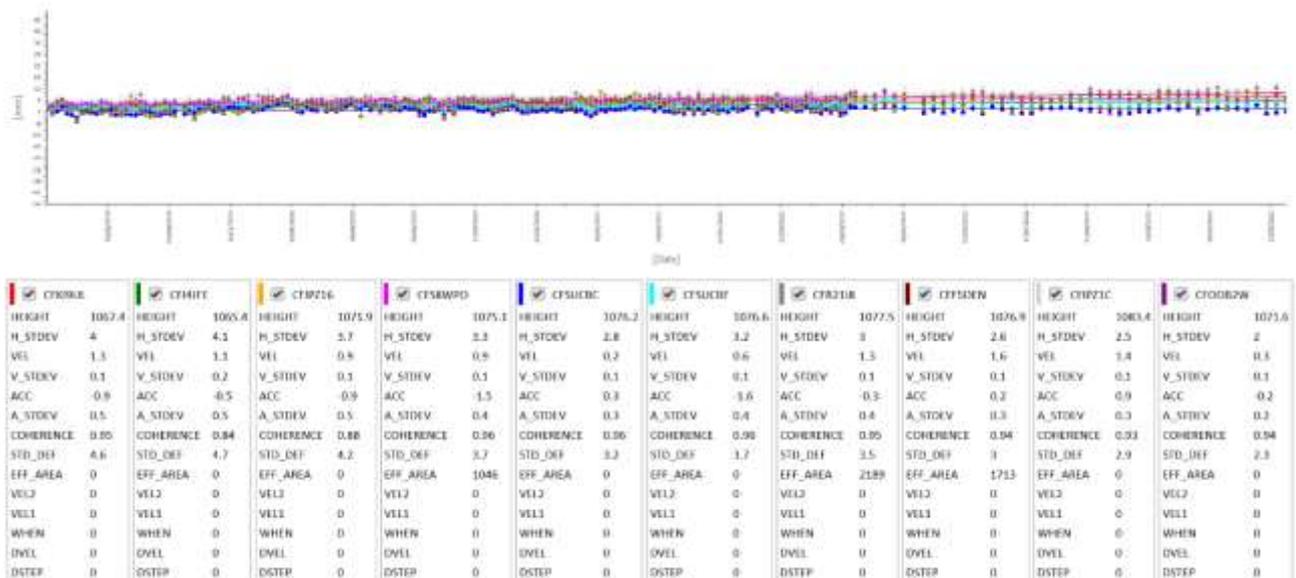
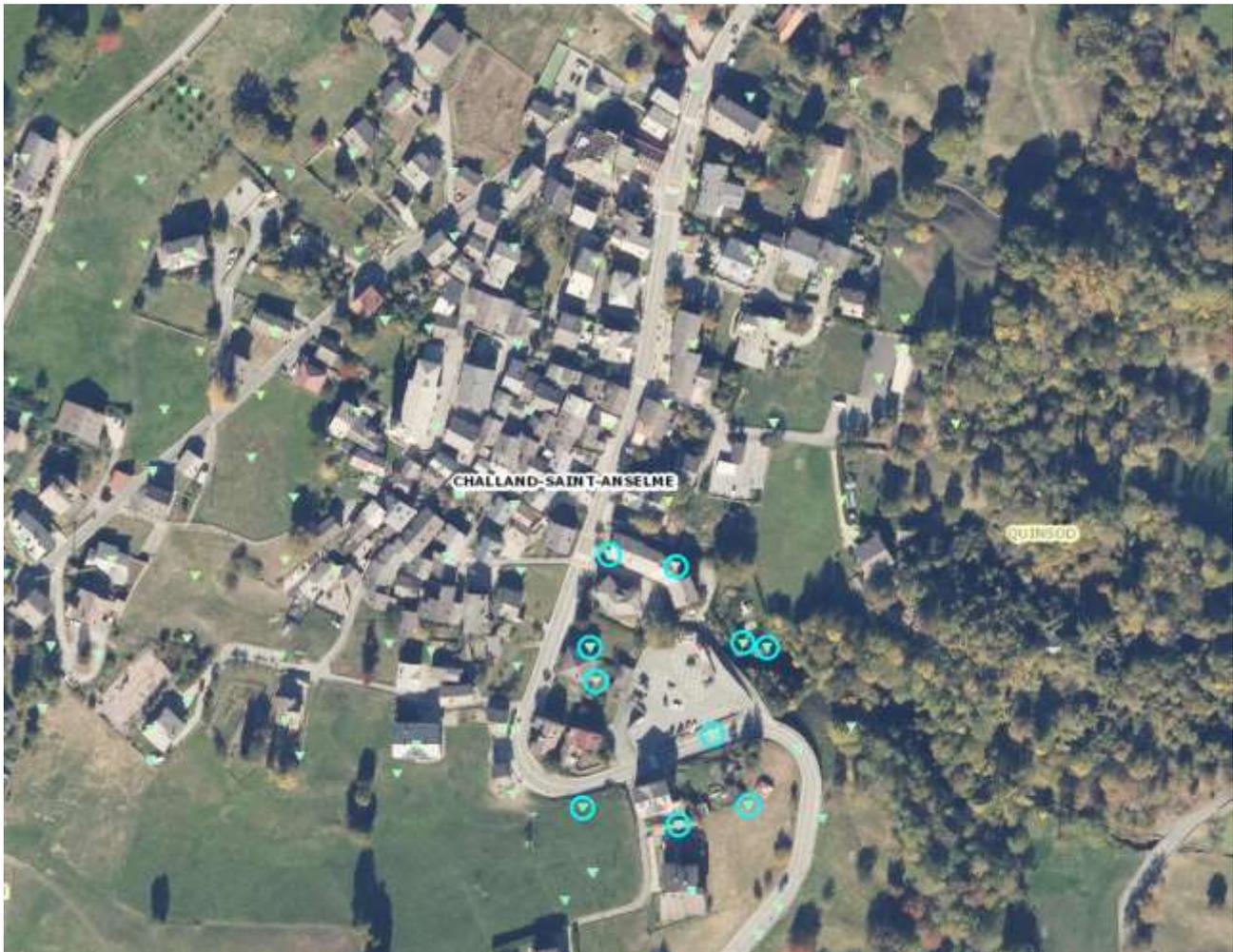


FIGURA 6-7 DATI SENTINEL-1A DAL 2014 [DISCENDENTE]

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

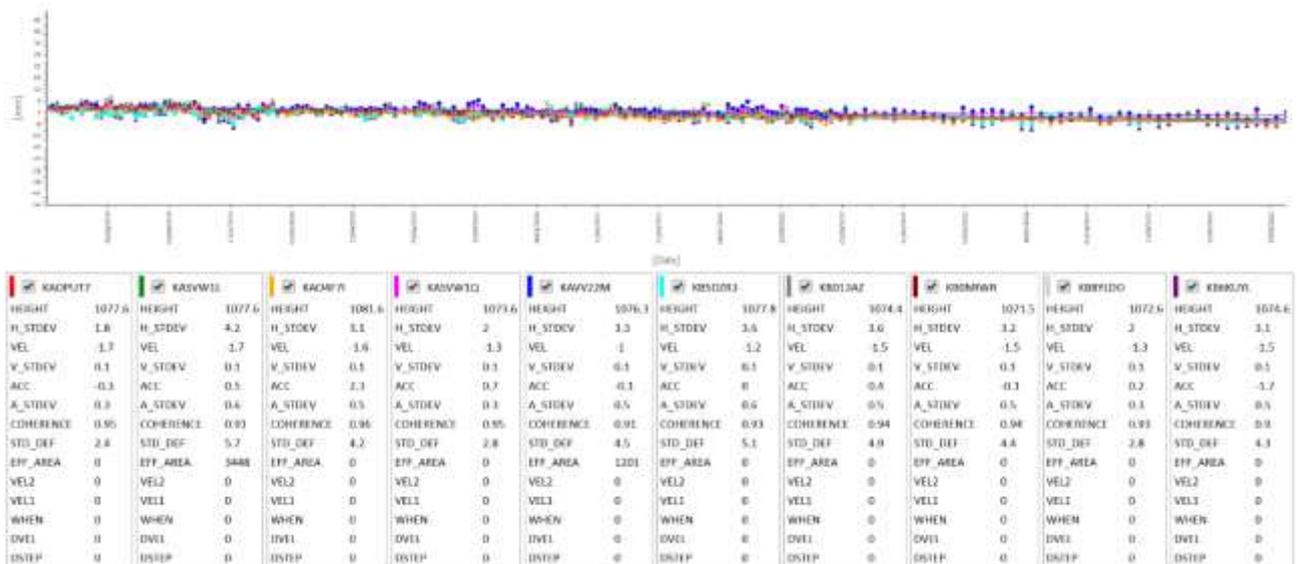
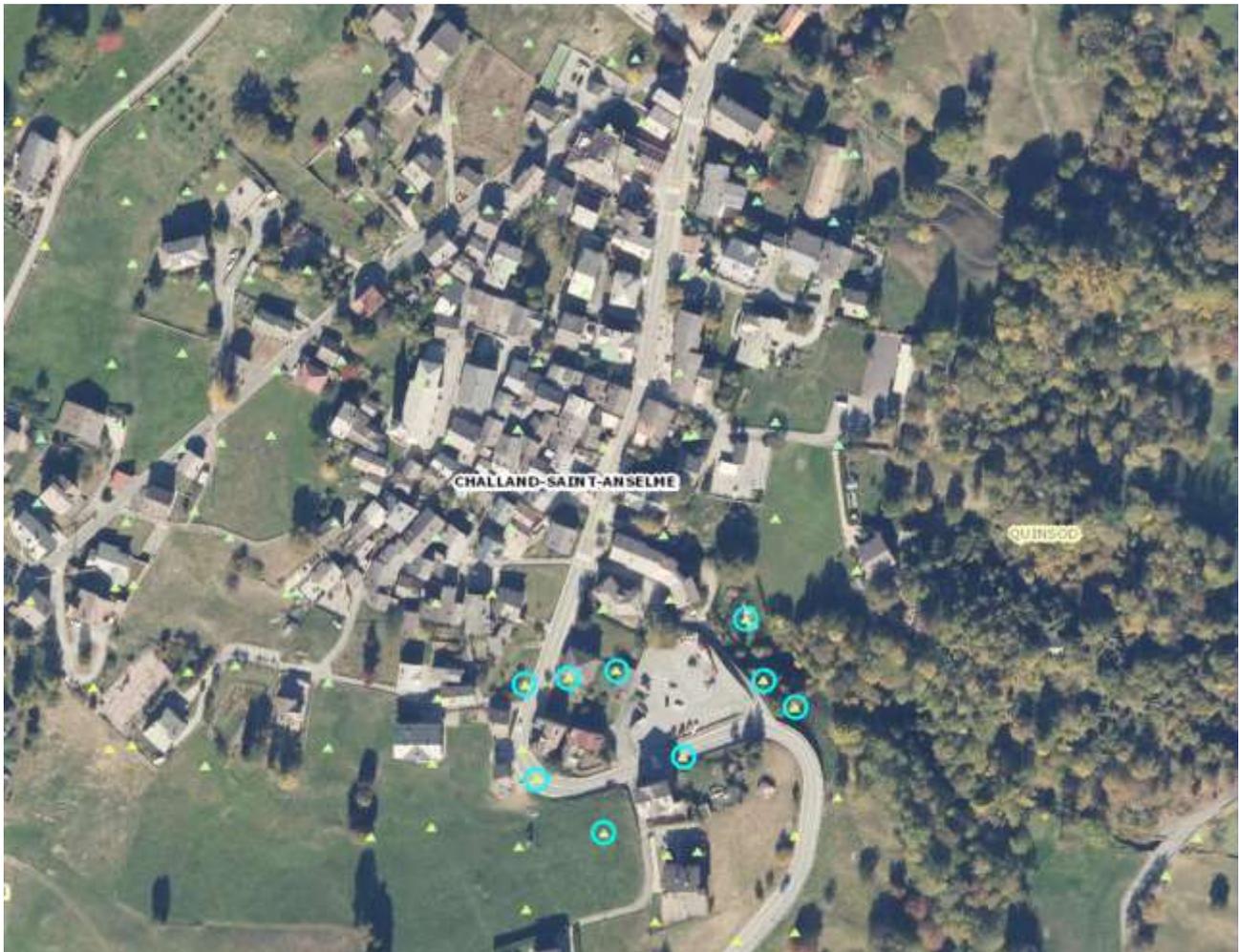


FIGURA 6-8 DATI SENTINEL-1A DAL 2014 [ASCENDENTE]

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Per quanto riguarda i settori vincolati a **rischio inondazioni** in corrispondenza dell'area in esame, si evidenzia che la linea elettrica interrata lungo la viabilità asfaltata esistente interseca il tratto di Torrent Vadacaz nel settore in cui questo risulta interrato. Il canale dapprima è classificato ad elevato rischio fino al punto di interramento a monte della strada in loc. Paysan.

Il torrente Vadacaz è un affluente in sponda sinistra del fiume Evançon, a sua volta affluente in sinistra della Dora Baltea, che confluisce nel suo ricettore a valle del comune di Challand S. Anselme. Il bacino, completamente naturale, sotteso dal torrente Vadacaz, la cui sezione di chiusura è a monte dell'abitato, in corrispondenza della pista di servizio al serbatoio dell'acquedotto di Pesan (fraz. di Challand S. Anselme), si estende per 1.133 kmq, e si sviluppa tra la quota massima di 1190 m slm e la quota minima di 1170 m slm.

Il canale risulta regimato anche a valle della viabilità e in parte intubato in corrispondenza delle frazioni basse. In corrispondenza dell'attraversamento si riscontra un manufatto in c.a. dove scorrono già posate alcune tubazioni in polietilene.

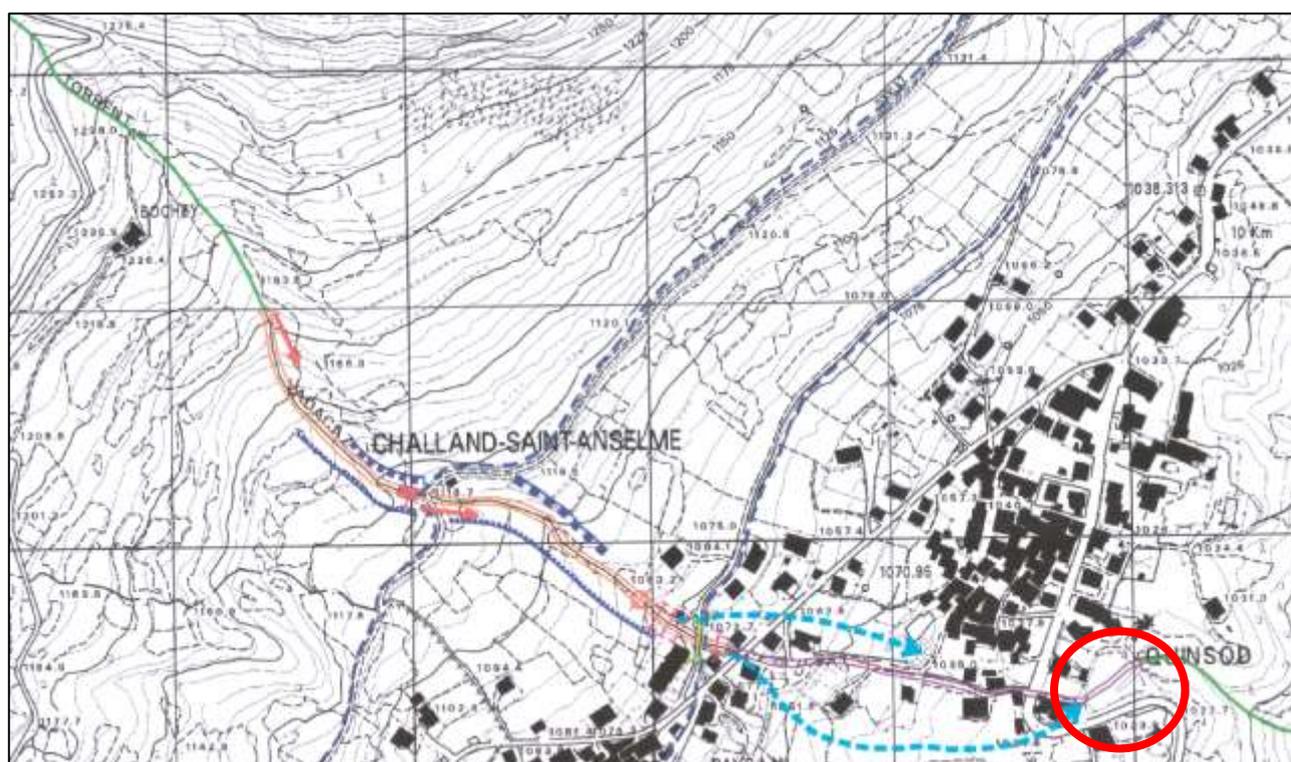


FIGURA 6-9 STRALCIO CARTA DINAMICA FLUVIALE - PRGC

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

	Orlo di terrazzo (h < 2m)		Scogliera
	Orlo di terrazzo (h 2 - 5m)		Ponte
	Orlo di terrazzo (h > 5m)		Guado artificiale
	Alveo di piena ordinaria		Briglia o soglia/opera di difesa trasversale
	Settore di conoide attivo		Ru
	Settore di conoide regimato		Restringimento d'alveo artificiale
	Tratto di alveo torrentizio poco inciso		Strettoia morfologica/ Restringimento d'alveo naturale
	Tratto di alveo torrentizio inciso		Tratti di alveo torrentizio ad elevata pendenza colmi di materiale sciolto mobilizzabile da onde di piena
	Tratto di alveo torrentizio profondamente inciso		Materiale di disalveo
	Punto di possibile disalveamento		Paleoalveo
	Direzione di possibile propagazione di colate detritiche		Barra o isola fluviale vegetata
	Argine in pietra e malta		Tratto di corso d'acqua intubato
	Gabbionata		

FIGURA 6-10 LEGENDA

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Il valore del CN, come nel caso precedente, è letto in una tabella a doppia entrata composta da n righe (classi di uso del suolo) e 4 colonne (tipi idrologici di suolo).

La valutazione di quest'ultimo parametro, cioè il tipo idrologico di suolo, è stata estrapolata in base alla reinterpretazione delle carte geologiche tradizionali in termini di permeabilità.

Tabella 10 Percentuali di uso del suolo per ogni tipo idrologico riscontrato.

		TIPO IDROLOGICO		
		A	B	C
USO DEL SUOLO	Affioramenti rocciosi	0.0	0.0	1.0
	Arbusti radi	0.0	0.7	0.3
	Area urbanizzata	0.0	0.7	0.0
	Bosco fitto	4.7	29.2	0.9
	Bosco rado	0.0	19.6	1.7
	Pascolo	0.0	39.8	0.1
	Prateria alpina	0.0	0.0	0.0
	Prato-pascolo	0.0	0.0	0.0
	Terreni dissestati-detriti	0.0	1.4	0.0

Si distinguono inoltre 3 classi di imbibimento del suolo, AMC I, AMC II, AMC III, (in ordine crescente di imbibimento) in funzione della piovosità dei 5 giorni antecedenti l'evento considerato; per ognuna di esse si otterrà un diverso valore di CN (CN I, CN II, CN III). La classe AMC III sarà quindi quella che fornirà il valore di portata di progetto più cautelativo.

I dati di pioggia utilizzati per effettuare la simulazione sono stati calcolati facendo la media dei coefficienti a e n relativi alle celle che ricadono all'interno del bacino idrografico in esame:

AY 68, AY 69

Pertanto:

TR 20		TR 100		TR 200	
a	n	a	n	a	n
29,655	0,481	38,565	0,474	42,375	0,472

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

I valori necessari per la compilazione dei file sono i seguenti:

SUP	CN II	CN III	L	Iv
1,19 Km ²	60	78	2,75 Km	40,7 %

dove:

- per SUP si intende la superficie del sottobacino (o interbacino);
CN II si intende il valore di CN (curve number) per la seconda classe di imbibimento (AMC II);
CN III si intende il valore di CN (curve number) per la terza classe di imbibimento (AMC III);
L lunghezza dell'asta principale;
Iv pendenza media dell'asta principale (%),

Inserendo i dati necessari alla compilazione del file si ottengono quindi i seguenti valori di portata in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino:

T rit	Portata di progetto
20 anni	4,4 mc/s
100 anni	7,1 mc/s
200 anni	8,7 mc/s

+ 20%

-> 5,28

-> 8,52

-> 10,44

Il valore preso in esame è quello ricavato per la terza classe di imbibimento (AMC III), quella cioè a maggiore impermeabilità, in quanto esso costituisce il valore più cautelativo.

La portata così ottenuta rappresenta però solamente la portata di progetto liquida, senza prendere in considerazione l'eventuale trasporto solido. Il bacino in esame risulta essere, però, sulla base dei dati storici e dei fenomeni di erosione in atto o potenziali, soggetto a colate detritiche o debris flows. Ciò trova riscontro nella presenza di due evidenti paleovalvei situati uno a destra e l'altro a sinistra del corso attuale.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

La presenza di materiale sciolto in alveo e di franamenti di parte dei versanti lungo l'impiuvio congiuntamente al verificarsi di precipitazioni di particolare intensità costituiscono il meccanismo d'innescò più comune per questo tipo di fenomeno.

Le colate detritiche costituiscono quindi un fenomeno di instabilità estremamente pericoloso. La valutazione della portata di un *debris flow*, in base a quanto studiato da TAKAHASHI (1991), può essere anche **10 volte** superiore alla portata massima liquida.

La propensione mostrata dal bacino per la formazione di fenomeni di questa natura, oltreché su base storica, geomorfologica e dei dissesti potenziali o in atto, può essere valutata mediante il cosiddetto *indice di Melton*. Tale parametro deriva dall'applicazione della seguente relazione:

$$Mel = (Hmax - Hmin) \cdot A^{0,6}$$

in cui:

Hmax = quota massima del bacino idrografico (Km)

Hmin = quota dell'apice del conoide (Km)

A = superficie del bacino idrografico (Kmq)

In base all'analisi condotta da Melton in Arizona, se tale valore supera 0,5 il bacino è a rischio di *debris flow*; maggiore è tale indice, maggiore è il rischio.

Nel caso in esame tale parametro risulta essere pari a 0,6; pertanto il bacino in esame è a **rischio di lave torrentizie**.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Valutazione delle opere idrauliche esistenti

Il corso d'acqua in esame è stato regolarizzato a partire da circa quota 1150 m s.l.m. fino a quota 1020 m s.l.m. Nel tratto immediatamente a monte dell'attraversamento del Ru d'Arlaz è stata realizzata una piccola briglia filtrante con una vasca di sedimentazione avente lo scopo di trattenere buona parte del materiale trasportato dalla corrente; più a monte, circa a quota 1300 m s.l.m., è stata realizzata per lo stesso motivo un'altra vasca di sedimentazione con briglia filtrante ma di dimensioni molto maggiori.

Foto 6-26 Vasca di sedimentazione con briglia filtrante situata a monte della strada che porta al Col Montseuc circa quota 1300 m s.l.m.

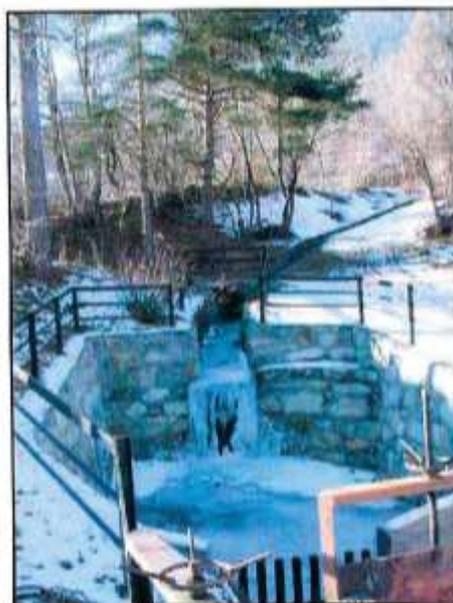


Foto 6-27 vasca di sedimentazione con relativa briglia di trattenuta situata immediatamente a monte di Ru d'Arlaz a quota 1020 m s.l.m.

Il tratto compreso tra quota 1150 m s.l.m., a monte del Ru d'Arlaz, e quota 1070 m s.l.m., in prossimità del Ru Herbal, è costituito da un canale in pietra e malta a sezione variabile di cui si riportano le verifiche idrauliche di seguito. Il canale viene poi convogliato in una tubazione tipo "tubosider" che permette l'attraversamento della sede stradale; più a valle esso riprende il corso a cielo aperto solo per un breve tratto, quindi viene convogliato in una tubazione in lamiera zincata prima e in uno scatolare in cemento armato poi fino circa a quota 1020 m s.l.m.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Si riportano di seguito le verifiche idrauliche dei tratti regolarizzati; le sezioni prese come riferimento sono quelle più critiche o in cui si evidenziano cambiamenti nella geometria dell'alveo.

▪ **SEZIONE I** (a monte del Ru d'Arbaz) *2150 m s.l.m.*

Larghezza alveo	1,00 m
Altezza sponda destra	0,90 m
Altezza sponda sinistra	0,90 m
Pendenza	12,0 %
Coefficiente di scabrezza (Manning)	0,030

Scala di deflusso -> Problemi anche s.l.m. x Q₂₀ + 20% di s.l.m.

y	A	C	R	X	V	Q mc/s
0.4	0.41	1.80	0.23	26.03	4.30	1.76
0.5	0.51	2.00	0.26	26.57	4.66	2.40
0.6	0.62	2.20	0.28	26.99	4.96	3.08
0.7	0.73	2.40	0.30	27.31	5.21	3.79
0.8	0.84	2.60	0.32	27.58	5.41	4.52
0.9	0.95	2.80	0.34	27.81	5.59	5.29

-> Q₂₀ + 20% (5,29)

Foto 6-28 Tratto arginato del T. Vadacaz situato a monte del Ru d'Arbaz e della vasca di sedimentazione



RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

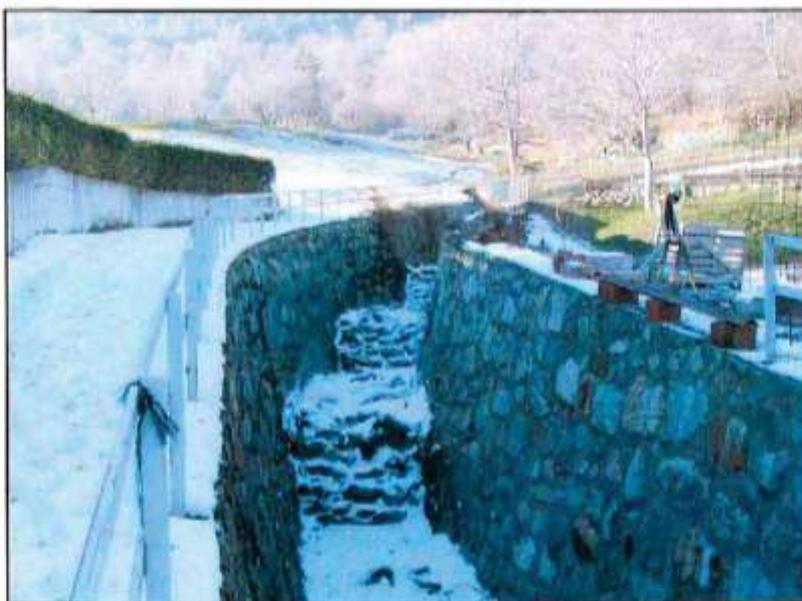
▪ SEZIONE 2 (a monte del Ru Herbal) *2,40 m da*

Larghezza alveo	2,50 m
Altezza sponda destra	3,50 m
Altezza sponda sinistra	3,50 m
Pendenza	5,0 %
Coefficiente di scabrezza (Manning)	0,030

Scala di deflusso

y	A	C	R	X	V	Q mc/s
2.25	6.35	7.05	0.90	32.76	6.95	44.1
2.50	7.14	7.55	0.95	33.03	7.18	51.3
2.75	7.96	8.06	0.99	33.26	7.39	58.8
3.00	8.79	8.56	1.03	33.48	7.58	66.6
3.25	9.63	9.07	1.06	33.67	7.76	74.8
3.50	10.50	9.57	1.10	33.85	7.93	83.2

Foto 6-29 Torrente Vadacaz nel tratto a monte del Ru Herbal



RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

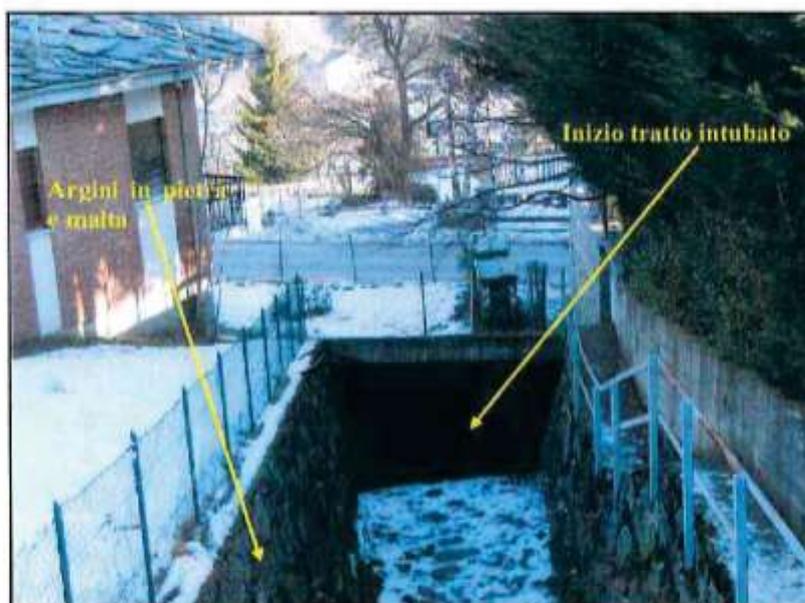
SEZIONE 3 (a monte del tratto intubato)

Larghezza alveo	2,50 m
Altezza sponda destra	2,00 m
Altezza sponda sinistra	2,00 m
Pendenza	3,0 %
Coefficiente di scabrezza (Manning)	0,030

Scala di deflusso

y	A	C	R	X	V	Q mc/s
1.5	4.31	5.59	0.77	31.92	4.86	20.9
1.60	4.64	5.80	0.80	32.12	4.98	23.1
1.70	4.97	6.00	0.83	32.30	5.09	25.3
1.80	5.31	6.21	0.85	32.47	5.20	27.6
1.90	5.65	6.42	0.88	32.64	5.31	30.0
2.00	6.00	6.62	0.91	32.79	5.41	32.4

Foto 6-30 Tratto di torrente Vadacaz incanalato subito a monte del tratto intubato.



RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

▪ SEZIONE 4 (tratto intubato)

La tubazione utilizzata è in acciaio ondulato e zincato tipo “tubosider”; essa ha sezione ellittica con raggio maggiore pari a 1,15 m e raggio minore pari a 0,9 m. La portata smaltibile da tale opera, per una pendenza di circa 2,5 % e scabrezza (Manning) pari a 0,025, è di circa 8,8 mc/s; tale valore è stato stimato considerando un grado di riempimento della condotta pari a circa l'80 %.

al polo $Q_{100} + 20\%$ calcolato

Foto 6-31 Imbocco del Torrente Vadacaz nella tubazione in lamiera ondulata.



▪ SEZIONE 5-6 (scatolare in cemento)

A valle della tubazione in acciaio ondulato, il corso d'acqua viene convogliato in uno scatolare rettangolare in cemento armato. Sono state individuate 2 sezioni tipo su cui sono state condotte le verifiche idrauliche:

quella più a monte (sez. 5), che si sviluppa all'incirca dalla strada comunale al piazzale privato a monte dell'area sportiva, presenta dimensioni minori;

quella più a valle (sez. 6), che prosegue a sinistra del campo sportivo e poi lungo la strada di collegamento con la S.S. della Val d'Ayas, presenta invece una sezione più larga.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Di seguito si riportano le verifiche idrauliche:

▪ Sezione 5

Base scatolare	2,00 m
Altezza scatolare	1,90 m
Pendenza	6,0 %
Coefficiente di scabrezza (Manning)	0,022

Scala di deflusso

y	A	C	R	X	V	Q mc/s
1.4	2,80	4,80	0,58	41,55	7,78	21,8
1.50	3,00	5,00	0,60	41,75	7,92	23,8
1.60	3,20	5,20	0,62	41,92	8,06	25,8
1.70	3,40	5,40	0,63	42,08	8,18	27,8
1.80	3,60	5,60	0,64	42,23	8,30	29,9
1.90	3,80	5,80	0,66	42,36	8,40	31,9

▪ Sezione 6

Base scatolare	2,80 m
Altezza scatolare	1,80 m
Pendenza	5,0 %
Coefficiente di scabrezza (Manning)	0,022

Scala di deflusso

y	A	C	R	X	V	Q mc/s
1.3	3,64	5,40	0,67	42,56	7,82	28,5
1.40	3,92	5,60	0,70	42,83	8,01	31,4
1.50	4,20	5,80	0,72	43,08	8,20	34,4
1.60	4,48	6,00	0,75	43,30	8,37	37,5
1.70	4,76	6,20	0,77	43,50	8,52	40,6
1.80	5,04	6,40	0,79	43,68	8,67	43,7

Tutto il settore in esame (fatto salvo per la sezione più a monte che a stento riesce a convogliare la portata ventennale) appare quindi regolarizzato da un punto di vista puramente idraulico e consente il passaggio della portata di progetto calcolata in precedenza.

Problema e il tratto SDX 90

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

L'individuazione delle fasce di rischio, però, tiene anche conto dell'eventuale formazione di fenomeni di colate detritiche, ed è quindi stata effettuata sulla base di un metodo geomorfologico; si è pertanto individuato l'alveo attivo, le forme fluviali riattivabili e i punti critici quali restringimenti della sezione, improvvisi cambiamenti di direzione e attraversamenti stradali o pedonali.

E' stata pertanto data una certa importanza alla presenza dell' evidente paleoalveo situato in sinistra orografica a valle dall'attraversamento del Ru Herbal; la riattivazione di tale paleoalveo può infatti essere indotta dall'ostruzione, dovuta al materiale potenzialmente trasportabile, del corso d'acqua in corrispondenza dell'imbocco del tratto intubato.

Foto 6-32 Evidente paleoalveo situato in sinistra dell'attuale corso d'acqua

+ ogni sezione a monte sezione n°2



Le fasce di rischio sono state quindi così delimitate:

- **fascia A:** comprende l'asta principale opportunamente ampliata nei tratti naturali con scarsa incisione o in quelli artificiali a sezione insufficiente; tale fascia è stata protratta solo fino all'imbocco del tratto intubato tenendo conto che da questo punto in poi l'alveo è completamente coperto (il torrente transita infatti in un primo momento all'interno di un tubo in lamiera zincata e successivamente in uno scatolare in cemento); la fascia rossa ricompare più a valle, a partire

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

da quota 1020 m s.l.m., dove il corso d'acqua riprende il suo corso naturale per poi confluire circa a quota 900 m s.l.m. nel Torrente Evançon.

- **fascia B:** tale fascia comprende i settori adiacenti alla zona rossa che possono essere interessati da fenomeni di piena centennali; è stato quindi compreso tutto il settore in sinistra orografica interessato da un evidente paleoalveo riattivabile in seguito ad un'eventuale ostruzione a monte dell'imbocco del tubo dovuto al trasporto di materiale. Essa è stata inoltre maggiormente ampliata sulla sinistra orografica piuttosto che sulla destra perché la pendenza naturale della strada conduce prevalentemente la corrente in tale direzione.
- **la fascia C:** interessa la porzione di territorio inondabile per eventi di piena eccezionali e comprende il paleoalveo in destra orografica (che difficilmente potrà riattivarsi) e tutti i settori adiacenti alla fascia gialla che in qualche modo possono essere interessati da eventi di piena particolarmente gravosi (con tempi di ritorno pluricentennali).

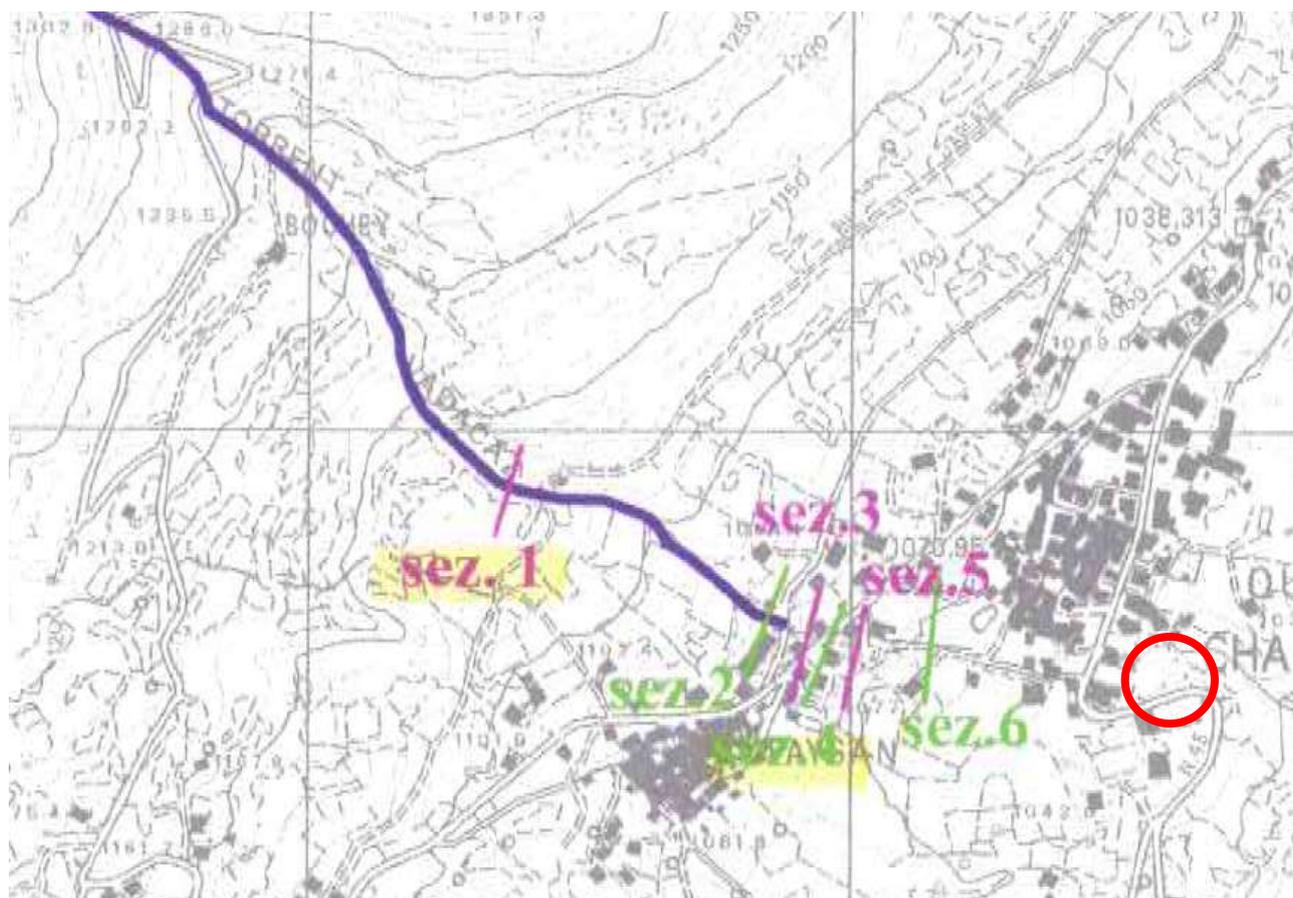


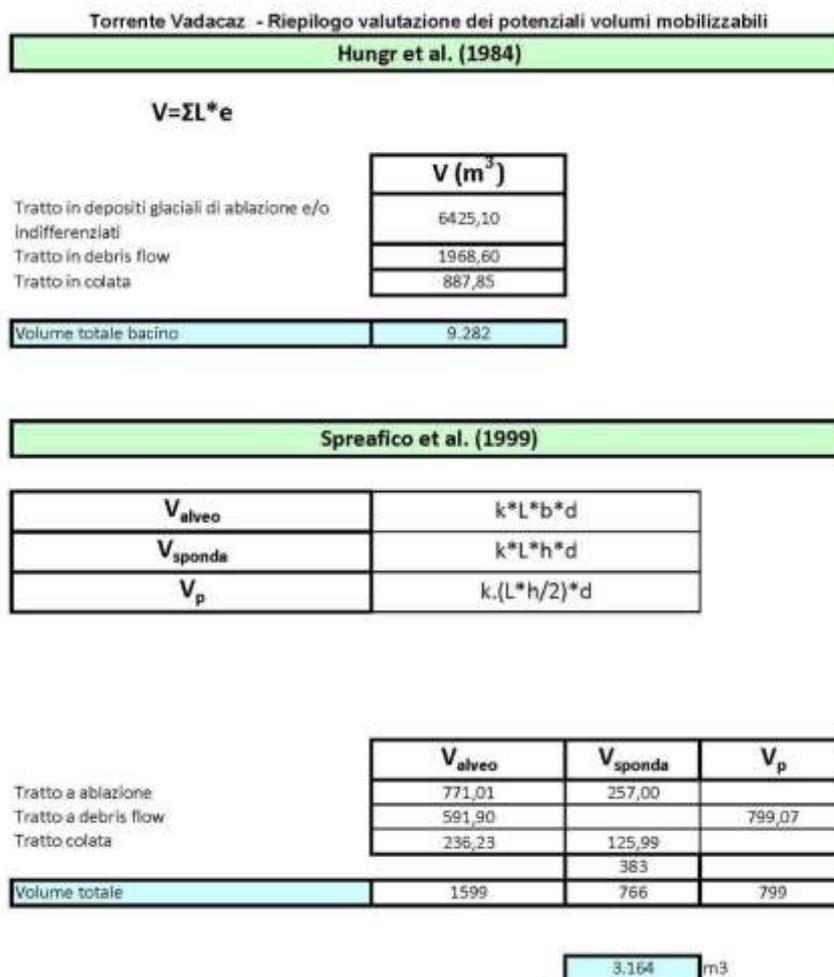
FIGURA 6-11 ANALISI TORRENTE VADACAZ – DOCUMENTAZIONE AMBITI INEDIFICABILI

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Nell'ambito dello studio di bacino attualmente non ancora approvato:

Volumi calcolati

I metodi descritti forniscono valori di materiale mobilizzabile nell'ipotesi che tutto il bacino sia coinvolto da un unico evento parossistico, con evento meteorico contemporaneo su tutto il bacino e simultanea movimentazione di tutto il detrito disponibile ed attivazione di tutte le aree sorgenti.



In conclusione, lo studio geologico del bacino e la stima dei volumi di materiale mobilizzabile hanno portato alle seguenti conclusioni:

- quasi tutto il bacino è caratterizzato dalla presenza diffusa di depositi glaciali, e solo nella porzione sommitale sono presenti processi e forme connesse a fenomeni gravitativi di versante;
- sono stati rilevati nel bacino fenomeni di crollo di massi, che risultano per lo più stabilizzati o quiescenti, ma che in ogni caso sono localizzati in zone non abitate e non costituiscono, quindi, fonte di rischio;

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

- nel bacino sono presenti zone caratterizzate da scivolamenti; tutte queste zone hanno un'estensione limitata, e non sono presenti nei pressi di zone antropizzate, inoltre, non sono visibili evidenze di un potenziale movimento di qualche rilevanza nel breve – medio termine;
- sono presenti due accumuli da colata, di cui uno solo è di qualche rilevanza per estensione e caratteristiche di rimobilizzazione. Il processo interessa la porzione inferiore del corso del torrente principale;
- sono presenti, inoltre, due accumuli da debris flow ormai stabilizzati;
- il bacino è occupato da una deformazione gravitativa di versante profonda, che si stacca dalla sommità del Monte d'Arbaz; le evidenze del movimento sono rappresentate da trincee e cambi di pendenza presenti proprio lungo la cresta del Monte d'Arbaz. In assenza di altre evidenze nella parte centrale e inferiore del versante, si può ritenere che il processo sia ancora in una fase juvenile e, in ogni caso, non si hanno evidenze di possibilità di collassi repentini di grossi volumi rocciosi, almeno a breve-medio termine.

Sulla base di tutto quanto sopra, dai rilievi effettuati in sito, della storia del bacino in esame, e delle analisi sopra riportate, è possibile affermare che, in un unico evento, il volume mobilizzabile che potrebbe arrivare alla sezione di chiusura del bacino e quindi al conoide non sarà superiore al massimo valore derivante dalle analisi di cui sopra (quindi pari a 9'282 m³).

Tabella 4: Tabella riassuntiva dei parametri idrologici adottati

Parametro	Valore utilizzato
parametro a della Curva di Possibilità Pluviometrica	17.169 mm/h ⁿ
parametro n della Curva di Possibilità Pluviometrica	0.472 (-)
tempo di corruzione Tc	20 min (0.3337ore)
perdite iniziali (Ia)	5 % di S (S = contenuto idrico massimo del terreno saturo)
CN medio	36.0
CN corretto (AMC III)	56.0

Tabella 5: Tabella riassuntiva degli scenari d'evento simulati

	Tempo di ritorno	Durata evento	ARF	Altezza di pioggia	Portata massima
Scenario	anni	ore	-	mm	m ³ /s
1	20	0.33	0.960	16.58	0.000
2	20	0.67	0.975	23.36	0.705
3	20	1.00	0.980	28.44	1.187
4	100	0.33	0.951	22.76	0.808
5	100	0.67	0.969	32.15	2.075
6	100	1.00	0.976	39.19	3.002
7	200	0.33	0.947	26.14	1.239
8	200	0.67	0.967	37.01	3.072
9	200	1.00	0.974	45.14	4.274

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Lo studio di bacino, a cui si rimanda per maggiori dettagli, si conclude evidenziando le principali criticità del torrente Vadacaz le quali si suddividono su tre punti:

- il tratto intorno alla quota 1150 m s.m., dove si ha la suddivisione su due tragitti delle portate e il primo importante allargamento del fronte di colata;
- la generale insufficienza idraulica del cunettone;
- l'imbocco alla tombinatura, preceduto da un importante salto, configurato in modo non ottimale.



FIGURA 6-12 SEZIONE DI IMBOCCO ALLA TOMBINATURA

Dallo studio si evidenzia che: *“la fascia A merita alcune osservazioni: infatti tale fascia non comprende tutte le aree che possono essere raggiunte dall'allagamento di un evento di 20 anni di tempo di ritorno, ma da quelle aree in cui le portate transitanti creano disagi e danni a cose, abitati [...]. Inoltre qualora l'intera portata ventennale risulta contenuta nel tracciato riconosciuto dell'alveo, senza esondazioni, per legge si considera comunque una minima fascia di rispetto dalle sponde: per il torrente Vadacaz la fascia A corrisponde ad una distanza minima di 3 m dalle sponde.”*

[...] Si giunge quindi alla strada comunale a quota 1120 m s.m., che per due tracciati paralleli le portate tendono a superare proseguendo verso valle in due direzioni separate:

- *le portate che giungono dal cunettone tendono a superare la strada comunale, in parte superficialmente e in parte nel tombotto, e a continuare nel cunettone fino alla tombinatura;*
- *le portate sfiorate nel pianoro e convogliate nella piccola valle in sponda destrafociano sulla strada superandola per scorrimento superficiale; una volta ricadute oltre la banchina si*

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

concentrano lungo la strada comunale che appare essere stata realizzata alla base di un impluvio naturale;

- per naturale pendenza della strada, si verificheranno fenomeni di scorrimento superficiale che discendono verso l'abitato, dispersione minima e trascurata nel tracciamento delle zone critiche.

Mentre le portate che discendono per strada si disperdono tra le abitazioni e le strade del paese, perdendo potenza e velocità, le portate che discendono lungo il cunettone si inseriscono nella tombinatura che risulta idraulicamente sufficiente.

In riferimento al fenomeno di trasporto in massa, si evidenzia che il fenomeno della colata detritica tende ad esaurirsi in corrispondenza dell'abitato di Paysan, mentre la restante parte del conoide risulta interessata da flussi prevalentemente liquidi per il rilascio della parte acquosa in contenuta nella colata dopo il suo arresto.

Per quanto riguarda l'azione delle acque superficiali non incanalate, queste si manifestano, soprattutto come azione erosiva, a carico dei depositi superficiali o dei litotipi con scarse caratteristiche meccaniche. Questo fenomeno è rappresentato dal ruscellamento diffuso che si sviluppa a saturazione del deposito superficiale, quando le acque meteoriche si concentrano nei livelli superficiali e tendono a defluire superficialmente verso valle, inizialmente, in modo diffuso e concentrandosi, in seguito, in piccoli solchi e incisioni. In riferimento alle analisi condotte, l'assetto geomorfologico dell'area oggetto di intervento è definito da depositi quaternari rimaneggiati dall'azione delle acque ruscellanti e parzialmente dall'attività antropica, localizzati su un tratto di versante a moderata acclività privo di indizi di pericolosità. Sui settori occupati da coperture quaternarie si individuano segni di percolazione a livello superficiale conformi con l'assetto morfologico dell'area. I processi di dilavamento superficiale connessi all'azione del ruscellamento diffuso possono instaurarsi in occasioni di abbondanti precipitazioni e allo scioglimento nivale quando, a saturazione dei livelli corticali del deposito, le acque meteoriche vengono a concentrarsi nei settori più superficiali generando fenomeni che dilavano il versante. Non si hanno segnalazioni di nuovi eventi o riattivazioni degli stessi.

6.4 VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO

Gli interventi in progetto ricadenti in aree vincolate ai sensi della L.R. 11/98 s.m.i. art. 35/1 in zona Fc2 indicante terreni sedi di frane a media pericolosità, risultano **CONSENTITI**, in riferimento all'allegato alla D.G.R. n.2939/2008, nello specifico al Capitolo II, Paragrafo C.2, comma 2, lettera h

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

in quanto “*interventi di nuova costruzione di infrastrutture puntuali e a rete, non altrimenti localizzabili*”.

Gli interventi ricadenti in zona F3, caratterizzata da terreni sedi di frane a debole pericolosità, risultano **CONSENTITI**, in riferimento all'allegato alla D.G.R. n.2939/2008, nello specifico al Capitolo II, Paragrafo C.3.

Gli interventi in progetto ricadenti in aree vincolate ai sensi della L.R. 11/98 s.m.i. art. 36 in fascia di cautela IcB indicante terreni soggetti ad medio rischio inondazioni, risultano **CONSENTITI**, in riferimento all'allegato alla D.G.R. n.2939/2008, nello specifico al Capitolo IV, Paragrafo C.2, comma 2, lettera h in quanto “*interventi di nuova costruzione di infrastrutture puntuali e a rete, non altrimenti localizzabili*”.

6.5 VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ DELL'OPERA E DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI DI RIDUZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

La nuova cabina ricade in un settore caratterizzato da depositi glaciali e di genesi mista rimaneggiati dall'attività antropica (viabilità e fabbricati) privo di pericolosità e non necessita di interventi di riduzione della pericolosità. In riferimento alla tipologia di intervento in progetto, che prevede la posa tramite scavo in trincea a profondità inferiore a 1,5m lungo viabilità asfaltata esistente, si ritiene che l'intervento stesso risulti non strutturalmente rilevante ai fini dell'interferenza con i fenomeni di dissesto presenti. Non sono pertanto necessari interventi di riduzione della pericolosità.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

7 INDICAZIONI RELATIVE AGLI INTERVENTI

In base alle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni esaminati e 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. Si evidenzia che gli interventi in progetto non modificheranno sostanzialmente la morfologia attuale del sito e se realizzati a regola d'arte non causeranno condizioni di instabilità idrogeologica.

Per quanto riguarda gli interventi di messa in opera della cabina elettrica si possono fornire le seguenti indicazioni.

- Le attività di scavo dovranno essere eseguite a regola d'arte ed effettuati possibilmente in periodi non immediatamente successivi ad intense precipitazioni piovose ed allo scioglimento delle nevi e dovranno essere eseguite tenendo conto delle caratteristiche geotecniche;
- Gli scavi per dar sede alla fondazione dovranno essere eseguiti a regola d'arte tenendo conto delle caratteristiche geotecniche dei materiali interessati realizzando, in riferimento allo scavo poco profondo, fronti provvisori con pareti libere verticali di altezza limitata, se le condizioni lo permettono;
- Le acque sotterranee eventualmente intercettate durante gli scavi dovranno essere drenate e allontanate predisponendo opportuni drenaggi;
- Nella fase di scavo sarà possibile incontrare blocchi di grosse dimensioni e pertanto se ne dovrà prevedere l'estrazione e/o la demolizione, mediante mezzi meccanici, fino a raggiungere la profondità minima per la realizzazione del sottofondo della fondazione;
- Il materiale di risulta dello scavo deve essere allontanato dal bordo del fronte temporaneo ed escludere su questa fascia qualsiasi sovraccarico, così come rimuovere eventuali fonti di vibrazioni nelle vicinanze dello scavo;
- Il terreno di fondazione su cui insisterà la fondazione della cabina 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".

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

- Gli scavi a sezione ristretta provvisori dovranno essere eseguiti a regola d'arte tenendo conto delle caratteristiche geotecniche dei materiali interessati realizzando, in riferimento allo

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

scavo poco profondo, fronti provvisori con pareti libere verticali di altezza limitata, se le condizioni lo permettono.

- 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 di eventuali 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 le tubazioni (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.
- Una volta ripristinati i tratti di viabilità interessati, il materiale di rinterro dovrà essere adeguatamente costipato.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

8 CONCLUSIONI

Sulla base delle considerazioni geologico-tecniche esposte in questa relazione, fatte salve le indicazioni sopra riportate, non si rilevano elementi di carattere geologico-tecnico e geomorfologico contrari alla realizzazione delle opere in progetto, che risultano quindi **COMPATIBILI** dal punto di vista geologico a condizione che si operi con le cautele previste e consigliate. L'intervento sostanzialmente non modifica lo stato dei luoghi.

In riferimento alla Delibera di Giunta Regionale n°2939/2008 si evidenzia che la realizzazione degli interventi in progetto è **CONSENTITA**, nei terreni sedi di frane e soggetti a rischio di inondazioni, così come esposto nel capitolo 6 – Studio di compatibilità.

ALLEGATI

- REPORT INDAGINE MASW

ALLEGATO 1

Indagine MASW per definizione Vs eq

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

1 PREMESSA

La presente relazione illustra i dati delle indagini sismiche eseguite mediante metodologia MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) in data 22 marzo 2024, nel Comune di Challand-Saint-Victor, in relazione al progetto dei lavori di costruzione linea MT e di una nuova cabina elettrica in Località Quinsod nel Comune di Challand-Saint-Victor, al fine di definire i valori di velocità delle onde di taglio equivalente e caratterizzare la risposta sismica del terreno in corrispondenza degli interventi progettuali così come previsto dal D.M. 17/01/2018 Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018).

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

2 PROSPEZIONE SISMICA MASW

2.1 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:

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

Dove: h_i è lo spessore dello strato i-esimo

$V_{s,i}$ è la velocità delle onde di 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 particolare 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.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

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:

$$V_s = 1,1 * V_{\text{Rayleigh}} \text{ o } V_{\text{Love}}$$

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:

$$\text{lunghezza d'onda} = \text{velocità} / \text{frequenza}; \quad \lambda = v / f$$

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

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

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 V_s 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

2.2 PIANIFICAZIONE ED ESECUZIONE DELL'INDAGINE

Per l'acquisizione dello stendimento sismico di superficie nel sito della nuova cabina elettrica in comune di Gressoney-Saint-Jean, 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 verticali con frequenza propria di 4,5Hz, distanziati ognuno di 1,5m (distanza intergeofonica) per una lunghezza complessiva della linea sismica pari a 16,5m. 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 10Kg su piastra di alluminio. I dati sono stati registrati con un

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

tempo di acquisizione di 2s e con frequenza di campionamento di 4000Hz (periodo di campionamento 250 μ s).

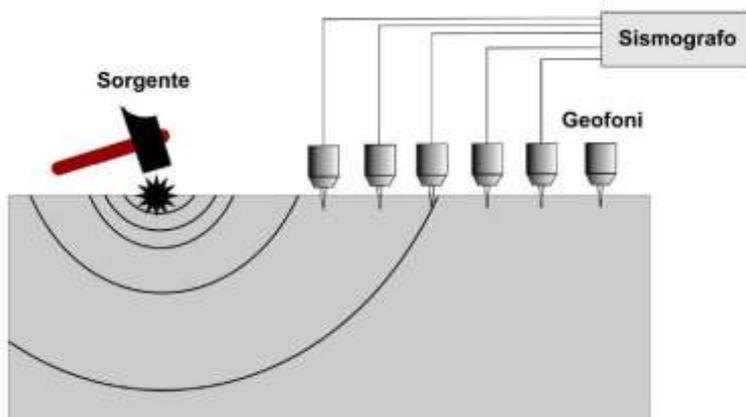


Figura 2-1 Schema di stendimento sismico



Figura 2-2 Vista della localizzazione dello stendimento sismico

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

2.3 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 costituita da geofoni verticali con frequenza propria di 4,5Hz. La rappresentazione del dataset, acquisito nel tempo di 1 sec, è raffigurata nella seguente figura.

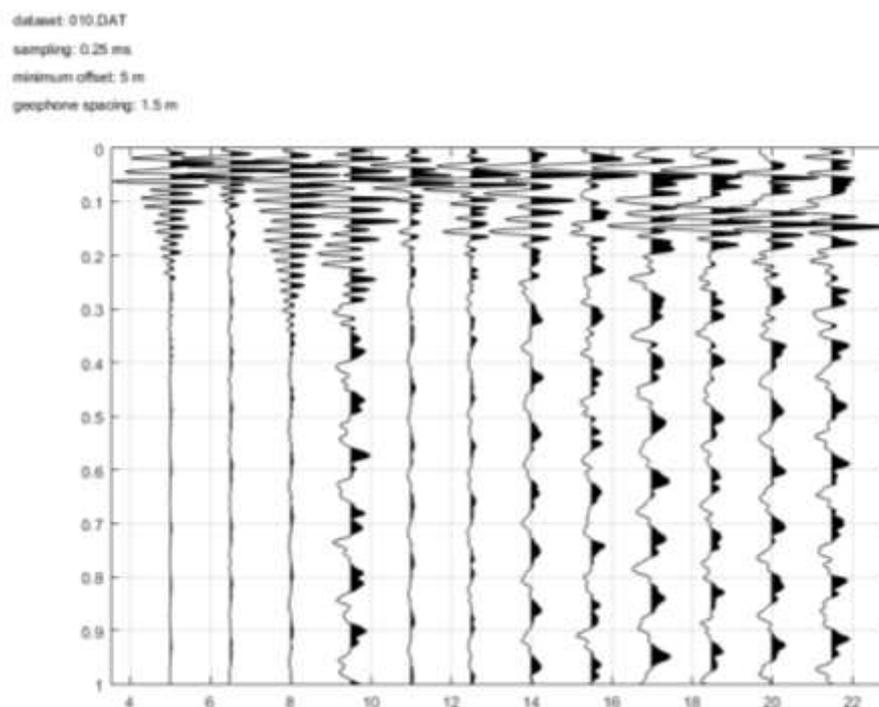


Figura 2-3 Dataset normalizzato

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

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 e a quelli secondari dell'onda superficiale di Rayleigh.

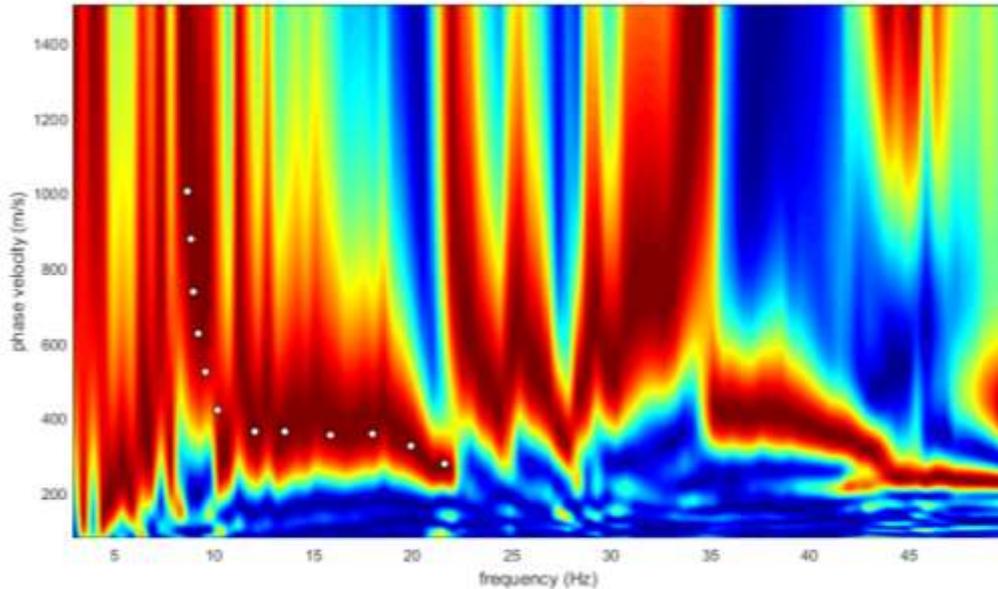
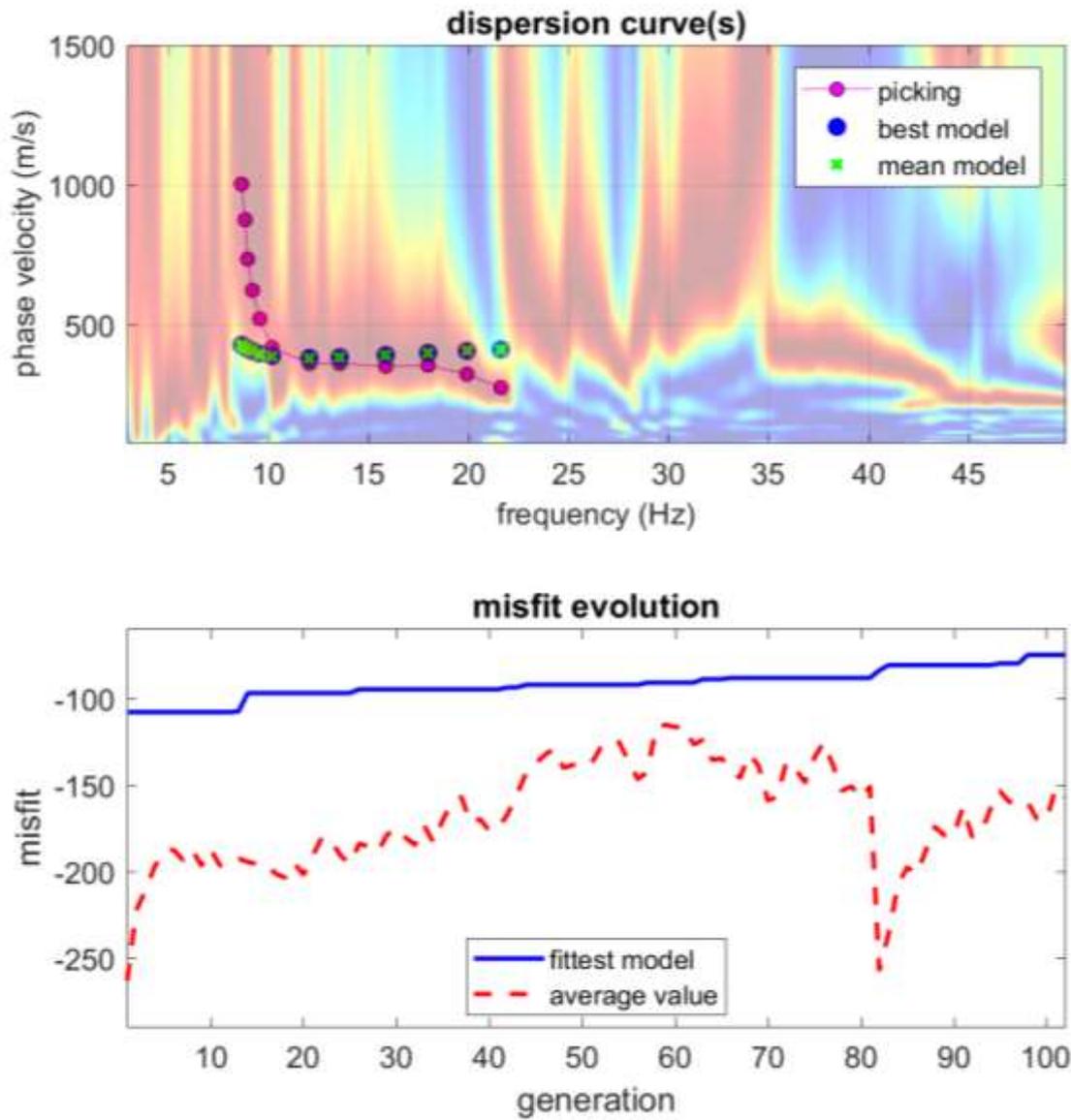


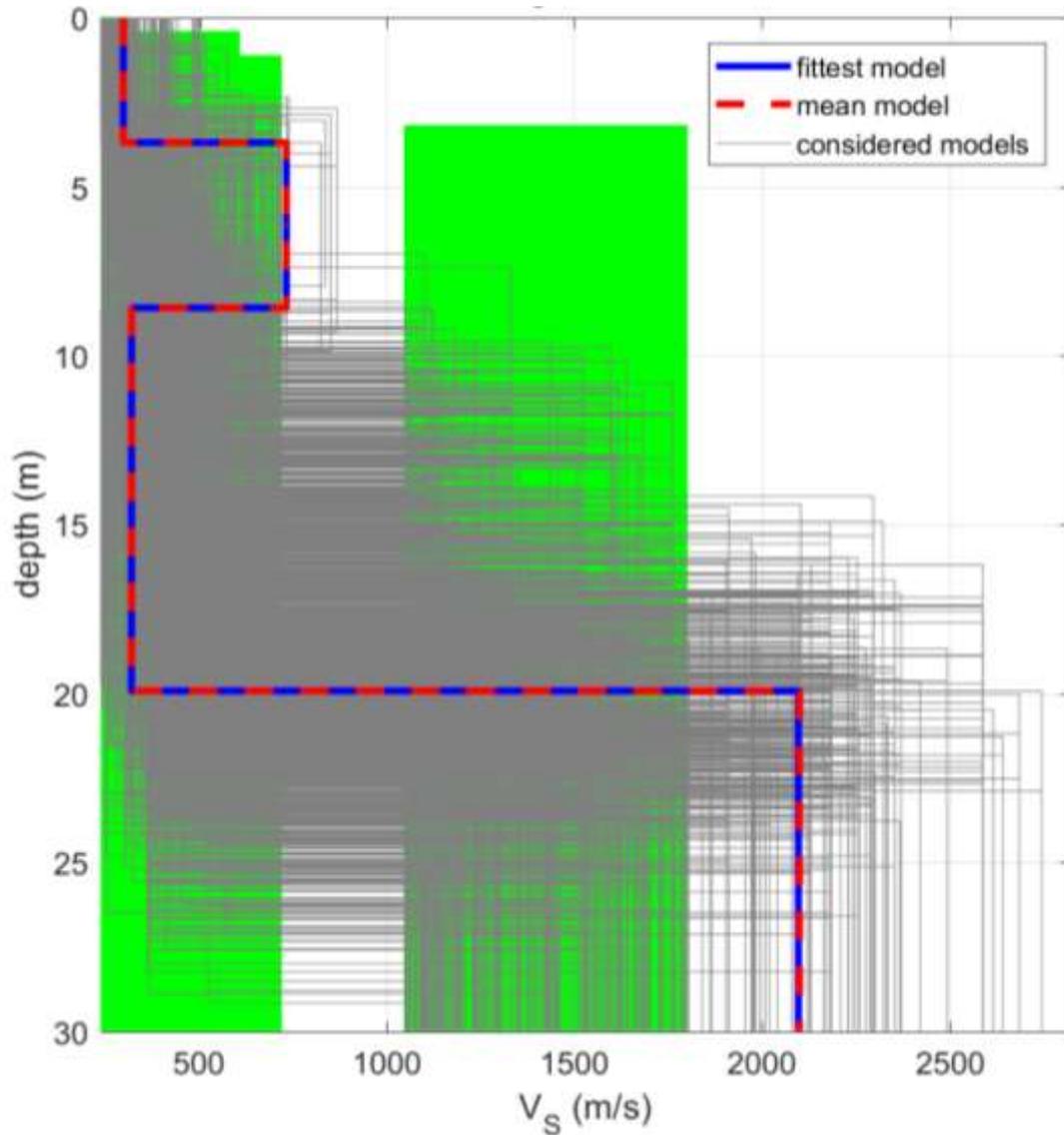
Figura 2-4 Spettro di Velocità e Picking

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.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ



RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ



Sono stati individuati 4 strati sismici a diversa velocità V_s e precisamente:

STRATO	V_s	Spessore
1	299	3.7
2	733	4.9
3	321	11.3
4	2097	Semi-spazio

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

3 CONCLUSIONI

L'analisi della dispersione delle onde superficiali a partire dai dati di sismica attiva MASW ha consentito di determinare, per la zona di indagine, considerando la media ponderata delle velocità da piano campagna, un valore di:

- V_{Seq} calcolata di: 367 m/s

Rispetto alla nuova e vigente normativa antisismica (NTC 2018) i siti in esame investigato ricadono nella **categoria B** "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti" come evidenziato nella tabella allegata.

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

Tabella 3.2.II – NTC 2018