

S.S. 42 "DEL TONALE E DELLA MENDOLA"
VARIANTE EST DI EDOLO

PROGETTO DEFINITIVO



CESI
Shaping a Better Energy Future
Mandante

TECHINT
Engineering & Construction
Mandataria

IGEAG
ENGINEERING S.p.A.
SERVIZI INTEGRATI DI INGEGNERIA
Mandante

VISTO: IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO

RESPONSABILE
DELL'INTEGRAZIONE DELLE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

PROGETTISTA SPECIALISTA

IL COORDINATORE DELLA
SICUREZZA IN FASE DI
PROGETTAZIONE

Ing. Giancarlo LUONGO

Ing. Alessandro RODINO

Ing. Alessandro RODINO

Dott. Domenico TRIMBOLI

ELABORATI GENERALI

RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

COMI21 D 1810

NOME FILE

T00EG00GENRE01_B

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB. T00EG00GENRE01

B

-

C

B

A

REV.

REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS
E PER RICHIESTA MODIFICA TRACCIATO

EMISSIONE

DESCRIZIONE

Agosto 2021

Maggio 2021

DATA

M. Barale

M. Barale

REDATTO

E. Giraud

E. Giraud

VERIFICATO

A. Rodino

A. Rodino

APPROVATO

INDICE	Pag.
1. INTRODUZIONE	1
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	3
3. INQUADRAMENTO DELL'OPERA	5
3.1 Ubicazione geografica	5
3.2 Il tracciato definito nella sede della Progettazione Preliminare.....	5
4. RISPONDENZA AL PDFTE ED ALLE PRESCRIZIONI	9
5. FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO	12
5.1 Aspetti geologici	12
5.2 Aspetti idraulici.....	13
5.3 Aspetti archeologici	15
5.4 Aspetti ambientali	16
5.5 Aspetti urbanistici	16
5.6 Interferenze	16
5.7 Espropri.....	18
6. IL PROGETTO DEFINITIVO DELL'INFRASTRUTTURA.....	20
6.1 Tratto a cielo aperto Sud	27
Fasi realizzative della zona a Sud.....	30
6.2 La galleria Naturale.....	35
6.3 Tratto a cielo aperto Nord	36
6.4 Le componenti impiantistiche.....	38
6.4.1 Sistema primario di distribuzione dell'energia elettrica.....	38
6.4.1.1 Trasformazione e distribuzione	38
6.4.2 Sistemi di alimentazione di continuità	39
6.4.3 Protezioni e selettività	39
6.4.4 Impianto di messa a terra.....	40
6.4.5 Impianti meccanici	40

6.4.5.1	Impianto di ventilazione	41
6.4.5.2	Misura e controllo qualità aria	41
6.4.5.3	Pressurizzazione vie di esodo	41
6.4.5.4	Impianto idrico antincendio	42
6.4.6	Impianto di illuminazione.....	42
6.4.6.1	Illuminazione della viabilità esterna e delle interconnessioni	42
6.4.6.2	Illuminazione di galleria	42
6.4.6.3	Illuminazione di sicurezza	43
6.4.6.4	Cunicolo di emergenza galleria	44
6.4.7	Impianto di videosorveglianza	44
6.4.8	Impianto di diffusione radio	45
6.4.9	Segnaletica.....	45
6.4.9.1	Segnaletica generica e di chiusura al traffico	45
6.4.9.2	Segnaletica luminosa	46
6.4.10	Rete dati.....	46
6.4.11	Impianto di telecontrollo	47
6.4.12	Sistema SCADA	48
6.5	Caratteristiche dei materiali	48
7.	CAVE E DISCARICHE.....	49
8.	CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE.....	52
9.	QUADRO ECONOMICO DELL'INTERVENTO	52

Allegati:

1	DETERMINA MOTIVATA DI CONCLUSIONE POSITIVA DELLA CONFERENZA DEI SERVIZI
---	---

1. Introduzione

Il presente Progetto Definitivo viene redatto dal Raggruppamento Temporaneo d'Imprese (RTI) costituito tra la Società Mandataria Techint Compagnia Tecnica Internazionale S.p.A. e le Società Mandanti CESI S.p.A. – IGEAS Engineering S.r.l. nell'ambito dell'Accordo Quadro DG 27/17 "Lotto n.2: coordinamento territoriale ANAS 3 (Lombardia, Piemonte, Valle d'Aosta, Liguria) – Codice CIG:72686041C6 e del relativo Contratto Attuativo riguardante la redazione della Progettazione Definitiva ed Esecutiva dei "Lavori di Ammodernamento della SS. 42 del Tonale e della Mendola. Variante est di Edolo – LOTTO II".

L'intervento in oggetto è stato incluso fra le opere infrastrutturali connesse e di contesto, con finanziamenti già completamente disponibili per la loro realizzazione, dal Decreto Legge 7 dicembre 2020, pubblicato in GURI Serie Generale n.26 del 1 febbraio 2021 (c.d. Decreto Olimpiadi Milano-Cortina 2026), dal titolo "Identificazione delle opere infrastrutturali da realizzare al fine di garantire la sostenibilità delle Olimpiadi invernali Milano-Cortina 2026".

La precedente fase progettuale, avente come oggetto la redazione dello Studio di Prefattibilità Ambientale ed il Progetto Preliminare dei "Lavori di adeguamento in sede del tratto Berzo Demo – Edolo della S.S. 42 "del Tonale e della Mendola" e per la costruzione della variante est di Edolo con collegamento in lato sud sulla S.S. 39 del Passo dell'Aprica", è stata redatta da altro RTI su incarico della Provincia di Brescia.

Nell'ambito del predetto incarico era stato definito, nel Progetto Preliminare, il tracciato della Variante stradale "Lavori di Costruzione della Variante est di Edolo - II lotto", scelto tra diverse soluzioni analizzate.

La presente Relazione generale del progetto definitivo viene redatta ai sensi del Art. 25. del DPR 207 del 5 ottobre 2010, n. 207, e fornisce gli elementi essenziali atti a dimostrare la rispondenza del progetto alle finalità dell'intervento. Verranno descritte le previste opere rimandando, per i dettagli relativi ai temi trattati, agli specifici elaborati di progetto.

Come verrà evidenziato nel seguito la realizzazione della Variante in oggetto presenta significative criticità dovute a particolari situazioni ambientali.

L'analisi di dettaglio delle criticità, effettuata nella presente sede progettuale, ha permesso di definire le modalità realizzative che si ritengono migliori per la loro mitigazione.

Il progetto dell'infrastruttura è stato eseguito nel completo rispetto del quadro normativo attuale di riferimento ed è stato basato sui nuovi rilievi topografici di dettaglio e su una nuova campagna di indagini geognostiche che ha permesso di sviluppare il modello geologico e geotecnico di riferimento.

In ultimo si evidenzia che nella stesura del progetto si è tenuto conto degli esiti della

Conferenza dei servizi conclusasi con esito positivo sulla base degli atti progettuali precedenti. Nel capitolo 5 si riportano gli esiti della Conferenza dei Servizi e, in Allegato 1, la “Determina motivata di conclusione positiva della conferenza dei servizi”.

2. Normative di riferimento

Il quadro normativo principale di riferimento per la progettazione stradale e per il progetto delle strutture è il seguente:

- D.M. 05/11/01 n. 6792 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- D.M. 22/04/04 – Modifica del decreto 5 novembre 2001 n. 6792 recante “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- D.Lgs. 30/04/92 n. 285 e successive modificazioni - “Nuovo codice della strada”;
- D.P.R. 16/12/1992 n.495 e ss.mm.ii. “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada”;
- D.M. LL.PP. 19/04/06 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”;
- Regolamento di Regione Lombardia 24/4/2006 n. 7 – “Norme tecniche per la costruzione delle strade”;
- D.G.R. 27/09/2006 n. 8/3219 della Regione Lombardia – “Elementi tecnici puntuali inerenti ai criteri per la determinazione delle caratteristiche funzionali e geometriche per la costruzione dei nuovi tronchi viari e per l’ammodernamento ed il potenziamento dei tronchi viari esistenti ex art.4, r.r. 24/04/2006, n.7”;
- Circolare LL.PP. n. 7938/99 “Sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali con particolare riferimento ai veicoli che trasportano merci pericolose”;
- D.M. n. 223 del 18.02.1992 e ss.mm.ii. (D.M. 03.06.1998, D.M. 11.06.1999 e D.M. 21.06.2004) “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”.
- D.M. Infrastrutture Trasporti 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»”;
- Circ. Min. Infrastr. Trasp. 21 gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al D.M. 17/01/2018”;
- Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9/03/2011 "Condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione”;
- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Circolare Ministero dei Lavori pubblici 14 febbraio 1974, n.11951 – Applicazione delle norme sul cemento armato;
- Legge 5 febbraio 1974, n. 64 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

- Eurocodici UNI EN 1990:2006; UNI EN 1991; UNI EN 1992; UNI EN 1993; UNI EN 1994; UNI EN 1997; UNI EN 1998;
- Calcestruzzo - specificazione, prestazione, produzione e conformità (UNI EN 206-1:2006);
- UNI EN 1992-1-1:2005 - EC 2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo;
- Direttiva 2004/54/CE 29.04.04 del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa ai requisiti minimi di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea;
- D.M. LL.PP. 05.06.01 – “Sicurezza nelle gallerie stradali”;
- “Linee guida A.N.A.S. per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali” - edizione 2009.

3. Inquadramento dell'opera

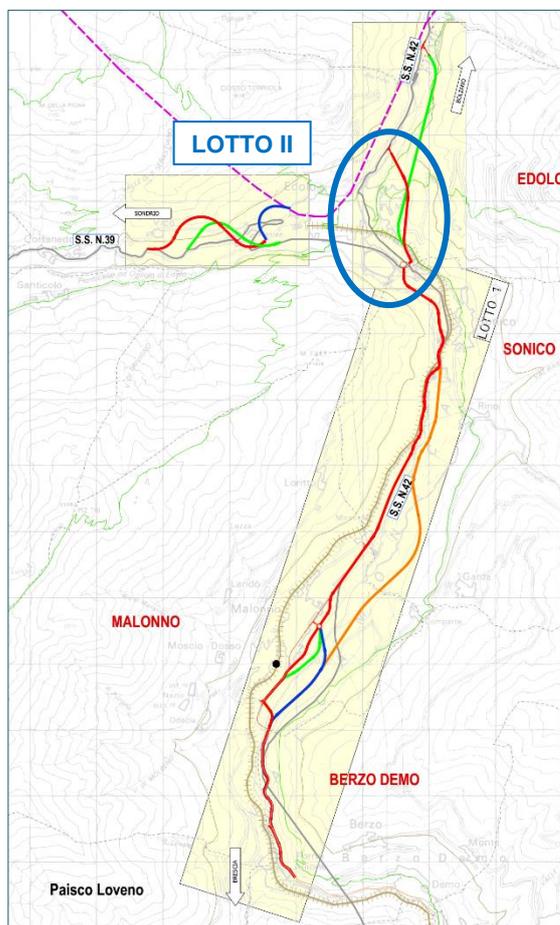
3.1 Ubicazione geografica

L'opera è geograficamente collocata nell'Alta Valle Camonica, ed interessa in particolare il settore sud-occidentale del Comune di Edolo, in provincia di Brescia. L'Alta Valle Camonica è attraversata dal Fiume Oglio ed è incuneata tra i massicci alpini dell'Adamello-Presanella ed Ortles-Cevedale.

Come già evidenziato nella Progettazione Preliminare, la S.S. 42 collega il comprensorio dell'Alta Valle a Bergamo in direzione SW ed a Bolzano in direzione NE e costituisce quindi l'asse portante della viabilità nella zona, che risulta densamente urbanizzata con insediamenti sia artigianali che legati al settore primario ed al turismo.

Essa si sviluppa nel fondo valle ed è stata interessata in passato da interventi di riqualificazione, al cui parziale completamento è rivolto il presente progetto.

L'abitato di Edolo è attraversato, inoltre, dalla S.S. 39 che lo collega in direzione ovest con il Passo dell'Aprica.



3.2 Il tracciato definito nella sede della Progettazione Preliminare

La soluzione selezionata in sede di Progetto Preliminare, tra le diverse alternative analizzate, presentava un tracciato caratterizzato da una sezione Tipo "C2" che aveva inizio, lato Sud, con una nuova rotatoria che modificava quella esistente al fine di connettere nel miglior modo possibile la nuova Variante stradale mantenendo tutte le connessioni alle diverse viabilità locali esistenti.

Si immetteva quindi, per un breve tratto, sulla sede della strada comunale Via Valeriana, passando in affiancamento all'attuale centrale ENEL.

Dopo un breve tratto di galleria artificiale, alla progressiva di circa 240 m ovvero, appena oltrepassate le aree ove sono presenti gli impianti e i manufatti della centrale ENEL, aveva inizio la galleria naturale che, con una lunghezza di circa 1487 m, bypassava il nucleo urbano di Edolo.

Allo sbocco della galleria era previsto un breve tratto di galleria artificiale ed il tracciato terminava, mediante uno svincolo a rotatoria per l'innesto sulla S.S. 42, in sponda destra del Fiume Oglio per l'attraversamento del quale veniva previsto un ponte ad arco (estradosato con arco a spinta eliminata) con unica campata lungo circa 60 m.

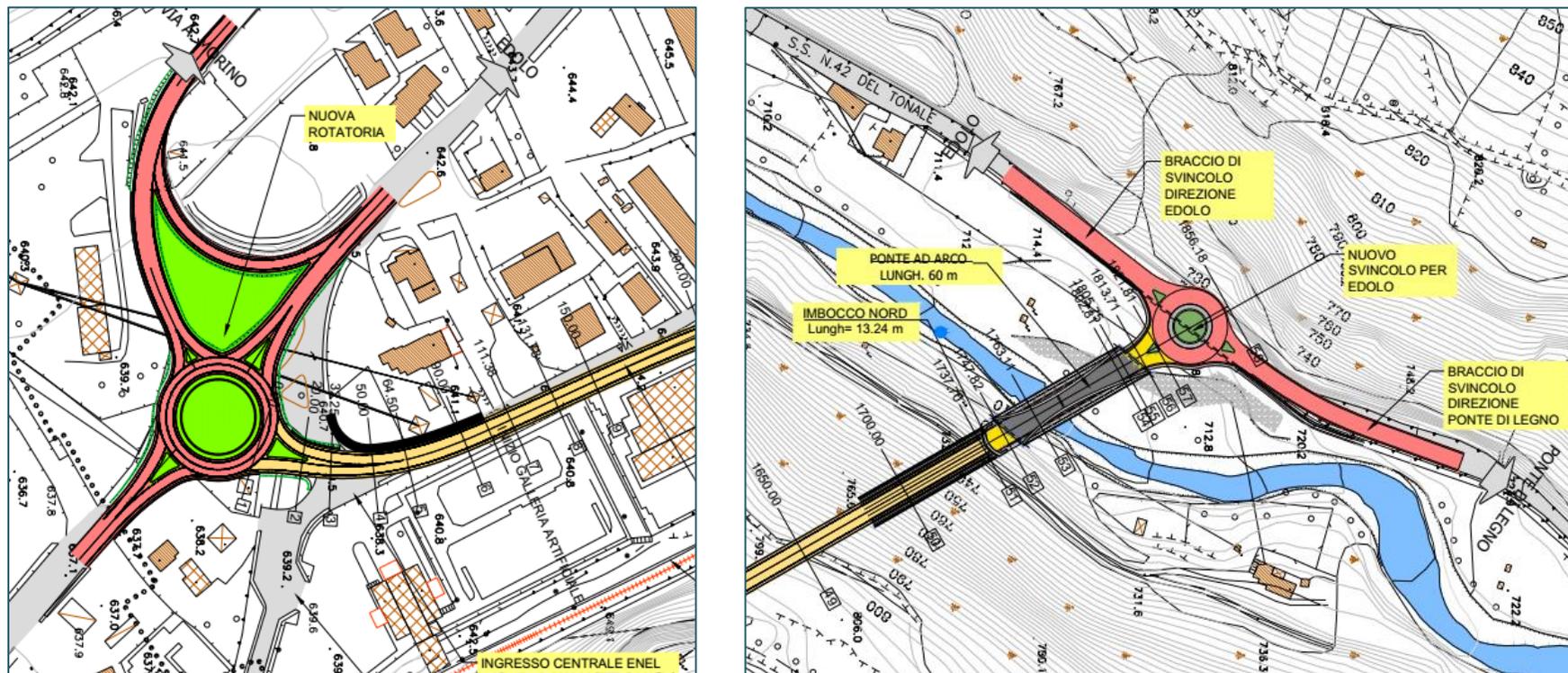


Figura 2 – Schema planimetrico delle rotatorie da Progetto Preliminare

4. Rispondenza al PdFTE ed alle prescrizioni

Era stata indetta la Conferenza dei Servizi sulla precedente fase progettuale, ai sensi del ex art. 14-bis della Legge n. 241/1990 (c.d. Conferenza semplificata), ai fini dell'approvazione del Progetto così come previsto dall'art. 27 commi 3 e 4 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i..

In Allegato 1 si riporta la *Determina motivata di conclusione positiva della conferenza dei servizi*.

Come visibile nella Determina allegata i Soggetti intervenuti in sede di Conferenza dei servizi hanno approvato il Progetto e sono state fornite soltanto alcune indicazioni relative ad alcuni sottoservizi interferenti con il progetto da parte di:

- E-Distribuzione;
- TIM
- Società Valle Camonica Servizi.

Non sono state pertanto fornite indicazioni particolari al quale ottemperare.

Tra i pareri acquisiti in sede di Conferenza dei Servizi preliminare, si fa particolare riferimento anche a quello rilasciato dalla Regione Lombardia n. 556136/2018 e dai Comuni interessati dal Progetto.

Nella Progettazione Preliminare, con riferimento alle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade (DM 5/11/2001)", veniva adottata una piattaforma stradale relativa ad una strada extraurbana secondaria di Tipo "C2".

Attualmente, come richiesto dalla Committenza, è stata ritenuta necessaria e migliorativa l'adozione delle caratteristiche progettuali di una strada extraurbana di Tipo "C1".

Nella presente fase progettuale, oltre alla completa messa a norma dell'intero tratto della Variante stradale e delle connessioni con le preesistenti viabilità, si è posta l'attenzione sulla necessità, nel rispetto del quadro normativo e sulla base delle raccomandazioni di ANAS, di prevedere, tra gli sbocchi della galleria e le sezioni di arresto sulle rotatorie, un adeguato tratto a cielo aperto.

In particolare, per la connessione a Nord della nuova variante alla S.S. 42, nella soluzione individuata nel Progetto Preliminare, tale tratto era eccessivamente ridotto essendo pari a 68.77 m. Si è pertanto individuata una nuova collocazione della rotatoria più a Ovest e questo ha permesso di portare tale distanza a 106.7 m.

Da evidenziare che la nuova topografia ha permesso di accertare una discrepanza presente nel Progetto preliminare sulle quote del terreno nella zona della rotatoria nord che presentano quote significativamente maggiori rispetto a quanto originariamente ipotizzato.

In conseguenza di ciò la pendenza longitudinale della galleria è stata leggermente aumentata

portandola dal 5,72% al 6,05%.

Per quanto riguarda la tratta a sud della nuova variante si evidenzia quanto segue:

La soluzione del progetto preliminare richiedeva necessariamente l'interruzione della viabilità interna alla Centrale ENEL e l'accesso al fabbricato di deposito/autorimessa, era previsto solamente da Nord (accesso esistente).

Successivamente a confronti con i tecnici di ENEL è stato richiesto di mantenere la viabilità interna alla Centrale e altresì l'accesso diretto alla galleria di accesso alla Centrale elettrica in caverna.

Nella definizione del profilo longitudinale della Variante si è dovuto tener conto anche dell'esistenza delle gallerie/condotte delle centrali di ENEL/Edison, presenti nel tratto esaminato.

Quanto sopra ha comportato la rivisitazione del Progetto con ricollocazione della rotatoria di inizio della Variante più a Sud e lasciando invariata la rotatoria ovoidale esistente.

La nuova rotatoria collocata più a sud va a interessare anche il territorio del Comune di Sonico, che non era interessato in questo tratto dalla soluzione del progetto preliminare.

Questo ha consentito di anticipare significativamente l'imbocco della galleria artificiale consentendo, nella sistemazione definitiva, di ripristinare completamente la viabilità interna alla Centrale ENEL e altresì di Via Valeriana aspetto questo ultimo estremamente migliorativo rispetto alla soluzione prospettata nel Progetto Preliminare.

L'allungamento complessivo del tratto in sotterraneo ha richiesto, per Norma, di prevedere una nuova Piazzola di emergenza che verrà realizzata nel lungo tratto in artificiale.

La nuova soluzione ha inoltre richiesto l'adozione per la prima curva in sotterraneo di un allargamento e pertanto si è dovuto adottare per il primo tratto della galleria naturale una sezione con profilo interno maggiorato.

Vista la dimensione del profilo della sezione della galleria del primo tratto (per la presenza dell'allargamento in curva nonché del cunicolo di emergenza) ed il nuovo profilo longitudinale, la copertura al di sotto della Linea ferroviaria (FerrovieNord S.p.A.) è risultata eccessivamente ridotta per la realizzazione in soluzione naturale e, pertanto, per il superamento di tale interferenza si è dovuto adottare una soluzione in galleria artificiale.

Per quanto riguarda la galleria naturale si evidenzia anzitutto che l'adozione di una piattaforma stradale tipo C1 ha conseguentemente determinato una maggiorazione della sagoma interna rispetto a quella prevista dal progetto preliminare.

Il cunicolo di sicurezza, presente al di sotto della pavimentazione stradale, è provvisto di due recapiti finali di uscita in prossimità sia dell'imbocco Sud (Prima Piazzola di sosta) e

sia per quello Nord.

Nella progettazione preliminare il cunicolo era previsto interrotto a una distanza di circa 300 m dall'imbocco nord e quindi in tale tratto la galleria naturale era prevista senza cunicolo. Nella presente progettazione esso è stato esteso per tutta la lunghezza della galleria fino all'imbocco nord.

5. Fattibilità dell'intervento

5.1 Aspetti geologici

L'area prescelta per la realizzazione della variante del tratto *Berzo Demo–Edolo e Variante Est di Edolo* della S.S. 42 è geograficamente collocata nell'Alta Valle Camonica, ed interessa il settore sud-occidentale del Comune di Edolo (BS).

L'area interessata dall'opera ricade geologicamente nella porzione più settentrionale delle Alpi meridionali centrali, che costituiscono una delle porzioni sudvergenti della Catena Alpina, caratterizzata dalla presenza di un assetto a pieghe e sovrascorrimenti.

L'opera in progetto attraversa il basamento Sudalpino, costituito prevalentemente da rocce silicoclastiche pelitico-psammitiche, di supposta età paleozoica, interessate da un metamorfismo di età varisica, con intercalati ortogneiss granitoidi metamorfosati e deformati successivamente dagli eventi ercinici e alpini.

Convenzionalmente le metapeliti del basamento delle Alpi Meridionali vengono raggruppate all'interno di una stessa unità litostratigrafica, nota in letteratura come "*Scisti di Edolo*".

Geomorfologicamente, il sito in esame è posto in corrispondenza del brusco cambio di direzione del ramo vallivo dell'alta Valle Camonica, di probabile controllo strutturale vista la presenza sia di lineamenti tettonici d'importanza regionale (Linea Insubrica), sia di strutture deformative (pieghe, foliazioni) legate alle ultime fasi dell'orogenesi alpina.

All'intersezione tra i tratti vallivi a diversa orientazione e drenaggio si sviluppa l'ampio fondovalle di Edolo, costituito da un riempimento di sedimenti di natura e spessore non del tutto noti, suturato da sedimenti alluvionali olocenici.

I tratti morfologici salienti dell'area in esame sono determinati principalmente da processi fluviali, processi glacialigenici e processi legati alla gravità. Relativamente a questi ultimi una DGPV è riportata nella cartografia allegata all'Inventario dei dissesti del Piano Territoriale Coordinamento Provinciale della Provincia di Brescia (2014) e nel "WP1 - Geodatabase delle grandi frane in roccia". Sebbene da fotointerpretazione emergano indizi morfologici che potrebbero essere facilmente riferiti ad una DGPV, sia i rilievi in sito che i dati di perforazione non hanno consentito di rilevare elementi certi per confermarne tale genesi.

Idrogeologicamente si ritiene che l'ammasso roccioso attraversato dal cavo sia caratterizzato da una bassa permeabilità, in diminuzione con la profondità, per la presenza di uno stato di fratturazione caratterizzato da lineamenti generalmente poco aperti, chiusi o serrati, determinando, alla quota dell'opera di progetto, condizioni idrauliche umide, con alternanza di tratti asciutti e tratti con gocciolamenti. I tratti non in galleria, corrispondenti alle aree degli imbocchi sud e nord, interessano invece acquiferi contenuti nei depositi alluvionali e lacustri.

Sismicamente il comune di Edolo è classificato in zona 3 contraddistinto da un parametro di accelerazione massima orizzontale ag compreso nell'intervallo $0,05-0,075 \cdot g$ m/s^2 (valore riferito ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni)

Imbocco sud

Presenta tratti a cielo aperto e in galleria artificiale.

La campagna indagini ha posto in evidenza che l'opera interesserà la copertura alluvionale e lacustre del basamento metamorfico, caratterizzata da una diminuzione granulometrica con la profondità. Sono stati distinti geotecnicamente due livelli: il primo, Livello A, costituito da depositi alluvionali anche a grossi blocchi, fino a 12m di profondità indicativa; il secondo, livello B, di sabbie e limi lacustri. L'acquifero contiene una falda libera a circa 7m da p.c.. La criticità è principalmente rappresentata dalla vicinanza di strutture abitative, da preservare quindi da effetti di cedimenti legati all'eventuale abbassamento della falda o dalle conseguenze di vibrazioni indotte dalle lavorazioni in prossimità.

Galleria naturale

L'insieme della campagna indagini di sito e di laboratorio ha consentito la distinzione di cinque litofacies differenti all'interno degli *Scisti di Edolo*. La classificazione geomeccanica del basamento metamorfico interessato dall'opera è stata condotta con indice di qualità GSI ricavato secondo il metodo quantitativo proposto da Hoek, Carter & Diederichs (2013). Il profilo geologico geomeccanico riconosce lungo il tratto in galleria naturale tre classi di RMR (II-III-IV) e quattro valori di GSI corrispondenti (47-57-59-66), individuando due situazioni caratterizzate da possibile disturbo tettonico.

L'opera presenta, oltre alle criticità legate all'eventuale attraversamento di zone disturbate tettonicamente, il sottoattraversamento, in corrispondenza della sezione d'imbocco, della linea ferroviaria (FERROVIENORD S.p.A.). Tale criticità suggerisce un supplemento di indagini per valutare l'effettiva profondità del substrato metamorfico.

Imbocco nord

Presenta tratti a cielo aperto e in galleria artificiale.

Le indagini sismiche hanno evidenziato che la galleria artificiale e lo scavo alla sezione d'imbocco, avverrebbero in detrito di versante, anche con blocchi di grosse dimensioni, di cui tener conto per quanto riguarda le opere di sostegno.

Sono state indagate le due sponde del Fiume Oglio su cui verranno poggiate le pile di sostegno del ponte che consentirà al tracciato in progetto di raggiungere la SS42.

Per quanto concerne la sponda sinistra il sondaggio eseguito ha accertato la presenza del substrato metamorfico alla profondità di 25m. In sponda destra il substrato è stato intercettato alla profondità di circa 11m mediante stendimenti sismici a rifrazione. Si tratta pertanto di una informazione indiretta che andrà confermata con l'esecuzione di un sondaggio geotecnico.

5.2 Aspetti idraulici

Tra le tematiche idrauliche la principale riguarda la verifica di compatibilità idraulica del nuovo ponte previsto sul fiume Oglio, in corrispondenza dell'imbocco nord della galleria naturale di bypass dell'abitato di Edolo, recependo le osservazioni effettuate da Anas nel corso dell'istruttoria degli elaborati consegnati precedentemente in revisione A.

La figura che segue presenta la planimetria della summenzionata opera e le relative

infrastrutture di accesso poste lungo l'alveo del corso d'acqua.

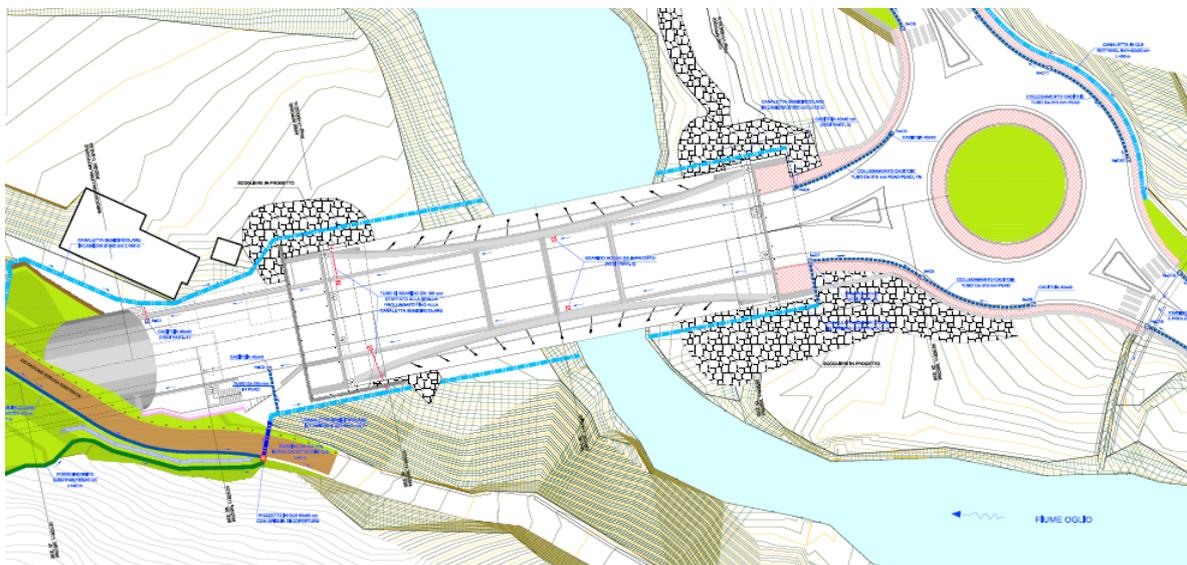


Figura 3: Planimetria delle opere dell'imbocco Nord.

Tra le principali opere previste in progetto si individuano:

- le spalle di appoggio dell'impalcato del ponte
- lo svincolo di accesso all'infrastruttura, il cui sedime presenta un ingombro maggiore rispetto all'attuale, in quanto è prevista la realizzazione di una rotonda con isola centrale;
- l'imbocco nella galleria naturale in sinistra idrografica con spostamento del tracciato della pista ciclopedonale al di sopra del becco di flauto della galleria naturale.

In ottemperanza a quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018 ed alle indicazioni dell'Autorità di Bacino del fiume Po si è proceduto alla verifica della compatibilità idraulica delle opere in progetto interferenti con il corso d'acqua, al dimensionamento delle opere di protezione delle fondazioni delle spalle del ponte stesso e ad un'analisi circa il trasporto solido in alveo.

I dettagli delle considerazioni fatte sono contenute nei documenti di progetto T00ID00IDRRE01_B e T00ID00IDRRE02_B dove si presentano tutte le verifiche effettuate ed i risultati ottenuti.

In particolare sono stati trattati i seguenti argomenti:

- Tendenza morfo-evolutiva del fiume Oglio;
- Modellazione idraulica, tramite modelli 2D, del corso d'acqua;
- Confronto tra la capacità di trasporto solido ante e post operam;
- Verifica dello scalzamento delle spalle e conseguente dimensionamento delle protezioni;

- Considerazioni inerenti le fasi di cantierizzazione che interferiscono col corso d'acqua.

I risultati ottenuti hanno permesso di validare la soluzione di progetto dal punto di vista della compatibilità idraulica e dimensionare gli interventi di protezione delle spalle in maniera opportuna.

Infine, l'elaborato P00ID00IDRRE01_B contiene al suo interno tutte le verifiche idrauliche svolte per il dimensionamento di drenaggio della piattaforma stradale.

5.3 Aspetti archeologici

È stata realizzata la verifica preventiva dell'interesse archeologico seguendo le linee guida per questo tipo di studio, che prevedono indagini archivistico-bibliografiche per accertare il grado di conoscenza del popolamento antico del territorio; indagini geomorfologiche atte ad evidenziare la fisiografia dell'area e definirne l'evoluzione; analisi, se possibile, delle foto aeree per valutare la presenza di tracce di strutture sepolte ed, infine, una ricognizione nell'area di intervento per valutare le caratteristiche del terreno e la copertura vegetazionale dell'area in progetto. La documentazione archeologica è stata raccolta presso gli uffici di Brescia della Soprintendenza dove è stato consultato l'archivio topografico e degli scavi.

Per la cartografia storica sono stati consultati i fogli catastali del Nuovo Catasto Terreni, il catasto Lombardo Veneto e la mappa militare austriaca della II ricognizione del 1818-1829, presente online su <https://mapire.eu/en/map/europe-19century-secondsurvey/?bbox>.

Per la cartografia geologica, si sono state utilizzate le carte geomorfologiche e litologiche edite dalla provincia di Brescia e reperibili nel sito <https://sit.provincia.brescia.it/gfmaplet10/?map>.

Come base cartografica sono stati utilizzati elementi della Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1:10.000, in formato raster, reperibili nel sito cartografico della Regione Lombardia (<http://www.geoportale.regione.lombardia.it/>).

Il modello digitale del terreno (DTM), con celle di 10x10 m, è preso da: "TINITALY, a digital elevation model of Italy with a 10 m-cell size (Version 1.0) [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/TINITALY/1.0>." Tutto il sistema informatico territoriale è proiettato secondo il sistema di riferimento WGS 84/UTM 32N EPSG 32632; nello stesso sistema sono state proiettate anche la pianta di progetto con il tracciato, nonché gli elementi geo-morfologici, archeologici e storico-architettonici del territorio, ricavati sempre dal portale cartografico della regione Lombardia.

L'analisi delle foto aeree è stata limitata all'area di progetto, sono state esaminate le foto aeree dell'archivio fotografico della regione, le ortofoto del Portale Cartografico Nazionale, la sequenza storica di Google Earth Pro.

I dati raccolti hanno consentito di determinare il potenziale archeologico in relazione agli interventi di progetto, distinguendo in aree che vanno da un potenziale archeologico nullo

ad aree in cui il potenziale archeologico è da considerarsi medio-alto (per il dettaglio si veda la relazione archeologica).

5.4 Aspetti ambientali

In linea generale l'intervento in progetto non è in contrasto con gli indirizzi e le prescrizioni della pianificazione territoriale e ambientale regionale e provinciale. Nel dettaglio, l'intervento in progetto si colloca nel corridoio fluviale del fiume Oglio, al confine del Parco Regionale Adamello ed interessa porzioni di bosco trasformabili e aree soggette a vincolo idrogeologico. In fase di esercizio l'infrastruttura risulta compatibile con il contesto ambientale, seppure con limitate criticità. Le criticità ambientali in fase di cantierizzazione saranno risolte in fase di progettazione esecutiva mediante la previsione di opportuni accorgimenti. Per ulteriori dettagli si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale.

5.5 Aspetti urbanistici

L'intervento in progetto risulta compatibile alle previsioni urbanistiche del Piano di Governo del Territorio del comune di Edolo che prevede il corridoio della variante in esame; rispetto al comune di Sonico si segnala la probabile necessità di prevedere una variante al PGT alla luce della modifica progettuale della variante stradale che prevede la realizzazione della rotonda sud di stacco nel territorio di questo comune. Per ulteriori dettagli si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale.

5.6 Interferenze

Relativamente alle interferenze con il nuovo tracciato stradale si riscontrano i seguenti servizi e sottoservizi che insistono sull'area di intervento come emerge dal documento T00IN00INTPL0101 Planimetria delle interferenze - sottoservizi.

In particolare si evidenzia, in prossimità della rotatoria Sud e prima dell'imbocco in galleria naturale lato Sud, la presenza dei seguenti servizi e sottoservizi:

1. AP001 - Gas metano A.P. (Blu reti gas s.r.l.)
2. BP001 - Gas metano B.P. (Blu reti gas s.r.l.)
3. MT001 - Linea elettrica M.T. interrata (Enel S.p.A.)
4. BT001 - Linea elettrica B.T. aerea (Enel S.p.A.)
5. LT001 - Linea telefonica (Telecom S.p.A.)
6. LTF001 - Linea telefonica fibra ottica (Telecom S.p.A.)
7. TEL001 - Teleriscaldamento (Integra s.r.l.)

8. FGN001 - Fognatura comunale (Comune di Edolo)
9. FGN002 - Fognatura (Acque Bresciane)
10. ACQ001 - Acquedotto (Acque Bresciane)
11. ILL001 - Illuminazione pubblica (Comune di Edolo)

Mentre in prossimità della rotatoria Nord e dell'imbocco della galleria naturale lato Nord si evidenzia la presenza dei seguenti servizi e sottoservizi:

12. LT002 - Linea telefonica (Telecom S.p.A.)
13. CFI001 - Condotta forzata dell'impianto idroelettrico
14. MP001 - Gas metano M.P. (Blu reti gas s.r.l.)

Interferenza con distributore

L'area del distributore può essere mantenuta tale in quanto è possibile mantenere l'attuale accesso dalla SS 42 che si trova ad adeguata distanza dalla nuova rotatoria.

Dunque non risulta quindi necessario prevedere allo stato attuale nessun intervento.

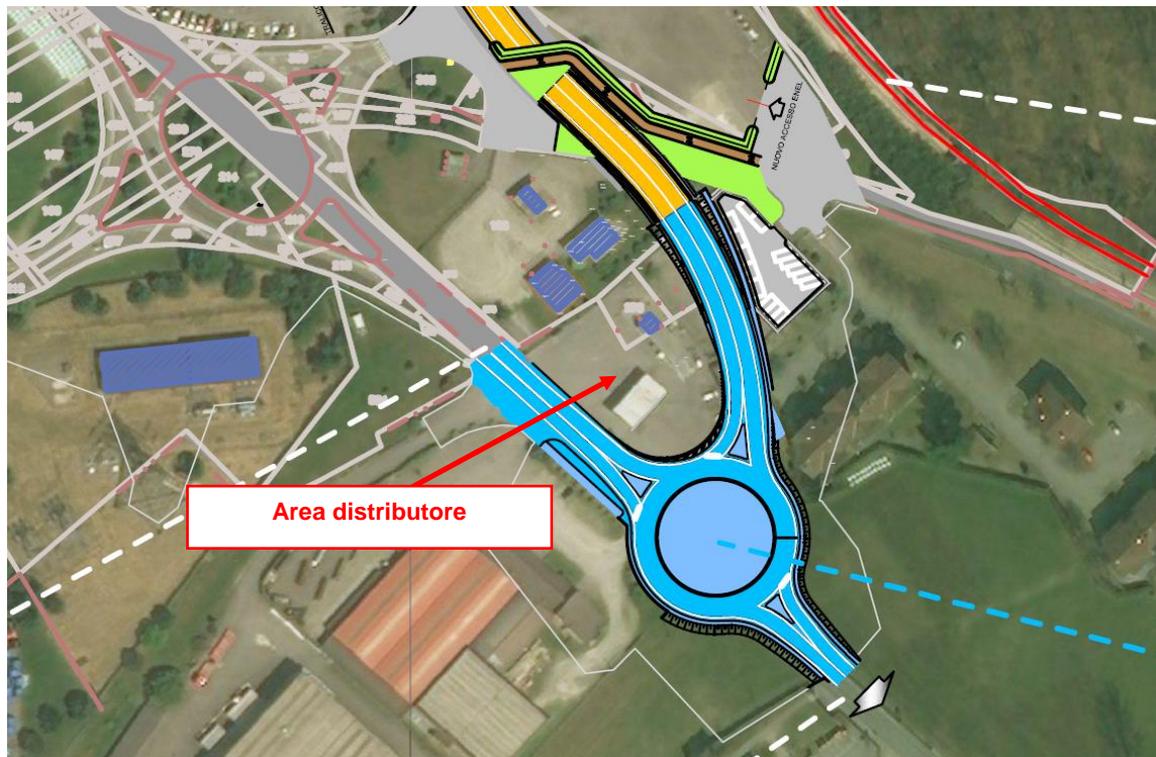


Figura 3 - Identificazione area distributore

5.7 Espropri

Nell'ambito della presente progettazione si sono redatti tutti gli elaborati relativi agli aspetti espropriativi ai quali si rimanda per i dettagli.

L'infrastruttura stradale in progetto interessa i territori dei comuni di Edolo e Sonico, provincia di Brescia

Ai fini di una regolare esecuzione dei lavori in progetto sono state previste anche delle aree di cantiere da occuparsi temporaneamente, sia al contorno delle opere che per la realizzazione del "Campo base" del cantiere. Il piano espropri prevede quindi sia le occupazioni definitive, sia quelle temporanee per il periodo di durata dei lavori stimato in circa tre anni comprensivi dei tempi di approntamento del cantiere e dei ripristini finali ad opere concluse.

L'opera in progetto, oltre ad interessare aree di proprietà privata, interferisce con le viabilità esistenti, modificandone le geometrie attuali e determinando occupazioni di suoli di proprietà demaniali appartenenti al Comune, alla Provincia di Brescia.

Si evidenzia che alcune aree interessate dai lavori sono destinate a viabilità pubblica e a ferrovia, per tali aree non si prevedono costi di esproprio ma si dovranno stipulare convenzioni con gli Enti proprietari delle viabilità interessate che dovranno regolarizzare la demanialità esistente.

Le interferenze con le aree demaniali sono state evidenziate sul Piano Particellare con specifico titolo e retinatura in colore giallo per evidenziare le aree per la cui acquisizione e/o occupazione si dovrà procedere con convenzionamenti fatto salvo il ricorso alla procedura ablativa laddove possibile.

Questa evidenziazione è cautelativamente necessaria per individuare tutte le aree interessate dal progetto per le quali è comunque necessario apporre il vincolo preordinato all'esproprio.

La definizione dell'assetto patrimoniale definitivo sarà eseguita alla conclusione dei lavori, prima dell'emissione dei decreti di esproprio, sulla base degli accordi che eventualmente interverranno tra gli Enti.

Riferimenti normativi specifici

Le principali parti normative e giurisprudenziali in materia espropriativa cui fare riferimento sono:

- DPR 327/2001 e s.m.i. - Testo Unico delle Espropriazioni.
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 348 del 24 ottobre 2007 (dichiarazione di incostituzionalità dei commi 1 e 2 dell'art. 37 DPR 327/2001 e successivo adeguamento normativo con legge 244/2007 art. 2 comma 80).
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 181 del 10 giugno 2011 (modifiche all'art. 40 DPR 327/2001).
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 338 del 22 dicembre 2011 (dichiarazione di incostituzionalità del comma 7 dell'art. 37 DPR 327/2001).

- L.R. 2 dicembre 2009 n. 29 – Attribuzioni di funzioni amministrative e disciplina in materia di usi civici come in ultimo modificata dalla Legge Regionale n. 19/2016.

Organizzazione degli elaborati

Gli elaborati sono organizzati con riferimento alla zona geografica d'intervento. Pertanto, i piani particellari e gli elenchi ditte, predisposti sulla base del comune interessato, conterranno in un unico documento tutte le aree necessarie per la realizzazione delle opere ordinatamente suddivise per titoli di occupazione, intendendosi per "titolo" la destinazione finale dei sedimi interessati.

Come evidenziato nell'introduzione, i titoli di esproprio e di occupazione di cantiere delle aree di proprietà di enti pubblici prevedono il convenzionamento che potrebbe anche essere oneroso; queste aree sono evidenziate con apposita retinatura di colore giallo.

Le mappe catastali

Le mappe catastali utilizzate come supporto di base per la stesura delle tavole del piano particellare sono state ottenute dal sito web dell'Agenzia del Territorio direttamente in formato digitale nel mese di Maggio 2021.

Tale cartografia è poi stata trasferita su Autocad con specifici criteri suddividendo le varie entità (linee di particelle, linee di fabbricati, corsi d'acqua, strade ecc.) in layer precostituiti nel file prototipo.

La georeferenziazione

Le mappe catastali sono state realizzate originariamente all'inizio del secolo scorso con successivi aggiornamenti fino ad oggi, mentre la cartografia di progetto è stata realizzata in epoca recente, le prime sono espresse in coordinate locali (ogni comune è espresso in un suo riferimento cartesiano) mentre la seconda è espressa in coordinate generali (es. gauss boaga). Per questi motivi non è realizzabile una sovrapposizione perfetta delle due cartografie ma solo la migliore possibile da conseguire in particolare nelle zone su cui insiste l'opera pubblica.

6. Il progetto definitivo dell'infrastruttura

Nella Progettazione Preliminare, con riferimento alle “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade (DM 5/11/2001)”, come già evidenziato, veniva adottata una piattaforma stradale relativa ad una strada extraurbana secondaria di Tipo “C2”.

Attualmente è stata richiesta necessaria e migliorativa l'adozione delle caratteristiche progettuali di una strada extraurbana di Tipo “C1”.

Nel seguito per ogni tratta si riporta una descrizione delle problematiche ambientali presenti in particolare generate da interferenze con manufatti e impianti e delle conseguenti criticità costruttive, descrivendo sinteticamente le soluzioni adottate, doverosamente approfondite nella presente sede progettuale, sulla base delle risultanze dei rilievi topografici di dettaglio e delle indagini geognostiche e dei conseguenti studi di carattere geologico e geotecnico.

Il progetto è stato adeguato al presente quadro normativo e ottimizzandolo dal punto di vista funzionale e della sicurezza risolvendo anche le criticità relative alle interferenze presenti lungo il tracciato ed in particolare con gli impianti della centrale elettrica di ENEL.

Per i dettagli tecnici si rimanda agli elaborati di progetto.



Figura 4 – Schema planimetrico tracciato - Tratto Sud

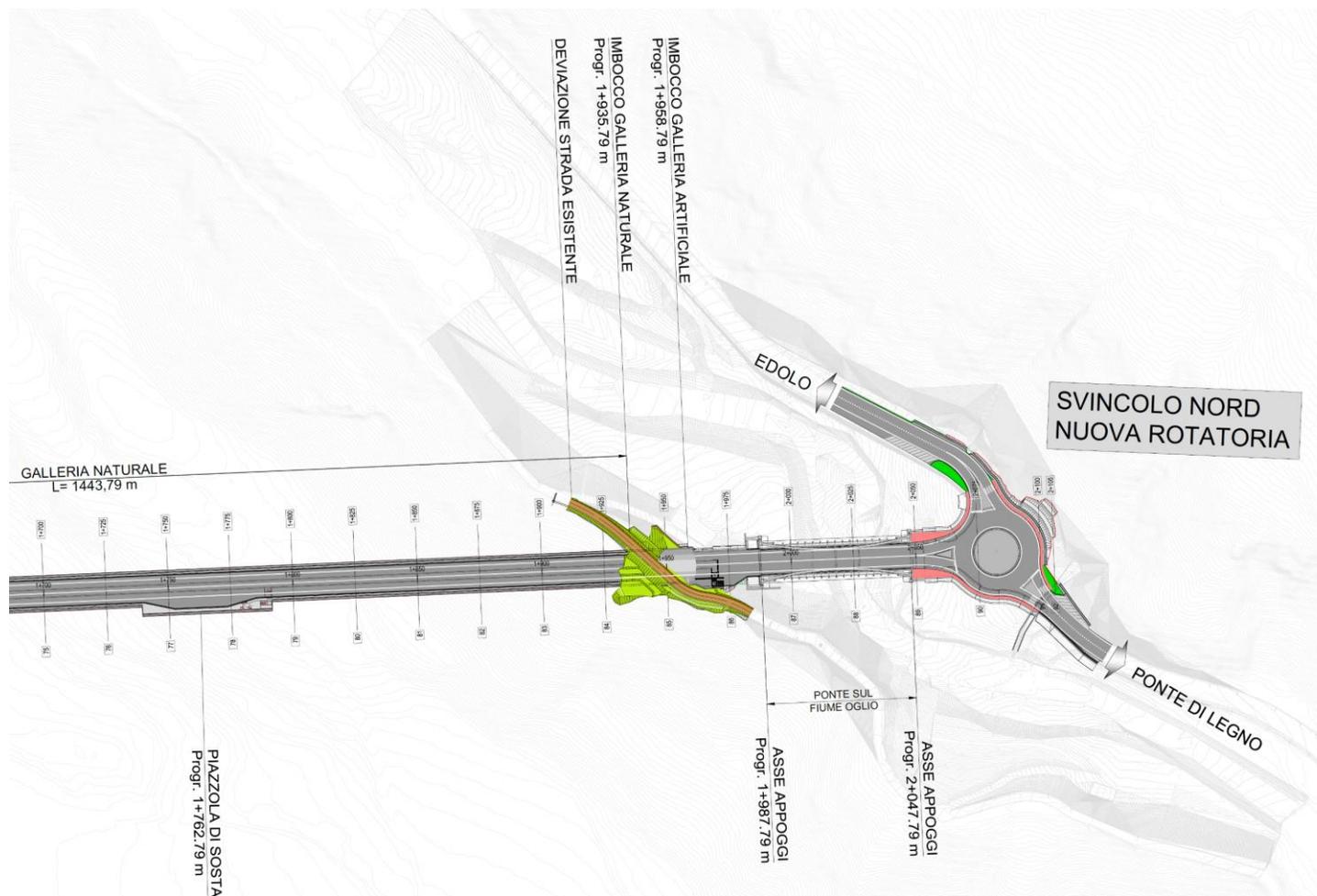


Figura 7 – Schema planimetrico a piano strada - Tratto Nord

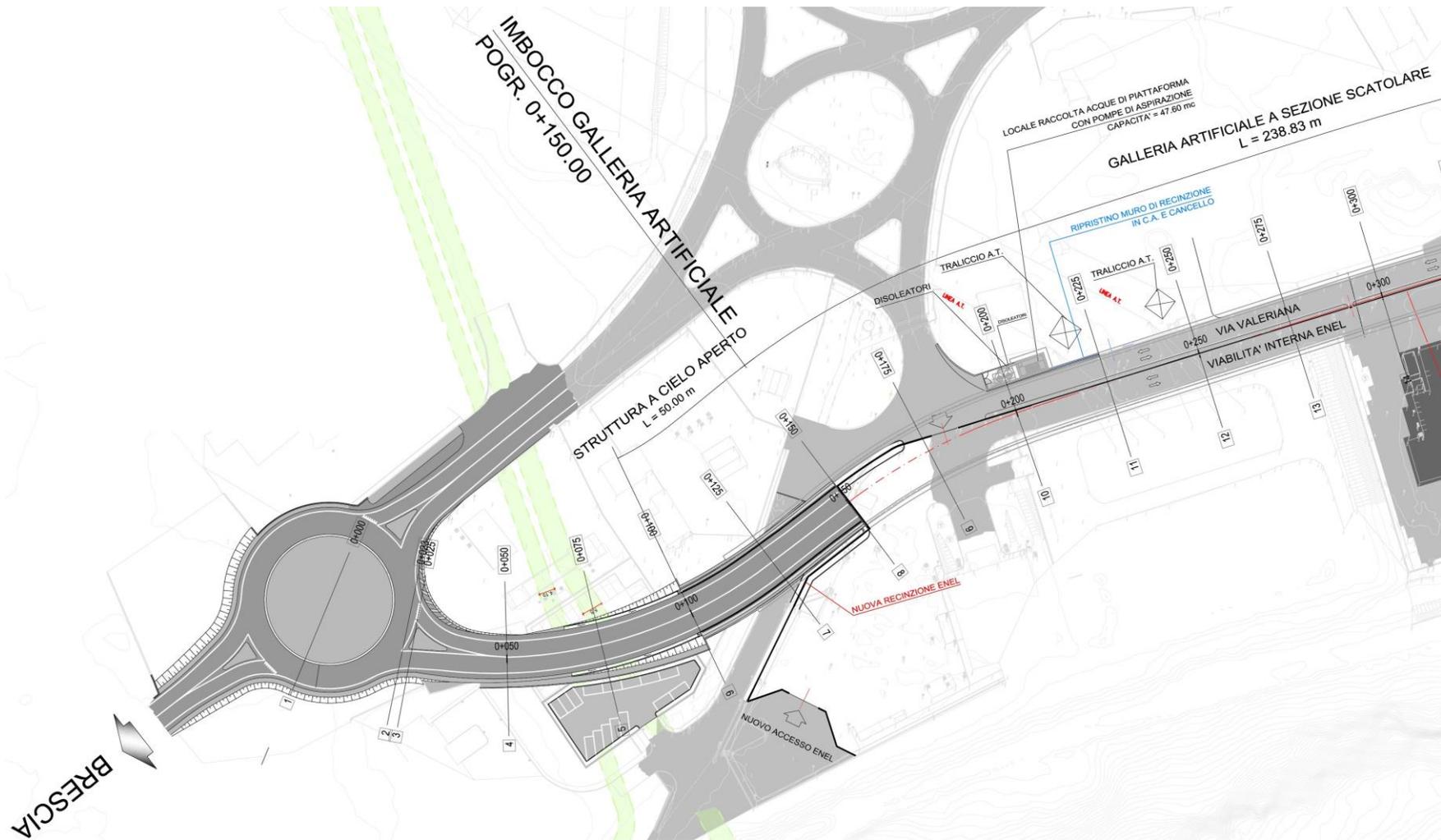


Figura 8 – Schema planimetrico Rotatoria Sud

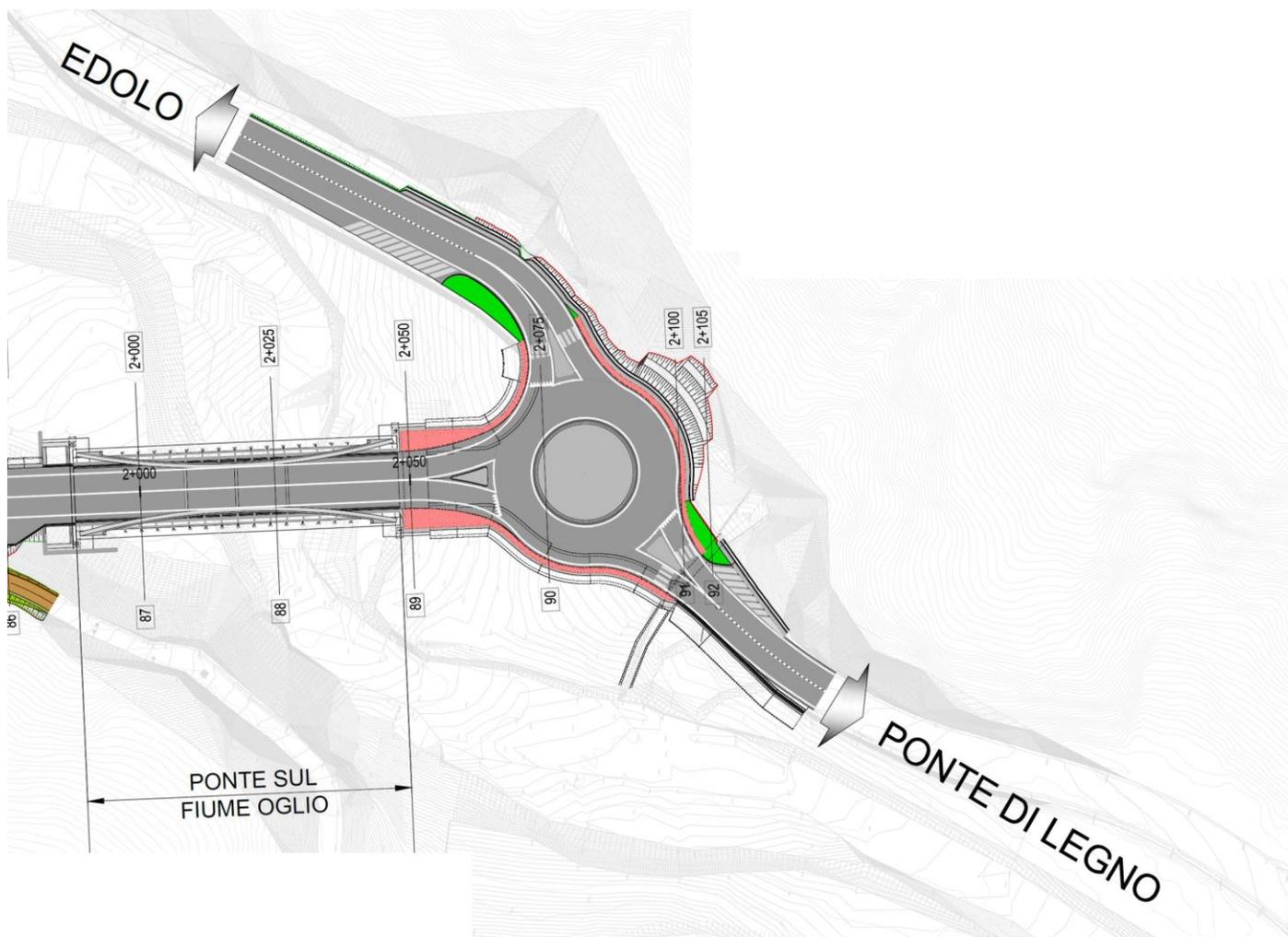


Figura 9 – Schema planimetrico Rotatoria Nord

6.1 Tratto a cielo aperto Sud

Nella presente fase progettuale, oltre alla completa messa a norma dell'intero tratto della Variante stradale e delle connessioni con le preesistenti viabilità, si è posta l'attenzione sulla necessità, nel rispetto del quadro normativo e sulla base delle raccomandazioni di ANAS, di prevedere, tra gli sbocchi della galleria e le sezioni di arresto sulle rotatorie, un adeguato tratto a cielo aperto.

Il tracciato previsto dalla Progettazione preliminare, nella parte a sud, oltre a non rispettare un adeguato tratto a cielo aperto dallo sbocco della galleria artificiale alla rotatoria di inizio variante, richiedeva, per la sua realizzazione, l'interruzione della viabilità interna alla Centrale ENEL e l'accesso al fabbricato di deposito/autorimessa.

Quanto sopra ha comportato la rivisitazione completa del Progetto con ricollocazione della rotatoria di inizio della Variante più a Sud e lasciando invariata la rotatoria ovoidale esistente.

Questo ha consentito di anticipare significativamente l'imbocco della galleria artificiale consentendo, nella sistemazione definitiva, di ripristinare completamente la viabilità interna alla Centrale ENEL.

L'allungamento complessivo del tratto in sotterraneo ha richiesto, per Norma, di prevedere una nuova Piazzola di emergenza che verrà realizzata nel lungo tratto in artificiale; questa necessariamente è stata posta all'esterno della curva. Le successive piazzole poste lungo lo sviluppo della galleria naturale sono quindi state rimodulate modificandone le progressive originarie.

La nuova soluzione ha inoltre richiesto l'adozione per la prima curva in sotterraneo di un allargamento e pertanto si è dovuto adottare per il primo tratto della galleria naturale una sezione con profilo interno maggiorato.

Vista la dimensione del profilo della sezione della galleria del primo tratto (per la presenza dell'allargamento in curva nonché del cunicolo di emergenza) ed il nuovo profilo longitudinale, la copertura al di sotto della Linea ferroviaria (FerrovieNord S.p.A.) è risultato eccessivamente ridotto per la realizzazione in soluzione naturale e, pertanto, per il superamento di tale interferenza si è dovuto adottare una soluzione in galleria artificiale con fasi estremamente complesse che verranno descritte nel seguito.

Nella definizione del profilo longitudinale della Variante si è altresì dovuto tener conto dell'esistenza delle gallerie/condotte delle centrali di Edolo/Edison, presenti nel tratto esaminato trasmesseci da ENEL.

Conseguentemente sono state modificate le tipologie delle opere necessarie alla realizzazione della galleria artificiale.

Per tutto quanto sopra il nuovo progetto prevede:

- adozione dalla sezione di imbocco della galleria artificiale a Progr. 0+150 km fino alla Progr. 0+441,17 km, di una nuova sezione di tipo scatolare e non più circolare. Questa potrà essere realizzata sempre con paratie laterali di pali di grande diametro come nel progetto precedente. Da notare che la sezione si è dovuta allargare per le note problematiche stradali dalla Progr. 0+364,83 km.
- Nel tratto successivo (tra le Progr. 0+388,83 Progr. 0+441,17) è prevista la realizzazione della piazzola di sosta con uscita di emergenza che viene posta in sinistra (esterno curva). Anche in tale tratto si è dovuto adottare una sezione scatolare. Per la realizzazione delle paratie laterali, vista la larghezza significativa dello scavo e necessità di carattere cantieristico, come descritto nel seguito, non potranno essere adottati in questo tratto puntoni di contrasto, ma tiranti attivi a trefoli (la cui adozione è possibile per la lontananza di edifici e manufatti).
- Riubicazione di tutte le piazzole di sosta della galleria naturale.
- Successivamente alla piazzola di sosta, dalla Progr. 0+441,17, viene previsto invece un tratto di galleria artificiale a sezione circolare, necessario poi per la realizzazione della sezione di attacco della galleria naturale.

Come anticipato, il superamento della linea ferroviaria non può più essere realizzato in soluzione di galleria naturale ma bensì artificiale, con una metodologia piuttosto complessa anche per limitare l'interruzione di traffico ad un periodo accettabile, come descritto nel seguito.

Per far questo, devono essere realizzate due paratie frontali: una prima a valle del rilevato ferroviario Progr. 0+468,43 ed un a monte come paratia di attacco della galleria naturale Progr. 0+492,00.

Le modalità realizzative, sinteticamente, possono essere così descritte:

- realizzazione delle paratie e scavo del tratto di galleria artificiale dalla Progr. 0+388,83 (inizio Piazzola di sosta) e la Progr. 0+468,43 (Paratia frontale a sostegno del rilevato ferroviario). La paratia frontale è completa di trattamenti jet-grouting per ridurre l'effetto drenante dello scavo e per limitare possibili conseguenti subsidenze del rilevato ferroviario;
- realizzazione di una rampa di accesso alla galleria dall'area di cantiere adiacente;
- terminato lo scavo potrà già essere realizzata parte della platea di fondazione sia per il tratto della piazzola che per il successivo tratto che sarà realizzato con sezione circolare, fino alla Progr. 0+468,43;
- Seguirà lo smantellamento della sede ferroviaria con l'esecuzione delle paratie laterali e

della seconda paratia frontale di attacco della galleria naturale;

- Scavo con realizzazione di tiranti sulla paratia di imbocco, realizzazione della Dima e dei consolidamenti del primo campo della naturale;
- Realizzazione del tratto della galleria artificiale circolare fino a oltrepassare la ferrovia (Progr. 0+492,00) fino sotto la Dima realizzata al fronte;
- Seguirà posa impermeabilizzazione e riempimento con cls alleggerito, fino alla quota utile per la realizzazione della massicciata ferroviaria;
- Realizzazione massicciata ferroviaria, sistemazione definitiva terreni a monte e a valle, con recinzioni e ripristino muro di sostegno originario. Ripristino traffico ferroviario.
- Inizierà successivamente lo scavo della galleria. Per ridurre le tempistiche generali di realizzazione della Variante contemporaneamente alle fasi sopra sinteticamente descritte, verrà realizzato il tratto della galleria artificiale tra la Progr. 0+150,00 e la Progr. 277.50. Questo consentirà di utilizzare l'attuale sede della Via Valeriana per lo smarino e il trasporto di materiale per la realizzazione del tratto di galleria naturale da realizzare dall'imbocco Sud e sia per il ripristino della viabilità interna della Centrale ENEL.

Fasi realizzative della zona a Sud

Nel seguito vengono riportate le previste fasi realizzative, rimandando per approfondimenti agli elaborati progettuali.

Tratto Sud - Imbocco galleria naturale
FASE 1-2 (Da Progr. 388.83 a Paratia imbocco Galleria Naturale Progr. 492,00)
Installazione di cantiere presso imbocco Sud della galleria naturale (area compresa tra Via Valeriana, Linea ferroviaria e proprietà ENEL) con temporanea perimetrazione dell'accesso secondario Nord all'autorimessa della Centrale ENEL
Bonifica Bellica (su intero tratto da rotatoria Sud a Imbocco galleria naturale)
Rimozione/ricollocazione traliccio ENEL interferente
Realizzazione Pali di grande diametro $\phi 1000$ mm e colonne in jet-grouting tra la Progr. 388.83 a Progr. 468.43
Realizzazione trattamenti colonnari integrativi con jet-grouting tra la Progr. 441.17 e la Progr. 468.43
Realizzazione micropali della prima paratia frontale (Progr. 468.43)
Realizzazione trattamenti colonnari jet-grouting a tergo prima paratia frontale (Progr. 468.43)
Realizzazione tampone di fondo colonne in jet-grouting tra le paratie laterali (Progr. 388.83 a Progr. 468.43)
Realizzazione dei cordoli di testa pali tra la Progr. 388.83 e la Progr. 441.17
Scavo di ribasso con realizzazione di tiranti delle paratie laterali dalla Progr. 398.83 alla Progr. 468.43 e della paratia frontale, operando con accesso dalla galleria artificiale.
Realizzazione della platea di fondazione previa posa di impermeabilizzazione operando da Sud nel tratto della Piazzola di sosta e del locale scale di emergenza (Progr. 398.83 e Progr. 441.17), nonché del successivo tratto di galleria artificiale circolare tra la Progr 441,17 e Progr. 465,43 (a 3.00 m da paratia frontale)
Realizzazione rampa provvisoria per accesso al fondo scavo da area di cantiere, posta a tergo paratia lato Ovest
Previo interruzione del traffico ferroviario e preparazione area di cantiere, realizzazione Pali di grande diametro $\phi 1000$ mm e colonne in jet-grouting tra la Progr. 468.43 e la Progr. 492.00 (tratto con contrasto tra le paratie laterali con puntoni metallici)

Realizzazione trattamenti colonnari integrativi con jet-grouting a tergo delle paratie laterali tra la Progr. 468.43 e la Progr. 492.00
Realizzazione micropali paratia frontale di imbocco della galleria naturale (Progr. 492.00)
Realizzazione trattamenti colonnari jet-grouting a tergo paratia frontale di imbocco (Progr. 492.00)
Scavo di ribasso con realizzazione di tiranti per la paratia frontale (completo fino alla Progr. 492,00)
Trattamenti di consolidamento e presostegno dalla paratia frontale, per primo campo della galleria naturale, realizzazione della Dima di imbocco
Realizzazione, previa posa di impermeabilizzazione, del tratto di galleria artificiale circolare dalla Progr. 441,17 a Progr. 465,43
Realizzazione, previa posa di impermeabilizzazione, del tratto di galleria artificiale circolare dalla Progr. 465,43 a Progr. 492.00 (sotto Dima)
Ritombamento del tratto di galleria artificiale tra la Progr. 441,17 e Progr. 492,00 (paratia frontale), ripristino linea ferroviaria e sistemazione definitiva terreni a monte di essa
Istallazione cantiere per inizio scavo della Galleria Naturale

Galleria Naturale - Da imbocco Sud

FASE GN1 Scavo Galleria naturale (da Progr. 0+492 a Progr. 0+891,29)

Avanzamento realizzazione della galleria naturale come da progetto fino alla progressiva 891,29 m (consolidamenti, scavi, impermeabilizzazioni, rivestimenti di prima fase e definitivi, sia per sezione corrente e sia per sezioni allargate per piazzole

Tratto Sud - Da rotatoria a imbocco galleria naturale

FASE 3-4 (Da Progr. 115.00 a Progr. 202.50)

Installazione di cantiere.

Ricollocazione provvisoria della recinzione Ovest della Centrale ENEL (da Progr. 115.00 a Progr. 202.50) e nuovo accesso definitivo da Via Mù

Realizzazione Pali di grande diametro $\varnothing 1000$ mm e colonne in jet-grouting. delle paratie laterali (Da Progr. 115.00 a Progr. 202.50)

Realizzazione tampone di fondo colonne in jet-grouting tra le paratie laterali
Realizzazione dei cordoli di testa pali
Scavo e realizzazione della platea di fondazione previa posa di impermeabilizzazione fino alla Progr. 196.95 (avanzando in direzione Nord)
Armatura e getto delle pareti laterali e del solettone di copertura in c.a. della galleria artificiale scatolare, dalla Progr. 150.00 alla Progr. 196.95
Armatura e getto delle pareti laterali in c.a. da Progr. 115.00 a Progr. 150.00 (Tratto a cielo aperto)
Realizzazione nuova recinzione della Centrale ENEL, ripristino accesso alla Centrale ENEL su Via Valeriana con sistemazione definitiva delle aree interne. Sistemazione provvisoria di Via Valeriana e Via Mù e degli accessi carrai privati

FASE 5-6 (Da Progr. 202.50 a Progr. 305.00 - Galleria artificiale fino a Progr. 297.50) Tratto interferenza con Tralicci TERNA e area impianti della Centrale ENEL)
Installazione di cantiere. Realizzazione recinzione provvisoria Ovest della Centrale ENEL
Realizzazione Pali di grande diametro $\varnothing 1000$ mm e colonne in jet-grouting. delle paratie laterali e vasca raccolta acque
Realizzazione tampone di fondo colonne in jet-grouting tra le paratie laterali
Realizzazione dei cordoli di testa pali e posa dei puntoni trasversali fino a Progr. 305.00
Scavo e realizzazione della platea di fondazione previa posa di impermeabilizzazione operando da Sud fino a Progr. 297.50
Armatura e getto delle pareti laterali e del solettone di copertura in c.a. operando sia da Sud e sia da Nord fino a Progr. 297.50
Posa impermeabilizzazione superiore e ritombamento della galleria. Successiva realizzazione della nuova e definitiva recinzione della Centrale ENEL con sistemazione definitiva delle aree interne. Sistemazione provvisoria di Via Valeriana e degli accessi carrai privati.
Sistemazione definitiva di Via Valeriana (intero tratto) previo ripristino sottoservizi

FASE 7 (Rotatoria Sud e tratto Variante fino a progr. 0+100,00)

Presa in possesso proprietà interferenti alla realizzazione della rotatoria iniziale (Sud) e della viabilità e installazione cantiere

Realizzazione rotatoria e viabilità connessa

Realizzazione della sistemazione superficiale definitiva (viabilità, recinzioni, percorsi pedonali, aree verdi, ecc.)

Smantellamento cantiere e realizzazione delle sistemazioni definitive in tutta l'area interessata dai lavori

Realizzazione impianti di illuminazione tratte a cielo aperto e limitrofe di competenza del progetto

FASE 8-9 (Da Progr. 305.00 a Progr. 388.83 - Galleria artificiale già realizzata in fase precedente fino a Progr. 297.50)

Modifica e ricollocazione della recinzione Ovest della Centrale ENEL (Da Progr. 277.50 a Progr. 388.83)

Realizzazione Pali di grande diametro $\varnothing 1000$ mm e colonne in jet-grouting delle paratie laterali da Progr. 305.00 a Progr. 388.83

Realizzazione tampone di fondo colonne in jet-grouting tra le paratie laterali.

Realizzazione dei cordoli di testa pali, posa dei puntoni trasversali e realizzazione rampa di accesso alla trincea (da Progr. 305.00 a Progr. 388.83) con getto di platea provvisoria di contrasto

Armatura e getto delle pareti laterali e del solettone di copertura in c.a. da Progr. 297.50 a Progr. 388.83

Posa impermeabilizzazione superiore e ritombamento della galleria. Successiva realizzazione della nuova e definitiva recinzione della Centrale ENEL con sistemazione definitiva delle aree interne. Sistemazione provvisoria di Via Valeriana e degli accessi carrai privati e realizzazione di accesso provvisorio all'autorimessa ENEL da Via Valeriana

FASE 10 (Da Progr. 388.83 a Progr. 441.17 - Piazzola di sosta)

Rimozione rampa provvisoria e realizzazione tiranti tratto piazzola di sosta tra (da Progr. Progr. 388.83 e Progr. 398.83)

Scavo e realizzazione della platea di fondazione della galleria artificiale scatolare, previa posa di impermeabilizzazione (compreso tratto Piazzola di sosta tra Progr.388.83 e Progr. 398.83)

Realizzazione della galleria artificiale scatolare, previa posa di impermeabilizzazione (tratto Piazzola di sosta tra Progr.388.83 e Progr. 441,17)

Posa impermeabilizzazione superiore e ritombamento della galleria. Successiva sistemazione provvisoria area di cantiere

Realizzazione cabine elettriche, vasca antincendio e manufatti per impianti strutture minori

6.2 La galleria Naturale

La galleria presenta profilo interno monocentrico con volta cilindrica circolare impostata su piedritti lievemente curvi sul lato di intradosso e verticali sul lato contro terra.

Il raggio interno della circonferenza di calotta è pari a 6.45 m.

Il tratto in naturale si estende tra la progressiva km 0+492,00 (imbocco SUD) e la progressiva 1+935,79 (imbocco NORD), per una lunghezza complessiva pari a 1.443,79 m.

Come è meglio evidenziato nel paragrafo successivo relativo alla rotatoria Nord, la pendenza longitudinale massima della galleria è stata leggermente aumentata, portandola dal 5,72% al 6,05%.

Trattandosi di galleria a unica canna con doppio senso di Marcia, di lunghezza superiore a 1000 m, in ottemperanza alle norme di sicurezza vigenti, la galleria è stata dotata di un cunicolo di sicurezza, collocato al di sotto della carreggiata, con le vie di fuga (di ingresso al cunicolo) ubicate ogni 300 m in corrispondenza delle piazzole di sosta.

Al fine di creare lo spazio per l'allocazione del cunicolo di sicurezza, è stata prevista una sezione con arco rovescio ribassato, avente raggio interno pari a 9.00 m (rispetto ai 12.0 m previsti per la sezione corrente).

Fa eccezione un breve tratto iniziale che si estende dalla Progr. 0+492 (imbocco sud) alla Progr. 0+556, della lunghezza di circa 64,0 m, ove la sezione della galleria è prevista leggermente allargata rispetto a quella corrente tipo, per la necessità di soddisfare le verifiche di visibilità in curva.

Il cunicolo è provvisto di due recapiti finali di uscita in prossimità sia dell'imbocco Sud (Prima Piazzola di sosta) e sia per quello Nord.

Il cunicolo si estende pertanto anche verso Nord fino allo sbocco della galleria, e non è interrotto, come indicato nel Progetto preliminare, a una distanza di circa 300 m dall'imbocco.

Le piazzole di sosta presentano, come da norma, una lunghezza pari a 45 m; la sezione "allargata" presenta un'estensione complessiva di 52.0 m per consentire la realizzazione dei collegamenti al cunicolo di sicurezza posto al di sotto della piattaforma stradale.

Dall'imbocco Sud in direzione Nord, dopo il tratto iniziale di interferenza con la Linea ferroviaria, le coperture aumentano rapidamente fino a raggiungere un massimo di circa 130 m in corrispondenza della dorsale, per poi decrescere altrettanto rapidamente verso l'imbocco Nord.

Da evidenziare che è previsto che l'inizio della galleria naturale da Nord verrà iniziato successivamente alla realizzazione del ponte sul Fiume Oglio, per difficoltà di accesso all'imbocco.

Il metodo di scavo previsto è quello "tradizionale", con abbattimento mediante esplosivo

e/o mezzi meccanici; lo scavo è previsto a piena sezione fino al piano di base delle murette con successivo scavo di ribasso per la realizzazione dell'arco rovescio.

6.3 Tratto a cielo aperto Nord

Come già evidenziato per il primo tratto della variante dalla Rotatoria Sud, nella presente fase progettuale, si è posta l'attenzione sulla necessità di prevedere tra gli imbocchi della galleria e le sezioni di arresto sulle rotatorie un adeguato tratto a cielo aperto.

Nella soluzione individuata nel Progetto Preliminare, tale tratto era eccessivamente ridotto essendo pari a 68.77 m. Si è pertanto individuata una nuova collocazione della rotatoria più a Ovest e questo ha permesso di portare tale distanza a 106.7 m.

Al fine di definire la posizione ottimale della rotatoria e della conseguente posizione del ponte sul Fiume Oglio e dell'imbocco della galleria naturale, sono state studiate diverse configurazioni plano-altimetriche tenendo conto di tutti i vincoli esistenti derivanti dalla particolare morfologia dell'area.

Il tracciato è stato comunque mantenuto al di fuori dell'attigua zona Parco (Parco Adamello).

Da evidenziare che la nuova topografia ha permesso di accertare una discrepanza presente nel precedente Progetto preliminare sulle quote del terreno nella zona dello sbocco Nord della galleria e della zona della rotatoria che presentano quote significativamente maggiori rispetto a quanto originariamente ipotizzato. Tale evenienza è stata aggravata anche dalla necessità di collocazione della rotatoria posta lungo l'attuale S.S. 42 più a Nord-Ovest e pertanto a quote leggermente superiori. In conseguenza di ciò la pendenza longitudinale della galleria è stata leggermente aumentata.

Lo sbocco della galleria interessa un versante di forte acclività dove è stata accertata la locale presenza di un accumulo di materiale detritico e colluviale di notevole potenza che ha reso necessaria l'adozione di paratie tipo berlinese di significativa altezza. La situazione ambientale è altresì aggravata dalla condizione di spiccata parietalità del fronte di attacco della galleria naturale.

Il tratto di galleria artificiale presenta un'estensione estremamente ridotta ed il portale presenta la conformazione a "becco di flauto rovescio".

Si segnala che gli scavi preparatori interferiscono con una strada rurale il cui transito dovrà necessariamente essere interrotto durante i lavori. Tale viabilità sarà poi ripristinata ed il versante sarà ripristinato anche con ausilio di massicci in terra rinforzata e opere di ingegneria naturalistica.

Ponte sul Fiume Oglio

Per quanto riguarda la tipologia del ponte sul Fiume Oglio, è stata mantenuta quella prevista dal progetto preliminare ad “arco a spinta eliminata”.

Il ponte in progetto è costituito da una campata unica, ad asse rettilineo, in semplice appoggio avente luce di calcolo (distanza tra gli appoggi) pari a 60.00 m.

La sezione trasversale tipo presenta una larghezza complessiva di 19.50 m, di cui 10.50 m di carreggiata utile e due marciapiedi laterali di larghezza 4.50 m ciascuno, all'interno dei quali trovano alloggio le predisposizioni per il passaggio dei servizi a rete.

L'impalcato è formato da una struttura metallica costituita da un graticcio di travi longitudinali e trasversi in acciaio, e getto al di sopra di questi di una soletta in c.a. connessa mediante pioli tipo "Nelson" saldati alle piattabande superiori delle travi e dei trasversi.

Alle piattabande inferiori delle travi in acciaio sono collegati controventi così da costituire, insieme alle travi ed alla soletta, un "cassoncino torsiorigido".

La soletta dell'impalcato, dello spessore complessivo di 25 cm, sarà realizzata mediante la posa di predalles prefabbricate tralicciate, dello spessore di 5 cm, da utilizzare come cassero a perdere, e da un getto integrativo in opera di 20 cm.

La tipologia strutturale è quella di un ponte di tipo “arco a spinta eliminata”; l'impalcato è sorretto mediante tiranti ("pendini") di sospensione a due archi superiori in acciaio ad andamento circolare.

Tali archi saranno connessi alla base alle travi longitudinali laterali che consentiranno, fungendo da tiranti, di assorbire le spinte degli archi con conseguente annullamento delle spinte sulle spalle.

Gli appoggi dell'impalcato saranno realizzati mediante adeguati apparecchi di appoggio, disposti su "baggioli" ricavati sull'elevazione delle spalle.

Per maggiori dettagli in merito si rimanda alla visione degli elaborati grafici di progetto.

6.4 Le componenti impiantistiche

6.4.1 Sistema primario di distribuzione dell'energia elettrica

Per l'alimentazione elettrica ed il controllo degli impianti delle gallerie in oggetto è presente la cabina di trasformazione e distribuzione CE1 lato Sud ubicata a circa 300m dall'imbocco in corrispondenza dell'uscita all'aperto dal cunicolo di fuga della galleria Edolo.

La cabina è dotata, oltre che dei locali di consegna e misura dell'energia, del:

- locale trasformazione MT/bt;
- locale BT di distribuzione servizi e impianti speciali;
- locale gruppo elettrogeno.

Nel locale BT sono installati i power center di distribuzione ed i quadri principali di impianto, compresi i sistemi di regolazione luce ed i sistemi di continuità sottesi all'UPS. Sono inoltre installate tutte le apparecchiature degli impianti speciali, quali armadi dati, centraline, sistemi di comunicazione e apparati radio. Nel locale gruppo elettrogeno, nel rispetto della normativa vigente di prevenzione incendi, è installato il sistema deputato all'alimentazione di riserva. Al fine di evitare il surriscaldamento delle apparecchiature installate la cabina sarà dotata, in tutti i locali, di un sistema di condizionamento dell'aria a controllo termostatico.

Il gruppo elettrogeno ed il suo serbatoio di deposito sono stati dimensionati con il fine di garantire la continuità di esercizio dell'alimentazione di riserva per un tempo superiore a 24h (tempo suggerito dalle Linee Guida ANAS). Ne è risultato un gruppo elettrogeno da 1000kVA con un serbatoio di deposito della capacità totale di 6000l.

Per l'illuminazione della galleria, ed in particolare per l'illuminazione di emergenza, il progetto prevede una alimentazione elettrica in continuità assoluta dedicata, costituita da un sistema UPS in grado di sostenere per almeno 30 minuti l'impianto. Ne è risultato un gruppo di continuità della potenza di 100kVA (con le batterie ausiliarie per l'autonomia minima di 30 minuti).

6.4.1.1 Trasformazione e distribuzione

I trasformatori MT/BT sono del tipo con isolamento in resina e installati in apposite celle separate dalla sala tramite pannellatura in griglia. È prevista l'installazione di due trasformatori, uno di riserva all'altro della potenza unitaria di 1000kVA. Il locale trasformatori, separato dalla sala quadri, sarà ventilato a mezzo di aperture di aerazione sul prospetto di accesso e di eventuali torrini centrifughi di aspirazione controllati da un termostato ambiente.

Il power center è deputato alla distribuzione di tutte le utenze forza motrice quali la ventilazione in galleria, la ventilazione nelle vie di esodo, i servizi antincendio, l'illuminazione di galleria ed i servizi generali di cabina. La ventilazione in galleria fa capo al motor control center (QVEN) in cui sono installate le protezioni ed i comandi motore per i ventilatori installati in calotta.

Le utenze di galleria e di cabina alimentate a 400V fanno capo al quadro power center QGBT 400V, sotteso al power center principale QGBT 690V.

Relativamente all'alimentazione e al controllo dei sistemi di illuminazione, la distribuzione dell'illuminazione permanente di galleria è sottesa al quadro QDUPS, alimentato da gruppo soccorritore; quella di rinforzo è sottesa direttamente al QGBT 400V. L'illuminazione permanente è sottesa ad un quadro di distribuzione da UPS (continuità) per assicurare continuità di esercizio prima dell'inserimento dell'alimentazione di riserva. Nella cabina è prevista una cassetta con i pulsanti di sgancio d'emergenza con vetro a rompere per i seguenti scopi:

- messa fuori tensione di tutta la cabina a valle del punto di consegna dell'energia elettrica, ad eccezione dell'elettropompa antincendio;
- blocco dell'avviamento automatico del G.E.;
- inibizione dell'uscita dell'UPS.

6.4.2 Sistemi di alimentazione di continuità

A servizio dell'impianto è installato un gruppo subsidiario per la produzione dell'energia elettrica alimentato a gasolio. Tutte le utenze dell'impianto sono alimentate anche dall'alimentazione di riserva. Il gruppo è dimensionato per la continuità di esercizio superiore a 24 h, tempo suggerito dalle linee guida ANAS per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali. In particolare, si è supposto il funzionamento a pieno regime per l'intera durata delle 24h previste. Ne è risultato un gruppo elettrogeno da 1000 kVA ed un serbatoio di deposito della capacità totale di 6000 l.

Dal gruppo elettrogeno attraverso un quadro di distribuzione parte la linea 690 V dedicata per l'alimentazione di riserva del quadro generale QGBT 690V. L'alimentazione del QGBT 690V avviene a mezzo di una blindosbarra.

Per l'alimentazione di continuità dell'impianto è previsto un sistema unico costituito da un UPS per l'alimentazione del 100% dei circuiti luce permanenti della galleria e dei servizi privilegiati. I principali servizi privilegiati sono:

- luce di sicurezza (picchetti o guida luminosi);
- segnaletica luminosa;
- rilevazione antincendio in galleria;
- videosorveglianza;
- sistema di telecontrollo.

L'UPS è costituito da un convertitore-inverter, un commutatore statico di by-pass ed un by-pass manuale più un sistema di batterie posizionate all'interno dello stesso armadio UPS. La batteria è dimensionata per garantire un'autonomia alla potenza nominale dell'UPS di 30 min.

6.4.3 Protezioni e selettività

Sono previste le seguenti protezioni:

- protezioni contro le sovracorrenti in genere (corto circuiti e sovraccarichi) realizzata mediante installazione di interruttori automatici a protezione e comando delle linee di alimentazione;

- protezioni contro i contatti diretti realizzata mediante protezioni meccaniche; il grado di protezione minimo per i quadri è fissato al valore IP31;
- protezioni contro i contatti indiretti: mediante interruttori differenziali;
- protezioni contro le sovratensioni realizzata mediante l'installazione di scaricatori di sovratensione e di corrente da fulmine.

La selettività può essere suddivisa in:

- selettività in caso di sovracorrenti tra le fasi;
- selettività in caso di guasto verso terra.

6.4.4 Impianto di messa a terra

In corrispondenza della cabina elettrica è previsto un impianto di tipo disperdente dovuto alla presenza del sistema a MT. Si è considerato che una significativa parte della corrente di terra si richiuderà, in caso di guasto, tramite le armature e gli schermi dei cavi di MT di consegna. L'impianto è stato dimensionato in base alla massima corrente di primo guasto a terra sulla rete a MT e considerata, come indicato dal Distributore per impianto a neutro compensato, pari a 50 A con tempo di estinzione $\gg 10$ sec. Per i circuiti in BT della cabina il sistema impiegato è il TN-S.

Dalla cabina, seguendo le canalizzazioni interrato si dipartono verso nord e verso sud due corde di terra nude interrate da 50 mmq che percorrono le gallerie in corrispondenza dei cavidotti interrati lato cabina. Anche nelle salite cavi verso le passerelle in volta sono previste corde di rame per la messa a terra delle passerelle stesse e, in genere tutte le utenze in classe I di isolamento. La risalita della corda di rame verrà realizzata con sezioni di 25 mmq. Le passerelle cavi in volta hanno giunti che garantiscono la continuità elettrica. I collegamenti a terra all'interno della galleria hanno funzione di equipotenzializzare tutte le masse e le masse estranee.

Nel collegamento delle masse e delle masse estranee è stato considerato che:

- tutti gli apparecchi illuminanti sono previsti in classe di isolamento II e così i cavi di collegamento; pertanto, non è previsto il collegamento a terra;
- i motori dei ventilatori sono connessi indipendentemente a terra così come lo sono le passerelle in modo da assicurare sempre e comunque la continuità elettrica del collegamento a terra. Tutti gli avviatori sono equipaggiati con relè differenziali a protezione contro i guasti a terra.

È inoltre previsto l'utilizzo di relè differenziali a protezione delle linee di alimentazione delle utenze terminali. La corrente differenziale nominale e il tempo di intervento sono stabiliti in base alla tipologia dell'utenza protetta.

6.4.5 Impianti meccanici

Di seguito sono descritte le caratteristiche principali degli impianti meccanici del progetto.

6.4.5.1 Impianto di ventilazione

La galleria Edolo è dotata di proprio impianto di ventilazione meccanica del tipo puramente longitudinale, realizzato mediante installazione di jet-fans reversibili sulla volta della galleria.

L'impianto di ventilazione meccanica previsto per la galleria deve consentire, in tutti gli scenari di funzionamento:

- il controllo e la corretta diluizione degli inquinanti emessi dai veicoli circolanti all'interno della struttura, in caso di flussi di traffico normali ed intensi (picchi di traffico);
- il controllo degli stessi inquinanti in condizioni di arresto della circolazione per incidenti o anomalie sui flussi di traffico;
- il controllo del calore e del fumo prodotti in caso di incendio.

6.4.5.2 Misura e controllo qualità aria

Allo scopo di verificare che il livello degli agenti inquinanti all'interno della galleria sia contenuto nei limiti prefissati e di permettere il controllo automatizzato dell'impianto di ventilazione qualora tali valori vengano superati, i forni saranno dotati di sistemi integrati per la valutazione della qualità dell'aria (di seguito CO/OP).

Allo scopo di controllare e mantenere la velocità dell'aria in galleria nei limiti prefissati, saranno installati degli anemometri di misura. Si prevede l'installazione di 5 anemometri e di 5 misuratori CO/OP.

6.4.5.3 Pressurizzazione vie di esodo

Il sistema di vie di esodo previsto per la galleria è realizzato a mezzo di zone filtro, vani scala e di camminamenti pedonali protetti. I camminamenti pedonali sono realizzati mediante l'installazione di un cunicolo di sicurezza ricavato sotto la sede stradale della galleria. I vani scala collegano la galleria al cunicolo, consentendo il deflusso delle persone verso i luoghi sicuri o aperti (a cielo libero). Il cunicolo di emergenza si sviluppa a partire dall'imbocco nord fino alla progressiva 420.00, dove è prevista l'uscita di sicurezza verso l'esterno della galleria attraverso la zona filtro, il vano scala.

I vani scala sono collocati a valle della zona filtro e sono costituiti da un vano scala vero e proprio aperto e comunicante direttamente con il cunicolo. Il filtro separa la galleria dai percorsi sicuri attraverso una doppia compartimentazione REI 120.

Le condizioni di sicurezza degli utenti che hanno accesso ai luoghi sicuri sono assicurate da un impianto di ventilazione dedicato. L'impianto assolverà i compiti descritti nel dettaglio negli elaborati di progetto dedicati ed in particolare dovrà mantenere le strutture libere da fumi ed in sovrappressione rispetto alla galleria. Per la pressurizzazione delle uscite di

emergenza e delle relative zone filtro è previsto un sistema di ventilazione locale installato sulle pareti divisorie delle zone filtro.

6.4.5.4 Impianto idrico antincendio

La galleria Edolo presenta lunghezza complessiva del tratto coperto pari a circa 1808 m pertanto, per la galleria, in accordo con il D.Lgs. 264/06 e con le Linee Guida ANAS per la Progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali, si è prevista l'installazione di un impianto antincendio reti idranti.

L'impianto sarà costituito da una rete idrica alimentata da una stazione di pompaggio con annessa riserva idrica ed una rete idranti distribuita lungo la galleria. La rete idranti sarà realizzata ad anello con collettori principali di distribuzione installati in appositi alloggiamenti ricavati dietro i profili redirettivi e chiusure anello mediante attraversamenti stradali realizzate in prossimità dei portali. La rete antincendio è preposta sia alla protezione interna che alla protezione esterna, in particolare costituita da:

- idranti UNI 45 a protezione interna della galleria, installati a quinconce lungo i piedritti in adiacenza alle postazioni SOS;
- idranti UNI 70 del tipo soprasuolo agli imbocchi e nelle piazzole di sosta in galleria;
- attacchi di mandata VVF presso i portali.

6.4.6 Impianto di illuminazione

L'illuminazione stradale ha lo scopo di garantire la sicurezza nelle ore notturne a cielo aperto e soprattutto nelle ore diurne in galleria, per tutti gli utenti della strada e la corretta visibilità all'interno della galleria. Il compito visivo per i conducenti degli autoveicoli, che sono gli utenti principali della strada, è costituito dalla visibilità di ostacoli potenzialmente pericolosi, nelle condizioni ambientali e di traffico presenti ed in tempo utile per decidere e realizzare azioni correttive atte ad evitare incidenti.

6.4.6.1 Illuminazione della viabilità esterna e delle interconnessioni

Per la definizione dei livelli prestazionali che gli impianti di illuminazione stradale devono garantire si è fatto riferimento alla recente norma nazionale UNI 11248 – “Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche” ed alla UNI EN 13201-2 – “Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali”.

Per la classificazione e analisi del rischio prescritti dalla norma fare riferimento alla relazione illustrativa e di calcolo degli impianti di illuminazione di progetto.

6.4.6.2 Illuminazione di galleria

L'impianto di illuminazione della galleria è progettato nel rispetto dei requisiti imposti dalla UNI EN 11095 che prevede la suddivisione dell'impianto luce in tratte a luminanza

variabile al fine di garantire il miglior comfort visivo per l'utente della strada. Si prevede la realizzazione di un'illuminazione ordinaria permanente a mezzo di armature in alluminio del tipo a LED della potenza massima di 70 W. Le lampade del tipo a Led sono caratterizzate da una temperatura del colore di 4.000K ed una resa cromatica ≥ 70 . Le armature saranno montate in galleria con passo costante (vedere tavole di riferimento. Scopo dell'impianto permanente è mantenere l'illuminazione ad un valore definito e costante lungo tutta la lunghezza della galleria.

Insieme all'impianto permanente, in galleria è installato un impianto dedicato all'illuminazione di rinforzo in grado di realizzare una luminanza variabile in galleria per l'osservatore che vi entra e la attraversa durante le ore diurne. Il compito dell'impianto è portare gradualmente la luminanza in galleria dal valore caratteristico dell'imbocco (funzione dell'esposizione, delle caratteristiche di contorno visivo dell'imbocco e della velocità di progetto) al valore di luminanza media mantenuta all'interno attraverso una zona, appunto detta di transizione, di lunghezza variabile. L'illuminazione di rinforzo della galleria è realizzata con armature a LED della potenza compresa tra 206 W e 36 W (vedasi relazione di calcolo per il dettaglio) installate in galleria con passo variabile.

Il sistema di rinforzo è dotato di un proprio impianto di regolazione (di tensione) in grado di adattare la luminanza di imbocco all'interno della galleria alle condizioni effettive (e variabili) della luce che si presentano all'esterno durante le ore del giorno. L'adattamento si otterrà senza indurre variazioni inattese nel comfort visivo dell'utente. Il compito dell'analisi della luminanza esterna è demandato ad una sonda di luminanza di velo installata in esterno alla distanza di arresto.

6.4.6.3 Illuminazione di sicurezza

Si ricorda che ai fini della sicurezza di esercizio l'impianto di illuminazione ordinario della galleria, alimentato in continuità da UPS, costituisce un impianto di illuminazione di emergenza con autonomia di almeno 30 minuti.

Congiuntamente al sistema di emergenza, la galleria è dotata di un sistema di illuminazione di sicurezza del tipo SA (sempre acceso) avente lo scopo, in emergenza, di guidare gli utenti a piedi, in caso di emergenza, verso le uscite o le vie di esodo. Poiché tali punti luminosi (picchetti luminosi) devono essere efficienti soprattutto in occasione di scarsa visibilità dovuta al fumo generato da un incendio, è stata realizzata una condizione di funzionamento di "emergenza" in grado di aumentare l'intensità luminosa di circa il 50% rispetto alla condizione di funzionamento "normale"; tale condizione può intervenire automaticamente al raggiungimento delle soglie stabilite dagli strumenti di analisi del CO ed OP installati per il controllo ambientale in galleria e dal sistema di rilevazione incendio, attraverso opportuno comando alla centralina concentratrice. Con il funzionamento "normale", ad intensità luminosa ridotta, viene garantito un ottimo comfort visivo (evitati fenomeni di abbagliamento per gli automobilisti) mentre in funzionamento di "emergenza" con intensità

luminosa aumentata del 50%, si migliora notevolmente l'efficacia dell'indicazione del percorso d'esodo.

I picchetti luminosi saranno posizionati lungo il piedritto lato sorpasso su entrambi i lati della galleria e posati a vista con interdistanza 15m. In corrispondenza dei portoni delle vie di fuga, l'interdistanza d'installazione diminuirà a 5m e sarà inoltre prevista l'installazione di picchetti in maniera tale da disegnare il profilo d'imbocco della via d'esodo. Le lampade devono essere in grado di assicurare i parametri illuminotecnici prescritti dalla UNI.

6.4.6.4 Cunicolo di emergenza galleria

La galleria Edolo è dotata di cunicolo di emergenza con accesso dalle sei vie di fuga della galleria. Il cunicolo, collocato sotto la sede stradale, porta in luogo sicuro all'aperto gli utenti in evacuazione dalla galleria in caso di emergenza. Il riferimento normativo è la UNI EN 1838 illuminazione di emergenza i parametri considerati a progetto sono i seguenti $E_{min}=5\text{lux}$ con la condizione di uniformità che $E_{max} < 40 E_{min}$ e che l'interdistanza fra due punti luce consecutivi sia $< 4h$ con h altezza del cunicolo.

Dalla galleria sarà possibile accedere, tramite le vie di fuga dotate di zone filtro, al cunicolo di emergenza. Le uscite all'aperto del cunicolo sono previste in corrispondenza della prima piazzola di emergenza lato sud e in corrispondenza dell'imbocco lato nord.

6.4.7 Impianto di videosorveglianza

Il sistema TVCC è previsto a servizio della galleria e delle aree di connessione esterne. La copertura dell'impianto TVcc deve assicurare all'interno della galleria:

- il controllo in continuo dei flussi di traffico (controllo da eventuale sala di supervisione);
- la rilevazione di eventi anomali.

La rilevazione di eventi anomali è affidata ad un sistema software installato sull'apparato server video in cabina (locale tecnologico). Con rilevazione di eventi anomali si intende:

- la presenza di traffico in coda;
- la presenza di traffico lento;
- la presenza di un veicolo in marcia contro mano;
- la presenza di un veicolo fermo in galleria (per arresto di emergenza o incidente);
- la presenza di fumo/incendio con segnale digitale d'uscita per ogni telecamera.

La copertura dell'impianto TVcc deve assicurare all'esterno della galleria il mero controllo in continuo dei flussi di traffico (controllo da eventuale sala di supervisione).

Il sistema di apparati TVcc è costituito sul campo da:

- Telecamere tipo Dome brandeggianti con zoom;
- Telecamere fisse per installazione lungo la galleria.

- In galleria sono previste:
- telecamere lungo le carreggiate.

Le telecamere fisse in galleria saranno installate su staffe in modo da garantire il corretto fissaggio ed evitare vibrazioni che potrebbero compromettere il buon funzionamento del sistema.

6.4.8 Impianto di diffusione radio

Il sistema di copertura radio all'interno della galleria dovrà essere dimensionato e realizzato per garantire il servizio su quattro ponti radio distinti:

- ponte radio VV.F. (frequenza 73.800Mhz)
- ponte radio Polizia di Stato (frequenza 78.025Mhz)
- ponte radio 118 (frequenza 173.700Mhz)
- ponte radio disponibile

Le suddette frequenze dovranno essere verificate preventivamente per controllarne l'esatta corrispondenza. L'impianto di copertura radio in galleria è realizzato mediante posa di cavo radiante a radiofrequenza all'interno del fornice della galleria ed installazione di una torre porta antenne all'esterno (le antenne installate sulla suddetta torre dovranno essere dimensionate per le frequenze realmente necessarie).

Sulla torre saranno installate n.4 antenne scelte e dimensionate sulla base delle frequenze utilizzate. Lo sviluppo in altezza della torre consentirà inoltre l'eventuale futura installazione di antenne GSM per effettuare la copertura della galleria con il servizio di telefonia mobile.

6.4.9 Segnaletica

La segnaletica installata in galleria ha come obiettivo:

- la gestione della circolazione al suo interno;
- la conformità ai regolamenti;
- l'informazione all'utenza.

In caso di emergenza, all'informazione all'utenza si aggiunge anche la segnalazione per l'autosalvamento costituita dalla segnalazione delle vie di esodo, dai presidi antincendio e dei sistemi di comunicazione con l'esterno.

6.4.9.1 Segnaletica generica e di chiusura al traffico

Agli imbocchi della galleria sono installate lanterne semaforiche del tipo a freccia croce indipendenti per ogni corsia che consentano la chiusura della galleria in situazioni di

emergenza e, a distanza di 150 metri prima degli imbocchi, sono previsti pannelli a messaggio variabile costituiti da una indicazione alfanumerica e da un pittogramma di tipo full color.

La galleria deve essere preceduta, in corrispondenza dell'imbocco, dal segnale "galleria" di cui all'art. 135 ed alla figura II 316 del D.P.R. 495/92, con pannello integrativo indicante la denominazione e la lunghezza della galleria, secondo l'art. 83 Modello II 2 del suddetto D.P.R.

La galleria deve essere preceduta da un segnale di pericolo (Figura II 35 Art.103 del D.P.R. 495/92) posto 150 m prima dell'imbocco (e comunque ad una distanza dall'imbocco non inferiore alla distanza di arresto del veicolo), recante l'iscrizione "galleria" secondo il Modello II 6.

6.4.9.2 Segnaletica luminosa

Tutta la segnaletica verticale di emergenza installata in galleria deve rispondere alle prescrizioni previste dalla norma UNI EN12899-1 e rivestita da un film rifrangente microprismatico in grado di assicurare la visibilità del segnale anche in caso di assenza di energia elettrica. Si prevede quindi l'installazione della segnaletica retroilluminata per:

- piazzole;
- preavviso di piazzola (250 m prima);
- S.O.S.;
- estintori;
- idranti;
- uscite di emergenza.

6.4.10 Rete dati

La rete dati primaria è una rete ethernet LAN a 1000Mbps realizzata in fibra ottica monomodale 12x9/125 che collega il nodo principale (nodo di cabina) con i nodi installati nelle uscite di sicurezza di galleria.

La rete primaria presenta una configurazione ad anello singolo che consente in caso di interruzione del flusso dati in un punto (ad esempio in seguito a rottura del cavo) di mantenere in totale efficienza la funzionalità dell'intero impianto. I nodi sono costituiti da apparati di rete che consentono la gestione della rete in condizioni operative normali ed in caso di guasto.

Per garantire la massima estendibilità del sistema e la possibilità di intervenire in futuro con interventi di manutenzione rapidi, è prevista la completa attestazione di tutte le n.12 fibre del cavo utilizzato all'interno di tutti i nodi dell'anello; il collegamento agli apparati di rete avverrà utilizzando la prima coppia e mantenendo di scorta le restanti cinque.

La rete dati primaria consente la comunicazione dati per i seguenti sottoimpianti:

- telecontrollo (comunicazione fra unità PLC delle uscite di sicurezza, unità di cabina e SCADA server);
- videocontrollo (comunicazione fra telecamere IP, analizzatori video e server di cabina);
- SOS (comunicazione voce di tipo VoIP dagli armadi SOS delle uscite di sicurezza);
- PMV (comunicazione e controllo pannelli a messaggio variabile in galleria).

La rete dati secondaria è una rete ethernet LAN a 100Mbps realizzata in fibra ottica multimodale 8x50/125 che collega il nodo principale (nodo di cabina) con i nodi installati nelle nicchie di galleria. Anche la rete secondaria presenta una configurazione ad anello singolo che consente in caso di interruzione del flusso dati in un punto (ad esempio in seguito a rottura del cavo) di mantenere in totale efficienza la funzionalità dell'intero impianto. I nodi sono costituiti da apparati di rete che consentono la gestione della rete in condizioni operative normali ed in caso di guasto.

Per garantire la massima estendibilità del sistema e la possibilità di intervenire in futuro con interventi di manutenzione rapidi, è prevista la completa attestazione di tutte le n.8 fibre del cavo utilizzato all'interno di tutti i nodi dell'anello; il collegamento agli apparati di rete avverrà utilizzando la prima e seconda coppia e mantenendo di scorta le restanti due. La prima coppia sarà interconnessa direttamente all'apparato di rete di nicchia, la seconda coppia all'apparato SOS di nicchia.

La rete dati secondaria consente la comunicazione dati per i seguenti sottoimpianti:

- telecontrollo (comunicazione fra unità PLC di nicchia, unità di cabina e SCADA server);
- SOS (comunicazione voce di tipo VoIP dagli armadi SOS di nicchia)

6.4.11 Impianto di telecontrollo

Il sistema di telecontrollo della galleria è basato su una rete di unità PLC (Programmable Logic Controller – controllore logico programmabile) installate all'interno dei quadri nicchia, uscite di sicurezza e cabina elettrica che consente l'acquisizione dei dati da tutti i sottoimpianti e la loro gestione.

Il controllore logico programmabile è un dispositivo che consente l'acquisizione di grandezze e stati sia di carattere analogico (misure) che digitale (stati) e, grazie alla presenza al suo interno di una CPU e di una memoria, la gestione di algoritmi di controllo e comando; la propria intrinseca peculiarità è quindi quella di poter gestire gli impianti ad esso direttamente collegati in modo autonomo dalla rete e dal server centrale.

Sulla base di tale caratteristica, data la particolare tipologia di installazione (impianti di sicurezza in ambiente "ostile"), nasce la scelta progettuale di inserire in tutti i nodi dell'impianto di telecontrollo unità PLC anziché semplice unità di I/O remoto (RIO – Remote Input Output) unicamente demandate alla sola raccolta dei dati ma non direttamente

in grado di gestire algoritmi di controllo.

Le unità PLC di galleria e di cabina sono state dimensionate sulla base dei punti controllati in acquisizione ed in comando.

6.4.12 Sistema SCADA

L'impianto di telecontrollo è completato da un sistema SCADA in grado di garantire la supervisione generale e totale del sistema galleria. Il sistema sarà connesso con il sistema di automazione e sarà reso comandabile dal Posto di Controllo deputato (nel locale tecnologico – ed in sala di supervisione).

Lo SCADA assicura una gestione tecnica centralizzata per il controllo tecnico degli impianti ed il relativo funzionamento autonomo. In particolare, faranno capo allo SCADA i controlli di tutti gli impianti di sicurezza di galleria nonché le logiche di gestione degli allarmi di esercizio e manutenzione. In particolare, il software SCADA avrà le seguenti funzioni:

- gestire le comunicazioni con il livello PLC (installazioni in campo);
- archiviare i dati di processo in un data base di un sistema di storage dedicato;
- consentire l'accesso al sistema di gestione a differenti livelli di utenza e garantire la sicurezza contro la pirateria informatica;
- permettere l'eventuale connessione con un programma client sia in locale che in remoto, tramite interfacciamento con rete Ethernet Gigabit o SDH, e gestire gli utenti connessi dando priorità all'utente locale (eventuale sala di supervisione);
- garantire l'accesso alle funzionalità del sistema di gestione tramite interfaccia uomo-macchina, sia in locale tramite il PC terminale, sia, eventualmente in remoto tramite interfacciamento con la rete Ethernet Gigabit o SDH;
- permettere la visualizzazione sinottica della galleria con lo stato dei componenti e/o dei sottosistemi installati e dei valori misurati dalla sensoristica;
- permettere la visualizzazione dei messaggi di diagnostica ed allarme del sistema;
- consentire la gestione e l'analisi dei dati archiviati.

La struttura software dovrà tenere conto delle future necessità della galleria e delle future implementazioni che si potrebbero rendere necessarie in galleria.

6.5 Caratteristiche dei materiali

Per una descrizione dettagliata in merito alle caratteristiche dei materiali previsti, data la notevole complessità ed eterogeneità delle varie componenti del progetto, si rimanda alla visione dei singoli elaborati di progetto.

7. Cave e discariche

Il Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo è stato redatto ai sensi del D.P.R n.120/2017.

Facendo seguito a quanto previsto dai documenti “Piano di indagine geognostico-ambientale” e “Indagine geognostica integrativa e propedeutica alla progettazione definitiva - ubicazione delle indagini” redatti nel 2019, tra Luglio e Dicembre 2020 è stata condotta da Tecno In Geosolutions¹ la campagna indagine e successiva caratterizzazione ambientale sui terreni prelevati, secondo i criteri stabiliti dalla relativa normativa vigente. Il set analitico ha fatto riferimento all’elenco delle sostanze di cui alla tabella 4.1 dell’Allegato 4 del DPR 120/2017, integrate secondo quanto indicato nel Documento “Piano di indagine geognostico-ambientale” Cap. 5.4.

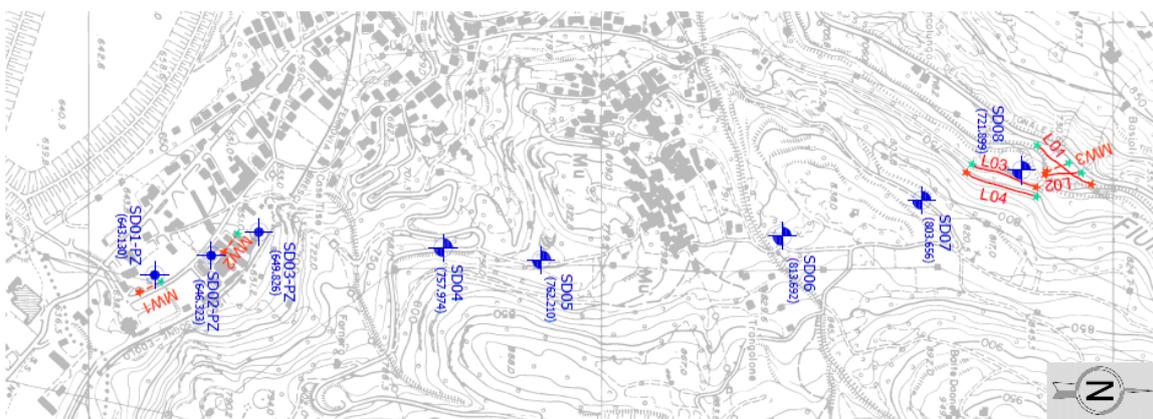


Figura 10: Ubicazione delle indagini (geognostiche, geofisiche e ambientali) effettivamente realizzate (Rif. [II])

Il numero di punti effettivamente campionati nel corso della campagna è stato pari a 3, inferiore a quanto previsto nel Piano di Indagine ma comunque sufficiente secondo prescrizioni normative.

Alcuni punti di prelievo hanno subito, in fase esecutiva, alcune deviazioni puntuali nate da esigenze di cantiere o da limitazioni nell’accesso alle aree; si può comunque concludere che la modifica del tracciato non ha invalidato il criterio di raccolta dei campioni utilizzato in fase di definizione della campagna sperimentale.

Dall’osservazione delle risultanze della caratterizzazione ambientale si è evinto che **non sussistono superamenti dei limiti normativi relativi al D.Lgs. 152/06 All.5 alla parte IV – Tab. 1 – Col. A “Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale” e Col.B “Siti ad uso commerciale ed industriale”**, quindi le concentrazioni sono inferiori indipendentemente dalla destinazione d’uso del suolo.

Dalle determinazioni analitiche effettuate ai fini della classificazione dei materiali come rifiuti, **tutti i campioni di terreno sono inoltre rientrati nel Codice CER 17 05 04 che comprende «Terra e rocce da scavo, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03* - terra e rocce, contenenti sostanze pericolose»**, dal momento che non contengono sostanze

¹ Tecno In Geosolutions ha realizzato le indagini geofisiche, geognostiche e ambientali propedeutiche al Progetto Definitivo, nonché le indagini di laboratorio, sotto supervisione e gestione di Anas S.p.A.

pericolose.

Inoltre, l'esecuzione di test di cessione ha messo in evidenza che i terreni sono ammissibili in discariche per rifiuti non pericolosi e ammissibili in discariche per rifiuti inerti; i materiali risultano gestibili secondo procedure di recupero completo.

Nella seguente Tabella sono riassunti i bilanci delle terre di scavo interessate dalle opere:

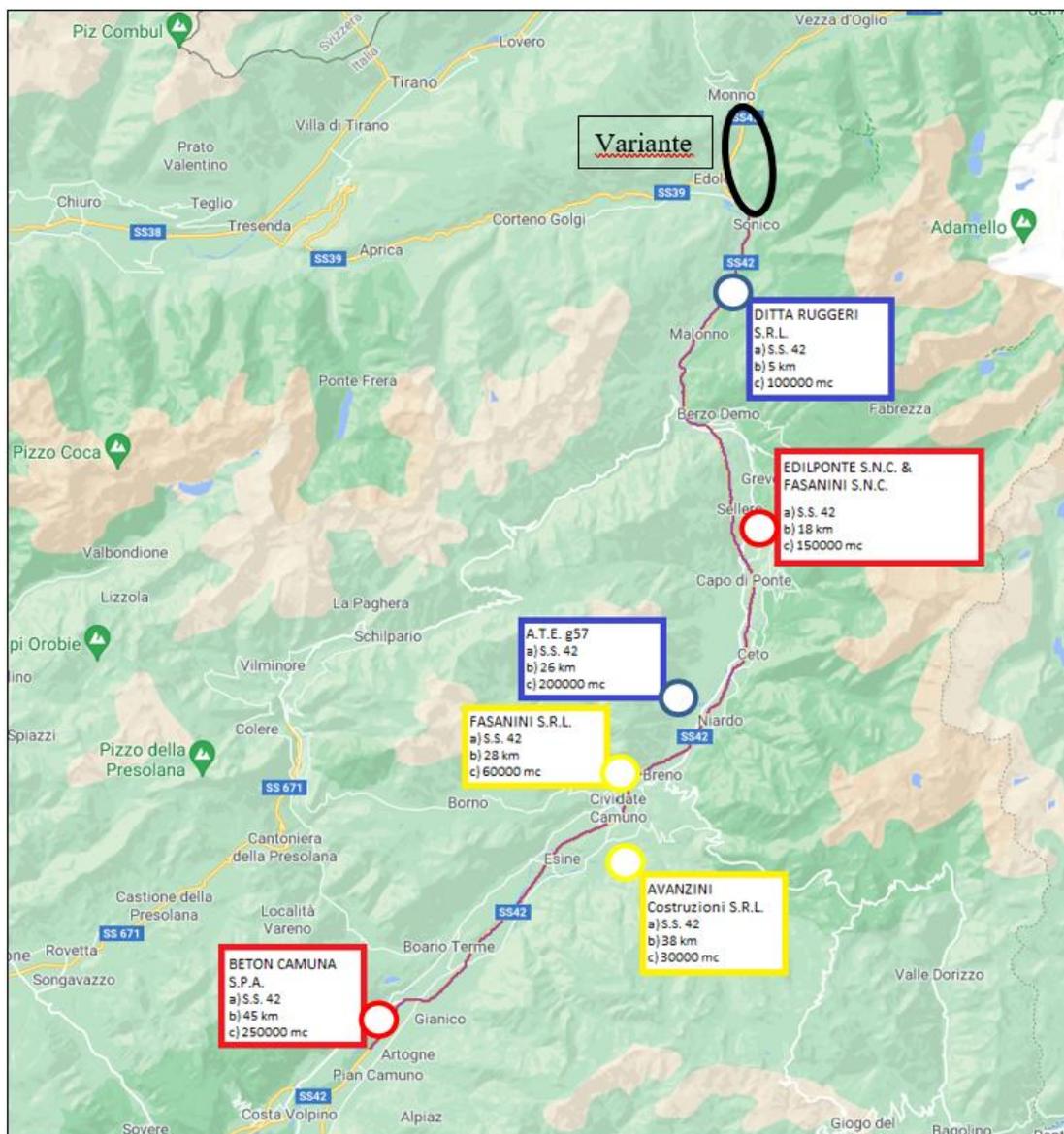
Opere/Tratti Variante	Scavo [m ³]	Provenienza	Qualità	Quantità di riutilizzo in sito [m ³]	Conferimento a discarica [m ³]	Materiale da approvvigionare [m ³]
ROTATORIA SUD						
	2967	Realizzazione rotatoria Sud	Materiale sciolto	2600	367	-
GALLERIA ARTIFICIALE SUD						
	69947	Realizzazione Galleria artificiale Sud	Materiale sciolto	8250	72412	-
	10575	Pali di grande diametro	Materiale sciolto			
	140	Micropali	Materiale sciolto			
GALLERIA NATURALE						
	242126	Realizzazione Galleria naturale	Scisti di Edolo	0	242126	-
GALLERIA ARTIFICIALE NORD						
	5959	Realizzazione Galleria artificiale Nord	Materiale sciolto	689	5401	-
	130	Micropali	Materiale sciolto			
MURO ANDATORE SPALLA SX						
	212	Realizzazione Muro andatore spalla sx	Materiale sciolto	75	171	-
	34	Micropali	Materiale sciolto			
PONTE FIUME OGLIO						
	2334	Realizzazione Ponte Fiume Oglio	Materiale sciolto	297	2489	-
	452	Pali di grande diametro	Materiale sciolto			
MURI ANDATORI SPALLA DX						
	1367	Realizzazione Muro andatore spalla dx	Materiale sciolto	593	882	-
	109	Pali di grande diametro	Materiale sciolto			
ROTATORIA NORD						
	2931	Realizzazione rotatoria Nord	Materiale sciolto	6183	-	3252
TOTALI (arrotondati al 10)	339280			18680	323480	3252
TOTALI amplificati del 20%					388100	3900

Tabella 7-1 Tabella riassuntiva dei bilanci delle terre suddivise per Opere

I conferimenti di materiale sciolto, composto primariamente da Depositi Alluvionali e secondariamente da Depositi Lacustri a Sud e da Coltri detritiche di ghiaie e blocchi a Nord, corrispondono a 157500 t, adottando un peso proprio medio di 19 kN/m³; mentre i conferimenti di materiale ottenuto dallo scavo in galleria naturale, composto da Scisti di Edolo, corrispondono a 666400 t, adottando un peso proprio medio di 27 kN/m³.

Al fine della determinazione del volume di conferimento agli impianti, il volume teorico di scavo ricavato con il conteggio sopra esposto, pari a 323480 mc, è stato amplificato del 20% di modo da tenere conto dell'espansione volumetrica dello stesso; il volume da considerare per il conferimento agli impianti è quindi pari a circa 388100 mc.

Gli impianti di conferimento (riquadri in rosso), le cave di prestito (riquadrate in blu) e gli impianti di trattamento inerti (riquadri in giallo) individuate nell'area di interesse, sono rappresentate con la relativa distanza dal cantiere e volumetria disponibile nella figura seguente:



8. Cronoprogramma delle fasi attuative

Si rimanda al documento T00CT00TAMCR01_A.

9. Quadro economico dell'intervento

Si rimanda al documento T00CM00CMSEE01_A.