



REVISIONI	00.	aprile 2011	prima emissione	GEOTECH	G.LUZZI SRI-CRE-ASA	N.RIVABENE SRI-CRE-ASA
	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

PROGETTISTA  GEOTECH S.r.l. SOCIETA' DI INGEGNERIA Via Itanil, 7 Morbegno (SO) Tel/fax 0342 610774 E-mail: info@geotech-srl.it sito: www.geotech-srl.it	CODIFICA DELL'ELABORATO REAR10019BASA000025_REL_01	
PROGETTO	TITOLO	
RICAVATO DAL DOC. TERNA CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA	RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220KV DELLA VAL FORMAZZA RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE REL 01 - RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE	


NOME DEL FILE	SCALA	PARTE
REAR10019BASA000025_REL_01	-	-

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna S.p.A.

This document contains information proprietary to Terna S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna S.p.A. is prohibit.

RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220 KV VAL FORMAZZA

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

Redatto	Collaborato	Verificato	Approvato
 <p>GEOTECH S.r.l. SOCIETÀ D'INGEGNERIA Via Tommaso Nani, n. 7 23017 Morbegno (SO) Ufficio 0342 – 610774 info@geotech-srl.it</p>	-	G. LUZZI SRI-CRE-ASA	N. RIVABENE SRI-CRE-ASA

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	4
1.1 MOTIVAZIONE DELL'OPERA.....	4
1.2 OPERE PREVISTE	4
1.2.1 Elettrodotti aerei (Tratte A-B-C a 220kV)	4
1.2.2 Interramento linee T426 Morasco – Ponte; T427 Ponte - Fondovalle	7
1.3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	7
1.3.1 Caratteristiche tecniche della linea	8
1.3.1.1 Elettrodotti aerei 220 kV.....	8
1.3.1.2 Conduttori e corde di guardia	8
1.3.1.3 Stato di tensione meccanica	9
1.3.1.4 Capacità di trasporto.....	10
1.3.1.5 Sostegni a traliccio	10
1.3.1.6 Distanza tra i sostegni	11
1.3.1.7 Isolamento	11
1.3.1.8 Morsetteria ed armamenti	12
1.3.1.9 Fondazioni.....	13
1.3.1.10 Messe a terra dei sostegni.....	13
1.3.2 Planimetria e profilo dell'elettrodotto.....	13
1.4 ANALISI DELLE AZIONI DI PROGETTO	14
1.4.1 Fase di costruzione	14
1.4.1.1 Modalità di organizzazione del cantiere	14
1.4.1.2 Quantità e caratteristiche delle risorse utilizzate	20
Materiali provenienti dalle demolizioni	20
1.4.1.3 Realizzazione delle fondazioni	20
1.4.1.4 Posa e tesatura dei conduttori.....	21
1.4.2 Fase di esercizio	21
Identificazione delle interferenze ambientali.....	22
1.4.3 Fase di fine esercizio	23
1.4.4 Fase di dismissione delle linee T220 – T221 - T222 – T426 e T427	23
1.4.5 Interramento 132 kV Fondovalle – Ponte e 132 kV Ponte – Morasco (fino a sostegno n°18)	24
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	26
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	28
3.1 GEOLOGIA REGIONALE	28
3.1.1 Le Alpi	28
3.1.2 Inquadramento geolitologico	29
3.1.3 Evoluzione strutturale.....	32
4. GEOLOGIA LOCALE	35
4.1 SUBSTRATO ROCCIOSO.....	35
4.2 DEPOSITI QUATERNARI.....	40
5. GEOMORFOLOGIA LOCALE	43
5.1 DINAMICA GEOMORFOLOGICA.....	43
5.2 FENOMENI VALAGHIVI	46
6. CARATTERISTICHE SIMICHE E SISMOTETTONICHE	50

6.1	UNITA' LITOTECNICHE	54
7.	IDROLOGIA/IDROGEOLOGIA	57
7.1	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	57
7.2	ASSETTO IDROLOGICO	58
7.2.1	<i>Sorgenti/risorgive/acque termali/acque minerali</i>	<i>65</i>
8.	ANALISI PUNTUALE DELLE COMPONENTI GEOLOGIA/DINAMICA GEOLOGICA.....	69
8.1	TRATTI A/B/C 220 kV IN PROGETTO	69
8.2	INTERRAMENTO DELLE LINEE A 132 kV PONTE – FONDOVALLE E MORASCO - PONTE	80
9.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI	82
10.	CRITERI PROGETTUALI DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE	83
11.	STABILITA' DEGLI SCAVI	85
12.	CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI	86
13.	CONCLUSIONI	88

1. PREMESSA

Il presente lavoro, redatto dalla Società di Ingegneria GEOTECH S.r.l., con sede in via Nani,7 a Morbegno (SO) su commissione della società TERNA SpA costituisce lo studio geologico – geotecnico e sismico a supporto del progetto **"Razionalizzazione della rete a 220 kV della Val Formazza"**.

1.1 MOTIVAZIONE DELL'OPERA

Il progetto prevede la riclassificazione delle linee 220 kV n. 2201 - 221 - 222 e l'interramento delle linee a 132 kV Fondovalle – Ponte e Morasco – Ponte (tratto in ingresso alla SE Ponte).

La delocalizzazione delle linee esistenti per mezzo della realizzazione della tratta A 220 kV All'Acqua – Ponte, B 220 kV Ponte – Verampio e la tratta C 220 kV All'Acqua – Verampio è un'opera richiesta dalla Regione Piemonte come compensazione per la realizzazione dell'elettrodotto a 380 kV tra le SE di Trino (VC) e Lacchiarella (MI).

Nello specifico, nell'ambito della concertazione prevista durante la fase di Valutazione Ambientale Strategica (VAS) per il progetto della nuova linea in doppia terna a 380 kV Trino (VC) e Lacchiarella (MI), la Regione Piemonte inserisce (con nota DGR n.60-11982), a titolo di compensazione:

- Riassetto linee esistenti nella Val Formazza mediante variante aerea delle due linee Ponte V.F. – Verampio;
- Interramento della linea a 132 kV Ponte V.F. – Fondovalle.

Il tratto compreso tra il confine di Stato (All'Acqua è la stazione svizzera) e la stazione elettrica di Ponte non era previsto nel protocollo d'intesa del 28 maggio 2009.

Nel progetto è stato necessario inserire tale tratto di cui è prevista la ricostruzione (parzialmente in doppia terna con il tratto B All'Acqua-Verampio) per garantire il medesimo livello di connessione tra le stazione di Ponte e Verampio anche in condizioni di sicurezza N-1 (perdita di un elemento di rete causa manutenzione e/o guasto); il rifacimento della prima parte della linea in uscita dalla stazione di Ponte si rende necessario, inoltre, a causa della limitatezza degli spazi presso la suddetta stazione, che rende disponibile l'ingresso alla SE solo dal lato nord, previo spostamento/interramento delle attuali linee (vedi 220kV All'Acqua – Ponte e 132kV Ponte - Morasco).

Infatti, la presenza di fabbricati nell'intorno della stazione di Ponte a est e sud impedisce l'uscita delle linee ricostruite sul lato sud. Conseguentemente, gli ingressi possibili sono solamente due sul lato nord-ovest (uno sull'asse All'Acqua-Ponte e un asse Ponte - Verampio); per il terzo asse causa la mancanza di spazi, si sceglie la connessione diretta All'acqua – Verampio grazie alla ricostruzione della linea esistente in doppia terna.

Il progetto in esame, come richiesto dagli enti locali interessati, porterà al riequilibrio territoriale delle porzioni di rete esistenti, soprattutto nelle aree contraddistinte da forti criticità nella convivenza tra infrastrutture elettriche e territorio/popolazione.

1.2 OPERE PREVISTE

1.2.1 Elettrodotti aerei (Tratte A-B-C a 220kV)

Nel presente paragrafo si descrive in dettaglio il tracciato scelto e le sue caratteristiche tecniche e ambientali.

Il progetto si snoda principalmente a quote elevate, si ricorda infatti che la maggior parte dei sostegni è ubicato tra quota 1750 e 2500 m s.l.m..

Il progetto prevede la realizzazione di tre tratte:

- Tratta A 220 kV All'acqua – Ponte in ST di lunghezza 10,6 km, di cui 6,5 km realizzata in DT con la tratta C 220 kV All'acqua – Verampio;
- Tratta B 220 kV Ponte- Verampio in ST , di 26,9 km;

- Tratta C 220 kV All'acqua – Verampio in ST, per una lunghezza totale di 32,5 km di cui 6,5 km iniziali in DT con la tratta A.

Tratta	Sostegni	Caratteristiche	Comune
Tratta A 220 kV All'acqua-Ponte	Da 1 - 19	DT	Formazza
Tratta B 220 kV Ponte – Verampio		Linea 220 kV	

Dal passo San Giacomo (quota 2313 m s.l.m.) la linea elettrica in doppia terna si sviluppa in destra del Lago Toce e Kastel fino a monte del Lago Nero (quota 2580 m. s.l.m.), per 6,4 km.

Le immagini successive (Figura 1-1) mostrano la futura ubicazione del I° tratto in doppia terna vista da sud dalla posizione del nuovo asse linea sui laghi Toggia e Kastel (sullo sfondo il confine svizzero). Attualmente l'asse esistente passa sull'altra sponda dei laghi per buttarsi a valle in prossimità delle Cascate del Toce (area di notevole valenza paesaggistica).

L'area interessata dal tracciato è perlopiù caratterizzata da un paesaggio tipicamente alpino in cui è possibile osservare praterie e pascoli intervallati a rocce e macereti.

Da un punto di vista geologico si segnala la presenza di depositi glaciali alternati a coltri elluvio-colluviali e metasedimenti, affioramenti e depositi tipici delle zone alpine.



Figura 1-1: Passo S. giacomo e Lago Toce – fotografie giugno e settembre 2009

Tratta	Sostegni	Caratteristiche	Comune
Tratta A 220 kV All'acqua-Ponte	Da 20 a 32	ST	Formazza
Tratta B 220 kV Ponte – Verampio	Da 1 a 12	Linea 220 kV	

Proseguendo dal sostegno 19, a monte del Lago Nero in corrispondenza del Monte Talli a quota 2580 m s.l.m., le due linee divengono in ST: la prima scende rapidamente nella stazione di Ponte (tratta A 220 kV All'Acqua – Ponte) da dove poi parte la tratta B 220 kV Ponte – Verampio, mentre la seconda prosegue verso la stazione di Verampio (tratta C 220 kV All'acqua – Verampio) mantenendosi in quota.



Figura 1-2: Monte Talli – fine tratto DT e punto di sdoppiamento in 2 ST

Dal Monte Talli inizia la ripida discesa della tratta A in singola terna 220 kV All’acqua – Ponte alla stazione elettrica di Ponte situata a quota 1300 m s.l.m.

Le tratte (sostegni 20-26 tratta A e 7 -12 tratta B) si snodano all’interno del versante boschivo caratterizzato dalla presenza di larici e cembrete. In corrispondenza del sostegno 27 (tratta A) si attraversa il Fiume Toce per continuare sul fondovalle sino all’ingresso della stazione, mentre per la tratta B la salita verso la quota parte dal sostegno n.6 .

Le campate dei sostegni attraversano valli e torrenti minori: sostegni 22-23 e 25-26 il rio stelli, mentre in corrispondenza dei sostegni 12-13 della tratta B si attraversa il corridoio fluviale secondario del Rio Tamia.



Figura 1-3: foto di sx: Vista sulla discesa dal Monte Talli, sullo sfondo è visibile la frazione di Canza posta a quota 1412 m slm. foto di dx: Valle Stivello (comune di Ponte)

Tratta	Sostegni	Caratteristiche	Comune
Tratta B 220 kV Ponte – Verampio	Da 13 a 31	ST Linea 220 kV	Formazza
	32 - 47		Premia
	48 -59		Montecrestese
Tratta C 220 kV All’Acqua - Verampio	Da 1 – a 27		Formazza
	28 - 42		Premia
	43 - 56		Montecrestese

La tratta B 220 kV Ponte - Verampio e la tratta C 220 kV All'Acqua Verampio proseguono poi, all'incirca parallele lungo tutto il tratto.

Gli ambiti di paesaggio che si incontrano lungo il tracciato sono tipici dell'alta montagna. In particolar modo seguendo il percorso si percorrono (sostegni 14-14 tratta C e 1-13 tratta C) sistemi di praterie e pascoli d'alta quota, proseguendo si incontrano aree boschive di conifere.

In corrispondenza del sostegno 19, la tratta C attraversa la valle del Rio Ecco a quota maggiore della tratta B che corre all'altezza dell'Alpe Stanello.

Sino ai sostegni 36 e 26 (tratta B e C) il paesaggio di Prateria e pascoli d'alta quota si alterna a crinali rocciosi e macereti, attraversando corridoi ecologici secondari (Rio Fulstuder, Rio steiba, Rio Cramel).

A monte della cima Rizo (2540 m. s.l.m.) le due tratte 220 kV tornano ad essere pressoché parallele in un sistema di cime, crinali rocciosi e macereti oltrepassando il Monte di Camer (2650 m s.l.m.).

In corrispondenza dei sostegni 47 e 42 (tratta B e C) si valica il Passo del Groppo e il tracciato prosegue sul versante Est della montagna, attraversando l'alpe Cravaiola in Val Isorno per una lunghezza di 6,3 e 6,5 km rispettivamente per tratta B e C.

Tratta	Sostegni	Caratteristiche	Comune
Tratta B 220 kV Ponte – Verampio	60-79	ST	Crodo
Tratta C 220 kV All'Acqua - Verampio	57 -74	Line 220 kV	Crodo

Dal sostegno 60 e 58, attraversando il Passo della Forcoletta, rispettivamente della tratta B 220 kV Ponte- Verampio e la tratta A 220 kV All'acqua- Verampio scendono in singola terna lungo la Val Antigorio.

Dopo il Passo della Forcoletta il paesaggio è di tipo crinali rocciosi e macereti, misti a praterie e pascoli di alta quota. Dal sostegno 66 e 63, rispettivamente tracciato B e C, il paesaggio è caratterizzato da conifere per poi diventare, scendendo alla quota 1800 m s.l.m. boschi di latifoglie, in corrispondenza dei sostegni 70 e 69 si attraversa il Rio Antolina dell'omonima valle.

In prossimità del fondovalle lo scenario è rappresentato da coltivi, parati e pascoli.

La stazione elettrica si trova a sinistra del Fiume Toce ad una quota di 520 m s.l.m.

1.2.2 Interramento linee T426 Morasco - Ponte; T427 Ponte - Fondovalle

Le opere di interrimento delle due linee a 132 kV sono così ripartite:

- Interramento e dismissione della linea T427 a 132kV Ponte-Fondovalle per un tratto di 4,5 km
- Interramento e dismissione della linea T426 a 132 kV Morasco - Ponte V.F. (interramento dalla stazione elettrica di Ponte sino ai pressi della Cascata La Frua, fino al sostegno n° 18).

Il progetto prevede che l'interramento delle due linee, a parte poche decine di metri in entrata delle stazioni elettriche di Fondovalle e Ponte V.F, avvenga quasi totalmente all'interno della sede stradale esistente della ss 659 "delle Valli Antigorio e Formazza", tramite una trincea con scavo della profondità di circa 150 cm e larghezza 100 cm.

1.3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Nel seguito si riporta brevemente la descrizione dell'opera in progetto. Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Tecnica di progetto

I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni, sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 suddetto; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad

abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi anche al dettato del D.P.C.M. 08/07/2003.

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/09/2005.

Per quanto attiene gli elettrodotti, nel Progetto Unificato ENEL, sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

1.3.1 Caratteristiche tecniche della linea

Gli elettrodotti saranno costituiti da palificazione

- in parte a doppia terna armata con due terne di fasi; ogni fase composta da un singolo conduttore per un totale di 6 conduttori di energia alluminio-acciaio diametro 56,26 mm e con una corda di guardia,
- in parte a semplice terna armata con una terna di fasi; ogni fase composta da un singolo conduttore per un totale di 3 conduttori di energia singolo alluminio-acciaio diametro 56,26 mm e con due corde di guardia,

La connessione dal sostegno capolinea (sono previsti tutti sostegni capolinea ST) al portale delle S.E. , sarà effettuata con fascio di conduttore binato: quindi (2 x 3) 6 conduttori di energia alluminio-acciaio diametro 40,5 mm e 2 corde di guardia, come meglio illustrato di seguito.

1.3.1.1 Elettrodotti aerei 220 kV

Le caratteristiche elettriche degli elettrodotti aerei sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	220 kV
Corrente nominale (per terna)	1500 A
Potenza nominale (per terna)	600 MVA

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 220 kV in zona B.

1.3.1.2 Conduttori e corde di guardia

Fino al raggiungimento dei sostegni capolinea, ciascuna fase elettrica sarà costituita da un conduttore singolo. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio diametro 56,26 mm, composta da n. 150 fili di alluminio del diametro 3,75 mm (sezione totale alluminio 1656 mm²) e da n. 37 fili di acciaio del diametro di 2,68 mm, con un diametro complessivo di 56,26 mm.

Il carico rottura teorico del conduttore sarà di 53.280 daN.

La connessione dai sostegni capolinea (sono previsti tutti sostegni capolinea ST) ai portali delle S.E. , sarà effettuata con fascio di conduttore binato: quindi (2 x 3) 6 conduttori di energia alluminio-acciaio diametro 40,5 mm.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 12, arrotondamento per accesso di quella massima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con la corda di guardia destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni.

Tale corda di guardia, in acciaio rivestito di alluminio del diametro di 20,30 mm e sezione di 245,50 mm², sarà costituita da n. 37 fili del diametro di 2,91 mm.

Il carico di rottura teorico della corda di guardia sarà di 29.673 daN.

In alternativa è possibile l'impiego di una corda di guardia in alluminio-acciaio con fibre ottiche, del diametro di 17,9 mm da utilizzarsi per il sistema di protezione, controllo e conduzione degli impianti.

1.3.1.3 Stato di tensione meccanica

Trattandosi di linee in area con condizioni ambientali eccezionali (definite di "*Alto Sovraccarico*") anche i criteri di progettazione variano passando dalla condizione base "EDS" alla condizione base "MFB" per garantire, ai valori minimi possibili, la variazione dello stato di tensione meccanica nei conduttori, garantendo allo stesso tempo:

- il franco minimo sul terreno ed opere attraversate
- la tensione minima nel conduttore - e corda di guardia - nelle condizioni di verifica più gravose, essendo queste tutte derivate dalla condizione base MFB.

Nelle altre condizioni derivate o "stati" il tiro varia in funzione della campata equivalente di ciascuna tratta e delle condizioni atmosferiche (vento, temperatura ed eventuale presenza di ghiaccio). La norma vigente divide il territorio italiano in due zone, A e B, in relazione alla quota e alla disposizione geografica; in più, nel caso del nostro progetto devono essere verificate le condizioni eccezionali "*Alto Sovraccarico*".

Gli "stati" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee sono riportati nello schema seguente:

- EDS** - Condizione di tutti i giorni: +15°C, in assenza di vento e ghiaccio
- MSA** - Condizione di massima sollecitazione (zona A): -5°C, vento a 130 km/h
- MSB** - Condizione di massima sollecitazione (zona B): -20°C, manicotto di ghiaccio di 12 mm, vento a 65 km/h
- MPA** - Condizione di massimo parametro (zona A): -5°C, in assenza di vento e ghiaccio
- MPB** - Condizione di massimo parametro (zona B): -20°C, in assenza di vento e ghiaccio
- MFA** - Condizione di massima freccia (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio
- MFB** - Condizione di massima freccia (Zona B): +40°C, in assenza di vento e ghiaccio
- CVS1** - Condizione di verifica sbandamento catene : 0°C, vento a 26 km/h
- CVS2** - Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h
- CVS3** - Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C (Zona A) -10°C (Zona B), vento a 65 km/h
- CVS4** - Condizione di verifica sbandamento catene: +20°C, vento a 65 km/h

Oltre alle ipotesi sopra elencate, che sono definite dalla normativa, sono state introdotte nuove ipotesi di verifica eccezionali "*Alto Sovraccarico*", dove le condizioni ambientali assumono una molteplice combinazione tra i tre fattori fondamentali:

- il vento varia da 0 km/h a 150 km/h
- lo spessore manicotto di ghiaccio varia da 30 mm a 50 mm
- la temperatura minima varia da -5 °C a -30 °C

E' ovvio che queste nuove ipotesi di verifica eccezionali "*Alto Sovraccarico*" sono quelle che determinano il dimensionamento meccanico di tutti i componenti della linea.

Analogamente, anche per la corda di guardia i criteri di progetto e verifica seguono i criteri già utilizzati per il conduttore. In ogni caso dovrà essere garantito la necessità di avere il parametro della corda di guardia del 6-10% più elevato rispetto a quello del conduttore nella stessa condizione di verifica; questo al fine di garantire i franchi elettrici conduttore-corda e, al tempo stesso, permettere alla fune la sua funzione di "parafulmine" nei confronti del conduttore.

	RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220 KV VAL FORMAZZA RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE	Codifica REAR10019BASA000025
		Rev . N° 00

1.3.1.4 Capacità di trasporto

La capacità di trasporto dell'elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase. Il conduttore in oggetto corrisponde al "conduttore standard" preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60, nella quale sono definite anche le portate nei periodi caldo e freddo.

Il progetto dell'elettrodotto in oggetto è stato sviluppato nell'osservanza delle distanze di rispetto previste dalle Norme vigenti, sopra richiamate, pertanto le portate in corrente da considerare sono le stesse indicate nella Norma CEI 11-60.

1.3.1.5 Sostegni a traliccio

I sostegni (doppia terna del tipo a tronco-piramidale; semplice terna del tipo a delta), saranno di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona "A" che in zona "B", sia per sopportare i sovraccarichi maggiorati previsti per condizioni ambientali eccezionali (definite di "Alto Sovraccarico").

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme. Nei casi in cui ci sia l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvederà, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia.

I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, TERNA si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio dettate da esigenze tecniche ed economiche, ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione.

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Vi sono infine i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia.

I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi.

Gli elettrodotti 220 kV saranno realizzati utilizzando una serie speciale di tipi di sostegno (definita serie 380 kV "Alto Sovraccarico"), tutti diversi tra loro (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettati) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate 'altezze utili' (di norma vanno da 15 a 48 m, con alcuni allungati speciali fino a 60 m).

I tipi di sostegno utilizzati e le loro prestazioni nominali riferiti alla zona B + le condizioni ambientali eccezionali (definite di "Alto Sovraccarico"), con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio diametro 56,26 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (K) sono i seguenti:

ZONA B+ "AS": condizione base di progetto **MFB**

→ parametro conduttore 1050 m

→ costante per tutti i valori di campata equivalente

a cui corrispondente il tiro orizzontale in MFB di 6623 daN pari al 12,51 % del carico di rottura Kr.

Conseguentemente, il tiro orizzontale in EDS varia

da 8625 daN (16,28 % Kr → campata equivalente di 150 m)

a 6672 daN (12,60 % Kr → campata equivalente di 950 m)

TIPO SOSTEGNI ST (semplice terna)	ALTEZZA SERIE	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"AG" amarro di linea	21 ÷ 48 m	650 m	60°00'	0,5278
"AG" amarro capolinea	21 ÷ 48 m	400 m	0°00'	0,0000
"GSA" amarro rompitratta	21 ÷ 48 m	600 m	50°00'	0,3539
"GSV" sospensione pesante	21 ÷ 48 m	600 m	50°00'	0,3539
"G1" sospensione intermedia	15 ÷ 48 m	630 m	25°00'	0,3990
"G2" sospensione leggera	15 ÷ 48 m	450 m	8°00'	0,3263

TIPO SOSTEGNI DT (doppia terna)	ALTEZZA SERIE	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"N" sospensione leggera	18 ÷ 48 m	200 m	5°73'	0,3532
"P V" ; "P L" sospensione pesante	18 ÷ 48 m	300 m	19°42'	0,3063
"V V" ; "V L" sospensione con vertice	18 ÷ 48 m	300 m	35°53'	0,6920
"V A" amarro	18 ÷ 48 m	450 m	34°00'	0,6001
"V A" amarro capolinea	18 ÷ 48 m	200 m	0°00'	0,0000

1.3.1.6 Distanza tra i sostegni

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente in condizioni normali, si ritiene possa essere pari a 450m.

1.3.1.7 Isolamento

L'isolamento degli elettrodotti - realizzato con materiale serie 380 kV (pur essendo l'esercizio previsto a tensione 220 kV) che garantisce la tensione massima di esercizio di 420 kV - sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato di tipo "normale", con carico di rottura di 160, 210 e 400 kN, connessi tra loro a formare catene di almeno 19 elementi negli amarri e 21 nelle sospensioni. Le catene di sospensione saranno del tipo a ad I , a V o ad L (semplici o doppie per ciascuno dei rami) mentre le catene in amarro saranno due o tre in parallelo.

Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

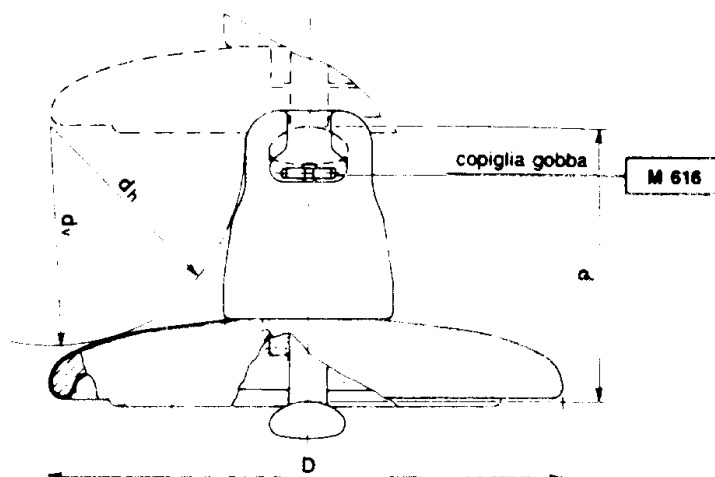


Figura 4:: caratteristiche geometriche

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m ²)
I – Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento • Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. • Zone agricole (2) • Zone montagnose Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)	10
II – Medio	<ul style="list-style-type: none"> • Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento • Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. • Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3) 	40
III - Pesante	<ul style="list-style-type: none"> • Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti • Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte 	160
IV – Eccezionale	<ul style="list-style-type: none"> • Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi • Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti • Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione 	(*)

- (1) Nelle zone con inquinamento nullo o leggero una prestazione dell'isolamento inferiore a quella indicata può essere utilizzata in funzione dell'esperienza acquisita in servizio.
- (2) Alcune pratiche agricole quali la fertirrigazione o la combustione dei residui, possono produrre un incremento del livello di inquinamento a causa della dispersione via vento delle particelle inquinanti.
- (3) Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona e da alle condizioni di vento più severe.
- (4) (*) per tale livello di inquinamento non viene dato un livello di salinità di tenuta, in quanto risulterebbe più elevato del massimo valore ottenibile in prove di salinità in laboratorio. Si rammenta inoltre che l'utilizzo di catene di isolatori antisale di lunghezze superiori a quelle indicate nelle tabelle di unificazione (criteri per la scelta del numero e del tipo degli isolatori) implicherebbe una linea di fuga specifica superiore a 33 mm/kV fase-fase oltre la quale interviene una non linearità nel comportamento in ambiente inquinato.

Tabella 1: Nella tabella è indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico leggero o nullo e quindi si è scelta la soluzione dei 21 isolatori (passo 146) tipo J1/3 (normali) per gli armamenti in sospensione e quella dei 18 isolatori (passo 170) tipo J1/4 (normali) per gli armamenti in amarro. Qualora i valori di carico trasmessi dal conduttore alle morse ed agli isolatori lo richiedano, si provvederà a utilizzare gli isolatori tipo J1/4 per le sospensioni e tipo J1/5 per gli amarri, o ad incrementare il numero di catene per ramo e posizionare i doppi morsetti.

1.3.1.8 Morsetteria ed armamenti

Gli elementi di morsetteria per linee a 380 kV serie "Alto Sovraccarico" sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

Per le linee a 380 kV serie "Alto Sovraccarico" si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente.

EQUIPAGGIAMENTO	CARICO DI ROTTURA (kN)		SIGLA
	Ramo 1	ramo 2	
a "I" semplice	210		IS
a "I" doppio	210 x 2		ID
a "V" semplice	210	210	VSS
a "V" doppio	210 x 2	210 x 2	VDD
a "L" semplice-	210	210	LSS
a "L" doppio	210 x 2	210 x 2	LDD
triplo per amarro	3 x 210		TA
triplo per amarro rovescio	3 x 210		TAR
doppio per amarro	2 x 400		DA
doppio per amarro rovescio	2 x 400		DAR
ad "I" per richiamo collo morto	160		IR
a "V" semplice per richiamo collo morto	160	160	VR

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili tra i materiali unificati, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione).

1.3.1.9 Fondazioni

Per la descrizione dettagliata delle opere di fondazione si rimanda al paragrafo 10.

1.3.1.10 Messe a terra dei sostegni

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel Progetto Unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare.

Il Progetto Unificato ne prevede di 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno.

1.3.2 Planimetria e profilo dell'elettrodotto

Si rimanda alle specifiche relazioni e tavole tecniche di progetto e, per la planimetria agli allegati dello SIA.

1.4 ANALISI DELLE AZIONI DI PROGETTO

1.4.1 Fase di costruzione

1.4.1.1 Modalità di organizzazione del cantiere

L'insieme del "cantiere di lavoro" per la realizzazione delle tratte dell'elettrodotto è composto da: Aree di cantiere : sono aree dedicate al solo deposito di materiali, attrezzature e macchinari che verranno elitrasportati in ciascun micro cantiere (così definita l'area di lavorazione per la realizzazione di ciascun sostegno); sono ubicate a considerevole distanza da centri abitati, in posizione più prossima alle aree di intervento.

I due cantieri base saranno ubicati:

- cantiere di Riale, a monte dell'Albergo della Cascata del Toce;

il Passo S. Giacomo è raggiungibile con mezzi di media taglia che trasporteranno il materiale necessario per l'allestimento di ogni micro cantiere il quale verrà rifornito tramite elicottero;

- cantiere di Cadarese, in adiacenza stazione elettrica di Cadarese;

adibito anch'esso a deposito, mediante elicottero si raggiungeranno i micro cantieri.

Aree di intervento: sono i luoghi ove vengono realizzati i lavori veri e propri afferenti l'elettrodotto (opere di fondazione, montaggio, tesatura, smontaggi e demolizioni) nonché i lavori complementari; sono ubicati in corrispondenza del tracciato dell'elettrodotto stesso e si suddividono in:

- Area sostegno o micro - cantieri: è l'area di lavoro che interessa direttamente il sostegno (traliccio / palo dell'elettrodotto) o attività su di esso svolte;
- Area di linea - è l'area interessata dalle attività di tesatura. Nel caso in esame si prevede la realizzazione di un'area adibita a deposito/tesatura ubicata in corrispondenza dell' Alpe Crariola in alta Val Isorno.

Le linee di nuova realizzazione tratta A 220 kV All'Acqua -Ponte, tratta B 220 kV Ponte -Verampio e tratta C 220 kV All'acqua -Verampio saranno realizzate in un unico lotto.

In considerazione della quota media dei tracciati, si può ipotizzare un tempo di realizzazione dell'intera opera pari a 4 anni. Ogni anno si apriranno i cantieri a marzo fino a ottobre, le lavorazioni saranno possibili indicativamente da maggio/giugno sino ad ottobre. In sintesi, ogni anno di lavoro verranno realizzate:

FASE 1 – stagione di lavoro 1° anno	
Apertura cantiere	Febbraio/marzo
Costruzione linea ST tratto (B): realizzazione fondazioni e montaggio sostegni	febbraio - ottobre
Costruzione linea DT - ST tratto (A): realizzazione fondazioni e montaggio sostegni	aprile - novembre
Costruzione linea ST tratto (C): realizzazione fondazioni e montaggio sostegni	Maggio - novembre
Chiusura cantiere	novembre

FASE 2 – stagione di lavoro 2° anno	
Apertura cantiere	marzo
Costruzione linea ST tratto (B):realizzazione fondazioni e montaggio sostegni	aprile - ottobre
Costruzione linea DT-ST tratto (A): realizzazione fondazioni e montaggio sostegni	maggio - novembre
Costruzione linea ST tratto (C): completamento realizzazione fondazioni e montaggio sostegni	maggio- novembre
Costruzione linea T 426 tratto in CAVO tra Ponte e cascata toce	marzo - ottobre
Chiusura cantiere	novembre

FASE 3 – stagione di lavoro 3° anno	
Apertura cantiere	febbraio
Costruzione linea ST tratto (B): tesatura ed attivazione nuova linea Ponte- Verampio	aprile - ottobre
Costruzione linea DT-ST tratto (A): tesatura ed attivazione nuova linea Airolò – PonteT220	maggio - ottobre
Costruzione linea ST tratto (C): realizzazione fondazioni montaggio sostegni	maggio - ottobre
Costruzione linea T 427 tratto in CAVO tra Ponte e cascata toce	febbraio - settembre
Chiusura cantiere	novembre

FASE 4 – stagione di lavoro 4° anno	
Apertura cantiere	febbraio
Costruzione linea ST tratto (C): tesatura nuova linea Airolò – Verampio	maggio -ottobre
Demolizioni linee esistenti	Febbraio-ottobre
Chiusura cantiere	novembre

FASE	DESCRIZIONE
Apertura di cantiere	Approntamento del cantiere , controllo documentazione di progetto e verifica del tracciato, verifica di adempimenti previsti dalla specifica tecnica di appalto
Chiusura cantiere	Ritiro materiali dislocati nelle aree temporanee del cantiere, controllo documentazione di progetto, verifica e adempimenti previsti dalla specifica tecnica di appalto
Realizzazione fondazioni e montaggio sostegno	In questa fase verranno realizzate le fondazioni che principalmente saranno ancorate in roccia oppure, nel caso di materiale detritico, sarà realizzato il foro dove verranno inseriti i piedini ricoperti dal materiale di risulta. I sostegni saranno montati pezzo per pezzo interamente nel micro - cantiere. Dalle aree di deposito giungeranno i pezzi non assemblati.
Tesatura della linea	Mediante utilizzo dell'elicottero si tesserà l'intera tratta. Per la realizzazione di questa fase si predispone un opportuna area cantiere denominata di linea
Dismissione	I sostegni esistenti ubicati nel fondovalle verranno smontati pezzo per pezzo. Le fondazioni saranno demolite ed il materiale di risulta verrà smaltito come specificato dalla normativa vigente in materia. Sarà ripristinato lo stato originale dei luoghi.

La tabella che segue riepiloga la struttura del cantiere, le attività svolte presso ogni area, i macchinari utilizzati. Si specifica che sono indicati i macchinari utilizzati direttamente nel ciclo produttivo, mentre non vengono segnalati gli automezzi in dotazione per il trasporto del personale che, presso le aree di lavoro, restano inutilizzati.

Aree di deposito

Area di cantiere	Attività svolta	Macchinari / Automezzi
Area di deposito	Esclusivamente Carico / scarico materiali e attrezzature; Formazione colli per carico e scarico elicottero	Autocarro con gru; Autogru; Carrello elevatore; Elicottero

Aree di intervento
(le lavorazioni evidenziate in blu sono relative alla dismissione delle linee esistenti)

Attività svolta	Macchinari / Automezzi
Micro - cantieri	
Attività preliminari: tracciamenti, recinzioni, spianamento, pulizia	
Movimento terra, scavo di fondazione;	Escavatore; Generatore per pompe acqua
Movimento terra, demolizione fondazioni esistenti	Escavatore; Escavatore con martello demolitore
Montaggio tronco base del sostegno	
Casseratura e armatura fondazione ¹	Autocarro con gru (oppure autogru o similare); Autobetoniera Generatore
Getto calcestruzzo di fondazione ¹	
Disarmo ¹	
Rinterro scavi, posa impianto di messa a terra	Escavatore
Montaggio a piè d'opera del sostegno	Autocarro con gru (oppure autogru o similare) - falcone
	Autocarro con gru - falcone
Montaggio in opera sostegno	Autogru; Argano di sollevamento (in alternativa all'autogru/gru)
	Autocarro con gru (oppure autogru o similare)
	Argano di sollevamento (in alternativa all'autogru/gru)
	Mototroncatrice (motosega)
Taglio a piè d'opera dei sostegni smontati	Escavatore con cesoia idraulica
	Mototroncatrice (motosega)
Movimentazione conduttori	Argano di manovra ed elicottero

¹ Ad esclusione dei sostegni metallici

Area per tesatura linea	
Stendimento conduttori / Recupero conduttori esistenti	Argano / freno
	Elicottero
	Argano di manovra
Lavori in genere afferenti la tesatura: ormeggi, giunzioni, movimentazione conduttori varie	Autocarro con gru (oppure autogru o similari)
	Argano di manovra
Realizzazione opere provvisionali di protezione e loro ripiegamento	Autocarro con gru (oppure autogru o similare)
Realizzazione varianti provvisorie / messa in cavo di linee interferenti	Autocarro con gru (oppure autogru o similare);
	Escavatore

Il personale impiegato sarà presumibilmente organizzato in più squadre in modo da progredire più velocemente con i lavori. Ogni squadra sarà posizionata su un micro cantiere.

L'accesso ai sostegni sarà possibile solo tramite elicottero eccezion fatta per i sostegni:

- tratta A 220 kV All'Acqua – Ponte e tratta C 220 kV All'Acqua – Verampio tratta comune in DT dal sostegno 1 al sostegno 9/10 l'avvicinamento via terra è possibile attraverso la strada che giunge al Passo S.Giacomo;
- tratta A 220 kV All'Acqua – Ponte –sostegno n° 32 e tratta B 220 kV Ponte – Verampio sostegno 1 in corrispondenza dalla stazione elettrica di Ponte;
- tratta B 220 kV Ponte – Verampio sostegno 79 e tratta C 220 kV All'Acqua – Verampio sostegni 73 e 74 nei pressi della stazione elettrica di Verampio.

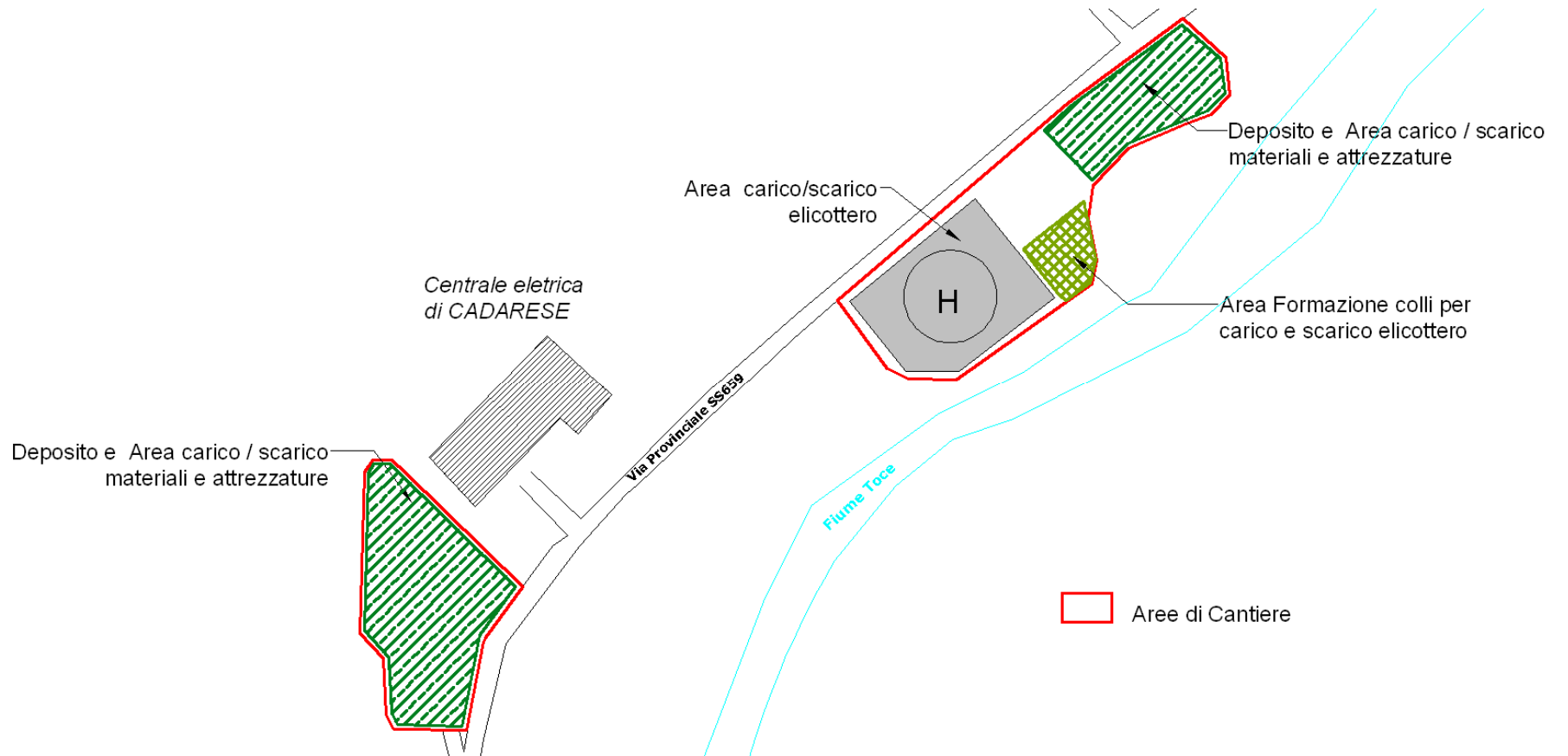


Figura 5: Tipologico Cantiere Località Cadarese – Disegno non in scala- Nella fotografia vista da nord sull'area di deposito

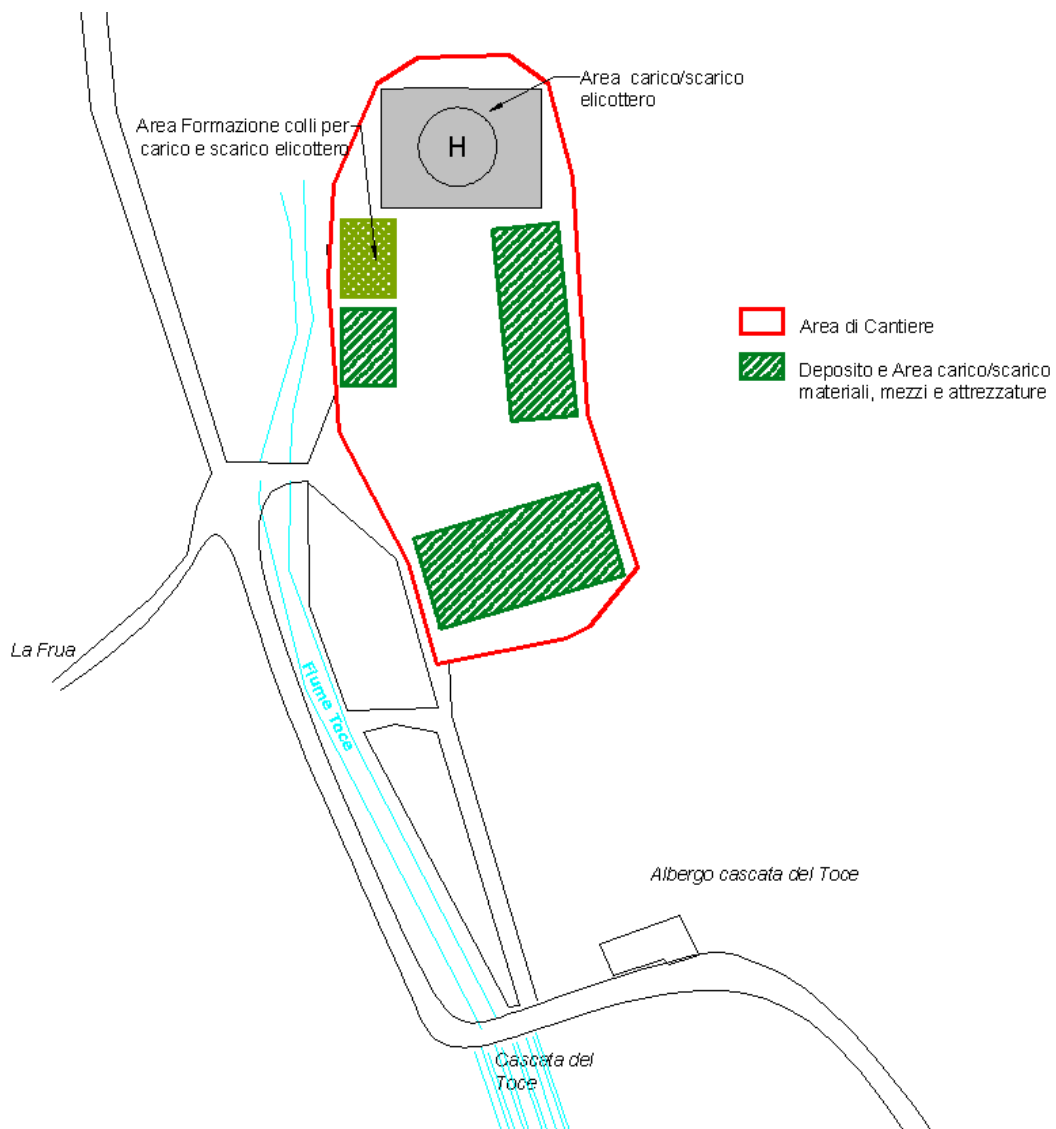


Figura 6:: Tipologico Cantiere Località Riale – Disegno non in scala



Figura 7:: immagini relative a micro - cantieri in quota. Nelle aree acclivi si realizzano più piattaforme per depositare materiali e macchinari. Si realizzano dei bivacchi necessari alle maestranze in caso di repentino cambio di tempo. Sarà necessario per ogni micro cantiere costruire anche delle piazzole per la posa dell'elicottero.

	RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220 KV VAL FORMAZZA RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE	Codifica REAR10019BASA000025	
		Rev . N° 01	Pag. 20 di 88

1.4.1.2 *Quantità e caratteristiche delle risorse utilizzate*

Per la realizzazione dell'opera nel suo complesso saranno necessari mediamente:

- 250 mc/km di scavo, dove non presente roccia;
- 50 mc/km di getto di calcestruzzo;
- 35 t/km di ferro di armatura;
- 25-40 t di carpenteria metallica per sostegno;
- 4 t/km di morsetterie e accessori;
- 650 isolatori/m;
- 20 t/km di conduttori;
- 3 t/km di corda di guardia.

Più nel dettaglio l'entità delle lavorazioni e dei materiali previsti per la costruzione delle nuove linee aeree è la seguente:

- 19 sostegni a doppia terna 380 kV
166 sostegni a singola terna split-phase 380 kV circa 7780 t in profilati d'acciaio;
- 13500 mc circa di volume di scavo;
- 1320 t circa di conduttore alluminio – acciaio avente diametro pari a 56,26 mm;
- 200 t circa di fune di guardia.

Materiali provenienti dalle demolizioni

La demolizione/dismissione degli elettrodotti esistenti Linea 220 kV n. 2201 All'Acqua Ponte V.F. , Linea 220 kV n.221 Ponte V.F. – Verampio, Linea 220 kV n.222 Ponte V.F. – Verampio, Linea 132 kV n.426 Morasco – Ponte V.F. e Linea 132 kV n.427 Fondovalle – Ponte V.F., produrrà i seguenti materiali di risulta:

- conduttori in corda bi-metallica, alluminio e acciaio;
- funi di guardia in corda di acciaio;
- isolatori in vetro e porcellana;
- elementi di morsetteria in acciaio;
- carpenteria metallica (tralicci) dei sostegni;
- calcestruzzo di fondazione.

Tutti i materiali di provenienza dalle demolizioni / smontaggi sopra indicati, qualora non riciclabili, sono considerati rifiuti e saranno conferiti agli smaltitori finali autorizzati, in conformità alla normativa vigente in materia.

1.4.1.3 *Realizzazione delle fondazioni*

Le tipologie di fondazioni individuate sono 4, scelte in base alle condizioni geologiche, ed in funzione di eventuali fenomeni di dissesto presenti nell'area di intervento. Esse sono:

- *Fondazioni metalliche*: su terreni detritici caratterizzati dall'assenza di fenomeni di dissesto;
- *Fondazioni ancorate con tiranti*: su substrato roccioso;
- Fondazioni su micropali (tipo Tubfix): su terreni detritici caratterizzati da fenomeni di dissesto potenziali o in atto/fenomeni valanghivi;
- Fondazioni "CR" su terreni detritici situati nel fondovalle in condizioni di dinamica geomorfologica stabile.

Per ciascun tipologico le dimensioni caratteristiche della fondazione quali profondità d'imposta, larghezza ecc., dipendono dalla capacità portante del complesso fondazione-terreno.

Tali grandezze verranno definite a seguito della caratterizzazione del terreno di fondazione nella fase di progettazione esecutiva delle opere.

1.4.1.4 Posa e tesatura dei conduttori

Lo stendimento e la tesatura dei conduttori viene, in fase esecutiva, curata con molta attenzione dalle imprese costruttrici.



Figura 8: Tesatura dei cavi con elicottero

Lo stendimento della corda pilota, viene eseguito con l'elicottero, a questa fase segue lo stendimento dei conduttori che avviene recuperando la corda pilota con l'ausilio delle attrezzature di tiro, argani e freno, dislocati in località Alpe Cravaiola, la cui azione simultanea, definita "Tesatura frenata", consente di mantenere alti dal suolo, dalla vegetazione, e dagli ostacoli in genere, i conduttori durante tutte le operazioni.

La regolazione dei tiri e l'ammorsettatura sono le fasi conclusive che non presentano in genere particolari problemi esecutivi.

1.4.2 Fase di esercizio

Nella fase di esercizio degli elettrodotti, il personale di Terna effettuerà regolari ispezioni ai singoli sostegni e lungo il percorso dei conduttori. Tali ispezioni sono di solito eseguite con mezzi fuoristrada nelle zone coperte da viabilità ordinaria e, nei punti inaccessibili come la maggior parte dell'opera in progetto, a piedi o avvalendosi dell'ausilio dell'elicottero.

Piccoli interventi di manutenzione (sostituzione e lavaggio isolatori, sostituzione di bandierine e/o distanziatori ecc.) si attuano con limitate attrezzature da piccole squadre di operai. Interventi di manutenzione straordinaria (varianti dovute a costruzione di nuove infrastrutture, sostituzione tralicci ecc.) sono assimilabili invece alla fase di cantierizzazione, per l'impatto prodotto.

L'elettrodotto sarà gestito e controllato in telecomando dal competente Centro Operativo; in caso di guasto, le protezioni metteranno immediatamente fuori servizio la linea. Più in particolare, si evidenzia che la rete elettrica dispone di strumenti di sicurezza che, in caso di avaria (crolli di sostegni, interruzione di cavi) dispongono l'immediata esclusione del tratto danneggiato, arrestando il flusso di energia.

Tali dispositivi, posti a protezione di tutte le linee, garantiscono l'interruzione della corrente anche nel caso di mancato funzionamento di quelli del tratto interessato da un danno; in tal caso infatti scatterebbero quelli delle linee ad esso collegate. Sono quindi da escludere rischi derivanti da eventi causati dalla corrente per effetto del malfunzionamento dell'impianto (ad esempio: incendi causati dal crollo di un sostegno). Nel seguito vengono esaminati gli eventi che potrebbero interessare l'opera e di conseguenza le aree attraversate dal tracciato:

Condizionamenti meteo - climatici

- Venti eccezionali: la linea elettrica è calcolata (D.M. 21/03/1988) per resistere a venti fino a 130 km/h. In condizioni più avverse (venti superiori a 260 km/h, considerati i coefficienti di sicurezza delle strutture metalliche almeno pari a 2), praticamente sconosciute nell'area d'interesse, potrebbe determinarsi il collasso di uno o più sostegni. In tal caso si avrebbe l'immediata interruzione della linea; rischi conseguenti al collasso sarebbero, quindi, solo quelli dovuti all'ipotetico coinvolgimento di persone o cose in quel momento sotto il sostegno o sotto i conduttori.

▪ Freddi invernali eccezionali: la linea è calcolata per resistere a temperature superiori o uguali a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, con particolare riferimento al massimo tiro dei conduttori. In condizioni più avverse, potrebbe determinarsi l'eccessivo carico dei conduttori o del sostegno per effetto del ghiaccio o della neve, con le conseguenze già evidenziate nel caso del vento. E' tuttavia da considerare che la temperatura dei conduttori, a causa dell'effetto Joule, è sensibilmente superiore alla temperatura atmosferica.

▪ Caldi estivi eccezionali: conduttori, cavi ed altri accessori dei sostegni sono calcolati per resistere fino a temperature di $75\text{ }^{\circ}\text{C}$, con particolare riferimento alla massima freccia dei conduttori. Il coefficiente di sicurezza pari a 2, garantisce la sicurezza della linea anche in presenza di elevata temperatura atmosferica e di corrente al limite termico nei conduttori.

Eventi fisici

▪ Terremoti: in casi di eventi di particolare gravità è possibile il crollo di uno o più sostegni, con danni alle persone e cose situate sotto i sostegni o i conduttori. Poiché l'elettrodotto è ubicato per lo più in zone disabitate e a valle è a distanza di sicurezza da edifici, i danni possibili sono comunque limitati.

▪ Incendi di origine esterna: l'incendio ipotizzabile è quello di sterpaglie o di arbusti, avente breve durata. A temperature elevate, potrebbe determinarsi il deterioramento delle parti non metalliche dei sostegni, con conseguente interruzione del flusso di energia.

Eventi di origine antropica

▪ Impatto di aerei o elicotteri: per evitare impatti con aerei o elicotteri, a norma di legge, i sostegni posti ad altezza superiore a m 61 dal piano di campagna devono essere muniti di appositi segnalatori ottici (pittura a bande bianche e rosse) ed i conduttori devono portare apposite sfere o bandierine di segnalazione. L'evento possibile a seguito di impatto è ancora il crollo di uno o più sostegni, con danni a persone o cose in quel momento nell'area del disastro.

▪ Sabotaggi/terrorismo: il possibile danno è causato dalle conseguenze del crollo di uno o più sostegni su persone o cose al di sotto.

▪ Errori in esercizio ordinario o in fase di emergenza: possono determinare l'interruzione del flusso di energia, senza impatti negativi a livello locale.

Identificazione delle interferenze ambientali

Per la fase di esercizio sono stati identificati fattori d'impatto ambientale legati a:

- la presenza fisica dei sostegni e dei conduttori;
- il passaggio di energia elettrica lungo la linea;
- le attività di manutenzione

Tali azioni determinano le seguenti interferenze potenziali sulle componenti ambientali:

- la presenza fisica dei sostegni produce un'occupazione di terreno, in corrispondenza delle basi degli stessi; essa coincide con l'area alla base del traliccio oltre ad una fascia di circa 2 m intorno al sostegno, identificata come rispetto.
- la presenza fisica dei conduttori e dei sostegni determina in fase di esercizio una modificazione delle caratteristiche visuali del paesaggio interessato;
- i sostegni e conduttori potrebbero talora essere urtati dagli animali in volo mentre non esiste rischio di elettrocuzione per l'avifauna, grazie alle distanze elevate tra i conduttori (molto superiori alla massima apertura alare);
- il passaggio di energia elettrica in una linea di queste caratteristiche induce campi elettrici e magnetici, la cui intensità al suolo è però ampiamente al di sotto dei valori massimi prescritti dalle normative vigenti.
- da un punto di vista dell'impatto acustico, la tensione dei conduttori determina il fenomeno chiamato effetto corona, che si manifesta con un ronzio avvertibile soltanto nelle immediate vicinanze della linea.
- le periodiche attività di manutenzione della linea per la conservazione delle condizioni di esercizio, potrebbero comportare il taglio della vegetazione per il mantenimento delle distanze di sicurezza dei conduttori: la distanza minima dei conduttori dai rami degli alberi, tenuto conto del rischio di

	RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220 KV VAL FORMAZZA RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE	Codifica REAR10019BASA000025	
		Rev . N° 00	Pag. 23 di 88

scarica, è pari a 4,3 m nel caso di tensione nominale a 380 kV (articolo 2.1.06 comma h, D.M. 21 marzo 1988, n. 449); come detto, Terna fissa per maggiore cautela tale distanza a 5 m. La necessità di tali interventi potrebbe manifestarsi laddove non fosse garantito il franco di 5 m, nella fascia di rispetto per i conduttori, pari a circa 40 m lungo l'asse della linea.

1.4.3 Fase di fine esercizio

La durata della vita tecnica dell'opera in oggetto, poiché un elettrodotto è sottoposto ad una continua ed efficiente manutenzione, risulta essere ben superiore alla sua vita economica, fissata, ai fini dei programmi di ammortamento, in 40 anni.

Nel caso di demolizione dell'elettrodotto è opportuno tenere presente che la natura dell'opera non causa compromissioni irreversibili delle aree impegnate.

I disturbi causati all'ambiente sono legati alle attività di cantiere dell'eventuale smantellamento dell'opera; si procede all'abbassamento e recupero dei conduttori, allo smontaggio dei sostegni con relativo armamento ed alla demolizione della parte più superficiale delle fondazioni.

Sarà poi previsto il riporto di terreno e la predisposizione dell'inerbimento e/o rimboschimento al fine del ripristino dell'uso del suolo ante-operam.

Per raggiungere i sostegni e per allontanare i materiali verrà utilizzato l'elicottero in mancanza di viabilità esistente .

Tutti i materiali di risulta verranno rimossi e ricoverati in depositi, ovvero portati a discarica in luoghi autorizzati.

Gli impatti, tutti temporanei, sono essenzialmente costituiti:

- dagli impatti acustici ed atmosferici relativi alla demolizione delle fondazioni;
- dagli impatti acustici ed atmosferici prodotti dai mezzi impiegati per allontanare i materiali di risulta.

Nel complesso nel caso in esame la fase di fine vita degli elettrodotti in progetto non comporterà condizionamenti per il territorio e per l'ambiente circostanti, in quanto la fase di smantellamento risulterebbe molto simile alle operazioni di montaggio, comportando interferenze ambientali modeste.

1.4.4 Fase di dismissione delle linee T220 - T221 - T222 - T426 e T427

Come detto precedentemente i disturbi causati all'uomo e all'ambiente sono legati alle attività di cantiere.

Si sottolinea che le linee da dismettere sono ubicate nel fondovalle, in parte all'interno dei centri abitati.

Si procederà all'abbassamento e recupero dei conduttori, allo smontaggio dei sostegni con relativo armamento, alla demolizione della parte di fondazione compresa tra il piano campagna e quota -1.00 metri ed infine al ripristino dello stato dei luoghi.

I materiali di risulta saranno trattati come richiesto dalla normativa vigente in materia Dlgs 152/2006 e s.m.i..

Gli impatti, tutti temporanei, sono essenzialmente costituiti:

- dagli impatti acustici ed atmosferici relativi alla demolizione delle fondazioni;
- dagli impatti acustici ed atmosferici prodotti dai mezzi impiegati per allontanare i materiali di risulta.

Per ridurre tali impatti acustici si lavorerà negli orari prestabili dai piani di zonizzazione acustica, mentre per limitare gli impatti sulla salute umana si cercherà di ottimizzare il numero di viaggi per lo smaltimento dei materiali.

	RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220 KV VAL FORMAZZA RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE	Codifica REAR10019BASA000025	
		Rev . N° 01	Pag. 24 di 88

1.4.5 Interramento 132 kV Fondovalle - Ponte e 132 kV Ponte - Morasco (fino a sostegno n°18)

Verrà realizzata una trincea con scavo della profondità di circa 150 cm e larghezza 100 cm, con letto di posa in cemento magro a resistività termica controllata dello spessore di 10 cm. Posati i cavi verranno posate le lastre di protezione in cemento armato sui 2 lati e superiormente, previo riempimento per 40 cm di cemento magro a resistività controllata; Come ulteriore elemento di segnalazione verrà applicata, immediatamente sopra la lastra di protezione, la rete in PVC arancione del tipo delimitazione cantieri che può essere sostituita da lastre di ferro striato 4+2mm; Nella fase di riempimento con materiale inerte o altro materiale idoneo bisogna posare a circa 40cm di profondità il nastro in PVC di segnalazione rosso. Per i tratti su strada asfaltata verrà infine ripristinato il manto di usura e il binder.

Per l'attraversamento di sedi stradali, canali, o altri impedimenti che non consentano lo scavo in trincea, i cavi verranno posati mediante inserimento in tubiere precedentemente predisposte, eseguite utilizzando tubi in PVC ad alta resistenza posati nello scavo e annegati in manufatti di calcestruzzo; dopo la posa dei cavi le tubazioni vengono riempite con una miscela bentonitica, atta a favorire la dispersione del calore prodotto dai cavi e assicurarne il bloccaggio all'interno delle tubazioni stesse.

Qualora ci si trovi in presenza di attraversamenti particolari dove non sia possibile intervenire con scavi in superficie, si procederà alla scelta di predisposizione dell'attraversamento posando i tubi di alloggiamento dei cavi mediante perforazione orizzontale teleguidata o di perforazione mediante sistema spingitubo.

L'elettrodotto in progetto sarà suddiviso in tratte. Le tratte contigue saranno connesse tra loro mediante giunzioni. La lunghezza geometrica di ogni tratta sarà compresa tra 450 e 600 m. Ogni tratta verrà giuntata al di fuori dello scavo di trincea e quindi posata al suo interno.

Si riporta, di seguito, l'elenco delle principali attrezzature che potrebbero essere necessarie nell'esecuzione delle lavorazioni, per ogni area di lavoro.

- Attrezzatura manuale d'uso comune;
- Attrezzatura elettrica di uso corrente;
- Autobetoniera;
- Autocarro con porta bobina;
- Pala - ruspa;
- Macchina per posa cavi;
- Escavatore;
- Rullo compressore (dove previsto ripristino del manto stradale);
- Scarificatrice (dove previsto ripristino del manto stradale);
- Tagliasfalto a disco (dove previsto ripristino del manto stradale);

Si indicano di seguito le principali attività e quelle da considerare con più attenzione ai fini dei riflessi indotti.

- allestimento impianto di cantiere;
- movimenti di terra (scavi e rinterri);
- realizzazione dei giunti
- posa dei cavi;
- formazione piattaforma stradale (per i tratti su strada asfaltata);

	RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220 KV VAL FORMAZZA RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE	Codifica REAR10019BASA000025	
		Rev . N° 00	Pag. 25 di 88

- asfaltatura (per i tratti su strada asfaltata);
- opere di completamento e finitura;

Preventivamente a tutte le lavorazioni, le aree di cantiere previste in area agricola e quelle interessate direttamente dai lavori verranno scoticate per uno spessore di 30 cm, al fine di preservare il terreno fertile e riutilizzarlo a fine lavori per gli interventi di recupero e sistemazione a verde delle aree.

I lavori in oggetto comportano discreti quantitativi di materiale di scavo proveniente dalla realizzazione delle trincee; parte del materiale scavato, quantificabile in circa il 70 %, potrà essere riutilizzato per i ritombamenti.

Parte dei materiali derivanti dallo scavo potrà essere riutilizzata al di fuori del regime giuridico dei rifiuti (D.Lgs 22/97) secondo le procedure stabilite nell'art. 1 commi 17-18-19 della L. 443/01 e s.m.i., previa verifica della composizione chimica media dell'intera massa, che deve presentare concentrazioni inferiori ai limiti di norma stabiliti dal D.M. 471/99 (All.1 tab.1 colonna A e/o B).

Relativamente allo smaltimento del materiale in eccesso (comunque idoneo alla formazione di rilevati e rinterri pertanto non classificabile come materiale da discarica, ad eccezione del manto d'usura il quale verrà conferito in discarica) attualmente è stato valutato che lo stesso potrà essere acquisito da attività di "movimento terra" presenti sul territorio in oggetto.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'ambito territoriale considerato è rappresentato dalla Val Formazza, una delle due diramazioni della Valle Antigorio, e la Val Isorno, situate nella parte più settentrionale del Piemonte, al confine con il territorio svizzero, tra il Canton Ticino e il Canton Vallese. I comuni interessati dall'opera in progetto sono: Formazza, Baceno, Crodo, Premia e Montecrestese.

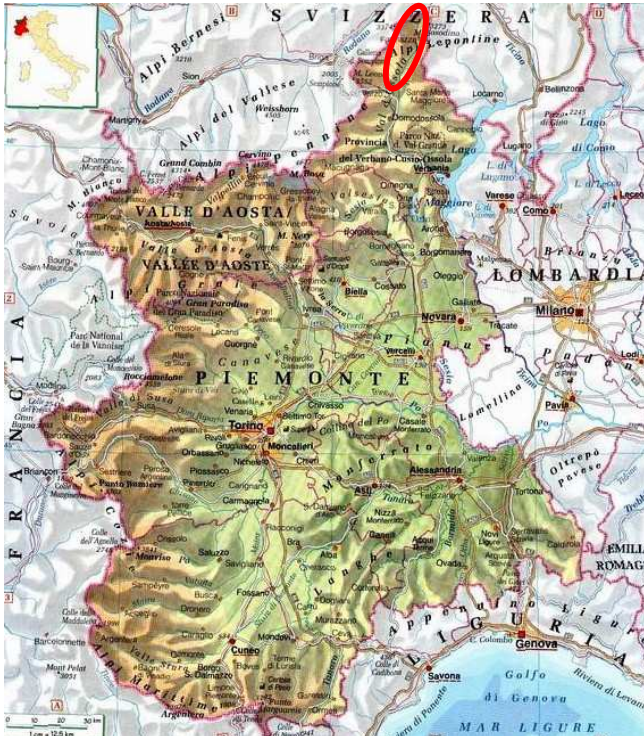


Figura 2-1: Inquadramento geografico

Dal punto di vista morfologico l'area presenta le caratteristiche della vera e propria alta montagna, con le tipiche forme glaciali, circhi, ripiani, pianori a terrazzo. Si trova nelle Alpi Lepontine. La Val Formazza separa le Alpi del Monte Leone e del San Gottardo ad ovest dalle Alpi Ticinesi e del Verbano ad est. Si affaccia inoltre sull'Alpe Vannino.

I monti principali che contornano la valle sono:

- Blinnehorn - 3.374 m;
- Basodino - 3.273 m;
- Punta d'Arbola - 3.235 m;
- Punta del Sabbione - 3.182 m;
- Monte Giove - 3.009 m;
- Pizzo Biela - 2.863 m;
- Pizzo Quadro - 2.793 m.

Il profilo longitudinale è rotto da frequenti gradini, dove le acque precipitano sotto forma di cascate, fra le quali la più celebre è quella della «Frua», nota come la più importante delle Alpi. Essa ha un salto di m. 143, da m 1675 a m 1532.

Il corso d'acqua principale è il Fiume Toce, che nasce a circa 1800 m di quota nella piana di Riale in alta Val Formazza dall'unione dei torrenti *Morasco*, *Gries* e *Roni*. Poco più a valle forma la Cascata del Toce, chiamata anche *La Frua*, che grazie a un imponente reclinamento roccioso forma un salto di circa 143 m di altezza.

La valle ospita numerosi laghi naturali oltre a numerosi bacini artificiali, creati nei primi decenni del XX secolo per la produzione di energia idroelettrica; tutte le dighe sono oggi di proprietà dell'Enel.

Tra le dighe la più importante è quella di *Morasco* (comune di Formazza), lunga 565 metri e alta 55 metri, forma un bacino della capacità di 17.320.000 mc. La diga regola anche il flusso della spettacolare Cascata del Toce che si trova pochi km più a valle in località "La Frua". La cascata è infatti aperta e visibile nella sua interezza solo alcune ore del giorno durante mesi estivi, il resto del tempo le

	RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220 KV VAL FORMAZZA RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE	Codifica REAR10019BASA000025	
		Rev . N° 00	Pag. 27 di 88

acque del bacino vengono convogliate in una condotta forzata fino alla centrale idroelettrica di "Ponte", riducendo la portata del fiume.

Gli altri bacini artificiali sono:

- Lago del Sabbione - 2466m;
- Lago del Toggia - 2191 m;
- Lago Kastel - m 2215;
- Lago del Vannino - m 2153;
- Laghi Busin - Superiore m 2451, Inferiore m 2371;
- Lago Obersee - m 2323.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1 GEOLOGIA REGIONALE

Il territorio della Provincia del Verbano Cusio Ossola, nel quale ricade l'opera oggetto d'esame, risulta completamente compreso all'interno della catena alpina e presenta, dal punto di vista geologico, peculiarità uniche nelle Alpi e, forse, nel mondo intero in quanto rappresenta una delle sezioni geologiche più complete e meglio esposte delle Alpi. La geomorfologia della zona d'indagine è sostanzialmente il risultato di due eventi della geostoria: nel miocene, quando l'orogenesi alpina, manifestata in seguito alla collisione della zolla africana con quella europea, era già avanzata, il bacino Mediterraneo si prosciugò completamente.

Questa situazione provocò l'aumento repentino dei dislivelli topografici dei corsi d'acqua delle vallate alpine già presenti, innescando un'intensa attività erosiva degli alvei dalla quale prese forma la valle del Toce. Durante le ultime glaciazioni del Riss e Wurm il territorio dell'Ossola e le valli laterali erano ricoperti dall'enorme ghiacciaio del Toce fino all'altezza di 1000 m dai cui emergevano solamente le vette e le creste più elevate. A causa di un lento cambiamento del clima il ghiacciaio si è ritirato depositando morene frontali e laterali costituite da sabbie e detriti, sulle quali i primi abitanti installarono alpeggi e paesi.

3.1.1 Le Alpi

Le Alpi sono una catena montuosa derivata dalla collisione continentale tra la placca Europea e la microplacca Adria (di pertinenza Africana), avvenuta circa 110 milioni di anni (Ma) fa. Esse si estendono per una lunghezza di circa 1.000 km dal Mar Ligure fino al Bacino di Vienna e possiedono una struttura crostale con doppia vergenza, ossia sono costituite da due insiemi di falde che si sono propagate in direzioni opposte. Il primo, cioè la catena alpina in senso stretto, ha vergenza europea ed è costituito da una sequenza di unità tettoniche che sono sovrascorse, generalmente verso NW, sull'avampaese europeo. Il secondo ha vergenza africana ed è costituito da una sequenza di unità tettoniche che sono sovrascorse generalmente verso S; conosciuto nella letteratura geologica come Dominio Sudalpino o Alpi Meridionali, è stato a lungo considerato il retropaese autoctono della Catena Alpina. Il confine tra i due è rappresentato dal Lineamento Periadriatico (Schmid et al., 1989), che lungo la Val d' Ossola prende il nome di Linea del Canavese e che attraversa la regione con direzione SW-NE, tagliando la valle in corrispondenza degli abitati di Loro e Vogogna. Questa complessa situazione geologica rende la provincia del VCO una delle più importanti aree di estrazione di pietre ornamentali in Italia, grazie alla peculiarità e varietà dei litotipi affioranti: essi sono prevalentemente rappresentati da ortogneiss, subordinati graniti e marmi e sporadiche metaultramafiti.

L'orogenesi alpina viene comunemente suddivisa in tre stadi principali:

Fase eo-alpina (130-70 Ma): esaurito il fondo oceanico e chiuso quindi l'oceano Ligure- Piemontese, la collisione della placca europea con quella africana porta alla subduzione della prima sotto la seconda. Si formano così falde di basamento e copertura a vergenza europea e si generano tutte le unità ofiolitiche.

Fase meso-alpina (45-35 Ma): dopo un periodo di stasi, i movimenti subiscono un nuovo forte impulso. Si verifica l'ispessimento e l'espansione sul piano orizzontale della catena, dovuta all'aggregazione alla pila delle falde eoalpine di porzioni sempre più estese del margine passivo della placca europea. Il processo produce deformazioni duttili nei settori più caldi e metamorfici della pila delle falde, le prime grandi rotture dell'avampaese europeo ed il distacco delle coperture sedimentarie dal basamento in scorrimento al di sotto della parte frontale della catena, con deformazioni di sottili falde di scollamento. Nell'Oligocene Sup. (33-29 Ma) si assiste ad una nuova fase di rilassamento, che permette l'intrusione di dicchi e corpi plutonici.

Fase neo-alpina (29-10 Ma): riprendono ad agire vigorosamente le azioni compressive. Si sviluppa in modo dominante la struttura a doppia vergenza: la catena alpina s.s. continua a propagarsi verso

l'avanzamento europeo, con formazione di nuove rotture litosferiche e di ulteriori sistemi di falde sempre più esterne e recenti. Il sistema Sud-vergente delle Alpi Meridionali, invece, si sviluppa sul versante interno, svincolato dalla catena a vergenza europea con l'attivazione del lineamento Periadriatico. La storia successiva delle Alpi è rappresentata dalla sua ulteriore frammentazione, dal suo sollevamento alla velocità media di circa un millimetro all'anno e dalla sua erosione.

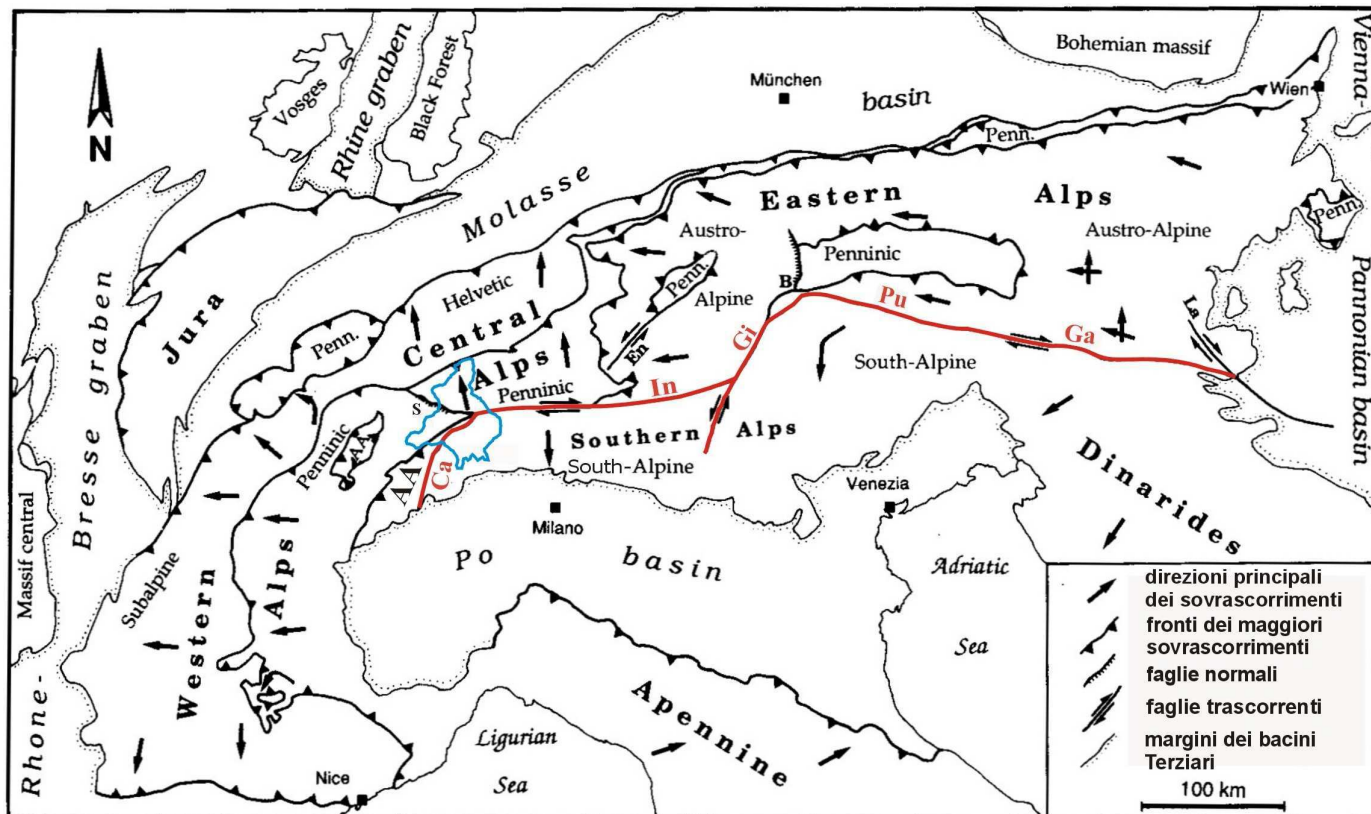


Figura 10.: Schema tettonico delle Alpi e delle aree circostanti (da Pfiffner, 1993). AA: Austroalpino. Il Lineamento Periadriatico è evidenziato in rosso, così come le iniziali dei nomi delle sue parti (Ca: Linea del Canavese; In: L. Insubrica, L. del Tonale; Gi: L. delle Giudicarie; Pu: L. della Pusteria; Ga: L. della Gail). Sono associate al Lineamento Periadriatico le faglie (dette anche Linee) del Sempione (S), dell'Engadina (En), del Brennero (B) e della Lavantal (La). In azzurro sono riportati i confini della Provincia Verbano Cusio Ossola

Attualmente sono riconoscibili, da Nord a Sud, le seguenti unità:

- **Dominio Elvetico:** rappresenta le parti non deformate del paleocontinente europeo, con i rispettivi sedimenti permo-mesozoici sradicati.
- **Dominio Pennidico:** è costituito dai resti del prisma di accrezione formatosi nel Cretaceo, a contatto con il Dominio Elvetico. Ad esso appartengono anche i lembi della crosta oceanica della Tetide. La struttura è a falde sovrapposte vergenti verso Nord-Ovest.
- **Dominio Austroalpino:** coincide con i lembi più deformati del margine continentale adriatico e rappresenta le unità strutturali più elevate dell'edificio alpino.
- **Dominio Sudalpino:** è separato dai domini precedenti da una linea tettonica, la Linea Insubrica, ed è costituito dalle porzioni meno deformate del paleocontinente africano.

3.1.2 Inquadramento geolitologico

Nel territorio oggetto d'indagine affiorano le unità Pennidiche Inferiori, esse sono costituite da prevalenti ortogneiss granitici e sono caratterizzate da grandi pieghe isoclinali, a tratti suborizzontali, formate dopo la fase di thrust; sono principalmente separate dalle Unità Pennidiche Superiori dalla

Linea del Sempione, una faglia normale lungo la quale è avvenuta l'esumazione delle unità più profonde.

L'assetto strutturale varia da subverticale a Sud a suborizzontale verso Nord.

In particolare, nella Valle Antigorio, in corrispondenza dell'incisione valliva del Fiume Toce, viene a giorno il grande sistema di falde che rappresenta la parte culminante della catena alpina: sono distinguibili infatti unità appartenenti al Dominio Pennidico e a quello Elvetico.

Il Dominio Pennidico Inferiore, delimitato a Sud dalla Linea Tettonica Sempione-Centovalli è costituito, in successione dall'alto verso il basso da:

- Ricoprimento del Monte Leone;
- Ricoprimento del Lebendum;
- Ricoprimento di Antigorio.

Il ricoprimento del Monte Leone è costituito da ortogneiss granitoidi ed occhialini e da paragneiss polimetamorfici. Il ricoprimento del Lebendum è costituito in prevalenza da scisti del Paleozoico superiore. Il ricoprimento di Antigorio è formato da gneiss occhialini, derivanti dal metamorfismo alpino di granitoidi Varisici. Tra i primi due ricoprimenti si intercalano i calcescisti con pietre verdi di Devero, mentre la falda del Lebendum e quella dell'Antigorio sono separate dalle sequenze mesozoiche del Forno-Cistella-Teggiolo. L'alloctonia della falda di Antigorio è testimoniata dai sottostanti micascisti di Baceno che, data la presenza di grossi boudins di anfiboliti di probabile derivazione basaltica, si ritiene siano di origine vallesana. Al di sotto di detti micascisti affiora la Cupola di Verampio; si tratta dell'unità più profonda dell'edificio a falde, con affinità infraelvetiche. Le tre falde descritte sono ben visibili risalendo la valle Antigorio da Domodossola a Baceno. La giacitura radicale è presente nella zona di Crevoladossola, mentre entrando nel ricoprimento dell'Antigorio, nei pressi di Oira, la giacitura diventa sub orizzontale; ciò è dovuto al fatto che tale ricoprimento costituisce una piega coricata con convergenza W-NW. Continuando verso la località di Baceno si entra nella "Conca di Baceno". In quest'area la parte alta dei versanti è costituita dagli gneiss occhialini dell'Antigorio, al di sotto dei quali sono visibili i micascisti di Baceno ed infine la parte superiore della Cupola di Verampio. Risalendo ulteriormente la valle si ritorna nei Ricoprimenti Pennidici Inferiori

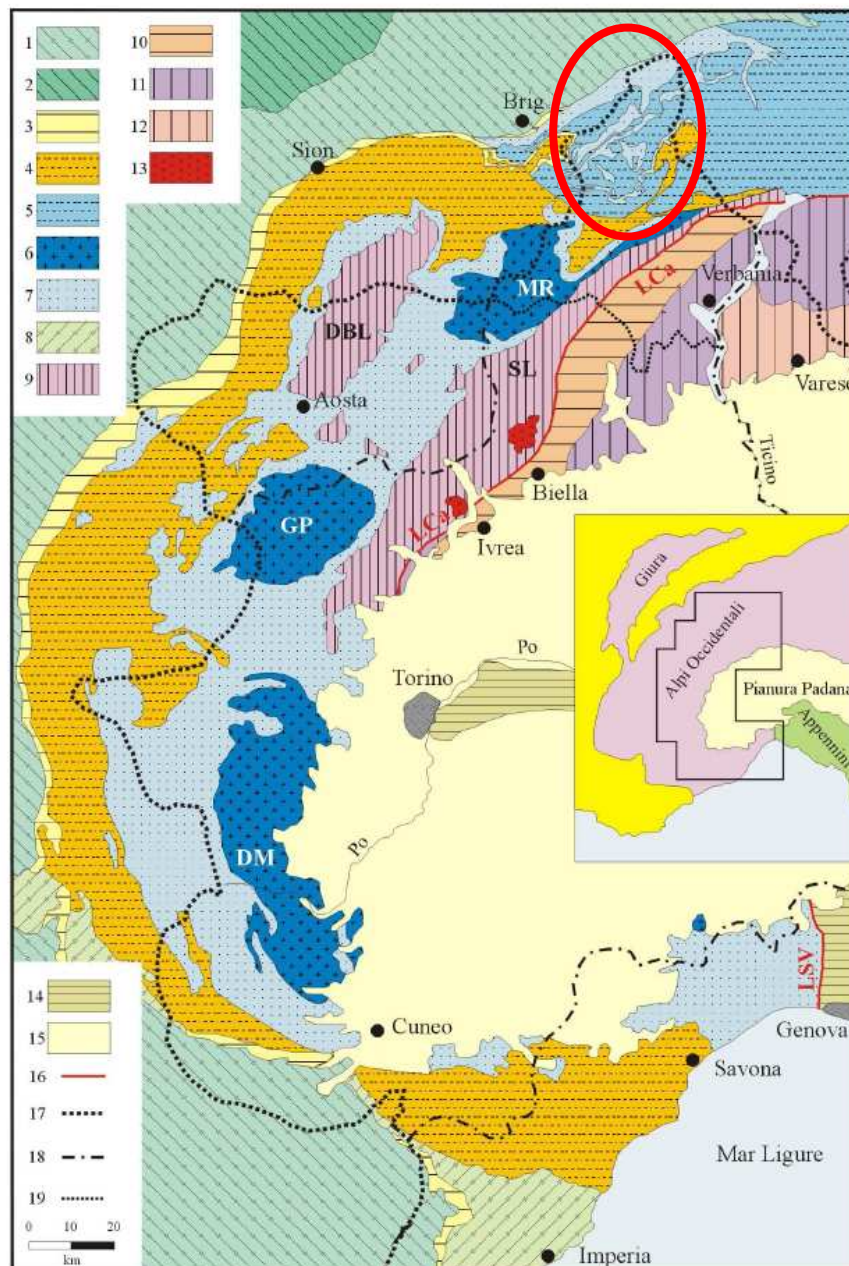


Figura 11: Schema strutturale delle Alpi Occidentali negli schemi ad inquadramento regionale

LEGENDA: Dominio Delfinese-Elvetico: 1: basamento e coperture indifferenziate. Dominio Pennidico 2: Prealpi; 3: Zona Subbrianzese (Zona Sion-Courmayeur nella parte settentrionale della carta); 4: Zona Brianzese (Sistema multifalda del Gran San Bernardo e Zone Camughera e Moncucco-Orselina-Isorno nella parte settentrionale della carta); 5: Unità Pennidiche Inferiori; 6: Massici Cristallini Interni (MR = Monte Rosa; GP = Gran Paradiso; DM = Dora Maira); 7: Zona Piemontese; Calcescisti Nord-Pennidici; Successioni Triassico-Neocomiane del Versoyen, Unità di Montenotte e di Sestri-Voltaggio; 8: Flysch a Helminthoidi dell'Ubaye-Embrunais e della Liguria. Dominio Austroalpino 9: Zona Sesia-Lanzo (SL) e Falda Dent Blanche (DBL). Dominio Sudalpino 10: Zona Ivrea-Verbania; 11: Serie dei Laghi e Zona del Canavese (a ovest di Ivrea); 12: copertura vulcanica e sedimentaria prevalentemente Permo-Mesozoica. Intrusivi alpini post-collisionali 13: plutoni di Traversella e della Valle Cervo. Appennini e Collina di Torino 14: sedimenti Cretacei e Terziari. Pianura Padana e Bacino Ligure-Piemontese 15: sedimenti Terziari e Quaternari. 16: Principali linee tettoniche (LCa = Linea del Canavese; LSV = Linea Sestri- Voltaggio). 17: Confine di Stato. 18: Confine di Regione. 19: Confine meridionale della Provincia del VCO.

3.1.3 Evoluzione strutturale

Le prime fasi di deformazione alpina (D1 e D2) sono legate all'appilamento delle falde: sono iniziate in condizioni di alta pressione (12,5-16 kbar) e di relativamente alta temperatura (620-700°C) e sono ricollegabili alle fasi di raccorciamento crostale. La D2 rappresenta l'evoluzione della D1 e ad essa è attribuita la piega antiforme Wandfluhhorn. D1 e D2 hanno prodotto zone di *shear*, lineazioni e pieghe isoclinali raramente visibili e si sono sviluppate durante l'Eocene (51-44 Ma). Le successive fasi di deformazione (D3 e D4) sono legate allo stadio di retro-scorrimento, retro-piegamento connesso con il processo di esumazione e dovuto a una componente transpressiva destra, parallela alla catena. La zona meridionale raddrizzata si è formata contemporaneamente a queste fasi di deformazione. D3 si è sviluppata in condizioni metamorfiche di tipo Barroviano (HT/LP) nell'arco di tempo tra l'Eocene e l'Oligocene (37-26 Ma): le età più giovani sono state ritrovate nella parte più orientale dell'area considerata, dove le alte temperature si sono mantenute più a lungo. Nell'area ossolana la fase di deformazione D3 ha avuto un ruolo maggiormente pervasivo rispetto ad altre zone: è infatti responsabile della foliazione principale insieme con D1 e D2. La fase D4 è associata a pieghe a grande scala (come l'antiforme di Vanzone e la sinforma di Masera) ed è sicuramente successiva al metamorfismo Barroviano di HT/LP; datazioni radiometriche e dati strutturali indicano che si è attivata verso la fine della fase D3, a circa 27 Ma, ed è rimasta attiva fino a 10 Ma. Questa fase di deformazione è risultata anche contemporanea allo sviluppo della Linea del Sempione, una faglia normale impostatasi tra 19 e 11 Ma. Alla fine dell'intervallo Cretaceo-Terziario, dominato da una fase collisionale e subduittiva delle placche europea e africana, le Alpi continuano la loro storia evolutiva con una complessa rigenerazione fragile. A seguito di questa, le pile di unità tettoniche delle Alpi Pennine e Graie vanno a costituire un blocco continuo, omogeneamente deformato e delimitato da fasce laterali ad alta deformazione. Bistacchi *et al.* (2000) individuano quattro zone di confine: a NE la faglia normale del Sempione (immergente a SW), a N e a SW il sistema trascorrente destro costituito dalle faglie del Rodano, di Chamonix e dai sovrascorrimenti frontali riattivati del Pennidico e del Brianzone e, infine, a SE la faglia trascorrente sinistra dell'Ospizio Sottile. La struttura così delimitata risulta dislocata da una complessa rete di faglie e fratture, di cui la più importante è il sistema trascorrente E-W Aosta - Ranzola, che indicano una generale estensione delle Alpi Occidentali lungo una direttrice NE-SW. L'interpretazione delle foto satellitari evidenzia come faglie e fratture fragili ad alto angolo si concentrino in tre famiglie con direzioni NE-SW, NW-SE e E-W; l'analisi di terreno, inoltre, mostra chiaramente che esse postdatano l'ultima foliazione regionale in *facies* scisti verdi e tutte le altre deformazioni duttili. Dai rapporti di intersezione a scala regionale si possono distinguere due principali fasi di tettonica fragile:

- la fase D1, legata a un'estensione oligocenica con direttrice NW-SE e sviluppatasi nell'area della Val d'Aosta lungo tre principali famiglie di faglie: il sistema Aosta-Ranzola, diretto E-W e immergente a N di 60°- 70°, e i due sistemi uniformemente distribuiti di faglie coniugate, dirette NE-SW e immergenti verso NW e SE;
- la fase D2, sviluppatasi dal Miocene ad oggi e caratterizzante l'assetto spaziale del blocco delle Alpi Pennine e Graie, legata all'evoluzione di due zone trascorrenti di confine a NW e a SE, a fasi alterne transpressive e transtensive.

Queste zone di confine sono caratterizzate da molte discontinuità preesistenti e riattivate nel Miocene sotto nuove condizioni di stress come zone di taglio trascorrenti. In definitiva, l'evoluzione delle Alpi Occidentali può essere spiegata mediante:

- un processo di basculamento dell'intera pila di falde pennidiche attorno ad un asse orizzontale diretto NS;
- un'estensione verso SO dell'intero blocco delle Alpi Pennine e Graie durante il Miocene-Pliocene;
- un generale regime compressivo (indicato da dati sismici), con una rotazione degli assi P perpendicolari all'asse della catena;
- un movimento trascorrente e transpressivo con un asse P diretto a NO-SE.

In questo quadro la linea del Sempione rappresenta un'importante struttura alpina, marcata dallo sviluppo di una fascia di deformazione duttile-fragile che è testimoniata dalla presenza di miloniti e cataclasi.

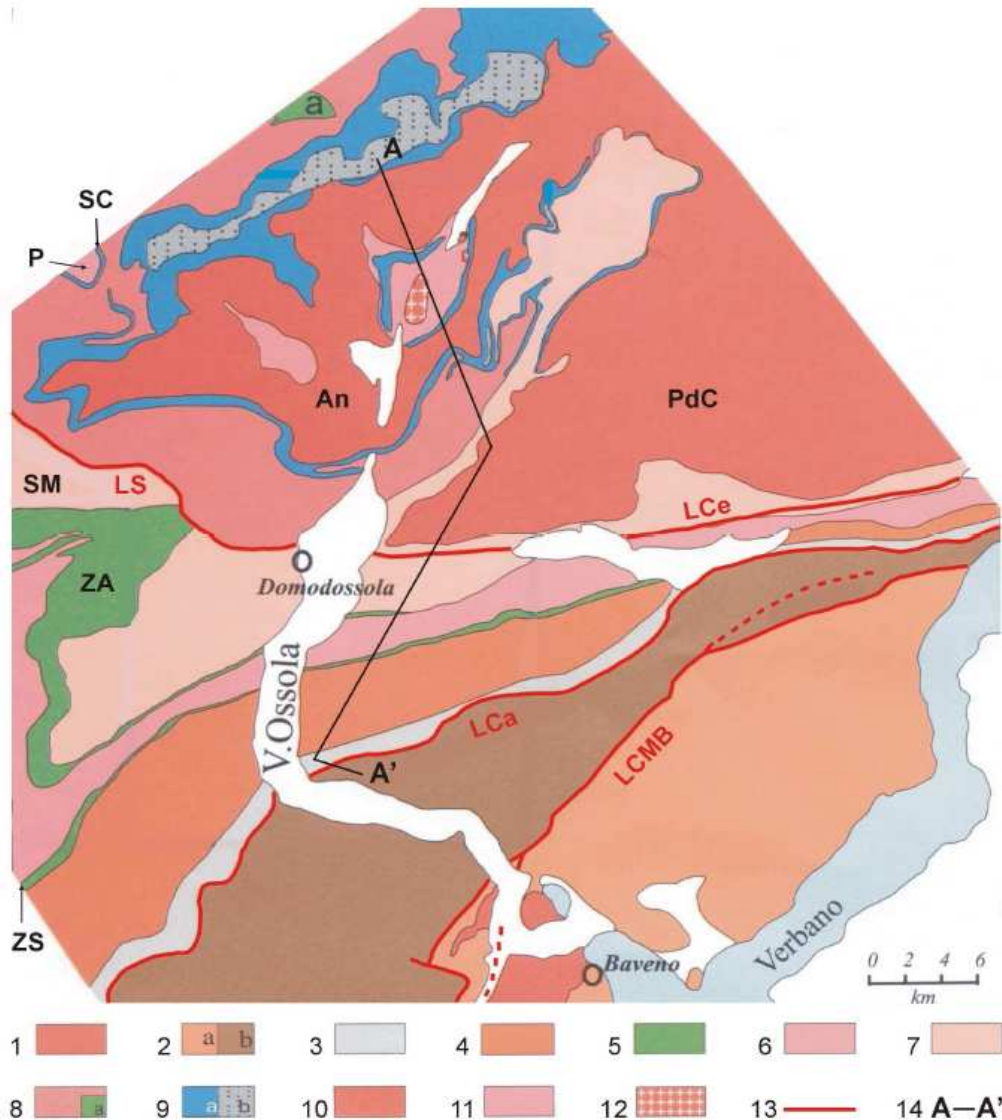
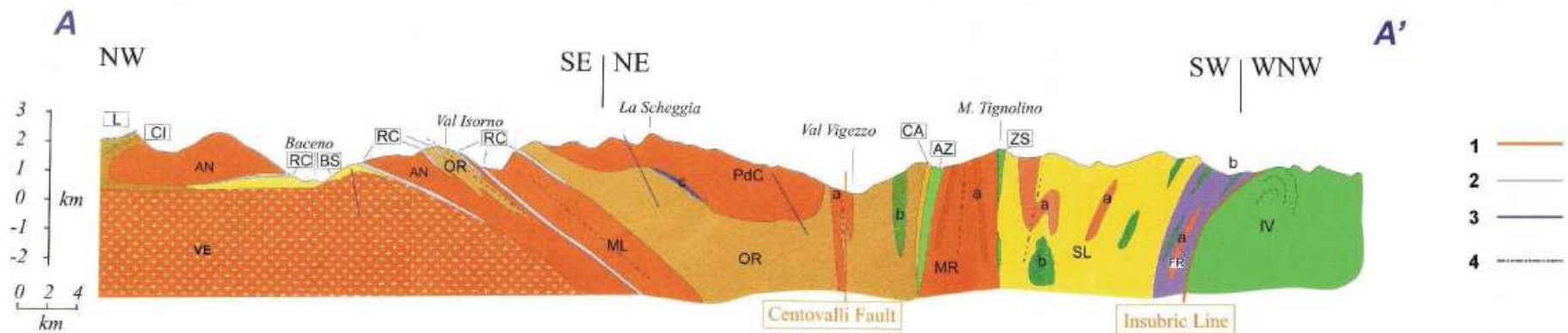


Figura 12: Schema tettonico del sistema orogenico Europa-vergente in Val d'Ossola

LEGENDA: Dominio Sudalpino 1: Granitoidi Varisici; 2: Basamento metamorfico pre-Alpino (a: Serie dei Laghi; b: Zona Ivrea-Verbano). Dominio Austroalpino 3: Scisti di Fobello e Rimella; 4: Zona Sesia-Lanzo. Zona Piemontese 5: Ofioliti delle Zone di Antrona (ZA) e Zermatt-Saas (ZS). Pennidico Superiore 6: Zona Monte Rosa; 7: Zone Camughera e Moncucco-Orselina-Isorno, Falde Siviez-Mischabel (SM) e Pontis (P). Pennidico Inferiore 8: Falda Monte Leone (a: Complesso Geisspfad-Cervandone); 9: Coperture Permo-Mesozoiche e Zona Sion-Courmayeur (a: prevalenti marmi; b: Falda Lebendun); 10: Falda Antigorio (An) e Pioda di Crana (PdC); 11: Scisti di Baceno. Unità Sub-Pennidica 12: Granito di Verampio. 13: Lineamenti tettonici principali (LCa: L. del Canavese; LCe: L. delle Centovalli; LCMB: L. Cossato-Mergozzo-Brissago; LS: Linea del Sempione). 14: Traccia della sezione di Fig. 4_9



LEGENDA: **IV**: Zona Ivrea-Verbano; **FR**: Scisti di Fobello e Rimella (a: ortogneiss laminati; b: metabasiti); **SL**: Zona Sesia-Lanzo (a: ortogneiss; b: metabasiti); **ZS**: Zona Zermatt-Saas; **MR**: Zona Monte Rosa (a: paragneiss); **AZ**: Zona di Antrona; **CA**: Zona Camughera; **OR**: Zona Moncucco-Orselina Isorno (a: ortogneiss; b: paragneiss a bande anfibolitiche; c: marmi); **ML**: Falda Monte Leone; **RC**: Rocce carbonatiche (marmi prevalenti); **PdC**: Zona Pioda di Crana; **AN**: Falda Antigorio; **CI**: Coperture indifferenziate; **L**: Falda Lebedun; **BS**: Scisti di Baceno; **VE**: Granito di Verampio.

1: Faglia di importanza regionale; **2**: Limite di unità tettonica; **3**: Tracce piano assiale di età tardo-alpine; **4**: Tracce piano assiale di età meso-alpina.

4. GEOLOGIA LOCALE

4.1 SUBSTRATO ROCCIOSO

Come già accennato nel capitolo precedente, dal punto di vista geologico – strutturale l'area di studio ricade interamente all'interno del Dominio Pennidico, esso rappresenta la parte deformata dal paleo-continente europeo, è costituito da una serie di tre falde denominate, in successione dall'alto verso il basso, "Ricoprimento del Monte Leone", "Ricoprimento del Lebendun" e "Ricoprimento di Antigorio". Si tratta sostanzialmente di rocce gneissiche pretriassiche, rappresentanti il basamento cristallino, che si trovano al nucleo di pieghe anticlinali coricate. Tra i primi due ricoprimenti, Monte Leone e Lebendun, si intercalano i calcescisti con pietre verdi di Devero (pertinenza vallesana o nordpennidica); Lebendun ed Antigorio sono invece separati dalle sequenze mesozoiche del Forno-Cistella-Teggiolo; l'alloctonia del Ricoprimento di Antigorio è documentata dalla presenza dei sottostanti micascisti di Baceno e Varzo. Il Dominio Elvetico rappresenta invece le parti non deformate del paleo-continente europeo; ad esso è attribuita la cosiddetta Cupola di Verampio, costituita da un orto gneiss muscovitico-biotitico affiorante al di sotto dei micascisti di Baceno e messo in luce grazie alla presenza di una finestra tettonica. Essa rappresenta l'unità più profonda dell'edificio a falde, esposta nel cuore della culminazione assiale dell'Ossola - Ticino. Per una migliore comprensione dei litotipi affioranti verrà data una breve descrizione delle rocce presenti, suddivise nelle varie unità strutturali:

- **Cupola di Verampio**

Si tratta di un complesso roccioso relativamente poco dislocato, probabilmente di età ercinica, affiorante nell'intorno della piana alluvionale di Verampio, alla base dei versanti. E' formato da un ortogneiss granitico a biotite e muscovite molto compatto, attraversato da rari giunti e litoclasti con disposizione varia. I caratteri metamorfici non sono molto pronunciati, se non al contatto con i sovrastanti Micascisti di Baceno, dove la roccia diventa progressivamente più scistosa.

- **Sinclinale di Baceno**

Micascisti di Baceno: affiorano con discreta continuità tra i depositi morenici nella parte centro-settentrionale del territorio in esame; in particolare è possibile riscontrarne la presenza lungo i fianchi del Fiume Toce e i corsi del Torrente Alfenza e dei Rii Antolina e Golernia. Si tratta di metapeliti e metareniti molto scistose, fogliettate, a quarzo dominante, con abbondanti muscovite, biotite, granato rosso-bruno e subordinati cianite e carbonati; il colore varia da grigio-plumbeo ad argenteo. Essi presentano una associazione mineralogica in facies anfibolitica (granato, staurolite, plagioclasio e locale cianite). Il quarzo è abbondante in minute lenti alternato alle miche, oppure costituisce lenti di maggiori dimensioni. Una serie di queste lenti è presente in un affioramento lungo il Toce, a valle di Quategno di Fuori, dove si nota un'alternanza di bancate metriche di micascisti e quarziti; all'interno di queste ultime sono presenti anche alcune bande carbonatiche. Intercalati nei micascisti possono essere presenti livelli di anfiboliti e gneiss anfibolitici

Formazione calcareo-dolomitica: E' costituita da diversi tipi litologici, tra cui abbondano i calcari dolomitici, passanti talora a dolomie, metamorfosati in marmi, e calcescisti da massicci fino a lievemente foliati; sono presenti inoltre calcescisti a flogopite. Compaiono, all'interno dell'area studiata, lungo il Rio Antolina e sopra Cravegna in due fasce comprese tra i 900 e 1200 m s.l.m., e ad Est di Maglioggio.

- **Ricoprimento di Antigorio**

Si tratta di un ortogneiss biotitico a grana grossolana, spesso con grandi individui feldspatici che lo rendono occhiadino. Si possono osservare tipi più chiari o più scuri a seconda del contenuto di biotite, mentre la muscovite, seppur presente, appare più scarsa. Si possono osservare occasionalmente differenziati sia basici (lenti molto biotitiche e masse ricche di orneblenda) sia acide (filoni aplitici). La presenza di questi differenziati, tipici di una massa intrusiva, fanno propendere per un'origine ignea della massa gneissica (ortogneiss). Nell'ortogneiss di Antigorio è sempre presente una netta scistosità,

particolarmente evidente nei livelli maggiormente ricchi di miche, che possiedono una notevole divisibilità (beole).

- **Sinclinale del Teggiolo**

Nella zona in esame affiorano i calcescisti formati da un complesso di rocce molto varie, scistose, spesso fortemente alterate e di color ruggine. Tali rocce sono costituite in prevalenza da calcite, con quarzo, plagioclasio, biotite, muscovite e spesso granato e orneblenda; sono frequenti lenti, noduli e strati di quarzo.

- **Ricoprimento di Lebendun**

Si tratta di una falda contenente litotipi di varia natura: ortogneiss, paragneiss, gneiss conglomeratici, micascisti granatiferi e calcescisti.

- **Sinclinale del Devero-Veglia**

E' costituita da rocce di natura sedimentaria metamorfosate e trasformate in marmi, dolomie cristalline e calcescisti. I litotipi appartenenti a questa unità si possono trovare in piccole aree nella porzione nord-occidentale del territorio comunale e sul Monte Larone

- **Ricoprimento del Monte Leone**

Si tratta di gneiss occhialini e paragneiss polimetamorfici.

Come già sottolineato nel capitolo introduttivo la Provincia del Verbano Cusio Ossola è uno dei più importanti distretti estrattivi italiani di lapidei ornamentali per i quantitativi prodotti, nello specifico in Val Formazza sono presente numerose cave di Serizzo. Il Termine di "Serizzo" è un termine di uso commerciale usato per indicare una serie di litotipi di colore grigio scuro e grana uniforme, a composizione gneissica presenti lungo le Alpi; deriva dalla metamorfosi di rocce sedimentarie o sedimenti sabbioso-argillosi, che a condizioni di temperatura e pressione crescenti, ad una profondità di circa 7 km, generano prima micascisti e poi paragneiss. Altri litotipi comprendono esemplari di quarziti ed ortogneiss fissili, la loro scistosità ed il loro contenuto di mica relativamente elevato è caratteristico di uno stile tettonico ampiamente variabile nel tempo e nello spazio. Dal punto di vista della tettonica il Serizzo è caratteristico della zona Pennidica formatasi durante l'orogenesi alpina quando la spinta della placca Africana su quella Europea ha compresso i sedimenti depositi lungo circa 700 km in un tratto di 125-150km. E' composto da quarzo, muscovite, feldspato bianco e biotite scura, la quale definisce la tessitura foliata della roccia e piani di discontinuità che facilitano lo spacco naturale secondo lastre. Le varietà estratte sono: *Serizzo Antigorio* (Valle Antigorio); *Serizzo Formazza* (Val Formazza), che rappresentano le due varietà più note, *Serizzo Monte Rosa* (Crodo, Valle Anzasca)

Di seguito viene proposta una breve sintesi dei dati raccolti attraverso rilievi geomeccanici condotti nelle cave ossolane. Tali dati sono utili al fine di fornire una generale caratterizzazione delle degli ammassi rocciosi presenti nell'area d'indagine.

Densità delle discontinuità (Jv): In generale i giacimenti presentano da 5 a 8 discontinuità per m³, a cui corrispondono valori di RQD decisamente elevati. I giacimenti di Serizzo risultano caratterizzati da un grado di fatturazione maggiore e i valori medi di Jv superano di circa il 30% quelli ricavati per beole e graniti. Ciò può essere spiegato sia da una maggior variabilità delle condizioni strutturali dell'ammasso (cerniere di pieghe, faglie).

Apertura delle discontinuità: i dati dei rilievi mettono in evidenza che l'apertura tra le pareti dei giunti tende a diminuire con l'aumentare della profondità; la presenza di disturbi tettonici (zone di cerniera di pieghe e faglie) incrementa il grado di apertura dei giunti, seppur in maniera meno significativa, poiché questi risultano in genere molto localizzati e con una ridotta influenza laterale.

Persistenza: è quasi sempre in relazione con l'apertura. I sistemi di discontinuità più persistenti presentano in genere aperture maggiori e viceversa.

	RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220 KV VAL FORMAZZA RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE	Codifica REAR10019BASA000025	
		Rev . N° 00	Pag. 37 di 88

Rugosità e ondulazione: l'ondulazione delle discontinuità è correlabile alla loro persistenza; le famiglie di giunti più persistenti presentano una forma più ondulata e/o segmentata. La scabrezza può essere relazionata con l'apertura, ovvero meno una frattura è aperta e meno essa è rugosa.

I parametri "riempimento" e "umidità" non sono stati considerati in quanto statisticamente poco significativi.

Prove di Point Load: In generale nel Serizzo gli indici medi di Point Load, per applicazioni del carico ortogonale alla scistosità, sono pari a 5,5 MPa, cui corrisponde $\sigma_c = 132$ MPa; le prove parallele alla scistosità forniscono un indice medio di 3,1 MPa e il relativo valore di resistenza a compressione monoassiale è 74.4 MPa. Le beole mostrano valori resistenza a compressione monoassiale confrontabili con quelli ottenuti per il Serizzo sia per le prove perpendicolari alla scistosità (indici di Point Load medi pari a 5,47 MPa), sia per le prove lungo la scistosità (Is medio pari a 2,6 MPa). I graniti hanno mostrato valori medi di resistenza al punzonamento pari a 5,19 MPa; i due indici ricavati per il marmo di Crevola sono 6,9 MPa e 2,9 MPa e per il Serizzo Monte Rosa 1,7 MPa e 4,4 MPa

La caratterizzazione degli ammassi rocciosi, tramite il sistema di Bieniawski (1989) ha dato i seguenti risultati: le cave di Beola presentano valori medi di BRMR abbastanza omogenei sul territorio e generalmente pari a 80 (Buona), così come quelle di granito (BRMR=75), anche gli ammassi rocciosi coltivati nel Serizzo mostrano buone qualità geomeccaniche (BRMR medio=73).

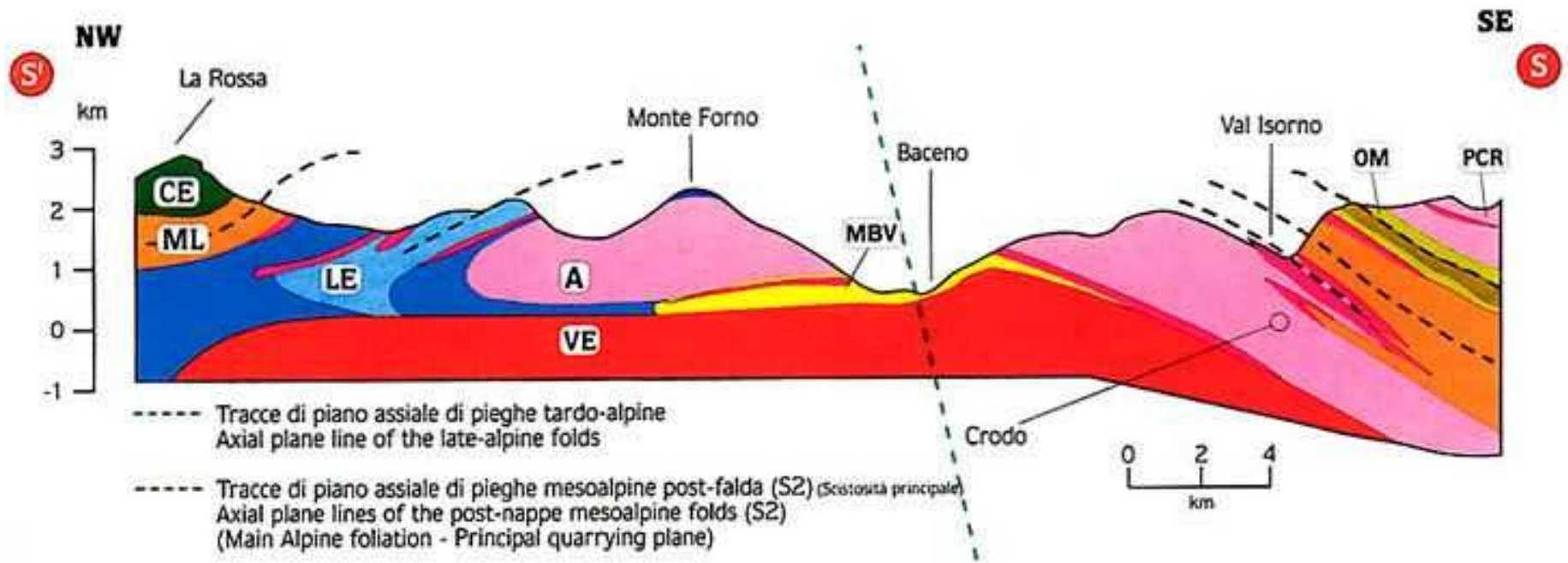
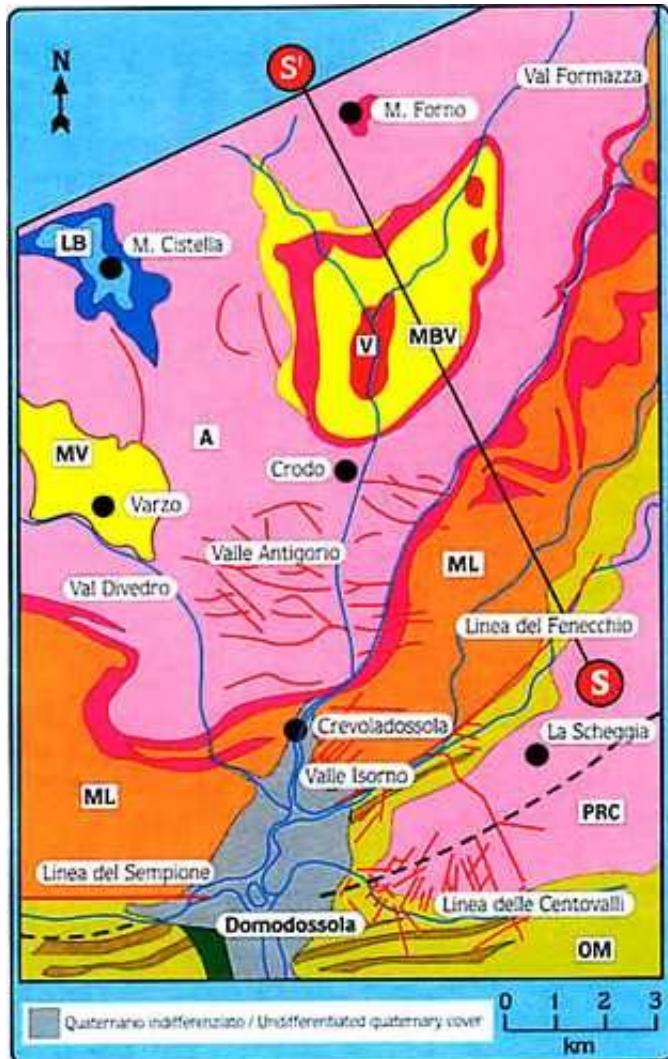


Figura 13: Schema tettonico del sistema orogenico Europa - vergente (Alpi occidentali, Italia) nel settore a nord di Domodossola e sezione strutturale del Complesso a falde del Pennidico Medio-Inferiore (da M. Coluccino, Assocave, 1998)



BASAMENTO PRE-TRIASSICO / PRE TRIASSIC BASEMENT

Pennidico Medio / Middle Pennine Nappe Complex

Zona Orselina-Moncucco-Isorno (OM) / Orselina-Moncucco-Isorno Zone (OM)
 Paragneiss con intercalazioni anfibolitiche, ortogneiss
 Paragneiss with amphibolites layers; orthogneiss

Pennidico Inferiore / Lower Pennine Nappe Complex

Falda del Monte Leone / Unit of Monte Leone (ML)
 Ortogneiss con intercalazioni paragneissiche - Complesso ultramafico del Cervandone (CE)
 Orthogneiss with paragneissic interlayers - Ultramafic complex of Cervandone (CE)

Serie del Lebendum / Lebendum Sequence (LB)

Metasedimenti clastici e scisti calcarei (Ultraelvetico)
 Clastic metasediment and calcareous micaschists (UltraHelvetic)

Falde ortogneissiche di Antigorio (A) e Pioda di Crana (PCR)
 Orthogneissic nappes of Antigorio (A) and Pioda di Crana (PCR)

Scisti di Baceno / Schists of Baceno (MBV)

Sub-Pennidico / Sub-Pennine Units

Falda metagranitica di Verampio / Metagranitic nappe of Verampio (V)

UNITÀ DI COPERTURA MESOZOICA (Indifferenziata) MESOZOIC COVER (Undifferentiated)

Calcescisti sino a marmi impuri con intercalazioni di rocce basiche (CS) (Giurassico)
 Calceschists and impure marbles with layers of basic rocks (CS) (Jurassic)

Marmi (Triassico) / Marbles (Triassic) (ML)

	RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220 KV VAL FORMAZZA RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE	Codifica REAR10019BASA000025
		Rev . N° 00

4.2 DEPOSITI QUATERNARI

Per quanto riguarda i depositi di copertura superficiale, riferibili ad età quaternaria, sono dovuti all'azione alternata di modellamento e di deposito di fenomeni di natura glaciale, fluviale e gravitativa; in tale sede si sono distinti:

- **Depositi glaciali**

Rappresentano i resti dei till di alloggiamento e di ablazione deposti dal ghiacciaio ossolano e dai ghiacciai laterali, quali quello di circo del M.te Cistella, sono presenti in modo piuttosto esteso su tutto il territorio analizzato, specialmente nella parte occidentale. Ulteriori affioramenti sono dislocati nella parte meridionale del territorio in esame, in particolar modo in entrambe le sponde vallive nei pressi di Verampio. Sono costituiti da depositi incoerenti grossolani (ghiaie e ciottoli con blocchi anche di alcuni metri cubi e di forma varia) immersi in una abbondante matrice fine sabbioso-limosa e più raramente limoso - argillosa. I clasti di dimensioni maggiori sono costituiti in prevalenza da blocchi di ortogneiss mentre scarsi sono quelli di micascisti, di calcari e calcescisti, anche se tutti questi litotipi affiorano su vaste aree della Valle Antigorio e Formazza; si presentano spesso non alterati e senza alcuna cementazione.

- **Depositi alluvionali del Fiume Toce**

Si tratta di sedimenti prevalentemente a granulometria grossolana (ghie e sabbie frammiste a ciottoli di dimensioni anche rilevanti, piuttosto arrotondati), in facies alluvionale, deposti dal Fiume Toce, che risultano distinguibili per la presenza di un ordine di terrazzo (alveo attuale, piana esondabile ed un terrazzo sopraelevato sul precedente mediamente di 2÷4 m): le facies presenti sono prevalentemente di canale e di barra longitudinale. I depositi hanno quindi colmato l'originario fondovalle glaciale sovraescavato, sbarrato all'altezza di Pontemaglio. Di particolare interesse risulta l'evidente differenza nel sistema fluviale a monte e a valle dei conoidi del T. Alfenza ed Antolina: i due grandi apparati di conoide hanno costituito una soglia nel fondovalle con conseguente sovralluvionamento nel tratto settentrionale (piana di Verampio), dove non si rinvengono infatti i terrazzi alluvionali, visibili unicamente a sud dei conoidi.

- **Conoidi alluvionali**

Gli affluenti laterali del Fiume Toce hanno dato luogo, con i loro depositi, a conoidi alluvionali più o meno estesi costituiti da materiali di natura generalmente grossolana (massi, ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa). Sorgente di alimentazione dei principali apparati di conoide sono i circhi glaciali presenti su entrambi i lati della valle: l'osservazione della carta geomorfologica consente di mettere in relazione diretta la dimensione dell'apparato di conoide con il circo glaciale di riferimento ed il relativo bacino idrografico. Le caratteristiche granulometriche di tali depositi variano in considerazione dell'area in esame a causa della forza di trascimento delle acque. In linea generale, nella zona apicale si ha materiale a granulometria grossolana immerso in matrice sabbioso-ghiaiosa, mentre in quella terminale si riscontra materiale a granulometria medio-fine immerso in matrice sabbiosa. Sono costituiti dai tipici corpi a ventaglio, dovuti alla deposizione di materiale da parte dei principali corsi d'acqua allo sbocco nel fondovalle

- **Depositi detritici di falda o coni**

La presenza di pareti rocciose molto acclivi, talora disarticolate, e la presenza di processi crionivali alle alte quote, causa il formarsi di depositi di detrito che si accumulano lungo i versanti, sono generalmente costituiti da clasti di taglia medio - grande (da decimetri che a metriche), piuttosto angolosi, in matrice scarsa o assente e spesso ricoperti da vegetazione.

- **Depositi di origine eluvio-colluviale**

ricoprono diffusamente, sebbene sovente con spessore ridotto, i versanti, sono costituiti in genere da sedimenti di suolo bruno, con scheletro da scarso ad abbondante con pezzatura variabile derivante dal disfacimento chimico-fisico del substrato roccioso sottostante. Sono caratterizzati da estensione discontinua su tutto il territorio e presentano spessori variabili.

• **Depositi di origine antropica**

In tutto il territorio si rileva la presenza massicci di depositi superficiali di natura antropica composti dai materiali di scarto di cava e di lavorazione lapidea. Sono costituita da blocchi etero metrici spigolosi, totalmente privi di matrice

Per quanto riguarda i terreni è possibile ottenere una loro prima caratterizzazione geotecnica sulla base dei seguenti parametri.

- Granulometria
- Peso di volume (γ)
- Angolo di attrito interno (ϕ)
- Coesione totale (C)

I parametri sopra indicati sono stati valutati approssimativamente attraverso in riferimento alla bibliografia esistente sulla zona di indagine e sono riassubili nella seguente tabella.

Depositi	γ (t/m ³)	ϕ (°)	C (kg/cm ²)
Depositi alluvionali torrentizi e di conoide alluvionale	1.7 - 2.1	30 (sabbie e ghiaie) 35/ 40 (depositi caotici in alveo montano)	0.0
Depositi fluviali della piana del F.Toce	1.6 – 2.0	25 – 35	0.1 - 1.0
Depositi glaciali	1.9 - 2.1	35 – 40	0.1 - 0.5
Lenti sabbiose in depositi glaciali	1.7 - 1.9	30 - 35	0.0
Lenti limoso-argillose in depositi glaciali	1.6 - 1.8	25 – 30	0.1 - 1.0
Depositi detritici di falda, frana o discarica di cava	1.8 - 2.0	35 - 45	0.0

Circa la coltre eluvio-colluviale, essa rappresenta la parte più superficiale dei terreni, in cui l'azione della vegetazione e degli agenti atmosferici ha prodotto fenomeni di trasformazione tali da escludere la possibilità di una univoca caratterizzazione geotecnica, che comunque appare da scadente a mediocre. Si tratta in genere di limi sabbiosi con ciottoli ed elevata componente organica.

Dal punto di vista strutturale l'area in oggetto è caratterizzata da una tettonica ad ampi ricoprimenti, generatasi durante le fasi medio - terminali dell'orogenesi alpina in seguito al coricamento verso Nord-Ovest di pieghe anticlinali adagiate le une sulle altre secondo contatti di natura tettonica. Nel complesso, processi metamorfici e deformativi di età, grado e intensità diversi, si sono variamente sovrapposti a definire una struttura tettonico - metamorfica polifasica, complessa alle diverse scale, che caratterizza sia le rocce di un antico basamento paleozoico che quelle delle coperture sedimentarie permo mesozoiche. Nello specifico l'area è caratterizzata da tre principali orientazioni delle discontinuità maggiori. Il lineamento più persistente presenta orientamento NO-SE definendo l'andamento di gran parte dei corsi d'acqua soprattutto nei settore medio - bassi dell'asta torrentizia con più elevato ordine gerarchico. Un ulteriore set strutturale presenta orientamento WNW-ESE e persistenza da media a bassa a livello di area ampia; tali lineamenti sistematici sono per lo più concentrati a quote medio - elevate, definendo l'andamento dei segmenti tributari di primo o secondo ordine, nella zone di testata dei sottobacini imbriferi. Il terzo lineamento rilevabile è rappresentato da un'orientazione WSW-ENE, con persistenza lineare media sia lungo il versante orografico destro che sinistro della porzione di vallata in analisi. Come per il caso descritto in precedenza, tali strutture hanno determinato l'andamento preferenziale dei segmenti di ordine minore dei corsi d'acqua, interessando prevalentemente le zone medio - alte dei relativi bacini imbriferi. Ovviamente localmente si possono rilevare strutture a minore persistenza, che tuttavia non trovano particolare interesse ai fini del presente studio finalizzato alla caratterizzazione generale dell'area vasta.



Figura 14: Depositi alluvionali di fondovalle nei pressi della stazione elettrica di Verampio

5. GEOMORFOLOGIA LOCALE

5.1 DINAMICA GEOMORFOLOGICA

Dal punto di vista geomorfologico generale, la zona rispecchia la morfogenesi glaciale alla quale è stata sottoposta: la valle principale del F. Toce, è nettamente riconducibile ad un solco vallivo con forma ad "U", legato al processo di esarazione glaciale, il cui fondo è stato colmato, a seguito dell'arretramento del fronte glaciale, da sedimenti alluvionali. Le valli laterali maggiori mostrano anch'esse le tracce di morfogenesi in ambiente glaciale: numerose sono, infatti, le evidenze di esarazione e di deposito, tra le quali si possono brevemente enumerare orli di circo, montonature, cordoni morenici, ecc. Dal punto di vista fisiografico generale, nella zona in esame la valle del Toce è caratterizzata da un andamento Nord-Sud, con un'ampia deviazione in corrispondenza del conoide del T. Alfenza; le valli laterali si innestano nel corpo principale generalmente in senso ortogonale, dando luogo ad un reticolato idrografico conseguente. L'intero sistema vallivo minore è comunque fortemente influenzato dall'andamento dei sistemi tettonici presenti. L'affioramento di unità litologiche di diversa competenza, dai calcescisti alle rocce granitiche s.l. contribuisce, in aggiunta ai fattori sopra elencati, all'eterogeneità dell'aspetto del territorio, passante da zone a morfologia dolce, con forme convesse ad ampia scala, a zone con versanti subverticali dissecati da forre strette e profondamente incassate, al fondo delle quali scorrono i corsi d'acqua caratterizzati da violenta attività torrentizia; l'energia di rilievo risulta elevata soprattutto sul versante sinistro della valle. Ciò comporta la presenza di alvei soggetti a forte attività erosiva al fondo e con mobilitazione di ingenti quantità di materiale solido, al quale contribuiscono i processi gravitativi in genere e la presenza di vaste coperture di depositi glaciali incoerenti e colluviali. L'alta energia di rilievo e la grande disponibilità di sedimenti sciolti si esplica nella formazione di numerosi conoidi agli sbocchi delle valli laterali nel fondovalle principale, che hanno interagito variamente con il corso del Toce, deviandolo o subendo erosioni laterali in funzione dei processi di aggradazione e della loro continuità nel tempo. I settori di fondovalle (terrazzi fluviali) ed i corpi dei conoidi, unitamente ai ripiani glaciali, sono stati ovviamente soggetti ad espansione urbanistica nel corso dei secoli, rappresentando nel territorio in esame aree disponibili all'insediamento umano. In conclusione, l'intensa attività geomorfologica tuttora in evoluzione (alluvionale e di degradazione dei versanti) può essere letta come il risultato della sommatoria di fattori morfogenetici, dati da tettonica e litologia del substrato, e di processi di esarazione glaciale che hanno variamente modellato il paesaggio.

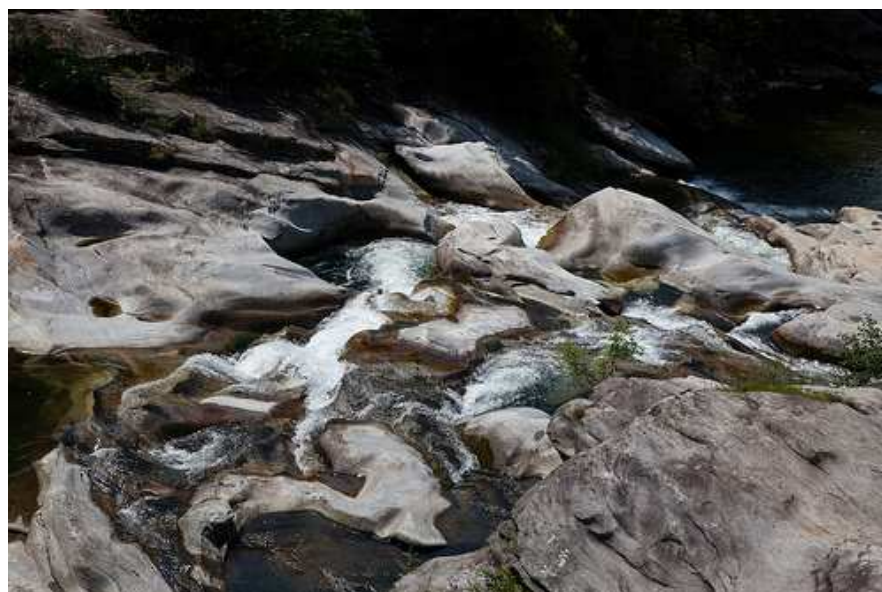


Figura 15: Marmitte dei Giganti nei pressi di Premia

Di seguito viene fornita una descrizione dei principali processi morfogenetici.

- Processi glaciali:** consistono sia in forme di accumulo che di erosione; le prime sono costituite dai depositi di facies glaciale s.l. impostati lungo le sponde vallive sia in piccoli lembi isolati sui pianori di alta quota che in aree piuttosto estese. Diversi sono i cordoni morenici che possono essere individuati su entrambi i lati della valle: in particolare si possono segnalare quello laterale ubicato nella zona di Chioso che ha originato una vallecicola a conca sul lato di controripa e quello, interpretabile come stadiale, riconoscibile a monte dell'abitato di Emo, presso le Terme, al quale corrisponde un piccolo rilievo a nord del conoide del Rio Grande. Le forme di erosione sono rappresentate, a larga scala, da circhi, creste di esarazione glaciale e da orli di terrazzo presenti con una certa continuità su tutta l'area, localmente sono inoltre riconoscibili forme legate all'azione erosiva fluvioglaciale come le cosiddette "marmitte dei giganti e gli "orridi".
- Processi fluviali e di dilavamento:** si concentrano lungo i corsi d'acqua che formano il reticolo idrografico e lungo i versanti e sono rappresentati in gran parte da processi di erosione, dovuti all'alta energia di rilievo che caratterizza il territorio. Tra le forme di erosione si riconoscono numerose e strette vallecicole a "V", in cui scorrono i corsi d'acqua minori, vallecicole a conca, creste affilate, la cui origine primaria è da far risalire a processi di erasazione di circhi glaciali o dalla presenza di lineamenti tettonici, ulteriormente pronunciate dai processi di erosione di versante e da crioclastismo che tendono ad enfatizzare la disgregazione degli ammassi rocciosi. Ulteriori forme di erosione sono rappresentate da orli di terrazzo fluviale e paleoalvei, presenti sul fondovalle. Le esondazioni del Toce sono state accompagnate, anche in tempi recenti, da processi di erosione spondale lungo il fondovalle, che hanno comportato la costruzione di opere di protezione. Per quanto riguarda i processi di degradazione lungo i versanti è comunque da sottolineare che almeno parzialmente, essi sono in genere attenuati dalla fitta copertura vegetale, con alberi di alto fusto, che svolgono anche, nelle zone di maggiore acclività, la funzione di sostegno delle coltri di copertura. I processi di accumulo si riducono alla sedimentazione in facies di piana alluvionale, relativamente al Toce, ed ai depositi di conoide. In funzione delle evidenze morfologiche e di quanto rilevato a seguito dei fenomeni di esondazione del 1987, si rammenta che la scarpata fluviale che separa il terrazzo di I° ordine dalla piana alluvionale sottostante è chiaramente attiva o riattivabile, in quanto potenzialmente soggetta ad erosione da parte del fiume Toce, mentre il corpo del terrazzo è da considerarsi inattivo, in quanto i processi responsabili della sua messa in posto sono da considerarsi conclusi, almeno sino ad un mutamento non prevedibile nello scenario fisiografico attuale (ad es. una frana di grandi dimensioni trasversale alla valle che innalzi, per sbarramento, il livello di base del fiume). Relativamente ai conoidi di deiezione, questi sono sistematicamente presenti lungo l'intero fondovalle, alla confluenza delle valli secondarie con quella principale e si distinguono in attivi o riattivabili e non attivi o quiescenti. Nell'ambito dei conoidi di deiezione, particolare rilevanza morfodinamica assumono, per dimensioni, sia quello del T. Alfenza che quello del T. Antolina, i quali, come già accennato, formano uno sbarramento nel fondovalle, con conseguente sovralluvionamento del piano di Verampio. Per tale motivo le superfici terrazzate ritrovabili a sud dei conoidi non si rinvengono invece a Verampio dove è presente solo un'ampia piana alluvionale, esondabile, in base alle condizioni morfologiche ed alle risultanze degli effetti alluvionali dell'evento del 1987. Per limitare l'attività erosiva dei corsi d'acqua che insistono sui corpi di conoide ed arginare i debris flow che periodicamente li invadono, con grave rischio per gli insediamenti, sono stati reiterati più volte gli interventi di canalizzazione e stabilizzazione, attraverso la costruzione di briglie e muri d'argine.



Figura 16: Vista generale dell'ampia piana alluvionale di Verampio



Figura 17: Frana in roccia (19 Aprile 2009) nei pressi della frazione di Valdo (comune di Formazza) con vista prima e dopo l'evento.

- Processi gravitativi:** sono rappresentati da scarpate in degradazione, presenti soprattutto lungo i corsi d'acqua, da nicchie di frana, sia di crollo che di scorrimento e da canali in roccia con scariche di detrito, nelle zone di alta quota. Da un'analisi della cartografia dei dissesti geomorfologici e di quella strutturale, si può evincere come i processi gravitativi insistono soprattutto in corrispondenza di lineamenti strutturali, sono infatti presenti numerose scarpate tettoniche, sovente con evidenze di modellamento glaciale e creste di degradazione impostate su lineamenti tettonici. Altra componente fondamentale dei processi gravitativi che insistono sui versanti della vallata, è rappresentata dai processi di lento movimento dei depositi superficiali di versante (soliflusso), che caratterizzano soprattutto gli ampi pianori glaciali della zona. Le forme sono accumulo sono rappresentate da coni e da le falde detritiche attive, essi a volte sono difficilmente distinguibili dagli accumuli di frana di crollo, in quanto i fattori ed i processi genetici che li generano sono essenzialmente gli stessi, diversa è unicamente la scala del dissesto. Un discorso particolare deve essere svolto in relazione alle cosiddette deformazioni gravitative profonde (D.G.P.V.), che sono state segnalate su gran parte del versante sud-occidentale del territorio in esame (falde del M.te Cistella sino al fondovalle) e che sembrano coinvolgere, nella bibliografia geologica, sia ampi settori del substrato che il grande accumulo di sedimenti glaciali, sul quale insistono le frazioni di Foppiano, Vicino, Mozzio, Smeglio ed Emo del territorio comunale

di Crodo. Il vasto ripiano glaciale, su cui sono sorte le frazioni citate, è caratterizzato da lenti movimenti plastici, differenziali, che interessano i sedimenti fini della copertura e che si manifestano a livello di manufatti in alcuni punti del territorio (Viceno, Emo). Le recenti campagne di monitoraggio, condotte dalle strutture regionali non sembrano tuttavia evidenziare movimenti significativi delle masse in gioco.

- **Processi legati all'azione antropica:** sono rappresentati principalmente da cumuli di materiale di scarto dei materiali estratti derivante dalle aree di cava. Sono caratterizzati da elementi lapidei grossolani e spigolosi, immersi in scarsa, se non assente, matrice sabbioso-limosa. Nelle porzioni non più interessate dall'attività estrattiva, sono generalmente colonizzati dalla vegetazione. Lungo buona parte del corso del Fiume Toce sono presenti inoltre opere di difesa spondale, quali argini e scogliere, messe in opera a seguito delle erosioni fluviali avvenute nel corso delle piene maggiori. Ulteriori opere di difesa e di riassetto dei corsi d'acqua sono presenti lungo gli affluenti principali del fiume Toce. Altre forme antropiche sono rilevabili lungo le aree montane a maggior acclività e consistono in numerosi ordini di terrazzamento antropico realizzati con tecniche di murettatura a secco, essi potrebbero rappresentare un potenziale elemento di dissesto e pericolo qualora non fossero soggetti a costante manutenzione.

5.2 FENOMENI VALAGHIVI

Oltre ai possibili fenomeni di dissesto fino a qui descritti, riguardanti il substrato roccioso e/o i depositi detritici superficiali, nell'area di studio, è possibile riscontrare eventuali fenomeni di dissesto dovuti al distacco di valanghe. Le tratte in progetto si trovano infatti inserite, per la maggior parte del loro tracciato, in ambiente alpino di alta montagna a quote prossime o superiori i 2000 m. di altitudine, caratterizzato da abbondanti precipitazioni nevose lungo tutto il periodo invernale.

Con il termine valanga (o slavina) si intende uno spostamento di uno strato o di una massa di neve per una distanza lineare di almeno cinquanta metri; esse costituiscono uno dei fenomeni più distruttivi che si possano verificare nelle zone montane. Un'area valanghiva è un luogo caratterizzato da uno o più pendii valanghivi, un pendio valanghivo costituisce un'area ben determinata, al cui interno, si verificano movimenti di masse nevose. Per meglio comprendere l'individuazione dei siti valanghivi, è necessaria una breve descrizione di come le valanghe si formano e dei possibili fattori di controllo.

Contribuiscono alla formazione delle valanghe fattori climatici, meccanici e metamorfici: influenza del peso della neve, del vento, della fusione e del rigelo, presenza di brina di superficie, riscaldamento primaverile, precipitazioni piovose.

In particolare risulta estremamente importante determinare il peso specifico della massa nevosa e il suo spessore. Il peso specifico può variare entro valori molto ampi e dipende dal tipo di neve considerata:

Neve fresca leggera 30 – 100 Kp./mc.

- Neve fresca, feltrosa o compattata dal vento 50 – 300 Kg./mc.
- Neve vecchia, sedimentata, asciutta, granulare 200 – 450 Kg./mc.
- Neve vecchia sedimentata, bagnata 400 – 600 Kg./mc.
- Neve primaverile (neve marcia) 500 – 800 Kg./mc.

Per studiare il distacco di una valanga si immagina la coltre di neve accumulata su un pendio come un complesso di strati a diversa densità e coesione e in equilibrio su un piano inclinato. Ciò che impedisce alla neve di muoversi verso il basso è la "resistenza al taglio" riferita allo strato più debole, la forza che tende invece a far iniziare il moto alla massa nevosa è la "componente parallela al pendio del peso della neve" che si trova al di sopra dello strato a debole resistenza; viene chiamata "forza o sollecitazione di taglio". La valanga si formerà quando la sollecitazione di taglio (Pt) supererà, anche di poco, la resistenza al taglio dello strato di neve più debole oppure la forza di adesione della neve al terreno.

I fattori ambientali che condizionano la formazione di una valanga sono:

- la quota: nelle Alpi la maggior parte delle valanghe si verifica a una quota compresa tra 2000 e 3000 m s.l.m.
- la pendenza: le valanghe si formano generalmente dove la pendenza del pendio è compresa tra 35° (70%) e 50° (120%). Infatti si ritiene che solo eccezionalmente si formino valanghe su pendii con pendenza inferiore a 22° (40%) o superiore a 55-60° (170%).
- l'esposizione: sulla caduta delle valanghe influisce anche l'orientamento del versante montuoso, da cui deriva una diversa insolazione. Nelle nostre vallate alpine in genere d'inverno sono più pericolosi i pendii rivolti a Nord Est e in primavera quelli esposti a Sud e Sud-Est. Oltre all'esposizione solare, viene posta particolare attenzione all'esposizione al vento sui versanti, con la possibilità di formazione di cornici e cumuli per deposito eolico nelle zone sottovento;
- le caratteristiche e la configurazione del terreno: favoriscono la formazione delle valanghe i terreni rocciosi nudi e lisci, e in genere quelli privi di copertura boschiva. Inoltre, è più probabile il distacco di valanghe nelle zone convesse del pendio rispetto a quelle concave, poiché nelle prime si formano forze di tensione o trazione che possono portare alla frattura del manto nevoso;
- la stagione: le grosse valanghe sono più frequenti verso la fine dell'anno e all'inizio dell'anno nuovo, poi nella seconda metà di febbraio e verso la metà di marzo.

Passando all'analisi dei fattori ambientali sopracitati, in riferimento all'area di studio per il presente progetto, si possono fare le seguenti considerazioni. Nella tavola N° 06 "Carta di sintesi della pericolosità e zonazione normativa" allegata al presente studio, sono state individuate le aree soggette a possibili fenomeni valanghivi, suddivise in due tipologie:

- Settori interessati da processi valanghivi (censiti), indipendentemente dal grado di intensità/magnitudo degli stessi;
- "Aree pericolose" per processi valanghivi anche al di fuori del corpo valanga censit e/o foto interpretati.

Analizzandoli in dettaglio, si nota come i principali fronti di possibile distacco siano posizionati al di sopra dei 2000 m. di altitudine o in loro prossimità, mediamente la fascia di distacco è compresa tra i 2300/2500 m con punte sino a 2700. Essi sono caratterizzati da una morfologia piuttosto aspra, composta da crinali in roccia molto acclivi di forma convessa e, viste le altitudini, privi di vegetazione arborea. Le zone di scorrimento hanno un elevato sviluppo longitudinale, la maggior parte dei fenomeni valanghivi si incanala infatti lungo i principali assi vallivi presenti, arrivando a lambire il fondovalle.

Per le necessarie valutazioni sulla distribuzione delle precipitazioni nevose locali e sulle altezze della neve si possono consultare gli archivi nivometrici pubblicati dalla Regione Piemonte e relativi ai dati raccolti nel periodo 1967-1990 da parte della società ENEL S.p.A.. Questi fanno riferimento alle seguenti 3 stazioni di rilevamento che, per ubicazione e quota, sono significative per il territorio oggetto di indagine:

- Stazione di Ponte – Formazza quota 1300 m s.l.m.;
- Stazione di Baceno – Devero – Lago di 1640 – 1780 m s.l.m.;
- Stazione di Formazza Toggia quota 2200 – 2400 m s.l.m.

Per ciascuna stazione sono indicati l'altezza massima di neve dal suolo (Hmax) ed il mese in cui si è verificata; gli apporti di neve fresca (Hcum) intesi come sommatoria da uno a tre giorni consecutivi e l'altezza della massima precipitazione giornaliera (Hn).

Anno	Stazione Ponte				Stazione Devero Agaro				Stazione Toggia			
	H _{max}	Mese	H _n	Mese	H _{max}	Mese	H _n	Mese	H _{max}	Mese	H _n	Mese
1967	132	2	95	2	=	=	=	=	=	=	=	=
1968	121	1	77	1	160	1	67	12	258	1	97	1
1969	125	4	80	1	147	1	75	1	224	2	129	2
1970	175	3	117	3	174	3	88	3	230	3	102	3
1971	221	2	155	2	260	3	98	2	370	3	111	3
1972	70	1	59	4	93	1	55	12	195	4	63	4
1973	222	3	102	2	286	2	92	2	280	3	77	2
1974	=	=	=	=	218	4	102	3	420	4	133	4
1975	88	2	67	2	90	11	64	11	190	4	80	4
1976	212	1	122	1	215	2	80	1	375	5	113	11
1977	=	=	=	=	285	2	128	1	315	4	125	1
1978	188	3	83	3	190	3	86	3	284	3	159	3
1979	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
1980	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
1981	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
1982	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
1983	168	2	119	12	210	3	118	12	232	2	120	12
1984	186	3	120	1	203	3	128	3	270	3	152	1
1985	250	2	207	2	295	4	204	2	442	4	244	2
1986	170	4	103	4	198	4	132	4	272	4	106	4
1987	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
1988	92	2	115	2	160	4	92	2	248	4	156	4
1989	86	2	48	2	138	2	108	2	263	2	180	2
1990	148	12	114	12	164	12	120	12	276	4	121	12

Da questi dati si evince che la distribuzione degli apporti massimi di neve fresca durante la stagione invernale segue una curva gaussiana caratterizzata da minimi all'inizio e fine stagione e massimi nell'arco centrale alle quote medie e medio superiori, mentre presenta un picco nel mese di Aprile alle quote superiori. La distribuzione delle altezze della neve al suolo è invece strettamente legata alla quota. Infatti, alle quote medie, si verifica ancora una curva gaussiana con massimo nel mese di febbraio, alle quote medio-superiori si ha un incremento fino al mese di marzo e quindi una regressione mentre, alle quote superiori l'incremento in altezza raggiunge il massimo nel mese di aprile.

In valore assoluto, l'altezza massima di neve al suolo desunta dai dati disponibili è risultata essere di:

- 250 cm nel mese di Febbraio per la stazione di Ponte Formazza;
- 295 cm nel mese di Aprile per la stazione di Agaro Devero;
- 442 cm nel mese di Aprile per la stazione di Formazza Toggia.

E' interessante evidenziare che i citati valori assoluti si riferiscono alla stagione invernale 1985-1986, caratterizzata nei primi giorni di febbraio da una nevicata di notevole intensità, tale da farle assegnare un tempo di ritorno superiore ai 30 anni.

L'altezza massima di neve fresca e soprattutto l'altezza massima di neve al suolo, se per un verso consentono valutazioni di carattere nivologico in una determinata zona, rivestono tuttavia un'importanza marginale al fine di studi relativi alla genesi e alla dinamica delle valanghe. Molto più importante risulta essere l'individuazione dello spessore del manto nevoso instabile, cioè dello spessore della neve mediante il quale il fenomeno ha maggiore possibilità di verificarsi. Purtroppo questo parametro risulta di difficile acquisizione a causa della mancanza di osservazioni dirette.

Di seguito vengono riportati alcuni esempi di casi-studio sui siti valanghivi, presenti in bibliografia, che interessano l'area di influenza potenziale. Essi fanno riferimento al solo territorio comunale di Premia, in quanto non sono stati ritrovati riferimenti specifici per il resto del territorio. Nonostante questo, vista la sostanziale omogeneità della zona per quanto riguarda i vari fattori ambientali sopracitati, possono essere assunti a esempi significativi, al fine di caratterizzare l'area di studio.

RIO FRUETTA:

Quota di distacco 2500 m s.l.m.

	RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220 KV VAL FORMAZZA RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE	Codifica REAR10019BASA000025	
		Rev . N° 00	Pag. 49 di 88

Quota di arresto 760 m s.l.m.

Sito valanghivo, di frequenza moderata (10 – 30 anni), il cui distacco è dovuto alla concomitanza di numerosi fattori, tra i quali si annoverano l'altezza della neve e l'innalzamento termico. La zona di distacco è riconoscibile nella zona delle creste, caratterizzate da roccia affiorante e da tipica vegetazione (arbusteto). L'area di arresto invece si rileva lungo il canalone o alla base del canalone del Rio Fruetta, oppure nel fondovalle.

RIO DEGLI ORTI:

Quota di distacco 2450 m s.l.m.

Quota di arresto 735 m s.l.m.

Sito valanghivo, di frequenza moderata, la cui zona di distacco è rilevabile tra le creste e la zona di arresto lungo o in fondo al canalone del Rio degli Orti, oppure nel fondovalle. Nel 1975, l'abitato di Cagogno è stato lambito da una valanga incanalatasi nell'alveo del Rio degli Orti. Da fonti storiche, inoltre, si rileva che nel 1888 si è verificato un altro episodio di distacco delle masse nevose, la cui zona di arresto fu probabilmente l'alveo del F. Toce.

RIO USELLA:

Quota di distacco 2550 m s.l.m.

Quota di arresto 770 m s.l.m.

Sito valanghivo, di frequenza elevata (1 – 10 anni), il cui distacco è dovuto alla concomitanza di numerosi fattori, tra i quali l'altezza della neve e l'innalzamento termico. La zona di distacco si rileva alla zona delle creste, caratterizzata da roccia affiorante, mentre la zona di arresto lungo il canalone o alla base del canalone del Rio Usella, oppure nel fondovalle. Nel 1986, un fenomeno valanghivo ha causato l'interruzione ed il danneggiamento della Strada Statale e della linea elettrica.

RIO SCHEGGIAMOTTA:

Quota di distacco 2540 m s.l.m.

Quota di arresto 830 m s.l.m.

In corrispondenza dell'alveo del Rio Scheggiamotta si verificano con frequenza moderata (10 - 30 anni), fenomeni valanghivi, la cui zona di distacco è riscontrabile tra le creste e la zona di arresto lungo o alla base del canalone del Rio Scheggiamotta oppure nel fondovalle. Nel 1977, si è avuta una valanga, la cui quota di arresto è stata rilevata a 830 m s.l.m., che ha causato danni alla sede della strada statale. Lungo il Rio Scheggiamotta si hanno opere frenanti.

6. CARATTERISTICHE SIMICHE E SISMOTETTONICHE

L'area d'indagine ricade in un settore alpino caratterizzato da una sensibile attività sismica di modesta entità ma con fenomeni piuttosto frequenti.

Gli studi sulla sismicità storica e sulla strumentale dell'ultimo decennio hanno messo in evidenza l'esistenza di alcuni "distretti sismici", caratterizzati dalla contiguità spaziale dei terremoti e da analogie di tipo sismico. Questi distretti sismici sono ben localizzati geograficamente e possono essere correlati a grandi strutture geologiche sepolte.

L' arco sismico brianzonese, nel quale ricade l' area di studio, è un raggruppamento di eventi accentrati lungo il margine esterno della catena metamorfica alpina, fra questa ed i massici Elvetico-Delfinesi; esso è caratterizzato da un'attività sismica continui, ma con manifestazioni a bassa energia.

L'arco sismico piemontese è ubicato lungo la fascia pedemontana e mostra al suo interno tre raggruppamenti significativi: quello di Cuneo, con attività intensa e continua (sino ad alcune centinaia di scosse al mese), a bassa energie e molto superficiale; quello di Pinerolo, con avvenimenti isolati, di media intensità e distribuiti uniformemente nel tempo; quello di Ivrea e Biella, con eventi sporadici ad energia variabile e lunga periodicità. Considerando la distribuzione delle aree sismiche nelle Alpi occidentali, la sismicità sembra strettamente connessa alle grandi discontinuità crostali che delimitano la parte assiale della catena verso la Zona Elvetico-Delfinese (fronte Pennidico) ed il dominio Sudalpino (lineamento Periadriatico e suo prolungamento meridionale).

La sismicità può quindi essere legata a movimenti che avvengono periodicamente lungo queste superfici tettoniche.

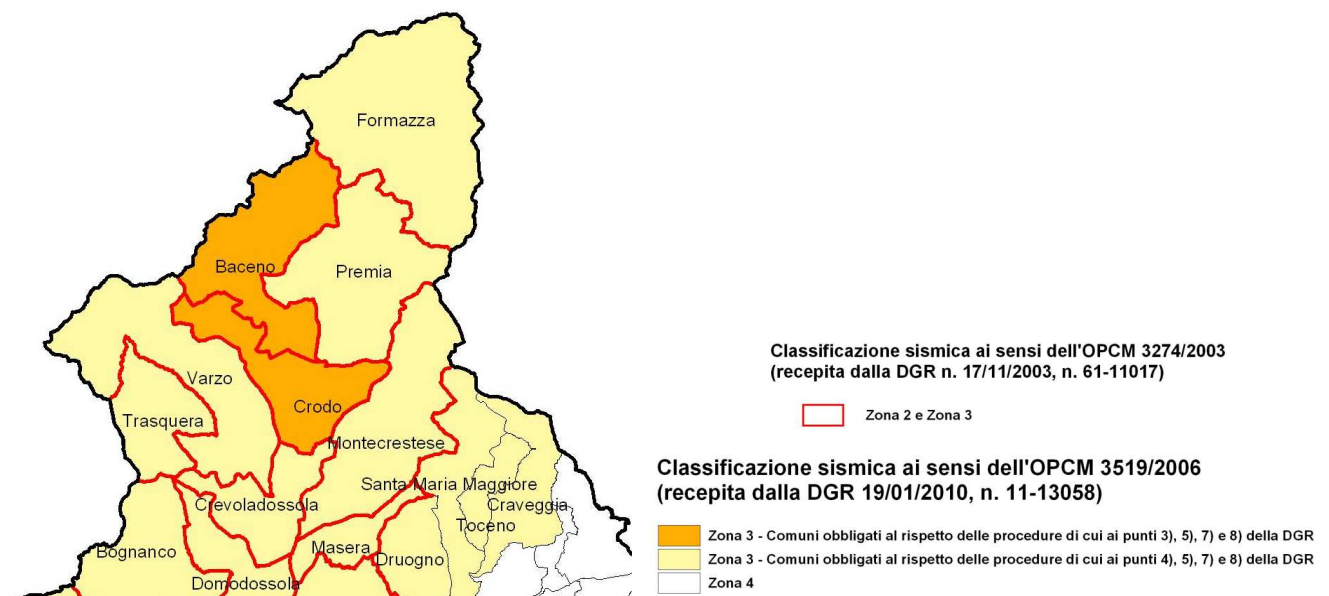


Figura 18: stralcio della "Classificazione sismica Regione Piemonte" relativamente ai comuni interessati dalle opere in progetto - Fonte Arpa Piemonte

Consultando il sito internet dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia è possibile condurre un'analisi storico - bibliografica degli eventi sismici che, in passato, possono aver coinvolto la Val Formazza; di seguito vengono proposti i dati relativi a 3 diversi cataloghi, riportati in formato ridotto.

Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE
1394	3	22				BRIG
1684	2	26	19			ALETSCHEGLETSCHER
1755	12	9	13	30		Vallese
1827	2	26	20			BRIG
1837	1	24	0	58		BRIG
1851	1	1				BRIG
1855	7	25	12			Vallese
1874	12	1	19	30		ZERMATT
1877	10	22	20	30		ZERMATT
1880	7	4	19	55		Vallese
1885	9	25	23	58		SION
1891	1	20	4	16		VALLESE
1915	8	25	2	12		Vallese
1919	11	16	4	25		VALLESE
1920	3	30	1	4		VALLESE
1946	1	25	17	32		VALLESE
1946	5	30	4			VALLESE
1954	5	19	9	34	55	Vallese
1960	3	23	23	8	49	Vallese

Figura 19 : Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI04, Gruppo di Lavoro CPTI (2004)

NT4.1, un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno versione NT4.1.1 luglio 1997, con aggiornamenti 1981-1992 (marzo 1998).

Zona sismogenetica 15

Ye	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Ax	Rt	Os	Io	Lat	Lon
1394	03	22				BRIG	VGL91	4P	80	46.300	7.967
1597						SIMPLON	VGL91	4P	60	46.200	8.067
1684	02	26	19			ALETSCHEGLETSCHER	VGL91	4P	70	46.367	8.067
1754	09	19	11			LE DIABLERETS	VGL91	4P	70	46.267	7.117
1755	12	09	13	30		BRIG	VGL91	4P	80	46.317	7.967
1827	02	26	20			BRIG	VGL91	4P	60	46.267	8.000
1837	01	24	00	58		BRIG	VGL91	4P	70	46.317	7.967
1842	03	30	00	30		DT DE MORCLES	VGL91	4P	60	46.217	7.117
1851	01	01				BRIG	VGL91	4P	60	46.267	7.967
1855	07	25	11	50		ST. NIKLAUS	VGL91	4P	90	46.217	7.850
1855	10	28	01	45		RARON	VGL91	4P	70	46.250	7.917
1856	08	06	13	45		RARON	VGL91	4P	70	46.250	7.867

1857 11 04 07 15	ST. NIKLAUS	VGL91 4P	60	46.217	7.867
1858 02 05 03 45	ST. NIKLAUS	VGL91 4P	60	46.217	7.900
1862 05 04 21 15	ST. NICOLAS	POS85 4P	65	46.167	7.833
1880 07 04 08 20	BRIG	VGL91 4P	70	46.250	8.050
1881 03 03 02 15	RARON	VGL91 4P	60	46.300	7.917
1885 09 25 23 58	SION	VGL91 4P	60	46.217	7.350
1891 01 20 04 16	VALLESE	POS85 4P	60	46.250	7.250
1919 11 16 04 25	VALLESE	POS85 4P	60	46.200	7.200
1920 03 30 01 04	VALLESE	POS85 4P	55	46.300	7.500
1924 04 15 12 48 54	RARON	VGL91 4P	70	46.250	7.917
1933 01 24 01 43	VIEGE	POS85 4P	60	46.300	7.917
1933 09 24 23 55 05	RARON	VGL91 4P	60	46.267	7.867
1946 01 25 17 32	VALLESE	GDTSP 6U		46.300	7.500
1946 05 30 04	VALLESE	GDTSP 6U	46.317	7.500	PP
1949 07 22 12 21 18	VISPOTAL	POS85 1P	55	46.200	7.900
1954 05 19 09 34	VALLESE	GDTSP 6U	40	46.267	7.267
1954 07 29 04 42	MONTANA	GDTSP 6U	30	46.267	7.700
1960 03 23 23 08	SVIZZERA	GDTSP 6U	43	46.317	8.000
1965 10 24 12 16 56	SIERRE	POS85 4P		46.317	7.467

Figura 20: Cat. parametrico dei terremoti in area italiana al di sopra della soglia del danno NT 4.1

Osservazioni sismiche (14) disponibili per
DOMODOSSOLA (VB) [46.117, 8.292]

Data					Effetti	in occasione del terremoto di:	
Ye	Mo	Da	Ho	Mi	Is (MCS)	Area epicentrale	Ix Ms
1887	02	23			40	LIGURIA OCC.	100 64
1892	03	05			40	PONT S. MARTIN	75 50
1901	10	30	14	49	40	SALO`	80 55
1854	12	29	01	45	35	MAR LIGURE	75 55
1891	06	07			35	VERONESE	80 55
1873	09	17			25	LIGURIA ORIENTALE	65 47
1894	11	27			25	FRANCIACORTA	65 47
1927	10	28	21	49	20	BEDONIA	60 48
1907	04	25	04	52	10	BOVOLONE	60 45
1914	10	26	03	45	10	TAVERNETTE	70 49
1919	10	22	06	10	10	ANZIO	70 54
1915	01	13	06	52	NF	AVEZZANO	110 70
1909	08	25	00	22	RS	MURLO	75 51
1911	09	13	22	29	RS	CHIANTI	75 47

MASSIME INTENSITÀ MACROSISMICHE OSSERVATE NELLA PROVINCIA DI VERBANO-CUSIO-OSSOLA

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	Imax
BACENO	1	103	6	46.26046	8.31843	<= 6
BEURA-CARDEZZA	1	103	11	46.07875	8.29680	<= 6
BOGNANCO	1	103	12	46.12644	8.19878	<= 6
CREVOLADOSSOLA	1	103	25	46.15593	8.30308	<= 6
CRODO	1	103	26	46.22338	8.32284	<= 6
DOMODOSSOLA	1	103	28	46.11735	8.29222	<= 6
MASERA	1	103	42	46.13645	8.32491	<= 6
MONTECRESTESE	1	103	46	46.16435	8.32574	<= 6
PREMIA	1	103	56	46.26859	8.33962	<= 6

Figura 21: Osservazioni macrosismiche italiane DOM 4.1

Anche la consultazione del sito Internet dell'ARPA Piemonte ha fornito alcuni dati relativi a sismi storici che hanno interessato il territorio, come illustrato nella figura seguente:

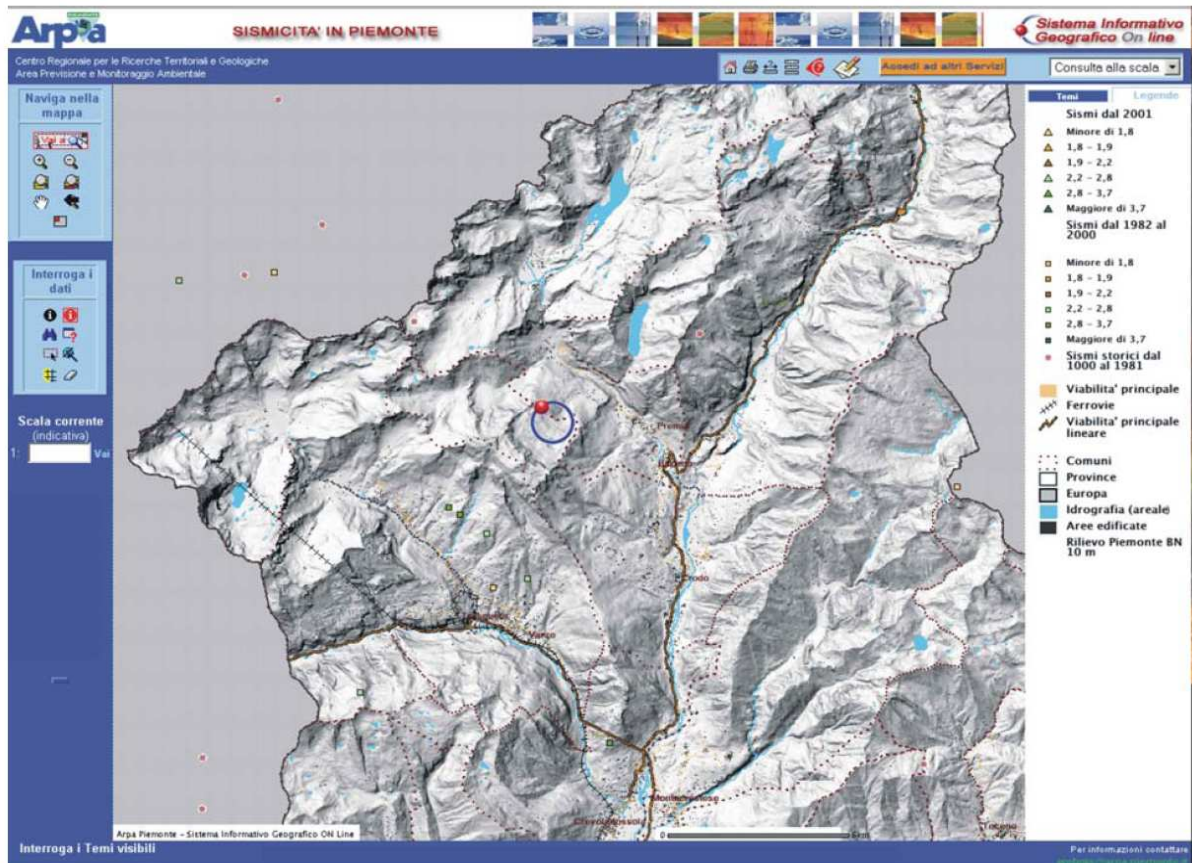


Figura 22: Estratto carta della sismicità del Piemonte, sito internet ARPA

Come si può osservare, i dati reperiti si riferiscono ad eventi sismici con epicentro nella zona del Vallese in Svizzera, e nella zona di Varzo e di Baceno.

Dal punto di vista normativo i comuni interessati dall'opera ricadono tutti in ZONA 3 (bassa sismicità) della nuova classificazione ai sensi dell'OPCM 3519/2006 come recepita con DGR 19/01/2010, N° 11-13058.

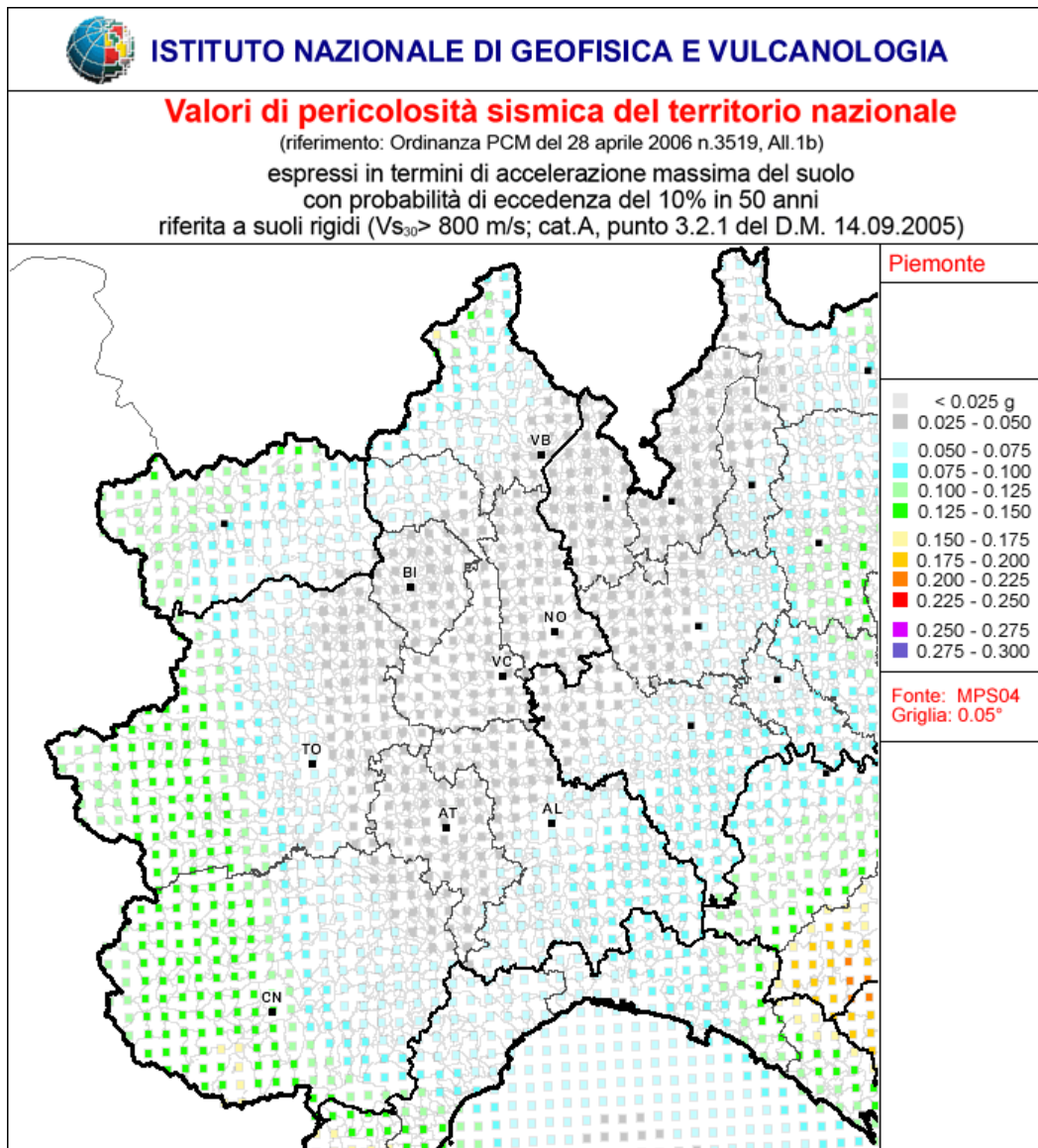


Figura 23:INGV mappa di pericolosità sismica regione Piemonte

6.1 UNITA' LITOTECNICHE

Per quanto concerne le caratteristiche geotecniche dei terreni, il territorio analizzato può essere suddiviso in 8 gruppi.

Unità litotecnica 1 – *substrato lapideo prevalentemente massivo.*

Sono presenti in gran parte della zona in esame: si ritiene opportuno attribuire a questa unità valori di angolo di attrito di picco di circa $30^\circ \div 35^\circ$ e di coesione pari a circa 20 t/m^2 .

Unità litotecnica 2 – *substrato lapideo prevalentemente scistoso.*

Dai dati della letteratura, è possibile attribuire una valore di angolo di attrito di picco pari a circa $28 \div 33^\circ$ e coesione compresa tra 5 e 15 t/m^2 .

Per questi due gruppi, le caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso sono ovviamente influenzate dal numero e dalla persistenza dei piani di debolezza e dalle condizioni al contorno quali esposizione, modellamento glaciale, acclività della parete, ecc.. Per le categorie di suolo di fondazione, in relazione all'azione sismica di progetto da adottare, i suddetti litotipi ricadono nella classe A:

	RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220 KV VAL FORMAZZA RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE	Codifica REAR10019BASA000025
		Rev . N° 00

ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

Unità litotecnica 3 – *Depositi detritici a tessitura grossolana, accumuli di frana e discariche di cave lapidee.*

Si tratta di materiali a pezzatura tendenzialmente grossolana, costituiti da grossi blocchi e ciottoli spigolosi con matrice da scarsa ad assente. In funzione delle caratteristiche dei materiali è possibile attribuire una parametrizzazione geotecnica cautelativamente così riassumibile: un angolo di attrito di picco pari a circa $30^\circ \div 33^\circ$ e una coesione nulla. Per le categorie di suolo di fondazione, in relazione all'azione sismica di progetto da adottare, i suddetti sedimenti ricadono nella classe D: Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina). In funzione dello spessore dei depositi, localmente è possibile che i suddetti ricadano nella classe E: terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Unità litotecnica 4 – *Depositi eluvio-colluviali e detritici stabilizzati.*

Si tratta di materiale a granulometria eterogenea, al quale è possibile attribuire un valore di angolo di attrito di picco variabile ($30^\circ \div 35^\circ$) in relazione alla quantità di matrice fine presente, e coesione nulla, anche se è possibile sia presente una coesione apparente legata alle tensioni di capillarità nelle porzioni fini. Va ricordato che gli spessori possono subire sostanziali variazioni da luogo a luogo, con riduzioni anche sensibili fino a rappresentare solo sottili coltri giacenti sopra il substrato. Per le categorie di suolo di fondazione, in relazione all'azione sismica di progetto da adottare, i suddetti sedimenti ricadono nella classe E: terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Unità litotecnica 5 – *Depositi glaciali.*

Si tratta di materiale a granulometria medio-fine e comunque eterogenea, ai quali è possibile attribuire un valore di angolo di attrito di picco pari a circa $26^\circ \div 28^\circ$ e una coesione nulla (cautelativamente): in taluni casi è possibile osservare anche una certa coesione a breve termine in questi depositi. Affiorano su gran parte del territorio, anche se va ricordato che gli spessori possono subire sostanziali variazioni da luogo a luogo, con riduzioni anche sensibili fino a rappresentare solo sottili coltri giacenti sopra il substrato roccioso. Mediamente, per le categorie di suolo di fondazione, in relazione all'azione sismica di progetto da adottare, i suddetti sedimenti ricadono nella classe C: depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Unità litotecnica 6 – *Depositi alluvionali e di conoide antichi.*

In questa unità sono stati riuniti i depositi caratterizzati da una granulometria medio - grossolana, relativi a facies sedimentarie in ambiente fluviale s.l.: si tratta in prevalenza di ghiaie e ciottoli, da poco a mediamente arrotondati, in matrice sabbiosa più o meno abbondante. A questi depositi, può essere attribuita la seguente parametrizzazione geotecnica: angolo di attrito di picco pari a circa $30^\circ \div 34^\circ$ e coesione nulla. Per le categorie di suolo di fondazione, in relazione all'azione sismica di progetto da adottare, i suddetti sedimenti ricadono nella classe C: depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

	RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220 KV VAL FORMAZZA RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE	Codifica REAR10019BASA000025	
		Rev . N° 00	Pag. 56 di 88

Unità litotecnica 7 – Depositi alluvionali e di conoide recenti.

In questa unità sono stati riuniti i depositi caratterizzati da una granulometria medio - grossolana, relativi a facies sedimentarie recenti ed attuali in ambiente fluviale s.l.: si tratta in prevalenza di ghiaie e ciottoli, da poco a mediamente arrotondati, in matrice sabbiosa più o meno abbondante. A questi depositi, può essere attribuita la seguente parametrizzazione geotecnica: angolo di attrito di picco pari a circa $30^{\circ} \div 35^{\circ}$ e coesione nulla. Per le categorie di suolo di fondazione, in relazione all'azione sismica di progetto da adottare, i suddetti sedimenti ricadono nella classe D: depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

Ai depositi di riporto ed alle zone umide non sono stati assegnati parametri di riferimento: tuttavia per la definizione dell'azione sismica di progetto, i depositi di riporto possono essere inseriti nella classe S2 "Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti", per i quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare.

7. IDROLOGIA/IDROGEOLOGIA

7.1 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico del territorio, si distinguono acquiferi a permeabilità primaria, tipica di alcuni materiali che costituiscono la copertura superficiale, ed acquiferi a permeabilità secondaria o per fessurazione, tipica del substrato roccioso. Per quanto riguarda i materiali che costituiscono la coltre di copertura superficiale, si possono definire acquiferi, in quanto sede di falda freatica, principalmente i depositi alluvionali che si rinvergono nel fondovalle. Infatti sono generalmente sede di falda freatica superficiale che è comunicante con il corso del F. Toce, e le cui oscillazioni sono dovute alla variazioni stagionali di piovosità, e di conseguenza di portata del corso d'acqua. I depositi glaciali, invece, possono costituire, qualora la percentuale limosa lo consenta, acquiferi a livello locale, soprattutto nell'interfaccia tra i depositi ed il substrato roccioso sottostante. Il substrato roccioso è invece caratterizzato da permeabilità secondaria, detta per fessurazione, limitata alla sola presenza di fratture nella roccia. Generalmente gli acquiferi che si rinvergono all'interno delle fratture sono piuttosto limitati e localizzati alla sola frattura; quando invece, i sistemi di fratturazione sono associati a fasce cataclastiche oppure a faglie anche di notevole estensione, si possono formare acquiferi caratterizzati da una circolazione più ampia delle acque. I litotipi carbonatici, rispetto ad esempio a quelli silicatici, possono essere caratterizzati da fenomeni di dissoluzione che tendono a causare un allargamento delle fratture, creando una morfologia simile a quella carsica. In questo caso, perciò si possono avere porzioni di roccia con fratture intercomunicanti tra loro, con un aumento del grado della permeabilità. L'eventuale presenza dell'acquifero rimane limitata, comunque, alle sole aree di fratturazione, e non estesa a tutto l'orizzonte.

La permeabilità del substrato roccioso è da considerarsi pertanto pressoché nulla o bassa, mentre i depositi superficiali presentano un grado di permeabilità variabile da scarso a buono.

Nel caso del substrato roccioso metamorfico, la circolazione dell'acqua è limitata alle aree caratterizzate da fratture, che generalmente non sono tra loro comunicanti, a causa di ciò l'ammasso roccioso è caratterizzato da una permeabilità, definita secondaria o per fessurazione, che risulta essere bassa o addirittura nulla. Inoltre, risulta piuttosto difficile definire omogeneamente il grado di permeabilità di una roccia, in quanto l'assetto dell'ammasso roccioso può variare a livello locale: porzioni intensamente fratturate potranno alternarsi ad altre, prive, totalmente o parzialmente, di fessurazioni. Pertanto, gli ortogneiss e i micascisti, avranno una permeabilità piuttosto bassa o addirittura nulla, mentre i calcari, soprattutto se interessati da fenomeni di dissoluzione, potranno avere un grado di permeabilità maggiore, da basso a medio.

Per quanto riguarda, invece, i materiali costituenti i depositi superficiali, la permeabilità varia a seconda della granulometria delle frazioni che li compongono: infatti, mentre limi ed argilla saranno caratterizzati da una permeabilità piuttosto bassa, diversamente si potrà dire invece per le frazioni rimanenti, caratterizzati da un buon grado di permeabilità. Pertanto, mentre i depositi glaciali hanno permeabilità piuttosto scarsa, i depositi di versante e quelli alluvionali e di conoide buona, il detrito di versante presenta un grado di permeabilità addirittura elevata.

In considerazione delle caratteristiche litologiche e tessiturali dei depositi presenti, è possibile distinguere diversi complessi litologici aventi comportamento geoidrologico omogeneo come riassunto nella tabella seguente.

	Tipo		K ² (m/s)	
Depositi quaternari	Intergranulare	Molto elevata	> 0.1	Falda e cono di detrito; deposito alluvionale di origine torrentizia e gravitativa lungo le aste tributarie
	Intergranulare	Elevata	5*10 ⁻³ ÷ 0.1	Deposito alluvionale di conoide di deiezione; corpo di frana
	Intergranulare	Medio/Moderata	10 ⁻⁴ ÷ 5*10 ⁻³	Deposito glaciale eterogeneo
Substrato roccioso	Per fessurazione o mista	Bassa		Cloritoscisti, filladi quarziti, serpentiniti, metabasiti, paragneiss, micascisti
		Molto bassa		Kinzigiti, magmatiti basiche, Gabbri, Ultramafiti, Gneiss minuti, Ortogneiss, Graniti
		Media/Moderata		Metasedimenti

7.2 ASSETTO IDROLOGICO

Dal punto di vista dell'idrografia superficiale, il lineamento principale dell'area d'indagine è costituito dal bacino del Fiume Toce, la cui dinamica è tipicamente fluviale; ha una superficie complessiva di 1778 km² ed è ubicato al 90% in territorio italiano, per il rimanente in territorio svizzero. Il fiume Toce è caratterizzato dall'abbondanza dei deflussi e da valori molto elevati delle piene, ciò è da ricondurre all'altitudine piuttosto elevata del bacino ed alle estese superfici glaciali che lo caratterizzano, nonché alle abbondanti precipitazioni caratteristiche di questa porzione alpina. Il Toce ha origine dal lago del Toggia a quota 2191 m s.l.m., in prossimità della punta di Valrossa; i principali affluenti in destra idrografica sono i torrenti Devero, Diveria, Bogna, Ovesca, Anza e Strona, in sinistra i torrenti Isorno e Melezzo Occidentale; tutti a dinamica pressoché torrentizia, scorrono per buona parte in territorio montano. Tutti gli affluenti sono caratterizzati da ampie conoidi di deiezione sul fondovalle, che testimoniano l'attiva azione erosiva nelle parti alte del bacino e di trasporto/deposito nel tratto mediano del percorso.

Dal punto di vista della morfologia dei territori attraversati, il Toce, limitatamente all'area oggetto di studio, defluisce nella piana di fondovalle della Val Formazza in un alveo che per il primo tratto presenta caratteristiche marcatamente torrentizie. E' infatti caratterizzato da un rapido deflusso dell'acqua e da un alveo composto da un letto alluvionale di materiale grossolano: prevalentemente ghiaia, ciottoli e massi anche di notevoli dimensioni.



Figura 24: Il Toce prima dell'abitato di Frua

In corrispondenza della frazione di Frua a 1675 m s.l.m., si incontra il primo dei tre principali gradini morfologici che caratterizzano il corso del fiume in Val Formazza e che da vita alla "cascata della Frua" con un salto in roccia di 143 m.

Scendendo a sud fino alla frazione di Fondovalle l'alveo del Toce è caratterizzato dalla piana alluvionale di Formazza, formatasi per colmamento di un antico lago generatosi in seguito a un grosso movimento franoso, staccatosi a monte di Foppiano. I depositi di questa grande frana danno vita al secondo salto morfologico che il fiume Toce deve affrontare nella sua discesa a valle, a partire dalla frazione di Fondovalle (1220 m) sino a Foppiano (939 m) dove l'alveo si fa progressivamente più stretto ed incassato. Proseguendo più a sud la valle torna ad allargarsi ed il fiume tra Foppiano e Premia scorre in un ampio letto sedimentario di origine alluvionale caratterizzato da massi e ciottoli di notevoli dimensioni che testimoniano la forza erosiva e la capacità di trasporto solido che caratterizza il Toce in occasione delle piene più violente. In corrispondenza del gradino morfologico di Premia tra le quote 850/650 m s.l.m. (denominato Sasso di Premia), la conformazione dell'alveo diventa notevolmente più stretta, a tratti inforata, dando vita ai famosi, quanto spettacolari "orridi"; strette gole di origine fluvio-glaciale scavate nella roccia. A sud di quest'ultimo salto morfologico l'alveo, impostandosi nella piana alluvionale di Verampio, è caratterizzato da una larghezza notevole e, per lunghe tratte, risulta essere regimato con opere di difesa spondale.



Figura 25: Cascata di Frua e visione del Toce verso valle.

Fin dalla più remota antichità l'area è stata interessata da eventi di carattere straordinario, caratterizzati da precipitazioni eccezionali, che nel corso dei millenni ne hanno profondamente modellato la morfologia, situazioni analoghe si sono verificate per i centri abitati ubicati sulle conoidi degli affluenti del Toce. Nonostante i disastri, gli insediamenti non si sono mai spostati dall'ubicazione originaria, a causa della scarsa disponibilità di terreni da urbanizzare per via della natura montana del territorio.

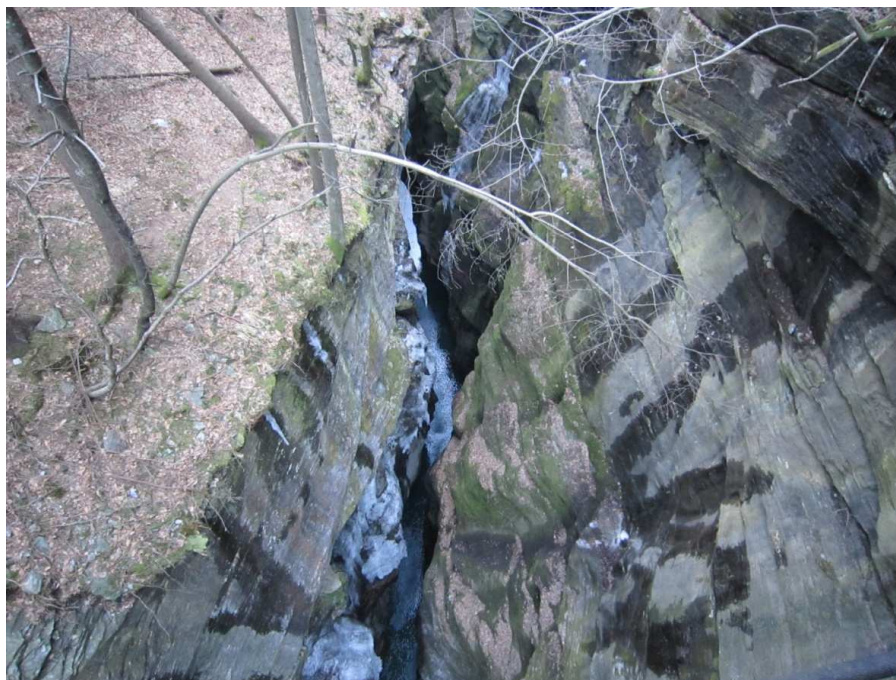
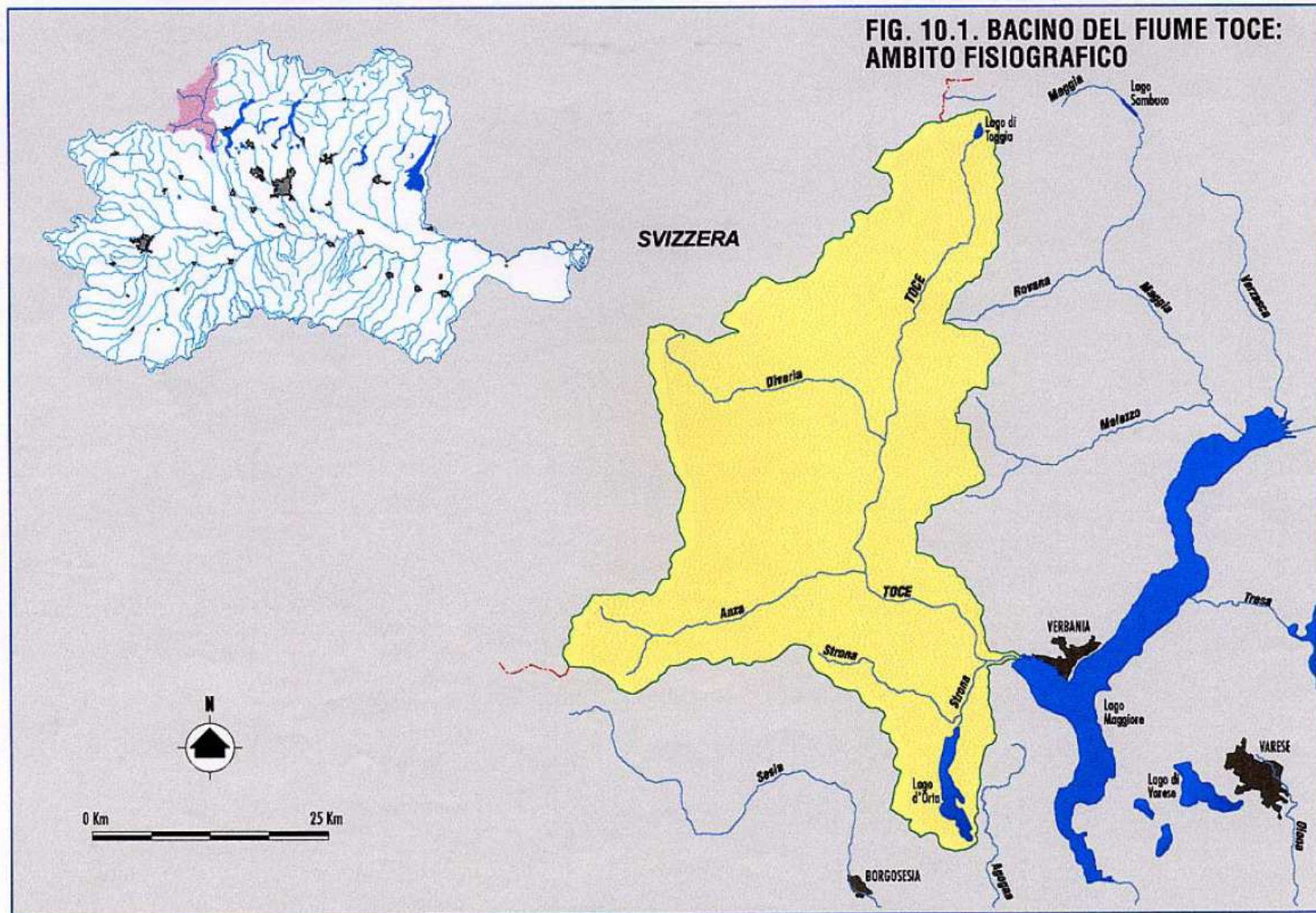


Figura 26: Orrido nei pressi di sacco di Premia



Figura 27: Piana alluvionale del Toce nei pressi di Verampio



L' evento più gravoso che ha interessato il bacino del Toce risale all'agosto 1978 quando si verificò un evento di piena sul Toce con dissesti di particolare gravità soprattutto su alcuni dei suoi affluenti laterali minori. Si verificarono piogge di breve durata ma di notevole intensità con altezze di pioggia nell'arco di 12 ore nell'ordine di 205/230 mm, le portate risultarono particolarmente rilevanti sugli affluenti minori, ma non eccezionali sul Toce, le portate di massima furono infatti inferiori all'evento alluvionale che colpì il corso d'acqua l'anno prima (alluvione 1977). In particolare nel 1978 vi furono, su alcuni tributari minori, fenomeni di colamenti detritici (debris flow) che investirono alcuni abitati posti sulle conoidi, in alcuni casi inoltre furono osservate onde di piena anormalmente accresciute dal trasporto solido e, soprattutto, dall'improvviso cedimento di sbarramenti naturali creati nelle fasi precedenti dalle acque in piena o da eventuali frane. Il recente evento alluvionale di ottobre 2000, caratterizzato da ingenti e prolungate piogge, non ha particolarmente inciso sul territorio in esame: sono stati segnalati infatti soltanto modesti fenomeni legati alla dinamica evolutiva dei corsi d'acqua e locali attivazioni o riattivazioni di modesti crolli in roccia o colamenti nei depositi superficiali. In particolare, per quanto riguarda i fenomeni legati alla dinamica evolutiva dei corsi d'acqua, è stata riscontrata erosione spondale lungo l'asta fluviale del F. Toce; per quanto riguarda invece fenomeni legati alle dinamiche dei versanti, si sono osservati crolli in roccia e colamenti nei depositi superficiali. In linea di massima si può quindi riassumere che i principali fenomeni legati all'azione fluviale siano l'attivazione di "debris flow" e fenomeni di sovralluvionamenti a carico delle conoidi lungo le aste torrentizie minori tributarie del fiume Toce, il quale è invece, limitatamente all'area in esame, solo parzialmente esposto a fenomeni di tipo erosivo con caratteristiche di natura spesso puntuale e di entità tale da non rappresentare situazioni critiche per centri abitati ed infrastrutture. Abbondanti forme deposizionali in alveo sono riscontrabili lungo gran parte della porzione alta del bacino fino alla sezione di chiusura di Crevaldossola, in particolare tra il capoluogo Formazza e la località Fondovalle, sono tuttora ben visibili i depositi conseguenti agli aventi alluvionali dell' '87 e '93.

Per quanto riguarda le opere di difesa spondale e stabilizzazione del fondo, nel tratto di monte fino a Crevaldossola, esse sono presenti perlopiù in corrispondenza dei centri abitati, degli insediamenti produttivi e delle zone interessate dalla viabilità. La tipologia prevalente delle opere longitudinali è costituita da muri in calcestruzzo, in pietrame o in pietrame e malta. Opere di difesa spondale e di stabilizzazione del fondo sono inoltre presenti lungo le numerose conoidi degli affluenti secondari. A meno dei ponti di Riale e di Fondovalle nel comune di Formazza, le opere di attraversamento non presentano generalmente pile in alveo che ostacolano il deflusso.

Il regime pluviometrico del Toce è classificabile come tipo sublitoraneo alpino. Presenta due massimi e due minimi, con il valore del massimo primaverile sostanzialmente uguale a quello del autunnale e con un minimo invernale inferiore a quello estivo.

Sezione	Superficie km ²	Hmedia m s.m.	Hmin m s.m.	Qmax m ³ /s	qmax m ³ /s km ²	Data
Isornino a Zornasco	13	1.410	750	175	13,46	07/08/78
Olocchia a Ponte Anzino	20	1.500	530	250	12,50	07/08/78
Melezzo a Masera	52	1.221	297	300	5,77	07/08/78
Strona di Omegna a Ponte Fornero	54.3	1.359	525	132	2,43	13/06/38
Isorno a Pontetto	73	1.600	346	280	3,84	07/08/78
Toce a Cadarese	183	2.046	728	132	0,72	16/09/60
Anza a Piedimulera	250	1.785	245	895	3,58	01/10/19
Toce a Candoglia	1.532	1.641	198	2.100	1,37	28/08/54

Tabella 2: Valori delle portate di piena storiche nel bacino del Toce

Altro fattore da tenere in considerazione nell'analisi idrologica dell'area è la massiccia presenza di invasi e laghi artificiali che può condizionare la dimensione delle piene, le quali possono subire variazioni sensibili in funzione della laminazione esercitata dagli invasi stessi.

Di seguito vengono elencati le principale aste ed i bacini idrografici minori interessati dalle opere di progetto.

NUOVE TRATTE IN COSTRUZIONE
Rio Stelli
Rio Tamia
Rio Brich
Rio Bedriol
Rio Ecco
Rio Fultuder
Rio Steiba
Rio Bibo
Rio di Cramec
Rio Usella
Rio della Stufa
Rio Colobiasca
Rio Antolina

Tutti i corsi d'acqua elencati sono tributari in sinistra idrografica del Fiume Toce.

Il posizionamento dei sostegni per le opere di progetto ha sempre previsto il rispetto della fascia di rispetto fluviale di 10 metri dai corsi d'acqua.

Nella tabella seguente sono invece riportate le aste idriche minori interessate dalle opere di dismissione.

TRATTE IN DISMISSIONE
T. Devero - (Sx idrografica)
Rio d'Alba - (Sx idrografica)
Rio degli Orli - (Sx idrografica)
Rio del Groppo - (Sx idrografica)
Rio d'Antin - (Sx idrografica)
Rio Fruetta - (Sx idrografica)
Rio della Scatta - (Dx idrografica)
Rio Incino - (Dx idrografica)
Rio di Cramec - (Sx idrografica)
Rio Fles - (Dx idrografica)
Rio Bedriot - (Sx idrografica)
Rio Felt - (Dx idrografica)
Rio Freghera - (Dx idrografica)
Rio Roni (Sx idrografica)
- Rio Scelo (Sx idrografica)

Come si può notare la maggior parte dei corsi d'acqua sono tributari in sinistra idrografica del Fiume Toce.

7.2.1 Sorgenti/risorgive/acque termali/acque minerali

Prendendo in esame le sorgenti ubicate nel territorio della Val Formazza e della Val d'Ossola più in generale, si può notare una cospicua presenza di fonti d'acqua minerale/termale; queste, in passato, hanno rappresentato e talune ancor oggi continuano a rappresentare, una fortuna per il territorio Ossolano. Fra le acque minerali più note nel territorio della Val Formazza, vi sono quelle di Crodo, assurte a notorietà per il loro sfruttamento a fini terapeutici furono conseguentemente commercializzate in ambito nazionale come acque da tavola; le fonti della Loggia di Premia sono invece le fonti termali più conosciute della zona. La concessione delle acque minerali di Crodo si sviluppa a Sud dell'omonimo abitato, prevalentemente sul fianco occidentale della Valle Antigorio, e comprende tre sorgenti e un pozzo. Le fonti originarie sono denominate "Valle d'Oro", "Cistella" (di tipo solfato - bicarbonato - calcica) e "Lisiel" (di tipo solfato - bicarbonato - alcalino - ferrosa), in tempi più recenti è stata aggiunta la "Crodo Nova" che sgorga dalla sorgente Cesa a 505 m di quota. L'imbottigliamento artigianale dell'acqua di Crodo prese il via nel 1920 e prosegue tuttora ad opera della Campari S.p.a.

La sorgente **Valle d'Oro** sgorga in un padiglione a forma di grotta artificiale, tra enormi massi di gneiss di Antigorio, la sua portata (13,2-13,9 l/s) è assai uniforme e la temperatura dell'acqua (11,5 °C) costante.

La sorgente **Lisiel** sgorga al piede dell'ampia conoide alluvionale del Rio Alfenza, in prossimità dell'alveo del Toce, ed è costituita da una serie di polle emergenti in un edificio di cemento armato. Nell'agosto 1987 il capannone a protezione dell'opera di presa venne totalmente distrutto in occasione di una piena eccezionale del fiume Toce; dopo questo evento la captazione e le strutture protettive furono ricostruite in modo tale da aumentare le difese contro eventuali ulteriori episodi di alluvionamento. Le portate della sorgente oscillano tra minimi di 33 l/s e massimi di 39 l/s e non risentono in modo apprezzabile, e comunque con rilevante ritardo, delle variazioni di regime pluviometrico. Le temperature delle acque sorgive si mantengono costantemente nell'intervallo 9,6-9,9 °C.

Le captazioni **Cesa** consistono in due bottini di presa: le acque sgorgano infatti attraverso due polle sorgive distinte al piede di blocchi gneissici di enormi dimensioni, derivanti da antichi accumuli di materiali di frana; questi sovrastano depositi morenici, a diffusa matrice limosa, i quali sostengono l'acquifero. La media annua delle due captazioni è valutabile in circa 1,8 l/s, con massimi di oltre 5 l/s e minimi inferiori a 0,5 l/s; i valori di temperatura sono compresi tra 10,4 e 10,9 °C.

Il "Pozzo 1" è ubicato nei pressi delle captazioni Cesa ed è stato autorizzato per lo sfruttamento minerario nel 2002; la portata di esercizio è di 70 m³/d. La serie stratigrafica incontrata nell'escavazione può essere così schematizzata:

da m 0 a m 10	blocchi gneissici immersi in matrice sabbioso-limosa;
da m 10 a m 12	ghiaia addensata con poca sabbia;
da m 12 a m 23	blocchi gneissici immersi in matrice sabbioso-limosa;
da m 23 a m 26,5	sabbia addensata con ghiaia e livelli limoso-argillosi;
da m 26,5 a m 29	ghiaia e sabbia media e grossolana;
da m 29 a m 31	ghiaia addensata;
da m 31 a m 32,7	ciottoli misti a limo;
da m 32,7 a m 33,5	sabbia e blocchi gneissici.

Il primo livello acquifero è attraversato tra le profondità di 26,5 m e 29 m e il secondo, nel cui ambito si arresta la perforazione, dalla profondità di 32,70 m.

L'emergenza **Monte Cistella** è captata con un'opera di presa consistente in due vaschette di raccolta, collegate con tubazioni a un "fontanino", il quale consente al pubblico del Parco delle Terme

il prelievo diretto e la degustazione sul posto. La sua portata è di 0,18 l/s e la temperatura dell'acqua di 11,7 °C.

In tempi più recenti, nel corso di un sondaggio geotecnico eseguito dall'Enel nel 1992, è invece stata scoperta una nuova sorgente termale, in località Longia nel comune di Premia, caratterizzata da una temperatura che supera di poco i 42°. L'esistenza di fonti di acqua calda in tale area è peraltro storicamente accertata da diversi secoli ed a circa mezzo chilometro a sud della sorgente della Longia sgorga un rivo con temperatura costante a 15°, detto "Dell'acqua calda di Piedilago". L'acqua della sorgente della Longia è risultata avere caratteristiche ipertermali ricche di Sali minerali, solfato - calcica, oltre ad essere riconosciuta come batteriologicamente pura; nel 1999 la Regione Piemonte ha concesso al comune di Premia il loro sfruttamento ad uso termale per un ventennio. La concessione si sviluppa nel Comune di Premia su entrambi i versanti della valle tra gli abitati di Piedilago e Cadarese, nelle cui vicinanze è nota una sorgente termale. Nei pressi dell'abitato di Longia sono stati perforati dapprima un pozzo esplorativo e poi un pozzo funzionale, denominato "nuovo pozzo idraulico n. 2", per lo sfruttamento dell'acqua termale. Quest'ultimo ha diametro di perforazione di 17"3/8, diametro della camicia (sino alla profondità di 160 m) di 13"3/8, diametro della colonna aspirante 9"5/8 e raggiunge la profondità di 350 m.

La serie stratigrafica attraversata può essere così schematizzata:

da m 0 a m 135	copertura clastica;
da m 135 a m 200	gneiss moderatamente fratturato;
da m 200 a m 260	gneiss molto fratturato;
da m 260 a m 275	micascisti;
da m 275 a m 320	marmi fratturati;
da m 320 a m 350	micascisti (roccia di fondo)

La falda confinata è intercettata a 240 m di profondità e risale naturalmente fino a -15 m; le prove di pompaggio hanno suggerito una portata di esercizio del pozzo di 30 l/s. Dal punto di vista geostrutturale gli gneiss appartengono alla Falda di Antigorio e le litologie sottostanti agli Scisti di Baceno

Per quanto riguarda invece le sorgenti d'acqua capate e sfruttate a scopo idropotabile, da un'analisi delle carte idrogeologiche di supporto ai Piani Regolatori vigenti nei vari comuni interessati dall'opera, si può notare come esse siano per la gran parte ubicate su versante destro idrografico della Val Formazza poste ad una quota che va dal fondovalle ai 1400 m. s.l.m. circa.

Osservando gli estratti cartografici delle carte geoidrologiche di supporto ai piani regolatori vigenti dei comuni interessati delle opere in progetto, riportati qui sotto, si può notare come:

- le nuove tratte di elettrodotto in costruzione non interferiscono con le fasce di rispetto delle sorgenti captate.
- gli interventi di interrimento delle linee a 132kV, e del tratto "Morasco - Ponte V.F" intersecano nel comune di Formazza due aree di rispetto di altrettante sorgenti captate.

Come si evince dagli estratti cartografici sotto riportati, gli interrimenti, a parte poche decine di metri in entrata della stazione elettrica di Ponte V.F, verranno realizzati all'interno dell'attuale sede stradale (ss 659 "delle Valli Antigorio e Formazza"), tale scelta progettuale non comporta quindi alcuna modificazione di sorta delle attuali condizioni di circolazione idrica locale e rende compatibile le opere in progetto con il quadro geologico ed idrogeologico dell'area in analisi in conformità con quanto disposto dal DPR 263/88 e dal D.Lgs. 152/2006.

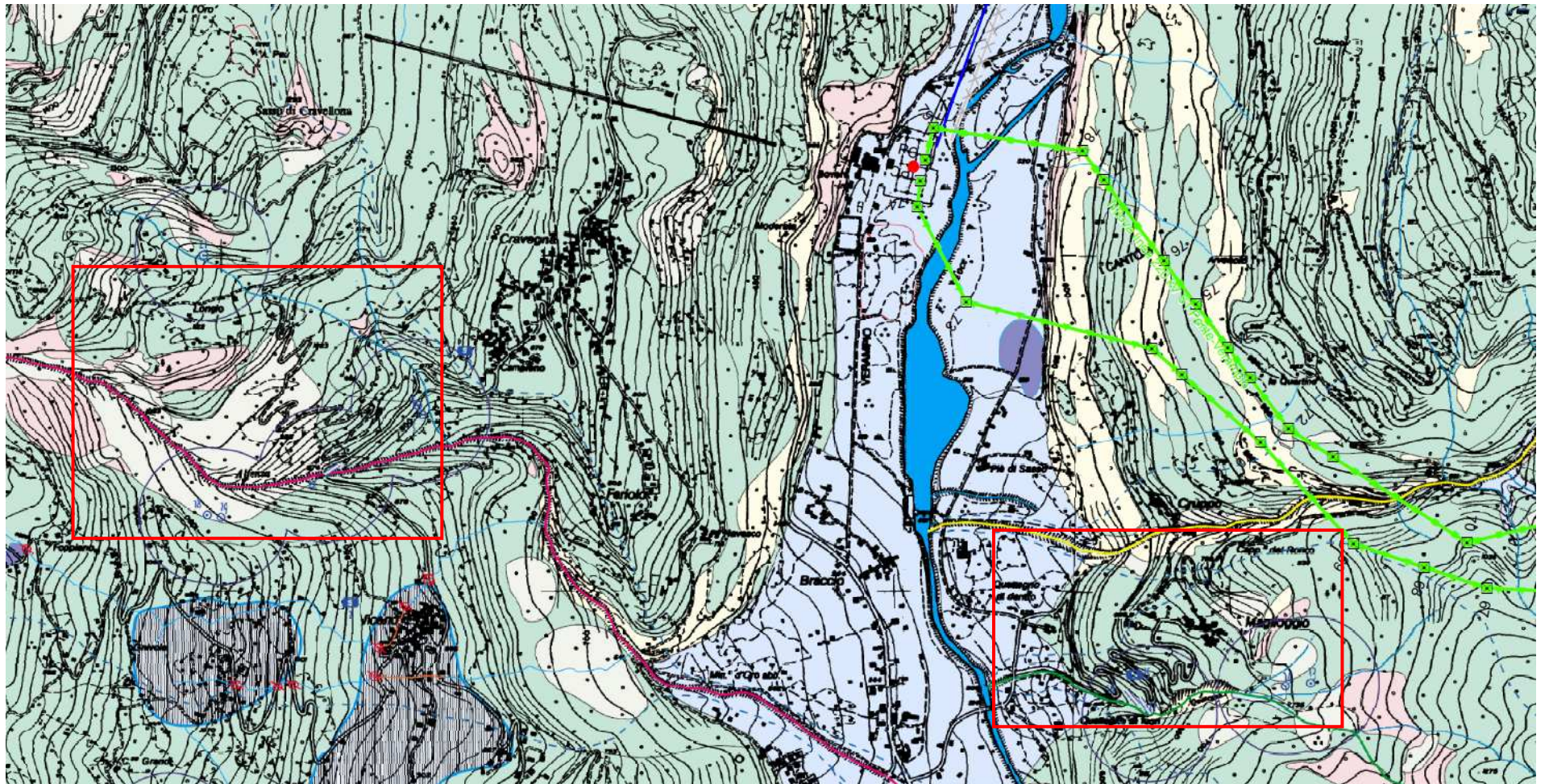


Figura 28: Estratto della carta di sviluppo dei centri abitati del PRGC del comune di Crodo in cui vengono riportate le sorgenti captate e la relativa fascia di rispetto

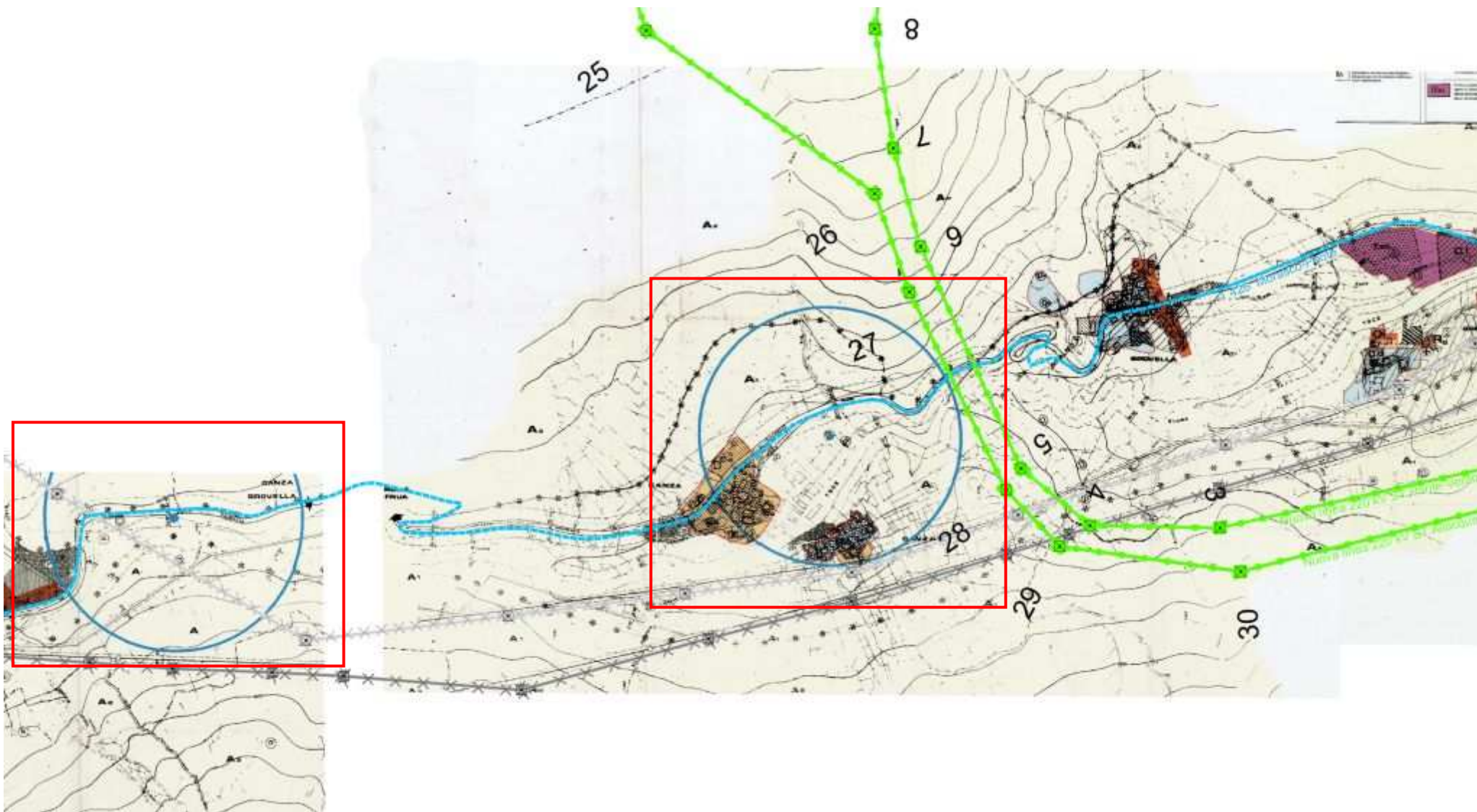


Figura 29: Estratto della carta di sviluppo dei centri abitati del PRGC del comune di Formazza in cui vengono riportate le sorgenti captate e la relativa fascia di rispetto.

8. ANALISI PUNTUALE DELLE COMPONENTI GEOLOGIA/DINAMICA GEOLOGICA

In questo capitolo verranno analizzate in dettaglio le opere in progetto in merito alla componente geologica e di dinamica geomorfologica al fine di fornire una caratterizzazione puntuale e il più dettagliata possibile dell'opera, stimarne gli impatti e impostare una prima ipotesi sulla tipologia di fondazione da realizzare.

8.1 TRATTI A/B/C 220 kV IN PROGETTO

Per ogni tratta in costruzione si è proceduto a caratterizzare ogni singolo sostegno sia per quanto riguarda il terreno di fondazione, distinguendo tra le tipologie di substrato roccioso ed i vari depositi superficiali quaternari, che per quanto riguarda la dinamica geomorfologica in atto, compresi i fenomeni valanghivi. Le Tavole di riferimento sono la N° 02 "Affioramenti rocciosi e depositi quaternari", la N° 03 "Forme e processi geomorfologici" e la N°06 "Carta di sintesi della pericolosità e zonazione normativa". Per quanto riguarda i terreni di fondazione sono state individuate le seguenti tipologie:

SUBSTRATO ROCCIOSO

- **Metasedimenti:** Calcescisti biotitici, Gneiss minuti scisti occhiatini (Gneiss di Lebendum), Ortogneiss di Antigorio;
- **Gneiss:**Gneiss granitoidi talora occhio lati (Antigorio, M.te Leone, Ortogneiss biotitici a grana grossolana;
- **Micascisti:** Micascisti per lo più granatiferi (Sinclinale di Baceno)con banchi gneissici (Cupola di Verampio).

DEPOSITI SUPERFICIALI QUATERNARI

- Depositi di falda/cono detritico;
- Depositi di origine glaciale;
- Coltri eluvio colluviale;
- Deposito alluvionale di fondovalle;

La dinamica geomorfologica individuata è invece riassumibile nei seguenti processi:

- Movimento gravitativo composito (quiescente)
- Falda detritica
- Erosione di sponda elevata
- Deformazioni gravitative profonde (attive)
- Corpo di frana (quiescente)
- Nicchie di frana (attivo/quiescente)

TRATTO A "All'Acqua - Ponte" ed "All'Acqua - Verampio" in Doppia Terna 220 kV

PALO	TERRENO DI FONDAZIONE		DINAMICA GEOMORFOLOGICA	SITI VALANGHIVI	FONDAZIONI
	ROCCIA	DEPOSITI SUPERFICIALI			
1		Glaciale etereogeneo			F.METALLICHE
2		Deposito glaciale etereogeneo			F.METALLICHE
3		Coltri eluvio colluviali	Movimento gravitativo composito quiescente		F.METALLICHE
4		Coltri eluvio colluviali	Movimento gravitativo composito quiescente		F.METALLICHE
5		Coltri eluvio colluviali	Movimento gravitativo composito quiescente		F.METALLICHE
6		Coltri eluvio colluviali	Movimento gravitativo composito quiescente		F.METALLICHE
7		Glaciale etereogeneo			F.METALLICHE
8		Glaciale etereogeneo			F.METALLICHE
9	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
10		Glaciale etereogeneo	Falda detritica		F.METALLICHE
11		Coltri eluvio colluviali	Erosione di sponda Elevata		F.METALLICHE
12	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
13	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
14	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
15	Metasedimenti			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
16	Metasedimenti			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
17	Metasedimenti			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
18	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
19	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI

TRATTO A "All'Acqua - Ponte" in Singola Terna 220 kV

PALO	TERRENO DI FONDAZIONE		DINAMICA GEOMORFOLOGICA	SITI VALANGHIVI	FONDAZIONI
	ROCCIA	DEPOSITI SUPERFICIALI			
20	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
21	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
22	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
23	Metasedimenti			Censito	ANCORATE CON TIRANTI
24	Metasedimenti			Censito	ANCORATE CON TIRANTI
25		Falda/cono di detrito	Falda detritica		MICROPALI TUBFIX
26		Glaciale etereogeneo			F. METALLICHE
27		Falda/cono di detrito			MICROPALI TUBFIX
28		Coltri eluvio colluviali			CR
29		Coltri eluvio colluviali			CR
30	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
31	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
32		Falda/cono di detrito			MICROPALI TUBFIX

TRATTO B "Ponte - Verampio" in Singola Terna 220 kV

PALO	TERRENO DI FONDAZIONE		DINAMICA GEOMORFOLOGICA	SITI VALANGHIVI	FONDAZIONI
	ROCCIA	DEPOSITI SUPERFICIALI			
1		Falda/cono di detrito			MICROPALI TUBFIX
2	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
3	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
4		Alluvionale di conoide			CR
5		Coltri eluvio colluviali			CR
6		Falda/cono di detrito			MICROPALI TUBFIX
7		Glaciale etereogeneo			F. METALLICHE
8		Falda/cono di detrito			MICROPALI TUBFIX

TRATTO B "Ponte - Verampio" in Singola Terna 220 kV

PALO	TERRENO DI FONDAZIONE		DINAMICA GEOMORFOLOGICA	SITI VALANGHIVI	FONDAZIONI
	ROCCIA	DEPOSITI SUPERFICIALI			
9		Falda/cono di detrito			MICROPALI TUBFIX
10		Falda/cono di detrito			MICROPALI TUBFIX
11	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
12		Glaciale eterogeneo			F. METALLICHE
13		Falda/cono di detrito	Falda detritica		MICROPALI TUBFIX
14	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
15	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
16	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
17	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
18		Falda/cono di detrito			MICROPALI TUBFIX
19		Falda/cono di detrito	Falda detritica		MICROPALI TUBFIX
20	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
21	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
22	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
23	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
24	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
25		Falda/cono di detrito			MICROPALI TUBFIX
26		Falda/cono di detrito			MICROPALI TUBFIX
27	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
28	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
29		Falda/cono di detrito			MICROPALI TUBFIX
30		Falda/cono di detrito	Falda detritica		MICROPALI TUBFIX
31	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
32		Falda/cono di detrito	Falda detritica	Non censito	MICROPALI TUBFIX
33		Coltri eluvio colluviali	Deformazioni gravitative profonde attivo	Non censito	MICROPALI TUBFIX
34		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
35		Coltri eluvio colluviali		Non censito	MICROPALI TUBFIX
36		Falda/cono di detrito	Falda detritica		MICROPALI TUBFIX

TRATTO B "Ponte - Verampio" in Singola Terna 220 kV

PALO	TERRENO DI FONDAZIONE		DINAMICA GEOMORFOLOGICA	SITI VALANGHIVI	FONDAZIONI
	ROCCIA	DEPOSITI SUPERFICIALI			
37		Falda/cono di detrito	Falda detritica	Non censito	MICROPALI TUBFIX
38		Falda/cono di detrito	Falda detritica	Non censito	MICROPALI TUBFIX
39		Coltri eluvio colluviali	Corpo frana per crollo Quiescente	Non censito	MICROPALI TUBFIX
40		Coltri eluvio colluviali	Corpo frana per crollo Quiescente	Non censito	MICROPALI TUBFIX
41	Gneiss			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
42	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
43		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
44		Falda/cono di detrito			MICROPALI TUBFIX
45		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
46		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
47	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
48	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
49	Metasedimenti			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
50	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
51	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
52	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
53	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
54	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
55	Gneiss			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
56	Metasedimenti			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
57	Gneiss			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
58	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
59		Glaciale etereogeneo		Censito	MICROPALI TUBFIX
60	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
61	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
62	Metasedimenti		Nicchia di frana quiescente		ANCORATE CON TIRANTI
63	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
64	Gneiss		Nicchia di frana attivo		ANCORATE CON TIRANTI

TRATTO B "Ponte - Verampio" in Singola Terna 220 kV

PALO	TERRENO DI FONDAZIONE		DINAMICA GEOMORFOLOGICA	SITI VALANGHIVI	FONDAZIONI
	ROCCIA	DEPOSITI SUPERFICIALI			
65	Gneiss		Nicchia di frana attivo		ANCORATE CON TIRANTI
66	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
67		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
68		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
69		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
70		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
71		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
72		Glaciale etereogeneo	Corpo di frana per crollo Quiescente		MICROPALI TUBFIX
73		Glaciale etereogeneo			F. METALLICHE
74	Micascisti				ANCORATE CON TIRANTI
75	Micascisti				ANCORATE CON TIRANTI
76	Micascisti				ANCORATE CON TIRANTI
77		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
78	Micascisti		Nicchia di frana attiva		ANCORATE CON TIRANTI
79		Alluvionale di fondo valle			CR

TRATTO C "All'acqua - Verampio" in Singola Terna 220 kV

PALO	TERRENO DI FONDAZIONE		DINAMICA GEOMORFOLOGICA	SITI VALANGHIVI	FONDAZIONI
	ROCCIA	DEPOSITI SUPERFICIALI			
1	Vedi sostegno N° 19 Linea A "All'acqua - Ponte" ed "All'acqua - Verampio" in Doppia Terna 220 kV				
2	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
3	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
4	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
5		Falda/cono di detrito		Non censito	MICROPALI TUBFIX
6	Metasedimenti			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI

TRATTO C "All'acqua - Verampio" in Singola Terna 220 kV

PALO	TERRENO DI FONDAZIONE		DINAMICA GEOMORFOLOGICA	SITI VALANGHIVI	FONDAZIONI
	ROCCIA	DEPOSITI SUPERFICIALI			
7	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
8	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
9	Gneiss			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
10	Gneiss			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
11	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
12	Gneiss		Falda detritica		ANCORATE CON TIRANTI
13	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
14	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
15	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
16	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
17		Falda/cono di detrito	Falda detritica		MICROPALI TUBFIX
18	Gneiss			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
19	Gneiss		Erosione di sponda Elevata		ANCORATE CON TIRANTI
20		Coltri eluvio colluviali	Erosione di sponda Elevata		MICROPALI TUBFIX
21		Falda/cono di detrito	Falda detritica	Non censito	MICROPALI TUBFIX
22		Falda/cono di detrito	Falda detritica	Non censito	MICROPALI TUBFIX
23	Gneiss		Falda detritica		ANCORATE CON TIRANTI
24	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
25	Gneiss			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
26	Gneiss			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
27	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
28		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
29		Coltri eluvio colluviali	Corpo di frana per crollo Quiescente	Non censito	MICROPALI TUBFIX
30		Falda/cono di detrito	Falda detritica		F. METALLICHE
31		Coltri eluvio colluviali		Non censito	MICROPALI TUBFIX
32		Coltri eluvio colluviali		Non censito	MICROPALI TUBFIX
33	Metasedimenti		Falda detritica		ANCORATE CON TIRANTI
34		Falda/cono di detrito	Falda detritica		MICROPALI TUBFIX

TRATTO C "All'acqua - Verampio" in Singola Terna 220 kV

PALO	TERRENO DI FONDAZIONE		DINAMICA GEOMORFOLOGICA	SITI VALANGHIVI	FONDAZIONI
	ROCCIA	DEPOSITI SUPERFICIALI			
35	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
36		Coltri eluvio colluviali			MICROPALI TUBFIX
37		Coltri eluvio colluviali			MICROPALI TUBFIX
38		Coltri eluvio colluviali			MICROPALI TUBFIX
39		Coltri eluvio colluviali			MICROPALI TUBFIX
40		Coltri eluvio colluviali			MICROPALI TUBFIX
41		Coltri eluvio colluviali			MICROPALI TUBFIX
42	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
43	Gneiss			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
44	Gneiss			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
45	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
46	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
47	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
48	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
49	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
50	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
51	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
52	Gneiss			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
53	Gneiss			Non censito	ANCORATE CON TIRANTI
54	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
55		Glaciale eterogeneo		Censito	MICROPALI TUBFIX
56	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
57	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
58		Coltri eluvio colluviali	Corpo di frana per crollo Quiescente		MICROPALI TUBFIX
59	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
60	Metasedimenti				ANCORATE CON TIRANTI
61	Gneiss		Nicchia di frana Attiva		ANCORATE CON TIRANTI
62	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI

TRATTO C "All'acqua - Verampio" in Singola Terna 220 kV

PALO	TERRENO DI FONDAZIONE		DINAMICA GEOMORFOLOGICA	SITI VALANGHIVI	FONDAZIONI
	ROCCIA	DEPOSITI SUPERFICIALI			
63	Gneiss				ANCORATE CON TIRANTI
64		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
65		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
66		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
67		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
68		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
69		Coltri eluvio colluviali			F. METALLICHE
70	Micascisti				ANCORATE CON TIRANTI
71	Micascisti				ANCORATE CON TIRANTI
72	Micascisti				ANCORATE CON TIRANTI
73		Alluvionale di fondo valle			CR
74		Alluvionale di fondo valle			CR

Analizzando la componente geologica in dettaglio si può notare (vedasi la tabella e grafico riassuntivo sottostante) che il 56% dei sostegni ricade su substrato roccioso composto, per la parte più settentrionale, in maggioranza da Metasedimenti, mentre per la parte più meridionale del tracciato da Gneiss e solo in prossimità della centrale di Verampio da Micascisti appartenenti alla sinclinale di Baceno.

I depositi superficiali sono invece composti prevalentemente da coltri eluviali di spessore variabile (22%) e da depositi di falda/cono detriti (14%), i depositi di origine glaciale rappresentano invece solo il 6% dei terreni di fondazione, depositi alluvionali di fondovalle sono invece riscontrabili solo in prossimità della piana alluvionale di Verampio.

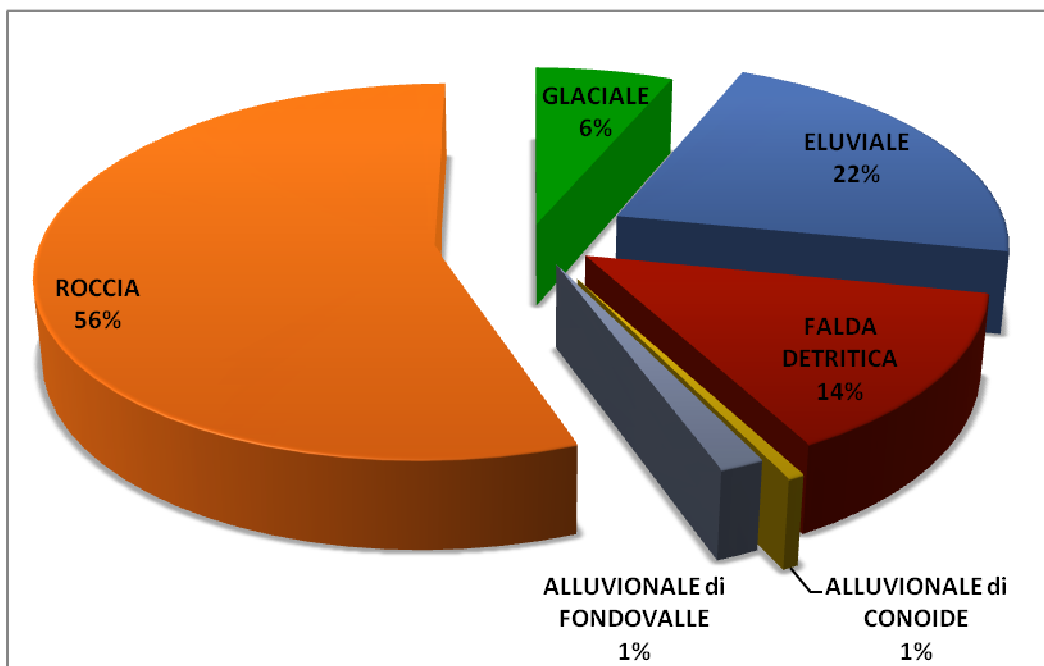


Figura 30: Terreni di fondazione

Per quanto riguarda la dinamica geomorfologica, invece, il 50% dei dissesti, ricadenti nell'area di fondazione dei sostegni, è rappresentato da fenomeni di instabilità dei depositi detritici di falda/ cono. Da tale dato si può dedurre che i maggiori fenomeni di dissesto attivi siano imputabili a forme d'instabilità del substrato roccioso, che danno origine a crolli di puntuali di materiale roccioso e che solo in determinate aree si manifestano come veri e propri corpi di frana con grado di attività quiescente (15%).

Le coltri eluvio colluviali sono interessate nel primo tratto (sostegni N°3/4/5/6) della TRATTA A in Doppia Terna 220 kV "All'acqua - Ponte " e "All'Acqua - Verampio" da movimenti gravitativi composti quiescenti (frane con movimenti complessi dovuti alla combinazioni di due o più meccanismi di instabilità) e da fenomeni di erosione di sponda da parte delle acque superficiali.

Secondo la cartografia analizzata, quattro sostegni ricadono in prossimità di modeste aree di nicchia di frana attiva e uno in nicchia di frana quiescente.

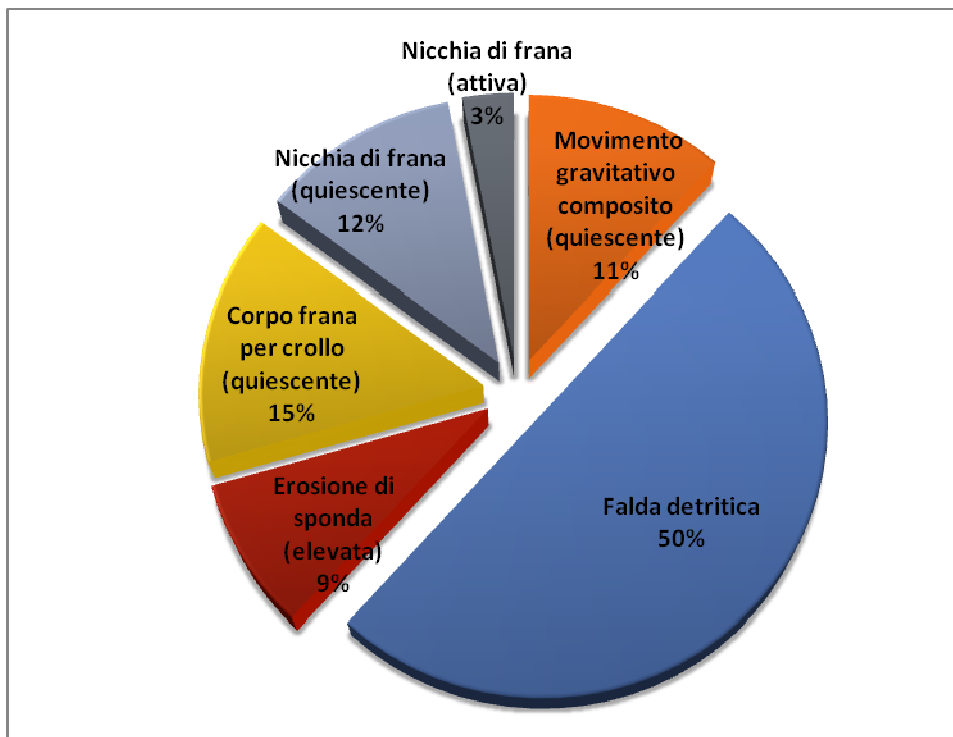


Figura 31: Dinamica geomorfologica

Le aree valanghive si suddividono invece in:

- Settori interessati da processi valanghivi, noti in bibliografia e quindi denominati in tabella come "Censiti". Ricadono in aree soggette a tale fenomeno di dissesto solo 4 sostegni : sostegni N° 23/24 tratto A Singola Terna "All'acqua Ponte"; sostegno N° 59 Tratto B "Ponte – Verampio"; sostegno N° 55 Tratto C "All' Acqua – Verampio".
- Aree pericolose per processi valanghivi, anche al di fuori dei corpi valanga censiti e/o foto interpretati. Denominati in tabella come "Non censiti" rappresentano l' 88% dei possibili dissesti ad opera di fenomeni valanghivi ricadenti nelle aree di fondazione dei sostegni.

Incrociando i dati fin qui descritti si è arrivati ad individuare la tipologia di fondazione per ogni singolo sostegno. Le tipologie individuate in base alle condizioni geologiche e ad eventuali fenomeni di dissesto presenti, sono 4:

- *Fondazioni metalliche*: su terreni detritici caratterizzati dall'assenza di fenomeni di dissesto;
- *Fondazioni ancorate con tiranti*: su substrato roccioso;
- Fondazioni su micropali (tipo Tubfix): su terreni detritici caratterizzati da fenomeni di dissesto potenziali o in atto/fenomeni valanghivi;
- Fondazioni "CR" su terreni detritici situati nel fondovalle in condizioni di dinamica geomorfologica stabile.

Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva delle quattro tipologie di fondazione con il numero di sostegni in cui verranno adottate.

FONDAZIONI (N° sostegni)	
METALLICHE	32
ANCORATE CON TIRANTI	102
MICROPALI TUBFIX	43
CR	7

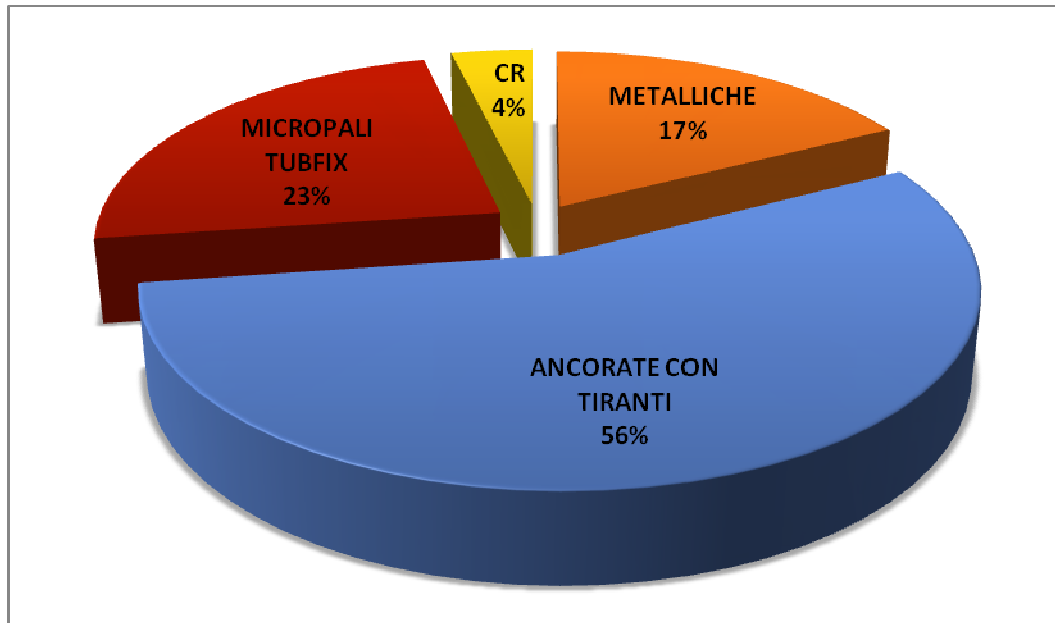


Figura 32: Tipologie di fondazione

Come si può notare dal grafico precedente il 56% dei sostegni sarà poggiante su roccia per mezzo di fondazioni ancorate con tiranti, mentre per i sostegni poggianti su terreni detritici quaternari, il 23% sarà realizzato con fondazioni su micropali di tipo *Tubfix*, il 17% tramite fondazioni di "tipo metallico". Le fondazioni di tipo CR verranno realizzate solo nel fondovalle su depositi quaternari di tipo alluvionale ed eluvio colluviale, nello specifico saranno utilizzate per i sostegni N°28/29 della Linea A in Singola Terna 220 kV "All'acqua - Ponte", N° 4/5 della Linea B 220 kV "Ponte - Verampio" e N° 73/74 della Linea C 220 kV "All'acqua - Verampio".

8.2 INTERRAMENTO DELLE LINEE A 132 kV PONTE - FONDOVALLE E MORASCO - PONTE

Analizzando la cartografia allegata al presente studio (tavole: N° 02 "Affioramenti rocciosi e depositi quaternari", N° 03 "Forme e processi geomorfologici" e N°06 "Carta di sintesi della pericolosità e zonazione normativa"), in riferimento alle due tratte a 132 kV (Ponte - Fondovalle e Ponte Morasco) per cui è previsto l'interramento, non sono emerse particolari situazioni di dissesto geologico e morfodinamico. Il progetto prevede infatti che l'interramento delle due linee, a parte un breve tratto di circa 180 metri in entrata della stazione elettrica di Ponte V.F, avvenga quasi totalmente all'interno della sede stradale esistente della ss 659 "delle Valli Antigorio e Formazza". Ciò fa sì che le interazioni e le conseguenze sulla componente geologica, idrogeologica e geomorfologica della zona siano praticamente nulle. Al fine di ottimizzare al meglio le scelte progettuali e la loro messa in opera si segnalano di seguito alcuni possibili punti di criticità:

1. Linea a 132kV Morasco - Ponte V.F

La Strada che porta alla diga di Morasco, lungo la quale verrà interrata la linea elettrica, attraversa, nei pressi della frazione di Canza, 3 canali (Rio Tamia, Rio Stelli, Rio Scelo) potenzialmente oggetti di dissesti di tipo valanghivo, segnalati nella cartografia allegata (Tav. n° 06 "Carta di sintesi della pericolosità e zonazione normativa") come "Settori interessati da processi valanghivi (censiti), indipendentemente dal grado di intensità/magnitudo degli stessi".

2. Linea a 132kV Ponte-Fondovalle

Lungo la strada statale 659 nei pressi della frazione di San Michele (comune di Formazza) in corrispondenza del Rio Fles sul versante destro della Val Formazza, si trova un'area potenzialmente pericolosa per disseti valanghivi.

Sulla base di tali considerazioni, al fine garantire una maggiore sicurezza dell'opera ed evitare eventuali "fuori servizio" delle linee elettriche in questione, si suggerisce, in fase di progettazione definitiva, l'attraversamento dei canali sopracitati in subalveo.

9. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI

In questa fase, in attesa di una caratterizzazione di dettaglio dei materiali di fondazione, la quale verrà realizzata mediante una campagna di indagini geognostiche, viene fornita una caratterizzazione geotecnica preliminare dei depositi quaternari interessati dalle opere. I dati stratigrafici e le caratteristiche dei terreni sono desunti dagli studi geologici reperiti, oltre che dai dati di letteratura esistenti.

Partendo dal modello geologico di dettaglio, fornito nei capitoli precedenti, è possibile discriminare le litologie affioranti lungo il tracciato dell'elettrodotto, in quattro gruppi, sulla base della natura granulometrica e delle caratteristiche di resistenza al taglio. Nelle tabelle successive si riportano i parametri geotecnici dei materiali di fondazione.

- *Depositi detritici a tessitura grossolana*

GRANULOMETRIA	γ_n KN/m ³	ϕ (°)	C kN/m ²	μ
BLOCCHI, CIOTTOLI SPIGOLISI DI GROSSE DIMENSIONI	18-20	30 - 33	0	0,3-0,35

- *Depositi glaciali*

GRANULOMETRIA	γ_n KN/m ³	ϕ (°)	C kN/m ²	μ
MATERIALE GROSSOLANO CON MATRICE DI SABBIE FINI LIMOSE	19-21	26 - 28	0-20	0,3-0,35

- *Depositi eluvio-colluviali e detritici stabilizzati*

GRANULOMETRIA	γ_n KN/m ³	ϕ (°)	C kN/m ²	μ
SABBIA E LIMO MEDIO - FINI	17-19	30 - 35	0	0,3-0,35

- *Depositi alluvionali di fondovalle*

GRANULOMETRIA	γ_n KN/m ³	ϕ (°)	C kN/m ²	μ
GHIAIE E CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA	17-20	30 - 35	0	0,3-0,35

dove:

γ_n = peso di volume naturale del terreno

ϕ = angolo d'attrito del terreno

C = coesione

μ = coefficiente di Poisson

	RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220 KV VAL FORMAZZA RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE	Codifica REAR10019BASA000025
		Rev . N° 00 Pag. 83 di 88

10. CRITERI PROGETTUALI DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE

Le tipologie di fondazioni individuate sono 4, scelte in base alle condizioni geologiche, ed in funzione di eventuali fenomeni di dissesto presenti nell'area di intervento. Esse sono:

- *Fondazioni metalliche*: su terreni detritici caratterizzati dall'assenza di fenomeni di dissesto;
- *Fondazioni ancorate con tiranti*: su substrato roccioso;
- *Fondazioni su micropali (tipo Tubfix)*: su terreni detritici caratterizzati da fenomeni di dissesto potenziali o in atto/fenomeni valanghivi;
- *Fondazioni "CR"*: su terreni detritici situati nel fondovalle in condizioni di dinamica geomorfologica stabile.

Per ciascun tipologico le dimensioni caratteristiche della fondazione quali profondità d'imposta, larghezza ecc., dipendono dalla capacità portante del complesso fondazione-terreno.

Tali grandezze verranno definite a seguito della caratterizzazione del terreno di fondazione nella fase di progettazione esecutiva delle opere.

Si descrive brevemente la metodologia costruttiva e le caratteristiche di ciascuna fondazione:

Fondazioni CR

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedini separati e delle relative fondazioni, strutture interrato atte a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- un "moncone" collegato al montante del "piede" del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

Saranno inoltre realizzati dei piccoli scavi in prossimità del sostegno per la posa dei dispersori di terra, con successivo reinterro e costipamento.

Questo tipo di fondazione verrà realizzato solo per i sostegni ubicati nel fondovalle.

Fondazioni metalliche

Verranno utilizzate per sostegni ubicati in alta quota in aree caratterizzate dalla presenza di depositi detritici prive di fenomeni di dissesto.

Il moncone è realizzato tramite un'intelaiatura metallica, le cui dimensioni e la profondità d'imposta variano in funzione del carico richiesto dal sostegno.

La peculiarità della fondazione è rappresentata dalla possibilità di chiudere lo scavo di fondazione con il materiale di risulta dello stesso, evitando l'impiego del calcestruzzo

Ciò discende sia dalla difficoltà di trasportare e/o produrre calcestruzzo in aree non raggiungibili dai mezzi sia per ridurre al minimo la produzione di materiale di scarto.

Fondazioni su micropali (tipo Tubfix)

Verranno utilizzate su terreni detritici caratterizzati da fenomeni di dissesto potenziali o in atto e in aree contrassegnate dalla presenza di fenomeni valanghivi.

La tipologia costruttiva prevede la realizzazione dello scavo sino al raggiungimento del piano di posa della fondazione coincidente con la quota prevista per la realizzazione del palo. Viene eseguita una perforazione, effettuata con una sonda a rotazione e circolazione di fango bentonitico, e si introduce un'armatura tubolare di acciaio di elevate caratteristiche meccaniche, che rappresenta il principale

	RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220 KV VAL FORMAZZA RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE	Codifica REAR10019BASA000025	
		Rev . N° 00	Pag. 84 di 88

elemento resistente nella sezione trasversale del palo. Inoltre rappresenta il mezzo d'opera indispensabile per l'esecuzione di iniezione in pressione ripetuta e controllata.

Il tubo infatti, in corrispondenza degli strati supposti portanti, è munito di valvole di non ritorno disposte a intervalli regolari ogni 30-50 cm.

Una volta posto in opera il tubo, si procede alla formazione di una 'guaina' iniettando attraverso la valvola più profonda del tubo una miscela cementizia che va ad occupare lo spazio anulare compreso fra le parti del foro e la superficie esterna del tubo.

Dopo che la guaina ha iniziato la presa, si procede ad iniettare in pressione, valvola per valvola in più riprese successive, la parte di tubo corrispondente al tratto di micropalo scelto per diffondere nel terreno i carichi relativi.

I tipi di micropali Tubfix si differenziano essenzialmente per la sezione di tubo d'acciaio posto in opera.

Fondazioni con ancoraggi a tiranti

La realizzazione delle fondazioni con tiranti in roccia avviene come segue:

- Pulizia del banco di roccia con asportazione del "cappellaccio" superficiale degradato (circa 30 cm) nella posizione del piedino, fino a trovare la parte di roccia più consistente; posizionamento della macchina operatrice per realizzare una serie di ancoraggi per ogni piedino; trivellazione fino alla quota prevista; posa delle barre in acciaio; iniezione di resina sigillante (biacca) fino alla quota prevista;
- Scavo, tramite demolitore, di un dado di collegamento tiranti-traliccio delle dimensioni 1,5 x 1,5 x 1 m; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera dei ferri d'armatura del dado di collegamento; getto del calcestruzzo.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se attestato essere idoneo. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito. La parte in eccedenza sarà trattata secondo quanto previsto dalla normativa in materia di rifiuti secondo il D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii..

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedini separati e delle relative fondazioni, strutture interrato atte a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Saranno inoltre realizzati dei piccoli scavi in prossimità del sostegno per la posa dei dispersori di terra, con successivo reinterro e costipamento.

La realizzazione delle fondazioni di un sostegno prende avvio con l'allestimento dei cosiddetti "microcantieri" relativi alle zone localizzate da ciascun sostegno. Essi sono destinati alle operazioni di scavo, getto delle fondazioni, reinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. Mediamente interessano un'area circostante delle dimensioni di circa 30x30 m e sono immuni da ogni emissione dannosa.

11. STABILITA' DEGLI SCAVI

In fase di esecuzione delle opere, per quanto riguarda i plinti di fondazione dei sostegni dell'elettrodotto, sarà necessario prevedere uno scavo di sbancamento per raggiungere il piano fondazionale: si pone quindi il problema della stabilità delle scarpate di scavo.

Occorrerà garantire la massima sicurezza in fase di scavo, per evitare l'innescarsi di superfici di scivolamento all'interno dei fronti di scavo. Sarà quindi opportuno procedere gradatamente, fino ad arrivare all'angolo di scarpa di progetto, per consentire il rilascio delle forze tensionali dei materiali portati a giorno.

Sarà inoltre opportuno che tutte le operazioni di scavo vengano effettuate adottando le massime precauzioni contro le infiltrazioni di acque meteoriche o altre cause di possibile deterioramento delle caratteristiche di resistenza dei materiali. In particolare, nel caso di fermi cantiere tecnici particolarmente lunghi, occorrerà provvedere alla copertura dei fronti di scavo con teli, partendo da almeno 2 m dal ciglio della scarpata, per evitare eccessive infiltrazioni dell'acqua piovana. Inoltre si dovrà aver cura di evitare lo stazionamento dei mezzi e il posizionamento di pesi sul ciglio delle scarpate al fine di non pregiudicare la stabilità degli stessi.

Trattandosi di scavi di altezza massima intorno ai 4 metri appare opportuno verificare preliminarmente la stabilità degli scavi, ed in particolare, la scarpa da attribuire a questi. In via preliminare, in attesa che vengano realizzate le indagini di dettaglio, si è proceduto assegnando al terreno parametri di resistenza al taglio medi rappresentativi delle litologie interessate dall'opera, e verificando quindi la stabilità di uno scavo di profondità 4 metri per ottenere un fattore di sicurezza minimo pari a 1.3, come da normativa vigente.

La metodologia di calcolo adottata è quella proposta da Fellenius e la scarpa adeguata da attribuire agli scavi è risultata essere di 3 su 2.

MODELLO DI CALCOLO	Fellenius
numero conci	20
numero strati terreno	1
FALDA	assente (in presenza di acqua questa verrà collettata a mezzo di pompe)
PESO DI VOLUME NATURALE TERRENO	17,5 KN/mc
PESO DI VOLUME SATURO TERRENO	18,5 KN/mc
ANGOLO D'ATTRITO	26°
COESIONE	4 Kpa
ALTEZZA SCAVO	4 m
SCARPA DELLO SCAVO	3 su 2
FATTORE DI SICUREZZA DA NORMATIVA	1,3
FATTORE DI SICUREZZA MINIMO	1,34

12. CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI

In questo capitolo si fornisce una stima preliminare della portanza dei terreni per i sostegni degli elettrodotti in progetto, in relazione alle diverse tipologie di fondazione precedentemente descritte.

I dati riportati fanno riferimento alla bibliografia esistente sull'area interessata dal progetto riportata nei capitoli precedenti, le analisi ed i risultati preliminari forniti andranno necessariamente approfonditi in sede di progettazione definitiva.

- *Fondazioni superficiali (Tipo CR) - Fondazioni metalliche*

DESCRIZIONE FONDAZIONE	fondazione costituita da una serie di platee sovrapposte, simmetrica rispetto al proprio asse verticale
LARGHEZZA PLINTO	4m
LUNGHEZZA PLINTO	4 m
PROFONDITA' DI IMPOSTA	2 m
FALDA	assente
PESO DI VOLUME NATURALE	17,5 KN/mc
PESO DI VOLUME SATURO TERRENO	18 KN/mc
ANGOLO D'ATTRITO	28°
COESIONE	0 Kpa
MODELLO DI CALCOLO	Terzaghi - Meyerhof - Brinch Hansen - Vesic
FATTORE DI SICUREZZA	3
CAPACITA' PORTANTE AMMISSIBILE DEL SINGOLO PIEDINO	
Terzaghi	320 KPa
Meyerhof	429 KPa
Brinch - Hansen	429 KPa
Vesic	470 KPa

- *Fondazioni su micropali (Tipo Tubfix)*

DESCRIZIONE FONDAZIONE	fondazione costituita da Nx micropalipali collegati alla platea di fondazione
DIAMETRO MICROPALO	200 mm
LUNGHEZZA PALO	6 m
FALDA	assente
PESO DI VOLUME NATURALE	17,5 KN/mc
PESO DI VOLUME SATURO TERRENO	18 KN/mc
ANGOLO D'ATTRITO STRATO PORTANTE	28°
LUNGHEZZA UTILE	1.5 m
MODELLO DI CALCOLO	Mayer
FATTORE DI SICUREZZA	2
CAPACITA' PORTANTE AMMISSIBILE PER OGNI MICROPALO	93.6 KPa

- *Fondazioni ancorate in roccia*

DESCRIZIONE FONDAZIONE	fondazione costituita da Nx tiranti in acciaio collegati alla platea di fondazione
DIAMETRO TIRANTI	28 mm
LUNGHEZZA UTILE	1.5 m
ADERENZA	40 N/mc
LARGHEZZA FORO	4 cm
FATTORE DI SICUREZZA	1.3
ADESIONE SINGOLO TIRANTE	4 t

	RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220 KV VAL FORMAZZA RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE	Codifica REAR10019BASA000025	
		Rev . N° 00	Pag. 88 di 88

13. CONCLUSIONI

Sulla base delle considerazioni e delle analisi condotte all'interno del presente studio, si conclude quanto segue:

- sulla base delle indagini, dei sopralluoghi eseguiti dagli scriventi e dell'analisi della cartografia PAI, le opere in progetto appaiono compatibili con lo stato di dissesto idrogeologico dei luoghi, in particolare non sono state individuate, lungo il tracciato dell'elettrodotto, dinamiche geomorfologiche attive o potenzialmente attive o movimenti franosi rilevanti che ricadano nelle aree destinate alla realizzazione dei sostegni.
- possibili aree di dissesto andranno meglio analizzate in fase di progettazione esecutiva ed in fase di realizzazione; qualora localmente venissero riscontrate aree interessate da dinamica geomorfologica attiva (fenomeni franosi, crolli da pareti in roccia, fenomeni valanghivi ecc...), andrà valutata l'ipotesi di costruzione di adeguate opere a difesa dei sostegni interessati da tale dinamismo;
- laddove siano previsti scavi di fondazione di altezza superiore ai 2 metri dovranno essere seguite le indicazioni di carattere tecnico, relativamente alla stabilità dei fronti di scavo, riportate nei capitoli precedenti ed, in alternativa, valutata l'opportunità di realizzazione di opere di sostegno provvisionali;
- i risultati della capacità portante dei terreni andranno verificati alla luce delle scelte progettuali in fase esecutiva e dai valori di resistenza al taglio dei terreni di fondazione che emergeranno dalle indagini geognostiche