





Comune di Verbania

PROVINCIA DI VERBANO CUSIO OSSOLA

PROGETTAZIONE DEFINITIVA PER APPALTO INTEGRATO DELLE OPERE DI "VARIANTE ALL'ABITATO DI VERBANIA" DELLA S.S. N.34 - 1° LOTTO

PARTE GENERALE RELAZIONE GENERALE

Mandataria:  IL PROGETTISTA: Dott. Ing. Alberto Checchi	Mandanti:  IL RESPONSABILE : Dott. Ing. G.S. Kalamaras  IL RESPONSABILE E COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE : Dott. Ing. A. Salvago de Gennaro  IL GEOLOGO : Dott. Carlo Alessio
---	---

COMMESSA	FASE	COMPARTO	DOCUMENTO	REV	SCALA	FILE
B357	PD	GPR	IN00RG0101	0	—	GPRIN00RG01010.DOC

3						
2						
1						
0	30/05/2012	PRIMA EMISSIONE	P. POLIDORI	P. POLIDORI	P. POLIDORI	A. CHECCHI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

SOMMARIO

1	PREMESSA	1-1
2	SOLUZIONI PROGETTUALI IN VARIANTE RISPETTO AL PROGETTO PRELIMINARE	2-2
3	INQUADRAMENTO DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO NELL'AMBITO TERRITORIALE.....	3-7
4	RILIEVI TOPOGRAFICI	4-9
4.1.	Fase di inquadramento topografico	4-9
4.2.	Fase di rilievo topografico	4-9
5	STUDIO GEOLOGICO	5-10
5.1.	Inquadramento geologico regionale	5-10
5.1.1.	Caratteri litologici	5-10
5.1.2.	Caratteri geologico-strutturali	5-10
5.2.	Assetto geologico stratigrafico di dettaglio	5-11
5.2.1.	Unità geologiche dei depositi superficiali	5-11
5.2.2.	Unità geologiche del substrato roccioso	5-13
5.3.	Assetto geologico-strutturale di dettaglio.....	5-15
5.3.1.	Strutture plicative	5-16
5.3.2.	Faglie e zone di taglio	5-16
6	STUDIO IDROGEOLOGICO	6-18
6.1.	Unità idrogeologiche permeabili per porosità	6-19
6.1.1.	Unità UI1a	6-19
6.1.2.	Unità UI1b	6-19
6.1.3.	Unità UI1c	6-19
6.1.4.	Unità UI2	6-19
6.1.5.	Unità UI3	6-20
6.2.	Unità idrogeologiche permeabili per fratturazione	6-20
6.2.1.	Unità UI4	6-20
6.3.	Sorgenti.....	6-20



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

7	INDAGINI	7-21
7.1.	Indagini preliminari	7-21
7.1.1.	Sondaggi.....	7-21
7.1.2.	Dati PSInSAR	7-21
7.2.	Indagini del Progetto Definitivo.....	7-22
7.2.1.	Sondaggi.....	7-23
7.2.2.	Indagini geofisiche	7-23
7.2.3.	Prove in situ	7-24
7.2.4.	Prove di laboratorio.....	7-24
7.3.	Rilievi geomeccanici.....	7-25
8	Studio geotecnico.....	8-26
8.1.	Unità geotecnica Sc	8-26
8.2.	Unità geotecnica GL.....	8-26
8.3.	Unità geotecnica FL	8-27
8.4.	Unità geotecnica EC.....	8-27
8.5.	Parametri geotecnici di progetto.....	8-28
9	STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO	9-30
10	TRACCIATO STRADALE	10-33
10.1.	Standard di progetto.....	10-35
10.2.	Velocità di progetto e visuali libere	10-36
10.2.1.	Velocità di progetto	10-36
10.2.2.	Condizioni di visibilità.....	10-37
10.3.	Sezioni tipo.....	10-38
10.3.1.	Viabilità principale	10-38
10.3.2.	Rotatorie	10-40
10.3.3.	Viabilità secondarie.....	10-42
10.4.	Pavimentazioni.....	10-44
10.5.	BARRIERE DI SICUREZZA E SEGNALETICA.....	10-45



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

11	VIADOTTO.....	11-46
11.1.	Impalcato.....	11-46
11.2.	Appoggi.....	11-48
11.3.	Spalle e fondazioni.....	11-48
11.4.	Opere di sostegno provvisori.....	11-49
11.5.	Pile e fondazioni.....	11-49
11.6.	Stati limite di progetto.....	11-50
12	opere in sotterraneo.....	12-51
12.1.	Galleria naturale Fondotoce.....	12-51
12.1.1.	Caratteristiche generali.....	12-51
12.1.2.	Comportamento dello scavo e sezioni tipologiche.....	12-52
12.1.3.	Metodi di scavo.....	12-54
12.2.	Pozzo di estrazione fumi.....	12-55
12.3.	Imbocco lato Mergozzo e galleria artificiale.....	12-56
12.4.	Imbocco lato Verbania e galleria artificiale.....	12-56
12.5.	Tempi di realizzazione delle opere.....	12-57
12.6.	Piano di monitoraggio.....	12-58
13	OPERE D'ARTE MINORI.....	13-60
14	OPERE DI PRESIDIO IDRAULICO.....	14-63
15	IMPIANTI TECNOLOGICI.....	15-65
16	FASI ESECUTIVE e CANTIERIZZAZIONE.....	16-70
16.1.	Fasizzazione dei lavori.....	16-70
16.1.1.	Macrofase 1A.....	16-70
16.1.2.	Macrofase 1B.....	16-71
16.1.3.	Macrofase 2.....	16-72
16.1.4.	Macrofase 3.....	16-72
16.2.	Cantiere principale e Campo di supporto operativo.....	16-73
16.3.	Viabilità di servizio.....	16-75



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

17	CAVE E SITI DI DEPOSITO	17-77
17.1.	Cave e Discariche/Siti di Deposito	17-77
17.1.1.	Depositi/Stoccaggi di cantiere	17-77
18	INTERFERENZE CON PUBBLICI SERVIZI	18-78
19	INTERVENTO DI INSERIMENTO AMBIENTALE	19-81
19.1.	Premessa	19-81
19.1.1.	Prescrizioni	19-82
19.1.2.	Mitigazioni	19-83
19.1.3.	Compensazioni	19-90
20	ESPROPRI	20-94
21	PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO	21-96
22	CRONOPROGRAMMA	22-98



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

1 PREMESSA

Il Raggruppamento Temporaneo dei Progettisti costituito da Systra-Sotecni (mandataria), MSM INGEGNERIA, AK INGEGNERIA GEOTECNICA risultava aggiudicatario della gara indetta dal Comune di Verbania per l'affidamento della progettazione definitiva per appalto integrato delle opere di "variante all'abitato di Verbania della S.S. 34 – 1° lotto" (determina del Dipartimento LL.PP. n.743 del 27/05/2011).

Il contratto per l'affidamento del servizio di cui sopra veniva sottoscritto dalle Parti in data 24/10/2011 rep. 21300.

La progettazione veniva attivata il 26/10/2011 con nota del Dipartimento LL.PP. prot.n. 43683 in pari data.

In data 14/11/2011 veniva disposta dal medesimo Dipartimento con nota prot.n. 46367 di pari data la sospensione del contratto come disposto dal giudice in data 11/11/2011.

A seguito del dispositivo del TAR per il Piemonte veniva disposto dal Dipartimento la ripresa dei lavori con nota n.996 del 10/01/2012.

Con nota prot. 26 del 16/03/2012 lo scrivente Progettista chiedeva la sospensione del servizio fino all'attivazione di un tavolo tecnico con gli enti interessati.

La richiesta veniva accettata con nota del Dipartimento prot.n. 12261 del 26/03/2012.

A seguito del tavolo tecnico tenutosi c/o la sede ANAS di Torino il 12/04/2012, il Dipartimento disponeva la ripresa del servizio con nota prot.n. 15746 del 17/04/2012.

Per difficoltà connesse all'esecuzione dei sondaggi, lo scrivente Progettista chiedeva con nota del 14/05/2012 prot.n. 41 una proroga dei tempi di 15 gg, riconosciuta con Determinazione n. 613 del 17/05/2012, che fissava la nuova data di ultimazione al 30/05/2012.

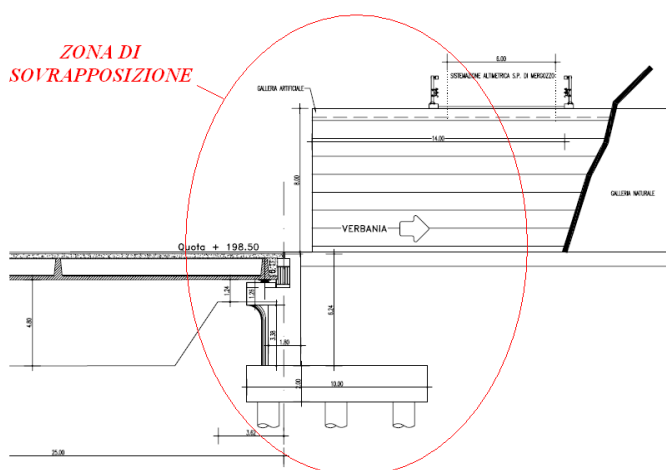
La presente relazione illustra le scelte progettuali adottate per la redazione del progetto definitivo. In particolare il progetto sviluppa le proposte avanzate dallo scrivente Progettista in sede di gara e recepisce le indicazioni derivanti da vari attori istituzionali, a seguito di incontri tecnici con il Comune di Verbania, con l'Anas, con la Regione e la Provincia.

Parallelamente al progetto e conformemente alle specifiche contrattuali, è stato sviluppato lo Studio di Impatto Ambientale.



2 SOLUZIONI PROGETTUALI IN VARIANTE RISPETTO AL PROGETTO PRELIMINARE

In sede di offerta di gara lo scrivente Progettista proponeva, tra le altre cose richieste dal disciplinare di gara, il **superamento del canale di Mergozzo senza variante altimetrica della strada provinciale S.P.54**, contrariamente a quanto previsto nel progetto preliminare a base di gara.



Soluzione a base gara

Nel progetto a base di gara si ipotizzava infatti di scavalcare il canale con un ponte in c.a.p., della luce complessiva di circa 25m e di realizzare una variante altimetrica della strada provinciale SP54 Mergozzo-Fondotoce, che sarebbe venuta a sovrappassare l'imbocco ovest (lato Gravellona) in artificiale della nuova galleria Fondotoce a singola canna.

La soluzione allora proposta e nell'attuale progetto confermata prevede:

- un ponte in acciaio-clc che sovrappassa la strada SP54 esistente senza interromperla per lunghi periodi e senza realizzare la rampa di circa 500m tra muri prefabbricati prevista a base di gara;
- una quota stradale della variante superiore al livello di massimo di piena e tale da garantire un adeguato franco per il ponte sul canale;
- la pista ciclabile al di sotto dell'impalcato, in modo da non realizzare il sottopasso ciclopedonale previsto nel preliminare e da poter avere una pista ciclabile di maggior "respiro" senza interruzioni lungo il tracciato.

Tale soluzione consente di superare alcune delle criticità riscontrate:



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

- *l'incompatibilità idraulica*: il DM2008 prevede che la quota idrometrica ed il franco dovranno essere posti in correlazione con la piena di progetto riferita ad un periodo di ritorno non inferiore a 200 anni. In base alla relazione idrologica e idraulica (elaborato GEO-A) sia ha che con un tempo di ritorno di 200 anni il livello massima s.l.m. è di 198.71 metri. Il progetto a base di gara prevede in corrispondenza del canale di Mergozzo una quota di progetto per la variante di Fondotoce di +198.50m s.l.m. inferiore al livello di piena e tale da avere *l'impalcato a base gara potenzialmente immerso in acqua*. In tale scenario anche il *sottopasso ciclopeditone* risulterebbe completamente *sommerso* dall'acqua.
- *L'interruzione della SP54 di Mergozzo*: per realizzare la rampa della SP54 (che sovrappassa la variante di Fondotoce) e l'imbocco alla galleria si deve necessariamente interrompere per un lungo periodo la SP54 di Mergozzo.



Alternativa Mergozzo-Fondotoce (mappa)

Tale interruzione comporta inoltre un sovraccarico della strada alternativa Mergozzo-Fondotoce non adatta a ricevere aggravii di traffico e importante dal punto di vista paesaggistico. Occorre infatti tenere presente che l'attraversamento dell'abitato di Mergozzo, a causa di una strettoia in corrispondenza di una serie di edifici, è regolamentato da un senso unico alternato semaforizzato. Qualora tutto il traffico deviato dovessero essere canalizzato su questa strettoia, situata proprio in prossimità della piazza del paese, l'impatto sulla vita dei residenti e dei turisti risulterebbe certamente inaccettabile. Per quanto concerne la razionalizzazione della sezione dell'impalcato nello sviluppo della Progettazione veniva allora proposto ed oggi confermato un

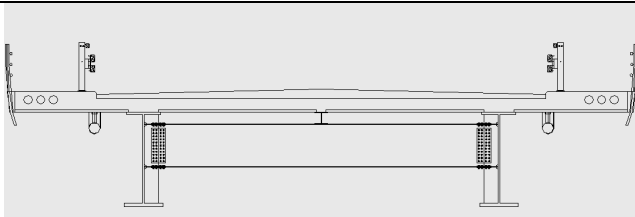

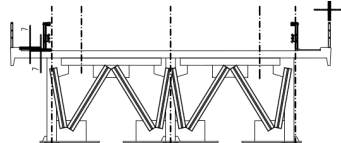



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

impalcato con sezione denominata Bitrave, in luogo della soluzione a tre travi reticolari, prevista nel progetto a base di gara.

La sezione Bitrave è costituita da due sole travi “a parete piena” e prevede traversi a “a doppio T” in sostituzione dei traversi reticolari. La sezione Bitrave consente di eseguire con maggiore facilità le operazioni di ispezione e manutenzione e prevedendo traversi “a doppio T”, consente di raggiungere anche un notevole pregio formale, caratterizzato dalla semplicità dell’impianto strutturale.

Soluzione proposta – Bitrave	Sezione tipo a 3 travi reticolari a base gara
 	 

Per quanto riguarda **l’imbocco Est (lato Pallanza) della galleria Fondotoce**, che era previsto insistere trasversalmente sul versante in condizioni di forte parietalità, è stato variato il tracciato in maniera tale da portare detto imbocco più all’interno dell’ammasso roccioso, ovvero in condizioni di maggiore stabilità e minore impatto ambientale. Ciò è stato possibile anche per il recupero degli spazi derivanti dall’abbandono della soluzione di innesto della strada di progetto sulla S.S. 34.

Infatti la soluzione a base di gara prevedeva per detto innesto un salto di montone, particolarmente oneroso e non in grado di garantire tutte le percorrenze (inibita la direzione variante-SS34 verso Gravellona Toce e viceversa).



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

La nuova soluzione, introdotta con il presente progetto, prevede che il tratto terminale della strada di progetto sia regolato da una **rotatoria**, di minore costo, ridotto impatto ed in grado di assicurare tutte le percorrenze.

Riguardo alla **galleria Fondotoce**, è stata variata la sezione tipo con riferimento alle normative. Il progetto a base di gara risale al 2006 e nel frattempo le normative riguardanti le gallerie hanno avuto un rapido sviluppo con conseguente adeguamento delle stesse sia in termini di misure infrastrutturali sia in termini di dotazioni impiantistiche e di sicurezza.

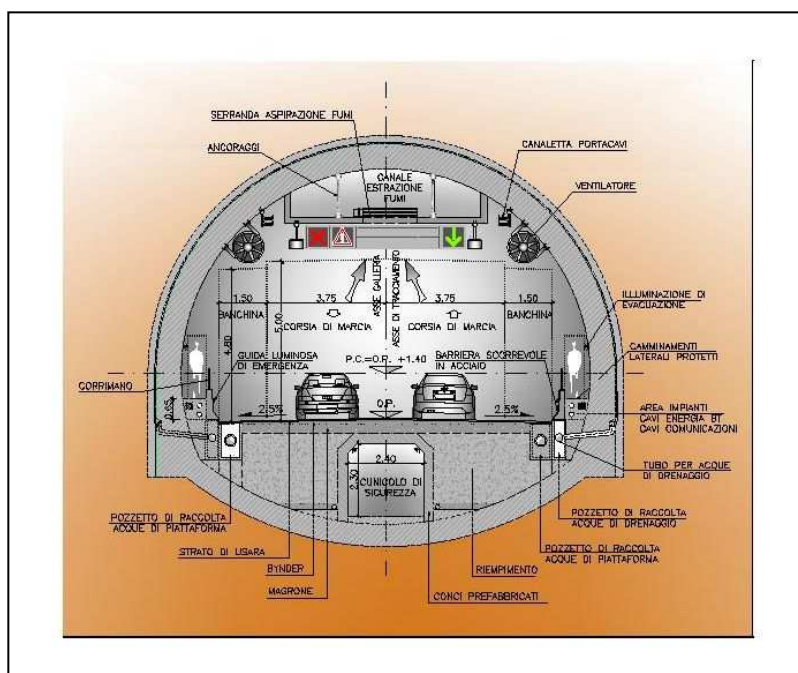
Riguardo a quest'ultime è stata emanata da parte dell'Unione Europea la Direttiva 2004/54/CE "relativa ai requisiti minimi di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea", la quale fornisce indicazioni cogenti per tutte le infrastrutture di lunghezza superiore ai 500m.

La normativa italiana relativa alla sicurezza nelle gallerie stradali è costituita dal Decreto Legislativo 5 ottobre 2006, n. 264 "Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea" di recepimento della citata direttiva.

Ulteriore evoluzione del processo di regolamentazione delle fasi di progettazione della sicurezza è stata quella da parte dell'ANAS con la Circolare Circolare n° 179431/09 "Linee Guida Anas per la Progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali" conformi ai dettami del Decreto Legislativo 264/2006.

Per quanto riguarda le caratteristiche geometriche e funzionali delle strade l'entrata in vigore del D.M. 5.11.2001 migliora gli standard di sicurezza

introducendo il mantenimento della banchina anche in galleria, il profilo redirettivo e disciplinando l'interdistanza delle piazzole di sosta e dei by-pass pedonali e carrabili.





COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Per quanto concerne la sagoma interna, il progetto a base gara prevede per la banchina un franco di 4.00m contro i 4.80m previsti dal D.M. 05.11.2001 per cui è risultato necessario incrementare la dimensione trasversale della galleria per garantire il franco minimo imposto dalla norma.

Inoltre, la galleria è stata dotata di una via di fuga al di sotto della pavimentazione, di camminamenti laterali protetti dai profili re direttivi, di un controsoffitto in calotta per l'aspirazione dei fumi.



3 INQUADRAMENTO DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO NELL'AMBITO TERRITORIALE

Il problema della circolazione veicolare a Verbania è sempre stato rilevante a causa della conformazione orografica della zona, della rete viaria esistente che comprende collegamenti internazionali e turistici di grande importanza, e dell'incremento costante del traffico.

Già a partire dagli anni 1985-86 a diverso titolo, per conto della Amministrazione Comunale, della Amministrazione Provinciale di Novara (allora competente) e dell'ANAS erano stati elaborati diversi studi che avevano esaminato a grandi linee la possibilità di realizzare una circonvallazione, con tracciato prevalentemente in galleria, che consentisse di eliminare il traffico passante e di accedere ai principali centri abitati evitando i nodi principali della viabilità interna (abitato di Fondotoce, incrocio viale Azari Tribunale, piazza Flaym).

L'attraversamento dei centri abitati lungo la SS 34 (Fondotoce-Suna-Pallanza-Intra) avviene con notevoli difficoltà dovute principalmente alle intersezioni, attrezzate in maniera inadeguata ai flussi di traffico che vi si raccolgono, a cui si aggiunge un livello di servizio estremamente basso per la elevata promiscuità del traffico da servire.

Nell'area di intervento si possono distinguere:

- Spostamenti di tipo extraurbano (flussi di scambio da e per il confine di Stato, verso la rete autostradale ecc.) che qualificano la SS 34 come strada primaria;
- Spostamenti interni all'area urbana e di collegamento tra i nuclei costituenti la Città di Verbania, aventi origine e destinazione nei centri limitrofi, per cui la SS 34 assume la funzione di strada di scorrimento;
- Spostamenti di interesse locale, per la presenza lungo l'asse di attività commerciali e artigianali, di uffici pubblici di interesse per l'intera Provincia.

Tale promiscuità, dannosa in sé, risulta nel tronco stradale in esame particolarmente pericolosa, essendo le componenti di traffico dell'ultimo tipo frequentemente impegnate in manovre di svolta a sinistra nonché in manovra di immissione scarsamente regolamentate.

Per consentire una scelta che tenesse conto di tutte le possibilità di tracciato e di utilizzo della nuova variante sono state proposte due soluzioni, che, pur avendo necessariamente alcuni punti in comune, si differenziano nel tracciato altimetrico in prossimità dello scavalco del canale Mergozzo.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Lo studio si è sviluppato nell'esame di due differenti tracciati che, come sopra detto, si differenziano principalmente sulle modalità di scavalco del canale Mergozzo:

- Con variante altimetrica della Strada Provinciale S.P. 54 di Mergozzo;
- Senza variante altimetrica della strada provinciale di Mergozzo.

Nel primo caso la Strada Provinciale subisce una impattante variante altimetrica, essendo costretta a scavalcare la nuova arteria sopra l'imbocco della galleria artificiale con l'introduzione di raccordi verticali e livellette al limite dei valori normativi. Tale soluzione richiedeva la costruzioni di importanti opere di sostegno indispensabile per sostenere il nuovo rilevato della S.P 54 con pesanti ripercussioni ambientali.

Nel secondo caso, la Strada Provinciale si mantiene sul sedime attuale e la nuova arteria scavalca sia il canale che la S.P. con un viadotto a due campate in acciaio.

Tale scelta è stata ritenuta migliore sia dal Progettista, sia dall'Anas e dalle varie amministrazioni interessate (Comune, Regione e Provincia), coinvolte in specifici tavoli tecnici.

Il tracciato origina in corrispondenza del cimitero di Fondotoce, con una rotonda che permette l'intersezione con la SS 34.

Dalla rotonda, costeggiando il cimitero, il tracciato si dirige, a raso, verso la strada Provinciale Mergozzo-Fondotoce; il canale che costeggia la Provinciale viene superato con un ponte in acciaio a due campate sotto la cui spalla lato Gravellona è stato assicurato il passaggio della pista ciclabile.

Subito dopo il viadotto, il tracciato si sviluppa in galleria per 2.100 m e termina con un innesto a rotatoria sulla attuale sede della SS 34.



4 RILIEVI TOPOGRAFICI

La campagna di rilievi topografici è stata eseguita nella prima decade del mese di novembre 2011 utilizzando tre ricevitori GPS Topcon a doppia frequenza.

4.1. Fase di inquadramento topografico

Il rilievo topografico dello stato di fatto è stato correlato alle coordinate e quote dei luoghi rilevati attraverso l'utilizzo degli elementi significativamente presenti sulla cartografia in scala 1:5.000 del Comune di Verbania.

Sono stati pertanto preventivamente individuati su detta cartografia gli spigoli di fabbricati e di muri di confine, aiuole e rotatorie ed altri elementi univoci dei quali sono stati acquisiti i valori Nord, Est e quota; a seguire tali elementi sono stato oggetto di misurazione con ricevitori satellitari GPS al fine di individuarne il grado di attendibilità e precisione.

Tale procedura è stata estesa alle due distinte aree di rilievo inglobandone pertanto le zone relative ai due imbocchi di Fondotoce e Villa Esperia; successivamente sono stati apposti alcuni capisaldi costituiti da chiodi in acciaio infissi su manufatti stabili nel tempo sui quali sono state eseguite le misurazioni GPS in modalità RTK con le relative compensazioni.

Ogni caposaldo è stato oggetto di monografia e fotografato per renderlo rintracciabile nel tempo.

4.2. Fase di rilievo topografico

All'inizio di ogni sessione di rilievo, posizionata l'antenna base in posizione ottimale per la ricezione della costellazione satellitare, sono stati stazionati tutti i capisaldi ricadenti nella zona da rilevare - posizionati nella fase anzidetta - per la necessaria taratura del sistema di acquisizione dei dati.

A seguire sono stati rilevati gli elementi morfologici naturali ed opera dell'uomo, le strade con limite asfalto laterale e relativa mezzzeria, cordoli e recinzioni, alberature, manufatti, linee elettriche e telefoniche, fabbricati, corsi d'acqua, eccetera.

Particolare cura ed attenzione è stata posta nel rilievo dei pozzetti o chiusini individuanti sottoservizi; per taluni di essi non è stato possibile individuarne l'ente di appartenenza in quanto sprovvisti di scritta identificativa.

I rilievi sono stati eseguiti per una corretta rappresentazione in 3D della morfologia esistente.



5 STUDIO GEOLOGICO

5.1. Inquadramento geologico regionale

Da un punto di vista geologico generale l'area oggetto di studio si colloca all'interno delle Alpi Meridionali; più precisamente essa è impostata nella sua prima parte, costituita dal rilevato stradale e dal viadotto, su una pianura formata dai depositi fluviolacustri del delta del Fiume Toce e nella seconda parte, costituita dalla galleria naturale, in un versante roccioso formato dai terreni litoidi appartenenti all'unità tettonostratigrafica degli Scisti dei Laghi. Gli Scisti dei Laghi costituiscono una delle 4 sottounità tettonostratigrafiche in cui è stata suddivisa la Serie dei Laghi, che a sua volta rappresenta una delle due principali unità tettonostratigrafiche del basamento polimetamorfico delle Alpi Meridionali.

In generale la Serie dei Laghi è costituita da crosta continentale superiore a metamorfismo ercinico prevalentemente in facies anfibolitica, all'interno della quale si sono inoltre intrusi dei graniti di età permiana, chiamati Graniti dei Laghi, che formano un batolite allungato in direzione circa SW-NE distribuito tra Biella e Mergozzo.

5.1.1. Caratteri litologici

Da un punto di vista litologico gli Scisti dei Laghi sono costituiti da micascisti e paragneiss intensamente foliati, deformati e interessati da metamorfismo pre-alpino in facies anfibolitica, mentre le masse intrusive non metamorfiche sono caratterizzate da un chimismo vario, in quanto sono presenti sia prodotti magmatici acidi che acido-basici. Appartengono al primo caso i Graniti dei Laghi rappresentati da grandi masse di graniti permiani affioranti tra Biella e Mergozzo, mentre nel secondo caso possono essere raggruppati una serie di filoni, stock e dicchi a composizione basaltico-granitica denominati Appinniti.

5.1.2. Caratteri geologico-strutturali

Da un punto di vista prettamente strutturale l'area presenta un assetto semplice, costituito da una monoclinale immergente ad alto angolo verso SE in cui non sono state riconosciute linee tettoniche di importanza regionale.



5.2. Assetto geologico stratigrafico di dettaglio

La stratigrafia dell'area indagata è relativamente semplice in quanto, partendo dal basso e proseguendo verso l'alto stratigrafico della successione osservata, è presente un substrato cristallino polimetamorfico ricoperto da depositi detritici quaternari poco potenti e discontinui.

Il substrato cristallino è prevalentemente formato da una serie monotona di micascisti e paragneiss appartenenti all'unità tettonostratigrafica degli Scisti dei Laghi, in cui successivamente si sono intruse due diverse tipologie di corpi filoniani a chimismo acido (apliti) e basico (lamprofiri).

Il substrato roccioso è stato inizialmente rimodellato dall'azione esarativa delle masse glaciali pleistoceniche e successivamente ricoperto dai depositi detritici prodotti sia dai processi glaciali, sia dai processi fluviali e gravitativi sin e post glaciali.

La successione schematica dei sedimenti prodotti dai diversi eventi deposizionali, dal basso verso l'alto è generalmente costituita da:

- Depositi di origine glaciale;
- Depositi di origine lacustro/palustre (torbe)
- Depositi alluvionali di fondovalle e di conoide, associati a depositi lacustri della piana alluvionale del Toce;
- Depositi gravitativi di frana e di falda;
- Depositi gravitativo-alluvionali che hanno prodotto le coltri eluvio-colluviali.

5.2.1. Unità geologiche dei depositi superficiali

Unità AL1: depositi alluvionali e fluviolacustri del Fiume Toce e, subordinatamente, dei torrenti e dei conoidi

Questa unità comprende i depositi alluvionali recenti del Fiume Toce e dei rii minori presenti nell'area, i depositi del Fiume Toce, che in questa area rappresentano il suo delta terminale all'interno del Lago Maggiore, sono sedimenti sottoconsolidati prevalentemente finissimi costituiti da sabbie, sabbie fini e subordinate ghiaie; localmente, come evidenziato dal sondaggio S.PD.01_PZ ed S.PD.06_PZ, data la natura della deposizione deltizia i depositi del Fiume Toce possono essere alternati a depositi argillosi o limosi derivanti da episodi di deposizione lacustre. I depositi dei rii minori si presentano molto più grossolani data la maggiore pendenza del bacino idrografico e la minore maturità del corso dell'alveo, essi formano dei ridotti fondovalle



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

alluvionali e ,nel loro tratto terminale, dei conoidi coalescenti con i depositi del Fiume Toce o con i depositi lacustri.

Unità AL2: depositi torbosi

Questa unità è stata osservata unicamente in prossimità dell'abitato di Bieno, in corrispondenza del Comune di San Bernardino e in località Torbiera. In tale area si è avuto probabilmente un episodio di sovraescavazione glaciale che, in seguito alla deglaciazione, ha generato un ridotto bacino lacustre successivamente colmato e interessato dalla deposizione di torbe. Anche se questo è l'unico settore in cui affiorano i depositi torbosi, è probabile che entro l'area si siano sviluppati altri episodi simili soprattutto in corrispondenza di valli secondarie durante la prima fase della deglaciazione, e che quindi vi siano dei depositi fini lacustri o torbosi sepolti in corrispondenza dello sbocco vallivo di dette valli secondarie.

Unità GC: depositi glaciali

Data la scarsità degli affioramenti e la non univocità degli elementi morfologici osservati, in questa unità sono stati uniti i depositi di fondo, i depositi di ablazione e i depositi fluvioglaciali presenti nell'area. I depositi osservati sono caratterizzati da matrice sabbiosa e sabbioso limosa con clasti poligenici ed eterometrici più o meno spigolosi a seconda che si tratti di depositi fluvioglaciali o di ablazione con dimensioni variabili da centimetriche a metriche. I depositi osservati presentano generalmente un buon addensamento ed una parte superiore fortemente ossidata, mentre non sono stati trovati indizi di cementazione. Localmente i depositi glaciali raggiungono spessori superiori ai 10 m e ospitano falde acquifere temporanee o stagionali.

I principali affioramenti di depositi glaciali sono stati osservati prevalentemente lungo le sponde del Rio Moncuca tra le quote di 218 e 240 m s.l.m., nonché tra il Rio Moncuca e il Rio Giroldo. In questo settore essi hanno colmato una incisione di origine glaciale o fluvioglaciale (spillway) a direzione NW-SE e riconducibile all'evoluzione del ghiacciaio principale.

Unità EC: coperture detritiche eluvio-colluviali

Queste coperture si presentano ubiquitarie nell'area in esame, sono costituite da una matrice limoso-sabbiosa di colore screziato variabile dal grigio al rosso cupo in cui sono presenti clasti eterometrici monogenici disposti con una stratificazione parallela al versante. Questi depositi si presentano scarsamente addensati, ospitano falde temporanee in occasione delle precipitazioni.

Unità DF: detrito di falda a grossi blocchi



Questa unità è stata osservata in un unico settore dell'area di studio, all'estremo margine settentrionale dell'area di rilevamento, ad una distanza di circa 700 metri dal tracciato dell'opera in sotterraneo; i depositi di questa unità sono costituiti da grossi blocchi spigolosi eterometrici che formano delle falde molto acclivi. La genesi di questa falda è da imputarsi ad un detensionamento dell'ammasso roccioso in seguito alla scomparsa della massa glaciale governato principalmente dalle fratture impostatesi lungo le superfici di scistosità che in questo settore si presentano parallele al versante. La genesi post-glaciale dei crolli è confermata dalla presenza di superfici meno rugose dei blocchi che possono essere considerate delle vecchie superfici montonate.

5.2.2. *Unità geologiche del substrato roccioso*

Scisti dei Laghi

Come precedentemente anticipato il substrato roccioso dell'area è prevalentemente costituito da una serie monotona di micascisti e paragneiss. I passaggi tra i due differenti litotipi sono gradualmente e la distribuzione areale degli affioramenti è casuale, tuttavia in seguito ai rilievi di terreno è possibile affermare che nell'area è presente una predominanza della facies micascistosa rispetto a quella gneissica. La situazione maggiormente osservata presenta livelli gneissici "imballati" all'interno dei micascisti.

Gli affioramenti di micascisti sono costituiti da un ammasso di colore grigio chiaro caratterizzato da scistosità millimetrica o sub-millimetrica, materializzata da alternanze di livelli fillosilicatici (a prevalente muscovite e clorite sviluppata su originaria biotite o di neoformazione) e quarzoso-feldspatici. I micascisti possono presentarsi da relativamente compatti a molto foliati in virtù del diverso quantitativo di fillosilicati presente nell'ammasso.

I livelli maggiormente gneissici sono caratterizzati da un minor quantitativo di fillosilicati e da un maggior contenuto di quarzo e feldspato; tale variazione modale nella composizione mineralogica produce una tessitura gneissica tipicamente più grossolana rispetto a quella dei micascisti.

Entrambi i litotipi sono stati sottoposti a metamorfismo ercinico in facies anfibolitica, successivamente retrocessa in facies scisti verdi. Tracce di tale evoluzione metamorfica sono state riconosciute anche durante il rilievo di terreno, in quanto sono stati osservati dei livelli arricchiti in granato a testimonianza della fase di alta T della facies anfibolitica, ed è stata spesso riconosciuta la sostituzione delle biotite ad opera della clorite, testimonianza della successiva retrocessione in scisti verdi.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Grazie al sondaggio S.PD 03 è stato possibile osservare la presenza di piccole masse di anfiboliti intercalate all'interno dei micascisti. Il livello anfibolitico osservato durante la perforazione presenta spessore di circa 1 m ed è caratterizzato da colore verde scuro, massa di fondo microcristallina fratturata e solcata da vene di colore biancastro a riempimento quarzoso-calcitico.

Gli affioramenti degli Scisti dei Laghi sono distribuiti omogeneamente su tutto il versante studiato, mentre sono ovviamente assenti in corrispondenza della pianura alluvionale. Gli affioramenti di anfiboliti invece non sono mai stati osservati direttamente in affioramento, e non compaiono quindi nella Carta.

Filoni aplitici

Durante il rilevamento geologico è stato osservato che gli Scisti dei Laghi sono stati intrusi da una serie di corpi filoniani a giacitura discordante rispetto alla scistosità principale e chimismo prevalentemente acido. Nell'area è infatti presente un filone potente circa 20-30 m a giacitura circa sub verticale e direzione WSW-ENE e diversi filoni minori di potenza compresa tra 1-2 metri e simile orientazione.

Da un punto di vista litologico possono essere classificati come apliti in quanto sono costituiti da un ammasso leucocratico a struttura equidimensionale e grana fine, formato prevalentemente da quarzo e feldspato (probabilmente albite o K-feldspato).

Gli affioramenti dei filoni aplitici sono collocati nella metà settentrionale dell'area individuata dalla strada che collega Fondotoce a Bieno. Gli affioramenti del principale filone (di potenza massima stimata tra 20 e 30 m) sono distribuiti lungo una ristretta fascia a direzione WSW-ENE, lunghezza in pianta di circa 1270 m e sviluppo altimetrico pari a circa 170 m. Il punto più basso (alla quota di 200 m s.l.m.) è situato a circa 600 m da Fondotoce lungo la strada che percorrendo la sponda sinistra del lago prosegue verso Mergozzo, mentre il punto più elevato (alla quota di 370 m s.l.m.) è collocato quasi al limite settentrionale dell'area rilevata. I pochi contatti visibili tra il filone e gli Scisti dei Laghi permettono di osservare gli originari contatti intrusivi (quote 245, 280 m s.l.m.); in alcuni casi alcune tratte del contatto sembrano essere state blandamente deformate da piccole faglie a comportamento fragile.

Ad un'analisi più dettagliata la giacitura del filone risulta prevalentemente caratterizzata da immersione verso NNW (circa 340°) ad alto angolo (circa 70-90°); tuttavia la distribuzione degli affioramenti e i dati di terreno permettono di ipotizzare che in alcune limitate tratte essa possa presentare medesima immersione ma inclinazione di circa 30-35°. Tale variazione potrebbe essere causata sia dalla dislocazione operata da zone di



taglio a basso angolo sviluppate in condizioni fragili in seguito all'intrusione dei filoni, sia da originarie variazioni della giacitura.

In corrispondenza dell'imbocco lato Mergozzo è stato inoltre osservato un piccolo filone potente circa 3 metri, costituito prevalentemente da quarzo e bordato da due limitate zone di deformazione sviluppate a spese dei micascisti. Tale corpo è caratterizzato da una giacitura sub verticale discordante con i micascisti incassanti, sembra chiudersi a lente ed è parzialmente deformato dalle due zone di taglio poste a contatto con i micascisti. Sebbene la composizione mineralogica sia maggiormente pegmatitica e la sua origine non sia del tutto chiara, in virtù della maggior affinità composizionale e per ragioni di semplicità nel presente lavoro il filone a quarzo prevalente è stato unificato ai filoni aplitici.

Filoni lamprofirici

In corrispondenza della strada che collega Fondotoce a Bieno è stata osservata una seconda tipologia di corpi filoniani a chimismo essenzialmente basico, potenza compresa tra 50 cm e 1 m, inclinazione di circa 60° e immersione verso NNW (circa 340-345°) discordante con la scistosità dei micascisti incassanti.

Ad un esame visivo i filoni sono costituiti da una massa di fondo microcristallina di colore verde scuro facilmente scalfibile con una punta metallica. Data la grana estremamente ridotta espressa dai filoni non è stato possibile riconoscere alcuna fase mineralogica utile ad effettuare una classificazione petrografica; l'unica fase minerale di cui è ipotizzabile la presenza è rappresentata dalla clorite, evidenziata dalla debole resistenza alla scalfitura da parte di punte metalliche.

Vista la difficile interpretazione petrografica dell'ammasso, in accordo con quanto riportato nella relazione geologica del Piano Regolatore Generale Comunale del Comune di San Bernardino Verbano (D'Elia, 1999), si è preferito adottare per tali corpi intrusivi la nomenclatura di filoni lamprofirici.

5.3. Assetto geologico-strutturale di dettaglio

L'assetto strutturale dell'area rilevata è relativamente semplice in quanto il basamento cristallino degli Scisti dei Laghi presenta mediamente una giacitura monoclinale caratterizzata da immersione verso SSE ed angolo di inclinazione pari a circa 60-70°. Durante la campagna di rilevamento geologico sono state tuttavia individuate alcune strutture deformative rappresentate da pieghe e linee tettoniche.



5.3.1. Strutture plicative

Nell'area studiata è stata individuata una sola struttura plicativa a scala macroscopica situata nel settore a monte di Canton Magistris. In tale zona, infatti, è stata osservata la rotazione della scistosità, la cui immersione risulta orientata verso SSE nelle porzioni più elevate del versante e verso Sud in prossimità della S.S. N. 34., mentre non sono state osservate variazioni nei valori di inclinazione che risultano infatti pressoché invariati. Tale evidenza di terreno può essere spiegata con la presenza di una piega caratterizzata da angolo tra i fianchi di circa 110° (stimato), asse sub verticale e piano assiale immergente verso NNE con inclinazione prossima alla verticale.

5.3.2. Faglie e zone di taglio

Durante i rilievi di terreno sono state osservate due principali linee tettoniche: la prima, a comportamento fragile-duttile è attraversata dal tracciato della galleria tra le pk 1+497 m e pk 1+524 m, la seconda, a comportamento duttile-fragile è invece attraversata dal tracciato della galleria tra le pk 1+893 m e pk 1+933 m.

Faglia a comportamento fragile-duttile

La linea tettonica a comportamento fragile-duttile è stata osservata lungo la strada che collega Fondotoce a Bieno, rappresenta la principale faglia osservata entro l'area ed è caratterizzata da immersione verso NNW e angolo di inclinazione di circa $75-80^\circ$. La giacitura della struttura è discordante rispetto alla scistosità dei micascisti, segno di uno sviluppo recente. Gli affioramenti delle rocce di faglia non sono molto diffusi e sono stati osservati esclusivamente lungo la strada Fondotoce-Bieno e in corrispondenza del sondaggio S.PD.03. Grazie ai dati attualmente in possesso è possibile stimare la presenza di una zona di danneggiamento di potenza complessiva indicativamente compresa tra 25-50 m. La struttura presenta inoltre chiara evidenza morfologica in quanto ha probabilmente prodotto l'incisione entro cui è stata costruita la strada Fondotoce-Bieno.

Zona di taglio a comportamento duttile-fragile

La linea tettonica a comportamento duttile-fragile è situata nel settore compreso tra le località la Torbiera e Prescaia ed è caratterizzata da direzione ENE-WSW, immersione verso NNW ed inclinazione ad alto angolo ($70-80^\circ$). La roccia di faglia presenta potenza stimata di circa 10-15 m ed è stata successivamente ricristallizzata e deformata dalla fase deformativa che ha prodotto la scistosità regionale.

Nonostante la struttura descritta abbia sviluppato una deformazione duttile associata a ricristallizzazione metamorfica, e nonostante in affioramento non sia stata osservata una vera e propria zona di danneggiamento



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

dell'ammasso roccioso, è tuttavia probabile che lungo la linea tettonica si sia sviluppata una zona di debolezza dell'ammasso. Tale supposizione è confortata essenzialmente dalla presenza di una chiara espressione morfologica di terreno (incisioni, scarpate e valli secche) e dal basso valore di RQD registrato dal sondaggio S.PD.04 realizzato nelle vicinanze.

Faglie minori

Oltre alle due strutture principali precedentemente descritte entro l'area sono state osservate diverse faglie minori caratterizzate da zone di deformazione non superiori a 50 cm - 1 m. Tali strutture presentano una deformazione essenzialmente fragile, non sono caratterizzate da elevata continuità laterale e si sono sviluppate tardivamente.



6 STUDIO IDROGEOLOGICO

A livello idrogeologico l'area in esame è suddivisibile in due settori principali:

- un settore di versante caratterizzato da un substrato roccioso permeabile per fratturazione e da genericamente ridotti spessori di coperture di depositi permeabili per porosità;
- un settore di pianura caratterizzato da spessori anche elevati di depositi permeabili per porosità.

Per quanto riguarda la circolazione idrica all'interno del substrato roccioso attraversato dalla galleria in progetto possono essere effettuate le seguenti considerazioni:

- Nella prevalenza dei sondaggi le fratture osservate non presentano generalmente tracce di circolazione di acque non essendo caratterizzate né da ossidazione né da deposizione di minerali;
- Sulla base delle osservazioni effettuate il sistema di fratturazione più pervasivo che interessa l'ammasso roccioso risulta essere quello impostato sulle superfici di scistosità, di conseguenza la circolazione idrica all'interno dell'ammasso roccioso fratturato dovrebbe avvenire prevalentemente con moti paralleli a queste fratture inibendo l'alimentazione dagli alti versanti del Monte Castello e Monte Faie per facilitarla invece dall'isolato rilievo del Monte Rosso, con conseguente tendenza a diminuire il massimo carico idraulico possibile;
- Non si sono mai osservate, lungo i tratti degli alvei impostati in roccia, delle significative diminuzioni di portata attribuibili ad una infiltrazione consistente all'interno dell'ammasso roccioso;
- Non si sono osservate delle diffuse emergenze idriche in corrispondenza di scarpate rocciose ripide o comunque di variazioni di pendenza rilevanti.

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico della pianura alluvionale del Toce (denominata Piano Grande) su cui insiste il primo tratto dell'opera compreso tra il cimitero di Fondotoce e il Canale di Mergozzo, grazie alle caratteristiche dei corsi d'acqua e dei bacini lacustri limitrofi è stato definito il livello e l'andamento della falda idrica superficiale. Questo settore di pianura, formato dai recenti depositi del delta del Toce, è infatti quasi completamente compreso tra il Fiume Toce stesso, il Lago di Mergozzo, il Lago Maggiore ed il Canale di Mergozzo. Per tale ragione data la differenza di quota esistente, in condizioni normali, tra il Lago di Mergozzo (posto alla quota di 197 m s.l.m.) e il Lago Maggiore (posto alla quota di 194 m s.l.m.) è stato ipotizzato un flusso di acqua sotterranea e superficiale (visibile nel Canale di Mergozzo) diretto dal Lago di Mergozzo al Lago Maggiore, generato dal dislivello tra i bacini lacustri. La presenza di possibili fenomeni di alimentazione



della falda a opera dei due corsi d'acqua limitrofi, comporta inoltre la concavità diretta verso il Lago Maggiore delle isopieze.

6.1. Unità idrogeologiche permeabili per porosità

Le unità idrogeologiche permeabili per porosità si distinguono essenzialmente in unità alluvionali, sottoclassi della classe UI1, nella unità UI2 afferente ai depositi glaciali e nella unità UI3 corrispondente alla copertura eluvio-colluviale

6.1.1. Unità UI1a

Questa unità è costituita dai depositi alluvionali attuali e recenti e dai depositi detritici, caratterizzati da una permeabilità superiore a 10-4 m/s. Questi depositi, appartenenti principalmente ai conoidi dei corsi d'acqua minori, si presentano coalescenti con quelli che costituiscono il delta del Fiume Toce (unità U1b), marcatamente più fini; data la classificazione per classi di permeabilità e la natura del contatto coalescente il limite tra le due unità, transitorio, è stato posto convenzionalmente in corrispondenza del Canale Mergozzo. I depositi di questa unità ospitano sui versanti, dove sono caratterizzati da spessori minori, falde temporanee o stagionali; in corrispondenza dei conoidi di fondovalle ospitano invece una falda perenne in contatto con i bacini del Lago Maggiore e di Mergozzo.

6.1.2. Unità UI1b

Questa unità è costituita dai depositi fluviolacustri del delta del Toce, caratterizzati da livelli limoso-argillosi di potenza superiore a 2 m e da una permeabilità compresa tra 10-8 e 10-6 m/s. Questi depositi, sottoconsolidati e costituenti il Piano Grande, ospitano una falda perenne con un lievissimo gradiente verso il Lago Maggiore.

6.1.3. Unità UI1c

Questa unità è costituita dai depositi torbosi, osservati unicamente in località La Torbiera, caratterizzati da permeabilità inferiori a 10-8 m/s.

6.1.4. Unità UI2

Questa unità è costituita dai depositi glaciali, maggiormente addensati dei depositi alluvionali recenti e con una matrice più fine dell'unità UI1a, caratterizzati da una permeabilità compresa tra 10-8 e 10-6 m/s. In questi depositi sono presenti falde temporanee ove vi siano spessori più ridotti o stagionali in caso di spessori maggiori.



6.1.5. Unità UI3

Questa unità è costituita dalle coperture eluvio-colluviali, poco addensate, con matrice limoso-sabbiosa e caratterizzate da una permeabilità compresa tra 10^{-6} e 10^{-4} m/s.

6.2. Unità idrogeologiche permeabili per fratturazione

Le unità geologiche del substrato, tutte a prevalente componente silicatica, sono state unificate in un'unica unità idrogeologica.

6.2.1. Unità UI4

Questa unità è costituita dalle litologie appartenenti agli Scisti dei Laghi costituenti il substrato roccioso nell'area in esame; anche se localmente al variare della prevalenza di micascisti o di paragneiss si potrebbero avere delle differenze di permeabilità dovute alla maggiore tendenza a fratturarsi in presenza della scistosità, data la casualità di queste variazioni litologiche locali si è preferito mantenere queste due litologie in un'unica classe. Ugualmente non è stata considerata rilevante, dati gli esigui volumi rocciosi, la possibile differenza di permeabilità derivante dalla differente fratturazione dei filoni aplitici e lamprofirici rispetto alle litologie incassanti. È stata infine valutata la possibilità di porre in una classe differente i settori del substrato prossimi agli elementi tettonici, e quindi più fratturati e permeabili, ed i settori corrispondenti a pareti rocciose detensionate in seguito alla deglaciazione; l'oggettiva impossibilità di porre planimetricamente dei limiti a queste differenze, e la loro comunque limitata rilevanza, ha però portato alla scelta non effettuare questo tipo di distinzione.

6.3. Sorgenti

Nell'area in esame non è stata osservata la presenza di sorgenti significative; quelle riscontrate sembrano essere riconducibili alla presenza di limiti di permeabilità tra i depositi ed il sottostante substrato roccioso, e le caratteristiche sia morfologiche che vegetazionali nei loro intorno indicavano una stagionalità o temporaneità della venuta d'acqua.

Nella documentazione geologica dei PRGC non è indicata la presenza di sorgenti o captazioni che possano essere potenzialmente interferite dalle opere in progetto.



7 INDAGINI

Il grado di dettaglio richiesto dal livello di progettazione del presente lavoro (Progetto Definitivo) ha richiesto l'esecuzione di una serie di indagini e studi integrativi volti ad ampliare le conoscenze geologiche, geomeccaniche, geotecniche e idrogeologiche dei litotipi interessati dal tracciato dell'opera in progetto. Per tale ragione, successivamente ad una ricerca bibliografica volta ad accertare l'eventuale presenza di indagini geognostiche pregresse, sono state programmate due nuove tipologie di indagini:

- Indagini geognostiche e geofisiche;
- Prove di laboratorio;
- Rilievi geomeccanici.

7.1. Indagini preliminari

Prima di procedere con la pianificazione dei nuovi approfondimenti d'indagine, sono state ricercate tutte le informazioni di sottosuolo disponibili per l'area studiata. Grazie ai database di A.R.P.A. Piemonte è stato quindi possibile individuare:

- Sondaggi a carotaggio continuo;
- L'analisi dei dati di interferometria radar satellitare PSInSAR.

7.1.1. Sondaggi

Consultando il database sulle indagini geotecniche predisposto da A.R.P.A. Piemonte è stato possibile individuare n° 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo ubicati entro la pianura alluvionale del Toce, lungo le rive del corso d'acqua a circa 950 m verso SW rispetto alla spalla destra del ponte in progetto.

Tutte le perforazioni hanno sostanzialmente individuato la presenza di depositi sabbiosi medio fini in cui sono talvolta intercalati livelli maggiormente limosi.

7.1.2. Dati PSInSAR

Il sito web di A.R.P.A. Piemonte ha permesso di consultare i risultati di recenti studi interferometrici satellitari (SAR), condotti su dati acquisiti nel periodo compreso tra il 1992 e il 2001, i cui risultati permettono di evidenziare aree caratterizzate dalla presenza di significativi spostamenti piano altimetrici del suolo. Tralasciando la descrizione della tecnica, che non costituisce la finalità della presente relazione né compete allo scrivente, è invece utile evidenziare che nell'area corrispondente alla pianura alluvionale del Toce sono



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

presenti 5 aree caratterizzate da probabili fenomeni di subsidenza dei sedimenti sottoconsolidati del delta del Toce.

7.2. Indagini del Progetto Definitivo

Sulla base delle informazioni disponibili dal Progetto Preliminare sono state individuate la parti di tracciato in cui risiedevano le maggiori incertezze geologiche; per tali aree, compatibilmente con le condizioni di accessibilità, si è quindi proceduto all'esecuzione di nuove indagini integrative.

I principali obiettivi della nuova campagna di indagine sono così schematizzabili:

- Verificare il modello geologico previsto dal Progetto Preliminare;
- Determinare con maggior dettaglio le proprietà geotecniche dei terreni di fondazione del ponte per l'attraversamento del canale artificiale;
- Incrementare l'affidabilità delle previsioni geomeccaniche lungo la galleria naturale Fondotoce e nelle zone di imbocco;
- Monitorare l'andamento delle falde acquifere sotterranee in grado di interferire con le opere in progetto.

Per il raggiungimento degli obiettivi prefissati sono state realizzate indagini sia di tipo diretto (sondaggi) che indiretto (stendimenti sismici, prove MASW e Down Hole), nella misura riportata nella seguente **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Lotto	Sondaggi	Stendimenti sismici	Prove MASW	Prove Down Hole
Lotto 1	S.PD.01_PZ	LS. PD. 02	MA.PD.01	DH.PD.01
Lotto 1	S.PD.02_PZ	LS. PD. 03		
Lotto 1	S.PD.03	LS. PD. 04		
Lotto 1	S.PD.04	LS. PD. 05		
Lotto 1	S.PD.05			
Lotto 1	S.PD.06_PZ			
Totale indagini	5	4	1	1

Tabella 7.1: elenco delle indagini geognostiche e geofisiche effettuate nell'ambito del Progetto Definitivo.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

In aggiunta a tali indagini sono inoltre state eseguite diverse prove in situ, prove di laboratorio sia su campioni litoidi che granulari, nonché dei rilievi geomeccanici per determinare lo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso.

7.2.1. Sondaggi

Come precedentemente indicato, nell'ambito del Progetto Definitivo del Lotto n° 1 sono stati realizzati 6 sondaggi geognostici perforati e attrezzati secondo lo schema riportato in Tabella 7.2.

Sondaggio	Lunghezza complessiva (m)	Tecnica di perforazione		Attrezzatura	Prove eseguite in foro
		Tratta perforata a distruzione di nucleo (m)	Tratta perforata a carotaggio continuo (m)		
S.PD.01_PZ	18	-	0-18	Piezometro	Prove penetrometriche SPT
S.PD.02_PZ	25	-	0-25	-	-
S.PD.03	75	0-35	35-75	-	-
S.PD.04	50	0-20	20-50	-	Prova dilatometrica
S.PD.05	30	-	0-30	-	Prova dilatometrica e prova sismica Down Hole
S.PD.06_PZ	30	-	0-30	Piezometro	Prove penetrometriche SPT

Tabella 7.2 : elenco dei sondaggi effettuati nell'ambito del Progetto Definitivo

7.2.2. Indagini geofisiche

Come indicato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** nell'ambito del progetto definitivo sono stati eseguiti 5 stendimenti sismici tomografici a rifrazione sismica, 1 stendimento MASW e una prova in foro Down Hole. Nella tabella seguente vengono riassunte le principali caratteristiche delle indagini realizzate.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Indagine	Tipologia	Lunghezza (m)	Obiettivo
LS.PD.02	Tomografia a rifrazione	260	Analisi geologica di una parte di tracciato.
LS.PD.03	Tomografia a rifrazione	230	Verificare il controllo strutturale di un'incisione colmata di depositi glaciali.
LS.PD.04	Tomografia a rifrazione	140	Verificare il controllo strutturale di un'incisione colmata di depositi glaciali.
LS.PD.05	Tomografia a rifrazione	160	Acquisire informazioni sulla potenza dei depositi situati alla base della soglia glaciale.
MA.PD.01	MASW	70	Acquisire la V_{S30} dei depositi su cui sarà fondato il ponte.
DH.PD.01	Down Hole	30 (In S.PD.05)	Analisi dello stato di fratturazione dell'ammasso in prossimità dell'imbocco lato Verbania.

Tabella 7.3 :tabella riassuntiva delle indagini geofisiche eseguite.

7.2.3. Prove in situ

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state realizzate le seguenti prove in situ:

- n°2 prove dilatometriche in foro eseguite nei sondaggi S.PD.04 e S.PD.05;
- n°5 prove penetrometriche standard (SPT) eseguite nel sondaggio S.PD.01_PZ.
- n°4 prove penetrometriche standard (SPT) eseguite nel sondaggio S.PD.06_PZ.

7.2.4. Prove di laboratorio

Al fine di poter caratterizzare geotecnicamente le diverse unità geologiche individuate sono state effettuate delle prove di laboratorio sia su campioni di terreni granulari che su campioni di rocce.

Sui campioni di roccia estratti dai sondaggi a carotaggio continuo sono state eseguite 11 prove di compressione monoassiale con controllo della deformazione assiale, elaborate statisticamente per poter ottenere dei valori significativi per la progettazione. Le prove sono state effettuate su campioni di micascisti, anfiboliti o brecce cataclastiche, caratterizzando quindi tutti i litotipi attraversati dai sondaggi

Sui campioni di terreni prelevati dal sondaggio S.PD.06_PZ, costituiti da sabbie limose e limi sabbiosi, sono state eseguite delle prove di laboratorio volte a determinare i principali parametri geotecnici dei depositi fluviolacustri del Fiume Toce (vedi Tabella 7.4).

Sondaggio	S.PD.06_PZ		
Campione	C1	C12	C13
Profondità	6,0 - 6,5 m	22,0 - 22,5 m	27,0 - 27,5 m



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Misura del peso dell'unità di volume	✓	✓	✓
Misura del contenuto d'acqua	✓	✓	✓
Analisi granulometrica	✓	✓	✓
Prova di compressione edometrica	-	✓	✓
Prova di taglio diretto consolidata drenata	✓	-	-
Prova di compressione triassiale non consolidata non drenata	-	✓	-
Limiti di Atterberg	✓	✓	✓

Tabella 7.4 :tabella riassuntiva delle prove di laboratorio eseguite sui campioni del sondaggio S.PD.06_PZ

7.3. Rilievi geomeccanici

Al fine di definire l'assetto geostrutturale degli ammassi e le caratteristiche geomeccaniche sia della roccia intatta sia dei sistemi di discontinuità in essi rilevati, sono state realizzate n°7 stazioni di rilievo geomeccanico distribuite lungo il tracciato dell'opera e suddivise in rilievi completi e rilievi speditivi (vedi Tabella 7.5).

Num.	Stazione	Litologia	Tipologia	RMR	GSI
1	RG-1	Micascisti	Rilievo completo	54	49
2	RG-2	Micascisti	Rilievo completo	67	62
3	RG-3	Micascisti	Rilievo completo	60	60
4	RG-4_Ms	Micascisti	Rilievo completo	44	56
4bis	RG-4_FI	Filone aplitico	Rilievo completo	69	69
5	RG-5	Filone aplitico	Rilievo completo	65	67
6	RG-6	Micascisti	Rilievo speditivo	35	45
7	RG-7	Micascisti	Rilievo speditivo	62	62

Tabella 7.5 : schema riassuntivo stazioni geomeccaniche.



8 STUDIO GEOTECNICO

Sulla base del modello geologico di riferimento sono state individuate sei unità geotecniche, delle quali tre afferenti la categoria dei terreni e tre che costituiscono la suddivisione degli ammassi rocciosi in funzione delle caratteristiche di fratturazione ed alterazione.

8.1. Unità geotecnica Sc

L'unità Sc include il substrato roccioso appartenente agli Scisti dei Laghi, costituito da micascisti e paragneiss con possibili livelli di anfiboliti e l'intrusione di piccoli filoni aplitici o lamprofirici inferiori a 5 m.

Spessore massimo dell'unità: n.a.

Caratteristiche: micascisti e paragneiss a struttura scistosa, sano o debolmente alterato. In funzione del grado di fratturazione e alterazione delle superfici si differenzia in:

- Unità Geotecnica Sc1 (grado di alterazione e fratturazione basso);
- Unità Geotecnica Sc2 (grado di alterazione e fratturazione medio);
- Unità Geotecnica Sc3 (grado di alterazione e fratturazione alto).

L'unità Sc è distribuita lungo tutta la galleria Fondotoce e il pozzo di aerazione, mentre le diverse sottounità in dettaglio vengono intercettate dallo scavo nelle seguenti tratte (le lunghezze sono espresse in metri):

- Unità Geotecnica Sc1. Distribuita tra le progressive pk: 0+629÷0+745; 0+803÷1+497; 1+524÷1+894, 1+934÷2+539, 2+589 2+633.
- Unità Geotecnica Sc2. Distribuita tra le progressive pk: 2+633÷2+709;
- Unità Geotecnica Sc3. Distribuita tra le progressive pk: 0+602÷0+629; 1+497÷1+524; 1+894÷1+934; 2+663÷2+709.

Le unità Sc1 ed Sc2 costituiscono inoltre un fronte misto tra le progressive pk 0+745 ÷ 0+803 m, mentre l'unità Sc3 costituisce fronte misto con l'unità EC tra le progressive pk 0+575 e 0+602 m.

8.2. Unità geotecnica GL

L'unità GL include i depositi glaciali indifferenziati formati da facies di ablazione o fluvioglaciali.

Spessore massimo dell'unità: lo spessore massimo è stato osservato in corrispondenza al sondaggio S.PD.02_PZ posto in prossimità dell'imbocco lato Mergozzo ed è superiore a 19 m.



Caratteristiche: depositi caratterizzati da matrice sabbiosa e sabbioso limosa con clasti poligenici ed eterometrici più o meno spigolosi a seconda che si tratti di depositi fluvioglaciali o di ablazione con dimensioni variabili da centimetriche a metriche.

L'unità GL non viene attraversata dal il tracciato del Lotto n°1 ma è presente a meno di 3 metri al di sopra della calotta della galleria naturale tra le progressive pk: 0+672÷0+797 m.

8.3. Unità geotecnica FL

Tale unità include i depositi alluvionali e fluviolacustri depositi dal Fiume Toce e dai rii minori.

Spessore massimo dell'unità: > 30 m osservati nel sondaggio S.PD.06_PZ, lo spessore massimo è sicuramente maggiore di questo valore in quanto la pianura alluvionale e i corrispettivi depositi fluviolacustri hanno colmato una precedente valle glaciale di profondità non accertata.

Caratteristiche: depositi compressibili costituiti da sabbie, sabbie fini e subordinate ghiaie. Localmente possono essere alternati a depositi argillosi o limosi derivanti da episodi di deposizione lacustre con percentuali variabili di materia organica; anche se non osservati direttamente nei sondaggi, dato l'ambiente deposizionale è probabile la presenza di livelli torbosi.

L'unità FL è distribuita in tutte le tratte non interessate dallo scavo delle gallerie artificiali o naturali, essa viene intercettata dal tracciato in corrispondenza delle progressive pk (esprese in metri): 0+000÷0+524 corrispondenti al tratto del tracciato che attraversa la pianura alluvionale compresa tra i laghi Maggiore e Mergozzo; e delle progressive 2+709 ÷2+743 corrispondenti al tratto del tracciato che attraversa il terrazzo alluvionale su cui è impostata la rotonda che raccorda il tracciato con la SS. n°34 in prossimità della località "Villa Esperia"

8.4. Unità geotecnica EC

L'unità EC comprende tutti i depositi detritici di origine eluvio-colluviale affioranti nell'area.

Spessore massimo dell'unità: 5 m

Caratteristiche: depositi costituiti da blocchi angolari di rocce del substrato, immersi in una matrice sabbiosa e limoso-sabbiosa poco addensata a stratificazione parallela al pendio.

Lungo il tracciato del Lotto n°1 l'unità EC è distribuita tra le pk (esprese in metri): 0+524÷0+575 e costituisce fronte misto con l'unità Sc3 tra le progressive pk 0+575 e 0+602 m.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

8.5. Parametri geotecnici di progetto

Nelle tabelle seguenti sono riassunti i parametri geotecnici definiti per le unità geotecniche descritte in precedenza. In particolare nella Tabella 8.1 sono riportati i parametri delle unità geotecniche litoidi e nella successiva Tabella 8.2 sono presenti i parametri di resistenza al taglio della scistosità Sc che rappresenta la principale superficie di discontinuità presente nell'ammasso roccioso.

Unità geotecnica	GSI	RMR	σ_c (MPa)	E_d (MPa)	ν	γ (kN/m ³)	m_b picco (-)	s_{picco} (-)	ϕ' [°]	c' [kPa]
Sc1	50-74	55-79	25 – (media 16)	10660	0.25	26	2,865	0,0205	47	720
Sc2	37-54	42-59	25 – (media 16)	1913- (1480)	0.25	26	0,981	0,000730	39	330
Sc3	25-38	30-43	(12,4)	382-(422)	0.3	25	0,574	0,000138	28	180

LEGENDA

σ_c : resistenza a compressione uniassiale

GSI: Geological Strength Index (Hoek et al., 1995 e pubblicazioni seguenti)

γ : peso di volume naturale

E_d : modulo di deformabilità

ν : rapporto di Poisson

m_b, s : coefficienti di Hoek e Brown

c' : coesione efficace

ϕ' : angolo di attrito efficace

Tabella 8.1: campo di variabilità dei parametri delle unità geotecniche litoidi.

Litologia	Sistema	JRC	JCS [MPa]	ϕ_b [°]	c [MPa]	ϕ [°]
Micascisti e paragneiss non alterati	Sc	12-14	10-20	35	0	45-50
Micascisti e paragneiss alterati	Sc	8-10	5-10	30	0	30-35

JRC: Joint Roughness Coefficient
JCS: Joint Compressive Strength
 ϕ_b : angolo d'attrito di base
 c : coesione (equivalente)
 ϕ : angolo d'attrito (equivalente)

Tabella 8.2: valori di resistenza al taglio della scistosità discontinuità.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Nella seguente Tabella 8.3 sono riportati i parametri geotecnici che caratterizzano le unità geotecniche costituite da depositi detritici.

Unità geomeccanica - geotecnica	Descrizione	γ [kN/m ³]	ν [-]	E [MPa]	ϕ' [°]	c' [kPa]	M [MPa]	K [m/s]
FL	Depositi fluviolacustri	18.3	0.45	2.35	22	0	2.23	1E-08
GL	Depositi glaciali	20.0	0.4	30	30	0	-	-
EC	Coltri eluvio-colluviali	19.0	0.4	20	30	0	-	-

LEGENDA

γ : peso di volume naturale

c' : coesione efficace

ϕ' : angolo di attrito efficace

E: modulo di deformabilità

ν : rapporto di Poisson

M: modulo edometrico

K: conducibilità idraulica

Tabella 8.3: parametri di progetto per l'unità geotecnica U.G. FL, U.G. GL ed U.G. EC.



9 STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO

L'ambito territoriale in cui si colloca l'intervento in progetto rientra nelle competenze dell'Autorità di bacino del fiume Po. I corsi d'acqua principali ricadenti nell'area in esame sono il fiume Toce e il canale emissario del lago di Mergozzo che viene attraversato dal tracciato stradale in progetto mediante un viadotto a doppia campata subito prima di imboccare in galleria.

Il fiume Toce, trovandosi più a sud rispetto al tracciato, non interessa direttamente il progetto, ma interferisce con i livelli idrici del Lago Maggiore che ha sua volta scambia volumi idrici con il lago di Mergozzo mediante il relativo Canale Emissario.

Sulla base delle elaborazioni esperite e riportate negli elaborati dedicati si è provveduto allo sviluppo degli approfondimenti necessari ad un'adeguata caratterizzazione idrologica dell'area in esame. In particolare, sulla base dei dati disponibili (in particolare modello VAPI) sono stati validati e completati i risultati già ottenuti in sede preliminare definendo un livello di affidabilità dell'informazione idrologica adeguato al livello progettuale definitivo.

Particolare attenzione è stata destinata alla risoluzione dell'interferenza idraulica con il canale emissario del lago di Mergozzo e relativa piana di esondazione.

Il canale emissario in parola collega idraulicamente il Lago Maggiore al lago di Mergozzo. I livelli idrici di piena nel canale sono controllati dal livello idrico del lago Maggiore. A partire dai livelli idrici più elevati, infatti, ampie zone spondali del canale, comprese quelle interessate dal tracciato, risultano allagate e i due laghi appaiono praticamente uniti. In particolare l'area interessata dall'opera in progetto è periodicamente soggetta ad allagamenti a bassa o nulla energia dovuti principalmente all'innalzamento del livello del Lago Maggiore.

Le analisi esperite in merito al funzionamento idraulico del sistema costituito dal Lago Maggiore, Lago di Mergozzo e relativo canale emissario hanno consentito di adottare la scelta progettuale più idonea dal punto di vista idraulico. In particolare la soluzione progettuale scelta ha comportato un innalzamento della livelletta stradale in modo da garantire un adeguato franco idraulico per il viadotto di scavalco. La stessa soluzione ha permesso di massimizzare la "trasparenza idraulica" dell'opera. L'innalzamento della livelletta, infatti, ha consentito di adottare campate del viadotto di scavalco di luce maggiorata garantendo maggior capacità di



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

deflusso idrico in caso di piena. Sono stati, inoltre, inseriti nel rilevato stradale una serie di tombini scatolari in modo da agevolare il transito idrico sulla piana allagata.

Visto che il tratto in progetto ricade interamente in ambito vulnerabile, è stata prevista **la raccolta ed il trattamento delle acque di prima pioggia provenienti dalla piattaforma stradale dall'intero sviluppo del tracciato in progetto. Il sistema di raccolta e smaltimento sarà di tipo "chiuso", costituito cioè, da una rete di tubazioni e fossi che convoglierà le acque raccolte a ciascuna vasca di prima pioggia prevista in progetto.**

La raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche della piattaforma stradale e delle scarpate prevede le seguenti tipologie.

Fosso di guardia rivestito posto al piede del rilevato nei tratti dove è deputato alla raccolta ed allo smaltimento delle acque di piattaforma. È stata adottata la sezione trapezia rivestita in c.a. con pendenza della scarpata di 1:1, con larghezza del fondo e delle scarpate pari a 50. Le acque di piattaforma pervengono al fosso mediante canalette ad embrice disposte ad interasse di 10m.

Fosso di guardia in terra. Il fosso di guardia, oltre a ricevere le acque provenienti dalle scarpate del rilevato, raccoglie anche le acque provenienti dalle aree esterne limitrofe per una fascia variabile in funzione della naturale inclinazione del bacino dominante.

Pozzetti grigliati in rilevato o a raso in rotatoria. L'acqua della carreggiata viene raccolta e convogliata nell'apposito tubo per mezzo di pozzetti grigliati disposti ad interasse variabile in funzione delle caratteristiche della piattaforma stradale.

Cunette alla francese con tubo in cls sottostante nei tratti con muri. In questo caso l'acqua della carreggiata viene raccolta e convogliata nell'apposito tubo sottostante per mezzo di pozzetti grigliati disposti lungo lo sviluppo della cunetta.

Opere di drenaggio della piattaforma in viadotto. Il sistema è dotato di caditoie a bocchettone che convogliano mediante pluviale le acque raccolte all'interno di una tubazione sub orizzontale in PRFV staffata all'impalcato dello stesso viadotto. Tale tubazione consentirà di addurre le acque raccolte in corrispondenza della spalla dove saranno disposte le tubazioni discendenti per il recapito all'impianto di trattamento.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Nei tratti in galleria sono stati previsti due distinti sistemi di drenaggio: **Tubazioni in PEAD corrugato al di sotto della banchina**, alimentate mediamente ogni 25 m da caditoie grigliate con relativo pozzetto tagliafiamma in cls, per la raccolta dei liquidi eventualmente scolanti sulla piattaforma (ad esempio i liquidi accidentalmente sversati in caso di incidenti che possono coinvolgere autobotti o mezzi di trasporto di sostanze pericolose, acque di lavaggio, ecc...) e **due tubazioni sempre in PEAD corrugato, lungo i margini della carreggiata**, per la raccolta, mediante pozzetti in cls con interasse 25 m, delle acque di infiltrazione.



10 TRACCIATO STRADALE

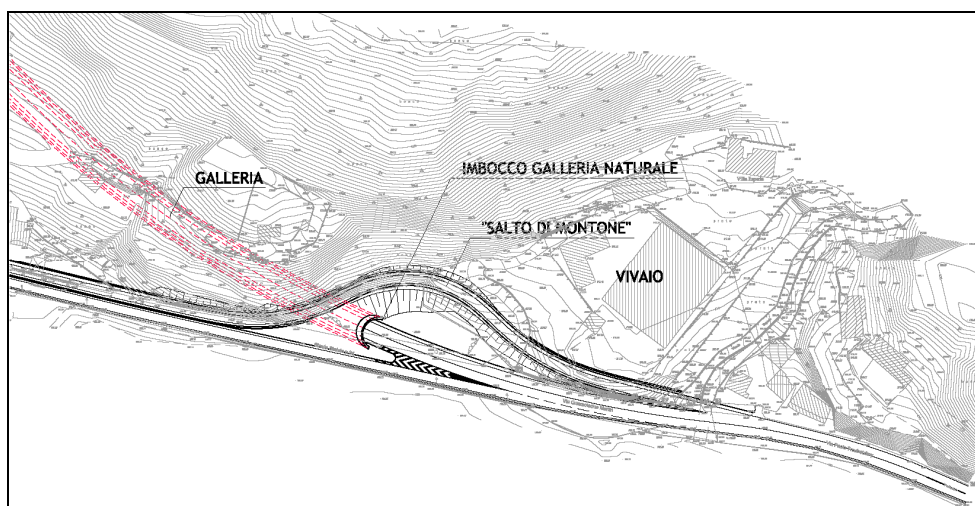
Il tracciato oggetto di intervento inizia sulla SS34, in prossimità del Cimitero del comune di Fondotoce e termina, dopo ca. 2,7 km., sempre sulla stessa strada statale ad ovest dell'abitato del suddetto paese.

La nuova viabilità principale è classificata come strada di tipo C1 (secondo le attuali norme in vigore).

Sostanzialmente l'andamento planimetrico dell'asse di progetto ricalca quanto previsto nel progetto preliminare posto a base di gara, con la successione degli elementi principali sopra riportati (rilevato, viadotto, galleria), mentre si discosta dal PP nella scelta del collegamento tra la nuova viabilità e la viabilità esistente a fine lotto, come precedentemente descritto.

Il progetto preliminare prevedeva infatti uno svincolo a livelli sfalsati con "salto di Montone", che permetteva agli utenti che da Verbania procedevano verso Fondotoce di scavalcare la nuova arteria stradale senza alcuna intersezione.

Tuttavia durante lo sviluppo della progettazione di dettaglio, ci si è resi conto della invasività di tale intervento, che oltre a prevedere opere di sostegno scavi di notevole entità, poneva seri problemi al mantenimento delle viabilità secondarie preesistenti che garantiscono l'accesso ai fondi collocati a nord dell'asse stradale.



Soluzione progetto preliminare con salto di montone

L'inserimento della rotatoria risulta essere meno invasivo, risolve tutti i problemi di accesso ai fondi preesistenti, garantisce tutte le manovre per gli utenti della strada e rappresenta un elemento di dissuasione



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

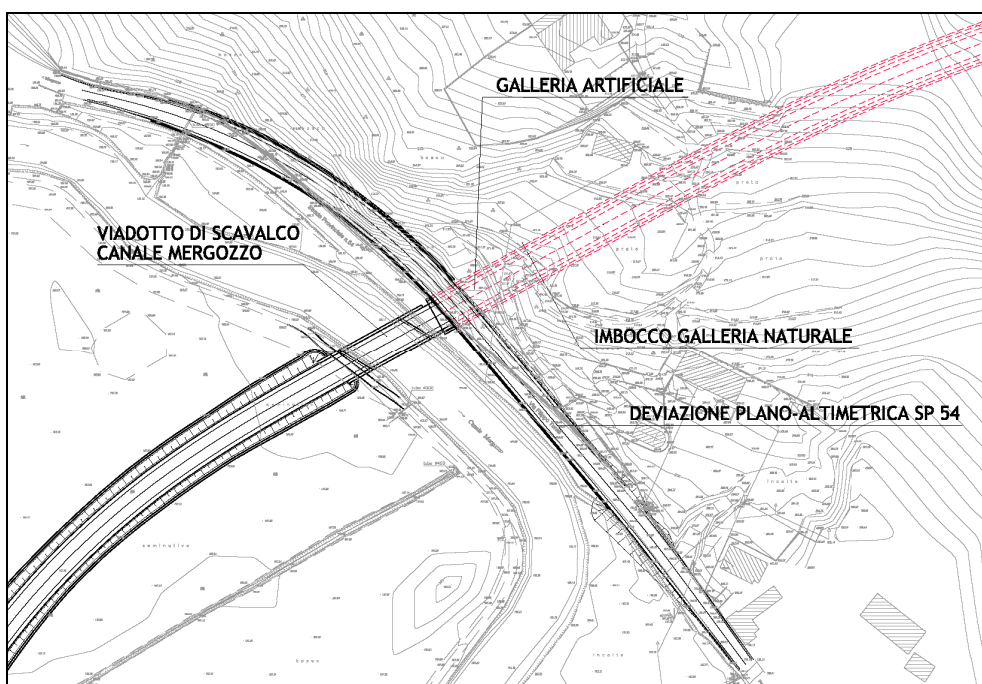
alle alte velocità, fornendo un elemento ulteriore di sicurezza che ben si sposa con la caratteristica del paesaggio attraversato.

Tra le due rotatorie l'asse si sviluppa per i primi 600 m ca. all'aperto per poi procedere in galleria fino alla fine dell'intervento.

Da un punto di vista altimetrico il progetto definitivo si discosta da quanto previsto nel progetto preliminare a seguito della diversa soluzione adottata per la risoluzione dell'interferenza con la SP 54.

Il progetto preliminare prevedeva infatti di realizzare un viadotto di sviluppo limitato necessario solo per lo scavalco del canale Mergozzo: la SP veniva deviata nel suo andamento planimetrico e fatta passare sopra il primo tratto della galleria di progetto.

Anche questa soluzione tuttavia creava notevoli interferenze con le preesistenze, sia da un punto di vista realizzativo (era infatti necessario procedere alla chiusura della viabilità durante gli interventi di deviazione) sia per gli accessi ai lotti che sulla SP insistono.



Soluzione progetto preliminare con deviazione SP54

Il progetto definitivo ha in sostanza invertito la tipologia dello scavalco: la SP54 non viene toccata, mantenendo inalterato il suo andamento plano-altimetrico, mentre la nuova viabilità di progetto passa sopra il canale Mergozzo prima e la strada provinciale poi, con l'inevitabile allungamento del viadotto di scavalco.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Il progetto in esame si completa con la realizzazione di tre stradine secondarie necessarie per la risoluzione di altrettante interferenze con la situazione esistente.

In particolare sono state previste due stradine, una provvisoria ed una definitiva, che permetteranno, rispettivamente durante le fasi realizzative e a lavori ultimati, il collegamento con il campeggio Continental oggi presente a nord della SS34, a cui attualmente si accede attraverso la strada campestre prossima alla rotatoria di inizio lotto.

La terza viabilità di progetto è rappresentata dalla nuova strada di collegamento tra la SS34 e il vivaio ubicato in prossimità della rotatoria lato Verbania: la nuova posizione dell'anello rotatorio ricade in area oggi utilizzata per accedere all'attività commerciale, per cui si è reso necessario prevedere un collegamento che garantisca l'accesso al vivaio collegando la SS34 alla stradina esistente con un nuovo tratto di strada parallelo alla strada statale.

10.1. Standard di progetto

Da un punto di vista geometrico, il tracciato della nuova strada è costituito dalla successione di tre rettili e altrettanti raccordi planimetrici, intervallati da raccordi a raggio variabile (clotoidi).

Come detto si tratta di una strada di tipo C1 secondo la classificazione del D.M. del 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", con intervallo di velocità compreso tra 60 e 100 km/h, pendenza trasversale variabile tra 2,5% e 7,00%, raggio planimetrico, in condizioni di velocità massima consentita e pendenza trasversale massima, mai inferiore a 440 m.

Tuttavia la velocità di percorrenza della nuova strada non può essere sempre compresa nell'intervallo di progetto, essendo delimitata alle estremità da due rotatorie, all'interno delle quali è stata scelta una velocità di percorrenza pari a 20 km/h.

Inoltre la prima curva presenta un raggio planimetrico di 290 m, inferiore al minimo consentito da normativa.

Tale valore, peraltro mutuato dal progetto preliminare a base di gara, risulta essere particolarmente vincolato a causa della posizione di inizio lotto e del corridoio esistente in cui far passare la galleria di progetto.



10.2. Velocità di progetto e visuali libere

Uno dei principali obiettivi da raggiungere durante la fase progettuale è la realizzazione di una infrastruttura che garantisca all'utente elevati standard di sicurezza.

Per tale motivo a verifica di una corretta progettazione è necessario simulare l'andamento delle velocità lungo il tracciato attraverso la redazione del relativo diagramma e la sua interpretazione allo scopo di valutarne l'omogeneità.

A valle di tale analisi si rende necessaria la ulteriore verifica di visibilità allo scopo di valutare se il tracciato, lungo l'intero suo sviluppo, garantisce la visibilità plano-altimetrica sufficiente a percorrere ogni elemento geometrico che lo compone alla velocità determinata dal diagramma senza limitazioni.

10.2.1. Velocità di progetto

La viabilità principale di tipo C1, come sopra accennato, prevede un intervallo di velocità compreso tra 60 e 100 km/h.

Tuttavia l'esigua lunghezza della viabilità, la presenza alle estremità delle due rotatorie e la prima curva con raggio planimetrico pari a 290 m, non consentono di mantenere nel range previsto dalla normativa la velocità di percorrenza.

Come riportato nel grafico sottostante, il diagramma delle velocità inizia e finisce con il valore pari a 20 km/h assegnato per il transito dei mezzi in rotatoria.

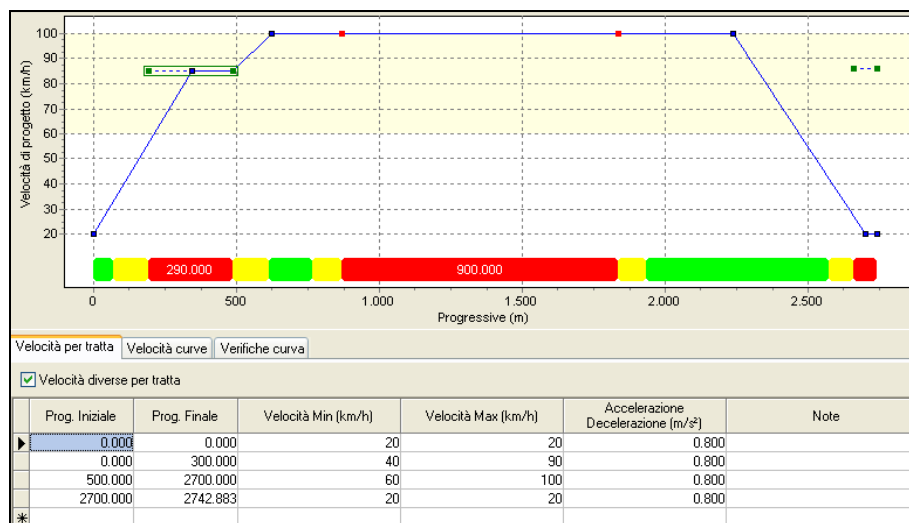


Diagramma schematico della velocità



10.2.2. Condizioni di visibilità

Prima inderogabile condizione per garantire la sicurezza della circolazione è l'esistenza lungo il tracciato di opportune visuali libere.

Il termine indica la lunghezza del tratto di strada che l'utente riesce a vedere davanti a sé senza l'influenza del traffico, dei condizionamenti atmosferici e delle condizioni di illuminazione della strada.

Le verifiche di visibilità plano-altimetrica sono state eseguite confrontando le distanze di visuale libera con le distanze di arresto conformemente alle prescrizioni delle attuali norme tecniche relative al D.M. del 05.11.2001 per strade a carreggiate separate.

Nel caso in cui sono state rilevate insufficienti distanze di visuale libera sono stati adottati i provvedimenti necessari per allontanare dalla carreggiata gli ostacoli alla visibilità.

In particolare non sono stati riscontrati problemi per la corsia di marcia che dalla rotatoria Verbania si dirige verso l'inizio lotto, alla luce del fatto che il tracciato di progetto piega sempre verso destra (nel verso crescente delle progressive).

Nel caso invece della direzione opposta, che dalla rotatoria Mergozzo procede verso fine lotto, è stato riscontrato un problema nella percorrenza della curva di raggio planimetrico di 290 m, che ha comportato l'adozione di un tratto di sezione in allargamento con valore massimo pari a 2,26 m.

Allargamenti visibilità - Carreggiata destra			
	Progressiva (m)	Allarg. interno (m)	Allarg. esterno (m)
	300.000	0.000	0.000
	343.030	0.000	1.260
	392.968	0.000	2.150
	444.371	0.000	2.260
	493.932	0.000	1.500
▶	569.350	0.000	0.000

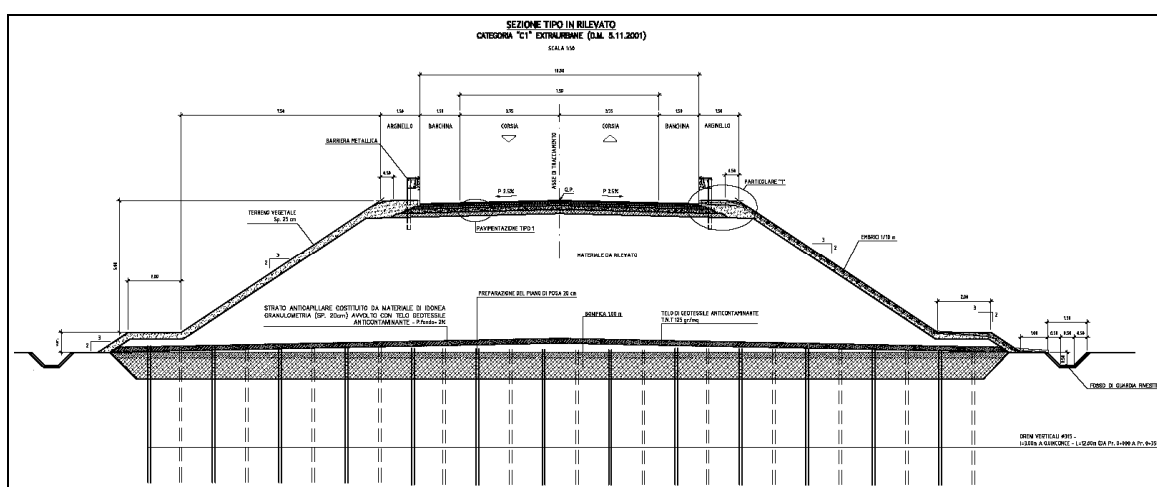


10.3. Sezioni tipo

10.3.1. Viabilità principale

La piattaforma tipo, della larghezza complessiva pari a 10,50 m, è così suddivisa:

- una corsia per senso di marcia da 3,75 m;
- banchina laterale (una per ogni senso di marcia) da 1,50 m;
- fascia di delimitazione laterale da 1,50 m, inerbita nel caso di sezione in rilevato e con cunetta alla francese nel caso di sezione in scavo.



Sezione stradale tipo C1

Lateralmente la sezione è delimitata da un cordolo di pulizia in cls, mentre al piede dell'eventuale rilevato, è collocato un fosso di guardia adibito alla raccolta delle acque di piattaforma e del rilevato.

Nel tratto di attraversamento della prima curva, la sezione stradale aumenta la sua larghezza per accogliere la sezione necessaria per garantire una adeguata visibilità agli utenti in transito dir. Verbania: la banchina avrà pertanto una larghezza variabile, da 1,50 della sezione in rettilineo a 3,76 m nel punto di massimo allargamento.

Per quanto attiene i rilevati di progetto, avranno una pendenza pari a 3/2: superata l'altezza di 5,00 m dalla quota sommitale dell'arginello, verrà realizzata una banca orizzontale larga 2,00m, da cui partirà l'eventuale secondo tratto di scarpa sempre con pendenza pari a 3/2.

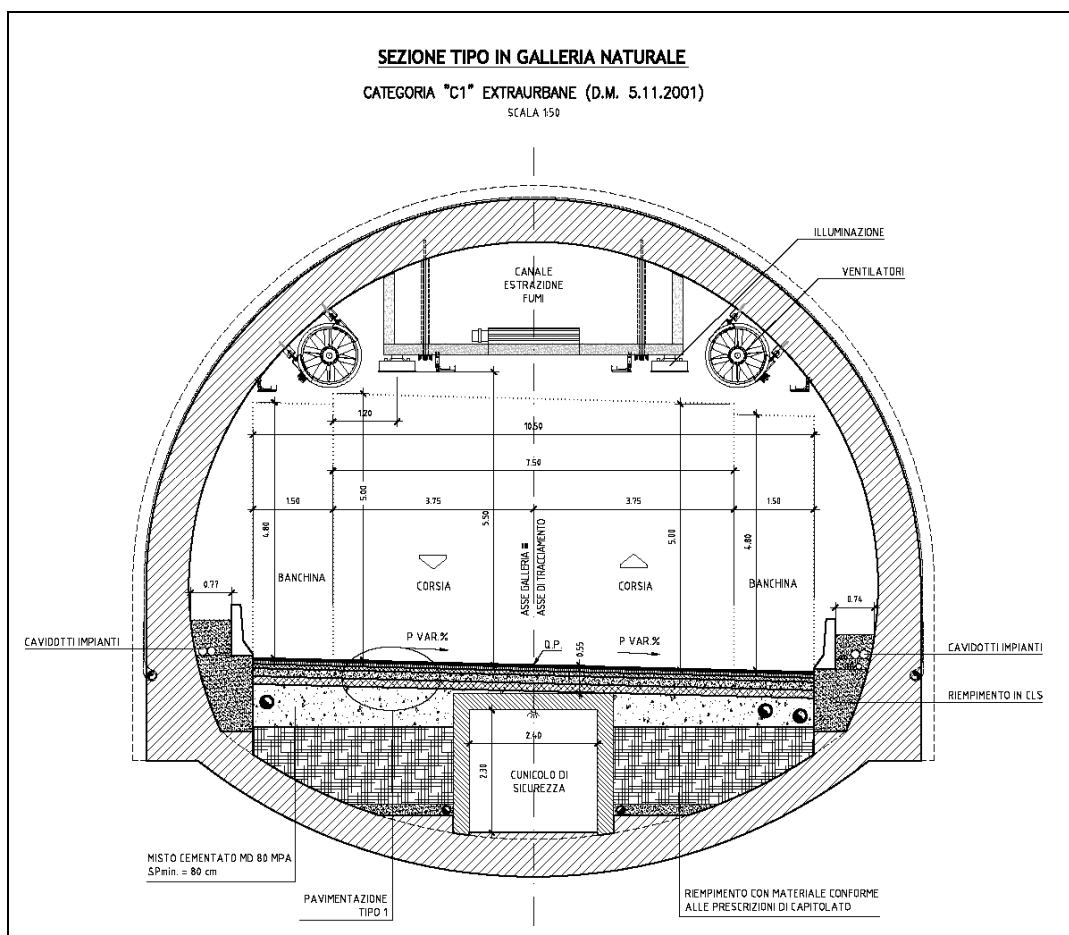
La sezione sopra descritta, a meno della piattaforma di progetto, cambia quando il tracciato attraversa la galleria "Fondotoce".



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

In particolare la piattaforma è delimitata lateralmente da due profili redirettivi monofilari alle spalle dei quali è realizzato un riempimento non transitabile della larghezza compresa tra 74 e 77 cm.



Sezione tipologica in galleria

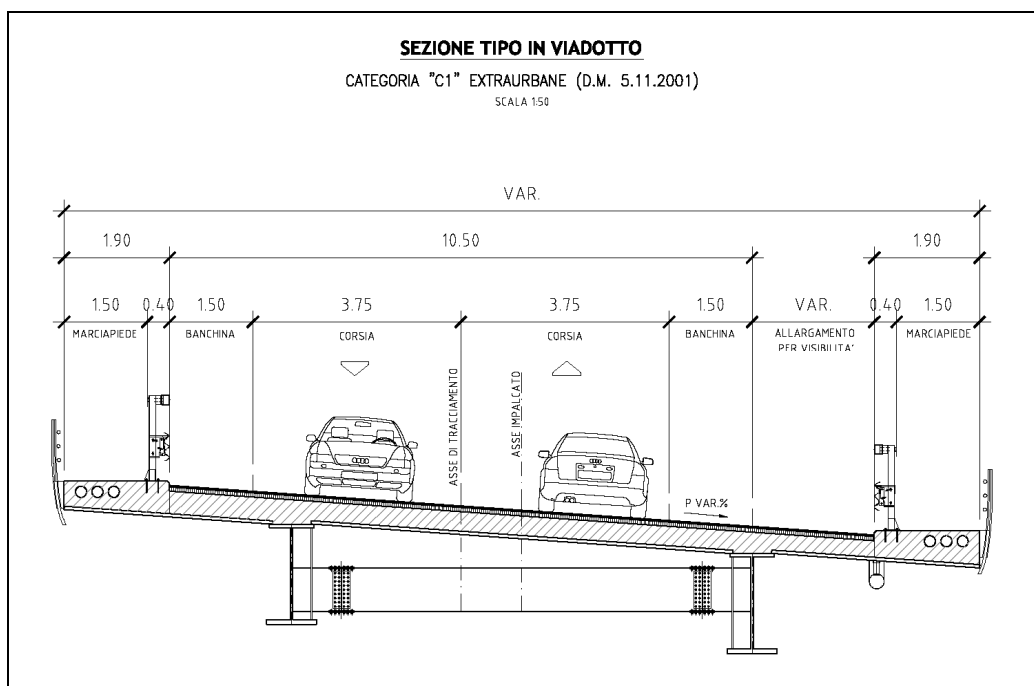
La sezione di progetto viene infine riconfermata anche nell'attraversamento del viadotto "Mergozzo", la cui sezione pavimentata ha larghezza variabile, essendo la struttura interessata dall'allargamento per garantire la visibilità.

In particolare la banchina di sinistra (proseguendo nel verso crescente delle progressive) e le corsie di marcia manterranno le larghezze di normativa (1,50 e 3,75 m) mentre la banchina di destra avrà una larghezza decrescente compresa tra 3,72 m sulla spalla A e 1,85 m sulla spalla B.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale



Sezione tipologica in viadotto

10.3.2. Rotatorie

Le rotatorie hanno un diametro esterno differente, rispettivamente pari a 50 e 40 m: anche la distribuzione interna della sezione presenta alcune differenze.

In particolare:

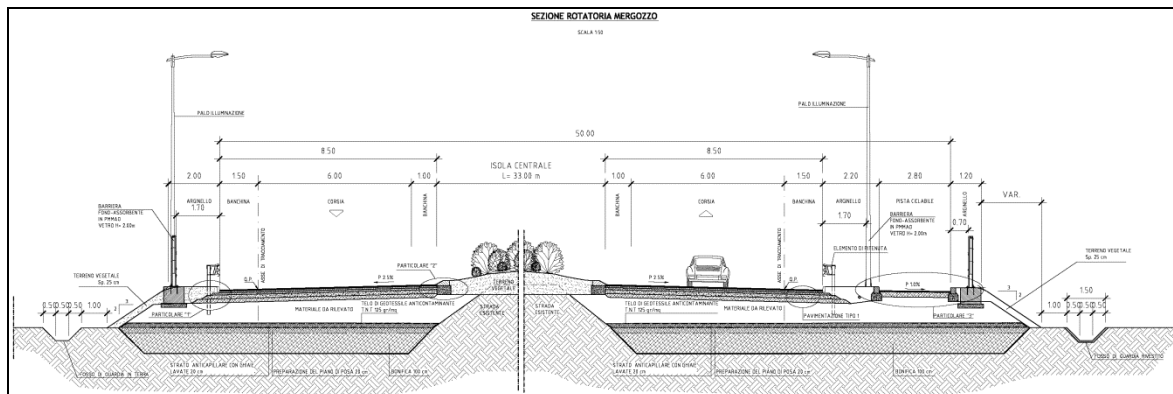
- a) la rotonda Verbania, di sezione pavimentata complessiva pari a 8,50 m, è così composta:
- una corsia di marcia da 6,00 m;
 - banchina laterale esterna da 1,50 m;
 - banchina laterale interna da 1,00 m;
 - isola centrale inerbata con diametro pari a 33 m.

Lateralmente la sezione è delimitata diversamente che si tratti del lato sud o del lato nord rispetto alla SS34 su cui è "appoggiata": infatti sul lato sud al di là del cordolo in cls di delimitazione della piattaforma si estende un arginello da 2,00 m, mentre sul lato nord della sezione, oltre il ciglio in cls, ad una distanza pari a 2,20 m, è collocata una pista ciclabile della larghezza interna pari a 2,80 m che permette di garantire la continuità al percorso ciclabile oggi presente lungo la SS34.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale



Sezione tipologica rotatoria Mergozzo

b) la rotatoria Verbania, di sezione pavimentata complessiva pari a 9,50 m, è invece così suddivisa:

- una corsia di marcia da 6,00 m;
- banchina laterale esterna da 1,50 m;
- banchina laterale interna con cordolo sormontabile da 2,00 m;
- isola centrale inerbita con diametro pari a 21 m.

La rotatoria in oggetto è collocata a mezzacosta rispetto al piano campagna attuale.

Infatti da una parte, sul lato nord, si appoggia al pendio inclinato prossimo all'imbocco della galleria, con conseguente presenza di opere di sostegno per contenere gli scavi necessari; dall'altro lato viene invece delimitata da un muro di limitata altezza di nuova realizzazione, con posizione planimetrica interna rispetto al filo del muro esistente.

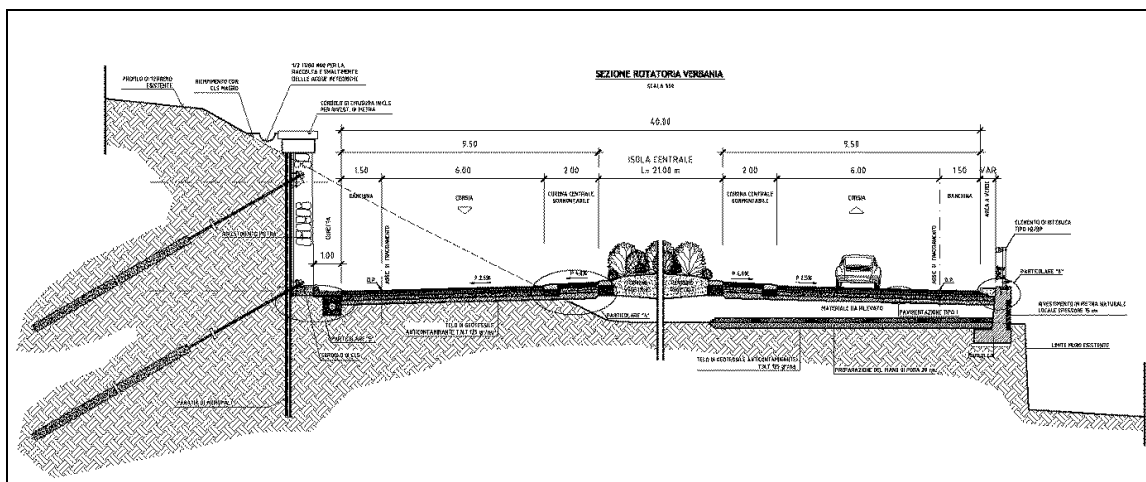
La presenza di tale muro si è resa necessaria a seguito della decisione di sopraelevare leggermente, ca. 1,00 m, la rotatoria rispetto al piano campagna attuale, per limitare gli scavi e la conseguente altezza delle opere di sostegno e per arretrare l'imbocco della galleria il cui posizionamento dipendeva dalla quota di rotolamento della corona circolatoria.

Il collegamento tra la viabilità esistente sulla SS34 e la rotatoria è facilmente eseguibile con un adeguamento graduale del piano stradale man mano che dai rami laterali ci si approssima alla rotatoria.



COMUNE DI VERBANIA

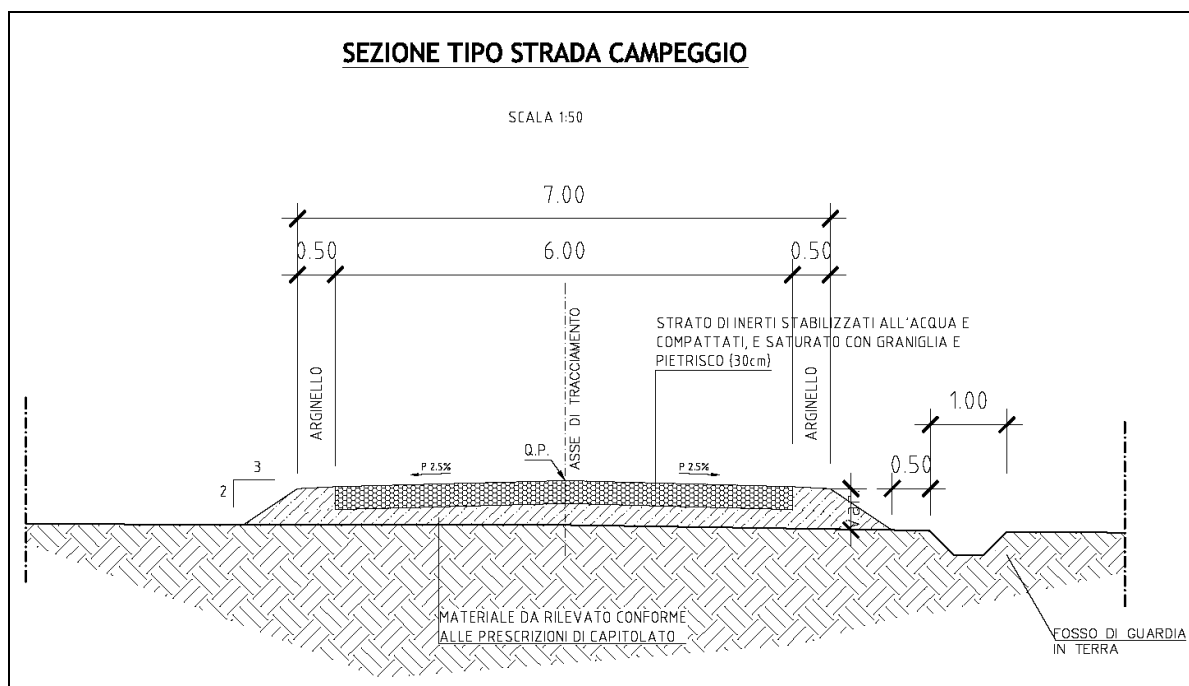
Relazione Generale



Sezione tipologica rotatoria Verbania

Come detto la corona centrale interna della rotatoria è sormontabile con pavimentazione in pietra e pendenza trasversale pari al 4,00%.

10.3.3. Viabilità secondarie



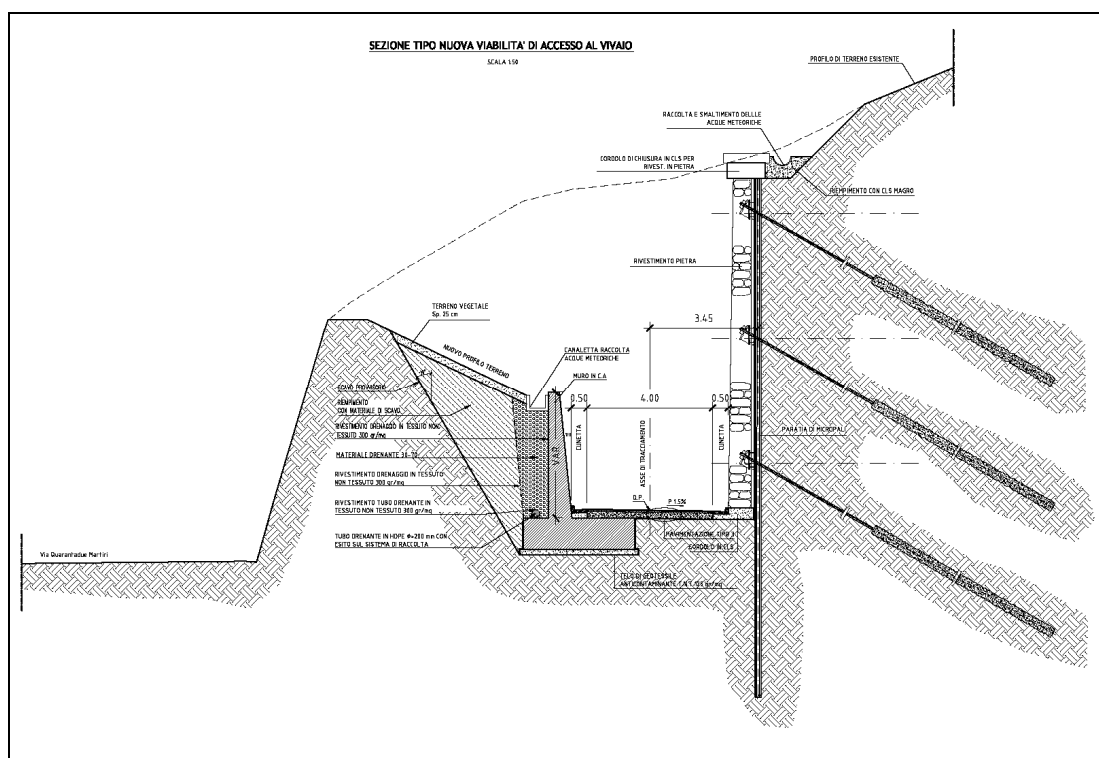
Sezione tipologica nuova viabilità per il campeggio

Come sopra accennato l'intervento si completa con la realizzazione di due stradine di accesso al campeggio Continental e con un nuovo tratto di viabilità per garantire l'accesso al vivaio in prossimità della rotatoria Verbania.

Per le prime due stradine si tratta di una viabilità campestre di larghezza pari a 6,00 m, con arginello laterale da 0.50 m.

La stradina di accesso al vivaio invece avrà larghezza pari a 4,00 m, e sarà delimitata lateralmente da due cunette di larghezza pari a 0,50 m.

Sul lato destro la sezione sarà contenuta da una paratia di micropali rivestita, mentre sul lato sinistro verrà realizzato un muro di sottoscarpa che permetterà di realizzare la strada e al tempo stesso di evitare la demolizione del muro attualmente esistente lungo la SS34.



Sezione tipologica nuova viabilità accesso vivaio



10.4. Pavimentazioni

Per quanto attiene la sovrastruttura stradale, lungo la viabilità principale e le rotatorie è stato utilizzato un pacchetto discusso con i rappresentanti dell'ANAS e ampiamente utilizzato per viabilità di uguale rango alla strada di progetto.

In particolare:

- strato di usura in conglomerato bituminoso di tipo chiuso di 4 cm;
- strato di collegamento in conglomerato bituminoso (binder) di 7 cm;
- strato di base in conglomerato bituminoso (tout venant) di 8 cm;
- strato di fondazione misto cementato di 15 cm.
- strato di sottofondazione in misto granulare stabilizzato naturale di 15 cm
- per un totale di 49 cm.

E' stata adottata una pavimentazione "migliorata" con aumento delle prestazioni (aumento della vita utile) mediante impiego di bitume modificato (tipo hard) negli strati di base e binder.

Nei tratti scoperti al di fuori delle gallerie per lo strato di usura si prevederà l'utilizzazione dello splittmastix SMA (usura multifunzionale). Viene inoltre proposto per tutti i conglomerati bituminosi a caldo, compreso il tappeto di usura, l'utilizzo di bitumi ad alta lavorabilità che consente di confezionare conglomerati "tiepidi", cioè meno riscaldati (30 - 40 °C in meno), con risparmio di combustibile al momento del riscaldamento degli inerti e meno produzione di fumi e vapori che ne riduce l'esposizione per gli operai addetti alla stesa (miglioramento ambientale)

Nel tratto di attraversamento della galleria, sotto il cassonetto da 49 cm, verrà inserito uno strato ulteriore di spessore min. pari a 80 cm realizzato con misto cementato "MD 80 MPA".

Sulla soletta del viadotto verranno invece stesi solo i due strati superiori di bitume, cioè 4 cm di usura e 7 cm di binder.

Per quanto attiene invece le viabilità secondarie, anche in questo caso è stata fatta una differenziazione tra strade di accesso al campeggio e viabilità per il vivaio.

In particolare per le prime due il pacchetto sarà costituito da uno strato di 30 cm di inerti stabilizzati all'acqua e compattati, saturato con graniglia e pietrisco.

Per la stradina del vivaio il pacchetto, dello spessore totale pari a 27 cm, sarà così costituito:



- strato di usura in conglomerato bituminoso di tipo chiuso di 3 cm;
- strato di collegamento in conglomerato bituminoso (binder) di 4 cm;
- strato di sottofondazione in misto granulare stabilizzato naturale di 20 cm

10.5. BARRIERE DI SICUREZZA E SEGNALETICA

Per quanto riguarda i dispositivi di ritenuta, si ritiene opportuno adottare in corrispondenza del margine esterno andranno installate, in conformità a quanto previsto nel D.M. del 21 giugno 2004, n. 2367, barriere metalliche del tipo H3 previste dalla Norma per le strade extraurbane principali e per un traffico di tipo III (TGM>1000 veic./giorno e % veicoli con massa > 3.5t > 15).

In corrispondenza del viadotto Mergozzo saranno installate barriere del tipo H3 bordo ponte.

Sulla rotatoria Mergozzo verrà installata una barriera di tipo H2/BL, mentre all'interno della galleria sarà presente un profilo re direttivo di tipo nj monofilare.

Per quanto riguarda invece il progetto della segnaletica stradale orizzontale e verticale si è fatto riferimento al Nuovo Codice della Strada ed al relativo regolamento di attuazione.

In particolare si sottolinea che in base a quanto previsto dall'art. 79 (art.39 C.d.S.) del regolamento di attuazione del Codice della Strada, dovranno essere adottati pannelli di segnaletica con pellicole rifrangenti ad elevata efficienza di classe 2.



11 VIADOTTO

Il viadotto si estende dalla progressiva 0+450 alla progressiva 0+552.60 del tracciato stradale di progetto con un andamento planimetrico curvilineo. Esso è costituito da n. 2 luci (42,20 m + 60,40m), la prima delle quali, lato Gravellona, consente di avere una fascia di continuità lungo il Canale Mergozzo dove sarà possibile il passaggio della pista ciclabile, la seconda permette invece lo scavalco del Canale e della SP 54, che rimarrebbe in sede.

Il profilo longitudinale in asse tracciamento, si presenta come segue.

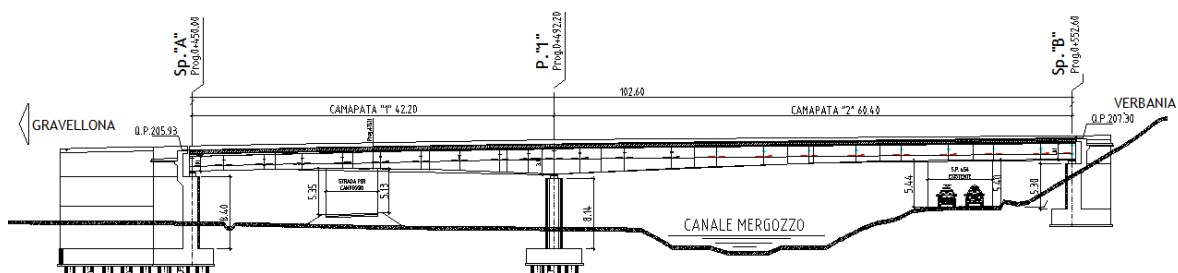


Figura 11.1 Profilo viadotto

La normativa di riferimento principale per il dimensionamento strutturale delle singole parti del viadotto è il DM 14/01/2008 e Circolare 02/02/2009.

Con riferimento alla destinazione d'uso dell'opera e alla modalità d'impiego, sulla base di quanto indicato nelle NTC 2008, la struttura in oggetto appartiene al tipo di costruzione 3: "Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica", per le quali è prevista una vita nominale di 100 anni.

11.1. Impalcato

L'impalcato è costituito da n.2 travi metalliche con sezione doppio T, collegate alla soletta in c.a. mediante pioli di connessione di tipo Nelson; le travi hanno altezza variabile da 3,00m, in corrispondenza della pila centrale, a 1,80m, in corrispondenza della spalla A. Sulla spalla B, invece, l'altezza della trave è di 1.80m. le



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

travi principali dell'impalcato sono collegate tra loro da traversi con sezione costante a doppio T e controventi con sezione ad L.

L'impalcato è destinato a sede stradale e presenta una larghezza complessiva variabile da 16,50m a 14,64m, di cui 10,50 relativi alle corsie di marcia e banchine, 3,80m destinati a marciapiede e barriere metalliche e la restante parte afferente l'allargamento.

La sezione tipologica dell'impalcato, nello specifico interessata da un allargamento di 0,93m, è di seguito riportata.

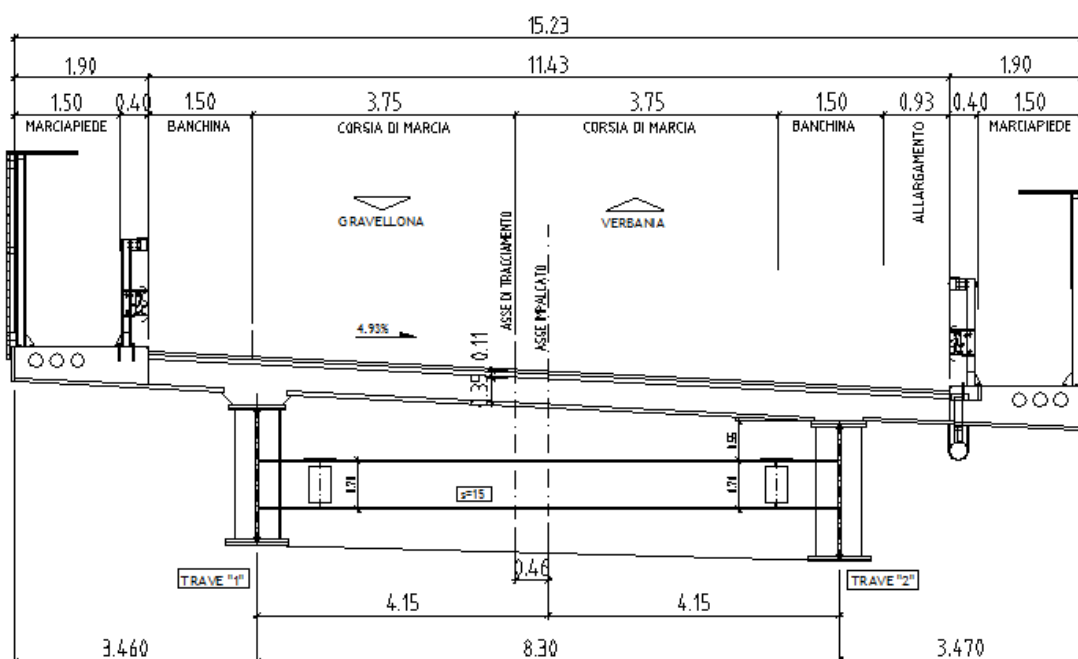


Figura 11.2 : Sezione trasversale alla progressiva 0+522.39

Le travi metalliche principali dell'impalcato sono a composizione saldata, con saldature a completa penetrazione. La trave è suddivisa per conci e l'assemblaggio degli stessi è realizzato a piè d'opera relativamente a ciascuna campata. Il sollevamento avverrà mediante gru di portanza massima di 200tonn.

La soletta in c.a. (spessore totale variabile da 30 cm a 35 cm) sarà gettata su coppelle prefabbricate. La soletta sarà gettata in due fasi distinte, così come di seguito evidenziato.

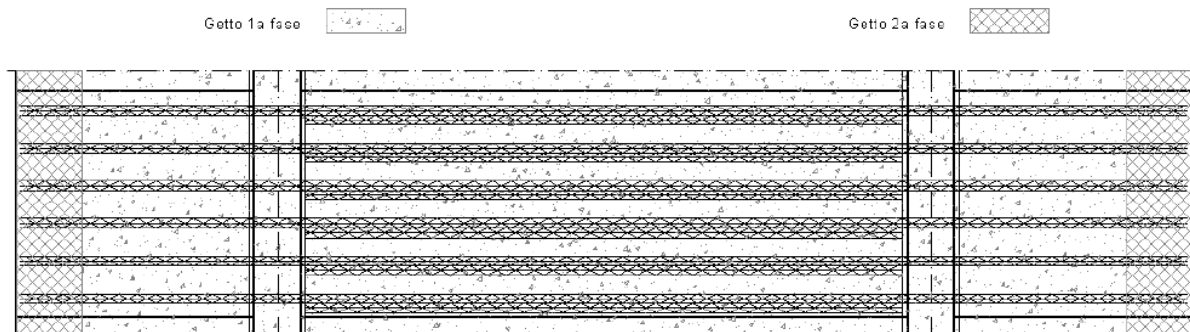


Figura 11.3 fase di getto soletta di impalcato

La seconda fase di getto avrà una dimensione di 1.50m.

11.2. Appoggi

I dispositivi di vincolo adottati sono degli appoggi a calotta sferica di tipo unidirezionale, multidirezionale e fissi.

L'appoggio fisso è stato posizionato in corrispondenza della spalla A; gli appoggi multidirezionali sono stati posizionati sulla spalla A, pila centrale e spalla B; infine, gli appoggi unidirezionali sono stati posizionati sulla pila centrale e sulla spalla B.

11.3. Spalle e fondazioni

Le spalle sono realizzate in c.a e sono costituite da paramento verticale con risvolti laterali. La spalla A ha un'altezza del paramento di 5.70m esclusa l'altezza del paraghiaia che ha un'altezza di 3.00m. La fondazione della spalla A è su pali di diametro 1500mm. la platea di fondazione ha uno spessore di 1.80m. La scelta dei pali di fondazioni di diametro 1500mm è derivata dalla scarsa consistenza dei terreni di fondazione così come riportato nella relazione geotecnica.

La spalla B ha un'altezza del paramento di 4.55m esclusa l'altezza del paraghiaia che ha un'altezza di circa 3.00m. La platea di fondazione della spalla B è diretta senza pali. la fondazione ha uno spessore di 1.80m. La scelta del tipo di fondazione è derivata dalla buona consistenza dei terreni di fondazione, che hanno permesso di evitare la realizzazione dei pali di fondazione.



11.4. Opere di sostegno provvisionali

Al fine di poter effettuare gli scavi per la realizzazione della spalla B e della pila centrale, sono state previste due tipologie di opere di sostegno. La prima, relativa alla pila centrale, è costituita da palancole metalliche di grande inerzia, per permettere il sostegno dello scavo in terreni di scarsa consistenza e in presenza di acqua (estrazione acqua mediante pompe).

La seconda opera di sostegno, relativa alla spalla B, è costituita da micropali con tubolare metallico e consente la realizzazione degli scavi di alloggio della fondazione della spalla medesima.

11.5. Pile e fondazioni

La pila centrale è costituita da due fusti in c.a. a sezione circolare di diametro 2m senza pulvino. La scelta è stata determinata dalla necessità di avere sezioni idraulicamente favorevoli, essendo la pila posta nell'area di invaso del Canale Mergozzo, e di minore impatto possibile, per cui si è scartata l'adozione di una pila a fusto unico a sezione allungata, come sarebbe risultato dall'ampia sagoma dell'impalcato, e si è optato per il doppio fusto con l'eliminazione del pulvino, non necessario in relazione alla bassa sismicità dell'area.

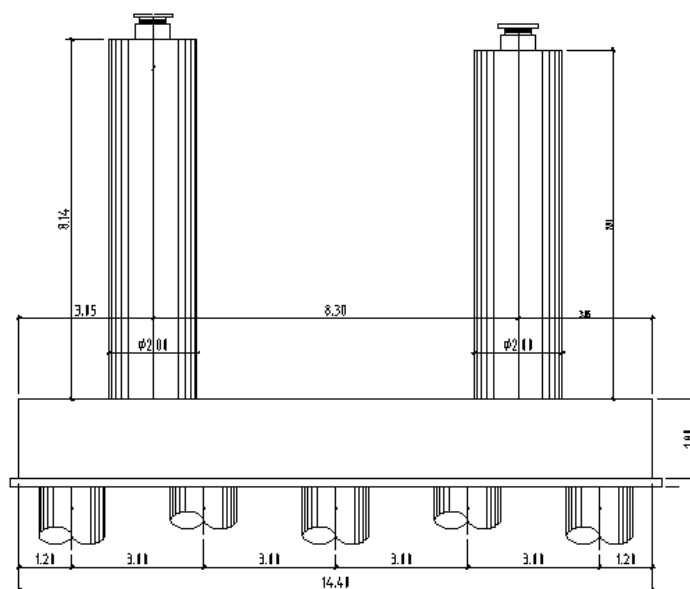


Figura 11.4 Pile



La fondazione della pila centrale ha uno spessore di 1.80m ed è su pali di diametro 1500mm. La scelta dei pali di fondazioni di diametro 1500mm è derivata dalla scarsa consistenza dei terreni di fondazione così come dimostrato nella relazione geotecnica.

11.6. Stati limite di progetto

Ai fini della progettazione e delle verifiche delle strutture del viadotto è stato adottato il metodo degli Stati Limite. Gli stati limite considerati si suddividono nel seguente modo.

Stati Limite Ultimi (SLU). - Stati Limite di Servizio (SLS).

Gli stati limite ultimi (SLU) sono suddivisi nel seguente modo:

- Stato limite di resistenza degli elementi strutturali;
- Stato limite per fatica;
- Stato limite in condizioni sismiche;

Gli stati limite di servizio (SLS) sono suddivisi nel seguente modo:

- Stato limite di deformabilità;
- Stato limite di fessurazione delle parti in calcestruzzo;
- Stato limite per fatica delle parti metalliche.

Le verifiche statiche afferenti l'opera in oggetto sono riportate nella specifica relazione di calcolo impalcato, relazione di calcolo pile e spalle e relazione sui materiali, allegata al progetto.

**12 OPERE IN SOTTERRANEO****12.1. Galleria naturale Fondotoce****12.1.1. Caratteristiche generali**

Come precedentemente descritto l'opera principale è rappresentata dalla galleria naturale Fondotoce, di circa 2100 m di lunghezza (vedi Tabella 12.1), situata sul territorio dei comuni di Verbania e San Bernardino Verbano.

Nel presente capitolo sono descritte le caratteristiche generali della galleria naturale Fondotoce con particolare riferimento alle opere civili ed alle relative modalità di realizzazione.

PK inizio artificiale lato Mergozzo	PK inizio naturale lato Mergozzo	PK fine naturale lato Verbania	PK fine artificiale lato Verbania	Lunghezza totale galleria [m]	Lunghezza galleria naturale [m]	Lunghezza galleria artificiale lato Mergozzo[m]	Lunghezza galleria artificiale lato Verbania [m]
0+575.00	0+650.00	2+680.11	2+685.11	2110.11	2030.11	75.0	5.0

Tabella 12.1: progressive e lunghezze caratteristiche della galleria naturale Fondotoce e delle gallerie artificiali.

La galleria ha un raggio interno di 6,45m ed è dotata di un cunicolo di sicurezza per garantire l'esodo dell'utenza in caso di evento accidentale posto al di sotto del piano stradale, con dimensioni utili pari a 2,30m in altezza e 2,40m in larghezza. L'accesso al cunicolo di sicurezza è garantito da apposite rampe di discesa ubicate in corrispondenza delle piazzole di sosta, separate dalla galleria da una zona filtro che garantisce l'isolamento della via d'esodo dal resto della galleria. Il cunicolo di sicurezza permette l'accesso all'esterno alle zone di raccolta e soccorso ubicate ai due imbocchi.

Lungo la galleria sono previste sette piazzole di sosta, ubicate con interasse di 600m ca per ogni senso di marcia e sfalsate tra loro sulle due corsie, determinando un interasse degli accessi di emergenza di 300m ca. Sono inoltre previste nicchie S.O.S. ubicate ogni 150m, oltre a quelle presenti nelle piazzole. A circa 1000m dall'imbocco lato Mergozzo, alla pk 1+572.76, è previsto un pozzo di ventilazione di profondità pari a 77m circa e di diametro interno 4m, per l'estrazione dei fumi in caso di incendio.

La galleria sarà inoltre attrezzata con un canale di estrazione dei fumi posto lungo la calotta della galleria, dotato di serrande ogni 50m ca., con apertura automatizzata in caso di incendio.

L'area di scavo per la sezione corrente varia da 145m² ca. a 180m² ca. mentre la sezione di allargio in corrispondenza della piazzola di sosta ha un'area di scavo pari a 230 m² ca..



12.1.2. *Comportamento dello scavo e sezioni tipologiche*

Per la definizione delle sezioni tipo di scavo è stata operata una suddivisione dei terreni (granulari e litoidi) che verranno interessati dalla realizzazione della galleria, individuando, a livello generale tre condizioni di stabilità che definiscono altrettante categorie di comportamento in assenza di interventi di stabilizzazione (secondo il metodo dell'Analisi delle Deformazioni Controllate nelle Rocce e nei Suoli ADECO-RS):

- fronte stabile (categoria di comportamento A);
- fronte stabile a breve termine (categoria di comportamento B);
- fronte instabile (categoria di comportamento C).

Le sezioni tipo sono state quindi definite in funzione delle suddette categorie di comportamento, dalle quali mutuano anche la denominazione.

Per le migliori condizioni geomeccaniche dell'ammasso, rappresentate dall'unità geotecnica SC1 si prevede l'adozione della **sezione tipologica A**, che prevede come rivestimento di prima fase una bullonatura radiale e 15cm di calcestruzzo proiettato. Il rivestimento definitivo è costituito da cls non armato sia nella zona di calotta che nell'arco rovescio.

Nelle tratta caratterizzate dalla presenza di scisti fratturati, definiti nell'unità geotecnica SC2 è prevista l'adozione della **sezione tipologica B**, che prevede come sostegno di prima fase l'installazione di centine e l'applicazione di uno strato di cls proiettato a ricoprimento delle stesse. Il rivestimento definitivo per la zona di calotta è in cls non armato, mentre per l'arco rovescio è prevista una armatura minima.

In presenza di scisti molto fratturati e alterati definiti nell'unità geotecnica SC3 e coperture inferiori a 50m è prevista l'adozione della **sezione tipo C1**, che prevede il consolidamento del fronte, il presostegno di calotta e come sostegno di prima fase l'installazione di centine e l'applicazione di uno strato di cls proiettato a ricoprimento delle stesse. Per il rivestimento definitivo nella zona di calotta e arco rovescio è prevista l'armatura in acciaio.

In presenza di scisti molto fratturati e alterati definiti dall'unità SC3 in presenza di fasce tettonizzate e coperture superiori a 50m, è prevista l'adozione della **sezione tipo C2**, che prevede un consolidamento del fronte e del perimetro di scavo, un presostegno di calotta e come sostegno di prima fase l'installazione di centine e l'applicazione di uno strato di cls proiettato a ricoprimento delle stesse. Per il rivestimento definitivo nella zona di calotta e arco rovescio è prevista armatura.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Si prevede inoltre la realizzazione di allarghi realizzati entro le unità geotecniche SC1 e SC2, la cui corrispondente sezione tipo è definita AL1. Tale sezione è caratterizzata da un sostegno di prima fase costituito da bulloni radiali, centine metalliche e cls proiettato, mentre il rivestimento definitivo è previsto armato sia per la zona di calotta che arco rovescio.

Nella Tabella 12.2 si riassume in uno schema il criterio di adozione delle sezioni tipo per la galleria naturale in funzione della copertura e delle unità geotecniche attraversate.

Unità geotecnica	COPERTURA	
	<50m	>50m
SC1	A	A
SC2	B/AL1	B/AL1
SC3	C1	C2

Tabella 12.2: schema di applicazione delle sezioni tipo in funzione della copertura e delle unità geotecniche attraversate.

Nella Tabella 12.3 è riportata la sintesi delle sezioni tipo adottate e dei relativi interventi previsti.

SEZIONE TIPO	A	B	C1	C2	AL1
Pre-sostegno calotta	-	-	53 infilaggi metallici Ø139.7, spessore 10mm, Øperforazione=160mm, Ltot=12m, Lutile=6.5m	53 infilaggi metallici Ø139.7, spessore 10mm, Øperforazione=160mm, Ltot=12m, Lutile=6.5m	-
Rinforzo fronte	-	-	56 elementi in VTR valvolati, iniettati con boiaccia cementizia, Ltot=15m, Lutile=6.5m	56 elementi in VTR valvolati, iniettati con boiaccia cementizia, Ltot=15m, Lutile=6.5m	-
Consolidamento perimetro di scavo	-	-	-	53 tubi valvolati (n°2 valvole/m) in VTR Ø60/40mm iniettati valvola x valvola in due passate, L=15.0m, Lut.6.5m int.trasv.~0.75m	-
Bulloni	7-8 Swellex, L=4.5m, interasse radiale=2.5m, interasse longitudinale 1.5m	-	-	-	10-11 Swellex, L=6m, interasse radiale 2.5m, interasse longitudinale 1m
Centine	-	2IPN180	2IPN200 spaziatura 1m	2IPN240 spaziatura 1m	2IPN240



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

SEZIONE TIPO	A	B	C1	C2	AL1
		spaziatura 1÷1.5m			spaziatura 1m
cls proiettato Fibrorinforzato	15cm	25cm	25cm	25cm	30cm
Lunghezza sfondo max	3m	1m÷1.5m	1m	1m	1m
Rivestimento calotta	50cm non armato	60cm non armato	70÷145cm armato	70÷145cm armato	80cm armato
Rivestimento arco rovescio	60cm non armato	70cm armato	80cm armato	80cm armato	90cm armato

Tabella 12.3: sintesi delle caratteristiche geometriche delle sezioni tipo previste per la galleria naturale.

12.1.3. Metodi di scavo

La galleria Fondotoce sarà realizzata entro un ammasso roccioso costituito da micascisti e gneiss con grado di fratturazione variabile. In presenza di ammassi poco fratturati lo scavo dovrà avvenire inevitabilmente mediante abbattimento della roccia con esplosivo. Tenuto conto che il tracciato della galleria si sviluppa per lunghi tratti in adiacenza a zone abitate, la tecnica di abbattimento dovrà prevedere specifici accorgimenti finalizzati alla riduzione della propagazione dei fenomeni vibratori, al fine di evitare danni ai fabbricati e comunque di limitare i possibili disturbi all'ambiente antropizzato.

Come noto, l'ampiezza delle vibrazioni trasmesse da una volata dipende principalmente dalla quantità di carica che detona istantaneamente. Ai fini del contenimento delle vibrazioni indotte dallo scavo con esplosivo in fase esecutiva dovranno pertanto essere intrapresi opportuni accorgimenti, la cui efficacia dovrà essere valutata in via preliminare mediante specifiche volate di prova.

Lo schema di volata individuato al termine delle volate di prova dovrà quindi tener conto dei seguenti requisiti generali:

- riduzione della quantità di carica simultanea mediante adozione di un numero elevato di fori sul fronte e di microritardi (anche attraverso l'utilizzo di tecniche di tiro sequenziale);
- adozione di una tipologia di rinora a basso impatto (es. rinora canadese);
- riduzione della lunghezza di sfondo per singola volata. Lo sfondo massimo in progetto è già stato ridotto rispetto alle possibilità dettate da sole considerazioni geomeccaniche, tuttavia, in funzione dei risultati del monitoraggio vibrometrico, potrà rendersi necessario procedere ad ulteriori riduzioni localizzate;



- eventuale parzializzazione della sezione finalizzata alla riduzione del volume da abbattere simultaneamente.

Ai fini della valutazione dell'idoneità del sistema di abbattimento che sarà messo a punto in fase esecutiva saranno adottate le normative ISO 4866, recepita in Italia dalla norma UNI 9916, e la normativa tedesca DIN 4150.

Per quanto riguarda le tratte di galleria da realizzare in ammassi rocciosi fratturati e molto fratturati l'abbattimento sarà realizzato mediante mezzi meccanici, ferma restando la necessità di accompagnare lo scavo con un accurato monitoraggio vibrometrico per le situazioni in presenza di fabbricati entro distanze dell'ordine di 100m.

12.2. Pozzo di estrazione fumi

A circa 1000m dall'imbocco lato Mergozzo, alla pk 1+572.76, è prevista la realizzazione di un pozzo per l'estrazione dei fumi in caso di incendio, caratterizzato da profondità pari a 77m circa e diametro interno di 4m.

Il pozzo di estrazione fumi sarà realizzato in due fasi:

- la prima fase prevede la realizzazione di un preforo di diametro 1,4m, da realizzarsi mediante tecnica meccanizzata "raise boring". Questa tecnica prevede la realizzazione di un foro pilota con tecnica direzionale sino a raggiungere la zona di intersezione con la galleria. A partire dalla galleria, attraverso il foro già realizzato, si procede al montaggio della testa di perforazione collegato alla macchina perforatrice posta in superficie per mezzo di un apposita batteria di aste alloggiato nel foro pilota. La perforazione procede quindi dal basso verso l'alto, con evacuazione del terreno di risulta dalla galleria.
- una volta realizzato il preforo si procederà allo scavo di alesaggio del pozzo al diametro finale di 5.0m, mediante abbattimento meccanico e/o esplosivo dall'alto verso il basso, utilizzando il preforo per lo scarico del marino in galleria, dalla quale sarà successivamente evacuato.

Il preforo sarà realizzato in posizione laterale rispetto alla sagoma del pozzo.

In fase di scavo della sezione finale del pozzo si prevede l'installazione di un sostegno di prima fase costituito da centine metalliche e calcestruzzo proiettato per uno spessore di 20cm. Il rivestimento definitivo sarà ottenuto mediante un anello di calcestruzzo di 30cm di spessore armato con rete elettrosaldata con funzione antiritiro. Il diametro interno del pozzo rivestito sarà quindi pari a 4.0m.



12.3. Imbocco lato Mergozzo e galleria artificiale

L'imbocco lato Mergozzo sarà ricavato mediante l'esecuzione di berlinese di micropali con sviluppo planimetrico ad "U" e sarà realizzata in micascisti fratturati e mediamente alterati. La paratia così realizzata ha una altezza fuori terra massima di 16m circa ed è sostenuta al massimo da 4 file di tiranti a trefoli. Nel tratto da realizzare in affiancamento ad un fabbricato di civile abitazione, è stato inoltre previsto l'impiego di puntoni metallici e tiranti con elevata inclinazione al fine di limitare l'interferenza con la proprietà.

Tale opera sarà di tipo provvisoria per tutta la tratta di galleria artificiale, per la quale è previsto il completo ritombamento degli scavi. In corrispondenza del becco di flauto, nel tratto che fiancheggia la spalla del viadotto e in quello a tergo del locale tecnico a servizio del cunicolo di sicurezza è stata invece prevista l'adozione di tiranti di tipo permanente ed il rivestimento della paratia con paramento in pietrame.

La successiva galleria artificiale si estende dalla PK 0+575 alla PK 0+650 (imbocco galleria naturale) per una lunghezza pari a 75m incluso il becco di flauto. La sezione della galleria artificiale prevede un rivestimento in calcestruzzo armato di spessore pari a 90cm in chiave di calotta, e di 90cm e 100cm, rispettivamente, per piedritti ed arco rovescio.

12.4. Imbocco lato Verbania e galleria artificiale

Per l'imbocco lato Verbania si prevede l'esecuzione di importanti sbancamenti, con realizzazione di scarpate conformate a gradoni. Data la notevole acclività naturale di alcuni settori del pendio naturale, al fine di limitare gli sbancamenti si è reso necessario operare sistematicamente con scarpate di inclinazione 1H:5V, sia sui lati che sulla parete frontale. Gli scavi di imbocco saranno realizzati in micascisti fratturati e parzialmente alterati; in fase definitiva saranno solo parzialmente ritombati. Gli interventi di stabilizzazione delle scarpate, costituiti da bullonatura sistematica e da una doppia orditura di reti di protezione, avranno pertanto carattere permanente.

La successiva galleria artificiale ha una lunghezza molto limitata (5,00m) e si estende dalla PK 2+685.11 alla PK 2+680.11 (imbocco galleria naturale). La sezione della galleria artificiale ha le stesse caratteristiche di quella dell'imbocco lato Mergozzo. La sistemazione definitiva prevede la realizzazione di un portale in cls rivestito in pietra di spessore complessivo pari a 60cm e di muri laterali di finitura, anch'essi rivestiti in pietra, che si raccordano alle opere di sostegno previste in corrispondenza della rotatoria di innesto sulla S.S. 34 attuale.



12.5. Tempi di realizzazione delle opere

La stima delle tempistiche di realizzazione della galleria (opere civili) è stata effettuata a partire dall'incidenza delle singole sezioni tipo lungo il tracciato assegnando alle stesse una velocità media di avanzamento.

Per quanto riguarda la tempistica di realizzazione delle opere, con riferimento al programma lavori di progetto, sono state effettuate le seguenti previsioni di durata delle lavorazioni.

La durata dell'approntamento per l'imbocco lato Mergozzo è stata stimata in circa 90gg, che prevede la realizzazione di una paratia berlinese multiancorata. Per l'imbocco lato Verbania, dove sono previsti scavi di sbancamento e relativi interventi di stabilizzazione mediante chiodature e calcestruzzo proiettato, la durata è stata stimata in 45 giorni.

Per ciascuna sezione tipo adottata nella galleria in oggetto sono stati analizzati i rispettivi cicli di lavoro, giungendo a definire le velocità di avanzamento riportate nella seguente tabella (tre turni di lavoro al giorno).

Sezione tipo	Vel. avanz. (m/g)
A	6.0
B	2.5
C1	0.9
C2	0.9
AL1	2.0

Sulla base delle velocità di avanzamento sopra riportate il tempo di scavo della galleria Fondotoce risulta pari a 830gg ca. nell'ipotesi d avanzamento da un solo imbocco, che potrà ovviamente ridursi a circa la metà nel caso di attacco dello scavo dai due lati.

Una volta realizzato lo scavo della galleria sono da prevedersi le seguenti tempistiche di completamento:

- realizzazione del pozzo di ventilazione: 90gg;
- completamento rivestimento definitivo: 30gg.

Si assume che le gallerie artificiali di imbocco, ed in particolare quella lato Mergozzo siano realizzate durante l'esecuzione dello scavo di avanzamento, al fine di limitare il periodo di disturbo alla proprietà soprastante.

**12.6. Piano di monitoraggio**

In conformità a quanto previsto dalla normativa vigente, il monitoraggio geotecnico degli scavi costituisce parte integrante del progetto geotecnico e strutturale delle opere di sostegno degli scavi.

In particolare, gli elementi che saranno oggetto di specifico monitoraggio saranno i seguenti:

- deformazioni/spostamenti dei sostegni di prima fase;
- carichi effettivi sul sostegno di prima fase.

Il monitoraggio dei suddetti elementi sarà effettuato mediante due diverse tipologie:

- sezioni di monitoraggio corrente (MC) caratterizzata dalla installazione di sole mire ottiche
- sezione di monitoraggio speciale (MS) caratterizzata dall'installazione di mire ottiche, celle di carico alla base delle centine e celle di pressione a tergo del sostegno di prima fase.

Infine è stata definita una sezione di monitoraggio anche per il rivestimento definitivo (MD), caratterizzata dalla presenza di barrette estensimetriche ubicate sui ferri d'armatura.

Nella tabella seguente si riportano le frequenze delle letture per le diverse sezioni di monitoraggio e per le diverse sezioni tipologiche.

Sezioni tipologiche	MC	MS	MD
A	1/20m	1/300m	-
B	1/20m	1/300m	1/500m
C1/C2	1/10m	1/200m	1/350m
AL1	1/10m	1/200m	1/350m

Tabella 12: Sintesi dei monitoraggi per le diverse sezioni tipo

Il sistema di monitoraggio della paratia berlinese lato Mergozzo prevede l'installazione di inclinometri, mire ottiche e celle di carico per i tiranti. Per l'imbocco lato Verbania non sono invece previsti monitoraggi specifici in quanto esso sarà realizzato con scavi di sbancamento senza ricorso ad opere di presidio.

Data la vicinanza della galleria stradale agli abitati è necessario prevedere un adeguato monitoraggio vibrometrico, al fine di poter controllare il rispetto dei limiti di vibrazione indotta dalle volate sulle strutture preesistenti. Tale monitoraggio dovrà essere eseguito mediante vibrometro triassiale in grado di fornire il registro dell'intera volata, sia in termini di velocità di vibrazione, che di frequenza delle onde sismiche.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

In particolare è stato previsto l'impiego di due vibrometri in ciascuna tratta di monitoraggio ed ai fini della valutazione delle vibrazioni ammissibili per i fabbricati si farà riferimento alla norma UNI 9916, ed alla normativa tedesca DIN 4150.



13 OPERE D'ARTE MINORI

Le opere d'arte minori sono costituite dalle opere di sostegno in c.a. localizzate in corrispondenza degli imbocchi e della rotatoria lato Verbania.

I muri, del tipo a mensola in c.a., con paramento rivestito in pietra naturale, sono così distribuiti:

- zona rotatoria lato Verbania:
muri in c.a. a mensola di altezza variabile 1,50m a 5,0m;
- zona strada vivaio:
muri in c.a. a mensola di altezza variabile 2,50m e 4,00m;
- zona piazzale quota 218.00m lato Mergozzo
muri in c.a. a mensola di altezza variabile da 1,50m a 6,00m;
- zona compresa tra la progr. 0+552.60 e l'imbocco galleria lato Mergozzo
muri in c.a. a mensola di altezza 3.00m;
- zona strada di accesso piazzale imbocco galleria lato Mergozzo.
muri in c.a. a mensola di altezza variabile da 1.50m a 6.00m;

In relazione alla necessità di contenere gli scavi, per i muri di controripa è stata adottata una suola posteriore ridotta rispetto a quella anteriore e questo determina maggiori dimensioni rispetto ad una configurazione inversa, non potendosi sfruttare l'effetto stabilizzante del terreno a tergo.

Per i muri di sottoscarpa, viceversa, la soletta posteriore è molto più larga di quella anteriore, con evidenti benefici dimensionali.

Un ulteriore muro di sostegno è costituito dalla rampa di accesso del piazzale a quota 218.00m. Tale muro, data la modesta larghezza della stradina, è previsto secondo una configurazione ad U con due paramenti di sostegno collegati ad un'unica soletta di fondazione.

La normativa di riferimento principale per il dimensionamento delle singole parti delle opere di sostegno è il DM 14/01/2008 e la Circolare 02/02/2009.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Altra opera d'arte è la paratia superiore alla strada vivaio che ha uno sviluppo pari a 75.76m, mentre quello delle paratia inferiore risulta di 38.54m. Entrambe sono di tipo definitivo e sono costituite da una singola fila di micropali $\varnothing 220\text{mm}$ ad interasse 0.60m armati con tubi in acciaio $\varnothing 168.3\text{mm}$, sp.10mm e saranno immorsate all'interno dello strato costituito da micascisti fratturati (SC2).

La paratia superiore ha un'altezza massima fuori terra di 11.60m ed è sostenuta da non più di tre file di tiranti a trefoli; quella inferiore presenta invece un'altezza massima di scavo pari a 5.60m e risulta sostenuta da una sola fila di tiranti a trefolo.

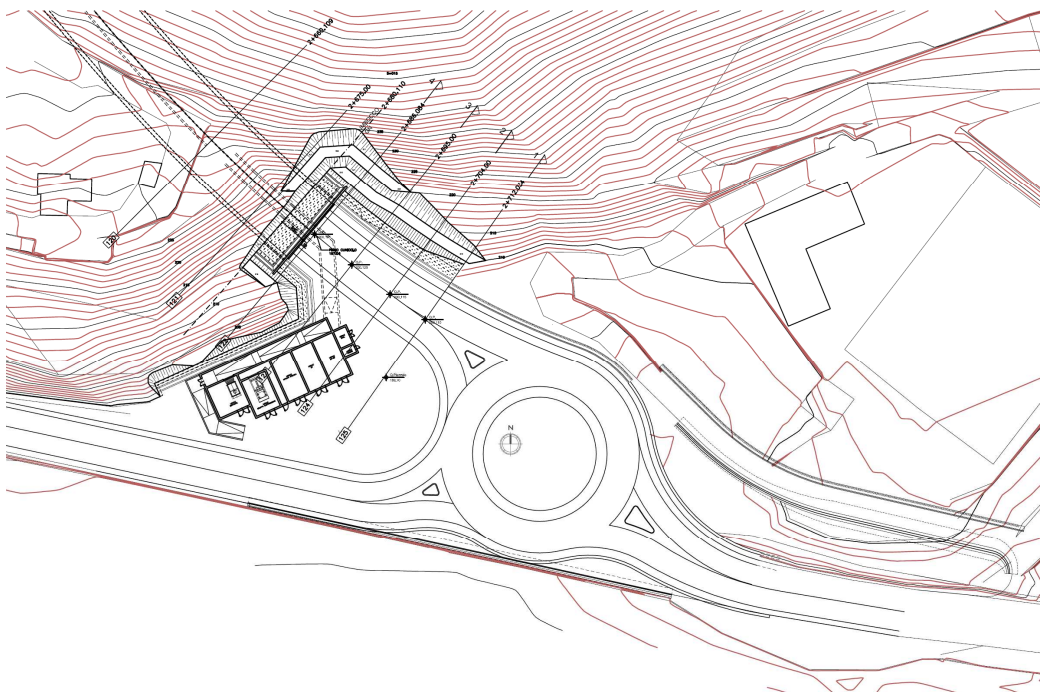


Figura 13.1 Planimetria generale dell'imbocco lato Verbania a sistemazione ultimata.

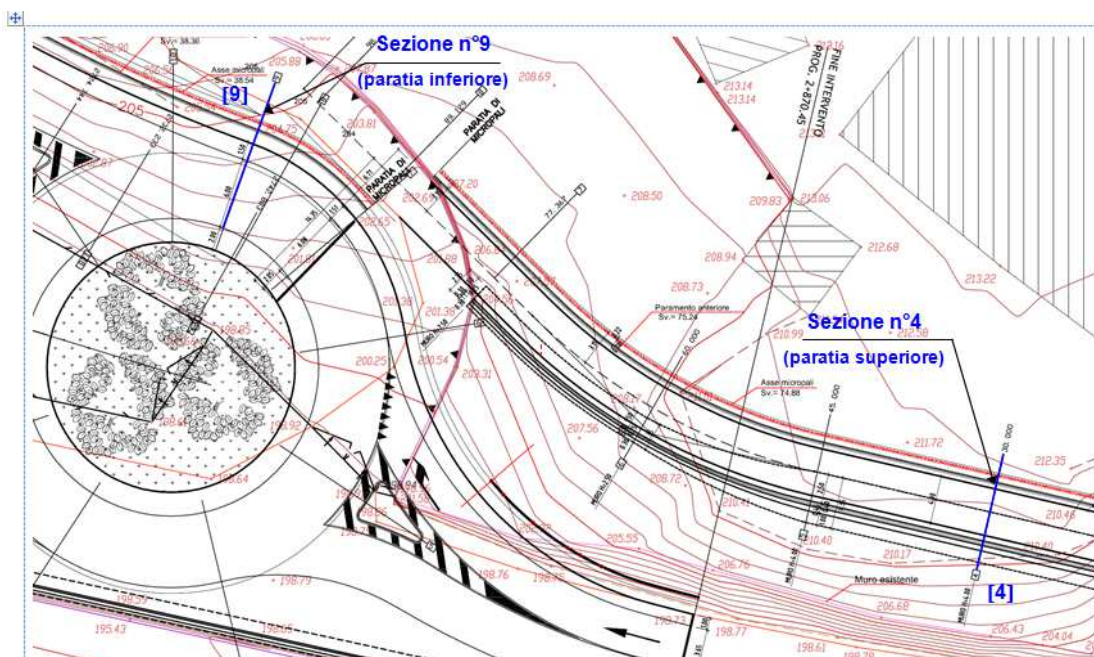


Figura 13.2: Particolare della zona della rotonda (imbocco lato Verbania), con le due paratie della strada vivaio.

Le paratie sono collegate in testa per mezzo di un cordolo in calcestruzzo armato di sezione 100x50cm. L'ancoraggio della paratia superiore alla strada vivaio è garantito dalla presenza di 2-3 (a seconda della sezione considerata) ordini di tiranti costituiti da 3 trefoli (area singolo trefolo: 139mm²), da installare contestualmente alla progressione degli scavi di sbancamento; per la paratia inferiore (che presenta delle altezze di scavo inferiori a quelle di quella superiore) è presente un solo ordine di tiranti.

Infine, con riferimento alla destinazione d'uso dell'opera e alla modalità d'impiego, sulla base di quanto indicato nelle NTC 2008, la struttura in oggetto appartiene al tipo di costruzione 3: "Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica", per le quali è prevista una vita nominale di 100 anni.



14 OPERE DI PRESIDIO IDRAULICO

In considerazione del fatto che i recapiti finali delle acque meteoriche raccolte dalla piattaforma stradale saranno costituiti sostanzialmente dal reticolo idrografico naturale, ed in ragione delle prescrizioni contenute nella determina 422 del 07/09/2007 della Regione Piemonte, è stata posta particolare attenzione al controllo della qualità delle acque scaricate e al controllo degli sversamenti accidentali di liquidi inquinanti.

In particolare oltre ad adottare un sistema di raccolta delle acque meteoriche di tipo “chiuso” è stato adottato un sistema di presidi idraulici in grado di mitigare l’apporto inquinante delle acque meteoriche recapitate, il tutto in stretta osservanza della normativa vigente in materia.

A tale proposito, è stato tenuto conto che la superficie della piattaforma stradale rappresenta, in generale, una sorta di capacità nella quale si accumulano i prodotti di scarico derivanti dal traffico veicolare; questi prodotti vengono dilavati dalle “acque di prima pioggia” e possono andare ad inquinare il reticolo idrografico recettore.

In particolare, l’asse viario è stato dotato di un sistema di raccolta delle acque meteoriche “chiuso” facente capo ad una serie di vasche di trattamento dislocate lungo il tracciato ed in grado di restituire al ricettore finale acque prive di carico inquinante. Allo stesso tempo, i presidi previsti saranno in grado di contenere eventuali sversamenti accidentali provenienti ad esempio dal rovesciamento di autocisterne in transito.

Sono state privilegiate soluzioni in grado di minimizzare le dimensioni dei manufatti adottando trattamenti in continuo anziché ad accumulo ed evitando sollevamenti meccanici.

Sono stati, inoltre, previsti apparati di trattamento dotati di cisterne di accumulo di idrocarburi e, quindi, in grado di ridurre il più possibile la frequenza di intervento per manutenzione massimizzando così la sicurezza intrinseca del presidio.

Per le acque di piattaforma in galleria sono state previste delle apposite vasche di sicurezza.

Tali vasche, ubicate in corrispondenza degli sbocchi della galleria, in posizione tale da consentire una corretta e continua manutenzione, assolvono alla funzione di raccogliere e segregare le acque di lavaggio della galleria, particolarmente inquinanti, e gli eventuali liquidi pericolosi accidentalmente sversati sulla sede stradale, limitatamente al tratto afferente alla galleria stessa.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

I criteri a base della progettazione della vasca si possono riassumere in:

- limitare al minimo la necessità di manutenzione, consentendo interventi molto diluiti nel tempo (volume accumulo circa 60mc);
- intercettare gli eventuali sversamenti accidentali sulla piattaforma stradale;
- mantenere all'interno della vasca le sostanze leggere in superficie.

Dal punto di vista costruttivo, la vasca è costituita da due comparti divisi da un setto verticale con un apertura sul fondo; la camera di entrata dell'acqua di piattaforma, dotata di pendenza di fondo, funge da sedimentatore e disoleatore. Il setto fa sì che le sostanze oleose vengano trattenute in alto, mentre il flusso nella camera di uscita avviene dal basso con funzionamento idraulico simile a una bocca a battente rigurgitata. Le sostanze inquinanti permangono confinate in condizioni di sicurezza all'interno del bacino centrale e devono essere spurgate durante le operazioni di manutenzione con sistemi idonei attraverso i chiusini di accesso alla vasca.



15 IMPIANTI TECNOLOGICI

Il progetto impiantistico ha riguardato le seguenti tipologie di impianto:

- Impianti tecnologici a servizio della galleria Fondotoce;
- Impianti di illuminazione rotatorie

La galleria Fondotoce è una galleria ad unico fornice a doppio senso di marcia di lunghezza complessiva pari a 2110m.

Per quanto attiene la galleria in progetto, è stato fatto riferimento ai dettami del D.Lgs n° 264 del 5.10.2006, di recepimento della Direttiva Europea 2004/54/CE. Sono state inoltre seguite tutte le normative attualmente vigenti ed applicabili in materia.

In tale contesto, sono state approntate tutte le componenti impiantistico-tecnologiche volte ad assicurare il rispetto degli standard costruttivi previsti dalla normativa vigente e ritenuti essenziali al fine di garantire una funzionalità d'esercizio e di sicurezza consona alla tipologia di infrastruttura in questione.

In tal senso, infatti, ai fini della sicurezza, le vigenti disposizioni normative prevedono per i tratti stradali in galleria, a seconda dello sviluppo longitudinale dei relativi fornici, l'installazione di impianti con caratteristiche funzionali e strutturali ritenute essenziali per la sicurezza della circolazione stradale, quali: ventilazione, rilevamento della qualità dell'aria, sistema di rilevazione incendio, sistema di chiamate di soccorso (SOS), segnaletica luminosa di indicazione e di pericolo, che devono attivarsi automaticamente al verificarsi di situazioni di pericolo (incidente, presenza di fumi oltre determinati livelli, incendio, etc...).

Inoltre, in relazione al fatto che la galleria rientra fra le gallerie non presidiate localmente da parte di personale specializzato sulle 24 h, ci si è posti l'obiettivo di rendere il più affidabile possibile tutte le funzioni logiche e gestionali che sovrintendono in automatico al sistema "supervisione" di cui è dotata la galleria stessa e, nel contempo, di introdurre alcune componenti che nel caso di effettivo accertato "allarme" possano risultare utili nella gestione delle emergenze.

A tal fine si è cercato, attraverso l'analisi combinata del maggior numero possibile di dati provenienti dalle varie apparecchiature di "campo", di evitare interruzioni, sia pure temporanee, di esercizio per i "falsi allarmi" a cui sono inevitabilmente esposti tutti gli impianti di automazione, o per anomalie nel funzionamento degli apparati di controllo o, anche, per atti vandalici a cui possono essere soggetti.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Tutto ciò si traduce in una minore “vulnerabilità” del sistema di telecontrollo che, nel caso di un’infrastruttura viaria non soggetta a presidio, si traduce immediatamente, in relazione alle ovvie ripercussioni che si potrebbero avere sul traffico, in un aumento del grado di sicurezza nei confronti dell’utenza stradale che usufruirà dell’infrastruttura in esame.

Le dotazioni impiantistiche principali della galleria Fondotoce sono:

- **Illuminazione ordinaria**, costituita dall’illuminazione permanente e dall’illuminazione di rinforzo. L’illuminazione ordinaria è alimentata anche da un gruppo elettrogeno, comune ad altri impianti, con autonomia di almeno 24 ore;
- **Illuminazione di emergenza**, costituita in generale dall’illuminazione della galleria in condizioni di interruzione di erogazione dell’energia elettrica (chiamata anche illuminazione di riserva). L’illuminazione di emergenza è composta dagli stessi corpi illuminanti di cui è composta l’illuminazione ordinaria ed è alimentata sia da un gruppo elettrogeno, comune ad altri impianti, con autonomia di almeno 24 ore che da un’alimentazione elettrica in continuità assoluta, costituita da un sistema UPS con autonomia di almeno 30 minuti;
- **Illuminazione di sicurezza**, costituita dall’illuminazione delle vie di fuga. Questa deve consentire la messa in sicurezza degli utenti attraverso le vie di fuga in galleria, ovvero l’individuazione da parte degli utenti e degli addetti al soccorso delle dotazioni per la sicurezza antincendio e le stazioni di emergenza. Anche l’illuminazione di sicurezza, come l’illuminazione di emergenza, è alimentata da gruppo elettrogeno e sistema UPS;
- **Impianto di ventilazione**: il fornice della galleria è stato dotato di un impianto di ventilazione di tipo longitudinale “classico”, in cui si prevede di indurre la portata d’aria necessaria alla diluizione degli agenti inquinanti da un portale all’altro, spingendola lungo tutta la galleria, impiegando allo scopo ventilatori assiali installati all’interno dei fornici ancorati alla volta della galleria stessa;
Per la gestione dell’evento incendio è stato previsto un sistema di estrazione dei fumi. Tale sistema si compone di una centrale di estrazione localizzata sulla sommità della copertura in corrispondenza della zona centrale della galleria, di un pozzo di collegamento e di un canale di estrazione installato sulla volta della galleria per una lunghezza complessiva di circa 1800 m (restano esclusi i primi 150 m



- circa a partire dagli imbocchi). L'estrazione dei fumi viene concentrata nell'intorno dell'area interessata dall'incendio attraverso l'apertura di alcune serrande motorizzate collocate sul canale di estrazione.
- La galleria è inoltre dotata di un **cunicolo di fuga posto sotto il piano stradale** che consente agli utenti di mettersi in salvo attraverso l'accesso ai luoghi sicuri presenti nelle piazzole di sosta; la ventilazione del cunicolo di fuga e la realizzazione di zone filtro all'ingresso dei luoghi sicuri consente di evitare il pericolo di penetrazione dei fumi prodotti dalla combustione nelle vie di fuga utilizzate dagli utenti.
 - **Impianto di rilevazione incendi** con cavo termosensibile, in modo tale da poter intervenire quanto prima possibile ed attivare in automatico i sistemi di allarme.
 - **Impianto di rilevazione CO/OP – Anemometri**
 - **Impianto idrico antincendio**, costituito da idranti UNI 45 disposti ad interasse di 50m ed alloggiati parte all'interno degli SOS e parte in cassetta in lamiera verniciata; idranti UNI 70 soprassuolo in ghisa G20 UNI ISO185 con doppio attacco UNI70 agli imbocchi della galleria e nelle piazzole di sosta; gruppi attacco per motopompa VV.F. agli imbocchi della galleria; gruppo di pressurizzazione dotato di n.2 elettropompe sottobattente; vasca di accumulo.
 - **Impianto SOS** costituito da "Armadi SOS" con passo pari a circa 150 m e nelle piazzole, nei quali è prevista l'installazione di apparecchiature necessarie per la trasmissione e la segnalazione delle richieste di soccorso e dei dispositivi di primo intervento in caso di incendio (estintori ed idranti).
 - **Impianto semaforico e segnaletica interna** (presenza ed ubicazione di piazzole di sosta, presenza ed ubicazione di armadi SOS ed estintore, vie di fuga con distanza, ubicazione luoghi sicuri, ubicazione idranti).
 - **Pannelli a Messaggio Variabile**, posti a circa 150 m dagli imbocchi.
 - **Impianto di comunicazione radio** per il collegamento con le centrali dei servizi di sicurezza e pronto soccorso.
 - **Sistema di conteggio dei veicoli in ingresso ed in uscita** dalla galleria con scanner laser ai fini del controllo del traffico, sia per ragioni di sicurezza, sia per un efficace conduzione della ventilazione meccanica, sia per la catalogazione dei veicoli.



- **Impianto TVCC** per la ripresa, il trasferimento, l'analisi automatica, la rappresentazione delle immagini e la predisposizione per l'invio verso un centro di controllo.
- **Impianto elettrico MT/BT**
- **Impianto rivelazione incendi nei locali tecnici**
- **Impianto di gestione e controllo**, strutturato con unità locali UL interne agli armadi SOS collegate in anello in fibra ottica (rete locale), controllore di testa CT posto nelle cabine elettriche di galleria e centro di controllo locale CCL di tratta predisposto per garantire una supervisione centralizzata da postazione "remota".

In corrispondenza di ciascuna rotatoria si prevede la presenza di un impianto di illuminazione.

L'illuminazione stradale deve permettere agli automobilisti di circolare di notte con la massima sicurezza ed il comfort più elevato possibile; l'obiettivo è quello di percepire distintamente, localizzandolo con certezza ed in tempo utile, i punti singolari della strada e gli ostacoli eventuali, per quanto possibile senza l'aiuto dei fanali dell'autoveicolo.

L'impianto di illuminazione deve soddisfare, inoltre, le esigenze di guida visiva, in larga misura determinata dalla disposizione dei centri luminosi, dalla loro successione geometrica, dalla loro intensità luminosa e dal colore della luce emessa.

La percezione sicura e rapida è possibile grazie al contrasto degli oggetti sul fondo; questo fondo è esteso alla totalità del campo visivo del conducente, che comprende, in ordine di importanza decrescente:

- la carreggiata ed i suoi bordi;
- il cielo, ivi compresi i punti luminosi formati dalla superficie visibile dei corpi illuminanti e delle lampade.

Più frequentemente, la percezione degli ostacoli si ottiene con l'effetto silhouette: l'ostacolo si distacca come ombra scura su fondo chiaro costituito dal rivestimento chiaro; poiché non si conosce a priori la natura dell'ostacolo, non è immediato prendere tutti i provvedimenti utili affinché il contrasto sia sufficiente. La possibilità di percepire questo contrasto è influenzata da:

- il livello medio della luminanza del manto stradale;
- l'uniformità di detta luminanza;
- l'illuminazione dei bordi e dei dintorni della strada;



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

- la limitazione dell'abbagliamento causato dall'installazione.

Il progetto ha seguito le indicazioni contenute nella norma UNI11248.

La nuova norma UNI 11248 che sostituisce la vecchia UNI10439 fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificate e definite in modo esaustivo, nella UNI EN 13201-2, mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica.

La norma si basa, nei suoi principi fondamentali, sui contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115 e recepisce i principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici presenti nel rapporto tecnico CEN/TR 13201-1. A tal fine introduce il concetto di parametro di influenza e la richiesta di valutazione dei rischi da parte del progettista.

La norma UNI11248 individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada ed in particolare:

- indica come classificare una zona esterna destinata al traffico, ai fini della determinazione della categoria illuminotecnica che le compete;
- fornisce la procedura per la selezione delle categorie illuminotecniche che competono alla zona classificata;
- identifica gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale e, attraverso la valutazione dei rischi, permette il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale;

In generale si prevede l'utilizzo di punti luce stradali con lampade ai vapori di sodio ad alta pressione, montate su pali $h=9,00$ m sul piano viabile ad interasse variabile in funzione della tipologia di carreggiata da illuminare. La scelta di utilizzare lampade a vapori di sodio alta pressione è dovuta all'ottima resa lumen/watt; tali lampade, inoltre, assicurano un'ottima resa cromatica ed un ottimo rapporto lumen/costo.



16 FASI ESECUTIVE E CANTIERIZZAZIONE

16.1. Fasizzazione dei lavori

Ai fini della realizzazione degli interventi previsti in progetto, è stata ipotizzata la suddivisione dell'intero intervento in quattro macrofasi, rispetto alle quali è stato sviluppato il cronoprogramma dei lavori e la relativa fasizzazione delle opere.

La durata totale della fase di realizzazione dell'intervento è quantificabile in 1.070 giorni totali di costruzione. L'analisi quantitativa dei mezzi d'opera coinvolti nella movimentazione delle terre da scavo e da costruzione, e la loro incidenza sulla rete di percorsi individuata rispetto ai siti di cava e scarica, parte dal dato dei volumi movimentati quantificabile con buona approssimazione in 442.000 mc di scavo circa e 138.000 mc di rilevato.

Sostanzialmente gli interventi sono riconducibili alla realizzazione delle due rotatorie, del rilevato di inizio lotto fino al viadotto, il viadotto Mergozzo e la galleria Fondotoce.

16.1.1. Macrofase 1A

La prima macrofase, individuata negli elaborati con la sigla "1A", della durata stimata pari a 85 gg., riguarda l'impianto cantiere, le attività di realizzazione della rotatoria Mergozzo e della viabilità provvisoria di accesso al campeggio.

In particolare si procederà inizialmente alla pulizia dell'area su cui sorgerà il cantiere base e alla realizzazione di tutti gli apprestamenti previsti al suo interno.

Successivamente si procederà alla realizzazione della rotatoria Verbania, completata in due fasi successive:

- nella prima verranno completate le opere non interferenti con la sede esistente della SS34, in modo da non interferire con il traffico ordinario;
- nella seconda si procederà a realizzare la parte interna dell'anello rotatorio, quella parte cioè interferente con la viabilità esistente. In questa fase le vetture in transito passeranno sulla parte di rotatoria realizzata nella fase precedente.

Nella prima delle due fasi sopra descritte verrà pure realizzata la strada di accesso provvisoria per il campeggio presente a nord della SS34: ciò si rende necessario per liberare la strada campestre attualmente



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

utilizzata per raggiungere la struttura ricettiva e separare il traffico dei mezzi di cantiere da quelli in arrivo al campeggio.

16.1.2. Macrofase 1B

Durante la seconda macrofase, individuata con la sigla "1B" in quanto inizia contestualmente alla realizzazione della rotatoria Mergozzo in fase 1A, si procederà alla realizzazione delle opere previste a fine lotto, cioè la strada di accesso al vivaio, la rotatoria Verbania, il solo scavo dell'imbocco della galleria lato Verbania.

In particolare, durante la durata della macrofase, stimata in 180 gg., si procederà a realizzare le opere seguendo la seguente successione:

- in prima fase verranno realizzate il muro della rotatoria lato lago Maggiore, le paratie di micropali previste per lo scavo della rotatoria e della nuova viabilità di accesso al vivaio, nonché il muro collocato sul alto sud della stessa stradina di progetto. La viabilità ordinaria subirà un leggero restringimento lato lago ma sostanzialmente non verrà interessata dalle lavorazioni.
- Successivamente verrà realizzata la rotatoria non interferente con la SS34 e verranno eseguiti i soli scavi necessari per l'imbocco lato Verbania. Anche in questo caso la viabilità ordinaria continuerà a transitare sulla sede attuale;
- Nella terza sotto fase si procederà al completamento della rotatoria collocata sulla sezione stradale esistente. in questo caso nel tratto di attraversamento della rotatoria sarà necessario prevedere una deviazione della viabilità che transiterà in doppio senso sulla sezione di corona precedentemente realizzata.
- Nella quarta ed ultima fase verranno ultimate le finiture della rotatoria permettendo il transito completo dei veicoli nella configurazione finale.

Va fatto presente che il solo scavo dell'imbocco della galleria naturale si rende necessario per poter utilizzare il materiale di scavo per la formazione del primo tratto di rilevato di inizio lotto che verrà eseguito nella terza macrofase.



16.1.3. *Macrofase 2*

Durante la terza macrofase, individuata con il numero “2”, della durata complessiva pari a 860 gg., si procederà alla realizzazione del rilevato di approccio al viadotto, alla elevazione del viadotto stesso e allo scavo e completamento della galleria “Fondotoce”.

Anche per questa macrofase sono state individuate tre sottofasi, e precisamente:

- fase 1: si procederà alla realizzazione del viadotto Mergozzo, partendo dalle fondazioni fino al completamento dell'impalcato definitivo, nonché all'esecuzione delle paratie per lo scavo dell'imbocco lato Mergozzo;
- fase 2: in questa sottofase si procederà alla realizzazione di un primo tratto di rilevato alle spalle del viadotto, in area interna al cantiere principale, necessaria per l'esecuzione di una rampa di servizio che utilizzeranno i mezzi di trasporto per lo “smarino” della galleria. Come detto per la realizzazione di tale rampa verranno utilizzati i materiali di risulta dello scavo imbocco lato Verbania.
- Nella terza ed ultima fase si inizieranno le attività di scavo della galleria che termineranno alla fine degli 860 giorni previsti per la macrofase.

Durante tutta la durata della macrofase, la viabilità ordinaria sulla SS34 proseguirà senza alcuna interruzione o interferenza con le attività lavorative, il campeggio sarà raggiungibile attraverso la nuova viabilità realizzata nella prima macrofase e l'accesso al cantiere avverrà attraverso la strada campestre che servirà esclusivamente ai mezzi di cantiere.

16.1.4. *Macrofase 3*

In quest'ultima macrofase, della durata complessiva di 125 gg., si procederà alla realizzazione di tutte le attività di completamento della nuova infrastruttura, compreso lo smantellamento del cantiere e la riqualificazione delle aree interessate dalle lavorazioni.

In particolare:

- Verrà eseguito il completamento del rilevato stradale definitivo;
- Si procederà alla realizzazione dei tombini idraulici presenti lungo il primo tratto della nuova sede stradale;
- Si procederà alla realizzazione della galleria artificiale successiva al viadotto, nonché alle opere in c.,a. dell'imbocco lato Verbania,



- Verranno realizzati gli impianti in galleria e tutte le opere varie di finitura l'ungo l'asse stradale di progetto;
- Verrà realizzata la nuova viabilità definitiva per l'accesso al campeggio, con conseguente declassamento a pista ciclabile della viabilità provvisoria precedentemente realizzata;
- Verrà infine smantellato il campo base e si procederà al ripristino dell'area su cui sorgerà in campo base.

16.2. Cantiere principale e Campo di supporto operativo

Sono state individuate due aree logistiche, una destinata al Cantiere principale e la seconda adibita a cantiere di supporto per la realizzazione dell'imbocco e della rotatoria lato Verbania.

Le caratteristiche salienti delle aree individuate sono:

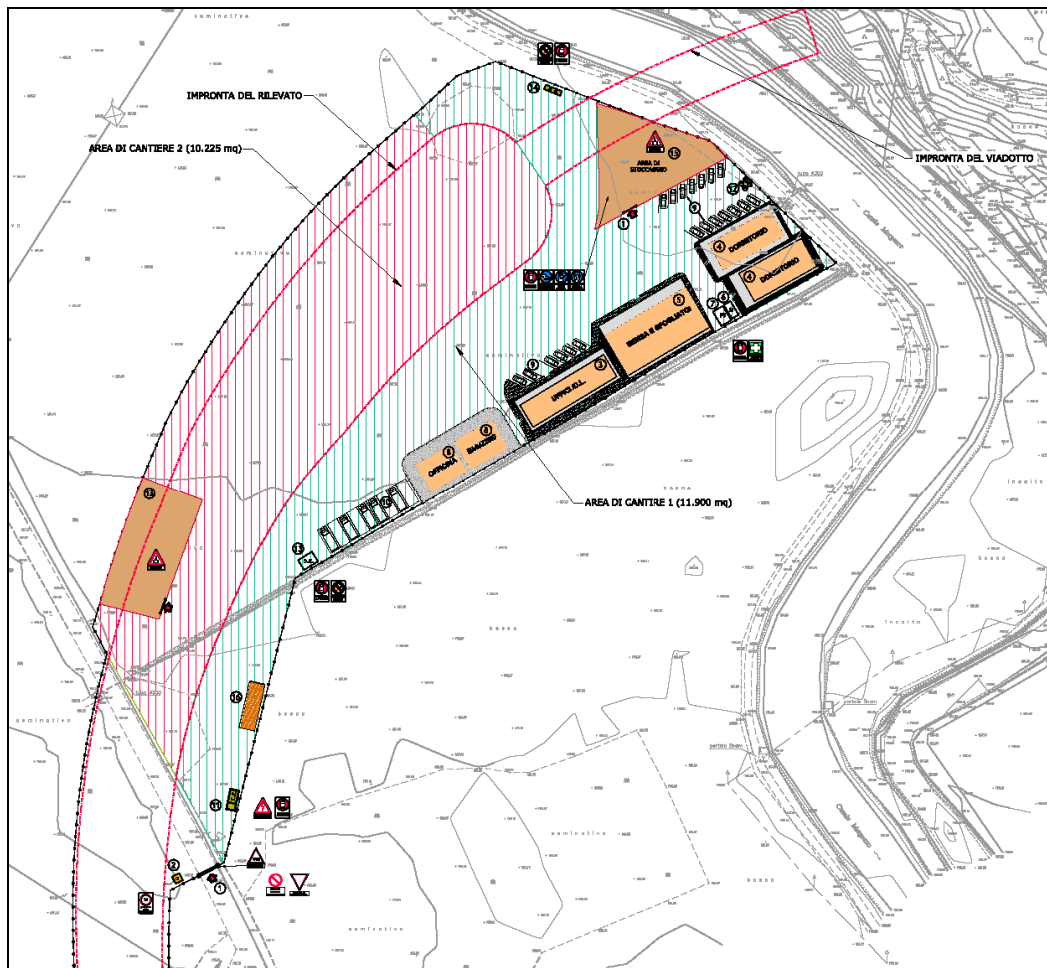
- prossimità all'asse stradale;
- vicinanza di strade locali e svincoli;
- modeste pendenze del terreno, per evitare opere di sostegno e/o sbancamenti rilevanti;
- distanza da aree densamente edificate.

Il cantiere principale è dimensionato per 50 presenze e comprende dormitori con alloggio in prefabbricati a due o una camera, ognuno con bagno proprio, mensa, officina, magazzino e parcheggi, nonché gli edifici destinati alla D.L. e agli uffici tecnici dell'impresa.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale



Layout cantiere principale

Il cantiere satellite è invece destinato ad ospitare le aree di stoccaggio e trattamento materiale per la realizzazione delle opere previste per la rotatoria Verbania e lo scavo dell'imbocco della galleria sullo stesso lato.

I quantitativi di calcestruzzo previsti non sono tali da giustificare il montaggio di impianti, per cui è prevedibile che le imprese esecutrici si rivolgano a fornitori esterni, fermo restando che l'impresa potrà installare un impianto di produzione nelle aree di cantiere individuate.

il cantiere principale è previsto in prossimità dell'inizio intervento, nell'area pianeggiante compresa tra la strada campestre di accesso al campeggio e il canale Mergozzo.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Il sito è prossimo all'asse stradale della SS34 a cui è collegato attraverso la strada campestre utilizzando la quale sono facilmente raggiungibili i siti di cava e discarica.

Il sito, delle dimensioni di ca. 22.000 m², è attualmente destinato ad uso agricolo con caratteristiche di basso pregio, è pianeggiante e regolare, facilmente servibile da linee elettriche e telefoniche.

Vista la vicinanza al canale Mergozzo, tutte le strutture fisse che verranno occupate dalle maestranze avranno una quota superiore alla quota duecentennale di esondazione del lago Maggiore.

Come detto, all'area si accederà attraverso la strada campestre che oggi garantisce il collegamento con il campeggio ubicato nelle vicinanze.

Tra le attività propedeutiche infatti si procederà alla realizzazione di una nuova viabilità provvisoria di collegamento tra la nuova rotatoria di inizio lotto e la strada del campeggio, deviazione collocata sulla sinistra del nuovo asse stradale, nell'area compresa tra questo e il cimitero di Fondotoce.

Il campo satellite è invece ubicato in prossimità della rotatoria Verbania, nell'area interclusa tra la realizzanda rotatoria e l'impronta del nuovo asse stradale in arrivo dalla galleria.

In quest'area, di ca. 630 m², oggi occupata da un area di stazionamento sotto al vivaio, si presenterà sostanzialmente priva di strutture fisse, e in essa verranno stoccati i materiali che serviranno esclusivamente per la realizzazione della rotatoria, della nuova strada di accesso al vivaio e per lo scavo e il completamento dell'imbocco della galleria lato Verbania.

La movimentazione dei materiali prevede l'area del Cantiere principale quale snodo centrale, sia riguardo al materiale proveniente da cava, che una volta transitato nel Cantiere principale sarà smistato al Campo satellite in relazione al fabbisogno, sia riguardo al materiale di scavo, che attraverso il Cantiere principale sarà trasferito ai siti di discarica attraverso la vicina viabilità di collegamento.

16.3. Viabilità di servizio

Il sistema di viabilità a servizio del sistema di cantierizzazione si può suddividere in due livelli gerarchici:

- La viabilità primaria interessata dai flussi di trasporto del materiale proveniente dalle cave e per le aree di deposito;
- La pista di cantiere e la viabilità locale di servizio, atta a collegare il cantiere principale al campo satellite.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Il primo livello di viabilità, ossia quella interessata dal trasporto del materiale proveniente dalle cave e per le aree di deposito, è tutta di gerarchia superiore, e non si prevedono quindi interventi di adeguamento e sistemazione.

Raggiunta l'area di cantiere i mezzi si muoveranno tutti al suo interno.

Infatti sia il rilevato tra la rotatoria Mergozzo e il nuovo viadotto di progetto, il viadotto stesso e soprattutto la galleria, verranno realizzati muovendosi sempre dal campo base.

La galleria in particolare verrà scavata solo dall'imbocco lato Mergozzo, utilizzando come pista di cantiere per i mezzi di trasporto del materiale di smarino il rilevato provvisorio realizzato in prima fase nonché il viadotto di progetto.

Per raggiungere invece l'area del campo satellite si utilizzerà la viabilità ordinaria esistente che collegherà il campo base con l'area in cui sorgerà la rotatoria Verbania, cercando di limitare il transito dei mezzi di cantiere attraverso l'abitato di Fondotoce solo per ultimare le lavorazioni previste a fine lotto.



17 CAVE E SITI DI DEPOSITO

17.1. Cave e Discariche/Siti di Deposito

Per la localizzazione delle cave e discariche/siti di deposito si è fatto riferimento al mercato locale.

Il sito più vicino all'intervento, con disponibilità di materiale o di spazi adeguati, è rappresentato dalla cava "SEULA" in località Feriolo (cava e percorso per raggiungerla sono riportati nell'elaborato CIRVV01020).

In tale cava verranno recapitati tutti i materiali provenienti dagli scavi. Una viabilità interna alla cava collegherà poi alla seconda cava denominata "CAVA DEI RATTI" fornita di impianto di frantumazione, da cui verranno reperiti i materiali per la realizzazione dei nuovi rilevati previsti in progetto.

17.1.1. Depositi/Stoccaggi di cantiere

Il deposito temporaneo di materiale in cantiere, di carattere prevalentemente logistico, sarà effettuato presso le apposite aree di stoccaggio individuate all'interno del cantiere principale posto in prossimità del viadotto "Mergozzo".



18 INTERFERENZE CON PUBBLICI SERVIZI

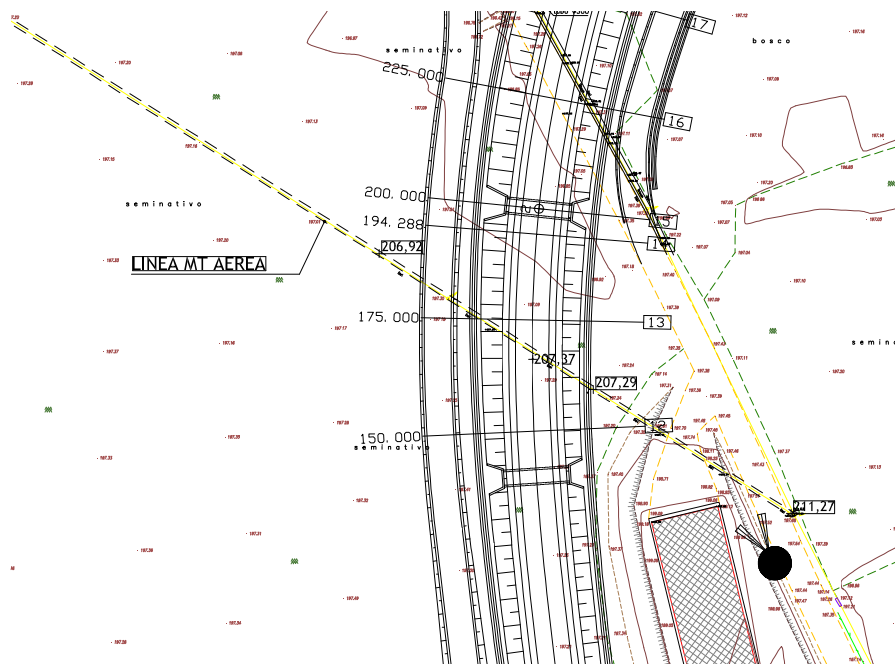
Nel corso del progetto sono state effettuate varie ricerche e sopralluoghi atti ad analizzare lo stato e la tipologia dei sottoservizi interferenti nonché ad attivare la fase di studio e di quantificazione degli eventuali spostamenti. I risultati di detta attività sono riportati dettagliatamente in un elaborato specifico allegato al progetto.

Dai sopralluoghi effettuati, dalla cartografia esaminata nonché dai colloqui tenutisi con i responsabili degli enti interessati, è stato possibile individuare ed accertare le interferenze ed analizzare lo stato e la tipologia dei sottoservizi interferenti, nonché attivare la fase di studio e di quantificazione dei loro eventuali spostamenti secondo le esigenze direttamente espresse dagli Enti.

Le interferenze più importanti sono le tre linee aeree dell'Enel, la prima di Media Tensione (15000 V), in prossimità della sez. 13 a prog. 0+175, la seconda e la terza sia di Media (15000 V) che di Bassa Tensione in affiancamento alla strada sterrata per accesso al camping alla sez. 17 a prog. 0+250.

Avendo fatto un rilievo di dettaglio delle 3 suddette linee aeree si è constatato che solo le due interferenze lungo la strada di accesso al camping necessitano di una risoluzione.

Infatti, per quanto riguarda la prima, in prossimità della sezione n. 13 la strada di progetto si trova ad una quota di 199.96 m e la linea sull'intersezione viaggia a quota 207.37, con un franco di circa 7.40 m.

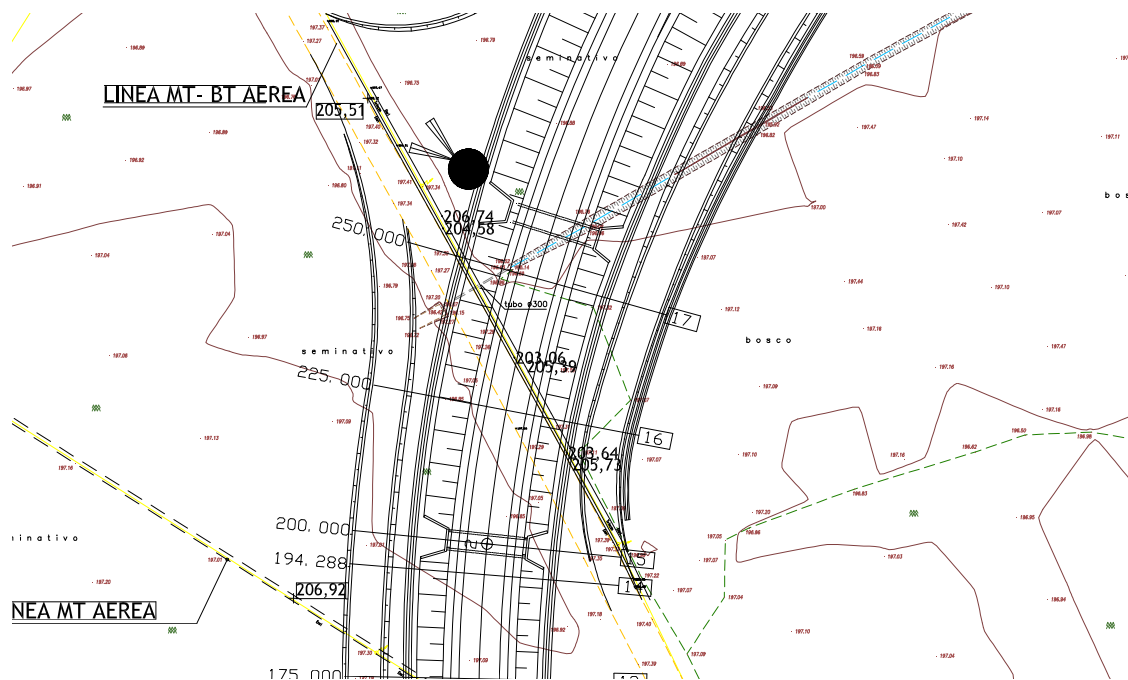




COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Per quanto riguarda la seconda e la terza, che viaggiano entrambe sugli stessi pali, la MT è a quota 205.50 mentre la b.t. è a quota 203.00; poiché la quota progetto in questo punto è 200.79, quindi con un franco inferiore ai 3m, è indispensabile la risoluzione tramite interrimento di entrambe le linee.





COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Un'altra interferenza da risolvere è la linea di acqua privata in prossimità dell'imbocco lato Mergozzo. Infatti con lo scavo della galleria artificiale, previsto tra paratie di micropali, la condotta idrica viene intercettata. La risoluzione consisterà semplicemente nel far proseguire la condotta lungo l'attuale strada Provinciale e subito dopo, oltrepassata la nuova arteria in prossimità della spalla B, portarla in affiancamento alla suddetta paratia fino a collegarsi poco più a monte all'abitazione privata.

Nella zona in prossimità della rotatoria Mergozzo, nei pressi del cimitero, a seguito di sopralluoghi e contatti con gli Enti, si sono individuati pubblici servizi di proprietà Telecom, Snam, e Linea Acque, la cui interferenza con le opere di progetto sembra esclusa.

Analoga situazione si ha in prossimità della rotatoria lato Verbania, dove sono individuati pubblici servizi di proprietà Telecom, Gas Molteni, Linea Acque e la fognatura, che interferiranno in maniera minimale durante la fase di costruzione e che presupporranno spostamenti provvisori di piccola entità.



19 INTERVENTO DI INSERIMENTO AMBIENTALE

19.1. Premessa

La caratterizzazione del territorio effettuata nell'ambito dello studio di impatto ambientale ha consentito di individuare, oltre ai vantaggi dell'opera in termini di traffico e di inquinamento, anche le interferenze che il nuovo intervento produce sul paesaggio e sull'ecosistema biotico. È stata pertanto individuata una serie di interventi atti ad eliminare o ridurre le interferenze e a migliorare l'inserimento paesaggistico dell'opera.

Le misure di inserimento ambientale della nuova infrastruttura sono state definite in relazione alle diverse tipologie del progetto stradale ed al contesto di inserimento e sono costituite da tre categorie di intervento:

1. **prescrizioni**, ovvero misure da adottare in fase di costruzione dell'opera, in corrispondenza di situazioni ripetitive o mediante azioni di gestione, atte a prevenire un impatto o una categoria di impatti;
2. **mitigazioni**, ovvero misure atte a diminuire la gravità di specifici impatti rilevati. Dal momento che le principali criticità riguardano il paesaggio e gli elementi della rete ecologica, le opere proposte consistono principalmente in interventi a verde;
3. **compensazioni**, intese come interventi non necessariamente collegati con l'opera, che vengono realizzati a titolo di "compensazione" ambientale degli impatti residui non mitigabili.

In particolare, nella progettazione degli interventi e nella scelta delle essenze si è tenuto conto del tipo e degli stadi seriali delle formazioni presenti al contorno, individuando in tal modo le specie maggiormente idonee all'impianto. Le specie autoctone sono, infatti, quelle che, in quanto insediatesi spontaneamente nel territorio, maggiormente si adattano alle condizioni pedoclimatiche della zona e, che, grazie alla maggiore capacità di attecchimento, garantiscono meglio la riuscita dell'intervento. Esse inoltre risultano più resistenti verso gli attacchi esterni (gelate improvvise, siccità, parassitosi) e necessitano in generale di una minore manutenzione consentendo di ridurre al minimo, in fase di impianto, l'utilizzo di concimi chimici, fertilizzanti o antiparassitari.

Per gli interventi di mitigazione da realizzare in prossimità del bordo strada sono state prese in considerazione solo le specie arboree che hanno un'altezza potenziale di accrescimento non superiore ai 15 metri, nel rispetto delle norme del codice stradale che vietano l'impianto di alberi, lateralmente alla strada, ad



una distanza inferiore alla massima altezza raggiungibile dall'essenza arborea a completamento del ciclo vegetativo.

I sesti di impianto, laddove possibile in relazione alle caratteristiche delle opere, sono stati progettati al fine di rendere il più naturaliforme possibile la messa a verde. Inoltre, è stata effettuata un'attenta analisi degli elementi vegetali da utilizzare, al fine di realizzare un'elevata presenza di biomassa vegetale che, oltre ad esercitare effetti significativi su microclima ed inquinamenti, porterà ad aumentare la biodiversità con la formazione di habitat di rifugio, nutrizione e riproduzione per numerose specie di animali.

I riferimenti cartografici degli interventi proposti è costituito dall'elaborato: *Interventi di inserimento ambientale: planimetria, sezioni e profili, sesti di impianto opere a verde.*

Si rimanda, per dettagli allo studio di impatto ambientale.

19.1.1. Prescrizioni

Le prescrizioni descritte a seguire sono indicazioni di carattere generale che saranno applicate soprattutto alla fase di realizzazione delle opere per salvaguardare l'integrità degli elementi vegetazionali presenti attualmente nell'area.

Protezione degli elementi arborei-arbustivi. Al fine di evitare danni diretti o indiretti in grado di compromettere l'integrità fisica o lo sviluppo delle piante, in fase di costruzione saranno presi tutti gli accorgimenti tecnici e gestionali atti ad evitare, nelle aree di pertinenza delle piante: sversamento di sostanze fitotossiche (sali, acidi, olii, ecc.); combustione di sostanze di qualsiasi natura; impermeabilizzazioni, anche temporanea; affissione di cartelli e simili sulle alberature; riporto di ricarichi superficiali tale da comportare l'interramento del colletto; asporto del terreno; deposito di materiali. Le aree di pertinenza degli elementi arborei devono essere calcolate considerando lo sviluppo dell'apparato aereo e di quello radicale:

- per piante di altezza < 12 m) m 2 di raggio
- per piante di altezza 12-18 m m 4 di raggio
- per piante di altezza > 18 m m 6 di raggio

Inoltre per la difesa dei fusti dai danni meccanici tutti gli alberi saranno protetti mediante tavole di legno alte almeno m. 2, disposte contro il tronco in modo tale che questo sia protetto su tutti i lati. Tale protezione prevede anche l'interposizione di idoneo materiale cuscinetto e sarà installata evitando di collocare direttamente le tavole sulle sporgenze delle radici e di inserire nel tronco chiodi, manufatti in ferro e simili.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Rami e branche che interferiscono con la mobilità di cantiere saranno rialzati o piegati a mezzo di idonee legature protette da materiale cuscinetto. Al termine dei lavori tali dispositivi saranno rimossi.

Infine alla chiusura del cantiere si provvederà alla decompattazione dei suoli, mediante le lavorazioni agronomiche ed in corrispondenza dei filari alberati verranno ricostruite le pavimentazioni intorno agli alberi adottando soluzioni più favorevoli alla loro crescita.

Accantonamento terreno vegetale per riutilizzo successivo. Durante la fase di costruzione, lungo tutto il tracciato, si dovrà conservare lo strato superficiale del terreno. Questo sarà accantonato all'interno dell'area del cantiere base al fine di non occupare ulteriori spazi, senza compattarlo e bagnandolo periodicamente. Il suolo sarà riutilizzato per il rivestimento dei rilevati, delle trincee, delle gallerie artificiali; il riutilizzo originario consentirà, infatti, di ridurre i tempi di ripresa della vegetazione erbacea, garantendo un migliore ripristino. Infine, alla chiusura del cantiere si provvederà alla decompattazione dei suoli mediante le lavorazioni agronomiche. Tale accorgimento sarà adottato ogni qual volta si vengano a creare nuove superfici denudate.

Periodo di realizzazione dei lavori. Sarà opportuno che le fasi di cantiere siano programmate in periodi dell'anno specifici al fine di prevenire ulteriormente la potenziale interferenza con la fauna. Tali periodi non dovranno coincidere con i periodi di migrazione e di riproduzione delle principali specie faunistiche che frequentano i siti di progetto. Tale prescrizione è da applicare in particolare all'area di progetto limitrofa all'abitato di Verbania.

19.1.2. Mitigazioni

Le mitigazioni proposte consistono in interventi di rinfoltimento delle fitocenosi presenti, laddove queste presentano bassi valori di copertura degli strati arborei-arbustivi in modo da sviluppare e favorire i processi di chiusura del manto vegetale, oppure nell'impianto di nuove formazioni adiacenti a quelle esistenti e coerenti con le locali dinamiche vegetazionali, al fine di costituire un elemento a protezione delle stesse o di compensare la prevista sottrazione della fitocenosi interferita.

Il rinfoltimento della vegetazione permette anche di ricostituire corridoi biologici, interrotti dall'abbattimento di vegetazione arborea ed arbustiva, o di formarne di nuovi, tramite la connessione della vegetazione frammentata; tali corridoi sono importanti per la fauna presente. La progettazione degli interventi ha seguito alcuni criteri-guida tesi soprattutto a ricreare forme di vegetazione il più possibile simili a quella spontanea esistente nell'area. Ciò determina la necessità: dell'impiego di specie autoctone, di favorire ed accelerare il



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

dinamismo naturale della vegetazione, di rispettare le proporzioni tra le specie e la loro disposizione sul terreno.

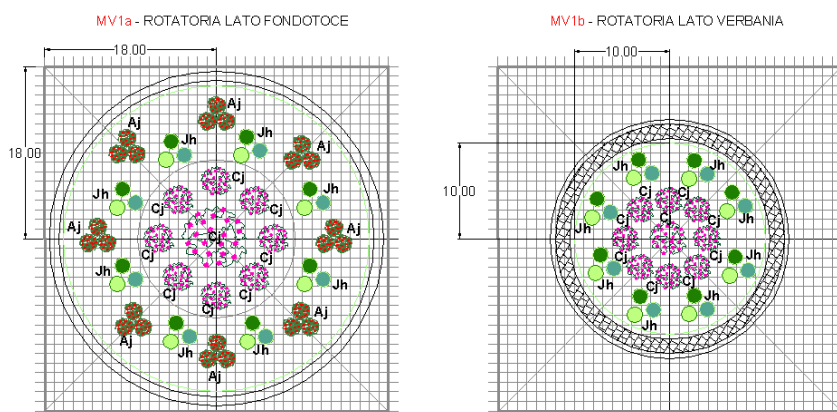
Nelle note a seguire sono descritti gli interventi di mitigazione proposti in progetto.

MV1 - Sistemazione a verde delle rotatorie (di Fondotoce e di Verbania). Nell'esecuzione delle sistemazioni a verde delle rotatorie si effettuerà il "prerinverdimento", cioè gli interventi saranno eseguiti durante la costruzione della strada e non alla fine dei lavori di costruzione, onde poter usufruire di un anticipo della crescita delle piante. Il terreno sarà preventivamente inerbato. Le rotatorie saranno dotate di impianto di innaffiamento.

Per le rotatorie è prevista la messa a dimora di piccoli esemplari arbustivi di specie alloctone: camelia, azalea e ginepro. Sono gli unici interventi in cui si è preferito dare risalto alle esigenze estetico-percettive piuttosto che alla coerenza con l'ambiente ecologico dell'area di studio, motivo per cui la scelta delle specie si è discostata dalla serie della vegetazione potenziale. In questo caso, la scelta delle "esotiche" è giustificata anche dall'esigenza funzionale di garantire la massima visibilità ai veicoli che impegnano la rotatoria.

Il sesto d'impianto per la rotatoria di Fondotoce prevede 3 file concentriche e sfalsate tra loro (a sinistra nella figura seguente) di: azalee (*Azalea japonica*), ginepri (*Juniperus horizontalis*) e camelie (*Camellia japonica*). Per la rotatoria di Verbania si prevedono 2 sole file concentriche e sfalsate tra loro di camelie (*Camellia spp*) e ginepro prostrato (*Juniperus horizontalis*).

I sestii di impianto sono riportati nella figura seguente



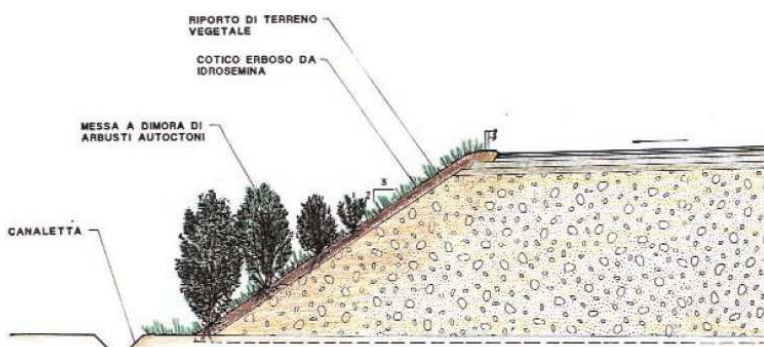
MV2 - Fasce arbustive sui rilevati stradali La realizzazione degli interventi prevede le seguenti operazioni (figura seguente):



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

- sistemazione dei rilevati con riporto di terreno vegetale;
- sistemazione di geostuoia tridimensionale con rinforzo polimerico;
- consolidamento dei rilevati con formazione di cotico erboso tramite semina a pressione (idrosemina) di specie erbacee macroterme;
- sistemazione finale di rilevati con la messa a dimora di essenze arbustive autoctone.



I criteri utilizzati per gli interventi di rivegetazione ad arbusti sono:

- messa a dimora di arbusti collocati 'a fascia' ad una distanza di sgombro a lato strada (2 m per le SS);
- la scelta delle specie legnose è coerente con la vegetazione potenziale del sito e la piantagione sarà effettuata con disposizione non geometrica e mescolando le specie a creare delle formazioni naturali e/o a macchia seriale;
- la messa a dimora va effettuata nei periodi stagionali favorevoli (autunno-inverno-primavera) con esclusione dei periodi di gelo e di aridità estiva. Ogni pianta verrà collocata in una buca predisposta di dimensione doppia della zolla o pane di terra e ricalzata con suolo organico, torba, ecc. e sarà dotata di: pali tutori, dischi o teli pacciamanti per evitare la concorrenza e l'effetto soffocante derivante dalla crescita delle erbe nei primi anni, e reti provvisorie di protezione antifauna.

Le specie utilizzate sono scelte fra quelle appartenenti agli stadi seriali delle formazioni presenti nel territorio, tratte dalla Carta delle serie della vegetazione d'Italia e da ulteriori dati bibliografici presenti consultati:

Cornus sanguinea (sanguinella)

Coronilla emerus (coronilla)

Laburnum anagyroides (maggiociondolo)

Euonymus europaeus (berretta del prete)

Viburnum lantana (lantana)

Ligustrum vulgare (ligustro comune)

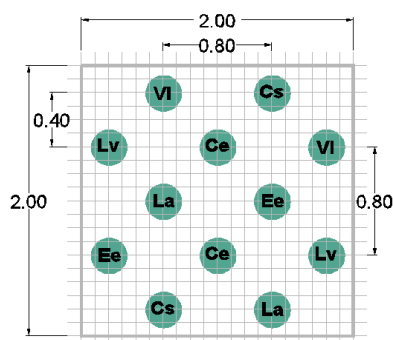


COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Il sesto è quello riportato nella figura sottostante, a sinistra. Il modulo di impianto è di 4 mq (2m x 2m) e prevede l'impianto di 12 piante (2 di ciascuna specie) secondo lo schema a quinconce riportato in figura, a destra. Le piantine presenti sono disposte l'una dall'altra ad una distanza di circa 80 cm. Il sesto a quinconce (a destra nella figura) consiste nella messa a dimora delle piante nei vertici di un triangolo equilatero, con la realizzazione di file sfalsate tra loro.

MV2 - MV6 - FASCE ARBUSTIVE SULLA SCARPATA DEI RILEVATI



Filari arborei ed arbustivi ai margini stradali

Lo scopo principale della realizzazione dei filari arbustivi (MV3) e arborei (MV4), descritti di seguito, è quello del miglior inserimento paesaggistico del progetto, ma l'intervento svolge anche altre importanti funzioni accessorie come la mitigazione dei rumori e l'intercettazione delle polveri.

Si prevede, pertanto, di costituire e mantenere una "barriera verde", di aspetto naturaliforme, che sarà formata da elementi arbustivi sul margine del rilevato stradale esternamente al fosso di guardia e da un'alternanza di elementi arborei sui margini esterni delle nuove viabilità di progetto, andando così a mitigare i confini con le zone a seminativo circostanti.

L'intervento è anche utile per rafforzare la rete ecologica con nuovi sistemi di corridoio nelle aree dove si possono localizzare potenziali spostamenti della fauna. Lo scopo principale è la conservazione di corridoi ecologici, che nell'area in esame hanno la funzione principale di favorire gli spostamenti delle specie animali all'interno di aree aperte. Inoltre questa mitigazione fornisce un habitat per la fauna tipica delle fasce ecotonali ed un luogo di rifugio, alimentazione e riproduzione per altre specie faunistiche.

MV3 - Filare arbustivo ai margini stradali. L'intervento interessa:

- le fasce laterali al rilevato, interposte fra la canaletta di scolo e la nuova viabilità carrabile per il camping continental;



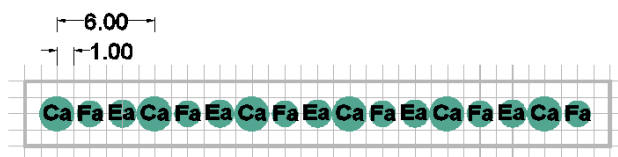
COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

- la fascia compresa fra la canaletta di scolo e la nuova pista ciclopeditone non asfaltata prevista sul lato occidentale della nuova viabilità (dove indicato nella planimetria di riferimento).

Il sesto di impianto degli elementi arbustivi prevede di porre a dimora arbusti di *Corylus avellana* (nocciolo), *Euonymus alpinus* (berretta del prete), *Frangula alnus* (frangula) a distanze regolari di 2 metri e alternati tra loro, secondo la sequenza nocciolo-berretta del prete-frangula-nocciolo-, come mostra la figura che segue.

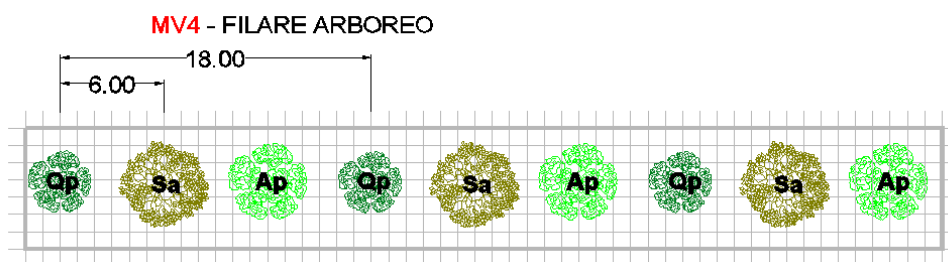
MV3 - FILARE ARBUSTIVO



MV4 - Filare arboreo ai margini stradali. L'intervento interessa:

- il margine occidentale della nuova pista ciclopeditone;
- il primo tratto del nuovo tracciato, sul lato esterno della canaletta di scolo (dove indicato nella planimetria di riferimento);
- il lato esterno della nuova viabilità carrabile per il camping.

Si prevede di porre a dimora alberi di *Quercus petraea* (rovere), *Sorbus aria* (sorbo montano) e *Acer pseudoplatanus* (acero di monte) a distanze regolari di 6 metri e alternati tra loro, secondo la sequenza rovere-sorbo-acero-rovere-, e come rappresentato nello schema della figura sottostante.



MV5 - Reintegro fascia riparia canale di Mergozzo. Questo intervento verrà realizzato esclusivamente nel caso in cui porzioni di cenosi arboreo-arbustive ripariali, attualmente presenti sul Canale Mergozzo, venissero compromesse dalla realizzazione del viadotto.

Si prevede la formazione di nuove macchie arbustive necessarie ad integrare la vegetazione già esistente in alveo; si fa riferimento in questo caso all'utilizzo di specie tendenzialmente igrofile, come le specie arbustive



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Salix purpurea e *Salix eleagnos*, tipicamente di greto, unitamente ad altre specie dal portamento arbustivo o arboreo basso come *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Sambucus nigra*, *Euonymus europaeus*.

Il sesto di impianto da adottare sarà lo stesso utilizzato per i rilevati stradali, con un modulo di 4 mq e la messa a dimora di 12 piante (appartenenti a 6 specie diverse), secondo l'elenco di seguito riportato:

- | | | |
|------|--|---|
| • Sp | <i>Salix purpurea</i> (salice rosso) | 2 |
| • Se | <i>Salix eleagnos</i> (salice ripaiolo) | 2 |
| • Cs | <i>Cornus sanguinea</i> (sanguinella) | 2 |
| • Ca | <i>Corylus avellana</i> (nocciolo) | 2 |
| • Sn | <i>Sambucus nigra</i> (sambuco) | 2 |
| • Ee | <i>Euonymus europaeus</i> (berretta del prete) | 3 |

MV6 - Sistemazione arbustiva aree residuali (piccole zone rotatoria Verbania, lato lago e triage).

L'intervento è finalizzato al recupero a verde di:

- due piccole aree residuali comprese fra la banchina laterale della nuova SS34 ed il muro di confine con il lago;
- dell'attuale piazzola di sosta lungo la SS 34;
- di una piccola area residuale ai margini dell'area di triage.

Il progetto prevede l'impianto delle specie arbustive, il sesto d'impianto e le specie da adottare sono le medesime di quelle utilizzate negli interventi di mitigazione sui rilevati MV2.

MV7 - Rinaturazione a prevalenza arbustiva degli imbocchi in galleria. Questi interventi sono finalizzati al ripristino delle cenosi temporaneamente sottratte durante le attività di cantiere, per la realizzazione dei tratti in galleria, ed alla ricucitura coerente con le formazioni vegetali adiacenti ai siti di intervento. Dal punto di vista naturalistico, gli interventi di piantumazione di cenosi pertinenti con le locali caratteristiche vegetazionali consentono il recupero degli habitat temporaneamente sottratti o alterati, favorendo nel contempo l'inserimento paesaggistico dell'opera.

L'imbocco in galleria lato Mergozzo comporta un tratto iniziale di 75 metri di galleria artificiale che sarà ritombata, mentre sul lato Verbania la galleria artificiale si limita a pochi metri.



COMUNE DI VERBANIA

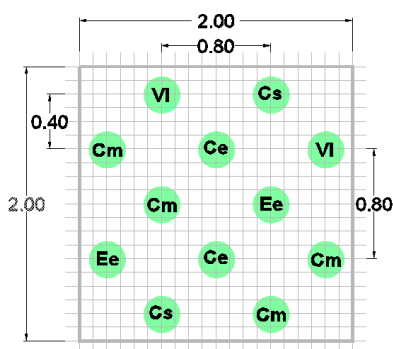
Relazione Generale

Gli imbocchi ed i relativi muri di sostegno dovranno essere mitigati visivamente mediante piantagione di specie arbustive, inserite con lo scopo di minimizzare la ferita procurata sulla vegetazione. L'intervento interesserà il tratto di galleria artificiale, lato Mergozzo, e la parte superiore e laterale della galleria lato Verbania, e sarà costituito dalla formazione di macchie di vegetazione arbustiva.

Le specie arbustive da impiegarsi saranno esclusivamente di tipo forestale, dotate di elevata pioniericità ed adattate ad ambienti tendenzialmente poveri. Il sesto è quello riportato nella figura sottostante. Il modulo di impianto è di 4 mq (2m x 2m) e prevede l'impianto di 12 piante secondo lo schema a quinconce. Il *Crataegus monogyna* è presente in quantità doppia rispetto alle altre specie.

Ca - <i>Corylus avellana</i> (nocciolo)	2
Cs - <i>Cornus sanguinea</i> (sanguinella)	2
VI - <i>Viburnum lantana</i> (lantana)	2
Ce - <i>Coronilla emerus</i> (coronilla)	2
Cm - <i>Crataegus monogyna</i> (biancospino)	4

MV7 - RINATURAZIONE DEGLI IMBOCCHI IN GALLERIA



Nel caso della galleria lato Mergozzo, che in alcuni tratti presenta uno strato elevato di ricopertura, in fase di progettazione esecutiva verrà valutata la possibilità di impiantare specie arboree; in tal caso le specie da utilizzare saranno scelte tra: *Fraxinus excelsior*, *Castanea sativa*, *Acer pseudoplatanus* e *Ulmus glabra*.

MV8 - Messa a dimora di rampicanti

Per mascherare le aree triage di Mergozzo e di Verbania e lungo la recinzione perimetrale dell'area tecnica in corrispondenza dello sbocco del canale di sfiato della galleria si prevede di impiantare, lungo le recinzioni, piante di *Hedera helix* (edera), specie rampicante che si adatta anche al mascheramento delle superfici sbancate sul versante roccioso dell'imbocco in galleria lato Verbania. Si prevede 1 pianta ogni metro.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

MV9 - Protezione di elementi arborei di particolare valenza naturalistica. L'intervento si pone l'obiettivo di proteggere gli elementi arborei-arbustivi di importanza naturalistica presenti all'interno della Riserva Naturale Speciale, nonché SIC/ZPS IT1140001 Fondo Toce. In prossimità dello svincolo di Verbania sono infatti presenti tre piccoli lembi dell'habitat prioritario 91E0 "foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior*" (*Alno-Padion*, *Alnion glutinosae*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*) a ridosso del tratto urbano della SS34 (denominata Via Quarantadue Martiri), costituito da esemplari arborei di *Salix alba* e *Populus sp.* Di questi solo uno è adiacente ai lavori in progetto.

Il nuovo muro in calcestruzzo al limite della rotatoria è posto all'interno dell'attuale sede stradale, che costituisce il confine della Riserva. Gli interventi di realizzazione del nuovo muro saranno effettuati con la massima attenzione e rispetto per la sensibilità del sito ed eviteranno in modo assoluto operazioni che comportino rischio per l'integrità strutturale degli esemplari arborei ivi presenti. Saranno evitati tagli o riduzione di chioma e dell'apparato radicale e si procederà alla loro protezione mediante strutture temporanee per evitarne il danneggiamento, così come descritte nella prescrizione PR1.

Sottopassi faunistici (MF1)

Perché il nuovo rilevato stradale non costituisca ostacolo agli spostamenti della fauna terrestre saranno utilizzati i 6 tombini scatolari previsti dal progetto. I tombini hanno una dimensione media di 3mx2m e, per facilitare l'attraversamento, verrà posizionata una 'dalla' sulla canaletta di scolo alla base del rilevato. I filari arbustivi previsti ai piedi del rilevato costituiranno un invito al passaggio.

Si sottolinea comunque che tra la spalla del nuovo ponte ed il canale di Mergozzo rimane libero un passaggio lungo la fascia ripariale igrofila in sponda destra del canale.

19.1.3. Compensazioni

Gli interventi di compensazione riguardano aree non direttamente interessate dal progetto, ma che manifestano potenzialità e vocazioni di riqualificazione. Questi interventi, che possono anche compensare interferenze indotte dalla realizzazione del progetto e non eliminabili, sono atti a migliorare la qualità ambientale complessiva. Esse provvedono a sostituire una risorsa ambientale che è stata depauperata con una risorsa considerata di importanza almeno equivalente.

CM1 - Rinaturazione con formazioni boschive



COMUNE DI VERBANIA

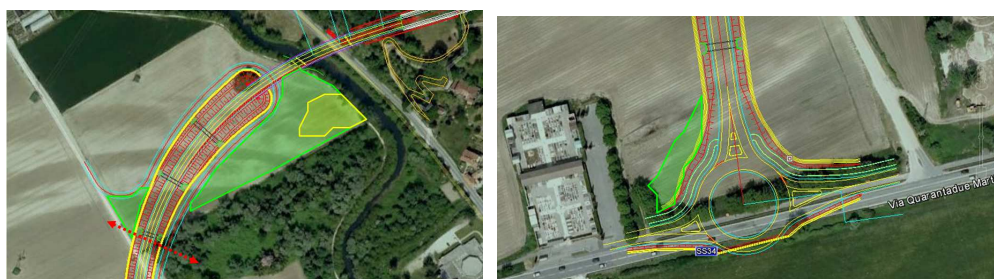
Relazione Generale

La compensazione verrà realizzata nei tratti in cui la vegetazione naturale subirà alterazioni parziali o totali a seguito delle attività di cantiere. Lo scopo principale è la ricostituzione di cenosi strutturate ed ecologicamente funzionali, mediante la messa a dimora di specie erbacee, arbustive ed arboree autoctone. In particolare, essa è prevista nelle zone evidenziate nelle figure sottostanti al fine di recuperare l'area del cantiere base e come compensazione per la sottrazione di habitat naturali causati dai lavori agli imbocchi delle gallerie.

Si prevedono due formazioni boscate, anche allo scopo di favorire lo spostamento della fauna e di creare nuovi habitat faunistici per le specie animali che utilizzano i due nuclei boschivi suddetti, parzialmente ridotti dalla realizzazione del tracciato in esame. Inoltre, la rinaturazione costituisce una sorta di stepping-stone tra la formazione boscata esistente localizzate a sud del tracciato e la fascia ripariale igrofila lungo il Canale Mergozzo. Difatti, per formazione boschiva si intende un raggruppamento minimo di specie arboree d'alto fusto, costitutive del bosco, sotto il quale si possono sviluppare arbusti e piante erbacee. Il ruolo prevalente e le modalità di utilizzo della formazione boschiva definiscono la scelta della densità della copertura boschiva.

In considerazione delle indicazioni del PRG di Verbania, che destina l'area di intervento di Fondotoce a "Aree per spazi pubblici a parco per il gioco e lo sport", si è previsto di destinare un piccolo lembo dell'area boscata alla creazione di un'area di sosta attrezzata per la fruizione turistica. L'area, in corrispondenza della quale la copertura boschiva sarà interrotta, è stata appositamente localizzata in adiacenza al canale di Mergozzo ed è quindi raggiungibile dalla pista ciclopedonale esistente lungo la sponda destra del canale stesso. L'area potrà essere attrezzata con panche, tavole ed attrezzature utili per il tempo libero.

Si è deciso di non prevedere la semina di specie erbacee nell'area interessata dalla rinaturazione e dall'area di sosta, al fine di permettere la colonizzazione da parte delle specie spontanee.





COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

Nelle figure precedenti sono evidenziate le aree interessate dagli interventi di rinaturazione con formazioni boschive (retino verde). Con il retino giallo è riportata l'area di sosta. La freccia rossa bidirezionale indica il principale corridoio faunistico, che sfrutterà uno dei tombini scatolari dei rilevati stradali. Nella figura a seguire è evidenziato il sesto d'impianto da utilizzare, costituito, per uno sviluppo di 400 mq, dalle specie riportate di seguito:

ALBERI

Qp	<i>Quercus petraea</i> (quercia)	2
Ac	<i>Acer pseudoplatanus</i> (acero)	1
Fe	<i>Fraxinus excelsior</i> (frassino)	2
Sa	<i>Salix alba</i> (salice)	2

ARBUSTI

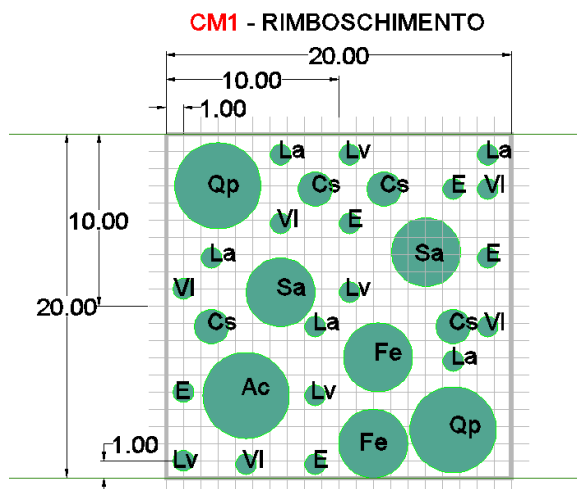
E	<i>Euonymus europaeus</i> (berretta del prete)	5
Cs	<i>Cornus sanguinea</i> (sanguinella)	4
Lv	<i>Ligustrum vulgare</i> (ligustro comune)	4
VI	<i>Viburnum lantana</i> (lantana)	5
La	<i>Laburnum anagyroides</i> (maggiociondolo)	5

Il modulo di impianto è di 400 mq (20m x 20m) e prevede la messa a dimora di 30 piante appartenenti a 9 diverse specie. In ogni modulo sono presenti 7 alberi e 23 arbusti, in modo variabile, come riportato nello schema sottostante. La densità dell'impianto è variabile così come la distanza tra gli alberi e gli arbusti, così da poter adattare il sesto d'impianto alle 3 diverse situazioni.



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale



CM2 – Pista ciclopedonale. La strada provvisoria che verrà utilizzata durante la realizzazione del rilevato e del viadotto per raggiungere dalla SS34 il Camping Continental, verrà successivamente mantenuta diventando una pista ciclopedonale. Al fine di evitare il passaggio delle macchine al centro sarà posta una colonnina.



20 ESPROPRI

Riguardo agli espropri, è stato acquisito il piano particellare in scala 1:2000, sul quale è stato collocato l'ingombro della strada di progetto.

E' stato, inoltre, predisposto l'elenco delle ditte con la stima degli espropri.

I Comuni interessati sono Verbania e San Bellarmino.

Per la determinazione delle indennità, si sono seguiti i criteri attualmente imposti dalle norme oggi vigenti in materia di espropriazione per pubblica utilità ovvero il D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327, recante il "*Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità*", e successive modifiche ed integrazioni, aggiornato al D.Lgs. 2 luglio 2010 n. 104 codice del processo amministrativo.

In base alla normativa su esposta, quindi, le predette indennità base di esproprio risultano dall'applicazione alle superfici espropriande dei Valori Agricoli Medi (V.A.M.), pubblicati annualmente dall'Assessorato Regionale dei Lavori Pubblici, relativi alle colture effettivamente praticate sulle medesime aree espropriande.

Nel caso di che trattasi, i predetti Valori Agricoli Medi sono stati desunti dai provvedimenti regionali più recenti emessi in merito dal predetto Assessorato Regionale dei Lavori Pubblici.

Commisurando le indennità d'esproprio alle superfici delle aree espropriande ed applicando ad esse i relativi Valori Agricoli Medi riferiti alle colture praticate sulle stesse, quindi aggiungendo le indennità aggiuntive e l'indennità per l'occupazione temporanea, si è stimata l'indennità di esproprio e di occupazione temporanea e/o d'urgenza.

Al fine di determinare l'importo totale da prevedersi per espropri nel quadro economico di progetto, al predetto importo delle indennità di esproprio e delle indennità di occupazione d'urgenza preordinata all'esproprio, nonché delle indennità di occupazione temporanea non preordinata all'esproprio, sono state aggiunte le ulteriori somme, rispettivamente per:

- eventuali maggiorazioni delle indennità di esproprio a seguito di determinazioni della terna di Tecnici, nominata ai sensi dell'art. 21 del precitato D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327, valutate presuntivamente nella misura del 20 % delle indennità di esproprio stesse;



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

- interessi legali, calcolati per la durata di un anno, applicando all'indennità base di esproprio il tasso legale corrente, valutato presuntivamente nella misura del 5 % ;
- spese varie connesse all'espletamento delle procedure di esproprio ed al perfezionamento degli espropri stessi, quali :
 - spese per pubblicazioni varie su quotidiani nazionali e locali, nonché su Gazzette e/o Bollettini ufficiali, valutate presuntivamente nella misura del 10 % dell'indennità base;
 - spese per registrazioni di atti, trascrizione decreti e competenze notarili, valutate presuntivamente nella misura del 5 % dell'indennità base.



21 PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO

La metodologia seguita per la stesura del Piano di Sicurezza e Coordinamento e del Fascicolo, ha previsto la redazione del PSC contestuale a quella del progetto esecutivo: ciò ha consentito di concertare le decisioni progettuali tra progettista e coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, ottimizzando le scelte tecniche con quelle relative all'esecuzione in sicurezza dell'opera stessa.

Il processo di verifica da parte Coordinatore per la progettazione, è avvenuto in tutte le fasi di redazione ed ha consentito di fornire al progettista dell'opera tutte le indicazioni per la stesura del progetto in accordo con i dettami e le problematiche del D.Lvo 81/08 e s.m.i.

Le fasi realizzative del PSC e le principali argomentazioni trattate, sono sinteticamente riportate di seguito:

1. **Analisi del progetto**, per l'individuazione di tutte le lavorazioni previste, delle attrezzature necessarie a ciascuna operazione, dei rischi connessi con tutte le operazioni ed i macchinari di ciascuna lavorazione.
2. **Riesame del progetto con il progettista**: dopo aver individuato le criticità possibili del processo produttivo, il Coordinatore per la Progettazione ha eseguito una serie di riesami del progetto con il progettista, raggiungendo decisioni concertate tra i due professionisti che, in particolare, hanno riguardato: opere provvisorie, lavorazioni, operazioni, programma dei lavori, scelta materiali, disamina situazioni malsane degli ambienti di lavoro connesse con problemi di emissioni, aerazione e rumore.
3. **Stesura del Piano** secondo le principali parti che di seguito sono sinteticamente descritte:
 - a. Relazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento: è la parte di documento nella quale sono state affrontate tutte le problematiche relative all'esecuzione in sicurezza delle lavorazioni e dove sono stati analizzati i rischi derivanti dalle possibili interferenze spazio-temporali tra lavorazioni di diversa natura, tra diverse imprese (appaltatore ed eventuali subappaltatori), tra imprese appaltatrici e fornitori franco cantiere, tra strutture in corso di esecuzione e lavoratori operanti nel cantiere, ecc.; i rischi individuati sono stati definiti rischi di interferenza, o criticità, e sono state individuate le relative misure di prevenzione e protezione. Sono poi state analizzate sia le lavorazioni con rischi ad elevata diffusione (rumore, elettrocuzione, impianti elettrici, demolizioni, vibrazioni, movimentazione manuale



COMUNE DI VERBANIA

Relazione Generale

dei carichi, cadute dall'alto, ecc.), sia lavorazioni specifiche del cantiere (interferenze con traffico e sottoservizi, operazioni di varo, scavo in sotterraneo, lavori in alveo, uso di esplosivo).

b. Analisi dei rischi: l'analisi del progetto ha condotto alla stesura delle "schede rischi"; in ogni scheda sono state correlate lavorazioni, operazioni, macchinari e attrezzature con rischi e provvedimenti di garanzia. Le schede, di facile consultazione, sono state concepite per l'uso in cantiere, sia allo scopo di informare "a caldo" i lavoratori e i preposti, sia per l'attività di controllo del Coordinatore in fase di esecuzione.

c. Valutazione dei rischi: per ciascuna tipologia di lavoratore, è stato valutato il rischio in base alla tipologia del pericolo e alla sua possibile frequenza, direttamente collegata alla specifica lavorazione trattata.

d. Analisi dei costi per la sicurezza: attraverso opportune analisi riguardanti le singole opere e le varie categorie di lavoro interessate, è stata individuata l'incidenza di costo di tutti gli apprestamenti inerenti la salvaguardia delle condizioni di sicurezza nei luoghi di lavoro, così come prescritto nel PSC, riferiti sia ad ogni singola opera, sia agli oneri generali, alle opere provvisorie e agli oneri relativi ai rischi da interferenza.

e. Fascicolo dell'opera, è stato redatto in conformità a quanto previsto dall'art. 101 del D.Lgs 81/08 e come indicato nell'Allegato XVI, tenendo conto delle specifiche norme di buona tecnica e dell'allegato II al documento U.E. 260/5/93. Il fascicolo dovrà essere preso in considerazione all'atto di eventuali lavori successivi all'opera. Nel fascicolo sono state precisate la natura e le modalità di esecuzione di eventuali lavori successivi: si tratta quindi di un piano per la tutela della sicurezza e dell'igiene, specifica ai lavori di manutenzione e di riparazione dell'opera.

f. Elaborati grafici: sono state analizzate graficamente le principali lavorazioni, indicando le misure di prevenzione e protezione da adottare in ciascuna fase esecutiva.



22 CRONOPROGRAMMA

Il programma lavori di dettaglio prevede una durata complessiva delle lavorazioni pari a 1070 giorni naturali e consecutivi.

Esso è stato sviluppato tenendo conto del tempo necessario all'allestimento dell'area di cantiere e al relativo smobilizzo al termine dell'opera.

Nel Cronoprogramma dei lavori sono rappresentate graficamente tutte le attività costruttive suddivise in livelli gerarchici, dal più generale oggetto del progetto fino alle più elementari attività gestibili autonomamente dal punto di vista delle responsabilità, dei costi e dei tempi.

Il suddetto cronoprogramma contiene le previsioni temporali relative all'esecuzione delle lavorazioni riguardanti tutte le opere, maggiori e minori, che costituiscono l'appalto nel suo complesso.

Nella redazione del cronoprogramma si è tenuto conto, nella misura delle normali previsioni, dell'incidenza di giorni per andamento stagionale sfavorevole e delle festività.