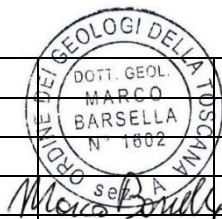


REVISIONI						
	00	30/06/2022	Prima emissione	M. Barsella AMBIENTE	F. Tamburini AMBIENTE	L. Morra AI ENGINEERING
	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO



Relazione geologica preliminare

"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".

REVISIONI					
	00	30/06/2022	Prima emissione	V. Pedacchioni SVP-SA-SANE	E. Marchegiani SVP-SA
	N.	DATA	DESCRIZIONE	ESAMINATO	ACCETTATO

NUMERO E DATA ORDINE: 4000082640 / 02.12.2020

MOTIVO DELL'INVIO: PER ACCETTAZIONE PER INFORMAZIONE

CODIFICA ELABORATO

RUCR20022B2456254



Sommario

1	PREMESSA	4
1.1	Oggetto del documento	5
1.2	Inquadramento geografico	5
2	MOTIVAZIONE DELL'OPERA	7
3	DESCRIZIONE DELLE OPERE	8
3.1	Nuovo collegamento RTN a 132 KV in entra - esce alla Cabina Primaria di Nembia	8
3.2	Demolizioni	8
3.3	Caratteristiche degli elettrodotti in cavo interrato	9
3.3.1	Modalità di posa e attraversamento	10
3.3.2	Caratteristiche sezioni di posa e componenti	11
3.3.3	Sostegno portaterminali	18
3.4	Caratteristiche elettriche degli elettrodotti aerei	19
3.4.1	Conduttori e corde di guardia	19
3.4.2	Sostegni	19
3.4.3	Fondazioni	23
3.5	Demolizione linea esistente	28
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	29
4.1	Elementi di geologia regionale	29
4.2	Assetto geologico-strutturale	31
5	ASSETTO GEOLOGICO LOCALE	36
5.1	Assetto litostratigrafico	38
5.1.1	Successioni Plio-Quaternarie	39
5.1.1.1	Sintema Postglaciale Alpino (PTG)	39
5.1.1.2	Subsintema dell'Amola (PTG1)	39
5.1.1.3	Sintema del Garda (SGD)	39
5.1.2	Successioni Vulcano-Sedimentarie Permo-Cenozoiche	39
5.1.2.1	Il Gruppo dei Calcarei Grigi, e le Unità in Facies Veneta dell'Alto di Trento" (Retico – Lias)	39
5.1.2.2	Unità di bacino del Bajociano-Cretacico inferiore	42
5.1.2.3	Unità di Bacino dell'Eocene inferiore - Oligocene	44
6	ELEMENTI DI GEOMORFOLOGIA	45
7	IDROGEOLOGIA	50
7.1	Assetto idrogeologico locale	52
7.1.1	Sorgenti	55
7.1.1.1	Analisi delle sorgenti individuate lungo l'opera di progetto	57
7.1.2	Impianti idroelettrici	60
8	SISMICITÀ DELL'AREA	63
8.1	Principali sorgenti sismogenetiche	63

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254



Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

8.2	Classificazione sismica	66
8.3	Pericolosità sismica	68
8.4	Microzonazione Sismica della Provincia Autonoma di Trento	70
8.5	Risposta sismica locale e profili di suolo sismico	71
9	CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ (CSP)	74
9.1	Piano urbanistico provinciale	74
9.2	Pericolosità geologiche lungo il tracciato	74
9.2.1	Pericolosità da frana di crollo	74
9.2.2	Pericolosità torrentizia	81
10	PGRA e Vincolo idrogeologico	82
10.1	Piano Gestione Rischio Alluvioni	82
10.2	Vincolo idrogeologico	82
11	ASSETTO GEOLOGICO IN CORRISPONDENZA DEGLI ELEMENTI PROGETTUALI	83
11.1	Linee in cavo interrato	83
11.2	Elettrodotti aerei	84
12	STABILITA' DEGLI SCAVI	85
13	CONCLUSIONI	85
14	BIBLIOGRAFIA	87
15	ALLEGATI	89

 <p>Terna Rete Italia T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE "Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia"</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

1 PREMESSA

La Società Terna – Rete Elettrica Nazionale S.p.A. (di seguito Terna) è la società concessionaria in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta (AT) e altissima tensione (AAT) ai sensi del Decreto del Ministero delle Attività Produttive del 20 aprile 2005 (concessione).

La pianificazione dello sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) è effettuata da Terna al fine di perseguire gli obiettivi indicati dal Disciplinare di Concessione come previsto dal D.lgs. 93/2011 e modificato dal decreto legislativo 76/2020 art.60 e ss.mm.ii.

L'art. 9 del Disciplinare di Concessione prevede la predisposizione del Piano di Sviluppo decennale contenente le linee di sviluppo della RTN definite sulla base delle richieste di connessione alla RTN formulate dagli aventi diritto.

TERNA, nell'espletamento del servizio dato in Concessione, persegue i seguenti obiettivi generali:

- assicurare che il servizio sia erogato con carattere di sicurezza, affidabilità e continuità nel breve, medio e lungo periodo, secondo le condizioni previste nella suddetta concessione e nel rispetto degli atti di indirizzo emanati dal Ministero e dalle direttive impartite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (oggi ARERA);
- deliberare gli interventi volti ad assicurare l'efficienza e lo sviluppo del sistema di trasmissione di energia elettrica nel territorio nazionale e realizzare gli stessi;
- garantire l'imparzialità e neutralità del servizio di trasmissione e dispacciamento al fine di assicurare l'accesso paritario a tutti gli utilizzatori;
- concorrere a promuovere, nell'ambito delle sue competenze e responsabilità, la tutela dell'ambiente e la sicurezza degli impianti.

In conformità a quanto stabilito nel D. Lgs. n.79 del 16 marzo 1999 e nel rispetto del Codice di Rete, le richieste di connessione pervenute a Terna vengono esaminate per definire, caso per caso, la soluzione di collegamento più idonea, sulla base di criteri che possano garantire la continuità e la sicurezza di esercizio della rete su cui il nuovo impianto si va ad inserire.

Nell'ambito del Piano di Sviluppo (PdS), Terna annualmente fornisce in un apposito allegato denominato "Interventi per la connessione alla RTN", le informazioni inerenti agli interventi per la connessione di utenti alla RTN, che contribuiscono a definire la base per l'elaborazione degli scenari evolutivi del sistema elettrico per una corretta pianificazione della rete.

L'opera interessa esclusivamente il territorio comunale di San Lorenzo Dorsino, localizzato in regione Trentino-Alto Adige, nella Provincia Autonoma di Trento.



Per le proprie caratteristiche, l'opera in oggetto, ricadendo all'interno del territorio della Provincia Autonoma di Trento, sarà quindi sottoposta ad autorizzazione presso gli uffici della Provincia Autonoma di Trento (Agenzia provinciale per le risorse idriche e l'energia - Servizio gestione risorse idriche ed energetiche) ai sensi della Legge Provinciale 13 luglio 1995, n.7 "Disciplina delle funzioni provinciali inerenti l'impianto di opere elettriche con tensione nominale fino a 150.000 Volt".

Ai sensi della Legge Provinciale del 19 febbraio 1993, n. 6 e ss.mm.ii. (Norme sulla espropriazione per pubblica utilità) con l'autorizzazione saranno contestualmente dichiarati di pubblica utilità le opere e gli impianti necessari alla realizzazione degli interventi in oggetto. Tale autorizzazione sostituisce autorizzazioni, concessioni, nulla osta e atti di assenso previsti dalle norme vigenti, costituendo titolo a costruire e ad esercire tali infrastrutture in conformità al progetto approvato.

TERNA, pertanto, nell'ambito dei suoi compiti istituzionali, intende realizzare per tramite della Società Terna Rete Italia S.p.A. (Società del Gruppo Terna costituita con atto del Notaio Luca Troili Reg.18372/8920 del 23/02/2012), il progetto denominato **"NUOVO COLLEGAMENTO RTN A 132KV IN ENTRA-ESCE ALLA CP DI NEMBIA"**.

Il progetto si compone delle seguenti opere:

- **Collegamento RTN misto aereo - cavo a 132 kV in entra - esce della esistente CP di Nembia all'elettrodotto aereo RTN esistente denominato "S.E. Santa Massenza – CP Nave" – t.22228C1.**

 <p>Terna Rete Italia T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE <i>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia"</i></p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

1.1 Oggetto del documento

Oggetto della presente relazione è lo studio geologico preliminare relativo al progetto per la realizzazione del **“Nuovo collegamento RTN a 132 kV in entra - esce misto aereo - cavo della esistente CP di Nembia all’elettrodotto aereo RTN esistente denominato “S.E. Santa Massenza – CP Nave” – t.22228C1”**.

La presente indagine geologica preliminare è finalizzata ad una precisa ricostruzione del quadro geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico delle aree interessate dalle opere in progetto, tenendo conto dei dati geologici disponibili per le aree di studio e delle informazioni di dettaglio ricavate dal rilevamento geologico realizzato nell’area di intervento. Quanto di seguito riportato costituisce una prima analisi delle caratteristiche geologiche e geotecniche dell’area di intervento, sulla base dei dati direttamente desunti nel corso di specifici sopralluoghi effettuati in situ e dei dati bibliografici. Naturalmente, visto il carattere preliminare dello studio che non ha previsto la realizzazione di indagini geognostiche, i dati geologico-tecnici di seguito indicati sono da considerarsi validi esclusivamente per un dimensionamento preliminare delle opere in progetto. La parametrizzazione e i modelli geotecnici andranno validati da idonee indagini geognostiche e di laboratorio da eseguirsi per ogni opera d’arte nella successiva fase progettuale.

Il presente studio geologico è stato inoltre eseguito in osservanza del seguente quadro normativo:

- **D.M. 17.01.2018** (*“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”*)
- **Circ. C.S.LL.PP. n.7 del 21.01.2019** (*“Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”*)
- **Voto n°36 Consiglio Sup. LL.PP. Del 27.07.2007** (*“Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale”*)
- **Ord.P.C.M. n°3274 del 20.03.03** e successive modifiche ed integrazioni

1.2 Inquadramento geografico

L’area interessata dalle opere in progetto è situata nel comune di San Lorenzo in Dorsino, mentre il tracciato dell’elettrodotto in demolizione interessa anche il comune di Vallelaghi.

Il settore d’interesse progettuale si trova in un’area montana delle Dolomiti trentine in prossimità del Lago di Nembia, immediatamente a sud del Lago di Molveno, nell’alta valle del Torrente Pianai, affluente di sinistra del Fiume Sarca.

La prima parte dell’opera in progetto, a partire da nord, è costituita da un elettrodotto interrato che si snoda in due tratti che corrono principalmente lungo la viabilità esistente nei pressi del Lago di Nembia, con un percorso altimetricamente ondulato con blandi dislivelli con la quota del piano campagna che è compresa tra 800 e 820 m s.l.m..

Dopo l’attraversamento della strada statale SS421, ancora in cavidotto interrato, il progetto prevede la realizzazione di due elettrodotti aerei affiancati, che si dirigono dapprima in direzione SE per poi deviare di 90 gradi in direzione SSO, con la quota altimetrica che scende fino a circa 625 m s.l.m. per poi risalire a 950 s.l.m. circa.

Codifica Elaborato Terna:

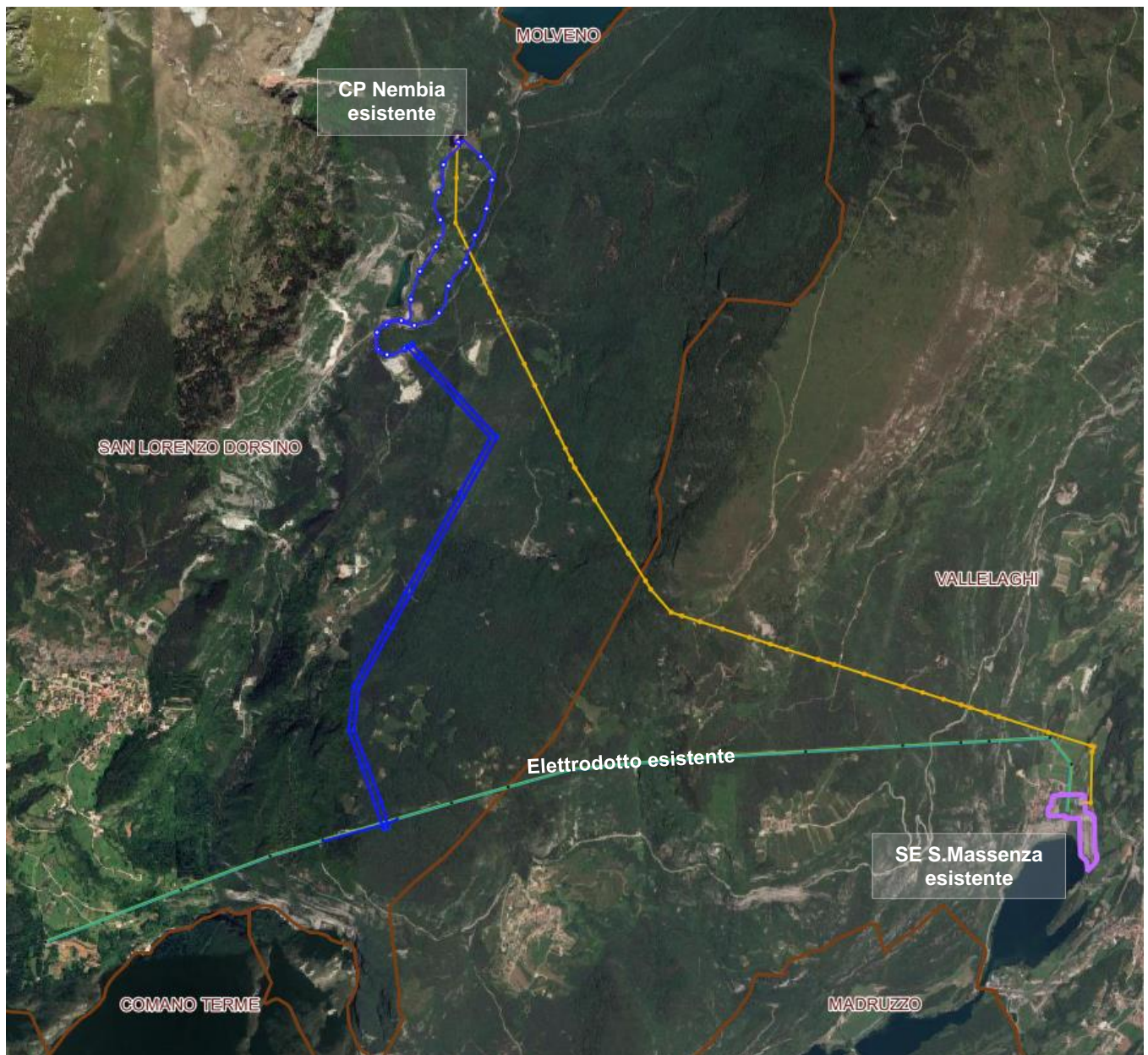
RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00



Opere in progetto



- Elettrodotto aereo in singola terna a 132 kV in PROGETTO
- Elettrodotto in cavo interrato in singola terna a 132 kV in PROGETTO
- Elettrodotto aereo 60 kV esistente in prevista demolizione

Figura 1: Inquadramento del progetto

Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

Il percorso dell'elettrodotto è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11/12/1933 n.1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- vagliare gli aspetti ambientali idrogeologici, urbanistici, paesaggistici e naturalistici, con individuazione dei possibili vincoli ambientali;

 <p>Terna Rete Italia T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE "Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia"</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

- evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato al fine di occupare la minor porzione possibile di territorio.
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi, prevedendo all'occorrenza adeguati mascheramenti vegetazionali;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione degli elettrodotti.

La progettazione dell'intervento è stata sviluppata tenendo in considerazione un sistema di indicatori sociali, ambientali e territoriali, che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell'ambito territoriale considerato nel pieno rispetto degli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, della protezione della salute umana e dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

La localizzazione dei tracciati degli elettrodotti deriva da un percorso di ascolto e condivisione, messo in atto da Terna, che ha coinvolto i Comuni ed Enti interessati, con l'obiettivo di minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei comuni interessati dalle singole opere, ubicati nella Provincia Autonoma di Trento:

Tabella 1 - Comuni interessati dalle opere e individuazione delle opere.

DENOMINAZIONE	COMUNI INTERESSATI	PROVINCIA	PROGETTO
Nuovo collegamento RTN a 132 KV in entra – esce alla Cabina Primaria di Nembia	San Lorenzo Dorsino	Trento	Realizzazione nuovo collegamento RTN misto aereo – cavo in entra – esce all'elettrodotto aereo RTN esistente denominato "S.E. Santa Massenza – CP Nave" – t.22228C1.



Nel complesso il progetto prevede la realizzazione di circa **6,8 km di nuove linee aeree** a 132 kV (affiancate per un tratto di circa 3,3 km), per un totale di 27 sostegni e circa **3,8 km di cavidotti**.

A valle dei nuovi interventi sarà possibile la **demolizione** di circa **6,3 km** di linea esistente, per un totale di 40 sostegni.

2 MOTIVAZIONE DELL'OPERA

La società SET – distributore di competenza - ha formulato richiesta di modifica della connessione alla RTN per la Cabina Primaria denominata "Nembia" per una potenza in prelievo di 50 MW (codice pratica 201700113) e Terna ha rilasciato apposita soluzione di connessione (STMG) prevedendo il potenziamento a 132 kV dell'elettrodotto RTN a 60 kV "Nembia – S. Massenza" e la realizzazione di un nuovo collegamento RTN in entra – esci all'elettrodotto aereo RTN esistente denominato "S.E. Santa Massenza – CP Nave" - t.22228C1.

Gli interventi nell'area consentono nel suo complesso di ridurre il rischio di Energia Non Fornita e di incrementare la resilienza attraverso la maggiore magliatura della rete. Il miglioramento della magliatura attraverso la realizzazione di nuove linee rientra tra gli interventi infrastrutturali che riguardano il rafforzamento degli asset di rete, e garantisce migliore affidabilità e sicurezza nell'area oggetto dell'intervento; pertanto, permette che un singolo impianto della rete elettrica sia raggiunto da più di una linea garantendo un aumento di ridondanza di alimentazione, ed aumenta la resilienza complessiva del sistema di trasmissione.

 <p>Terna Rete Italia T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE "Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia"</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE

3.1 Nuovo collegamento RTN a 132 KV in entra - esce alla Cabina Primaria di Nembia

L'opera in progetto consiste nella realizzazione del nuovo collegamento in entra – esce della Esistente Cabina Primaria in Località Nembia denominata "CP Nembia" alla rete RTN esistente.

In particolare, l'intervento sugli elettrodotti consiste nella realizzazione di:

- un collegamento in entra – esci mediante due raccordi misti aereo – cavo alla linea RTN esistente a 132 kV denominata "S.E. Santa Massenza – CP Nave" - t. 22228C1. Conseguentemente alla realizzazione dei suddetti raccordi la linea RTN esistente verrà suddivisa in due linee a 132 kV denominate:
 - Linea a 132 kV "S.E. Santa Massenza – CP Nembia";
 - Linea a 132 kV "CP Nembia - CP Nave".

Nuovo collegamento RTN a 132 KV in entra - esce alla Cabina Primaria di Nembia

Il collegamento in entra – esci a 132 kV tra la CP di Nembia e la linea RTN esistente verrà realizzato in parte in aereo e in parte mediante la tecnologia in cavo interrato, ottenendo nel complesso un collegamento misto aereo – cavo.

Il tracciato del nuovo collegamento in entra – esce ha inizio dall'esistente elettrodotto aereo a 132 kV denominato "S.E. Santa Massenza – CP Nave" – t. 22228C1 e nel dettaglio intercetta la campata aerea compresa tra i sostegni denominati P.69 e P.70, dalla quale il nuovo collegamento si deriva mediante la realizzazione di due semplici terne aeree che proseguono parallele fino al punto di transizione aereo – cavo.

La derivazione dall'esistente linea RTN verrà effettuata tramite l'infissione di un nuovo sostegno troncopiramidale in DT denominato P.70/A in asse alla suddetta campata.

Le due semplici terne aeree, che costituiscono il nuovo collegamento, corrono inizialmente per un breve tratto in direzione Nord – Ovest, deviano successivamente in direzione nord-est per una lunghezza approssimativa di circa 2,5 km, deviano nuovamente in direzione Nord-Ovest e infine proseguono per ulteriori circa 0.8 km fino ad attestarsi ai sostegni di transizione aereo – cavo dai quali le due terne continueranno mediante la tecnologia del in cavo interrato.

Dal punto di transizione aereo – cavo, le due terne in cavo interrato proseguono inizialmente parallele su una viabilità secondaria esistente, interessano per un breve tratto la SS421 perlopiù fuori sede stradale, e successivamente i tracciati proseguono separati; una terna interessa la viabilità secondaria che costeggia il lago di Nembia fino a giungere all'esistente CP Nembia, mentre l'altra terna inizialmente affianca la suddetta SS421, per poi deviare per circa 1 km su viabilità sterrata esistente, effettuando l'ingresso alla CP di Nembia dopo aver attraversato per un breve tratto un'area a prato.

L'opera qui descritta ricade nel solo Comune di San Lorenzo Dorsino e nello specifico in Località Nembia in provincia di Trento.

3.2 Demolizioni

Nel complesso, la realizzazione delle opere sopra citate consentirà il potenziamento e la conseguente demolizione dell'attuale elettrodotto esistente RTN a 60 kV denominato "SE Santa Massenza – CP Nembia" t. 24853°1.

A seguire nella tabella si riportano le consistenze delle demolizioni previste:

DEMOLIZIONI			
NOME ELETTRODOTTO	LUNGHEZZA LINEA AEREA [km]	LUNGHEZZA LINEA IN CAVO [km]	N° SOSTEGNI
<i>Dem 1 – Elettrodotto aereo in semplice terna RTN a 60 kV "SE Santa Massenza – CP Nembia" (n. 24.853)</i>	6.3	-	40

3.3 Caratteristiche degli elettrodotti in cavo interrato

Ogni elettrodotto interrato sarà costituito da una terna di cavi unipolari, realizzati con conduttore in alluminio o in rame, isolante in XLPE, con schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione indicativa di circa 1600 mmq (o sezione diversa se i cavi unipolari saranno realizzati con conduttore in rame).

Tali dati potranno subire adattamenti, comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

Le principali caratteristiche elettriche sono riportate nella seguente tabella:

Tabella 2: Caratteristiche elettriche

Tensione nominale	132 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Portata di corrente nominale	1000 A

Nel seguito si riportano le caratteristiche tecniche principali dei cavi e le sezioni tipiche. Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali, dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori.

Tabella 3: Caratteristiche del cavo interrato

Sezione nominale del conduttore	Alluminio 1600 mm ² (diversa se rame)
Isolante	XLPE
Diametro esterno	106,4 mm
Peso cavo	11,2 kg/m

Di seguito si riporta a titolo illustrativo la sezione indicativa del cavo che verrà utilizzato:

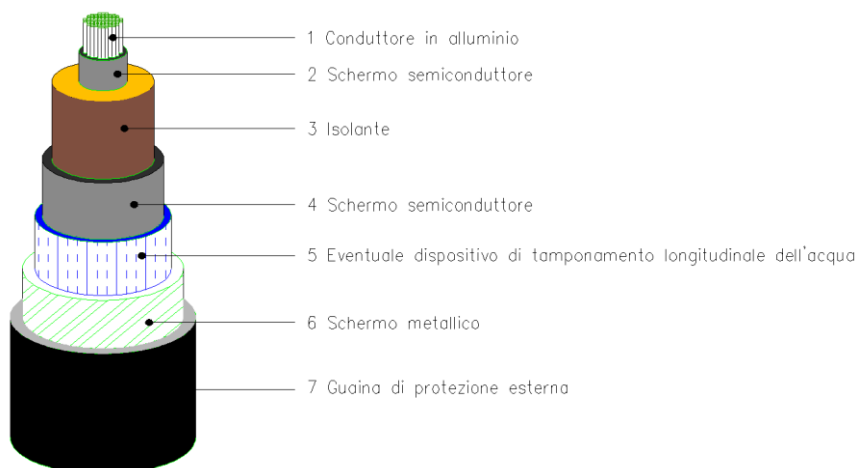




Figura 2: sezione indicativa del cavo

L'elettrodotto sarà costituito da una terna di cavi unipolari, con isolamento in XLPE, costituiti da un conduttore in alluminio con sezione pari a circa 1600 mm² (o di sezione diversa se rame); esso sarà un conduttore di tipo milliken a corda rigida (per le sezioni maggiori), compatta e tamponata di rame ricotto non stagnato o di alluminio, ricoperta da uno strato semiconduttivo interno estruso, dall'isolamento XLPE, dallo strato semiconduttivo esterno, da nastri

 <p>Terna Rete Italia T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE "Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia"</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

semiconduttivi igroespandenti. Lo schermo metallico è costituito da un tubo metallico di piombo o alluminio o a fili di rame ricotto non stagnati, di sezione complessiva adeguata ad assicurare la protezione meccanica del cavo, la tenuta ermetica radiale ed a sopportare la corrente di guasto a terra. Sopra lo schermo viene applicata la guaina protettiva di polietilene nera e grafitata avente funzione di protezione anticorrosiva, ed infine la protezione esterne meccanica.

Per ciascun collegamento in cavo sono previsti i seguenti componenti:

- conduttori di energia;
- giunti dritti circa ogni 500-850 m con relative cassette di sezionamento e di messa a terra (il cui numero dipenderà dall'effettiva lunghezza delle pezzature di cavo in funzione anche delle interferenze che determinano un piano di cantierizzazione);
- terminali per esterno;
- sistema di telecomunicazioni.

3.3.1 Modalità di posa e attraversamento

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di circa 1,6 m, con disposizione delle fasi a trifoglio o in piano. Negli stessi scavi, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, saranno posati cavi con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

I cavi saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per esigenze specifiche.

Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata.

In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni.

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

3.3.2 Caratteristiche sezioni di posa e componenti

I disegni mostrati di seguito riportano la sezione tipica di scavo e di posa, le dimensioni di massima delle buche giunti e le modalità tipiche per l'esecuzione degli attraversamenti.

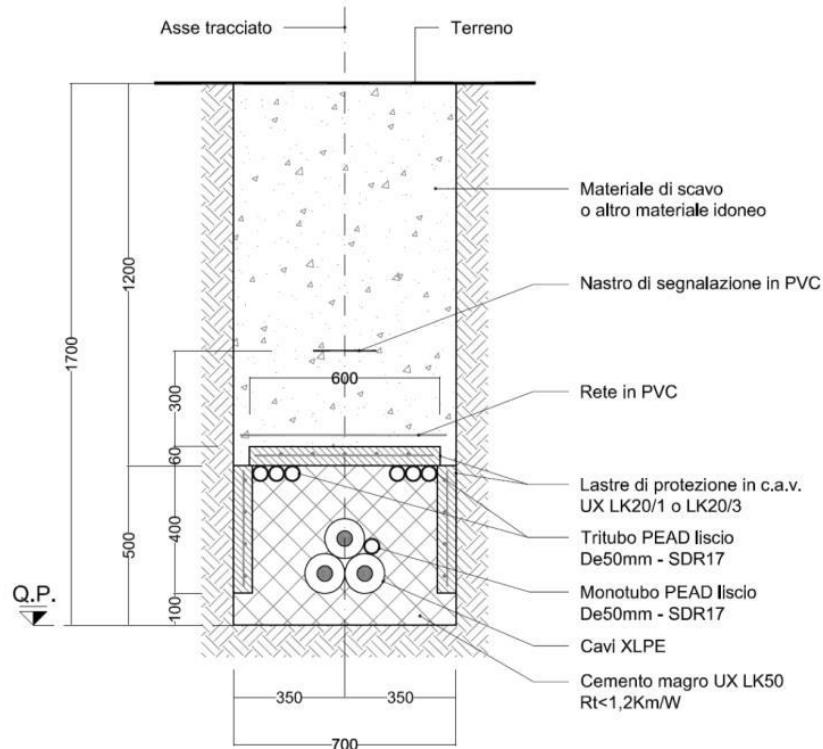


Figura 3: Posa in terreno agricolo a trifoglio

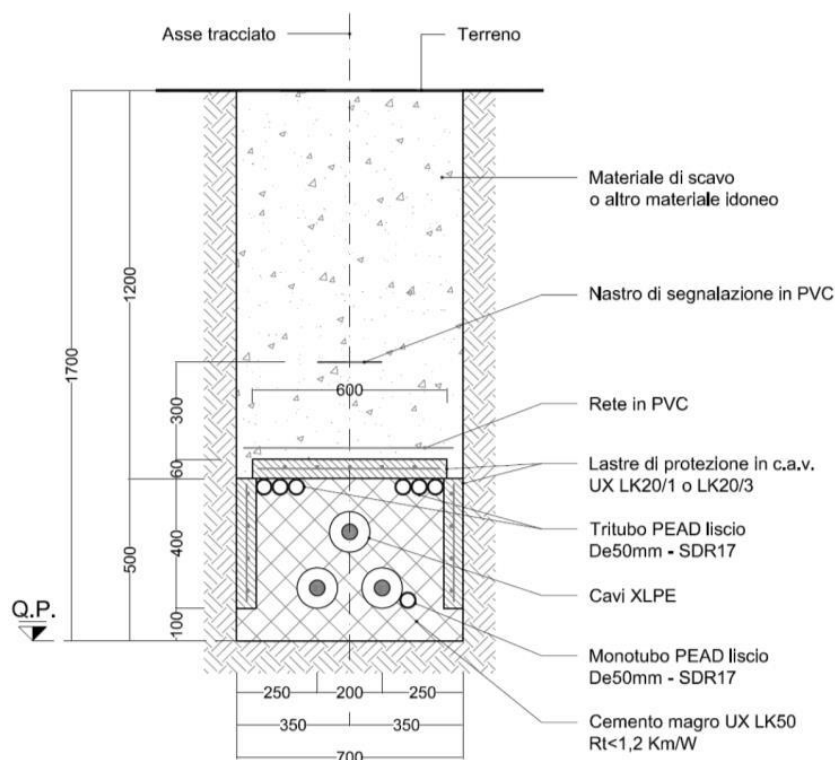


Figura 4: Posa in terreno agricolo a trifoglio allargato

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

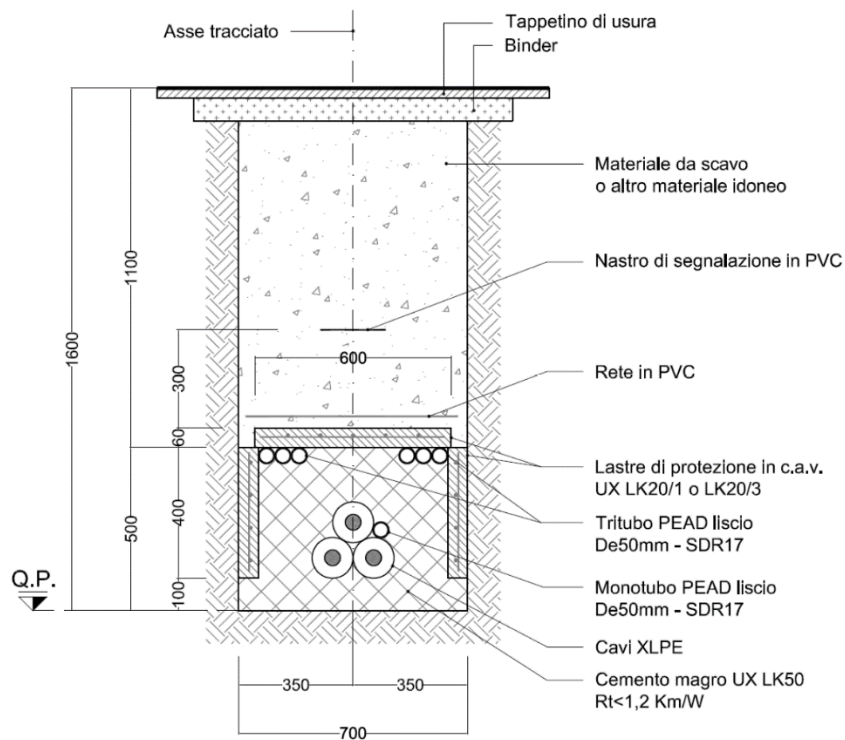


Figura 5: Posa su strade urbane ed extraurbane a trifoglio

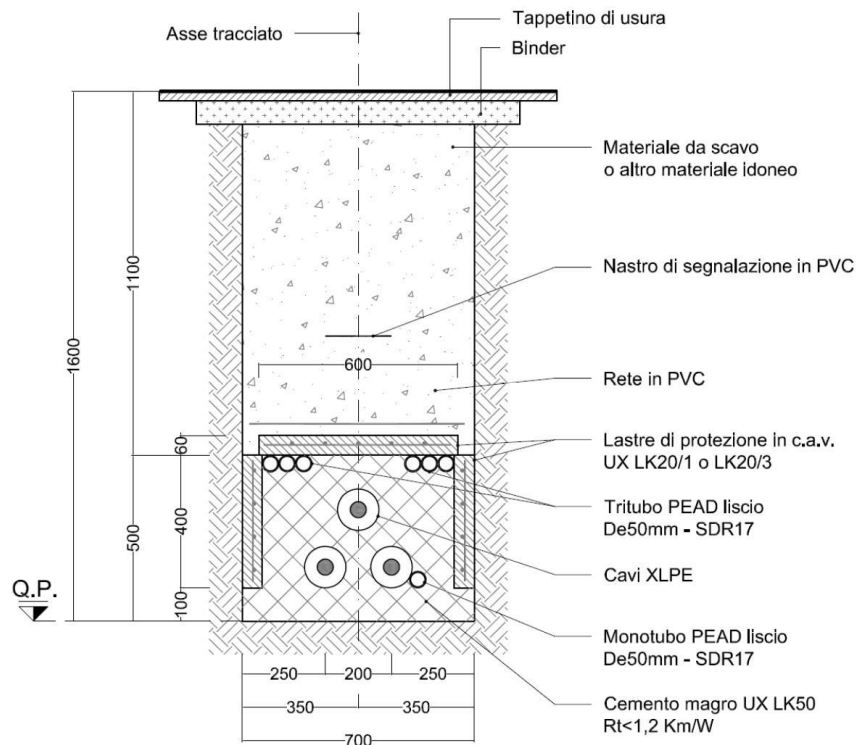


Figura 6: Posa su strade urbane ed extraurbane a trifoglio allargato

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

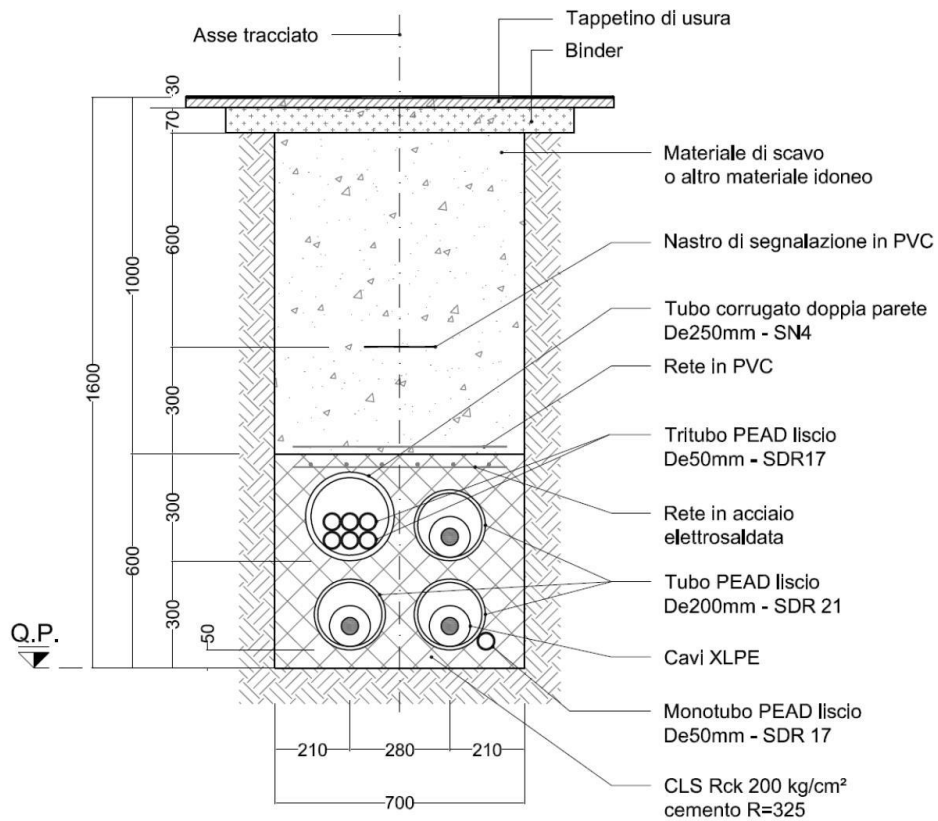


Figura 7: Posa in tubiera

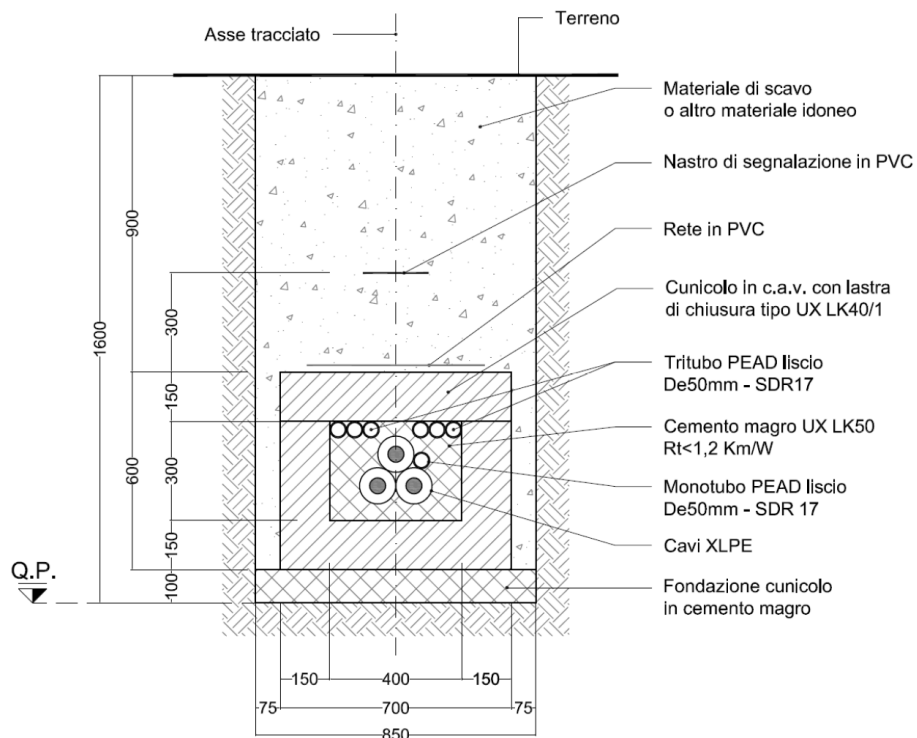


Figura 8: Posa in cunicolo in cemento armato a trifoglio

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

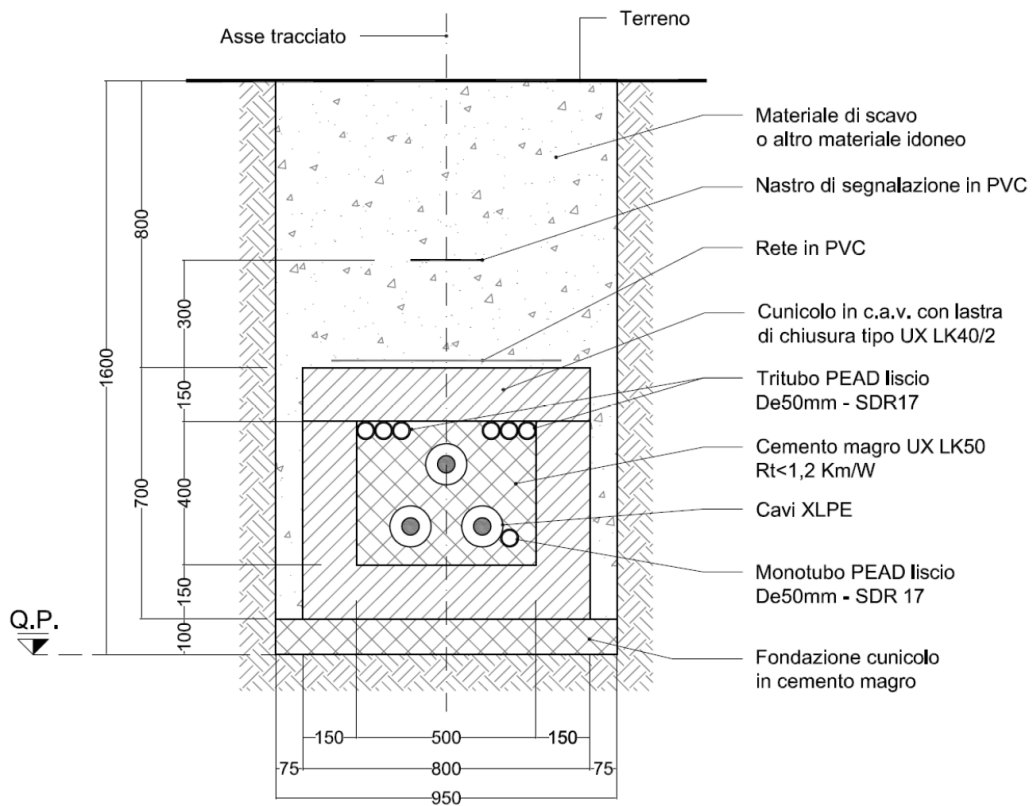


Figura 9: Posa in cunicolo in cemento armato a trifoglio allargato

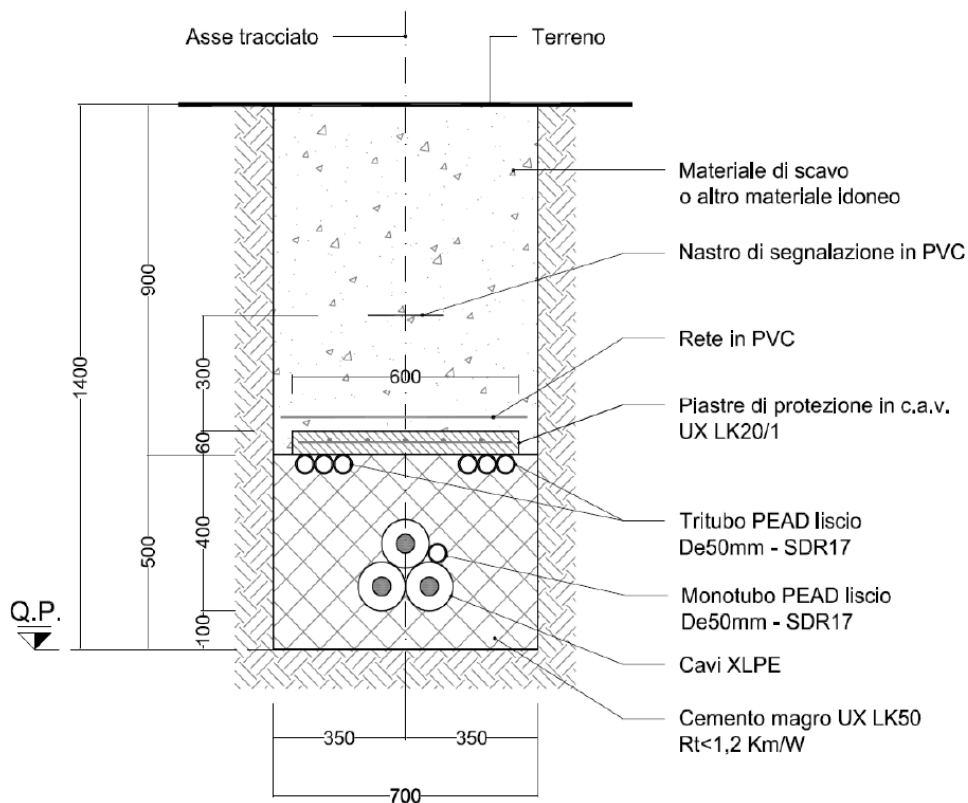


Figura 10: Posa in roccia

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

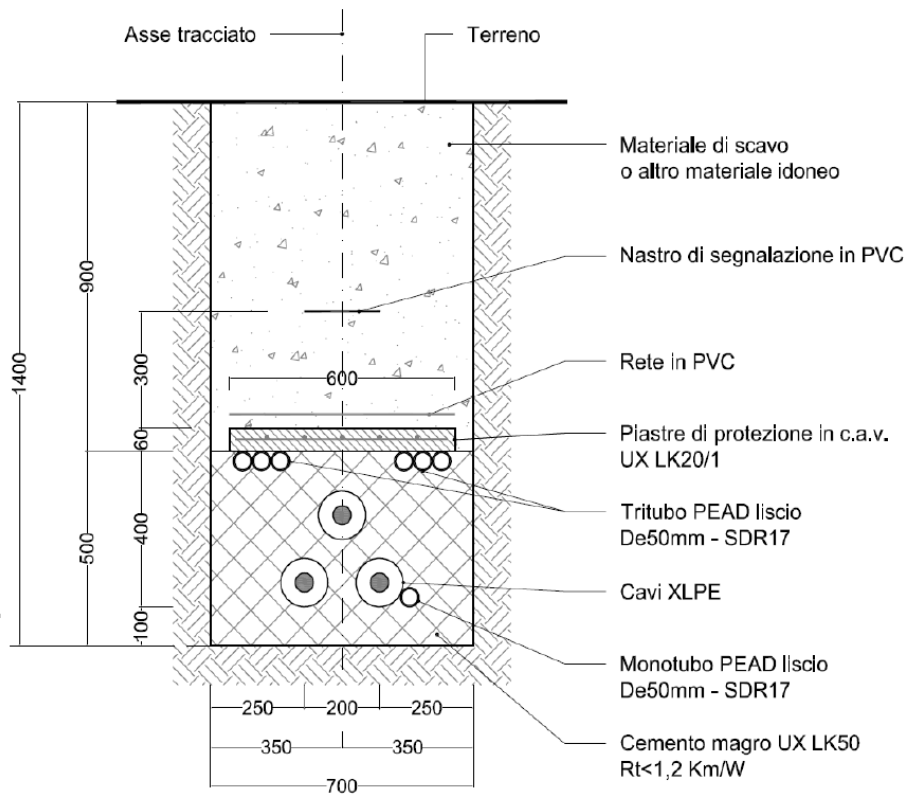


Figura 11: Posa in roccia trifoglio allargato

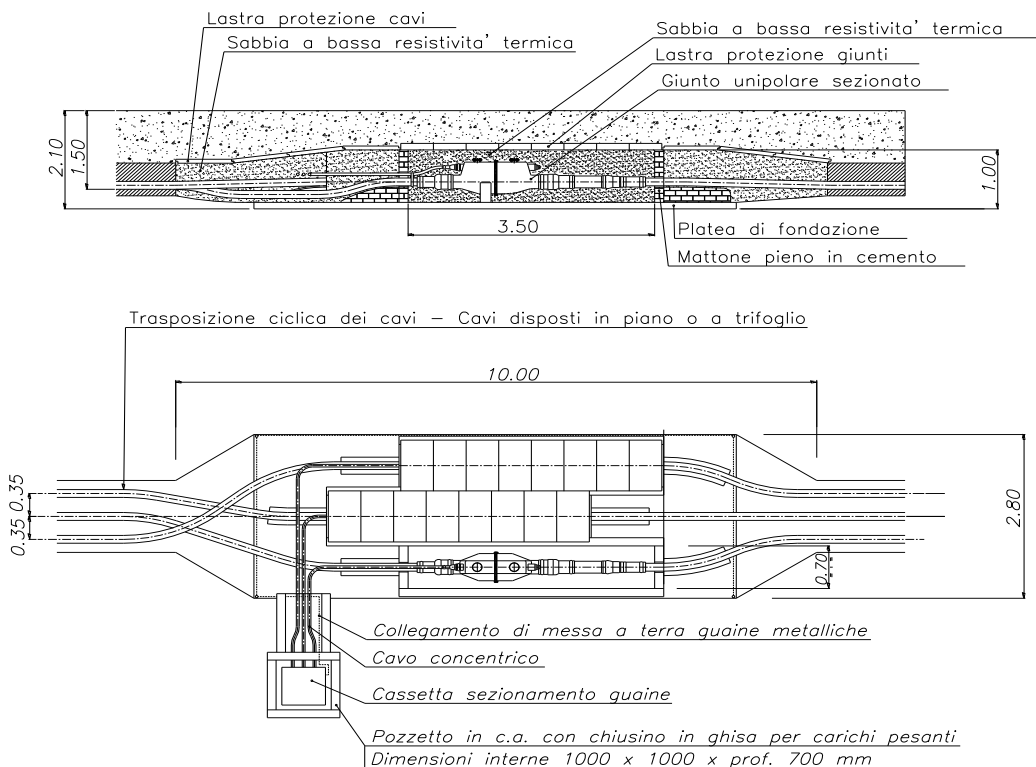


Figura 12: Esempio dimensioni tipiche buca giunti

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Nel caso in cui non sia possibile eseguire gli scavi per l'interramento del cavo, in prossimità di particolari attraversamenti di opere esistenti lungo il tracciato (strade, viadotti, scotolari, corsi d'acqua, ecc.), potrà essere utilizzato il sistema di attraversamento teleguidato mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) o di perforazione mediante sistema Microtunneling, come rappresentato schematicamente nei disegni sottostanti.

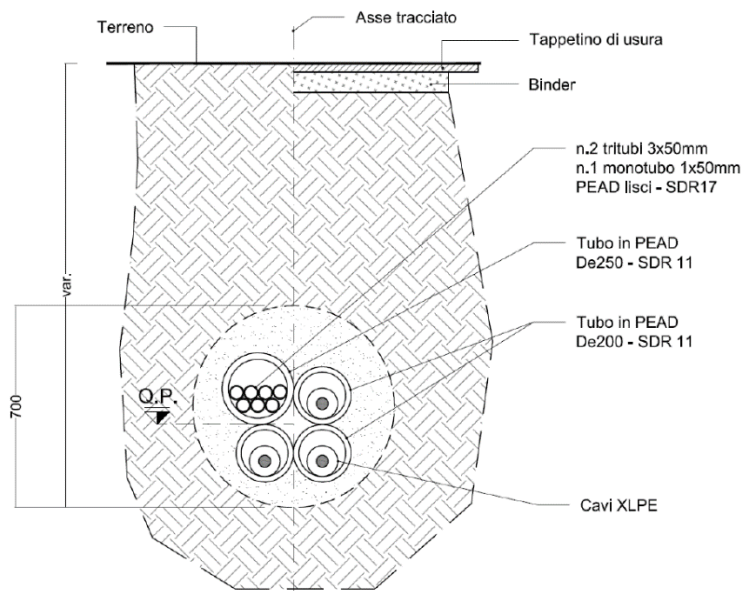


Figura 13: Posa in TOC – Tubazioni a fascio

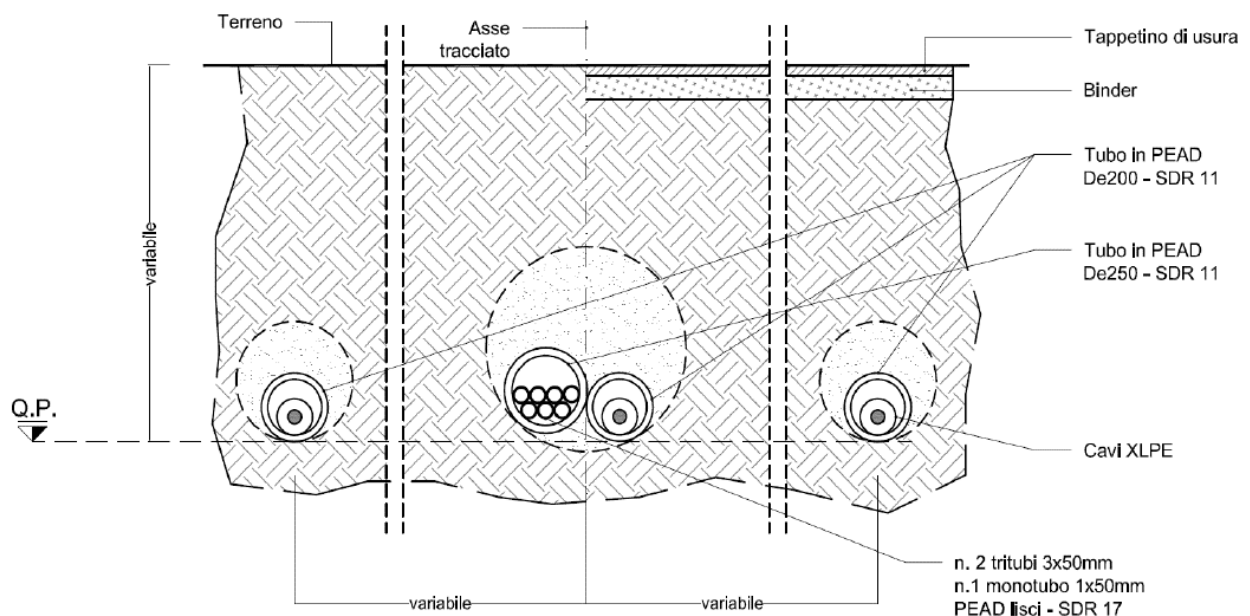


Figura 14: Posa in TOC – Tubazioni in fori dedicati

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

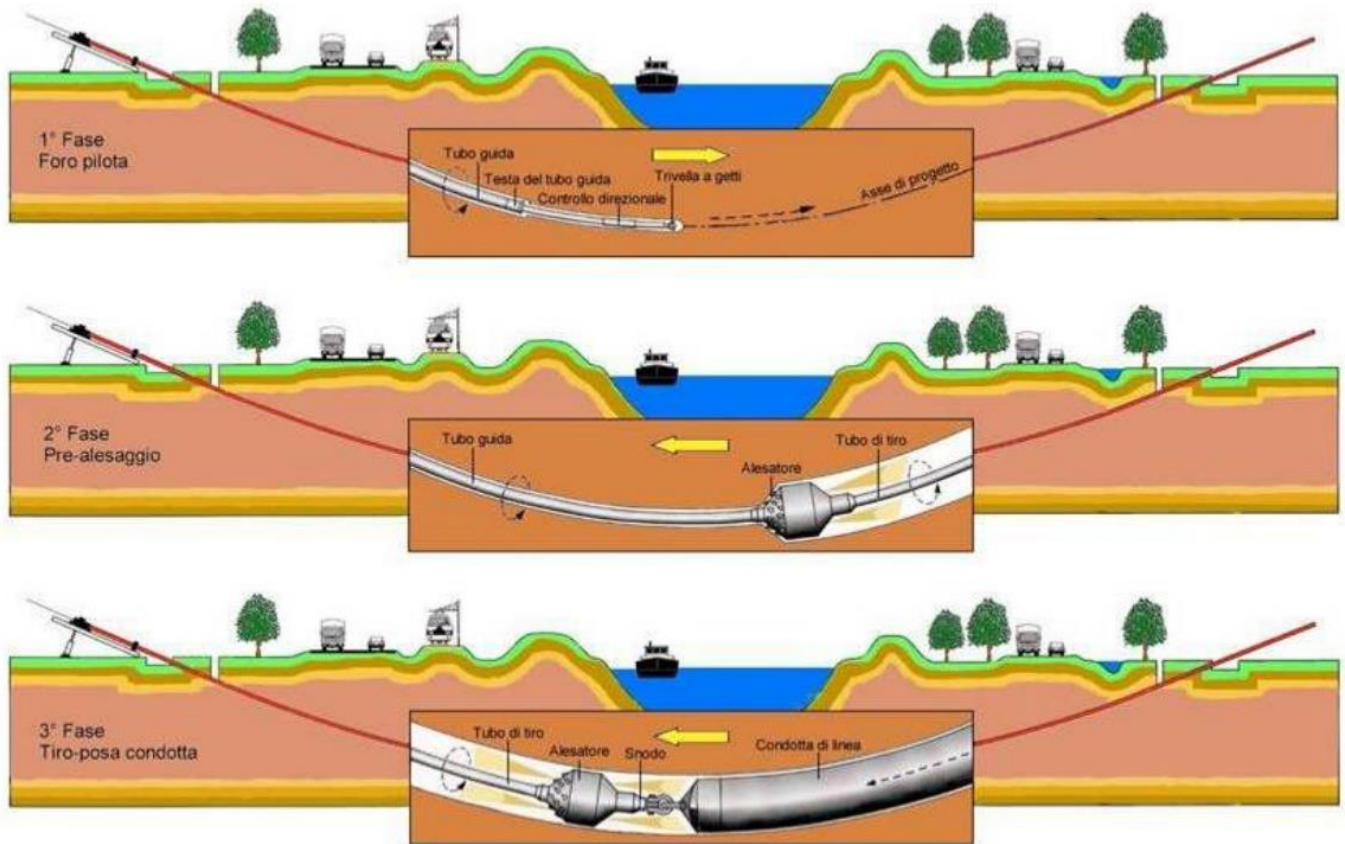


Figura 15: Schematico TOC

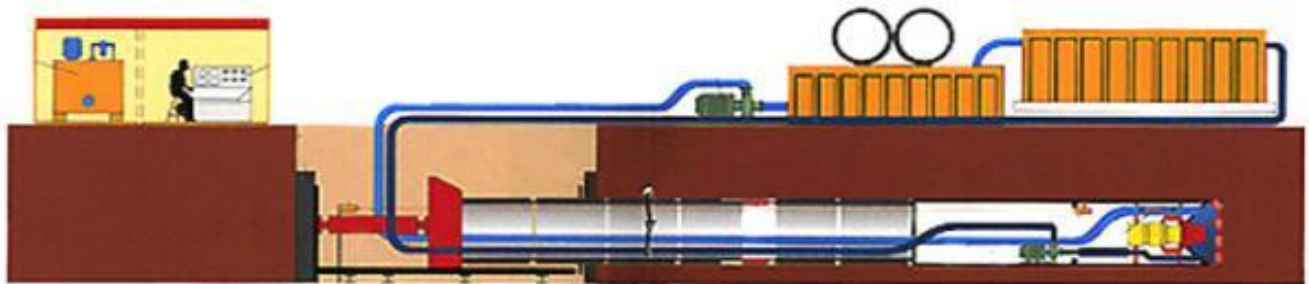


Figura 16: Schematico di perforazione con microtunneling

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

3.3.3 Sostegno portaterminali

Per la realizzazione del passaggio da elettrodotto aereo a cavo interrato sarà utilizzato un sostegno porta terminale 132 kV, come indicato nella figura sotto riportata, di carattere puramente indicativo e non esaustivo. I terminali cavo saranno inseriti su una mensola alloggiata sulla struttura del sostegno; in funzione della lunghezza del tratto di cavo interrato, potranno essere montati anche appositi scaricatori di sovratensione.

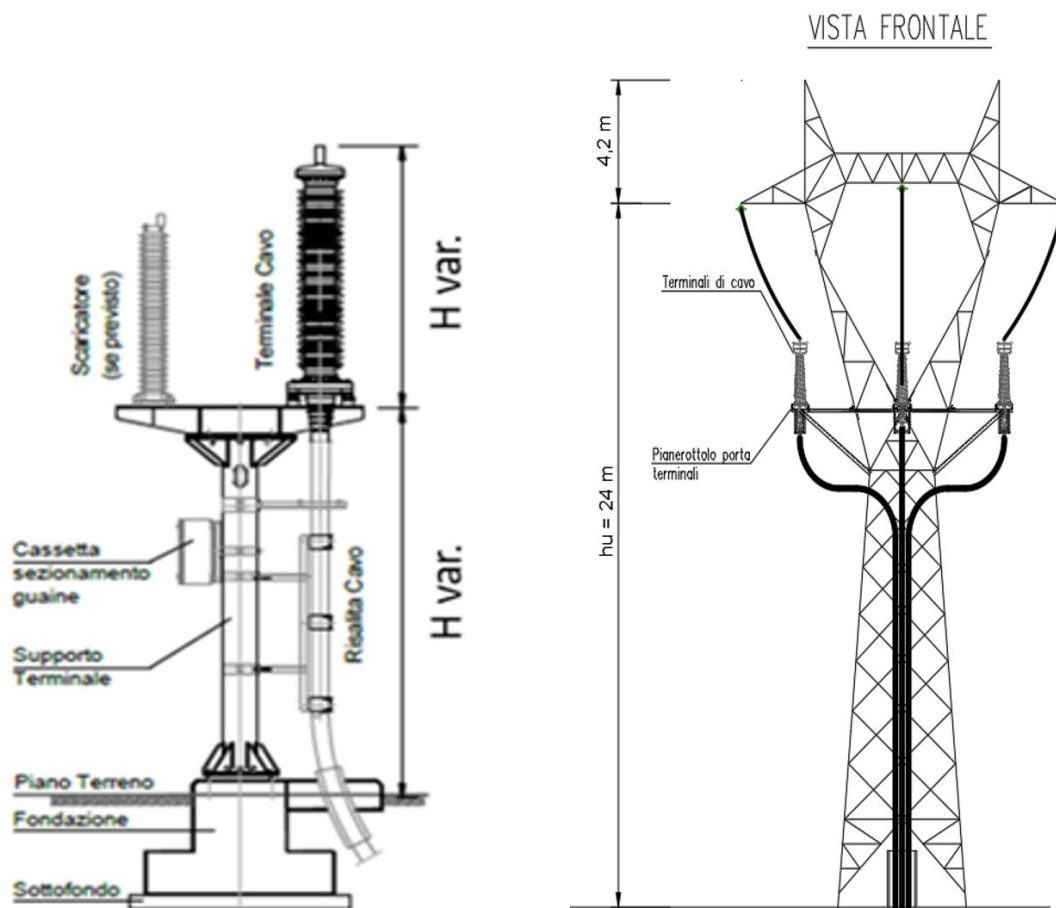




Figura 17: Esempi indicativi di portaterminali: a sx di stazione, a dx in asse linea su palo di transizione aereo/cavo con piattaforma portaterminali

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE <i>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia"</i>	
Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254	Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254

3.4 Caratteristiche elettriche degli elettrodotti aerei

Di seguito si riportano le principali caratteristiche elettriche degli elettrodotti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	132 kV
Portata in corrente alle condizioni di progetto	675 A

La portata in corrente sopra indicata è conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 132 kV in zona B.

3.4.1 Conduttori e corde di guardia

Ciascuna fase elettrica sarà composta da conduttore di energia costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mmq composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm. Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 16852 daN.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 6,3 nel rispetto della distanza minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con due corde di guardia destinate, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. Tali saranno del tipo con 48 fibre ottiche con diametro complessivo di 17,9 mm.

Il carico di rottura teorico della corda di guardia è di 10,6 kN.

Resta inteso che tali dati potranno subire adattamenti nella successiva fase di progettazione esecutiva. Infatti, se ritenuto necessario, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori, la nuova tratta aerea potrà essere equipaggiata mediante funi di guardia incorporanti fibre ottiche conformi al Progetto Unificato Terna, ma differenti da quella attualmente installata.

3.4.2 Sostegni



I sostegni saranno del tipo a semplice terna a delta, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno. Essi saranno costituiti da 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 sono stati eseguiti 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".

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra sarà di norma inferiore a 61 m. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

La tipologia dei sostegni con testa a delta, proprio in virtù della disposizione orizzontale dei conduttori, consente una drastica riduzione dell'ingombro verticale e quindi dell'impatto visivo ed inoltre, viste le caratteristiche climatiche dell'area, la maggiore separazione orizzontale delle fasi garantisce distanze maggiori in caso di sovraccarichi di neve e ghiaccio sui conduttori.

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, senza però modificare sostanzialmente la tipologia dei sostegni stessi e 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. Infine, vi è il cimino, atto a sorreggere la corda di guardia.

 <p>Terna Rete Italia T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE "Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia"</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

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.

La serie 132 kV semplice terna è composta da diversi tipi di sostegni, che variano a seconda delle prestazioni a cui possono resistere, disponibili in diverse "altezze utili".

I tipi di sostegno 132 kV semplice e doppia terna utilizzati e le loro prestazioni nominali riferiti alla zona B con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio Φ 31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (k) sono le seguenti:

SOSTEGNI 132 kV semplice terna a delta - ZONA B

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"MY" Medio a delta	18 ÷ 36 m	350 m	9° 14'	0.20
"VY" Pesante a delta	18 ÷ 36 m	350 m	32°	0.41
"CY" Pesante a delta	18 ÷ 36 m	350 m	60°	0.27
"CY" Pesante a delta (Impiego come capolinea)	18 ÷ 36 m	350 m	1°	0.27
"EY" Vertice a delta	18 ÷ 36 m	350 m	90°	0.41
"EY" Vertice a delta (Impiego come capolinea)	18 ÷ 36 m	350 m	25°35'	0.41

SOSTEGNI 132 kV doppia terna - ZONA B

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"EY" Vertice a delta	9 ÷ 33 m	350 m	90°	0.41

Nel seguito si riportano le tabelle di picchettazione degli elettrodotti aerei in progetto.

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Picchetto n.	Marca	Coordinata Est Base sostegno (m)	Coordinata Nord Base sostegno (m)	Quota s.l.m. base sostegno	H utile (m)	Altezza cimino (m)	Altezza totale sostegno (m)	Fondazione (2.0 daN/cm ² ≤ σ _{tamm} < 3.9 daN/cm ²)		Misure previste				Modalità accesso al sostegno		
								Tipo	Altezza (mm)	Segnaletica ICAO		Verniciatura B/R	Sfere di segnalazione	Elicottero	Pista cantiere	Note
										DAY	Night					
Nuovo collegamento in entra - esce a 132 kV alla CP di Nembia - Linea 1 (Sx)																
P.70/A	Edt	649349,156	5103500,5	937,599	27	41,6	42	LF 112	405	NO	NO	NO	NO	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.69/1	Eyst	649342,69\1	5103469,359	933,764	15	20,0	20	LF 111	345	NO	NO	NO	NO		X	prossimità viabilità esistente
P.69/2	CYst	649291,043	5103622,418	891,662	33	38,0	38	LF 111	345	NO	NO	NO	NO	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.69/3	MYst	649211,846	5103844,447	834,427	36	41,1	41	LF 104	315	NO	NO	NO	NO	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.69/4	CYst	649131,641	5104069,305	769,457	39	44,0	44	LF 111	345	NO	NO	NO	NO	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.69/5	EYst	649162,279	5104333,341	708,753	39	44,0	44	LF 111	345	NO	NO	NO	SI	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.69/6	CYst	649363,778	5104700,056	616,379	36	41,0	41	LF 111	345	NO	NO	NO			X	prossimità viabilità esistente
P.69/7	MYst	649477,863	5104907,682	646,769	30	35,1	35	LF 104	315	NO	NO	NO	NO		X	prossimità viabilità esistente
P.69/8	CYst	649590,304	5105112,317	651,707	30	35,0	35	LF 111	345	NO	NO	NO	SI	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.69/9	VYst	649806,052	5105504,962	776,138	21	26,8	27	LF 110	385	NO	NO	NO		X		non accessibile a mezzi cantiere
P.69/10	MYst	649891,141	5105659,818	786,948	27	32,1	32	LF 104	315	NO	NO	NO	NO	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.69/11	EYst	649989,804	5105839,379	813,863	18	23,0	23	LF 111	345	NO	NO	NO	NO	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.69/12	VYst	649788,809	5106058,255	849,440	18	23,8	24	LF 110	385	NO	NO	NO	NO	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.69/13	CYst	649551,996	5106316,135	795,694	24	29,0	29	LF 111	345	NO	NO	NO	NO		X	prossimità viabilità esistente
P.69/14	EYst	649481,825	5106392,549	801,231	18	23,0	23,0	LF 111	345	NO	NO	NO	NO		X	prossimità viabilità esistente

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254



Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Picchetto n.	Marca	Coordinata Est Base sostegno (m)	Coordinata Nord Base sostegno (m)	Quota s.l.m. base sostegno	H utile (m)	Altezza cimino (m)	Altezza totale sostegno (m)	Fondazione (2.0 daN/cm ² ≤ σ _{tamm} < 3.9 daN/cm ²)		Misure previste				Modalità accesso al sostegno		
								Tipo	Altezza (mm)	Segnaletica ICAO		Verniciatura B/R	Sfere di segnalazione	Elicottero	Pista cantiere	Note
										DAY	Night					
Nuovo collegamento in entra - esce a 132 kV alla CP di Nembia - Linea 2 (dx)																
P.70/A	Edt	649349,156	5103500,5	937,599	27	41,6	42	LF 112	405	NO	NO	NO	NO	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.70/1	Eyst	649373,053	5103479,6	944,23	15	20,0	20	LF 111	345	NO	NO	NO	NO		X	prossimità viabilità esistente
P.70/2	CYst	649329,007	5103635,0	901,439	30	35,0	35	LF 111	345	NO	NO	NO	NO		X	prossimità viabilità esistente
P.70/3	MYst	649245,714	5103857,0	837,05	36	41,1	41	LF 104	315	NO	NO	NO	NO	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.70/4	CYst	649164,488	5104073,6	773,216	39	44,0	44	LF 111	345	NO	NO	NO	NO	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.70/5	EYst	649193,564	5104323,7	721,467	39	44,0	44	LF 111	345	NO	NO	NO	SI	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.70/6	CYst	649392,072	5104684,7	617,776	36	41,0	41	LF 111	345	NO	NO	NO	NO		X	prossimità viabilità esistente
P.70/7	MYst	649497,942	5104877,3	647,558	30	35,1	35	LF 104	315	NO	NO	NO	NO		X	prossimità viabilità esistente
P.70/8	CYst	649618,683	5105096,9	649,315	30	35,0	35	LF 111	345	NO	NO	NO	NO	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.70/9	VYst	649823,945	5105470,3	756,965	24	29,1	29	LF 110	385	NO	NO	NO	NO	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.70/10	MYst	649920,404	5105645,7	776,645	30	35,1	35	LF 104	315	NO	NO	NO	NO	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.70/11	EYst	650029,316	5105843,8	818,481	21	26,0	26	LF 111	345	NO	NO	NO	NO	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.70/12	VYst	649802,416	5106090,8	853,309	18	23,8	24	LF 110	385	NO	NO	NO	NO	X		non accessibile a mezzi cantiere
P.70/13	CYst	649576,327	5106337,0	803,886	24	29,0	29	LF 111	345	NO	NO	NO	NO		X	prossimità viabilità esistente
P.70/14	EYst	649515,719	5106402,9	802,951	18	23	23	LF 111	345	NO	NO	NO	NO		X	prossimità viabilità esistente

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE <i>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</i>	
Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254 Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254 Rev. 00	

3.4.3 Fondazioni

Per fondazione è intesa la struttura (mista in acciaio-calcestruzzo) interrata, incaricata di trasmettere gli sforzi generati dai conduttori e dal peso proprio del sostegno (compressione e/o strappamento) al terreno.

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni. Le fondazioni unificate sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

1. 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;
2. un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
3. un "moncone" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, 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.

Per il calcolo di dimensionamento sono state osservate le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle fondazioni, viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall'articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988.

L'articolo 2.5.08 dello stesso D.M., prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel progetto unificato mediante le "Tabelle delle corrispondenze" che sono le seguenti:

- Tabella delle corrispondenze tra sostegni, monconi e fondazioni;
- Tabella delle corrispondenze tra fondazioni ed armature colonnino

Con la prima tabella si definisce il tipo di fondazione corrispondente al sostegno impiegato mentre con la seconda si individua la dimensione ed armatura del colonnino corrispondente.

Come già detto le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto le fondazioni per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili sono oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in volta, progettate fondazioni speciali (pali trivellati, micropali, tubFix, tiranti in roccia).



Talvolta la scelta della tipologia di fondazione viene valutata in funzione anche delle aree e suoli interessate dai lavori per: gli accessi dei mezzi operativi, la morfologia del terreno, la litologia del terreno, la presenza della falda acquifera, riduzione dei movimenti terra, ed altri elementi che concorrono ad individuare la scelta eventuale di una fondazione di tipologia speciale dedicata.

A conseguenza di quanto suddetto la progettazione delle fondazioni che saranno realizzate sarà demandata in fase di progettazione esecutiva, in funzione degli sforzi trasmessi dal sostegno al terreno e della resistenza dello stesso.

Le tipologie di fondazioni adottate per i sostegni a traliccio possono essere raggruppate come segue.

Tabella 4: Tipologie di fondazioni

Tipologia di sostegno	Fondazione	Tipologia fondazione
Traliccio	Superficiale	Tipo CR
		Tiranti in roccia
		Metalliche
	Profonda	Pali trivellati
		Micropali tipo tubfix
		Pali a spostamento laterale

 <p>T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE "Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254 Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254 Rev. 00</p>	

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 in cemento armato delle fondazioni, rinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. Mediamente interessano un'area circostante delle dimensioni di circa 25x25 m e sono immuni da ogni emissione dannosa.

Nel seguito si fornisce una descrizione delle tipologie di fondazione di più probabile utilizzo per l'intervento in esame.

Fondazioni superficiali

Fondazioni superficiali sostegni a traliccio - tipo CR

Predisposti gli accessi alle piazzole per la realizzazione dei sostegni, si procede alla pulizia del terreno e allo scavo delle fondazioni. Queste saranno in genere di tipo diretto e dunque si limitano alla realizzazione di 4 plinti agli angoli dei tralicci (fondazioni a piedini separati).

Ognuna delle quattro buche di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore e avrà dimensioni di circa 3x3 m con una profondità non superiore a 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 30 mc; una volta realizzata l'opera, la parte che resterà in vista sarà costituita dalla parte fuori terra dei colonnini di diametro di circa 1 m.

Pulita la superficie di fondo scavo si getta, se ritenuto necessario per un migliore livellamento, un sottile strato di "magrone". Nel caso di terreni con falda superficiale, si procederà all'aggottamento dell'acqua dallo scavo con una pompa.

In seguito, si procede con il montaggio dei raccordi di fondazione e dei piedi, il loro accurato livellamento, la posa dell'armatura di ferro e delle casserature, il getto del calcestruzzo.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il rinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, sarà gestito secondo quanto previsto nel piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo.

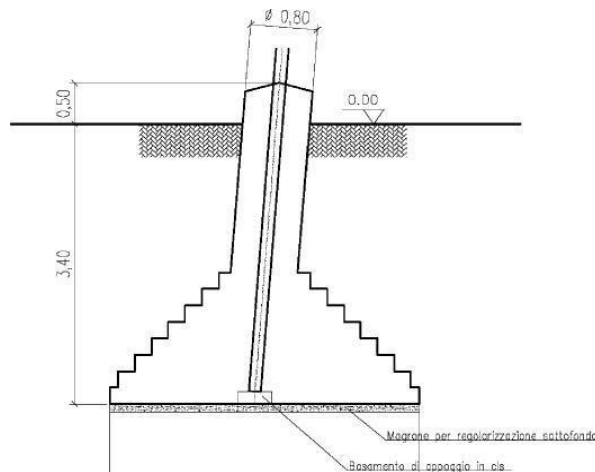


Figura 18: Disegno di progetto per la realizzazione di una fondazione a plinto con riseghe



Figura 19: Realizzazione di fondazioni superficiali tipo CR per sostegno a traliccio. Particolare durante la fase di cassetatura (a sinistra) e al termine della stessa (a destra)



Figura 20: Realizzazione di fondazioni superficiali tipo CR per sostegno a traliccio. Si possono osservare le quattro buche, la base del sostegno collegata alla fondazione tramite i "monconi" ed i casseri utilizzati per i quattro "colonnini"

Fondazioni profonde

In caso di terreni con scarse caratteristiche geotecniche, instabili o in presenza di falda, è generalmente necessario utilizzare fondazioni profonde (pali trivellati e/o micropali tipo tubfix).

Pali trivellati

La realizzazione delle fondazioni con pali trivellati avviene come segue: pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di un fittone per ogni piedino mediante trivellazione fino alla quota prevista in funzione della litologia del terreno desunta dalle prove geognostiche eseguite in fase esecutiva (mediamente 15 m) con diametri che variano da 1,5 a 1,0 m, per complessivi 15 mc circa per ogni fondazione; posa dell'armatura; getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta del traliccio.

Successivamente si procederà al montaggio e posizionamento della base del traliccio; alla posa dei ferri d'armatura, alla cassetatura del pilastrino ed al getto di calcestruzzo per realizzare il raccordo di fondazione al trivellato; ed infine il disarmo ed il ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento.

Durante la realizzazione dei trivellati, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzata, in alternativa al tubo forma metallico, della bentonite che a fine operazioni dovrà essere recuperata e smaltita secondo le vigenti disposizioni di legge. Anche in questo caso il materiale di risulta sarà gestito secondo quanto previsto nel piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo.

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

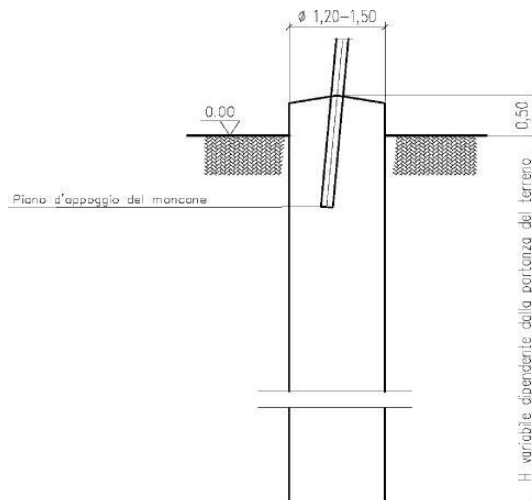


Figura 21: Disegno costruttivo di un palo trivellato



Figura 22: Macchina operatrice per la realizzazione di pali trivellati e fondazione in fase di realizzazione

Micropali

La realizzazione delle fondazioni con micropali avviene come segue.

Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di una serie di micropali per ogni piedino con trivellazione fino alla quota prevista; posa dell'armatura; iniezione malta cementizia.

Scavo per la realizzazione dei dadi di raccordo micropali-traliccio; messa a nudo e pulizia delle armature dei micropali; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera delle armature del dado di collegamento; getto del calcestruzzo.

Il volume di scavo complessivo per ogni piedino è circa 5 mc.

A fine stagionatura del calcestruzzo si procederà al disarmo dei dadi di collegamento; al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento.

Durante la realizzazione dei micropali, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzato un tubo forma metallico, per contenere le pareti di scavo, che contemporaneamente alla fase di getto sarà recuperato. Anche in questo caso il materiale di risulta sarà gestito secondo quanto previsto nel piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo.

Per la realizzazione dei micropali tipo tubifix lo scavo viene generalmente eseguito per rotopercolazione "a secco" oppure con il solo utilizzo di acqua.

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

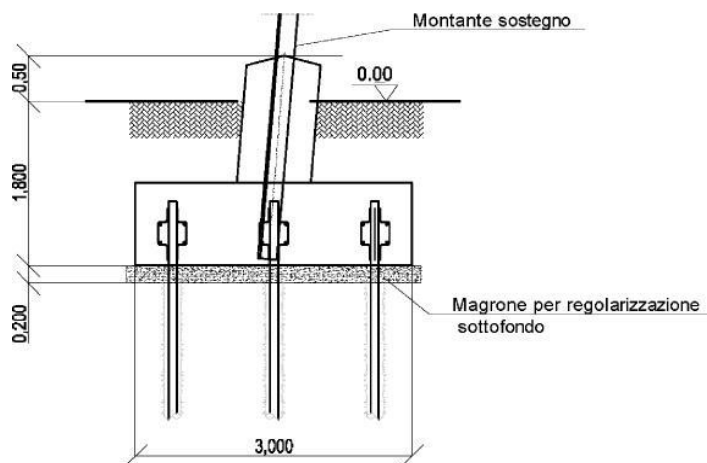


Figura 23: Disegno costruttivo di un micropalo





Figura 24: Realizzazione di micropali tipo tubfix per sostegno a traliccio. Particolare di micropali già realizzati ed iniettati prima dell'armatura e cassatura del plinto di fondazione.



Figura 25: Esempio di realizzazione di fondazione su micropali tipo tubfix. Nell'immagine di destra è mostrato il raccordo tra i tubolari metallici dei micropali con l'armatura del plinto di fondazione; al centro del plinto si nota il moncone del sostegno (elemento di raccordo tra il sostegno e la fondazione), inglobato nella fondazione stessa.



Figura 26: Macchina operatrice per la realizzazione di micropali tubfix. A sinistra sistema di scavo a rotopercussione, a destra sistema di scavo mediante trivella elicoidale.

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE <i>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</i>	
Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254 Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254 Rev. 00	

Tiranti in roccia

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 rinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, sarà gestito secondo quanto previsto nel piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo.

3.5 Demolizione linea esistente

Per le attività di smantellamento dell'elettrodotto aereo esistente si possono individuare le seguenti fasi:

- recupero dei conduttori, delle funi di guardia e degli armamenti;
- smontaggio della carpenteria metallica dei sostegni;
- demolizione delle fondazioni dei sostegni;
- risarcimento dei danni procurati sia ai fondi interessati dai lavori che ai fondi utilizzati per l'accesso ai sostegni per lo svolgimento dell'attività di smontaggio.

La demolizione delle fondazioni dei sostegni comporta l'asportazione dal sito del calcestruzzo e del ferro di armatura mediamente fino ad una profondità di 1,5 m dal piano campagna in contesti urbanizzati ed in terreni agricoli a conduzione meccanizzata e fino a 0,5 m in aree boschive e/o in pendio.

La profondità di 1,5 m consente la rimozione completa nella maggior parte delle fondazioni utilizzate per la realizzazione di elettrodotti.

Si specifica che le modalità di rimozione delle fondazioni sono strettamente legate al contesto territoriale (es. presenza di habitat, aree in dissesto). A seconda delle specifiche condizioni si potrà optare per la rimozione esclusivamente della parte fuori terra, al fine di evitare scavi in aree particolarmente sensibili dal punto di vista naturalistico e geologico.

Le attività prevedono:

- scavo della fondazione fino alla profondità necessaria;
- asporto, carico e trasporto a idoneo impianto di recupero o a smaltimento finale e ove possibile a successivo ciclo produttivo di tutti i materiali provenienti dalla demolizione (cls, ferro d'armatura e monconi);
- rinterro e gli interventi di ripristino dello stato dei luoghi.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1 Elementi di geologia regionale

La area in cui ricade l'opera in progetto, come già evidenziato, si trova in Trentino-Alto Adige, nella porzione meridionale della catena alpina. L'analisi dell'evoluzione delle Alpi è ad oggi ancora molto complessa; sono numerosi i modelli geodinamici proposti per la comprensione dei meccanismi avvenuti durante l'orogenesi. Bisogna inoltre considerare che l'orogenesi è un processo avvenuto in maniera differente lungo l'arco alpino.

L'evoluzione dell'orogenesi alpina si può considerare che abbia avuto inizio nel Cretaceo medio (130 Ma) con la convergenza delle placche africana ed europea; la placca africana si separa da quella sud americana compiendo una rotazione in senso antiorario. Ciò ha provocato la spinta anche della placca Adria verso nord. Questa fase pre-collisionale ha inizio con la subduzione dell'oceano Ligure – Piemontese, compreso tra le placche Adria ed europea, al di sotto della placca europea (Figura 27).



Figura 27: Assetto tettonico dell'area mediterranea durante l'Oligocene

Con l'avanzamento progressivo verso nord della placca africana, e l'oceano Ligure – Piemontese definitivamente chiuso, i due continenti arrivano a collisione. Non tutte le rocce presenti tra i due continenti vanno in subduzione: parte di queste, rocce di fondo oceanico e sedimenti, vengono compresse tra i due margini in avvicinamento.

Le Alpi sono quindi il prodotto di questa lunga evoluzione: si trovano rocce che costituivano il basamento europeo prima della collisione, rocce che costituivano la litosfera oceanica che separava i due continenti, rocce derivanti dai sedimenti depositi sul fondo oceanico e le rocce che costituivano il continente africano. Queste quattro suddivisioni vengono utilizzate tutt'oggi per distinguere diverse origini e litologie su tutto l'arco alpino.

Molte di queste rocce hanno subito e registrato, in maniera diversa, ma talvolta profonda, un'intensa attività metamorfica, dovuta alle alte temperature e pressioni che si sono create durante tutto il processo. L'alterazione delle condizioni di temperatura e pressione ha un forte impatto sulle rocce, tale da modificarne la tessitura, reologia e composizione mineralogica.

Il regime geodinamico compressivo durante l'orogenesi ha avuto un ruolo importante anche dal punto di vista strutturale: pieghe, faglie e sovrascorrimenti sono infatti elementi caratteristici di tutta la catena alpina.

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Quindi, come già accennato, la catena alpina è suddivisa in quattro principali domini strutturali (figura 3.15): Elvetico, Pennidico, Austroalpino e Sudalpino. Tale suddivisione è basata sulle differenze di litologia e storia evolutiva delle rocce.

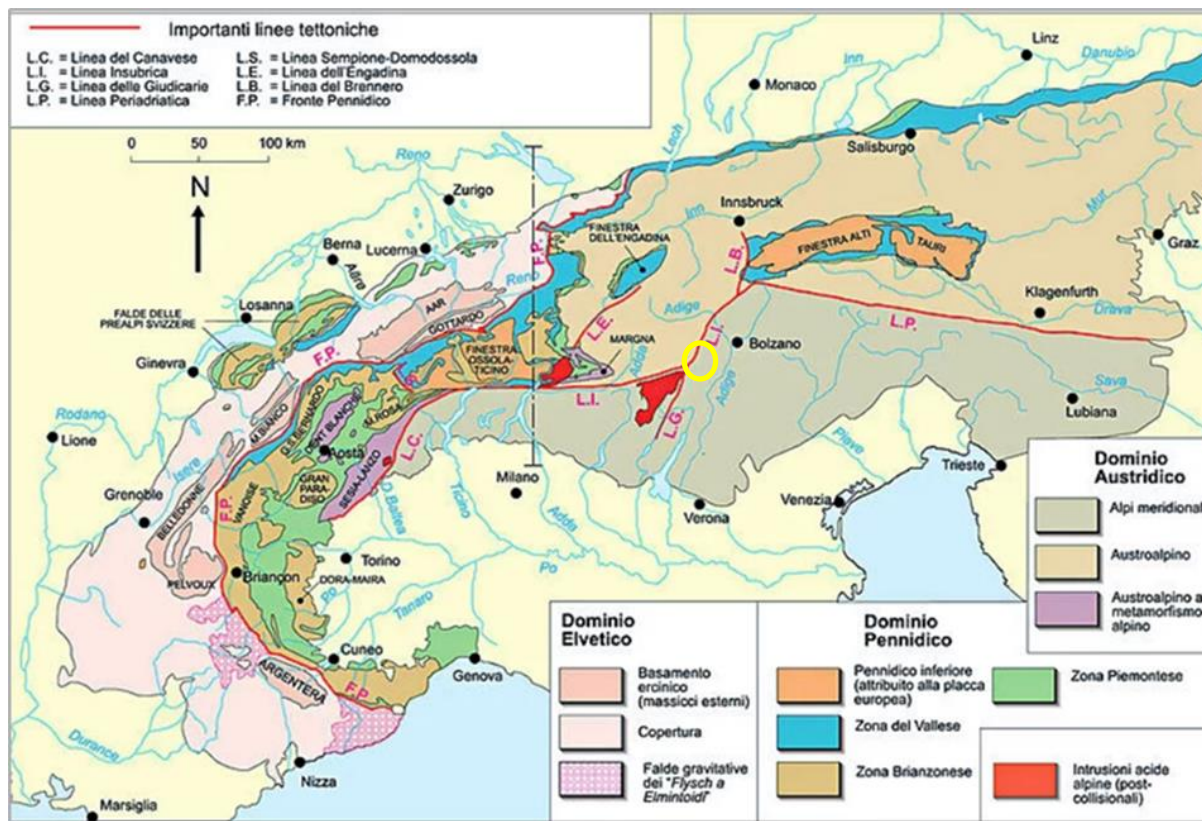


Figura 28: assetto strutturale della catena alpina (in giallo l'area di studio)



Il **dominio Elvetico** è costituito da un basamento cristallino europeo a cui sono associate coperture sedimentarie dal Carbonifero al Mesozoico. Questo dominio ha origine dal paleomargine continentale europeo che, precedentemente alla collisione delle placche Eurasia e Adria, si affacciava sull'oceano Tetide. I principali affioramenti si trovano nella parte più esterna delle Alpi, interessando soprattutto la zona più occidentale, dal massiccio cristallino dell'Argentera al San Gottardo.

Il **dominio Pennidico** è separato dall'Elvetico dal Fronte Pennidico ed è composto da unità oceaniche e continentali. Le unità oceaniche derivano dal paleo-oceano Tetide. Le unità continentali derivano da relitti del margine della placca Eurasiatica, che hanno subito un alto grado di metamorfismo durante la subduzione, e dal microcontinente Briançonnese. Anche questo dominio affiora principalmente nella zona occidentale delle Alpi, ed è visibile a est solo grazie alle finestre tettoniche dei Tauri e dell'Engadina.

Il **dominio Austroalpino** occupa una posizione strutturale superiore al Pennidico ed è costituito da rocce di origine continentale e da sedimenti, interessati da un'impronta metamorfica alpina associata alla subduzione e collisione. Affiora nella parte orientale delle Alpi, a partire dal bacino della Pannonia, e si estende alla zona più occidentale, dove termina con la Zona Sesia-Lanzo e Dent Blanche.

Il **Sudalpino**, delimitato a Nord dalla Linea Insubrica, è caratterizzato dalla vergenza verso sud delle sue unità. È costituito da un basamento metamorfico derivante da un lembo relitto della placca Adria e da una copertura sedimentaria da Carbonifero-Permiano al Cenozoico. Si estende dal Canavese alle Alpi Dinaridi.

La complessità del quadro geologico esposto concorre a delineare la varietà del territorio in esame in cui il paesaggio fisico è il risultato dell'interazione di diversi fattori, geologici, tettonici, geomorfologici e climatici, i quali nel corso del tempo hanno interessato il territorio in esame in maniera differente. Nello specifico, il territorio interessato dall'opera in progetto ricade nel settore meridionale del Trentino-Alto Adige, in corrispondenza del dominio Sudalpino, poco distante dalla città di Trento, da cui prende il nome il Plateau di Trento (Figura 31).

 <p>Terna Rete Italia TERN A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE "Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

4.2 Assetto geologico-strutturale

L'area oggetto di studio presenta terreni afferenti al dominio del Sudalpino; pertanto, fa parte di un segmento delle Alpi Meridionali.

Le Alpi Meridionali costituiscono l'unità strutturale con vergenza verso Sud (la retrocatena) del complesso alpino, e si estendono in senso est - ovest per circa 700 km dal Canavese fino al Bacino Pannonico e ha una larghezza variabile da meno di 50 a 150 km. Il Sudalpino rappresenta il margine passivo della catena alpina e il settore più settentrionale del margine continentale africano, ed è suddiviso in una parte occidentale, lombardo-piemontese, e in una orientale, veneto - friulana. Le Alpi Meridionali sono separate dalle Alpi Settentrionali (principale corpo della catena, con vergenza verso Nord) dalla Linea Insubrica, una faglia oligocenica a componente transpressiva destra orientata circa W-E, che rappresenta la sutura della collisione continentale, nonché il margine tra la placca europea e la placca adriatica, e che ha conferito una struttura ondulata alla catena alpina, spesso riattivando e tiltando le strutture ereditate dalla tettonica mesozoica (Doglioni, 1992).

Questo dominio mostra una deformazione di tipo fragile, con piani di faglia con una geometria a ventaglio embricato (Figura 29) e sono dominate da accavallamenti, con pronunciate anticlinali di rampa costituite da rocce provenienti dalla medesima area. Il fronte occidentale delle Alpi Meridionali è sepolto dai depositi costituenti la Pianura Padana, a causa dell'avanzamento verso Nord dell'avanfossa appenninica.

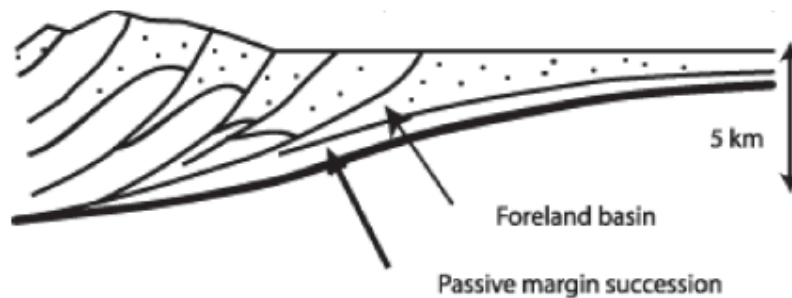


Figura 29: esempio schematico di faglie embricate caratteristiche delle unità tettoniche sudalpine

La catena delle Alpi meridionali presenta uno stile deformativo notevolmente differente da quello sviluppatosi nei domini alpini a nord della linea Insubrica. In questo tratto della catena infatti, i processi metamorfici, che nelle Alpi hanno prodotto una notevole trasformazione delle rocce, hanno avuto solo uno sviluppo iniziale, di basso grado, e solamente nelle porzioni strutturalmente più profonde.

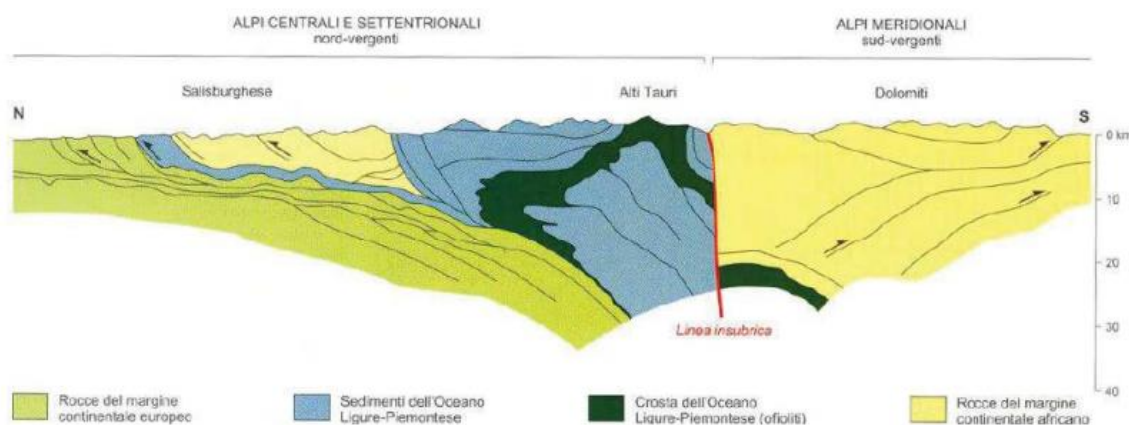


Figura 30: Sezione schematica attraverso le Alpi Meridionali, direzione N-S (Polino R., 1990)

Nel Mesozoico, le Alpi Meridionali rappresentano il margine continentale passivo meridionale della Tetide (o margine nord-occidentale della placca adriatica); tale margine fu soggetto a diverse fasi di tettonica estensionale (Doglioni, 1992; Bosellini et al., 2003; Masetti et al., 2012), legate ad un processo di rifting connesso all'apertura dell'Oceano Atlantico, che determinarono la sua frammentazione in strutture di tipo *horst* e *graben* delimitate da faglie orientate circa N-S, e la conseguente formazione di ambienti sedimentari profondamente differenti (Doglioni, 1992; Bertotti et al., 1993).

Analizzando un transetto orientato circa W-E delle Alpi Meridionali (Figura 31), si possono riconoscere i quattro principali domini paleogeografici creati dalla tettonica estensionale giurassica, sia affioranti che sepolte sotto la piana del Po: il Bacino Lombardo, con produzione di crosta oceanica a partire dal Giurassico Medio, la Piattaforma carbonatica di Trento, annegata nel Giurassico Inferiore ed evoluta in plateau pelagico con successioni condensate nel Giurassico Superiore, il Bacino di Belluno (nato anch'esso nel Giurassico Inferiore), ed infine la Piattaforma Friulana, attiva fino al Cretaceo (Winterer & Bosellini, 1981; Masetti et al., 2012).

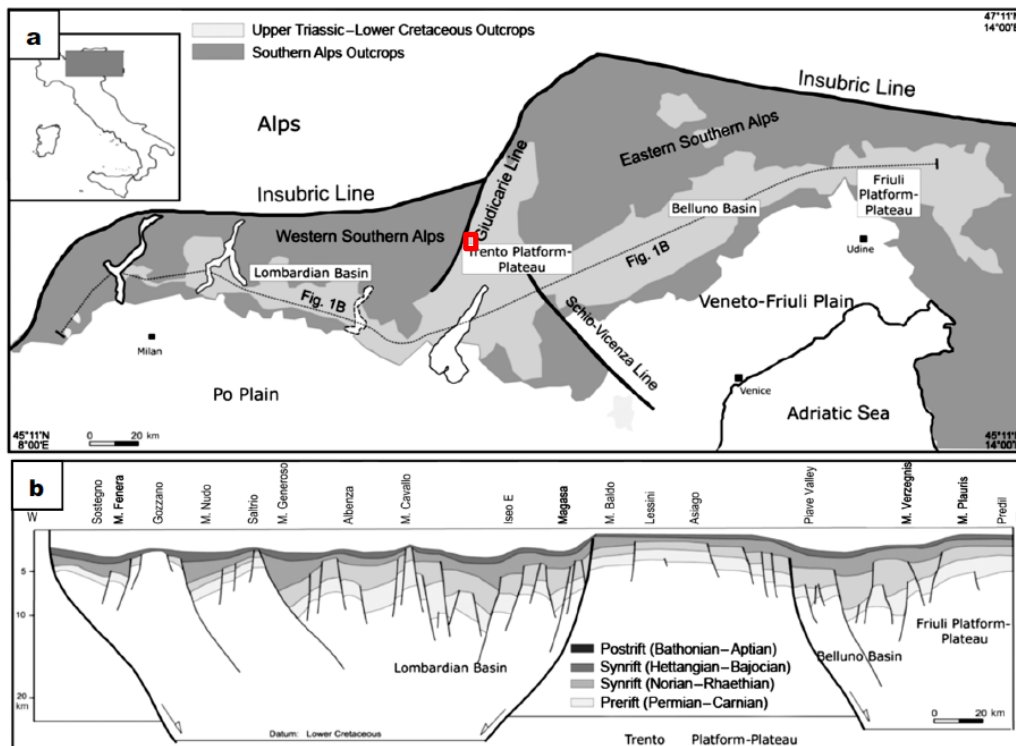




Figura 31: (a) Domini paleogeografici delle Alpi Meridionali nel Mesozoico. (b) Transetto W-E delle Alpi Meridionali che mette in evidenza la configurazione creata dalla tettonica estensionale mesozoica (da Masetti et al., 2012)

L'orogenesi ercinica culminata nel Carbonifero superiore (Pennsylvaniano) ha lasciato, come in molte altre regioni mediterranee, un marchio indelebile nelle successioni paleozoiche dell'area sudalpina, come testimoniato dal basamento e dagli imponenti depositi vulcanici che coprono l'intero settore, compresa la Valle dell'Adige (Winterer & Bosellini, 1981).

La successione sudalpina tra il Carbonifero Superiore e il Permiano, prevalentemente di ambiente continentale, può essere suddivisa in due cicli, nettamente separati da una *unconformity* regionale rappresentata da una superficie erosiva e paleosuoli, che segnano un gap cronostratigrafico di circa 10-20 milioni di anni intorno ai 265 Ma, nel Permiano Medio (Cassinis et al., 2012).

Il primo ciclo, tra il Carbonifero sommitale e il Permiano inferiore, è rappresentato da depositi fluvio-lacustri e vulcanici (ignimbratici e vulcanoclastici) a composizione calcocalina da acida a intermedia (Santantonio & Carminati, 2011), che evidenziano la presenza di bacini di forma allungata ad alta subsidenza probabilmente testimoni di un'attività tettonica transtensiva, derivante dalla trasformazione del margine collisionale tra Laurasia e Gondwana in un margine trasforme destro con movimento tangenziale, ipotizzato a partire da studi di paleomagnetismo (Cassinis et al., 2012).

A cavallo tra Permiano Medio e Permiano Superiore, in un contesto geodinamico che vede il Sudalpino coinvolto nella tettonica estensionale legata all'apertura della Neotetide, con la conseguente ingressione marina che procede verso le aree occidentali (Cassinis et al., 2012), i profondi processi erosivi in atto da parte degli agenti esogeni sugli alti del basamento varisco portano alla deposizione in bacino di ingenti quantità di sedimento silicoclastico, che oggi costituiscono le formazioni del Verrucano Lombardo (Permiano Superiore) nel Sudalpino occidentale e delle Arenarie della Val Gardena (Permiano Superiore) nel Sudalpino orientale, il cui spessore, legato alla tettonica sinsedimentaria, aumenta generalmente verso Est. (Massari et al., 1988; Kustatscher et al., 2017).

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE <i>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</i>	
Codifica Elaborato Terna: <p style="text-align: center;">RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	Codifica Elaborato <Fornitore>: <p style="text-align: center;">RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

Lateralmente e verticalmente il Verrucano Lombardo e le Arenarie della Val Gardena vengono parzialmente rimpiazzate da depositi evaporitici (Avanzini et al., 2001b) e il fenomeno di trasgressione marina è confermato dai depositi di acqua bassa della Formazione a Bellerophon, che rappresenta la prima ingressione della Paleotetide nella regione (Bernardi et al. 2017a) e dai depositi terrigeni-carbonatici della successiva Formazione di Werfen, rappresentanti ambienti di acqua bassa e lagunari.

Alla base della Formazione di Werfen viene solitamente collocato il limite Permiano-Triassico (Gaetani, 2010), intervallo temporale caratterizzato dalla crisi e dalla ripresa della biosfera (Cirilli et al., 1998) a cavallo della più grande estinzione di massa della storia (EPME = *End Permian Mass Extinction*), in cui si estinse oltre il 90% delle specie viventi, probabilmente in seguito a sconvolgimenti climatico-ambientali quali l'acidificazione degli oceani, l'eruzione e la messa in posto di grandi plateaux vulcanici come i Siberian Trapps, anche se recenti studi evidenziano come la EPME possa essere stato il risultato dell'azione di differenti fattori a lungo termine (come il crescente inaridimento, legato alla imponente diradazione delle coperture boschive ed al crescente livello di erosione) e breve termine (come il veloce riscaldamento globale, gli incendi, le piogge acide e la rottura dello strato di ozono alle alte latitudini, fattori legati alle eruzioni dei Siberian Trapps), che ebbero una diversa ma ugualmente devastante influenza sugli ambienti continentali e marini.

Alla tettonica sin-sedimentaria di strike-slip permiana, nel Triassico Inferiore seguì una fase di relativa quiescenza tettonica, quasi del tutto priva di fenomeni di subsidenza.

I depositi vulcanici e vulcanoclastici, provenienti da un edificio vulcanico oggi smembrato e ipotizzato nell'area Marmolada-Monzoni, riempiono i bacini insieme a olistoliti e megabrecce, mentre le piattaforme emerse sono soggette a profondi processi erosivi e a numerose frane e smottamenti di grande estensione, con i sedimenti carbonatici che, insieme alle vulcaniti, danno luogo a enormi accumuli di materiale eterogeneo ed eterometrico (Santantonio & Carminati, 2011).

Nel Carnico, a cavallo tra 234 e 232 Ma, si verifica un importante cambiamento che segnerà per sempre il pianeta, quantomeno per ciò che riguarda la biosfera. Il clima, fino ad allora prevalentemente arido, viene "sconvolto" da un importante evento umido a livello globale, che nelle Dolomiti registra almeno quattro pulsazioni umido-arido nell'arco di un milione di anni: è l'Episodio Pluviale del Carnico (CPE = *Carnian Pluvial Episode*).

A partire dal Giurassico Inferiore, si registra una nuova importante attività tettonica, stavolta legata allo stretching della crosta che si evolverà nel rifting continentale (iniziato nel Pliensbachiano e culminato nel Toarciano) da cui nascerà l'Oceano Ligure-Piemontese (Giurassico Medio); l'assottigliamento crostale interessa la regione in modo differenziale, nel tardo Hettangiano nell'area orientale e nel tardo Pliensbachiano-Toarciano nell'area occidentale (Winterer & Bosellini, 1981; Berra & Carminati, 2010).

SCHEMA TETTONICO DI INQUADRAMENTO

Scala 1:600.000

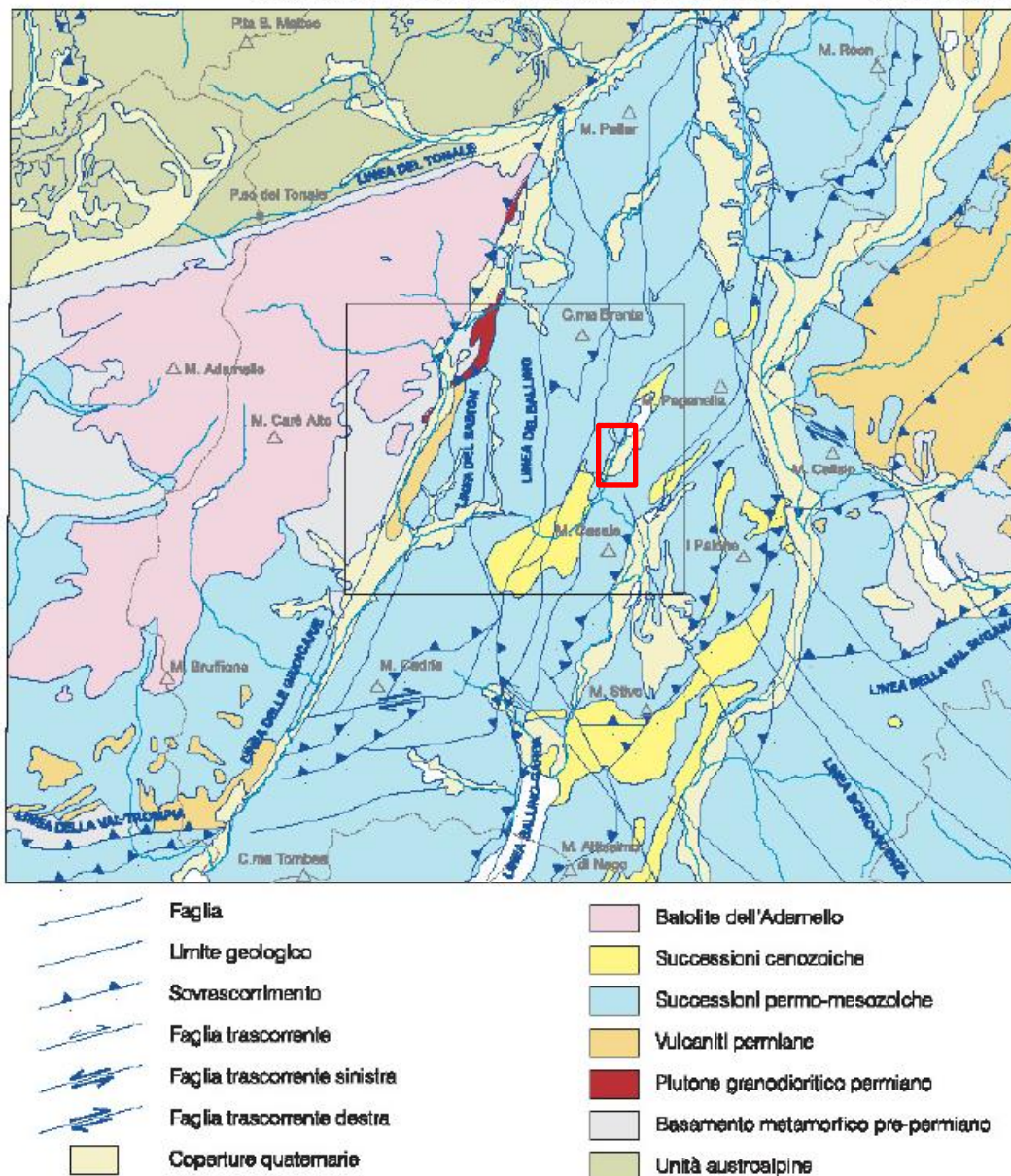


Figura 32: Schema strutturale di un settore delle Alpi Meridionali / Dolomiti Occidentali (da Foglio 59 – Tione di Trento - CARG, nel riquadro rosso l'area d'intervento).

Concludendo, l'aspetto stratigrafico-strutturale d'area vasta del territorio in esame, che ricade nel foglio "59- Tione di Trento" del Progetto CARG dell'ISPRA, si può sintetizzare come segue, procedendo da ovest a est (Figura 32):

- **Cintura delle Giudicarie-Val Trompia.** È rappresentata dall'esteso fascio arcuato di strutture che si sviluppano attorno al massiccio dell'Adamello dove il *thrust belt* del sistema delle Giudicarie (con orientamenti NNE-SSO e NE-SO) si congiunge al sistema della Val Trompia (ENE-OSO ed E-O) che, con il medesimo orientamento, si propaga verso S anche nel sottosuolo della Pianura Padana del Bresciano e Mantovano. Va osservato che gli allineamenti NNE-SSO del sistema delle Giudicarie interrompono, per vasta estensione, il prevalente andamento strutturale E-O del Sudalpino con sensibili raccorciamenti delle coperture e, talora, con assetti di notevole complessità (Laubscher, 1990; Castellarin *et alii*, 1992).

Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254	Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254	Rev. 00
---	---------	---	---------

- **Massiccio dell'Adamello e zone circostanti.** Occupa un settore a nord-ovest dell'area di studio, tra la linea delle Giudicarie S e quella della Val Trompia che è dominato dall'intrusione composita dell'Adamello datata tra 42 Ma (a sud-ovest) e 29 Ma (a nordest). Questo settore è di particolare interesse in quanto occupato anche da rocce del basamento cristallino e sue coperture permo-triassiche che risultano intensamente deformate da pieghe e accavallamenti del sistema pre-Adamello troncati in discordanza dalle intrusioni di questo plutone (Brack, 1985). Il sistema strutturale pre-Adamello costituisce la continuazione verso est del nucleo strutturale delle Orobie-Presolana-Grigne che è stato attribuito agli eventi eoalpini (Cretaceo superiore) (Doglioni & Bosellini, 1987).
- **Dolomiti occidentali – M.ti Lessini.** In questa area, a E del Fiume Adige, l'evoluzione tettonica e magmatica post-ercinica, tardo-paleozoica, mesozoica e cenozoica è stata intensamente condizionata dalle imponenti manifestazioni magmatiche intrusive ed effusive del Permiano inferiore e quelle, di minore estensione e volumi, del Triassico medio che, in gran parte, risultano sovrapposte alle prime nelle Dolomiti occidentali. Tali manifestazioni sono spiegabili come espressione della tettonica disgiuntiva embrionale, probabilmente connessa allo smembramento iniziale della Pangea. Esse preannunciano con molto anticipo il *rifting* continentale norico-liassico, vero e proprio, della Tetide alpina. Un contributo non trascurabile è stato anche quello determinato dalle manifestazioni vulcaniche del Paleogene (basalti e loro differenziati) che hanno interessato il Veneto sud-occidentale (M.ti Lessini, Euganei) estendendosi anche al Trentino sud-occidentale (zone ad E del Fiume Sarca).

In tale settore, tutte queste manifestazioni magmatiche contribuiscono a creare un vasto nucleo di crosta superiore sudalpina assai più rigido di quelli circostanti, intensificando la resistenza alle deformazioni tettoniche post-magmatiche di questo comparto (Castellarin & Vai, 1986).

Per quanto riguarda la cintura strutturale delle Giudicarie essa rappresenta una parziale eredità del *rifting* norico-liassico. Essa è infatti l'espressione dell'inversione strutturale compressiva neogenica, in buona parte realizzata per inversione delle associazioni estensionali antecedenti. L'origine della cintura è stata anche condizionata dalla distribuzione dei blocchi a crosta superiore più rigida: ad E quello delle Dolomiti e Monti Lessini; ad O la relativa maggiore rigidità nella crosta superiore è stata causata dalle intrusioni paleogeniche del batolite composito dell'Adamello-Presanella. Pertanto, dalla fine del Paleogene in poi, nella fascia arcuata delle Giudicarie e della Val Trompia si sono create le condizioni favorevoli alle deformazioni e ai raccordi che si sono realizzati tra questi blocchi cristallini più rigidi, o ai loro bordi, ad opera degli eventi compressivi polifasici, non coassiali, neo-Alpini.

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

5 ASSETTO GEOLOGICO LOCALE

L'assetto litostratigrafico e strutturale dell'area di pertinenza del progetto è stato ricostruito attraverso un rilevamento geologico che è stato integrato con le informazioni ottenute dalla fotointerpretazione e dalle fonti bibliografiche disponibili.

In riferimento alla cartografia geologica dell'ISPRA – Servizio Geologico d'Italia, l'area d'intervento ricade all'interno del Foglio 59 – Tione di Trento della "Carta Geologica d'Italia" in scala 1:50000 (Figura 33).

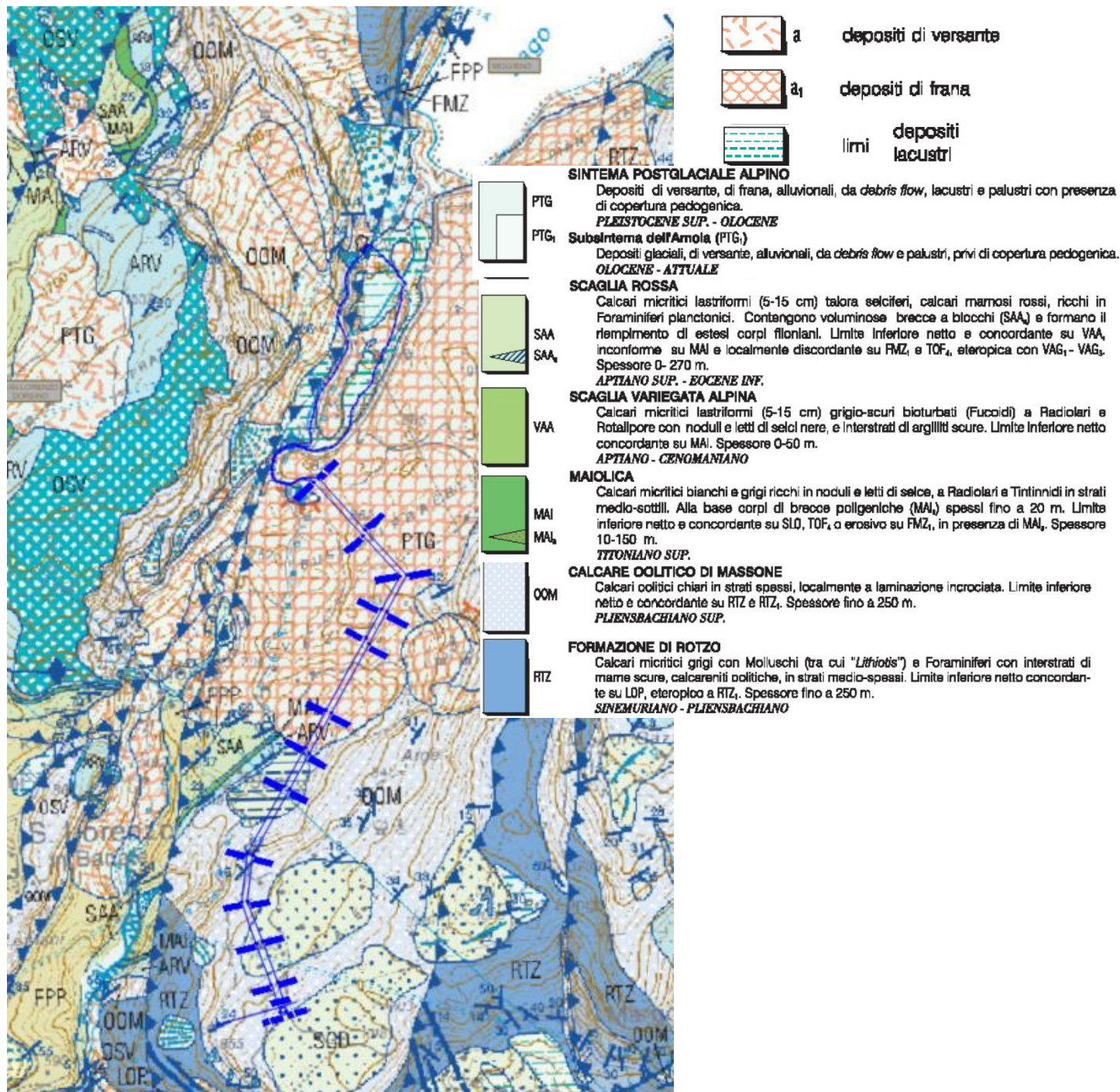


Figura 33: Stralcio del Foglio 59 – Tione di Trento della "Carta Geologica d'Italia" in scala 1:50000.

Il rilevamento geologico di dettaglio eseguito tramite analisi e rilievi di campo ha confermato quanto indicato negli elaborati cartografici ufficiali e disponibili in letteratura, e ha permesso di distinguere a cartografare differenti unità geologiche, relative sia a unità rocciose di substrato sia a coperture neogenico-quadernarie.

Come già evidenziato, l'area in esame ricade nel contesto geologico della Piattaforma di Trento. La Piattaforma di Trento si estende su una vasta area delle Alpi Meridionali, affiorante a cavallo tra Verona, Bolzano e Cortina d'Ampezzo, anche se i dati provenienti dai pozzi Agip del sottosuolo padano confermano una prosecuzione continua verso Sud (Masetti et al., 1998). Questa importante unità paleogeografica del Sudalpino, dominata nel Triassico da una sedimentazione di tipo epicontinentale, a partire dal Giurassico Inferiore si trasformò in piattaforma carbonatica di mare poco profondo, caratterizzata da facies peritidali, subtidali e oolitiche: venne infatti coinvolta nell'intensa fase tettonica estensionale, associata alla fratturazione di Pangea e all'apertura dell'Oceano Atlantico settentrionale e dell'Oceano Ligure-Piemontese, che sconvolse la configurazione del Sudalpino, creando strutture horst e graben a larga scala.

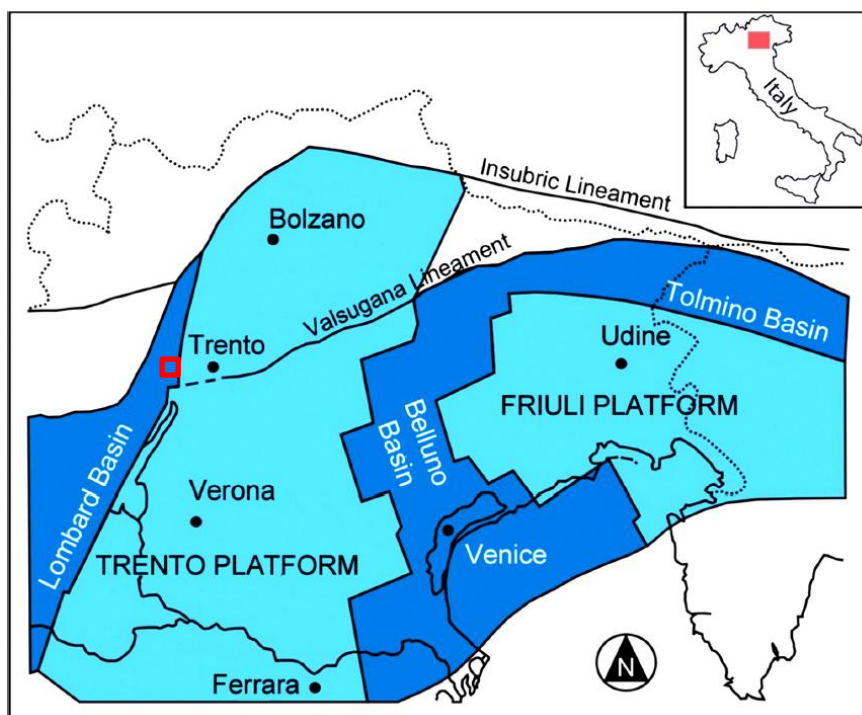


Figura 34: Piattaforma di Trento (il riquadro rosso rappresenta l'area d'intervento).

In questo contesto, la Piattaforma di Trento assunse la configurazione di alto strutturale (Figura 34), ampio 60-70 km, del settore orientale del margine continentale passivo, confinante ad Est, all'altezza della valle del Piave e del Monte Grappa, col Bacino di Belluno, e a Ovest col Bacino Lombardo attraverso la Linea o scarpata tettonica Ballino- Garda, una importante trascorrente sinistra orientata circa N-S estesa dalle colline della sponda occidentale del Lago di Garda alla Linea del Tonale e facente parte del sistema delle Giudicarie (Bosellini, 1973; Masetti et al., 1998; Doglioni & Carminati, 2008; Berra et al., 2009; Masetti et al., 2012). La configurazione areale attuale della Piattaforma di Trento (Figura 34) venne raggiunta durante il Giurassico inferiore, con l'annegamento delle piattaforme carbonatiche lombarde (Piattaforma della Corna) e la migrazione verso Est, fino all'attuale Lago di Garda, del Bacino Lombardo (Masetti et al., 1998).

Le formazioni affioranti nell'area d'interesse progettuale sono riconducibili soprattutto alle successioni continentali plio-quadernarie e alle successioni sedimentarie permo-cenozoiche.

La morfologia articolata dell'area riflette un'evoluzione pleistocenica molto complessa, nella quale il glacialismo risulta il fenomeno che più ha contribuito alla genesi e deposizione dei sedimenti continentali plio-quadernari. Nella letteratura geologica recente i depositi continentali presenti nell'area di studio sono stati cartografati come unità a limiti inconformi. In ogni unità sono state indicate le sole caratteristiche litologiche ed in particolare le variazioni di tessitura dei depositi sciolti (depositi alluvionali, lacustri, di contatto glaciale, etc.). In ogni unità di questo tipo sono state distinte unità litostratigrafiche, sulla base delle differenti caratteristiche di facies dei depositi cementati e sciolti (quali i depositi alluvionali, lacustri e di contatto glaciale, i.e. fluvioglaciale Auctt.).

Tabella 5: Quadro delle unità continentali quaternarie affioranti nell'area di studio

	UNITÀ CLIMATICHE	NOME FORMALE	ATTRIBUTI GENERALI	SIGLA	AUTORI PRECEDENTI
Attuale-Olocene	P.E.G. – Attuale	Subsistema dell'Amola	Depositi della P.E.G. ed altri ad essi correlati	PTG ₁	Depositi olocenici
Olocene – Pleistocene sup.	Postglaciale – Tardiglaciale superiore	Sintema Postglaciale Alpino	Depositi lacustri, alluvionali e gravitativi	PTG	Depositi olocenici
Pleistocene sup	Tardiglaciale superiore	Subsistema di Bondo	Depositi glaciali di circo e altri ad essi correlati	SGD ₂	Fasi stadiali tardiglaciali (Egesen, Daun, Gscgnitz)
Pleistocene sup	Tardiglaciale superiore	Subsistema di Malè	Depositi glaciali vallivi e lacustri singlaciali	SGD ₁	Ultime fasi dell'U.M.G. (Buhl, Steinach)
Pleistocene sup	Tardiglaciale inferiore Pleniglaciale	Sintema del Garda	Depositi flaciali ed altri ad essi correlati	SGD	U.M.G., Wurm III
Pleistocene - ?Pliocene	Pre ultimo massimo glaciale	Supersintema del M. Spinale	Tutte le unità più antiche dell'ultima massima espansione glaciale (U.M.G)	MS	Depositi pre-Wurmiani

Oltre l'età delle singole unità stratigrafiche, vengono indicate anche le caratteristiche principali dei depositi che le costituiscono e la denominazione utilizzata in letteratura dagli Autori precedenti

Per quanto concerne, invece, la **stratigrafia delle successioni sedimentarie e vulcaniche Permo-Cenozoiche**, l'area vasta d'interesse progettuale presenta una stratigrafia di transizione tra il dominio della Piattaforma Veneta e quello del Bacino Lombardo che si è esplicitata sotto il controllo dell'intensa attività tettonica sinsedimentaria tardo-paleozoica e mesozoica. Il controllo tettonico per faglie dirette ad alto angolo inizia con il Permiano durante le manifestazioni precoci del *Rifting* susseguente agli eventi finali dell'Orogenesi ercinica (Dal Piaz, 1993). Nelle zone di studio, il *Rifting* prosegue nel Mesozoico, secondo stili assai tipici, soprattutto durante l'evoluzione del Norico-Liassico e, principalmente, ad opera dell'attività della scarpata tettonica Ballino-Garda.

Nello specifico, nell'area dell'intervento sono state individuate le Unità dei Calcarei Grigi e le Unità in Facies Veneta dell'Alto Trentino, le Unità di Bacino del Bajociano-Cretacico Inferiore e le Unità di Bacino dell'Eocene Inferiore-Oligocene.

5.1 Assetto litostratigrafico

In questo paragrafo vengono esaminati i caratteri litologici, stratigrafici e giaciture dei terreni affioranti nei settori di territorio di interesse progettuale. Nel dettaglio, nella tavola **DUCR20022B2456056 – “Carta Geologica”** sono state individuate e cartografate diverse unità geologiche, di seguito descritte in senso stratigrafico dal basso verso l'alto.

Si sottolinea che, in accordo con i criteri definiti dal Servizio Geologico, per la caratterizzazione delle successioni sedimentarie ci si è avvalsi del criterio litostratigrafico attraverso la suddivisione dei terreni in unità litostratigrafiche, le formazioni, e ove possibile, nelle relative litofacies e/o membri.

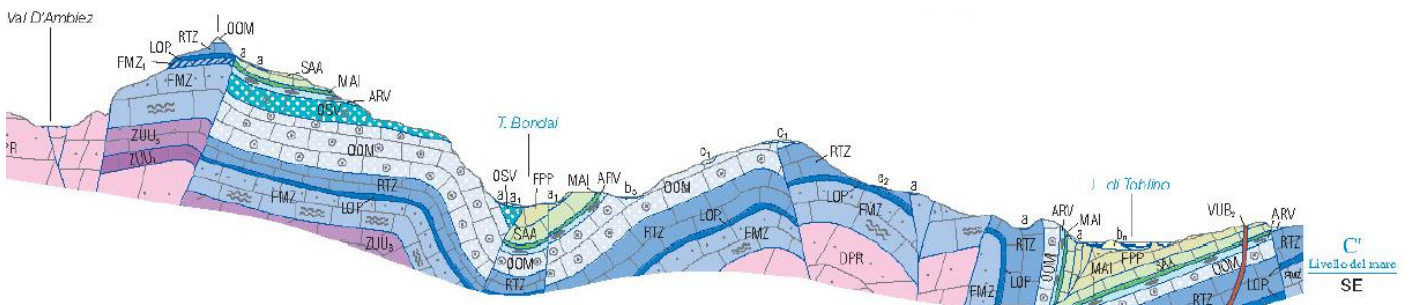




Figura 35: Sezione geologica NO-SE dell'area di studio (Foglio 59 – Tione di Trento. Carta Geologica d'Italia - scala 1:50000

 <p>T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE</p> <p>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna:</p> <p style="text-align: center;">RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>:</p> <p style="text-align: center;">RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

5.1.1 Successioni Plio-Quaternarie

5.1.1.1 Sintema Postglaciale Alpino (PTG)

Si tratta di una unità che comprende i depositi formati nelle valli ormai deglaciate, in condizioni morfologiche simili a quelle attuali. I limiti basali sono dati dalla sovrapposizione al substrato roccioso o, più spesso, a quello delle unità precedenti. Il limite superiore, nella maggioranza dei casi, corrisponde con la superficie topografica, caratterizzata dalla costante presenza di un orizzonte pedogenizzato anche di esiguo spessore. Data la variabilità di quote e storie glaciali che caratterizza le diverse valli presenti nel Foglio, i corpi sedimentari di questo sintema, che abbraccia parte del Tardiglaciale e l'Olocene (Tabella 5), sono sicuramente diacroni: si ipotizza una età sempre più giovane al crescere delle quote degli stessi. Le facies riconosciute nell'area di intervento sono qui di seguito descritte.

Depositi lacustri: Limi argillosi e limi carbonatici, laminati, di colore grigio o biancastro. Ricoprono in discordanza il substrato pre-pleistocenico e sono limitati a tetto dalla superficie topografica, con presenza di orizzonti pedogenizzati, o più frequentemente da depositi grossolani della facies dei depositi alluvionali o da depositi di frana. Affiorano limitatamente nella bassa Val del Sarca, ove sono diffusi anche nel sottosuolo al di sotto dei depositi alluvionali e di frana, o intercalati a questi ultimi.

Età: Pleistocene sup.-Olocene.

5.1.1.2 Subsintema dell'Amola (PTG1)

Unità di rango gerarchico inferiore alla precedente che comprende sedimenti di recente deposizione caratterizzati nel loro insieme dalla assenza di suolo al tetto.

Età: Olocene-Attuale.

5.1.1.3 Sintema del Garda (SGD)

Vengono descritti in questo Sintema i depositi glaciali s.l. associati all'ultima massima espansione glaciale (last glacial maximum, LGM, con picco intorno ai 18.000 anni B.P., Tabella 5). Questi sono presenti nel settore meridionale dell'area d'interesse progettuale, ove evidentemente sono rimasti preservati dalle successive vicende erosivo-deposizionali. Le facies riconosciute nell'area d'intervento sono qui di seguito descritte.

Depositi di contatto glaciale: Depositi a volte terrazzati spesso contigui a depositi glaciali di ablazione. Presentano litotipi a granulometria eterogenea, come alluvioni grossolane in matrice sabbiosa, ben addensate e con buona stratificazione alimentate dai corsi d'acqua locali. Oppure possono essere costituiti da un diamicton con matrice limosa bianca normal consolidata e clasti prevalentemente di origine locale. Questo diamicton è a volte interstratificato con depositi limoso-sabbiosi mediamente stratificati. A quote più basse troviamo abbondanti sabbie e ghiaie a stratificazione tra il 20% e il 40% costituite da clasti carbonatici in matrice limosa. Ricoprono il substrato roccioso pre-Pleistocenico, localmente anche depositi glaciali del Sintema del Garda.

Il diamicton della conca del Bleggio è interpretabile come una morena abbandonata in acqua (*waterlain till*), proveniente dallo smantellamento di argini circostanti. La stretta connessione genetica con i depositi di ablazione alle quote raggiunte dal ghiacciaio durante l'ultima espansione glaciale permettono di ascrivere questi depositi al sintema del Garda



Età: Pleistocene superiore.

5.1.2 Successioni Vulcano-Sedimentarie Permo-Cenozoiche

5.1.2.1 Il Gruppo dei Calcari Grigi, e le Unità in Facies Veneta dell'"Alto di Trento" (Retico – Lias)

Il Gruppo dei Calcari Grigi, eteropico ai membri del Torrente Duina e di Malga Tenera della formazione del Tofino e della formazione di Val D'Oro, costituisce un'unità sintettonica di piattaforma carbonatica tra le più classiche del Lias sudalpino che si è sviluppata sotto il controllo della tettonica estensionale del *rifting* norico-liassico. In base ai caratteri litologici, alle associazioni di facies e alle reciproche relazioni geometriche delle successioni interne al Gruppo sono state distinte quattro formazioni. Queste unità corrispondono ai membri che erano già stati introdotti e utilizzati in precedenza. Le tipiche associazioni liassiche di piattaforma carbonatica di tipo bahamiano sono chiuse alla loro sommità dal **calcare oolitico di S.Vigilio** che precede il definitivo affondamento della piattaforma in zone più profonde, in gran parte afotiche, testimoniate dai calcari sovrastanti del **Rosso Ammonitico Veronese** e della Maiolica.

CALCARE OOLITICO DI LOPPIO (LOP)

 <p>T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE</p> <p>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

È costituita da una monotona successione di calcari oolitici grossolani in prevalenza a cemento spatico (*grainstone*) e di colorazione bianchiccia o grigiochiara, con granuli formati in prevalenza da ooidi e botroidi e in parte anche da intraclasti e bioclasti. Contengono rari intervalli (cm, dm) di micriti scure a spicole di spugne e rarissimi belemnoidi. Sono accumuli per lo più mal stratificati o in spesse bancate da metriche fino a decametriche, talora a stratificazione e laminazione incrociata. L'unità ha uno spessore variabile da poche decine di metri fino ad oltre 200 m (settore a ovest della Vedretta dei Camosci). L'unità è talora difficile da separare all'interno delle successioni del margine della piattaforma a prevalente composizione oolitica-intraclastica.

Età: Sinemuriano.

FORMAZIONE DI ROTZO (RTZ)

È l'unità più rappresentativa della parte superiore del Gruppo dei Calcari Grigi. Essa risulta internamente organizzata in sequenze di tipo trasgressivo (*thickening up*), di spessore variabile (da sub-metriche a metriche e raramente decametriche), generatesi in ambiente subtidale. Straterelli e lamine di micriti brune, intraclastiche (*packstone*, *wackestone*) e di marne grigioverdi o scure, sono alternate a calcari micritici in straterelli e strati via via più spessi. Talora sono presenti livelli carboniosi a piante; la sommità di questo ciclo di riferimento è spesso caratterizzata da grossi strati e bancate metriche ricche di gusci di bivalvi (strati a *Lithiotis*) con esemplari che raggiungono dimensioni fino a 20-25 cm. Si tratta di associazioni di Lamellibranchi di vari generi (*Lithiotis*, *Lithioperna*, *Cochlearites* e *Gervilleioperna*) (BROGLIO LORIGA, 1996). Biocalcareni ruditiche, calcari oolitico-intraclasticobioclastici in strati e banchi superiori al metro, sono spesso intercalati nella successione all'interno di questi cicli tidali, come propagazione delle barre mobili bioclastico-oolitiche (*spill-over*) entro le zone adiacenti orientali della piattaforma, registrando anche episodi di elevata energia (strati di tempesta). Gli spessori sono variabili da 120 a più di 250 metri. L'ambiente deposizionale, pur rimanendo nell'ambito della sedimentazione subtidale, è abbastanza vario, generalmente riconducibile ad un settore di piattaforma carbonatica più interna e protetta.

La Formazione di Rotzo affiora con i caratteri tipici nei rilievi circostanti il Lago di Toblino e S. Massenza, sulle pendici del M. Casale e del M. Gazza con spessori fino ad oltre 200 m. Sulle pendici O del M. Casale, lungo la Statale 237, sovrapposto in concordanza al calcare oolitico di Loppio, è presente un intervallo di 170 m di calcareniti fangose (*wackestone*) con livelli a "*Lithiotis*": ovunque sono abbondanti faune a macro- e microforaminiferi imperforati del Lias medio, cui si associano alghe incrostanti e Dasycladacee (Castellarin, 1972).

Età: Sinemuriano-Pliensbachiano.

FORMAZIONE CALCARE OOLITICO DI MASSONE (OOM)

È costituito da una successione, in spessi strati e banchi generalmente metrici, di calcari oolitici a cemento spatitico (*grainstone*) di colorazione grigio-chiara fino a bianca talora con stratificazione o laminazione incrociata. Le ooliti, oncoidi e botroidi, sono generalmente predominanti rispetto ai bioclasti e spesso esclusive. Le ooliti dell'unità si differenziano chiaramente rispetto a quelle del calcare oolitico di S. Vigilio in base alla struttura concentrica con diffusa micritizzazione dei cortici e alle dimensioni maggiori dei granuli. Gli spessori sono generalmente intorno ai 110 m (rilievi attorno al lago di Toblino e S. Massenza).

Nell'are di studio, la successione presenta spessori molto maggiori che raggiungono almeno 250 m, desumibili dalle sezioni geologiche attraverso Cima Ghez-Dos delle Saette. Qui, il limite inferiore con il calcare di Rotzo non è stato osservato direttamente, perché posto in parete. Da lontano appare contraddistinto da una variazione piuttosto brusca nella stratificazione, che da sottile e ben distinta diviene spessa (da uno a più metri) e mal definita.

In Val Bondai affiora una successione riferibile a questa unità composta da calcari oolitici e pisolitici con cemento di spatite limpida, massicci o in potenti bancate con resti fossili scarsamente significativi. Ad essi posso seguire biocalcareni grigio-chiare a grana sottile con rare ooliti superficiali e con cemento di spatite limpida, appartenenti alla parte più alta del Lias medio oppure, più probabilmente, alla base del Lias superiore.

Età: Pliensbachiano superiore.



Figura 36: Formazione del Calcare oolitico di Massone (OOM)

CALCARE OOLITICO DI S. VIGILIO (OSV)

Si ritiene che il calcare oolitico di S. Vigilio, caratterizzato da bio- e litofacies di piattaforma carbonatica, debba essere descritto di seguito alle unità del Gruppo dei Calcari Grigi, anche se non compreso all'interno di tale Gruppo. La principale differenza, rispetto alle unità dei Calcari Grigi sottostanti va riferita al basso ritmo di subsidenza del calcare oolitico di S. Vigilio, fatto che giustifica i modesti, talora modestissimi spessori dell'unità se rapportati all'intervallo cronologico che essa comprende. La successione di questa unità è formata da una alternanza di calcari oolitici a Crinoidi ed encriniti oolitiche, giallastre, grigie e brune verso l'alto, talora seguite da encriniti rosse.

Le ooliti sono caratterizzate da una tipica struttura radiale a volte interrotta da fini cortici micritici concentrici. Frequenti sono la laminazione e la stratificazione incrociata. L'unità presenta spessori variabili, mediamente compresi tra la decina e la trentina di metri: sono di 25-30 m al M. Soran (zona di Molveno). Essi si riducono a circa 10 m nelle vicinanze di S. Lorenzo in Banale. L'unità è segnata al suo apice da croste polimetalliche di *hard grounds* feriferi, fosfatici e magnesiferi (2-5 cm) che separano questa formazione dal sovrastante Rosso Ammonitico veronese.

Età: Toarciano-Aaleniano inferiore.



Figura 37: piega anticlinale nel Calcarea oolitico di Massone (OOM) che passa verso l'alto al Calcarea oolitico di S. Vigilio (OSV)

5.1.2.2 Unità di bacino del Bajociano-Cretacico inferiore

ROSSO AMMONITICO VERONESE (ARV)

La formazione è tripartita nei seguenti principali intervalli (Castellarin, 1972): alla base, calcari micritici a lamellibranchi pelagici (tipo *Bositra*) e Protoglobigerine, mal stratificati e a struttura nodulare di colore generalmente rosato e rosso e talora giallastro e di spessore metrico (1,5-2 m, fino a 4-5 m); questo intervallo (Bajociano-Bathoniano) è separato dalle unità dell'Aaleniano inferiore sottostanti (calcarea oolitico di S. Vigilio), da un orizzonte di *hard ground* decimetrico, con noduli (3-8 cm) in prevalenza ferriferi. Seguono calcari micritici rosa selciferi lastriformi, fittamente stratificati (2-10 cm), con selci rosse, in noduli e letti generalmente ad Aptici; nella parte sommitale sono presenti livelli centimetrici di piroclastiti fortemente alterate (argille smectitiche). Gli spessori massimi, tra i 3-5 m, sono spesso assai più ridotti fino alla completa scomparsa di tutto questo intervallo, la cui età è attribuita al Calloviano-Oxfordiano. La parte superiore (Kimmeridgiano-Titoniano) è costituita da calcari rossi ad Ammoniti con la tipica struttura nodulare all'interno di una successione generalmente mal stratificata che mediamente non supera la decina di metri di spessore. Età: Bajociano sup.-Titoniano.



MAIOLICA (MAI)

Si tratta di calcari micritici bianchi, lastriformi, con liste e noduli di selce, che passano a calcari grigio-scuri, selciferi e fittamente laminati. Lo spessore dell'unità è variabile da circa 90 m a maggiore di 150 metri. La Maiolica poggia sul Selcifero Lombardo, ma talora anche direttamente sulla formazione del Tofino.

Età: Titoniano sup.- Barremiano

SCAGLIA VARIEGATA ALPINA (VAA)

È formata da calcari micritici grigi, biancastri e verdi a radiolari e foraminiferi, ben stratificati in strati sottili (5-15 cm) e a volte con liste e noduli di selci nere. L'intervallo inferiore "a fucoidi" della scaglia variegata alpina è costituito da calcari lastriformi grigio scuri con interstyrati di argilliti nerastre. A questo intervallo seguono seguono calcari lastriformi chiari

 T E R N A G R O U P	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE "Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".	
Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254	Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254	Rev. 00

fino a bianchi con intercalazioni di argilliti scure. Tale formazione ha spessori molto variabili e da pochi metri può raggiungere spessori fino a 40-50 metri circa nei settori ad ovest dell'area di studio.

Età: Aptiano – Cenomaniano.

SCAGLIA Rossa (SAA)

È costituita da una successione di calcari micritici da rosati a rossi, a foraminiferi (*Globotruncana*), ben stratificati in strati sottili (5-15 cm) generalmente lastriformi, a volte con liste e noduli di selci. In alcune sezioni lo spessore esposto raggiunge i 260 metri. Al suo interno contiene livelli di breccie poligeniche a grossi blocchi. Nell'area di studio presenta una componente pelitica più ridotta e spessori che non superano i 100 metri circa.

Età: Aptiano sup – Eocene inf.



Figura 38: formazione della Scaglia Rossa



Figura 39: particolare della formazione della Scaglia Rossa

5.1.2.3 Unità di Bacino dell'Eocene inferiore - Oligocene

Si tratta delle successioni paleogeniche di un settore marginale del bacino mesozoico a facies lombarde, ove le condizioni marine di una certa profondità sono state, in gran parte, ereditate dall'evoluzione mesozoica, soprattutto dal *rifting* (Triassico sup.-Giurassico inf.) e dal *drifting* (Giurassico sup.-Cretacico inf.). Tali condizioni sono state successivamente mantenute, se non addirittura intensificate, durante l'evoluzione convergente del Cretaceo-Eocene inf. del settore periferico alla catena pre-Adamello, localizzato a NO e a N delle zone del Foglio in esame.

Le successioni paleogeniche del ciclo Eocene inf.-Oligocene inf. affiorano estesamente a N del Passo di Ballino, nella zona compresa tra S. Lorenzo in Banale (a N), Ponte Pià-Ponte Arche-Bleggio (a S) e Comano (a E).

FORMAZIONE DI PONTE PIÀ (FPP)

Si tratta di calcilutiti lastriformi (10-25 cm) in strati via via più potenti verso l'alto fino a banchi metrici che diventano sempre più marnosi, localmente friabili e glauconitici. La metà superiore di questo intervallo è dominata da calcari marnosi grigi e marne argillose azzurrognole fino a passare alla sommità ad argille marnose plumbee. Sono presenti intercalazioni di torbiditi calcarenitico-ruditiche a macroforaminiferi, con ampie contro-impronte di base del tipo dei *groove casts* con direzione E-O. Tra gli abbondanti fossili si è riconosciuto: *Nummulites fabianii*, *N. incrassatus*, *N. sp. ex gr. N. striatus*, *Operculina alpina* che indicano il Priaboniano. Le argille adiacenti contengono foraminiferi planctonici della zona a *Globorotalia cerroazulensis* che confermano tale attribuzione. L'intervallo marnoso mediosuperiore di questa unità contiene uno o più livelli (dal dm ad oltre 1 m) di bentoniti grigio chiare. Nella parte sommitale della successione eocenica della sponda orientale del Lago di Molveno, in località Vedelete, è stato riconosciuto un intervallo, esposto per uno spessore di circa 10 m, di arenarie vulcaniche (*crystal tuff* a plagioclasti) a composizione intermedia (in prevalenza andesitica) attribuito all'Eocene medio, parte finale. Queste vulcaniti sono state riferite ad esplosioni di magmi ipoabissali, forse riconducibili al magmatismo del plutone dell'Adamello.

Età: Eocene inf.-Eocene superiore p.p.



Figura 40: formazione di Ponte Pià

6 ELEMENTI DI GEOMORFOLOGIA

Il settore d'interesse progettuale si trova in un'area montana delle Dolomiti trentine in prossimità del Lago di Nembia, immediatamente a sud del Lago di Molveno, nell'alta valle del Torrente Pianai, affluente di sinistra del Fiume Sarca. La prima parte dell'opera in progetto, a partire da nord, è costituita da un elettrodotto interrato che si snoda in due tratti che corrono principalmente lungo la viabilità esistente nei pressi del Lago di Nembia, con un percorso altimetricamente ondulato con blandi dislivelli con la quota del piano campagna che è compresa tra 800 e 820 m s.l.m.. Dopo l'attraversamento della strada statale SS421 ancora in caviodotto interrato il progetto prevede la realizzazione di due elettrodotti aerei che si dirigono dapprima in direzione SE per poi deviare di 90 gradi in direzione SSO, con la quota altimetrica che scende fino a circa 625 m s.l.m. per poi risalire a 950 s.l.m. circa. Nell'area in esame risulta presente un solco vallivo rappresentato dalla la Val di Molveno, posta tra le quote di 350 e 1000 m, incisa verso sud dal Torrente Bondai e separata verso nord dalla Val di Non dalla sella di Andalo (quota 1100 m).

In seguito all'innalzamento dell'orogene alpino si sono verificati nel tempo una serie di processi morfogenetici, rappresentati in prevalenza da dinamiche di versante di tipo gravitativo, e in particolare di ambiente glaciale e fluvioglaciale collegate alle fasi erosionali iniziate nel Miocene superiore e susseguite fino all'olocene, che hanno contribuito al continuo modellamento del territorio fino ad arrivare all'attuale configurazione geomorfologica dell'area.

Da un punto di vista morfostrutturale, l'intero settore dell'area è dominato dall'esteso affioramento delle formazioni calcaree e dolomitiche di età mesozoico-cenozoica, con le strutture tettoniche giudicariensi caratterizzate da sovrascorrimenti e strutture transpressive di direzione NNE-SSW (es.: sovrascorrimento della Paganella, sovrascorrimento di Molveno). Il sistema vallivo si sviluppa principalmente lungo depressioni tettoniche confinate da sistemi di faglie che hanno iniziato a delinearci nelle fasi iniziali dell'orogenesi alpina (Bosellini & Broglio Loriga 1972). Si ritiene che la genesi fluviale nelle valli alpine sia iniziata dall'età tardo-terziaria su sistemi tettonici preesistenti, spesso riattivati nel corso del Pleistocene e che la fase principale d'incisione sia avvenuta nel Miocene superiore (Finckh 1978; Bini et al. 1978), in conseguenza dell'abbassamento di livello del Mediterraneo nel Messiniano. Nel Pliocene, al termine delle maggiori fasi di sollevamento e strutturazione della catena alpina, la fascia prealpina fu soggetta a un progressivo e differenziato sollevamento (Zanferrari et al. 1982). Durante l'ultima glaciazione, a causa del grande volume d'acqua immobilizzato nei ghiacciai alpini si verificò l'abbassamento di circa 120 metri del livello marino globale e la conseguente estensione della pianura alluvionale nel Mar Adriatico fino all'altezza di Pescara (Correggiari et al. 1996). Le valli dei maggiori sistemi fluviali del versante meridionale delle Alpi erano occupate da ghiacciai vallivi che spesso raggiungevano la Pianura Padana, e nel caso della valle del Garda si spingeva oltre gli attuali limiti meridionali del lago Figura 41.

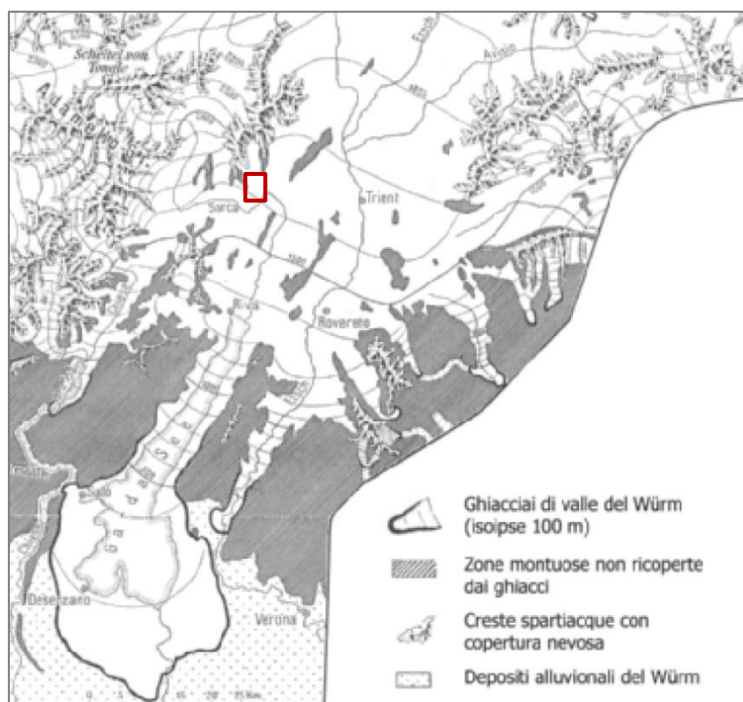




Figura 41: massima espansione glaciale würmiana in Trentino e nell'area di studio (riquadro rosso)

 <p>T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE</p> <p>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna:</p> <p style="text-align: center;">RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>:</p> <p style="text-align: center;">RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

Al termine della massima espansione glaciale würmiana, la fusione delle masse glaciali dalle valli principali e la loro temporanea riavanzata produsse la deposizione, nei fondovalle e sui versanti, di depositi glaciali, fluvioglaciali, lacustri marginoglaciali e, localmente, grandi frane sulle lingue glaciali in ritiro (Oetheimer 1989; Panizza et al.1996; Pellegrini et al. 2005). Successivamente si susseguirono diverse fasi climatiche, tra una fase di deterioramento climatico conosciuta come "Dryas recente", fino ad arrivare al miglioramento climatico dell'olocene che si esprime con una durevole e progressiva copertura forestale che riduce notevolmente la dinamica dei processi di degradazione geomorfologica. Sebbene, durante l'olocene avvennero grandi eventi franosi, particolarmente numerosi nelle valli del trentino occidentale, la cui concausa è da ricercarsi nel ritiro delle grandi masse glaciali (inlandis) wurmiane dando ad scarico tensionale sui versanti dei fianchi vallivi precedentemente "sorretti" dai ghiacciai che ha contribuito alla formazione di fenomeni franosi anche di grandi dimensioni.

La valle oggetto di studio, il cui elemento morfologico principale è rappresentato dal Lago di Molveno, è caratterizzata dalla presenza, oltre che di depositi lacustri, di depositi quaternari di tipo gravitativo e glaciale – postglaciale, come si evince dalla carta geologica della provincia di Trento (Figura 33). Il lago di Molveno rappresenta un lago di sbarramento causato da una grande frana post-glaciale caratterizzata da un deposito di circa 250 milioni di metri cubi e se unito a quelli provenienti dalle frane del versante opposto raggiunge i 550 milioni di mc. La frana di Molveno rappresenta una frana di scivolamento planare lungo le superfici di strato proveniente, secondo la letteratura classica, dal fianco orografico sinistro del lago che culmina con il Monte Gazza, movimento gravitativo di versante favorito dal ritiro delle masse glaciali che determinò una diminuzione del carico tensionale e quindi del sostegno ai piedi dei versanti delle incisioni vallive. Recenti studi hanno però ridefinito l'attribuzione e la provenienza dei principali accumuli di frana dai due fianchi della valle e la principale frana di crollo che ha creato lo sbarramento del Lago di Molveno potrebbe essere spiegata con un'area sorgente situata sul Monte Soran, ubicato in destra orografica del lago.

La frana di Molveno ha favorito l'accumulo idrico a monte della stessa con la formazione dell'omonimo lago e lasciato una zona pianeggiante a valle in cui la percolazione idrica sotterranea attraverso i depositi grossolani di frana ha creato delle zone umide tra cui il Lago di Nembia.

L'area in cui si inserisce l'opera in progetto è situata a SSO del lago di Molveno ed è caratterizzata da una successione di dossi a quote variabili intorno ai 900 m e di depressioni (Busa di Poes, Busa di Colin, Buse dei Pravebili), che richiamano la tipica morfologia di un accumulo detritico a dossi e grossi massi. Lo sbarramento che ha creato il lago risulta articolato in più corpi di frana (marocca di Nembia, marocca delle Moline, marocca di pian delle Gaorne), provenienti sia dal versante destro (Mt. Prada) sia da quello sinistro (Paganella).

Nell'assetto geomorfologico dell'area, come mostra l'elaborato DUCR20022B2456056 – "Carta geomorfologica", tra gli elementi di primaria importanza figurano le pareti calcaree del versante orografico destro del Lago di Molveno e dell'alta valle del Torrente Bondai che appartengono al gruppo montuoso delle Dolomiti di Brenta sud-orielntali. Il settore nord dell'opera in progetto rappresentato dal tratto in cavidotto interrato si snoda alla base di queste pareti rocciose all'interno dei depositi prodotti dalle frane di crollo. Si tratta depositi caotici a grossi blocchi di natura calcarea, con struttura clasto-sostenuta o scarsa matrice ghiaioso-sabbioso-limosa e blocchi eterometrici a clasti spigolosi, alternati a settori in cui sono presenti depositi lacustri a litologia sabbioso-limoso-argillosa.

Gli elementi geomorfologici attualmente attivi alla base di queste pareti rocciose sono costituiti da depositi detritici di falda (Figura 43) e dalle conoidi di detrito da debris-flow (Figura 44) che sono rilevabili alla base del versante destro della valle, limitrofi al tratto ovest del cavidotto interrato.

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00



Figura 42: depositi da frana di crollo nel settore d'imposta del cavidotto



Figura 43: detrito di falda alle base del versante in destra orografica della valle in prossimità del tracciato





Figura 44: conoide detritica alle base del versante in destra orografica della valle in prossimità del tracciato

Dopo l'attraversamento della strada statale SS421 ancora in cavidotto interrato il progetto prevede la realizzazione di due elettrodotti aerei i cui sostegni, nella prima metà circa dell'elettrodotto, sono collocati in un'area in cui il terreno d'imposta continua ad essere rappresentato da depositi di frana di crollo costituiti da un accumulo detritico a grossi massi (Figura 45), geomorfologicamente caratterizzata da una successione di dossi e di depressioni (Busa di Poes, Busa di Colin, Buse dei Pravebili).



Figura 45: accumulo detritico a grossi massi da frane di crollo

 <p>T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE</p> <p>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

Muovendosi verso sud, a partire dai sostegni 69/6 e 70/7 l'assetto geomorfologico cambia e si passa ad aree con presenza di placche terreni ascrivibili a depositi glaciali costituiti da blocchi di dimensioni eterogenee in matrice limoso sabbioso argillosa e detrito eluvio colluviale, anche se difficilmente distinguibile. Il dato predominante risulta comunque la drastica diminuzione dei grossi blocchi calcarei e la presenza di terreni a granulometria più fine. Successivamente, spostandosi verso sud, tra i sostegni 69/6 – 70/6 e 69/5 – 70/5 il tracciato incontra una scarpata morfologica che viene superata in aereo per poi risalire fino a circa 950 m.l.s. su un versante dalla medio-bassa acclività



Figura 46: terreni d'imposta tipici del settore sud dell'area di progetto

Di seguito vengono descritti gli elementi geomorfologici principali individuati nell'area.

Orli di scarpata

Si tratta dei lineamenti morfostrutturali che delimitano le pareti rocciose dei rilievi montuosi presenti sui versanti est e ovest della valle in cui si snoda l'opera in progetto. Presentano una morfologia articolata a causa dell'azione combinata di stress tettonici e azione modellante degli agenti esogeni. Rappresentano delle aree sorgente da cui si generano fenomeni di crollo di materiale roccioso eterometrico.

Falde di detrito

Ingenti quantitativi di detriti eterometrici prodotti dagli agenti morfogenetici e in particolare dalle azioni crioclastiche che giacciono ai piedi delle pareti rocciose, accentuandone il contrasto morfologico.

Conoidi di detrito

Rappresentano dei depositi con la classica forma a ventaglio, costituiti da materiali granulometricamente eterogenei, i clasti vengono mobilizzati e successivamente depositati dall'azione congiunta della forza di gravità e del ruscellamento canalizzato. Si rinvencono allo sbocco delle maggiori incisioni presenti nelle pareti calcaree che canalizzano e concentrano le acque di ruscellamento, in cui sono frequenti i fenomeni di *debris flow*. Le conoidi presenti nell'area di studio risultano attive.

Morfologia a dossi con grandi massi calcare e depressioni morfologiche

L'area in cui si inserisce l'opera in progetto è in parte caratterizzata da una successione di dossi a quote variabili intorno ai 900 m e di depressioni (Busa di Poes, Busa di Colin, Buse dei Pravebili), che richiamano la tipica morfologia di un accumulo detritico a dossi e grossi massi. Le depressioni e le aree pianeggianti sono caratterizzate dalla presenza di depositi lacustri.

7 IDROGEOLOGIA

Il modello idrogeologico della provincia di Trento è piuttosto complesso a causa delle specifiche caratteristiche geologico strutturali e morfologiche del territorio. La presenza di rilievi montuosi a composizione petrografica e mineralogica sensibilmente diverse, e di profonde incisioni di origine fluvioglaciale, fa da presupposto all'esistenza di molteplici acquiferi sotterranei che costituiscono un patrimonio di notevole rilevanza sia sotto il profilo ambientale sia socioeconomico. È necessario evidenziare, inoltre, il fatto che molte riserve idriche sono ospitate in serbatoi che richiedono per il loro completo rinnovamento un tempo (turn over time) molto lungo. Queste risorse con un tempo di residenza sotterraneo superiore al millennio costituiscono pertanto le riserve chiamate strategiche. Esse sono le risorse che categoricamente devono essere difese da qualsiasi sfruttamento e da possibili inquinamenti.

Secondo il Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche, nella Provincia di Trento sono state riconosciute 9 principali unità idrogeologiche (Figura 47 Tabella 6), che comprendono litotipi di età diversa ma con caratteristiche idrodinamiche simili e che presentano sempre un acquiclude a letto la cui importanza può essere puntuale o areale.

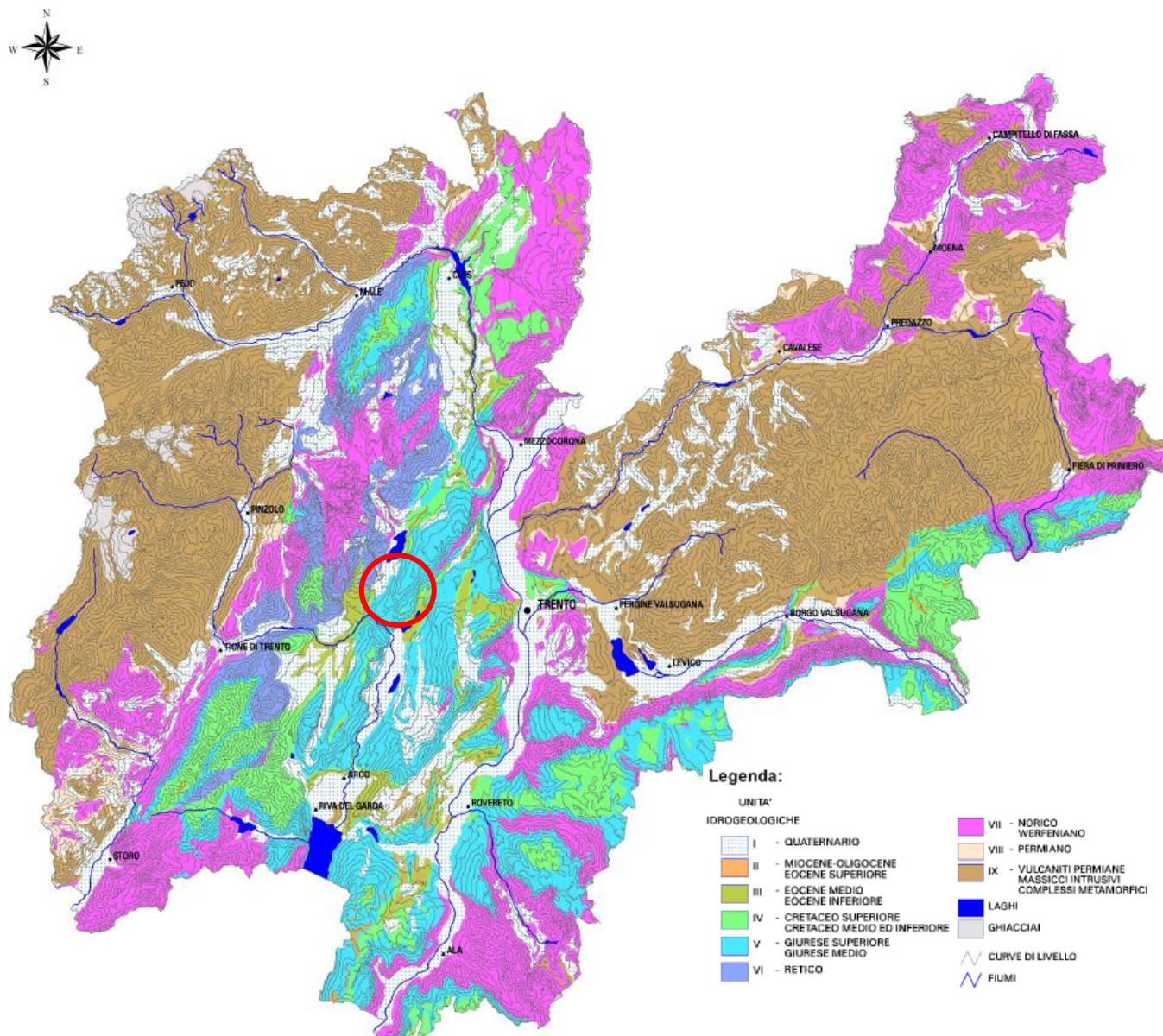


Figura 47: Unità idrogeologiche della Provincia di Trento (fonte: PGUAP, Parte 1)

Le diverse Unità idrogeologiche sono schematizzate nella tabella seguente:

Tabella 6: Unità idrogeologiche: cronologia, caratteristiche idrogeologiche e litologia (fonte PGUAP)



Unità idrogeologiche	Cronologia	Caratteristiche idrogeologiche	Litologia
I	QUATERNARIO	conducibilità idraulica per porosità con K fra 10 ⁻¹ e 10 ⁻⁵ cm/s	alluvioni, detrito di falda, depositi morenici
II	MIOCENE-OLIGOCENE	conducibilità idraulica per fratturazione e localmente per porosità	conglomerati carbonatici, calcareniti con intercalazioni marnose
	EOCENE SUPERIORE	acquiclude (serie lombarda)	marna
III	EOCENE MEDIO	conducibilità idraulica per fratturazione e localmente per porosità	calcari
	EOCENE INFERIORE	acquiclude (serie lombarda e serie dolomitica)	vulcaniti, marna
IV	CRETACEO SUPERIORE	conducibilità idraulica per fessurazione e carsismo	calcari, calcari dolomitici e marnosi
	CRETACEO MEDIO ED INFERIORE	acquiclude (serie lombarda e serie dolomitica)	argilliti e tufiti, scisti bituminosi, marna calcarea
V	GIURESE SUPERIORE	conducibilità idraulica per fessurazione e carsismo	calcari
	GIURESE MEDIO	acquiclude (serie lombarda)	calcari marnosi, marna
VI	RETICO	conducibilità idraulica per fessurazione e carsismo	calcari, dolomie
	RETICO	acquiclude (serie lombarda e serie dolomitica)	scisti bituminosi
VII	NORICO	conducibilità idraulica per fessurazione e carsismo	calcari, dolomie
	WERFENIANO	acquiclude regionale	siltiti, argilliti, arenarie, marna
VIII	PERMIANO	impermeabile, locale permeabilità secondaria corticale	arenarie, marna, conglomerati, argilloscisti
IX	VULCANITI PERMIANE, MASSICCI INTRUSIVI, COMPLESSI METAMORFICI	impermeabili, conducibilità idraulica ridotta nelle falde di limitata estensione nella copertura eluviale	vulcaniti, magmatiti, metamorfiti

L'intervento in progetto intercetta le Unità idrogeologiche I – Quaternario, III – Eocene Medio/inferiore, IV – Cretaceo e V – Giurassico Superiore/medio (rif. elab. DUCR20022B2507959 – Carta idrogeologica).

- **I Unità.** Quaternario: alluvioni recenti attuali, alluvioni antiche e fluvio-glaciali spesso terrazzate, morene rimaneggiate, detrito di falda, depositi conglomeratici e breccie poco cementate. I depositi quaternari sono in prevalenza dotati di conducibilità idraulica primaria, sia orizzontale, sia verticale, che varia da 10⁻³ m/s delle alluvioni grossolane (es. conoide dell'Avisio, Basso Sarca) a 10⁻⁹ m/s in funzione della presenza di livelli impermeabili limoso argillosi (es. morene). All'interno degli assi vallivi principali (Adige, Sarca, Noce, Brenta) i depositi quaternari possono dare origine ad un sistema multistrato con falde freatiche e falde confinate, variamente in pressione, in funzione delle particolari caratteristiche litostratigrafiche e sedimentologiche locali.

Si sviluppano in tutte le principali valli del Trentino con spessori talora rilevanti specialmente lungo le aste dei fiumi Adige, Avisio, Brenta, Chiese, Cison, Noce Sarca.

- **III Unità.** Eocene medio e inferiore: calcari teneri ben stratificati e calcareniti dotati di significativa permeabilità per fessurazione, mentre la permeabilità primaria è ridotta. L'Eocene inferiore presenta una alternanza di depositi vulcano-sedimentari e marna. Esso costituisce, dal punto di vista cronologico, il secondo acquiclude della serie lombarda ed il primo di quella dolomitica. Tale unità si individua in aree limitate del Trentino

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE <i>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</i>	
Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254 Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254 Rev. 00	

meridionale (Basso Sarca, Valle di Gresta, altopiano di Brentonico), in val Giudicarie Esteriori (Ponte Arche) e ad ovest di Trento (Sardagna, Sopramonte).

- **IV Unità.** Cretacico: rocce calcaree ben stratificate con rare intercalazioni marnose argillose, rocce dolomitiche e calcareo dolomitiche, calcari marnosi e marne calcaree. Questi depositi danno forma ad un complesso la cui permeabilità secondaria per fratturazione è molto elevata quando prevalgono i termini calcarei. Al contrario al prevalere dei termini terrigeni si origina un complesso tendenzialmente impermeabile.

Il Cretacico medio rappresentato da argilliti e tufiti è il terzo acquiclude della serie lombarda; in quella dolomitica che include anche il Cretaceo inferiore è il secondo. I terreni di questa unità affiorano in vaste aree del territorio, nei rilievi che circondano la Val di Non, nei massicci compresi fra il Basso Sarca, la Val di Ledro e le Giudicarie inferiori, sugli altopiani di Folgaria e Lavarone, in Valsugana, nell'area del Tesino e passo del Brocon e nel Primiero a sud della val Noana.

- **V Unità.** Giurassico: prevalgono i litotipi calcarei dotati di buona permeabilità secondaria per fessurazione e carsismo. Il Dogger a calcari marnosi rappresenta il quarto livello impermeabile della serie lombarda e di transizione, mentre risulta assente nella serie dolomitica. Affiora in vaste aree del Trentino centro-meridionale ed orientale formando i massicci che contornano le valli del Sarca, dell'Adige, il versante meridionale della Valsugana, della valle del Vanoi fino alla confluenza con il Cison.

I termini della serie idrogeologica sono variamente articolati in elementi geometricamente definiti, o strutture acquifere, costituiti dall'insieme roccia serbatoio-substrato impermeabile, il cui numero e forma dipendono dai processi genetici e dalle azioni deformative sviluppatesi nel corso della storia geologica locale. Ne consegue che alle unità idrogeologiche descritte precedentemente, competono tipi diversi di strutture acquifere, in funzione del tipo e grado di conducibilità idraulica, dei caratteri deposizionali e delle deformazioni subite, che condizionano il loro assetto attuale.

I numerosi tipi di idrostrutture possono essere raggruppati nei seguenti tre grandi gruppi:

- strutture delle valli sovralluvionate alpine
- strutture carbonatiche
- strutture delle coltri eluviali e dei depositi quaternari sciolti di pendio nei massicci cristallini e metamorfici.

7.1 Assetto idrogeologico locale



L'area in esame, situata poco a sud rispetto al Lago di Molveno, e, quindi, nella valle del Sarca rientra in parte nel gruppo delle strutture delle valli sovralluvionate alpine (I Unità), e in parte nel gruppo delle strutture carbonatiche (III, IV e V Unità).

Le prime strutture rappresentano una delle maggiori fonti di approvvigionamento idrico specialmente per gli usi agricoli ed industriali.

Il materasso di terreni sciolti quaternari, che costituisce il riempimento delle valli sovralluvionate alpine, è ben lungi dal possedere caratteri uniformi di composizione e di permeabilità, derivando sia da depositi fluviali molto grossolani e, quindi, molto conducibili, sia da depositi di tipo lacustre a conducibilità ridotta o addirittura impermeabili, sia da morene di fondo generalmente con conducibilità ridotta o assente. Ne deriva una circolazione idrica complessa secondo la potenza della coltre quaternaria e della storia geologica locale. A piccola scala l'acquifero può essere considerato unico; esso può al contrario essere, localmente, compartimentato, dando origine ad un sistema multifalda, che si può evidenziare talvolta con un diverso grado di risalianza.

Nelle valli principali (Adige, Sarca, Valsugana, Giudicarie inferiori) il materasso quaternario raggiunge potenze considerevoli (a Trento, ad esempio, supera i 600 metri), mentre nelle valli minori (Noce, Avisio, Cison, Vanoi) la potenza è nettamente inferiore. Non mancano comunque valli minori sovralluvionate come, ad esempio, la valle del Chiese a Condino, ove l'alveo roccioso è posto ad una profondità di oltre cento metri dal piano campagna. Tuttavia, il controllo principale sulla circolazione idrica sotterranea è fornito dalla paleomorfologia. L'erosione generata dai ghiacciai ha dato origine ad una successione di bacini di estensione variabile, separati fra di loro da soglie rocciose, e riempiti da depositi granulometricamente differenti. Il ruolo delle soglie rocciose profonde condiziona la circolazione idrica sotterranea a causa della minore sezione di deflusso sotterraneo. Esse facilitano la omogeneizzazione delle acque sotterranee che hanno circolato lungo vie diversificate ed accentuano lo scambio tra le acque superficiali e quelle sotterranee.

Per quanto concerne le strutture carbonatiche, il secondo grande gruppo della precedente distinzione delle idrostrutture della provincia di Trento sono incluse sia le strutture tettoniche, sia quelle stratigrafiche nelle quali la soglia idraulica è

 <p>T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE</p> <p>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna:</p> <p style="text-align: center;">RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>:</p> <p style="text-align: center;">RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

rappresentata da variazioni laterali o verticali di facies. Fra le prime sono da annoverare la fascia montuosa che va dall'altopiano della Paganella verso sud lungo tutta la catena del monte Bondone, monte Cornetto, monte Stivo, monte Baldo, la parte meridionale del gruppo di Brenta e dei monti della val di Ledro, i massicci del lato meridionale della Valsugana e del Primiero. Fra le seconde possono essere considerate nuovamente ampie zone del gruppo di Brenta, della val di Non, della val Lagarina, della val di Fassa e del Primiero settentrionale.

Con esclusione di alcune formazioni oligoceniche o mioceniche (II unità idrogeologica), questi massicci sono dotati di permeabilità secondaria per fessurazione e spesso anche per carsismo, dando origine a grosse sorgenti che si evidenziano lungo orizzonti o allineamenti ben definiti (ad esempio le emergenze carsiche della Valsugana presso Grigno, le sorgenti della Paganella in val d'Adige). Talvolta, le strutture carbonatiche costituiscono un sistema multiacquifero per l'esistenza di livelli impermeabili intercalati fra quelli permeabili (es. la VII Unità idrogeologica), anche se, in molti casi, è difficile una netta distinzione fra di essi.

I massicci carbonatici, nonostante la locale frammentarietà delle strutture, costituiscono uno dei più importanti serbatoi idrici della Provincia di cui fino ad ora si sfruttano solo le emergenze spontanee. Buona parte delle risorse idriche confinate in queste strutture devono essere considerate riserve strategiche, come testimonia il lungo periodo di soggiorno sotterraneo delle stesse.

Come già accennato il progetto ricade nella Valle del Sarca. In linea generale la Provincia di Trento può essere suddivisa in 9 principali bacini idrografici (Adige, Avisio, Brenta, Chiese, Cison, Fersina, Noce, Sarca, Vanoi). I bacini principali rientrano nei bacini di rilievo nazionale. In questo contesto si evidenzia maggiormente l'importanza del bacino dell'Adige, che occupa ben il 53% del territorio trentino; il 27% rientra nel **bacino del Po** (bacini del Chiese e del **Sarca**), il 19%, nel bacino del Brenta-Bacchiglione (Brenta, Astico, Vanoi, Seinaga, Cison) e l'1% nel bacino del Piave (1%), a cui appartiene quello del Cordevole (Figura 48).

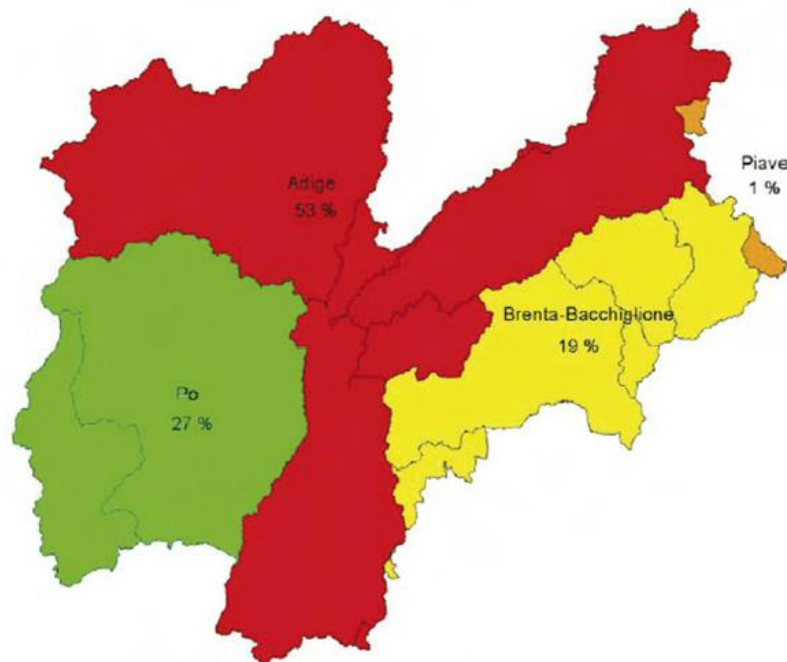




Figura 48: Bacini di rilevanza nazionale in territorio trentino (fonte: PGUAP)

Il bacino imbrifero del fiume Sarca si estende per 1.268 km², di cui 1.255 km² compresi nella Provincia di Trento. L'asta principale del Sarca si sviluppa da Nord, Lago di Nambrino, a Sud dove si immette nel Lago di Garda all'altezza di Torbole, per una lunghezza complessiva di 80 km. Le quote del bacino si sviluppano da un massimo di 3.548 m, ad un minimo di 52 m; si può distinguere la Valle dei Laghi caratterizzata da quote piuttosto basse, mentre le quote più elevate testimoniano la presenza del massiccio della Presanella, dell'Adamello e del Brenta.

I laghi compresi nel bacino del Sarca sono 78 ed occupano una superficie complessiva di 24 km²; sono regolati i **Laghi di Molveno**, di Ledro, di Toblino, di Cavatine, di Ponte Pia', di Santa Massenzia e di Val di Genova per un totale di 238 milioni di m³. Nel bacino sono presenti molti ghiacciai che occupano una superficie pari a 40 km², e sono concentrati per lo più attorno al **massiccio del Brenta, della Presanella** e dell'Adamello.

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE <i>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</i>	
Codifica Elaborato Terna: <p style="text-align: center;">RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	Codifica Elaborato <Fornitore>: <p style="text-align: center;">RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

Dal punto di vista idrogeologico, la Valle del Sarca è interessata da un riempimento quaternario che raggiunge spessori considerevoli, sia nella parte più a Nord nella piana di Sarche, con profondità intorno ai 300 m, sia nella zona fra Arco e Riva del Garda, con potenze attorno ai 400 m. Le perforazioni e i sondaggi profondi, spinti fino al substrato litico, hanno evidenziato la presenza di un sistema multifalda, specialmente nell'area del Basso Sarca, con acquiferi ben distinti fra di loro e, ad esclusione della falda libera superficiale che si estende su tutta la valle, generalmente confinati. L'alimentazione degli acquiferi avviene, principalmente, attraverso apporti dai massicci laterali e dai conoidi degli affluenti del fiume Sarca.

Il fiume assume un ruolo secondario per l'alimentazione dei depositi quaternari, a seguito della quasi totale derivazione delle acque superficiali sfruttate a scopo idroelettrico a partire da Sarche. In ogni caso, pur mancando un deflusso superficiale significativo, permane una importante circolazione di subalveo che interagisce con la falda freatica alimentandola o drenandola in funzione della quota topografica. L'acquifero superficiale possiede un modesto gradiente che tende ad annullarsi nella parte terminale della piana, in corrispondenza della sponda settentrionale del lago di Garda, con il quale è in stretta connessione. Le oscillazioni del livello freatico risultano modeste durante il corso dell'anno a testimonianza del buon grado di ricarica laterale e della notevole conducibilità idraulica compresa fra 10-3 e 10-5 ms⁻¹. La falda superficiale, sfruttata in maniera intensiva negli ultimi anni per molteplici usi sia tecnologici sia agricoli, con prelievi che possono raggiungere nei periodi estivi anche i 5 m3s⁻¹, possiede una notevole potenzialità. Tuttavia, in alcune zone, specialmente nel centro della piana fra Riva ed Arco, la falda evidenzia dei coni di depressione indotti dai pompaggi continui.

Per quanto concerne, invece, le falde profonde, attualmente non sfruttate, si hanno solo alcune indicazioni puntuali che denotano la presenza di acque con buone caratteristiche sia chimiche sia microbiologiche. Inoltre, a seguito di misurazioni effettuate in sondaggi profondi che hanno raggiunto il substrato roccioso alla profondità di 270 m dal p.c., è stata dimostrata una correlazione con le oscillazioni stagionali della falda superficiale, anche se di modesta entità.

È stato evidenziato che nell'area in esame siano presenti anche litologie carbonatiche, afferenti, quindi, al gruppo delle idrostrutture carbonatiche; più precisamente, come pocanzi descritto, il bacino del Sarca comprende i massicci del Brenta e della Presanella, localizzati nell'area vasta del territorio in esame e che di conseguenza alimentano lateralmente l'acquifero del bacino.

Ciascuna delle strutture carbonatiche, per quanto costituisca una unità geografica definita, è a sua volta articolata in una serie di strutture minori, con caratteri idrogeologici propri, la cui definizione geometrica non è nota nei particolari.

In generale queste unità coprono oltre 2200 kmq, cioè circa il 35% della superficie del territorio provinciale e contengono alcuni fra i principali sistemi acquiferi trentini, tra cui quella di nostro interesse del *Complesso Garda – Gruppo di Brenta – Paganella – Roen*: in questi massicci calcareo dolomitici sono rappresentate tutte le unità idrogeologiche in cui tuttavia i livelli impermeabili hanno sovente una estensione limitata. Inoltre la distinzione fra facies lombarda e facies dolomitica porta ad una imperfetta separazione fra le diverse unità e di conseguenza localmente più unità possono costituire un unico acquifero potenziale. L'idrostruttura risulta poi articolata in strutture minori da tutta una serie di pieghe, faglie e sovrascorrimenti che, pur non interrompendo completamente la continuità del complesso calcareo, isolano le unità idrogeologiche superiori. Si ha quindi una circolazione idrica complessa perché condizionata sia dagli elementi geostrutturali che da quelli morfologici. Infatti, il massiccio calcareo costituito localmente da una sola unità o da più unità non separate da un acquiclude, risulta intensamente fratturato ed ospita una falda idrica continua con le caratteristiche di falda freatica. In condizioni di giacitura suborizzontale dell'acquifero e dell'acquiclude di letto la falda freatica tende ad assumere un andamento che segue, attenuandolo, l'andamento della superficie topografica. Al contrario in corrispondenza di strati variamente piegati la direzione delle immersioni controlla la direzione del flusso idrico.

In altre parole, lo scorrimento sotterraneo dell'acqua è condizionato, a scala locale, dall'assetto tettonico. In alcune aree si avrà perciò la presenza di spartiacque sotterranei "tettonici" coincidenti con gli spartiacque superficiali. In altre zone, al contrario, gli spartiacque "morfologici" hanno un andamento più prossimo a quello degli spartiacque idrografici. Determinante è pure il fenomeno del carsismo, particolarmente sviluppato nei depositi carbonatici locali, che governa le maggiori emergenze del massiccio del Brenta (come ad esempio le sorgenti del Rio Bianco a Stenico, dell'Acquasanta a Sporminore, dei Busoni a Campodenno, di Centonia a Dimaro, di Vallesinella a Campiglio) ed anche della Paganella (come la Trementina a Zambana); esse costituiscono la maggiore riserva idrica del Trentino sfruttata per l'alimentazione di molti acquedotti ed in parte ancora sconosciuta con portata media complessiva di oltre 5 m3s⁻¹. La parte ancora sconosciuta di questo complesso coincide con la zona saturata dei sistemi carbonatici secondo quanto affermano i più recenti studi sull'idrologia carsica. In questo caso il tempo medio di residenza sotterranea delle acque sale a qualche millennio facendo questo complesso sede di una importante risorsa strategica.

Quando esistono invece più unità separate da livelli impermeabili ben definiti, si potranno avere anche falde idriche confinate, nelle quali le direttrici di deflusso sono condizionate unicamente dai caratteri strutturali. In altre parole, ogni singola microstruttura presenta una circolazione idrica a più piani, sempre drenata od alimentata dai corsi d'acqua delle valli trasversali.

Come già evidenziato in precedenza, le grandi strutture carbonatiche, presenti sul territorio trentino, sono sede di importanti risorse idriche; infatti, nell'area in esame, sono presenti le *Gallerie del sistema idroelettrico Sarca-Molveno* (vedere paragrafo 7.1.2 "Impianti idroelettrici"). Tuttavia, non sono noti gli effetti sulle sorgenti al contorno, poiché non esistono misure antecedenti lo scavo, perciò, è difficile valutare le possibili interferenze dell'opera con le strutture geologiche.

Per quanto riguarda la presenza di indagini pregresse ubicate nell'area d'interesse progettuale, sono stati consultati i siti istituzionali (banca dati Provincia Autonoma di Trento <http://www.territorio.provincia.tn.it/> e ISPRA) e non risultano sondaggi o indagini geognostiche presenti in tale area o in aree limitrofe in un contesto geologico assimilabile a quello di progetto.

Pertanto, non si hanno indicazioni dirette sul livello della falda nei diversi settori progettuali. Tuttavia, in base alla valutazione del contesto idrogeologico individuato, risulta alquanto improbabile la presenza di una falda acquifera superficiale alle quote delle profondità di scavo previste dal progetto.

7.1.1 Sorgenti

Sul territorio provinciale è presente un elevato numero di sorgenti distribuite in maniera uniforme, sia in relazione all'esistenza di numerosi acquiferi, sia per le caratteristiche strutturali dei massicci stessi. Nella redazione dei vari catasti realizzati a partire dal 1974 sono state rilevate oltre 8500 sorgenti e quasi 3000 risultano captate (Figura 49).

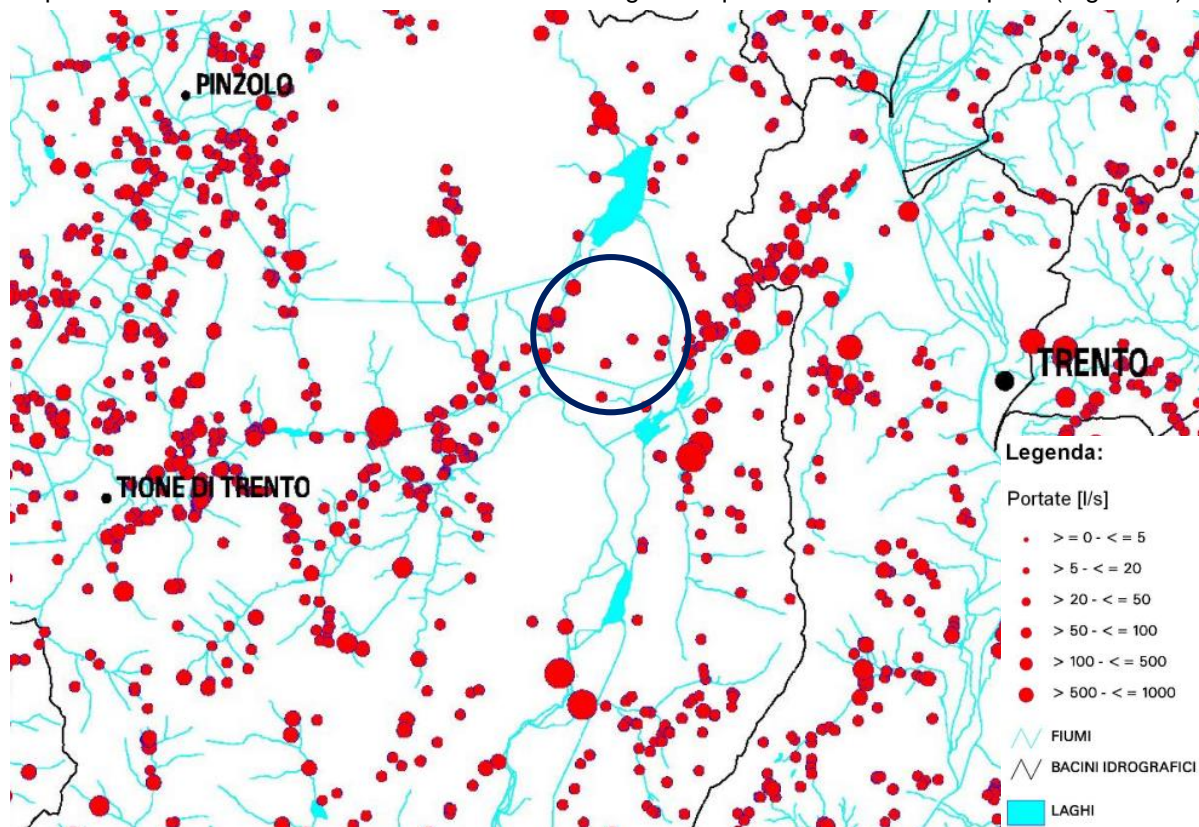


Figura 49: Sorgenti presenti nell'area vasta di progetto con relativa indicazione di portata (nel cerchio l'indicazione dell'area di progetto)

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

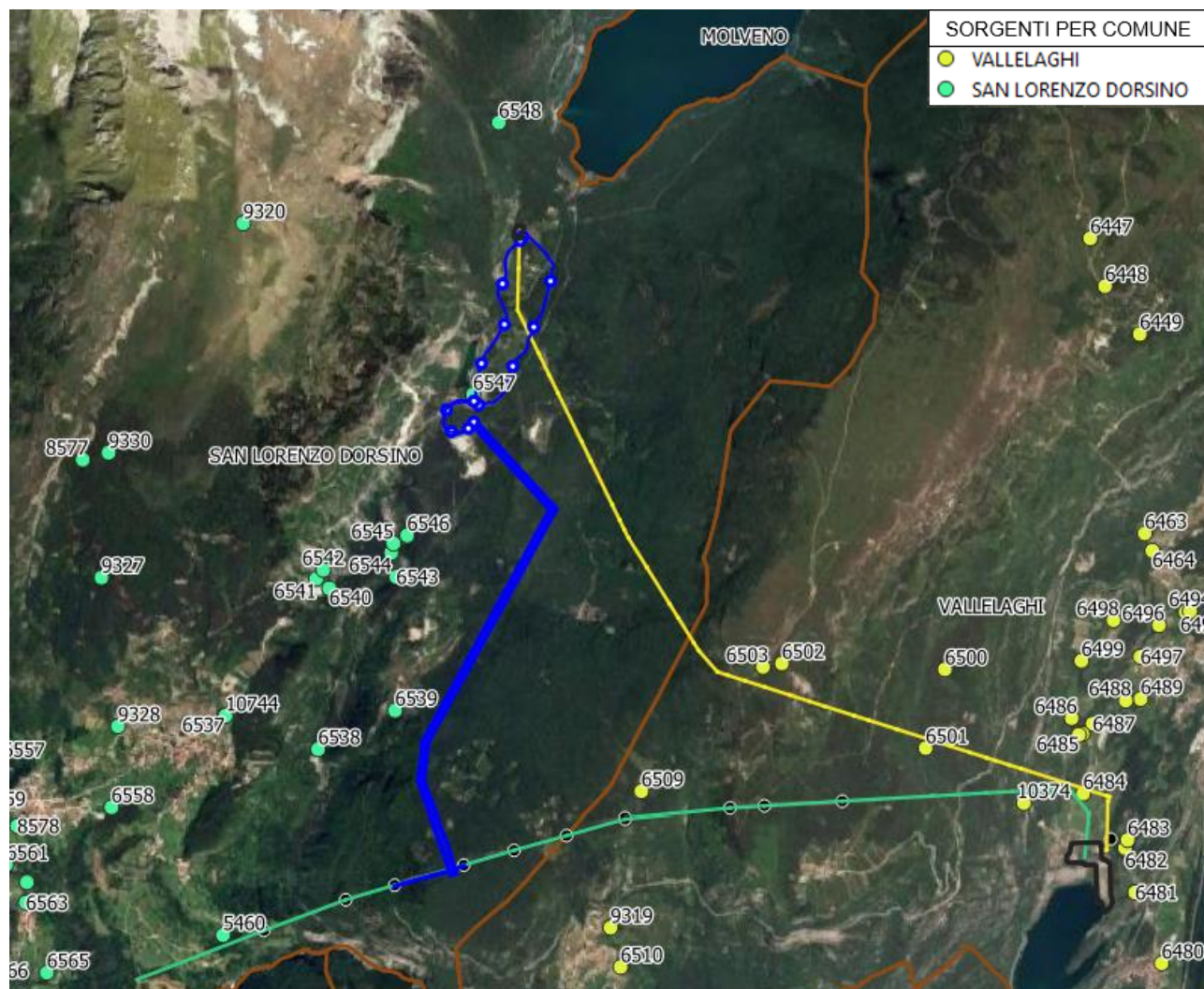


Figura 50: Sorgenti ricadenti nell'area di progetto



Sempre in funzione delle complesse caratteristiche idrogeologiche locali si possono incontrare praticamente tutti i tipi di sorgente, anche se in ciascuno dei gruppi strutturali si ha uno specifico tipo prevalente.

Si possono classificare in base a caratteri idrogeologici, geostrutturali, geomorfologici, di localizzazione, di regime, ecc. In linea generale, nelle valli prevalgono le sorgenti di emergenza, che si manifestano talora nelle alluvioni di fondovalle e, più frequentemente, al piede dei terrazzi e dei conoidi laterali. Nelle grandi strutture carbonatiche si hanno talora sorgenti di sbarramento e di emergenza, ma anche sorgenti di contatto e soprattutto carsiche. A queste ultime, salvo rare eccezioni, competono le portate maggiori; infatti, quasi tutte le sorgenti con portate superiori ai 50 ls⁻¹ appartengono a questo gruppo.

Le sorgenti divise in base ai litotipi del substrato sono:

- da depositi quaternari: circa 7050
- da strutture carbonatiche: circa 890
- da rocce effusive ed intrusive: circa 200
- da rocce metamorfiche: circa 380

una stima precisa della portata complessiva di tutte le sorgenti rilevate non è al momento disponibile; tuttavia, è plausibile ritenere, indicativamente, che la risorsa sia compresa fra 15 e 18 m³/s di cui almeno una decina derivante da sorgenti legate ai massicci carbonatici. Considerando che anche parte delle sorgenti emergenti dal quaternario sono

 <p>T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE</p> <p>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

probabilmente alimentate dalle acque circolanti nei complessi carbonatici, risulta evidente che questi ultimi costituiscono uno dei serbatoi idrici sotterranei più importanti nella provincia di Trento. Ovviamente i dati sopra riportati sono da considerarsi approssimati per difetto, perché non tutte le sorgenti esistenti nel territorio provinciale sono state rilevate e le portate misurate possono scostarsi dalla portata media, in quanto derivano in molti casi da un'unica misura.

In conclusione, La circolazione idrica sotterranea è legata alla alta permeabilità di alcune formazioni calcareo dolomitiche (permeabilità soprattutto secondaria, derivata da fessurazione e carsismo) e alla permeabilità per fessurazione sia dei numerosi corpi eruttivi (sia intrusivi che effusivi) che delle metamorfite del Basamento metamorfico sudalpino.

Il confronto fra i punti sorgente, definiti nel catasto delle risorse idriche del SGP e la carta geologica del Foglio Tione, mette in evidenza che:

- la parte centro-settentrionale del Foglio (**Gruppo di Brenta**) è caratterizzata dalla presenza di corpi acquiferi molto potenti ed estesi, che danno alimentazione a sorgenti puntuali di alta ed altissima portata (100÷500 l/sec e più). Le principali emergenze sono localizzate al piede sudorientale del gruppo dolomitico, tra Preore, Stenico e San Lorenzo in Banale e lungo la valle D'Algona, la Val Agola, la Val Brenta e la Val delle Seghe. Tutte le sorgenti con alta portata sono captate dal sistema idroelettrico.
- Nelle aree di affioramento delle formazioni cretache (zona di **Molveno** e San Lorenzo in Banale) le sorgenti sono poco diffuse e di limitata portata; questa però aumenta nelle sorgenti che emergono vicino al contatto con le formazioni calcaree giurassiche.

Si riportano di seguito alcune indicazioni sulle principali caratteristiche delle sorgenti individuate nel bacino idrografico, di interesse, cioè il Bacino del Sarca (Figura 51).

<i>Bacino Sarca</i>				
Sorgenti:		con portata sino a 10 l/s	N. 1.370	
		con portata maggiore di 10 l/s	N. 67	
Unità	Litologia	Caratteri idrogeologici	Area [km ²]	Strutture acquifere
I	Depositi quaternari	permeabili per porosità	425	Alluvioni del Sarca
III, IV, V, VI, VII	Rocce carbonatiche	permeabili per fratturazione e carsismo	363	Gruppo di Brenta, Paganella, Cadria, Bondone-Stivo, Baldo, Tremalzo, Casale
IX	Rocce eruttive e metamorfiche	impermeabili - locale permeabilità per fratturazione	225	Adamello-Presanella, Metamorfite, Porfiroidi depositi eluviali morenici, detritici di pendio
VIII	Peliti e tufiti	impermeabili - locale permeabilità per fratturazione	63	Arenarie

Figura 51: Principali caratteristiche delle sorgenti del bacino del Sarca: unità idrogeologiche, litologia, caratteri dominanti e strutture acquifere.

Nello specifico, come già evidenziato, le Unità entro cui ricade il progetto in esame tra quelle individuate in Figura 51 sono la I, la III, la IV e la V, pertanto dal punto di vista idrogeologico si avranno caratteri di permeabilità riconducibili sia a porosità, che a fratturazione e carsismo.

7.1.1.1 Analisi delle sorgenti individuate lungo l'opera di progetto

Di seguito verranno riportati i dati geologici e di portata delle sorgenti localizzate in prossimità delle lavorazioni in progetto, proseguendo da Nord verso Sud (cfr. Figura 50), e, ove forniti dal sito della provincia di Trento, i dati di prelievo e analisi di dettaglio:

Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254	Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254	Rev. 00
---	---------	---	---------

- **6547** – Sorgente Nembia, localizzata nel Comune di San Lorenzo Dorsino

DATI GEOLOGICI	
sorgente:	6547
come si presenta:	ISOLATA
tipo emergenza:	PUNTIFORME
regime sorgente:	NON PERENNE
causa dell'emergenza:	DI EMERGENZA DELLA FALDA
ubicazione morfologica:	FONDOVALLE, ALTIPIANO
tipo regime:	IRREGOLARE (SENZA APPARENTE CORRELAZIONE)
alimentazione superficiale:	no data
tipo di terreno:	ACCUMULI DI FRANA
DATI DI UTILIZZO	
CODICE SORGENTE	TIPO DI UTILIZZO
6547	TECNOLOGICO PER USI VARI
6547	POTABILE
6547	DOMESTICO
6547	ABBEVERAGGIO BESTIAME

DATI DI PORTATA						
DATA DELLA MISURA	ORA DELLA MISURA	TEMPERATURA DELL'ARIA (°C)	TEMPERATURA DELL'ACQUA (°C)	PORTATA SORGENTE (L/s)	TIPO MISURA DATO PORTATA	Fonte ultimo aggiornamento
15/07/1974			8	10		

DATI DI PRELIEVO ED ANALISI NORMALI	
data prelievo:	18/06/2008
conformità dei caratteri organolettici:	
presenza di elementi estranei o anomalie:	
pH:	7.9
conducibilità elettrica a 20°C (µS/cm):	104
cloruri (mg/L):	0.7
solfati (mg/L):	3.0
calcio (mg/L):	14.3
magnesio (mg/L):	4.3
alcalinità totale (mg/L):	61.0
durezza totale (°F):	5.4
residuo fisso a 180°C (mg/L):	61
anidride carbonica libera (mg/L):	1.0
anidride carbonica aggressiva (mg/L):	<0.2
nitriti (mg/L):	2.60
nitriti (mg/L):	<0.02
azoto ammoniacale (mg/L):	0.09
ossidabilità secondo Kuebel (mg/L):	
fosfati (mg/L):	<0.15
fluoruri (mg/L):	
carbonio organico totale (mg/L):	1.2
carica microbica totale a 36°C (UFC/mL):	
carica microbica totale a 22°C (UFC/mL):	
coliformi totali (UFC/100mL):	
coliformi fecali (UFC/100mL):	
streptococchi fecali (UFC/100mL):	
Staphylococcus aureus (UFC/250mL):	
spore di clostridi solfito-riduttori (UFC/100mL):	
Clostridium perfringens (UFC/100mL):	
temperatura aria (°C):	19.7
temperatura acqua (°C):	8.0
annotazioni:	ANALISI DELLA CSA DI RIMINI prelievo effettuato al punto di immissione nel lago di nembia

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

DATI ANALISI DI DETTAGLIO	
data prelievo:	18/06/2008
ossigeno disciolto (mg/L):	6,4
torbidità (NTU):	
silice (mg/L):	3,9
sodio (mg/L):	1,5
potassio (mg/L):	1,0
cianuri (mg/L):	
argento (µg/L):	<0,1
alluminio (µg/L):	11,0
arsenico (µg/L):	0,6
boro (µg/L):	<0,1
bario (µg/L):	11,0
berillio (µg/L):	<0,1
cadmio (µg/L):	<0,1
cobalto (µg/L):	<0,1
cromo totale (µg/L):	0,1
cromo esavalente (µg/L):	
rame (µg/L):	0,2
ferro (µg/L):	<5,0
litio (µg/L):	0,8
manganese (µg/L):	<0,1
mercurio (µg/L):	0,5
molibdeno (µg/L):	1,4
nichel (µg/L):	<0,1
piombo (µg/L):	<0,1
rubidio (µg/L):	0,7
antimonio (µg/L):	<0,1
selenio (µg/L):	<0,1
stagno (µg/L):	<0,1
stronzio (µg/L):	35,3
titanio (µg/L):	0,1
tallio (µg/L):	<0,1
vanadio (µg/L):	0,8
zinco (µg/L):	1,6
annotazioni:	ANALISI DELLA CSA DI RIMINI prelievo effettuato al punto di immissione nel lago di nembia

- **6539** – Sorgente Val Vares localizzata nel Comune di San Lorenzo Dorsino

DATI GEOLOGICI	
sorgente:	6539
come si presenta:	ISOLATA
tipo emergenza:	LINEARE
regime sorgente:	PERENNE
causa dell'emergenza:	DI CONTATTO (STRATIGR. O TETTONICO)
ubicazione morfologica:	FONDOVALLE, ALTIPIANO
tipo regime:	
alimentazione superficiale:	no data
Tipo di terreno	ACCUMULI DI FRANA

DATI DI PORTATA						
DATA DELLA MISURA	ORA DELLA MISURA	TEMPERATURA DELL'ARIA (°C)	TEMPERATURA DELL'ACQUA (°C)	PORTATA SORGENTE (L/s)	TIPO MISURA DATO PORTATA	FONTI ULTIMO AGGIORNAMENTO
15/07/1974			10,5	0,2		

7.1.2 Impianti idroelettrici

Come già evidenziato in precedenza, le grandi strutture carbonatiche, presenti sul territorio trentino, sono sede di importanti risorse idriche; di fatti, nell'area in esame, sono presenti le **Gallerie del sistema idroelettrico Sarca-Molveno**.

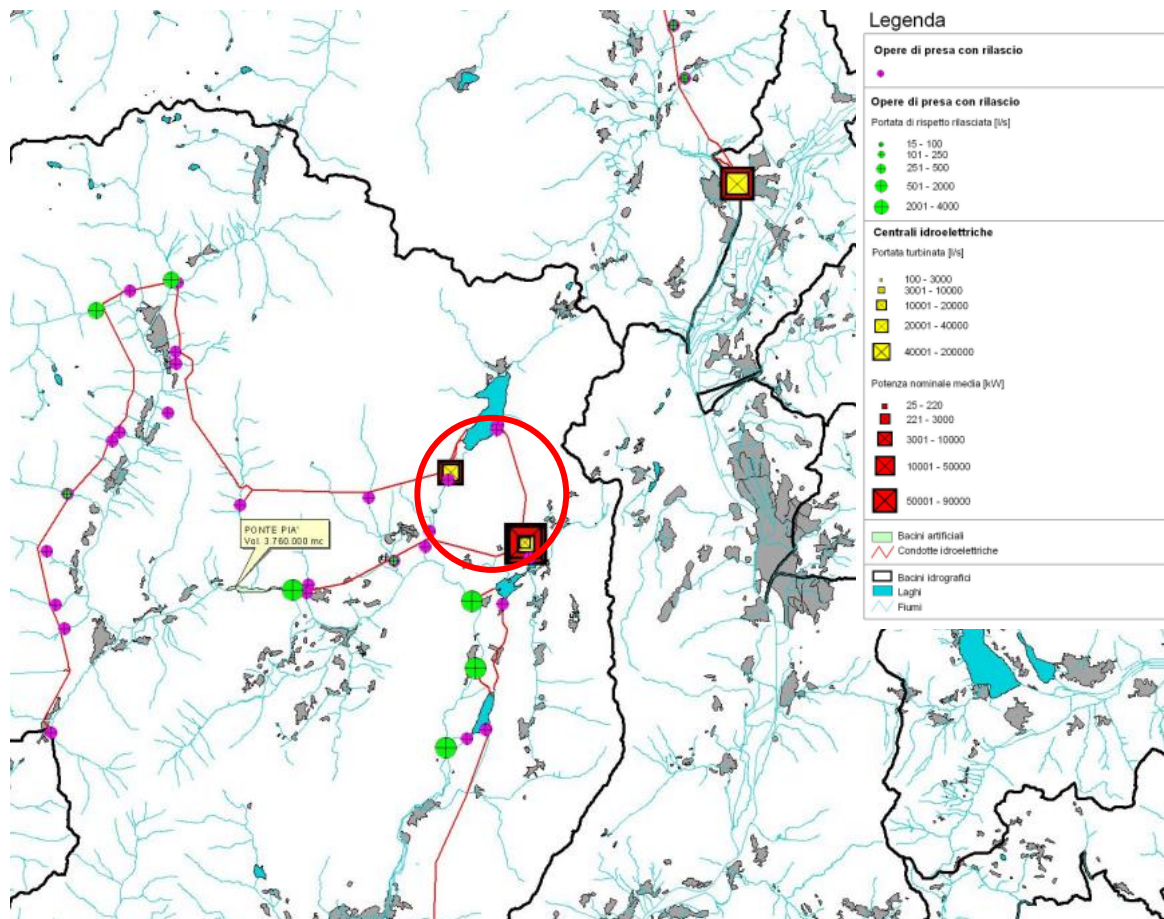


Figura 52: Grandi derivazioni idroelettriche: potenza nominale, portate turbinate e portate di rispetto

Tali Gallerie costituiscono il più grande sistema idroelettrico del Trentino, che coinvolge tutte le valli del Sarca. Le figure 29 (riguardo le sorgenti dell'area in esame) e Figura 52 (riguardo le grandi derivazioni idroelettriche) restituiscono un quadro complessivo della sistematica captazione dei rivi e sorgenti incontrate dalle condotte che si sviluppano sui due fianchi della Val Rendena e che alimentano via via la **centrale di Molveno (Nembia)**, di **Santa Massenza**, di Torbole, coinvolgendo anche i laghi di Molveno, Toblino e Cavedine.

Nel 1940, con l'intenzione di attuare il progetto della Cisalpina, venne costituita a Milano, ad uguale partecipazione tra Edison e SIP con una minima quota dell'IRI, la Società Idroelettrica Sarca Molveno e subito venne aperto a Ponte Arche un ufficio lavori. L'insieme degli impianti compresi in questo progetto, la cui realizzazione doveva portare al completo sfruttamento dei relativi bacini imbriferi, poteva schematicamente suddividersi in tre parti: la prima comprendeva sei centrali idroelettriche sottese alla zona del Sarca sopra l'isoipsa 900; la seconda, la più importante dell'intero sistema, situata fra le quote 900 e 245, comprendeva il grandioso **impianto di Santa Massenza I e II**, con la piccola **centrale di Nembia** e un'altra piccola centrale prevista a Favrio nel Lomaso, che doveva sfruttare le modeste risorse idriche del Misone, del Lomasone e del serbatoio della Torbiera di Fivavè; la terza, infine, considerato che le acque sfruttate dalla centrale di Santa Massenza passavano direttamente nel Lago di Toblino e quindi, mediante un canale di adduzione, nel Lago di Cavedine, prevedeva l'utilizzazione idroelettrica del salto residuo tra lo stesso Lago di Cavedine ed il Garda mediante una centrale da costruirsi nei pressi di Torbole.

Le zone interessate dal progetto in esame in relazione all'enorme opera idroelettrica riguardano le aree a valle del lago di Molveno, il lago di Nembia e il lago di Santa Massenza, delle quali seguirà una breve cronistoria degli interventi effettuati.

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Il lago di Molveno è stato, quindi, destinato a trasformarsi in un grande bacino di raccolta, della capacità di 234 milioni di metri cubi, che avrebbe assicurato il funzionamento in ogni stagione delle potenti turbine della centrale di Santa Massenza. A seguito di diversi interventi, che comprendono la realizzazione di una galleria in pressione di circa 5 km attraverso il Monte Gazza e la costruzione di un ponte-canale all'interno di una grande grotta intercettata durante gli scavi, si è proceduto allo svuotamento del lago, al fine di costruire le opere di presa all'inizio della galleria.

La centrale di Santa Massenza iniziò a funzionare, seppur in maniera ridotta, il primo marzo 1952, con l'arrivo della prima acqua dal bacino di Molveno, immessa nel canale di derivazione dalla stazione di pompaggio galleggiante sul lago; l'anno successivo si procedette con l'invaso quando, dallo scivolo delle Novaline di Nembia, una cascata iniziò a restituire vita al lago. All'inizio degli anni '60 si perfezionò la costruzione di una diga di sbarramento in calcestruzzo armato, a scogliera lastronata convenientemente impermeabilizzata, con dispositivo di tenuta sul paramento di monte: quest'opera rimarrà cattedrale nel deserto per la mancata concessione dell'innalzamento del lago e successivamente verrà smantellata per ragioni di sicurezza, lasciando un semplice canale di deflusso in caso di piene eccezionali.

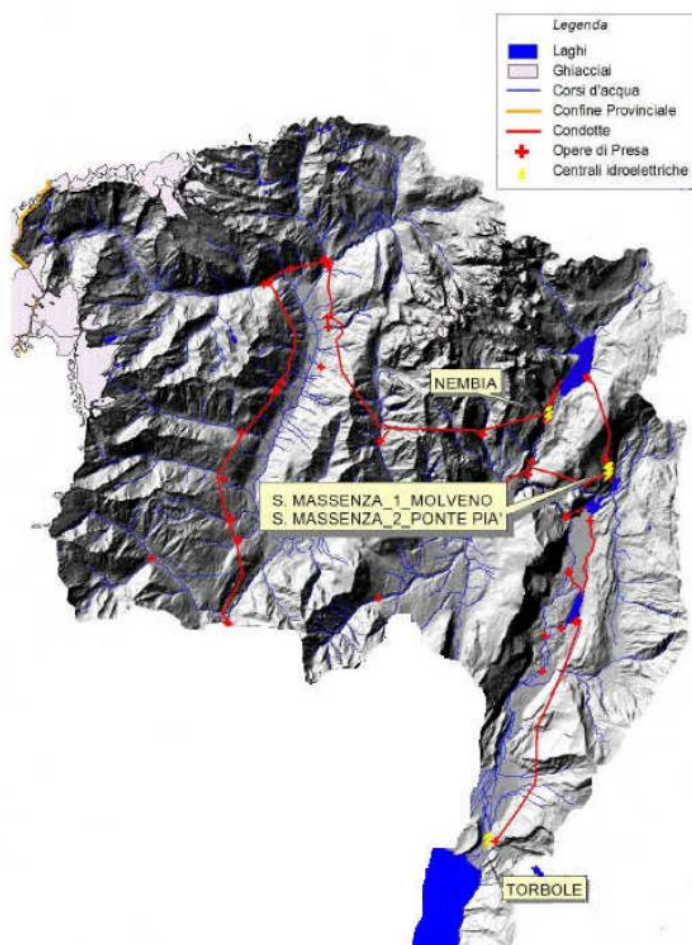




Figura 53: rappresentazione planimetrica complessiva del sistema idroelettrico della Sarca

A questo punto rimanevano le acque affioranti al di sotto della galleria di gronda che non furono di certo trascurate. Seguendo il progetto iniziale, si trattava quindi di raccoglierle in un bacino artificiale creato con una diga di sbarramento nel punto più stretto della Forra della Scaletta, poco a monte dell'abitato di Ponte Arche, e da qui convogliarle, sempre in galleria, direttamente alla centrale di Santa Massenza. L'insieme di queste opere rientrava precisamente nel piano di utilizzazione sistematica ed integrale del bacino Sarca-Molveno, con lo scopo precipuo di completare l'utilizzazione dei contributi dell'alto e medio bacino del Sarca, a monte della sezione di Ponte Pià, per la parte che sfuggiva alle derivazioni superiori dirette al Lago di Molveno. Tali contributi potevano così essere utilizzati in parte, direttamente sotto il salto esistente fra la presa della diga di Ponte Pià e il canale di scarico della centrale di S. Massenza, ed in parte, mediante il sollevamento con pompe al lago di Molveno dei deflussi di supero notturni e festivi e riutilizzo dei medesimi nelle centrali sottostanti al lago stesso durante i periodi di maggior richiesta. Per prima cosa, per garantire l'invaso massimo previsto, calcolato a quota 466.5, si dovette procedere alla costruzione di un nuovo tronco stradale in sostituzione del

 <p>T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE</p> <p>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna:</p> <p style="text-align: center;">RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>:</p> <p style="text-align: center;">RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

vecchio che sarebbe stato sommerso per diversi metri. La nuova strada, rispondendo a precisi vincoli imposti, era larga 7.5 metri e le gallerie ricevevano luce e ventilazione da numerosi finestroni che davano sulla forra. Fu collaudata nel luglio del '56, dopo oltre tre anni di lavoro: erano state inoltre realizzate tutte le opere di consolidamento ed impermeabilizzazione della zona dello sbarramento in modo da renderne maggiormente sicuro l'appoggio alle pareti rocciose ed impedire eventuali infiltrazioni e perdite.

Le opere realizzate inducono importanti modifiche alla temperatura delle acque di questi laghi e un peggioramento della loro qualità anche da un punto di vista biologico. Sotto il profilo idrogeologico queste opere hanno creato soprattutto una grande sottrazione di risorsa idrica superficiale nelle valli attraversate che diventa particolarmente intensa nei periodi di grande siccità. Il grande impianto, progettato e realizzato negli anni '50, ha praticamente attraversato tutte le formazioni geologiche affioranti nell'area (in particolar modo le formazioni appartenenti alla V e VI Unità Idrogeologica – Giurassico e Retico) mettendo in evidenza anche i sistemi di grotte presenti in alcune dorsali dolomitiche e calcaree attraversate dalle condotte.

Riassumendo, si tratta di una rete di gallerie trasversali sotto i massicci del Gruppo di Brenta e della Paganella meridionale. L'area di deflusso naturale del sistema carbonatico, su cui insistono le condotte, specialmente quelle a pelo libero, è il tratto del Fiume Sarca fra Tione e Sarche che chiude a meridione la struttura del Brenta. La portata totale è di circa 3000 l/s, corrispondenti ad una portata unitaria di circa 50 ls⁻¹ al km. Il sistema idraulico per l'alimentazione delle citate centrali modifica sostanzialmente il naturale deflusso delle acque all'interno del bacino.

Le gallerie, che sembrano attraversare la zona non satura del massiccio, riducono notevolmente il segnale della ricarica attuale all'interno dello stesso. Infatti, l'effetto più evidente è la **scomparsa di parte del reticolo idrografico superficiale drenato dall'opera sotterranea**.

Al contrario, gli effetti sulle sorgenti al contorno non sono noti, poiché non esistono misure antecedenti lo scavo; perciò, è difficile valutare le possibili interferenze dell'opera con le strutture geologiche.

8 SISMICITÀ DELL'AREA

8.1 Principali sorgenti sismogenetiche

I principali sistemi di faglia riconosciuti nell'area trentina sono (Figura 54):

1. Linea Schio-Vicenza (orientazione NW-SE);
2. Linea delle Giudicarie (orientazione NNE-SSW);
3. Linea della Valsugana (orientazione ENE-WSW).

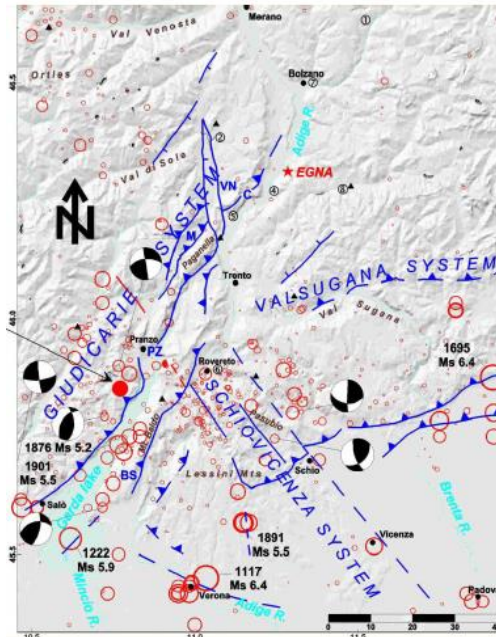


Figura 54: Principali sistemi tettonici presenti nell'area trentina

In riferimento al modello sismo-tettonico del territorio italiano ZS9 e alla relativa mappa delle zone sismogenetiche, il territorio in oggetto non ricade all'interno di nessuna zona sismogenetica, ma risulta ubicato a più di 50 km dalla zona sismogenetica 905 "Friuli – Veneto orientale" (Mw = 6.60), ad una ventina di km dalla zona sismogenetica 906 "Gardena Veronese" (Mw = 6.60) ed a circa 50 km dalla zona sismogenetica 907 "Bergamasco" (Mw = 6.14); pertanto risulta necessaria l'analisi magnitudo-distanza in riferimento a tali zone sismogenetiche.

Nel caso in oggetto può essere definita la seguente magnitudo di riferimento: $M = 6.60$.

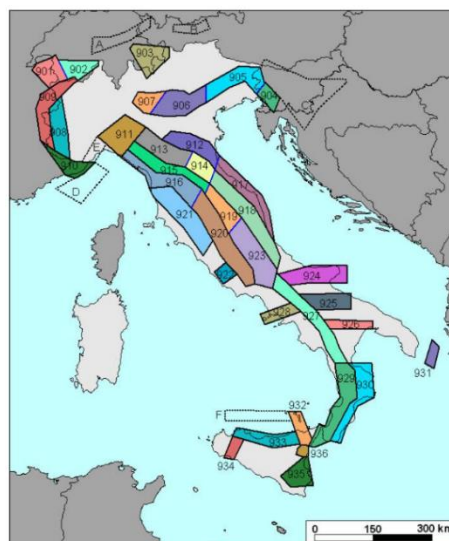




Figura 55: Zone sismogenetiche per la mappa di pericolosità sismica di base di riferimento

 <p>T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE</p> <p>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

In particolare, per l'individuazione delle principali strutture sismogenetiche nell'area è stata utilizzata la versione 3.2.1 del "Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy" (DISS INGV, 2018 <https://diss.em.ingv.it/diss/>), che contiene le sorgenti sismogenetiche individuali e composite ritenute in grado di generare grandi terremoti. L'assetto di queste sorgenti fornisce informazioni sull'andamento dei maggiori sistemi di faglie attive. Ad un esame dei dati, si nota la presenza di un'area sismogenetica nella zona a sud-est dell'asse Rovereto-Trento (ITCS048 – Linea delle Giudicarie) potenzialmente in grado di generare sismi con Mw 5.7, un'area nella zona a sud di Rovereto (ITCS073 – Linea di Monte Baldo) potenzialmente in grado di generare sismi con Mw 5.5, un'area nella zona delle Prealpi vicentine (ITCS175 – Porzione della linea Schio-Vicenza) potenzialmente in grado di generare sismi con Mw 5.5, due aree adiacenti a quest'ultima (ITCS007 – Thiene-Corunda e ITCS105 – Bassano – Vittorio Veneto) in grado di generare sismi con Mw 6.6 e 6.5 rispettivamente.

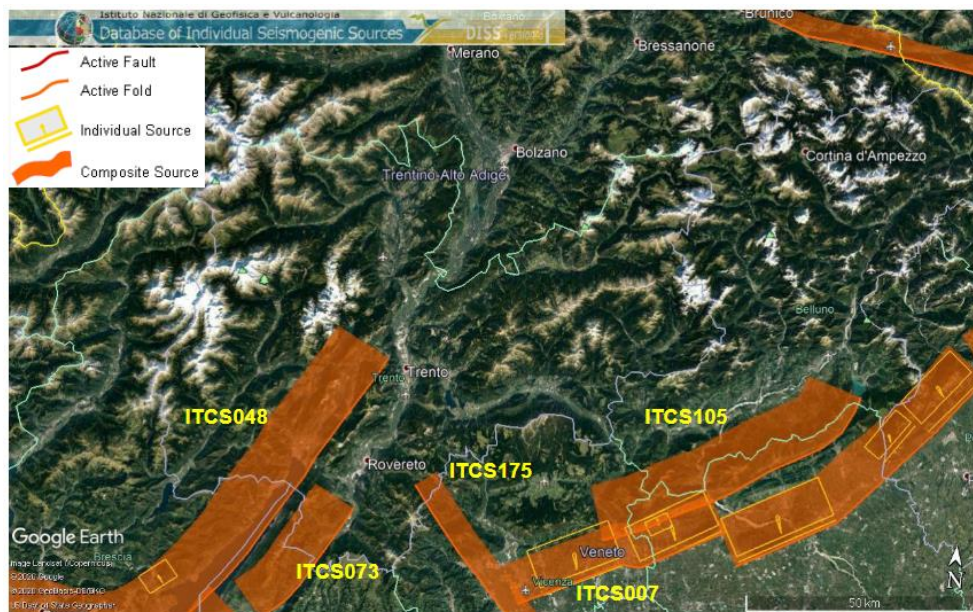


Figura 56: Sorgenti sismogenetiche contenute della versione 3.2.1. del "Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy" per l'area trentina

L'attività sismica di questo settore è principalmente concentrata lungo i lineamenti tettonici orientati NNE-SSW, appartenenti al sistema tettonico delle Giudicarie, caratterizzati da un cinematismo di tipo compressivo-transpressivo avente stress massimo con orientamento in senso EW, circa perpendicolare al fronte della catena delle Giudicarie.

La sismicità che si manifesta con maggiore concentrazione in corrispondenza della giunzione tra quest'ultimo sistema strutturale e quello della faglia Schio-Vicenza diminuisce velocemente sia per frequenza che per magnitudo, spostandosi lateralmente. Così come indicato dal Catalogo Sismico della Rete Sismometrica ed Accelerometrica della P.A.T., l'area meridionale della Provincia di Trento risulta quella maggiormente attiva dal punto di vista sismico. In Figura 57 si evidenzia la sismicità strumentale nel periodo 1994-2012. Si nota come l'attività sismica sia concentrata soprattutto nell'area del Lago di Garda, nella bassa valle dell'Adige, nei Lessini, nel Bellunese-Feltrino e nell'Alta Valtellina.

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

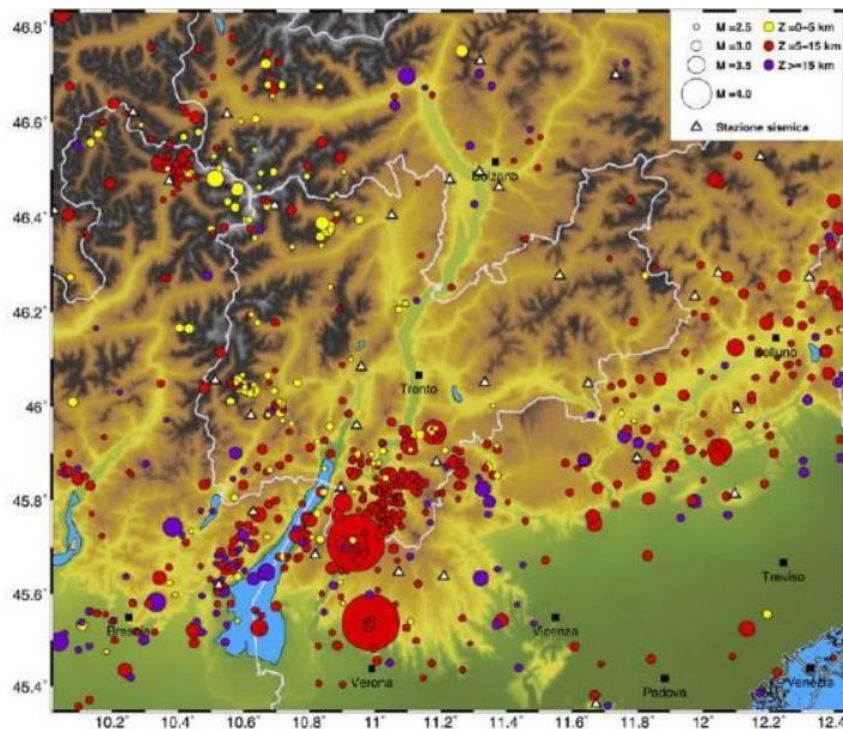


Figura 57: Sismicità strumentale del Trentino nel periodo 1994-2012 (Tratto dal sito della Protezione Civile della P.A.T.)

In accordo con i dati finora analizzati, anche la distribuzione della magnitudo calcolata e del momento sismico scalare M_0 (la grandezza più utilizzata in campo sismologico per misurare la dimensione di un terremoto) basati sulle rilevazioni della Rete Sismica Provinciale tra il 1994 e il 2013, mostra come l'area del Trentino Meridionale (inclusa all'interno dell'ampia fascia alpina meridionale) risulti quella col maggior rilascio di momento sismico (Figura 58).

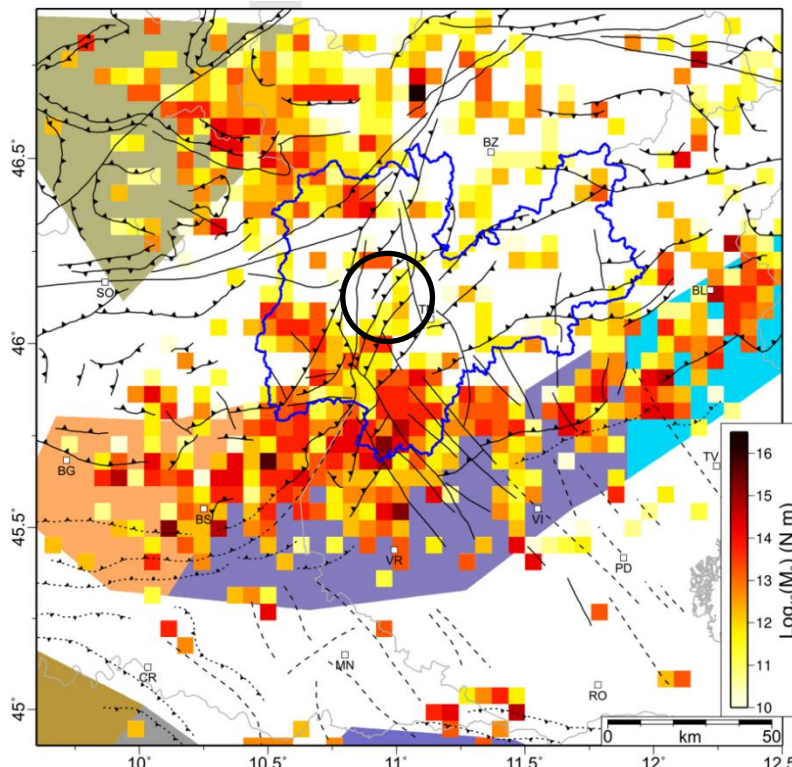




Figura 58: Mappa del Momento Sismico in Trentino (da http://www.protezionecivile.tn.it/binary/pat_protezione_civile/primop_territorio/Momento_sismico1000.1418374266.jpg). All'interno del cerchio nero la zona interessata dal progetto

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE "Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".	
Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254 Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254 Rev. 00	

8.2 Classificazione sismica

Dopo il terremoto in Irpinia del 1980, con i Decreti Ministeriali emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1981 ed il 1984, tutto il territorio nazionale è stato classificato con criteri omogenei in tre zone di rischio.

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 ha aggiornato la classificazione di rischio sismico dei Comuni, adottando un criterio cautelativo con il quale è stata estesa la zona a maggior rischio (Zona 1) e introducendo la zona 4 che indica pericolosità moderata.

Tabella 7: Classificazione sismica in zone di rischio del territorio italiano

Zona 1 - è la zona più pericolosa. La probabilità che capiti un forte terremoto è alta
Zona 2 - In questa zona forti terremoti sono possibili
Zona 3 - In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2
Zona 4 - è la zona meno pericolosa: la probabilità che capiti un terremoto è molto bassa

Di fatto, sparisce il territorio "non classificato", e viene introdotta la zona 4, nella quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona 1=0.35 g, zona 2=0.25 g, zona 3=0.15 g, zona 4=0.05 g).

Le novità introdotte con l'ordinanza sono state pienamente recepite e ulteriormente affinate, grazie anche agli studi svolti dai centri di competenza (Ingv, Reluis, Eucentre). Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'OPCM 3274/03, è stato adottato con l'OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006.

Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'Opcm n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche. In particolare, le norme tecniche O.P.C.M. 3519/2006 indicano, in base al parametro ag=accelerazione orizzontale massima al suolo rigido ed all'accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ag/g, quattro zone di cui le prime tre vengono suddivise in quattro intervalli caratterizzati da differenze di accelerazione pari a 0.025g, mentre la quarta, visti i bassi valori di accelerazione, non prevede ulteriori suddivisioni:

Tabella 8: Accelerazione massima nelle zone di rischio sismico del territorio italiano

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag/g)
1	0.25 < ag ≤ 0.35	0.35g
2	0.15 < ag ≤ 0.25	0.25g
3	0.05 < ag ≤ 0.15	0.15g
4	ag ≤ 0.05	0.05g

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni, infatti, hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona – e quindi territorio comunale – precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

Con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, successivamente modificate e aggiornate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018 attualmente in vigore, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.).

Riassumendo, a seguito dell'emanazione dei criteri generali per la definizione delle zone sismiche, inizialmente inseriti nell'allegato 1 dell'O.P.C.M. 3274/03 e successivamente aggiornati con l'O.P.C.M. 3519/06, con la deliberazione della G.P. n. 2919 del 27 dicembre 2012, è stata approvata la zonazione sismica del territorio provinciale.

In seguito all'entrata in vigore della nuova classificazione sismica della Provincia Autonoma di Trento il territorio risulta diviso in due aree principali (: una considerata debolmente sismica (zona 3), l'altra a bassa sismicità (zona 4).

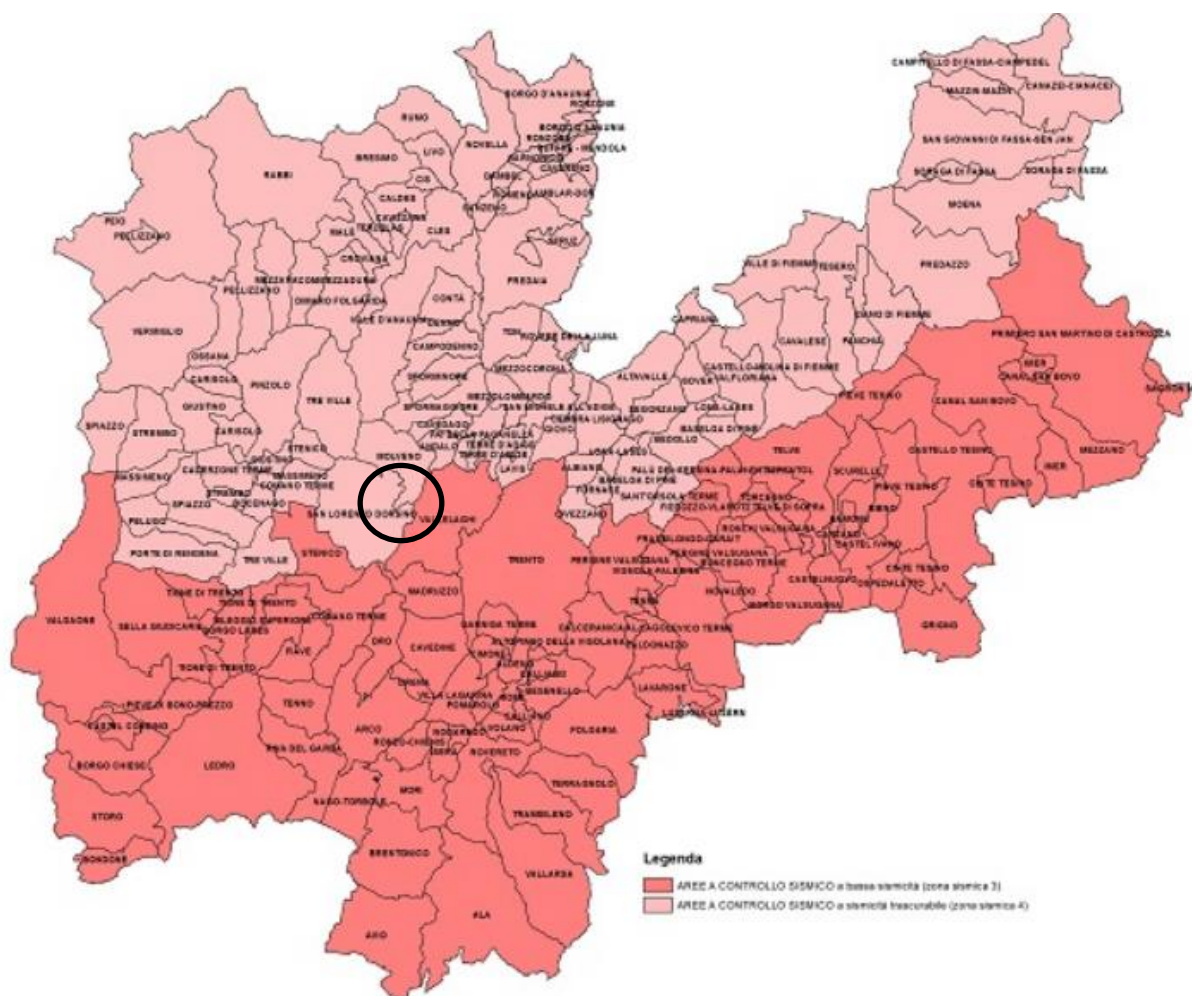


Figura 59: Classificazione sismica del territorio provinciale (da <http://www.protezionecivile.tn.it/territorio/Sismologia/Classificazioni/pagina8.html>). All'interno del cerchio nero la zona interessata dal progetto

Con riferimento alla suddetta deliberazione della G.P. n. 2919, i comuni attraversati dall'opera in progetto (San Lorenzo Dorsino e Vallelaghi), risultano classificati in zona sismica 3 il primo e in zona sismica 4 il secondo.

8.3 Pericolosità sismica

La pericolosità sismica è la valutazione dello scuotimento del terreno atteso in una certa area, in un certo periodo di tempo, a causa di terremoti naturali. Non essendo in grado di fare previsioni deterministiche del verificarsi di un evento si segue un approccio che indica la probabilità che si registrino movimenti del suolo che superano una certa soglia. Questa valutazione si basa sulla definizione di tutte le possibili sorgenti sismogenetiche (faglie), sull'attribuzione ad ognuna di esse di tassi o frequenze di accadimento di terremoti per diversi valori di magnitudo (catalogo dei terremoti storici, combinati con dati geologici e geodetici), sulla modellazione in termini probabilistici degli scuotimenti che questi terremoti possono produrre nel sito di interesse.

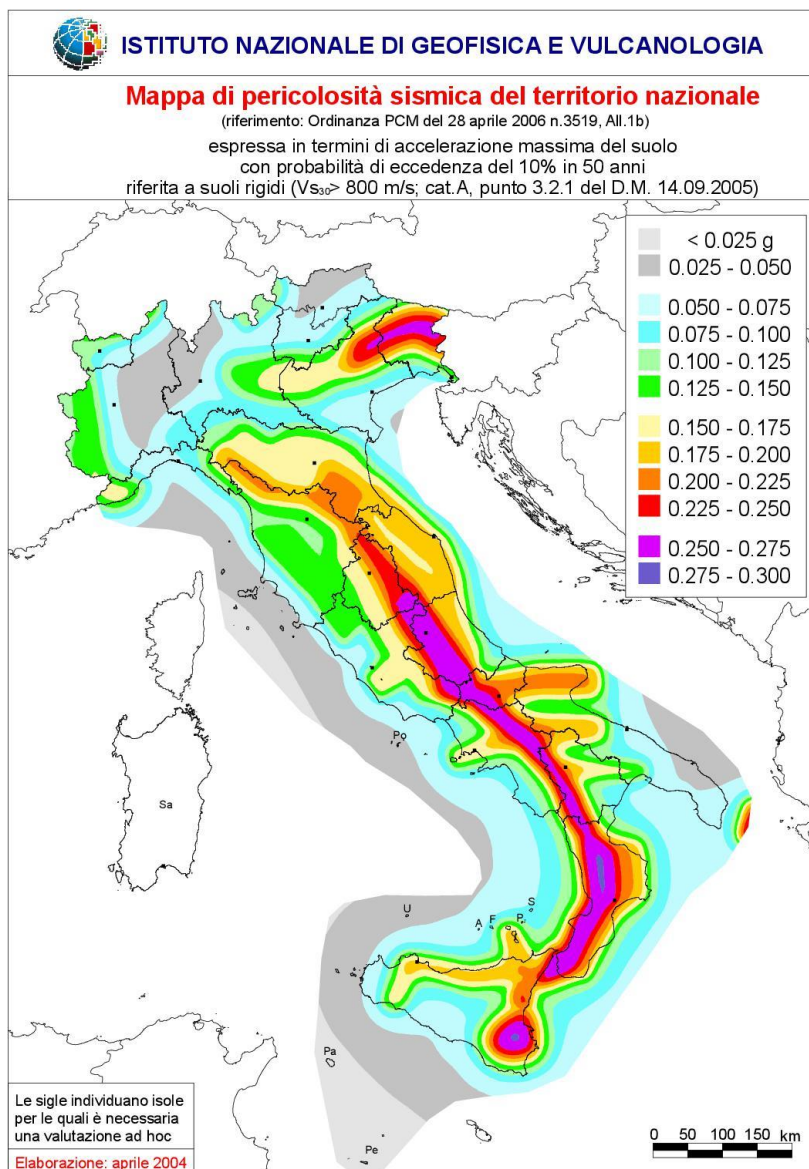


Figura 60: Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (<http://zonesismiche.mi.ingv.it>)

Nel 2004 è stata rilasciata la mappa della pericolosità sismica che fornisce un quadro delle aree più pericolose in Italia. La mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (GdL MPS, 2004; rif. Ordinanza PCM 28 aprile 2006, n. 3519, All. 1b) è espressa in termini di accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

Questo strumento normativo, per la prima volta, ha portato a valutare la classificazione sismica del territorio secondo parametri sismologici svincolati dal solo criterio politico del limite amministrativo utilizzato fino a quel momento. Un valore di pericolosità di base, dunque definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato,

indipendente dai confini amministrativi comunali. La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione del territorio e per il controllo del territorio da parte degli Enti preposti (Regione, Genio civile, ecc).

L'Ordinanza PCM 28 aprile 2006, n. 3519 ha reso tale mappa uno strumento ufficiale di riferimento per il territorio nazionale. Nel 2008, e successivamente nel 2018, sono state aggiornate le Norme Tecniche per le Costruzioni: per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento propria individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

Rispetto alla classificazione sismica dei comuni ed in base alla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (O.P.C.M. 28/04/2006 n. 3519), il range di accelerazione massima del suolo, con probabile eccedenza del 10% in 50 anni, nell'area di studio è compresa tra 0.05 e 0.075 g.

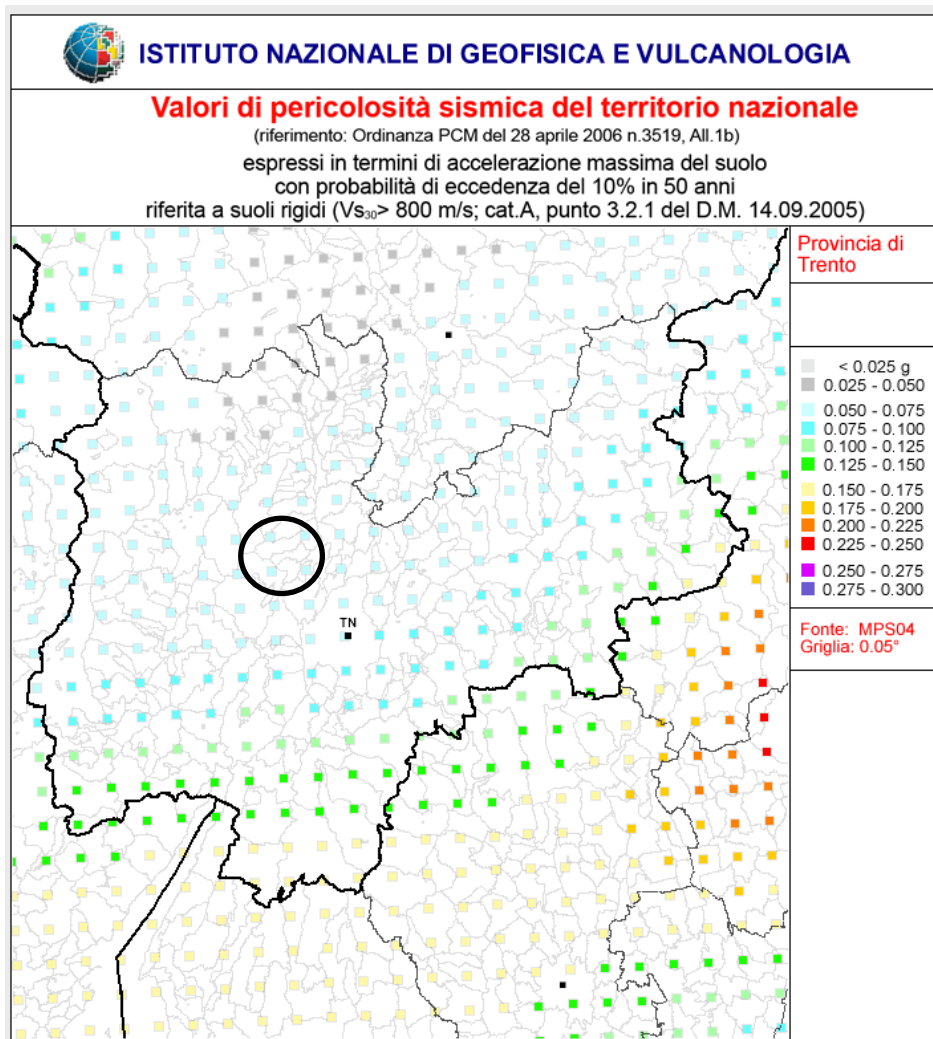


Figura 61: Mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni referita a suoli molto rigidi ($V_s 30 > 800$ m/s). All'interno del cerchio nero la zona interessata dal progetto

8.4 Microzonazione Sismica della Provincia Autonoma di Trento

Come noto, la Microzonazione Sismica indaga i possibili effetti di sito dovuti allo scuotimento generato da un terremoto in profondità. Tali effetti possono essere amplificati sulla superficie in funzione delle caratteristiche stratigrafiche e topografiche. La Microzonazione sismica può essere suddivisa in tre livelli di approfondimento (Primo, Secondo e Terzo Livello), progressivamente implementati, a partire da una descrizione qualitativa o semi-quantitativa dei fenomeni, fino ad una loro specifica e dettagliata definizione quantitativa.

Negli anni recenti, per l'intero territorio Trentino è stata redatta dal Servizio Geologico della Provincia la "Carta della Microzonazione Sismica di Primo Livello" (Figura 62) che individua in modo qualitativo settori omogenei dal punto di vista del comportamento sismico, valutando possibili amplificazioni di tipo stratigrafico o topografico. Nell'elaborato cartografico sono identificate come zone stabili prive di amplificazioni locali quelle caratterizzate da substrato roccioso affiorante o sub-affiorante in presenza di topografia con acclività inferiore ai 15°. Le zone suscettibili di amplificazioni locali di tipo topografico sono quelle ove il substrato presenta acclività maggiore di 15°. Le amplificazioni stratigrafiche locali si individuano invece in corrispondenza delle aree con depositi di versante e quelle lungo le vallate con depositi a granulometria grossolana o medio-fine. In presenza di depositi medio-fini si attendono i massimi effetti di amplificazione locale. Le zone suscettibili di instabilità sono, infine, quelle caratterizzate da movimenti gravitativi soggetti a potenziale innesco a seguito del sisma. In Figura 63 è riportato un estratto di tale cartografia riferito all'area di progetto.

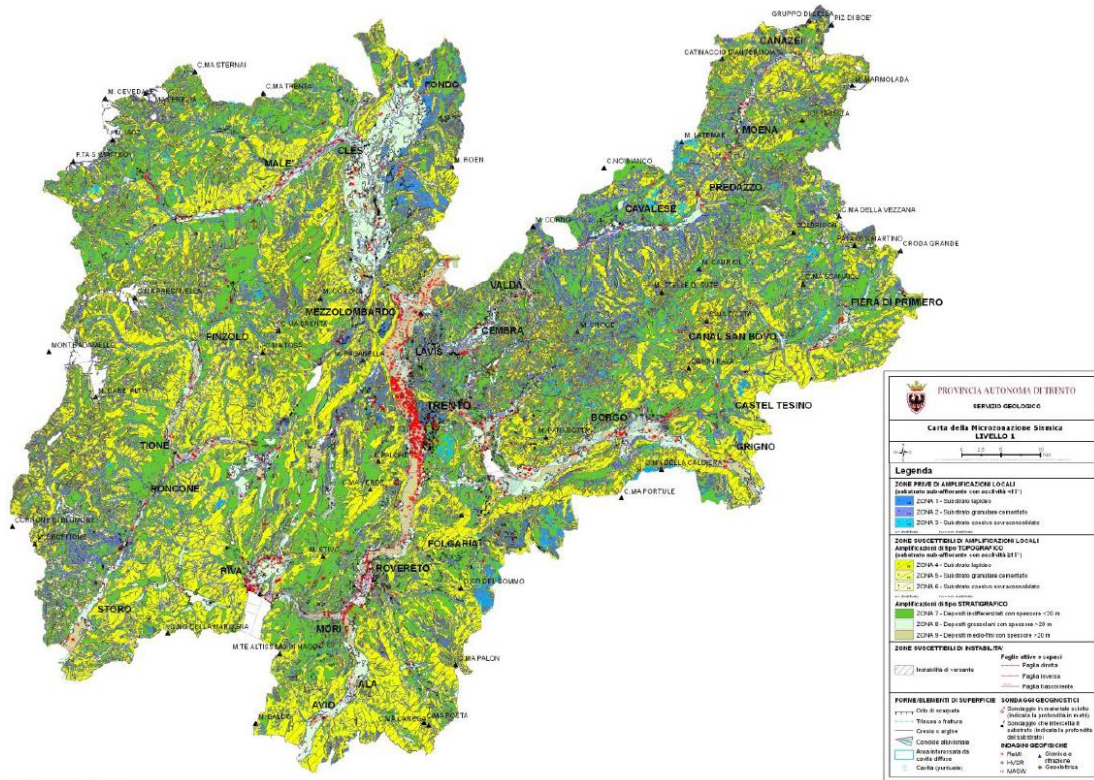


Figura 62: Carta di Microzonazione sismica di 1° livello della Provincia di Trento

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

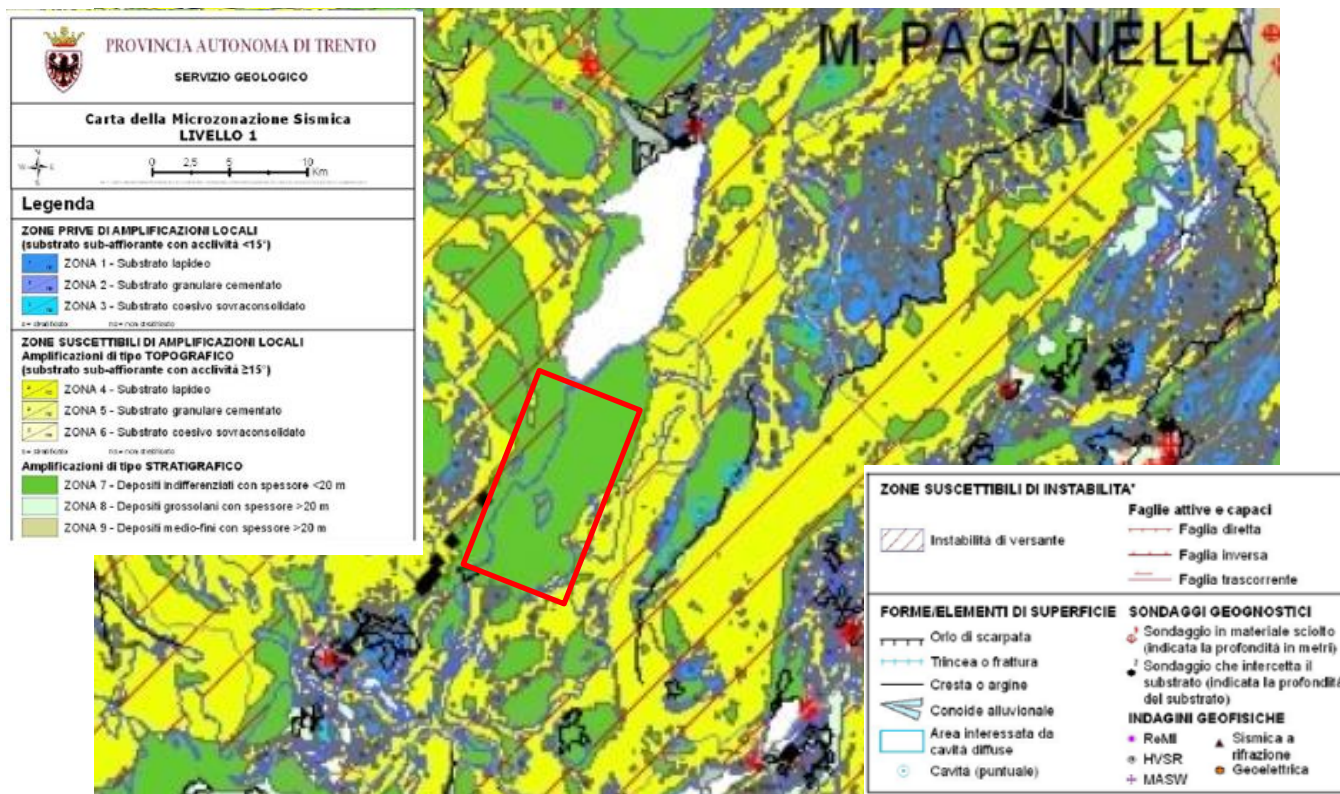


Figura 63: Stralcio della carta di Microzonazione sismica di 1° livello (nel riquadro rosso l'area di sviluppo dell'opera)

8.5 Risposta sismica locale e profili di suolo sismico



Le caratteristiche e gli effetti di un evento sismico sono fortemente dipendenti, oltre che dalle caratteristiche della sorgente, dalle modalità di emissione dell'energia e dalla distanza ipocentrale, anche da fattori di risposta locale che risultano in grado di influenzare in maniera significativa la composizione spettrale del sisma. Tale influenza sullo spettro sismico si manifesta come fattore di smorzamento o al contrario di amplificazione e si configura come l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie.

I due principali fattori locali che possono condizionare la risposta sismica locale sono:

- i fattori morfologici del sito (valle stretta, cresta, pendio etc.)
- la natura dei terreni sollecitati dalla vibrazione sismica (possono amplificare l'accelerazione massima in superficie rispetto a quella che ricevono alla base, agendo al contempo da filtro del moto sismico, diminuendone l'energia complessiva ma modificandone la composizione con accentuazione di alcune frequenze e smorzamento di altre)

In riferimento alla morfologia del sito le Norme Tecniche per le Costruzioni individuano le seguenti categorie topografiche di riferimento:

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ($i \leq 26.7\%$)
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ ($i > 26.7\%$)
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ ($26.7\% \leq i \leq 57.7\%$)
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media $i > 30^\circ$ ($i > 57.7\%$)

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE <i>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</i>	
Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254	Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254	
Rev. 00	Rev. 00	

Per quanto riguarda invece gli aspetti connessi alla natura e alla tipologia dei terreni di fondazione del substrato litoide, a seguito della pubblicazione delle N.T.C. 2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni):

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

Le più recenti Norme Tecniche per le Costruzioni, il D.M. 14 gennaio 2008 prima e il D.M. 17 gennaio 2018 attualmente in vigore, hanno modificato la tipologia di approccio alla pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_S > 800$ m/s), hanno superato il concetto della classificazione del territorio nelle quattro zone sismiche e propongono una nuova zonazione fondata su un reticolo di punti di riferimento con intervalli di a_g pari a 0.025 g, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale e verticale su suoli rigidi e pianeggianti, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto dello spettro a velocità costante T^*C).

Ai sensi delle NTC 2018, fissate la vita nominale V_N , la classe d'uso CU e la vita di riferimento VR dell'opera (vedi Tabella 1, del paragrafo 2.4.3 delle NTC 2018), è possibile determinare i valori dei parametri a_g , F_0 e T^*C su sito di riferimento rigido orizzontale necessari per la determinazione delle azioni sismiche, dove:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T^*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. attraverso le coordinate geografiche del sito.

Una prima sommaria valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Di seguito si riporta il grafico dello spettro di risposta elastica corrispondente ai comuni direttamente interessati dalle opere in progetto, nel quale, la linea continua si riferisce agli spettri di Normativa, mentre la linea tratteggiata rappresenta gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Relativamente ai diversi terreni di fondazione incontrati lungo il tracciato, vista l'assenza di indagini sismiche specifiche, non né stato possibile individuarne la categoria sismica di appartenenza. Si sottolinea come le indicazioni fornite siano da considerarsi valide esclusivamente per un quadro conoscitivo preliminare, i modelli di risposta sismica locale e i profili di suolo sismico andranno individuati mediante idonee indagini geognostiche e geofisiche da eseguirsi per ogni opera d'arte in successiva fase progettuale.

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Spettri di risposta elastica per i periodi di ritorno T_R di riferimento

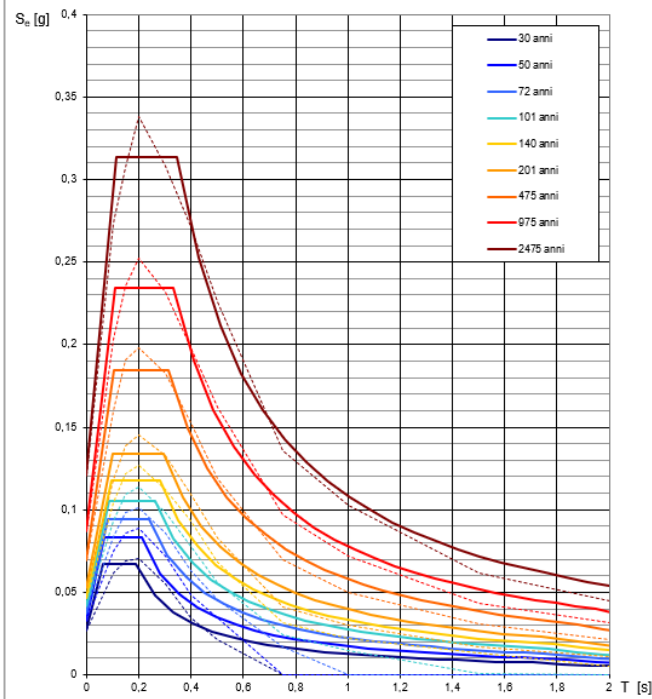




Figura 64: Grafico dello spettro di risposta elastica corrispondente al comune di san Lorenzo in Dorsino (la linea continua si riferisce agli spettri di Normativa, mentre la linea tratteggiata rappresenta gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati, ottenuti tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici).

 <p>T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE</p> <p>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna:</p> <p style="text-align: center;">RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>:</p> <p style="text-align: center;">RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

9 CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ (CSP)

9.1 Piano urbanistico provinciale

La gestione del pericolo connesso ai fenomeni naturali di tipo geologico e idrogeologico rappresenta uno dei temi di maggiore rilievo della pianificazione territoriale provinciale che, a partire dal Piano urbanistico provinciale (PUP) approvato con l.p. n. 26 del 1987, ha provveduto a sviluppare, approfondire e regolamentare coerentemente l'uso del territorio.

Gli studi, condotti nel corso della attuazione del PUP, hanno portato alla elaborazione della Carta di sintesi geologica provinciale, prevista dalla Variante 2000 al PUP (l.p. 7 agosto 2003, n. 7) e approvata con deliberazione della Giunta provinciale n. 2813 del 23 ottobre 2003, quale strumento per la disciplina del pericolo idrogeologico, periodicamente aggiornata, sulla base delle verifiche e degli studi effettuati dall'Amministrazione provinciale nella gestione del territorio.

L'entrata in vigore, in data 8 giugno 2006, del Piano generale di utilizzazione delle acque pubbliche (PGUAP), reso esecutivo con d.P.R. del 15 febbraio 2006, ha completato il quadro di riferimento. Il PGUAP tiene luogo dei piani di bacino di rilievo nazionale previsti dalla legge 18 maggio 1989, n. 183 e di qualsiasi altro piano stralcio degli stessi, ivi compresi quelli prescritti da leggi speciali dello Stato.

Rispetto ai distinti strumenti vigenti di disciplina del pericolo e del rischio, il nuovo Piano urbanistico provinciale, approvato con l.p. 27 maggio 2008, n. 5, ha introdotto la Carta di sintesi della pericolosità, quale strumento di unificazione e armonizzazione delle diverse discipline tecniche volte alla classificazione dell'instabilità del territorio, mirando a fornire un quadro di riferimento organico per le attività di pianificazione urbanistica rispetto al tema del pericolo idrogeologico. L'articolo 22, comma 2 della legge provinciale per il governo del territorio (l.p. n. 15/2015) – a conferma del previgente articolo 14 della legge urbanistica provinciale 2008 - prevede espressamente che, con l'entrata in vigore della Carta di sintesi della pericolosità cessano di applicarsi le disposizioni della Carta di sintesi geologica e del PGUAP in materia di uso del suolo, posto che la disciplina della nuova Carta soddisfa i requisiti e i principi stabiliti, sotto il profilo urbanistico, dal capo IV - Aree a rischio idrogeologico delle norme del PGUAP.

Sulla base della classificazione della pericolosità dei fenomeni geologici, idrologici e nivologici o forestali, derivante dalla combinazione dei fattori di pericolo e condotta nelle carte della pericolosità previste dalla legge in materia di protezione civile, la Carta di sintesi della pericolosità individua le aree con diversi gradi di penalità (elevata, media, bassa e altri tipi di penalità), dettandone la relativa disciplina urbanistica attraverso gli articoli 15-16-17-18 delle norme del PUP.

Nelle aree ricompre nell'**articolo 15 "Aree con penalità elevate"** posso comunque essere realizzate:

3. *In deroga al comma 2 e a condizione che un apposito studio di compatibilità allegato al progetto analizzi dettagliatamente le condizioni di pericolo e definisca gli accorgimenti costruttivi di carattere strutturale, localizzativo e architettonico per la realizzazione degli interventi e quelli per la loro utilizzazione atti a tutelare l'incolumità delle persone e a ridurre la vulnerabilità dei beni, possono essere realizzati, previa autorizzazione della Provincia:*

a) *le opere di infrastrutturazione di rilevanza pubblica che non risultano delocalizzabili e non contribuiscono a incrementare il carico insediativo esposto a pericolo.*

9.2 Pericolosità geologiche lungo il tracciato

Nei seguenti paragrafi si riporta la mappatura delle aree soggette a pericolosità lungo il tracciato delle opere in progetto, suddivise per le diverse tipologie di pericolosità di carattere geologico.

I fenomeni attesi per l'area di studio sono riconducibili principalmente a crolli rocciosi e fenomeni di esondazione torrentizia, oltre ad una bassa criticità legata a fattori lito-geomorfologici. Non risultano pericolosità per fenomeni valanghivi interferenti col tracciato di progetto, mentre per quanto riguarda la pericolosità da incendi boschivi si rimanda allo Studio di Compatibilità (elaborato RUCR20022B2507960).

9.2.1 Pericolosità da frana di crollo

Tra le pericolosità presenti nel settore nord dell'area di progetto, dove è prevista la realizzazione di un elettrodotto in cavo interrato, il pericolo di frane di crollo risulta essere il più impattante e il più diffuso, con una classe di pericolosità media H3 (penalità P3) e solo marginalmente il tracciato interferisce con brevissimi tratti a pericolosità elevata H4 (penalità P4).

Nel successivo tratto in cui si prevede la realizzazione di elettrodotti aerei, come si evince dalla Figura 65, sono presenti solo alcuni sostegni che interferiscono con aree classificate a pericolosità bassa H2 e penalità P2 bassa.

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

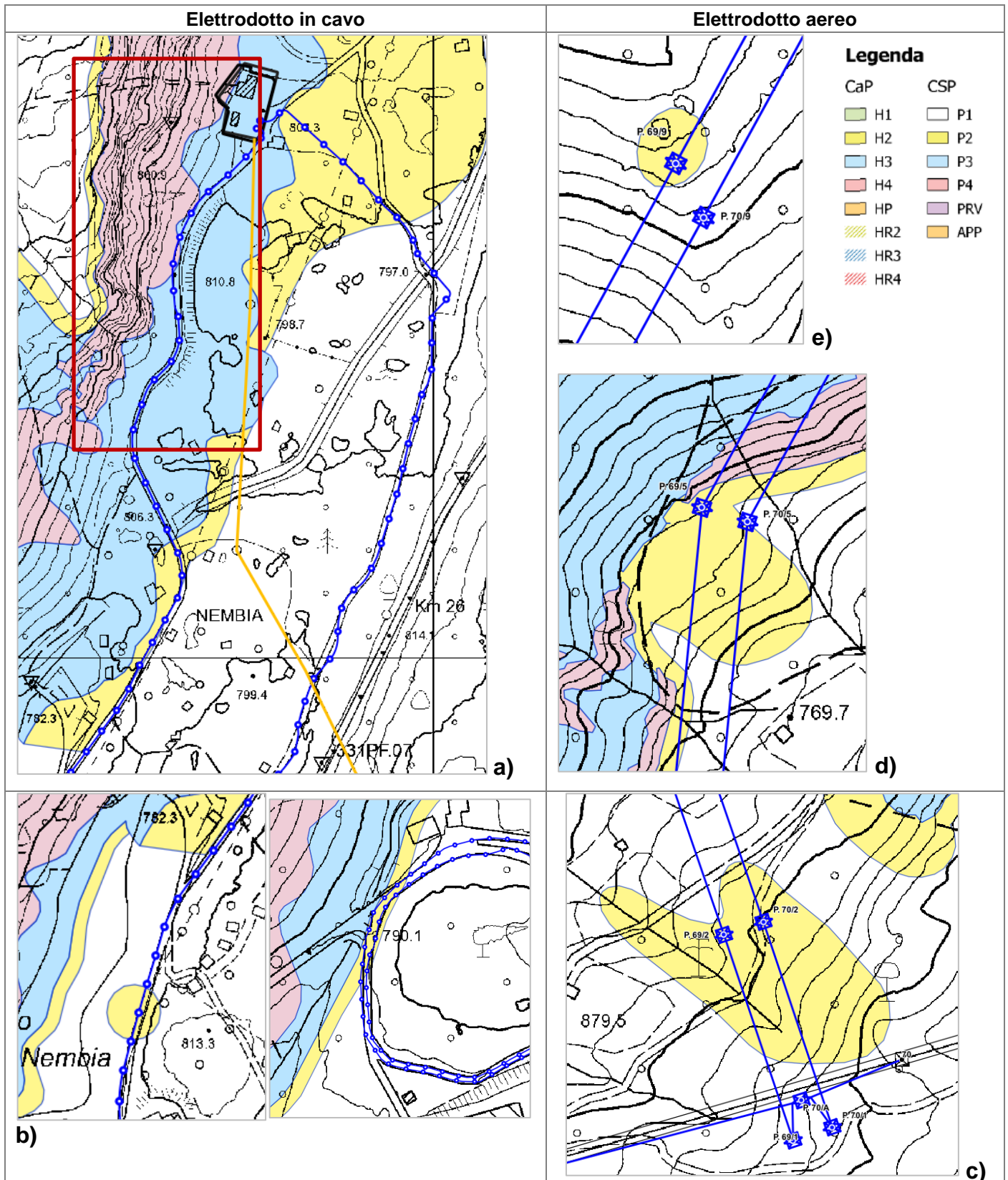




Figura 65: Carta di Sintesi della Pericolosità – Pericolosità Frana da Crollo.

 T E R N A G R O U P	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE <i>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</i>	
Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254 Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254 Rev. 00	

Per quanto riguarda il settore del tracciato in cavo interrato, indicato con il riquadro rosso in Figura 65, che interferisce con le aree a pericolosità H3 (media) e H4 (elevata) per frane di crollo, il rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio ha mostrato la presenza di aree di accumulo di detrito di falda e di conoidi detritici, proveniente dalla sovrastante parete costituita da calcari oolitici. Il progetto prevede il posizionamento a bordo strada del cavo interrato e come mostrano le seguenti immagini di Figura 66 relative a limitati settori a pericolosità H4, le aree di crollo e di accumulo del detrito non raggiungono la banchina stradale, in cui si posiziona il cavidotto interrato. Inoltre, i clasti e i blocchi detritici che raggiungono le aree più vicine al settore di pertinenza progettuale risultano di dimensioni limitate (Figura 67).

Pertanto, in base agli approfondimenti ed alle osservazioni condotte in sito, anche in virtù del fatto che in questo settore si prevede il passaggio dell'elettrodotto in cavidotto interrato, si ritiene che l'intervento in progetto sia compatibile con le pericolosità esaminate e che non alteri, peggiori o influenzi le attuali condizioni di stabilità dei luoghi. Tali valutazioni, unitamente alla parametrizzazione dei terreni d'imposta e dei modelli geotecnici del sito andranno confermate o validate da idonee indagini geognostiche da eseguirsi nella successiva fase di progettazione esecutiva.



Figura 66: immagini del settore a pericolosità H3 e H4 indicato nel riquadro rosso di Figura 65.

Codifica Elaborato Terna:

RUCR20022B2456254

Rev. 00

Codifica Elaborato <Fornitore>:

RUCR20022B2456254

Rev. 00



Figura 67: detrito di falda presente nel settore a pericolosità H3 e H4 indicato nel riquadro rosso di Figura 65

Per quanto riguarda l'elettrodotto aereo, quattro sostegni interferiscono con aree a pericolosità H2 bassa per eventuali fenomeni di crollo (Figura 65 c,d,e). Di seguito si riportano gli elementi emersi in seguito al rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio:

Sostegni P69-2 / P70-2

La Figura 65 c e le immagini di Figura 68 e Figura 69 mostrano come per l'area di pertinenza dei sostegni P69-2 e P70-2 non sussistano particolari criticità legate all'acclività del sito d'imposta e delle aree circostanti. Il rilevamento geologico e geomorfologico in situ ha mostrato la presenza di un terreno d'imposta costituito da detrito eluviale colluviale limoso sabbioso con clasti eterogenei di dimensione variabile attribuito al Sintema del Garda. Inoltre, non sono state riscontrate potenziali aree sorgente di eventuali fenomeni di crollo, a quote superiori nelle immediate vicinanze del sito in oggetto. In base agli approfondimenti ed alle osservazioni condotte, si ritiene che l'intervento in progetto sia compatibile con le pericolosità esaminate e che non alteri, peggiori o influenzi le attuali condizioni di stabilità del sito in oggetto.



Figura 68: immagine del sito d'imposta del sostegno P69-2 in area a pericolosità bassa H2 (Figura 65c).

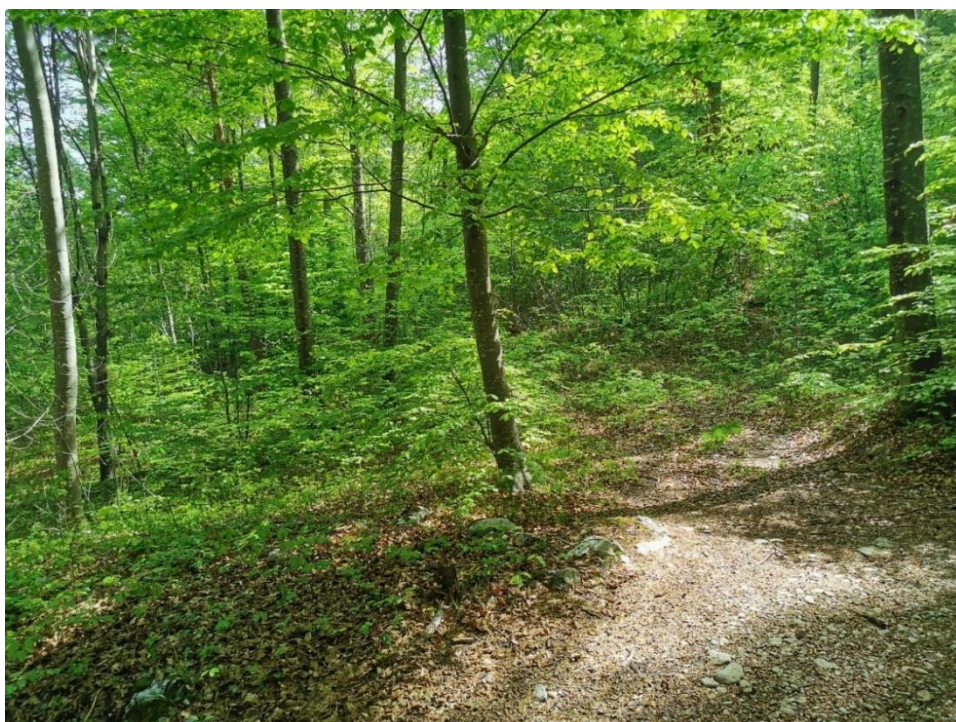


Figura 69: immagine del sito d'imposta del sostegno P70-2 in area a pericolosità bassa H2 (Figura 65c)

Sostegni P69 / P70 – 5



La Figura 65d e le immagini di Figura 68 mostrano come per l'area di pertinenza dei sostegni P69-5 e P70-5 non sussistano particolari criticità legate all'acclività del sito d'imposta. L'aumento dell'acclività e la presenza di una scarpata morfostrutturale sono riscontrabili a quote inferiori verso valle, a ovest del sostegno in progetto, e pertanto tale scarpata non può rappresentare un'area sorgente per fenomeni di crollo che possano interferire col sito d'imposta dei sostegni in questione. Il terreno d'imposta è costituito da detrito eluvio alternato da blocchi di calcaree oolitico. In base agli approfondimenti ed alle osservazioni condotte, si ritiene che l'intervento in progetto sia compatibile con le pericolosità esaminate e che non alteri, peggiori o influenzi le attuali condizioni di stabilità del sito in oggetto.



Figura 70: immagine del sito d'imposta del sostegno P70-5 in area a pericolosità bassa H2 (Figura 65d)



Figura 71: immagine del sito d'imposta del sostegno P69-5 in area a pericolosità bassa H2 (Figura 65d)

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE <i>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</i>	
Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254 Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254 Rev. 00	

Sostegno P69-9

La Figura 65-e) mostra come il sito d'imposta del sostegno P69-9 sia ubicato su un crinale a media acclività. Il terreno d'imposta è costituito da un accumulo detritico a grossi blocchi calcarei. La Figura 72 mostra un'immagine di tale crinale in un settore di poco a monte del punto in esame. In tale contesto risultano poco probabili fenomeni di crollo che possano coinvolgere il sito d'imposta. Tuttavia, tali valutazioni, unitamente alla parametrizzazione dei terreni d'imposta e dei modelli geotecnici del sito, andranno confermate o validate da idonee indagini geognostiche da eseguirsi nella successiva fase di progettazione esecutiva.



Figura 72: immagine del crinale di poco a monte del sito d'imposta del sostegno P69-9 (Figura 65e)

Per ulteriori approfondimenti si rimanda allo specifico elaborato **RUCR20022B2507960** "Relazione di compatibilità".

9.2.2 Pericolosità torrentizia

Nel settore nord dell'area di progetto il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato interferisce con aree classificate a pericolosità torrentizia "da approfondire" (APP) e con brevi tratti a pericolosità elevata H4 (penalità P4).

La pericolosità torrentizia riguarda i settori di attraversamento di un canale di regimazione delle acque meteoriche e di collegamento tra il Lago di Molveno e il piccolo Lago di Nembia, il quale durante i sopralluoghi effettuati in stagione primaverile è sempre risultato asciutto. A tal proposito si ricorda che la dinamica delle acque superficiali nell'area di studio, come già indicato nei capitoli precedenti, è fortemente influenzata dall'esistenza di due centrali idroelettriche e raccolta e gestita ai fini del funzionamento dei due impianti. Per l'attraversamento dei corsi d'acqua saranno valutate, nella successiva fase progettuale, le modalità più opportune e in particolare la possibilità di procedere mediante staffatura alle infrastrutture presenti, l'impiego di tecnologie di scavo no dig e/o soluzioni tecniche opportunamente dimensionate tali da non interferire in modo diretto, modificare la luce attuale delle infrastrutture o alterare le attuali condizioni del territorio e determinare alcun aggravio.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda allo specifico elaborato **RUCR20022B2507960** "Relazione di compatibilità".

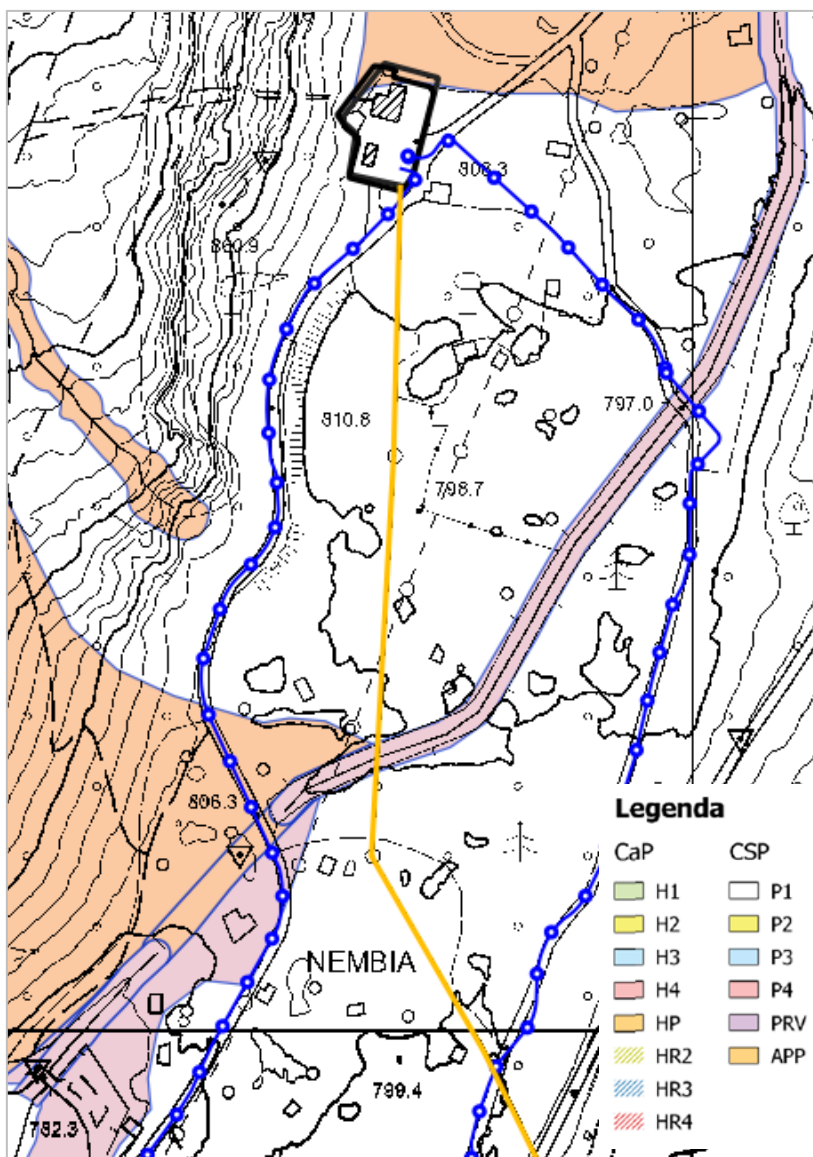


Figura 73: Carta di Sintesi della Pericolosità – Pericolosità torrentizia.

10 PGRA e Vincolo idrogeologico

10.1 Piano Gestione Rischio Alluvioni

Il territorio della Provincia Autonoma di Trento è suddiviso in ben tre bacini di rilievo nazionale così classificati ai sensi della L. 183 del 1989, ai quali fanno capo tre Autorità di Bacino. Oggi il territorio, risulta invece diviso tra due distretti idrografici, individuati ai sensi del D.lgs 152 del 2006 che sono quelli delle Alpi orientali e del fiume Po. In particolare, l'area d'interesse progettuale ricade all'interno del bacino e del distretto del fiume Po.

Il Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA) è stato redatto dalla Provincia Autonoma di Trento per l'intero territorio provinciale in attuazione della Direttiva alluvioni con l'obiettivo di integrarlo nel progetto di PRGA che sarà a breve adottato per ogni ambito distrettuale. La scelta di redigere un proprio progetto di PGRA è coerente con l'attuazione di quanto previsto dallo Statuto di Autonomia e da quanto indicato dall'art. 41 comma 1 della legge provinciale 1° luglio 2011, n. 9 "Disciplina delle attività di protezione civile in provincia di Trento".

Dall'esame della cartografia di perimetrazione delle aree a rischio esondazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione della Provincia Autonoma di Trento, le opere in progetto non ricadono in aree classificate a rischio esondazione.

10.2 Vincolo idrogeologico

La seguente figura riporta la mappatura delle aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. n. 3267 del 30 dicembre 1923, in cui si evince che tutte le opere in progetto risultano interferenti con le aree soggette a vincolo idrogeologico. La presenza del vincolo idrogeologico non preclude la possibilità di intervenire sul territorio, ma subordina l'intervento all'ottenimento, nella successiva fase di progettazione esecutiva, di una specifica autorizzazione.

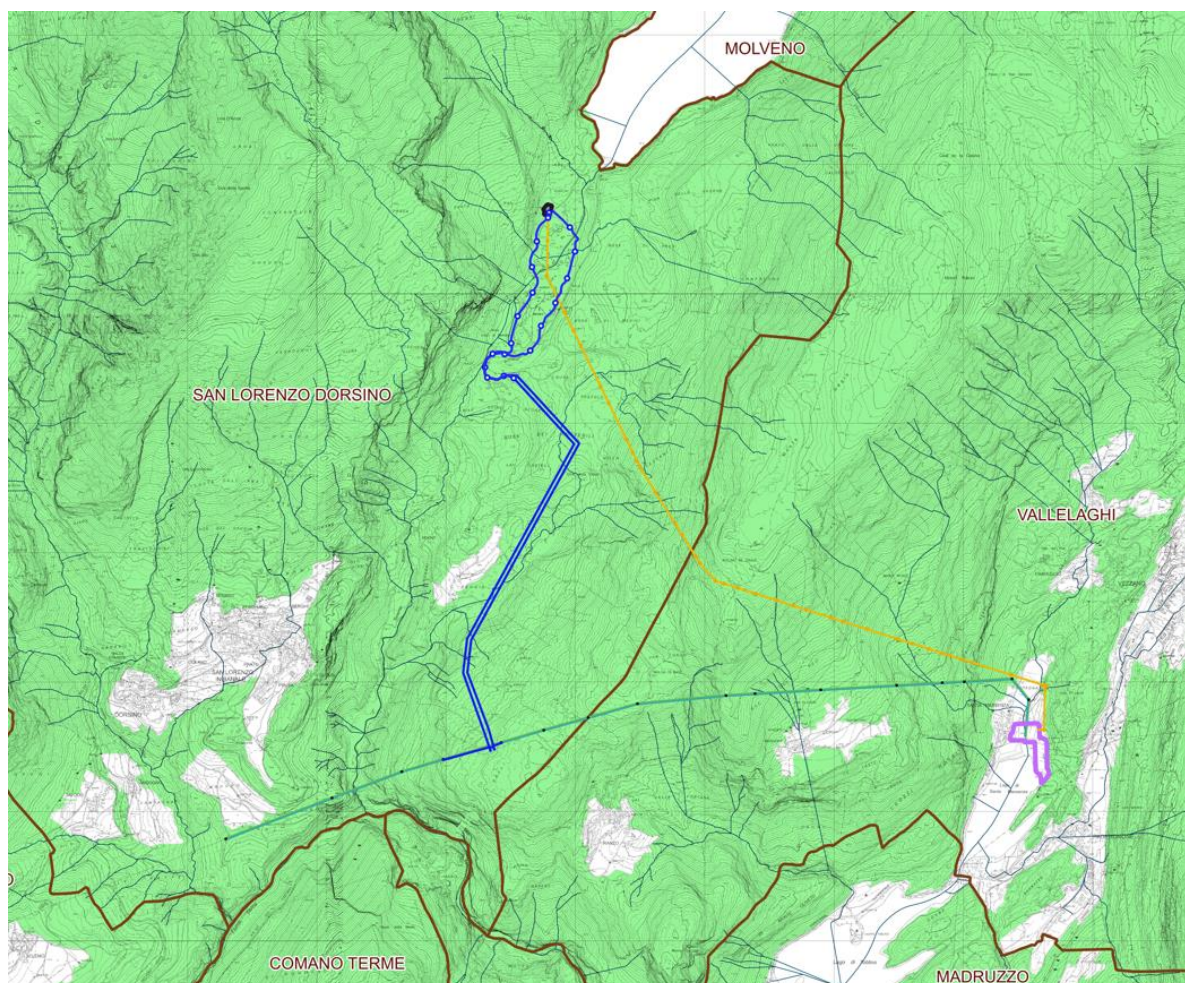




Figura 74: Vincolo idrogeologico (in verde) con indicate in blu le opere in progetto e in giallo quelle in demolizione.

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE <i>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</i>	
Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254 Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254 Rev. 00	

11 ASSETTO GEOLOGICO IN CORRISPONDENZA DEGLI ELEMENTI PROGETTUALI

11.1 Linee in cavo interrato

L'area in cui si inseriscono le linee elettriche in cavo interrato è situata a SSO del lago di Molveno ed è caratterizzata da una successione di dossi a quote variabili intorno ai 900 m e di depressioni, che richiamano la tipica morfologia di un accumulo detritico a dossi e grossi massi.

Nell'assetto geomorfologico dell'area, tra gli elementi di primaria importanza figurano le pareti calcaree del versante orografico destro del Lago di Molveno e dell'alta valle del Torrente Bondai che appartengono al gruppo montuoso delle Dolomiti di Brenta sud-orientali. Il tracciato del cavidotto interrato si snoda in parte alla base di queste pareti rocciose all'interno dei depositi prodotti dalle frane di crollo.

Si tratta di depositi caotici a grossi blocchi di natura calcarea, con struttura clasto-sostenuta o scarsa matrice ghiaioso-sabbioso-limosa e blocchi eterometrici a clasti spigolosi. Questa tipologia di deposito da frana è alternata in questo settore del progetto ad aree in cui sono presenti depositi lacustri a litologia sabbioso-limoso-argillosa.



Gli elementi geomorfologici attualmente attivi in questa area di studio sono costituiti da depositi detritici di falda (Figura 43) e dalle conoidi di detrito da debris-flow (Figura 44) che sono rilevabili alla base delle pareti calcaree, limitrofi al tratto ovest del cavidotto interrato.

11.2 Elettrodotti aerei

Nella tabella seguente si riporta la descrizione degli elementi geologici, geomorfologici e idrogeologici lungo il tracciato dei nuovi elettrodotti aerei.

Tabella 9: Tabella sinottica degli elementi geologici, geomorfologici e idrogeologici lungo gli elettrodotti aerei

Numero sostegno	ELEMENTI GEOLOGICI				ELEMENTI DI GEOMORFOLOGIA				CLASSI DI PERMEABILITÀ		
	Depositi limoso sabbiosi con ghiaia e trovanti (Sintema del Garda – SGD)	Depositi di frane di crollo a grossi blocchi calcarei clasto sostenuti	Litologie calcaree di substrato	Litologie calcareo marnose di substrato	Eventuale presenza di coltre detritica eluvio-colluviale e/o di alterazione superficiale di spessore incerto ipotizzabile tra 1 e 3 m	Aree a pericolosità alta H4 della Carta di Sintesi pericolosità	Aree a pericolosità media H3 della Carta di Sintesi pericolosità	Aree a pericolosità bassa H2 della Carta di Sintesi pericolosità	Permeabilità alta o media-alta	Permeabilità media o medio-bassa	Permeabilità molto bassa o impermeabile
P.70/A			X		X				X	X	
LINEA 1											
P.69/1			X		X				X	X	
P.69/2			X		X			X	X	X	
P.69/3	X				X				X	X	
P.69/4			X		X				X	X	
P.69/5			X		X			X	X	X	
P.69/6	X				X				X	X	
P.69/7		X			X				X	X	
P.69/8		X							X		
P.69/9		X						X	X		
P.69/10		X							X		
P.69/11		X							X		
P.69/12		X							X		
P.69/13		X							X		
P.69/14		X							X		
LINEA 2											
P.70/1			X		X				X	X	
P.70/2			X		X			X	X	X	
P.70/3	X				X				X	X	
P.70/4			X		X				X	X	
P.70/5			X		X			X	X	X	
P.70/6	X				X				X	X	
P.70/7		X			X				X	X	
P.70/8		X							X	X	
P.70/9		X						X	X		
P.70/10		X							X		
P.70/11		X							X		
P.70/12		X							X		
P.70/13		X							X		
P.70/14		X							X		

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE <i>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</i>	
Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254 Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254 Rev. 00	

12 STABILITA' DEGLI SCAVI

In generale la stabilità dei fronti di scavo è influenzata in primo luogo dall'altezza e inclinazione dei fronti e poi dalle caratteristiche litotecniche del terreno, in particolare dall'angolo di attrito e dalla coesione non drenata. Inoltre, è influenzata dalla presenza di eventuali sovraccarichi, dalle condizioni meteorologiche (variazioni di temperatura e precipitazioni), da eventuali venute d'acqua dai fronti stessi e dalla durata del tempo durante il quale lo scavo resta aperto.

Nel caso in esame il progetto prevede l'esecuzione di uno scavo di sbancamento per il raggiungimento della quota base della trincea e la presenza di terreni incoerenti rende le condizioni di stabilità degli scavi sfavorevoli.

In considerazione delle caratteristiche geotecniche mediamente scadenti dei terreni superficiali, del basso grado di consolidazione e della scarsa o nulla coesione delle litologie presenti, sarà necessario garantire la massima sicurezza in fase di scavo, procedendo con gradualità fino ad arrivare all'angolo di scarpa di progetto che andrà verificato sulla base delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati, da acquisire mediante apposite indagini geognostiche da eseguirsi nella successiva fase progettuale.

In corso d'opera si dovranno adottare tutti gli accorgimenti necessari ad evitare il franamento delle pareti, in particolare, nel caso di precipitazioni atmosferiche, sarà necessario coprire il ciglio e il fronte di scavo mediante teli impermeabili per evitare erosioni dovute al ruscellamento delle acque meteoriche, ed eventualmente valutare l'opportunità o meno di intercettare le acque meteoriche alla testata dello scavo. Qualora le esigenze di cantiere richiedessero fronti di scavo con inclinazioni superiori all'angolo di scarpa di progetto si dovranno adottare adeguate opere di protezione e/o sostegno provvisorio dello scavo. Inoltre, sarà opportuno mantenere gli scavi aperti il minor tempo possibile ed evitare sovraccarichi in prossimità dei cigli superiori di scavo.

In conclusione, durante la fase di progetto esecutivo dovrà essere definito l'angolo di scarpa delle pareti di scavo attraverso programmi di calcolo specifici, sulla base dei parametri geotecnici dei terreni ottenuti mediante prove geognostiche in situ, secondo quanto stabilito dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) in merito alle azioni simiche di progetto.

13 CONCLUSIONI

Nella presente Relazione Geologica Preliminare sono state illustrate le principali caratteristiche di natura geologico-tecnica, geomorfologica e idrogeologica del territorio interessato dalle opere in progetto, con lo scopo di fornire un quadro dettagliato dell'assetto geo-strutturale delle aree e caratterizzare i terreni interessati dalle opere, al fine di consentire una valutazione preliminare del progetto relativamente a tali problematiche.



Questo studio è stato condotto partendo dalla raccolta e analisi dei dati bibliografici e cartografici disponibili, verificati in campo nel corso di sopralluoghi tramite il rilevamento geologico di dettaglio delle aree d'interesse progettuale e nelle relative vicinanze. Tali dati, tuttavia, dovranno essere necessariamente integrati e validati dagli esiti di un'accurata e puntuale campagna d'indagini, da programmare ed effettuare nella successiva fase di progettazione.

In virtù di quanto esposto nei precedenti capitoli e tenuto conto dei rilievi geologico-geomorfologici di dettaglio eseguiti lungo i tracciati in progetto, nonché dalla consultazione di dati geognostici pregressi desunti da lavori e pubblicazioni strettamente riferite all'area di studio, è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive:

- dal punto di vista litostratigrafico i terreni interessati dalle opere in progetto sono rappresentati sia da formazioni costituite da depositi alluvionali, glaciali e di versante, litologicamente variabili sia in senso laterale che verticale, a prevalente contenuto a grossi blocchi calcareo nei settori centro settentrionali del tracciato di progetto, a maggior contenuto della frazione limoso sabbiosa con ciottoli e blocchi nei settori centro meridionali dell'opera, sia da formazioni litoidi appartenenti all'unità geologiche sudalpine;
- dal punto di vista geomorfologico, l'area di studio è caratterizzata da molteplici processi erosivi e da diffusi fenomeni gravitativi, in particolare di crollo, che si manifestano con maggiore incidenza in corrispondenza dei versanti rocciosi. L'area in cui si inserisce l'opera in progetto è situata a SSO del lago di Molveno, ed è costituita in buona parte da terreni formati dai depositi delle grandi frane di crollo che hanno creato lo sbarramento dando origine al lago stesso. Tale area è caratterizzata da una successione di dossi a quote variabili intorno ai 900 m e di depressioni (Busa di Poes, Busa di Colin, Buse dei Pravebili), che richiamano la tipica morfologia di un



accumulo detritico a dossi e grossi massi. Lo sbarramento che ha creato il lago risulta articolato in più corpi di frana (marocca di Nembia, marocca delle Moline, marocca di pian delle Gaorne), provenienti sia dal versante destro (Mt. Prada) sia da quello sinistro (Paganella). Nell'assetto geomorfologico dell'area, tra gli elementi di primaria importanza figurano le pareti calcaree del versante orografico destro del Lago di Molveno e dell'alta valle del Torrente Bondai che appartengono al gruppo montuoso delle Dolomiti di Brenta sud-orientali. Il settore nord dell'opera in progetto rappresentato dal tratto in cavidotto interrato si snoda alla base di queste pareti rocciose all'interno dei depositi prodotti dalle frane di crollo. Si tratta depositi caotici a grossi blocchi di natura calcarea, con struttura clasto-sostenuta o scarsa matrice ghiaioso-sabbioso-limosa e blocchi eterometrici a clasti spigolosi, alternati a settori in cui sono presenti depositi lacustri a litologia sabbioso-limoso-argillosa. Gli elementi geomorfologici attualmente attivi alla base di queste pareti rocciose sono costituiti da depositi detritici di falda e dalle conoidi di detrito da debris-flow.

- Relativamente ai processi gravitativi di versante la cui pericolosità è stata perimetrata nella Carta Sintetica della Pericolosità della Provincia Autonoma di Trento, il tracciato di progetto interferisce con alcune aree classificate a pericolosità media H3 ed elevata H4 per fenomeni di crollo, mentre alcuni sostegni dell'elettrodotto aereo ricadono in pericolosità bassa H2. Per quanto riguarda il settore del tracciato in cavo interrato, indicato con il riquadro rosso in Figura 55, che interferisce con le aree a pericolosità H3 (media) e H4 (elevata) per frane di crollo, il rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio ha mostrato la presenza di aree di accumulo di detrito di falda e di conoidi detritici, proveniente dalla sovrastante parete costituita da calcari oolitici. Il progetto prevede il posizionamento a bordo strada del cavo interrato e come mostrano le immagini di Figura 56 relative a limitati settori a pericolosità H4, le aree di crollo e di accumulo del detrito non raggiungono la banchina stradale. Inoltre, i clasti e i blocchi detritici che raggiungono le aree più vicine al settore di pertinenza progettuale risultano mediamente di dimensioni limitate (Figura 57). Pertanto, in base agli approfondimenti ed alle osservazioni condotte in sito, anche in virtù del fatto che in questo settore l'opera in progetto prevede la realizzazione di un cavidotto interrato, si ritiene che l'intervento in progetto sia compatibile con le pericolosità esaminate e che non alteri, peggiori o influenzi le attuali condizioni di stabilità dei luoghi. Tali valutazioni, unitamente alla parametrizzazione dei terreni d'imposta e dei modelli geotecnici del sito andranno validate da idonee indagini geognostiche da eseguirsi nella successiva fase progettuale. Per ulteriori approfondimenti si rimanda allo specifico elaborato RUCR20022B2507960 "Relazione di compatibilità geomorfologica".
- nell'assetto idrogeologico dell'area i complessi idrogeologici più permeabili sono rappresentati dai depositi alluvionali e detritici da frana di crollo, presenti in vari settori d'interesse progettuale. Le formazioni litoidi calcaree presentano una permeabilità per fessurazione e carsismo che può essere anche elevata in funzione del grado di fratturazione e dell'assenza di livelli marnoso argillosi. Non sono presenti dati piezometrici a disposizione ma si esclude la presenza di una falda acquifera alle profondità dei piani d'imposta delle opere in progetto
- dal punto di vista sismico, i comuni attraversati dall'opera in progetto (San Lorenzo Dorsino e Vallegghi), risultano classificati rispettivamente in zona sismica 3 e in zona sismica 4. secondo l'OPCM 3519 del 28 aprile 2006, All.1b l'area interessata dal progetto in esame ha una PGA dell'ordine di 0.05 e 0.075 g; in riferimento alla risposta sismica locale dei diversi profili stratigrafici dei terreni di fondazione incontrati lungo il tracciato, vista l'assenza di indagini sismiche specifiche, non è stato possibile individuarne la categoria sismica di appartenenza che andrà valutata mediante idonee indagini geognostiche e geofisiche da eseguirsi per ogni opera d'arte nella successiva fase progettuale, in modo da rilevare la velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio (V_s) e, in tal modo, poter definire gli effetti locali sulla propagazione delle onde sismiche.
- dal punto di vista geotecnico, in assenza di indagini geognostiche puntuali, i modelli geotecnici e la parametrizzazione dei terreni d'imposta andranno elaborati con il supporto di idonee indagini geognostiche da eseguirsi per ogni opera d'arte nella successiva fase progettuale.



 <p>T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE <i>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</i></p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254 Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254 Rev. 00</p>	

14 BIBLIOGRAFIA

- D.M. 17.01.2018 “*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*”
- Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 “*Criteri generali da utilizzare per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*” Gazzetta Ufficiale n. 108 del 11.05.2006.
- D. M. Infrastrutture e Trasporti 14.09.2005 “*Testo Unitario delle Norme Tecniche per le costruzioni*” Suppl. Ord. n. 159 alla Gazzetta Ufficiale n. 222 del 23.09.2005.
- Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 – “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche*”.
- D. M. LL.PP. “*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate (...)*” Suppl. Ord. alla Gazzetta Ufficiale n. 4 del 1.06.1988.
- Bertotti G., Picotti V., Bernoulli D. & Castellarin A., 1993 - From rifting to drifting: tectonic evolution of the South-Alpine upper crust from the Triassic to the Early Cretaceous. In: Basin Analysis and Dynamics of Sedimentary Basin Evolution. S. Cloetingh, W. Sassi, F. Horvath and C. Puigdefabregas (Eds.), Sedimentary Geology, 86: 55-76.
- Berra F. & Carminati E., (2010): Subsidence history from a backstripping analysis of the Permo-Mesozoic succession of the Central Southern Alps (Northern Italy).
- Bosellini A., Gianolla P. & Stefani M. (2003): The Triassic platforms of the Dolomites: their evolution and stratigraphic framework. Mem. Sci. Geol., 54: 111-114.
- Bosellini A. (1973) - Modello geodinamico e paleotettonico delle Alpi Meridionali durante il Giurassico-Cretacico. Sue possibili applicazioni agli Appennini. In: ACCORDI B. (Ed.): «*Moderne vedute sulla geologia dell'Appennino*». Acc. Naz. Lincei, Quad., 183: 163-205.
- Brack P. (1986) - Multiple intrusions-examples from the Adamello batholith (Italy) and their significance on the mechanism of intrusion. Mem. Soc. Geol. It., 26: 145-157
- Cassinis G. Perotti C. & Ronchi A. (2012): Permian continental basins in the Southern Alps (Italy) and peri-mediterranean correlations. International Journal of Earth Sciences volume 101, pages129–157.
- Castellarin a., Cantelli I., Fesce a.m., Mercier j., Picotti v., Pini g.a., Prosser g. & Selli I. (1992) - Alpine compressional tectonics in the Southern Alps. Relations with the NAPennines. Annales Tectonicae, 6: 62-94.
- Castellarin A. & Vai G.B. (1986) – Southalpine versus Po Plain Apenninic arcs. In: “*The Origin of Arcs*” (a cura di F.C. Wezel), Elsevier Sc. Publishers B.V.: 253-280.
- Dal Piaz G.V. (1993) - Evolution of Austro-Alpine and Upper Penninic Basement in the Northwestern Alps from Variscan Convergence to post-Variscan extension. In: VON RAUMER J.F. & NEUBAUER F. (Eds.): “*Pre-Mesozoic Geology in the Alps*”; 328-343, Springer-Verlag.

 <p>T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE "Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RUCR20022B2456254 Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>: RUCR20022B2456254 Rev. 00</p>	

- Doglioni C. (1992): Relationships between Mesozoic extensional tectonics, stratigraphy and Alpine inversion in the Southern Alps. *Eclogae Geologicae Helveticae*, 85, 1, 105-126.
- Doglioni C. & Bosellini A. (1987) – Eoalpine and Mesoalpine tectonics in the Southern Alps. *Geol. Rundsch.*, 76: 735-754.
- Foglio 059 "Tione di Trento" della Carta Geologica d'Italia, in scala 1:50.000 e note illustrative.
- Kustatscher E. et. Alii (2017): Sea-level changes in the Lopingian (late Permian) of the northwestern Tethys and their effects on the terrestrial palaeoenvironments, biota and fossil preservation. *Global and Planetary Change*. 166-180.
- Laubscher H.P. (1985) – Large-scale, thin-skinned thrusting in the southern Alps: kinematic models. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 96: 710-718.
- Laubscher H.P. (1985) – The problems of the deep structures of the Southern Alps. *Tectonophysics* - V.176 103-121.
- Massari F. (1988) - Some thoughts on the Permo-Triassic evolution of the SouthAlpine Area (Italy). In: Cassinis G. (Ed.), *Permian and Permian-Triassic Boundary in the South Alpine segment of the Western Tethys, and additional regional reports*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 34: 179-188.
- Masetti D., Fantoni R., Romano R., Sartorio D. & Trevisani E., 2012 - Tectonostratigraphic evolution of the Jurassic extensional basins of the eastern southern Alps and Adriatic foreland based on an integrated study of surface and subsurface data. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 96: 2065-2089.
- Gaetani M., (2010): From Permian to Cretaceous: Adria as pivotal between extensions and rotations of Tethys and Atlantic Oceans. *Journal of the Virtual Explorer, Electronic Edition*, volume 36, paper 6.
- P.A.I. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po.
- Provincia Autonoma di Trento – Protezione Civile: Carta di Sintesi della Pericolosità (CSP):
<http://www.protezionecivile.tn.it/territorio/Cartografia/cartografiatematica/-Cartografiaurbanistica/pagina13.html>
- Provincia Autonoma di Trento – Protezione Civile: Carta di Sintesi della Pericolosità (CSP):
<http://www.protezionecivile.tn.it/territorio/geologia/idrogeologia/>
- Provincia Autonoma di Trento: legge provinciale 1 luglio 2011, n.9 "Disciplina delle attività di protezione civile in provincia di Trento" - Carte della pericolosità del territorio.
- Santantonio M. & Carminati E. (2011): Jurassic rifting evolution of the Apennines and Southern Alps (Italy): Parallels and differences. *GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA BULLETIN*. - ISSN 0016-7606.-123:3-4(2011), pp. 468-484.
- Winterer E.L. & Bosellini A., 1981 - Subsidence and sedimentation on a Jurassic passive continental margin (Southern Alps, Italy). *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 63: 394- 421.

 <p>T E R N A G R O U P</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE</p> <p>"Nuovo collegamento RTN a 132kV in entra-esce alla CP di Nembia".</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna:</p> <p style="text-align: center;">RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato <Fornitore>:</p> <p style="text-align: center;">RUCR20022B2456254</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

15 ALLEGATI

Gli allegati cartografici al presente documento sono i seguenti:

- **DUCR20022B2456056** – Carta Geologica scala 1:10.000
- **DUCR20022B2507416** – Carta Geomorfologica scala 1:10.000
- **DUCR20022B2507959** – Carta Idrogeologica scala 1:10.000
- **DUCR20022B2508071** - Carta di sintesi della pericolosità scala 1:10.000