

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

Adeguamento del sistema
A7 - A10 - A12

Lotto 9B - Riqualfiche A7, A10, A12, A26 esistenti - Secondo stralcio

PROGETTO ESECUTIVO

DG - DOCUMENTAZIONE GENERALE

INSERIMENTO PAESAGGISTICO

ARCHITETTURA DEL PAESAGGIO

RELAZIONE GENERALE OPERE ARCHITETTONICHE E PAESAGGISTICHE

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Arch. Enrico Francesconi Ord. Arch. Milano n.16888 RESPONSABILE ARCHITETTURA E PAESAGGIO	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496 PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI
---	---	--

CODICE IDENTIFICATIVO											ORDINATORE
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	--
110725	LL9B	PE	DG	IPG	00000	00000	RA	UA	0044	- 2	SCALA -

 	PROJECT MANAGER:				SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE		
	Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N. 9810A								n.	data	
									0	LUGLIO 2018	
	REDATTO:				VERIFICATO:				1	DICEMBRE 2018	
									2	FEBBRAIO 2019	
3									-		
								4	-		

VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Alberto Selleri	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti <small>DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</small>
--	--



Figura 7-4 – incolti su terrazzamenti (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-A2-G11-GP11S-0-D-AUA0513-1)



Figura 7-5 – orti su terrazzamenti (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-A2-G11-GP11S-0-D-AUA0513-1)

Per quanto riguarda l'aspetto prettamente vegetazionale, sul versante collinare nel quale si inseriscono i nuovi imbocchi, si riscontrano nuclei residuali di bosco ceduo non sottratti dalla pratica agricola più presente in questo versante.



Figura 7-6 – bosco ceduo residuo al margine di area agricola in stato di abbandono (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-A2-G11-GP11S-0-D-AUA0513-1)

Idraulicamente la rete idrica di fondovalle è quasi totalmente intubata e gli impluvi che dai versanti si dirigono verso il fondo valle sono per lo più artificializzati nel tratto terminale.

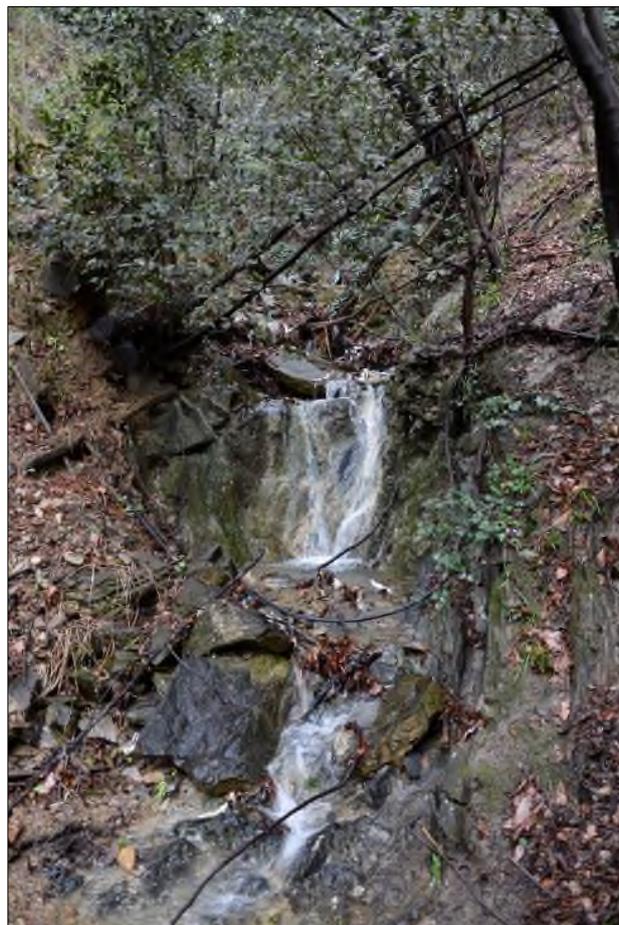
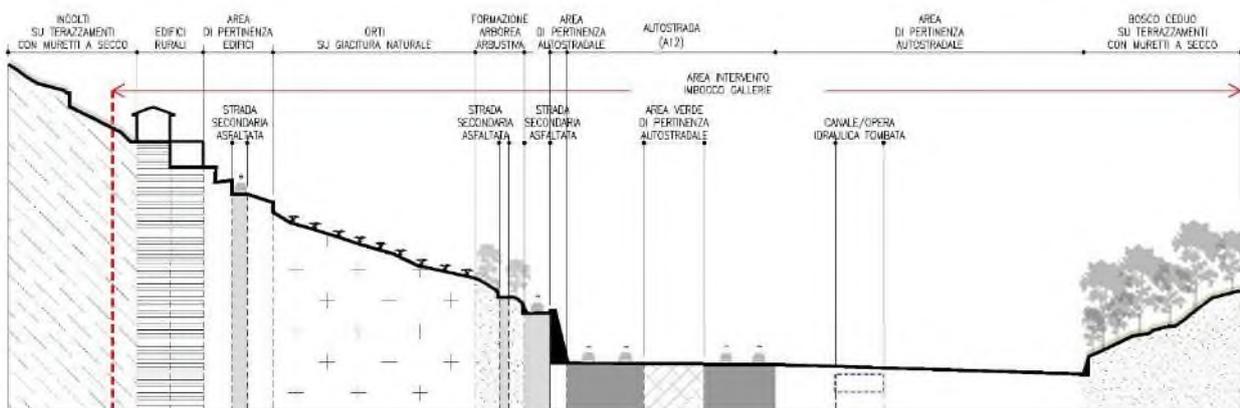


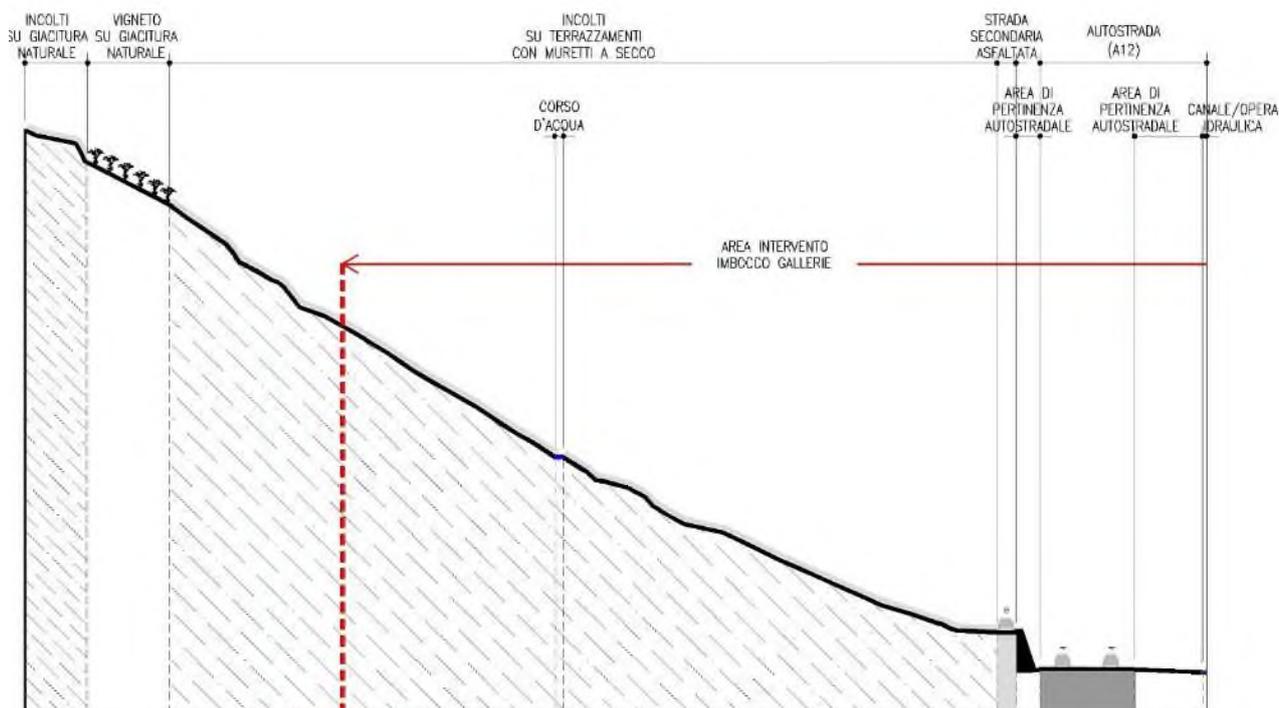
Figura 7-7 – briglia in cemento su canale artificiale
 (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-A2-G11-GP11S-0-D-AUA0513-1)

Figura 7-8 – tratto iniziale di corso d'acqua con alveo naturale

Analizzando in maniera circoscritta la zona interessata dal nuovo imbocco (si veda le sezioni sotto riportate), questa è attualmente occupata, come già scritto, da orti, incolti, annessi agricoli ed edifici rurali.

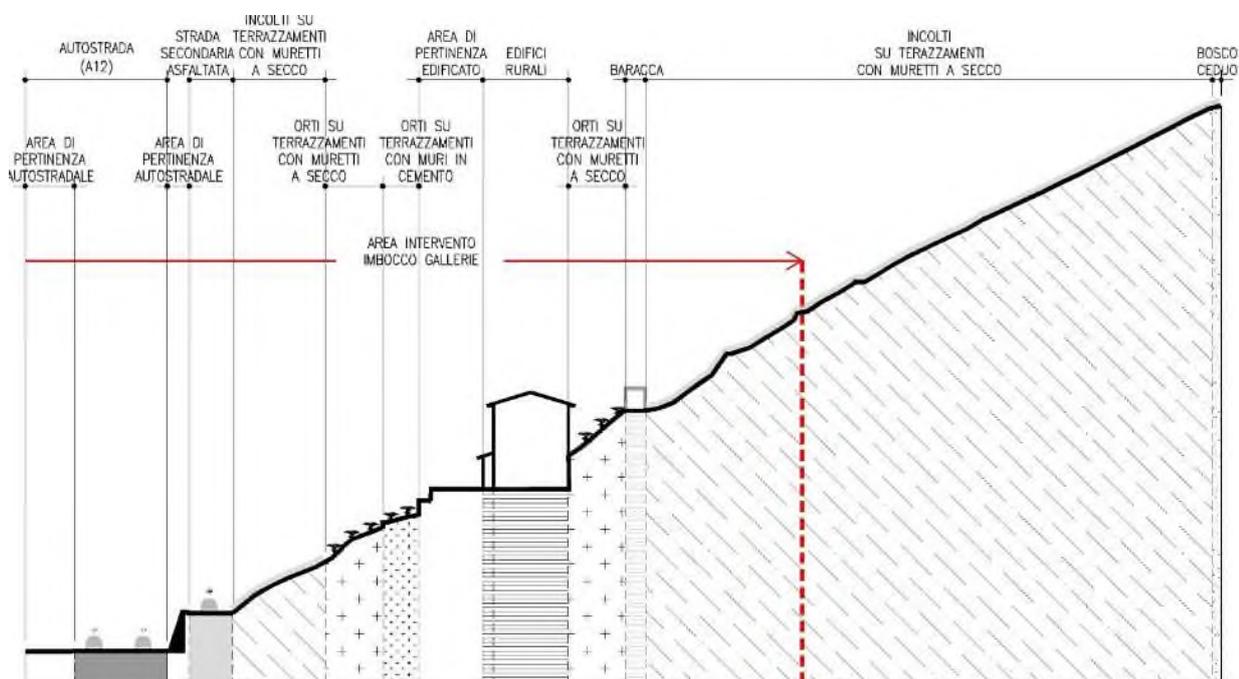


SEZIONE 1 - FORTE DIAMANTE SUD
 1:500



SEZIONE 2 - FORTE DIAMANTE SUD

1:500



SEZIONE 3 - FORTE DIAMANTE SUD

1:500

A seguito dell'analisi sopra riportata si può dedurre che dal punto di vista naturalistico l'area di intervento e più prettamente i nuovi imbocchi vadano ad incidere su di un paesaggio rurale di scarso valore paesaggistico.

Anche da un punto di vista di aria vasta gli elementi architettonici di maggior considerazione si limitano per lo più ai rivestimenti ed alle orditure dei muri esistenti ed in particolar modo quelli di sottoscarpa presenti lungo l'attuale tracciato autostradale. Non sono presenti elementi architettonici di particolare valore o fattezze.



Figura 7-9 – Rivestimento muro in C.A. lungo l'autostrada esistente (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-A2-G11-GP11S-0-D-AUA0513-1)

7.1.2 Progetto Esecutivo

L'area Torbella è un nodo particolarmente complesso per la presenza variegata delle nuove opere che si sviluppano a congiunzione di due opposti versanti. Il progetto della sistemazione mira alla totale copertura delle opere a sostegno degli scavi e per una omogenea sistemazione di ricucitura con il territorio circostante.

L'area d'intervento, necessaria alla realizzazione del piazzale d'imbocco, sebbene sia planimetricamente contenuta, presenta opere di scavo importanti, dovute all'acclività del pendio. La soluzione proposta intende inserire il congiunto architettonico nel paesaggio richiamando la semiologia dei pendii terrazzati comuni in questi versanti.

Per questo motivo i volumi tecnici sono, per quanto possibile, interrati, lasciando a vista la sola facciata principale delle cabine elettriche (CBE 2.4 e CBE 2.7) e quota parte dei due prospetti laterali.

Gli unici elementi emergenti dal terreno sono rappresentati dai camini di ventilazione di dimensioni 2.30x2.30m, realizzati in cemento armato in continuità con la struttura e coperti da un manufatto in alluminio anodizzato con griglie a lamelle orizzontali su tutti e quattro i lati (si veda Tav. 110722-LL03-PE-A2-G11-GF11S-CBE24-D-AUA0541-0 e 110722-LL03-PE-S4-G13-GF13W-CBE27-D-AUA4951-0).

La finitura del paramento esterno della cabina si divide in due differenti tipologie di trattamento. La prima in calcestruzzo liscio viene realizzata nelle fasce inferiori (h da terra 1,00m in corrispondenza del marciapiede e h da terra 1,20 m nelle restanti zone) e superiori (h 0,50 cm). La seconda, interposta alle due precedenti fasce, è realizzata con matrice contro-cassero (tipo RECKLI 2/75 Kocher) con motivo a costolature verticali.

Al termine dei lavori di costruzione della cabina verrà realizzato un ritombamento per il reinterro del fronte di scavo e delle opere con un disegno morfologico analogo a quello ante operam.

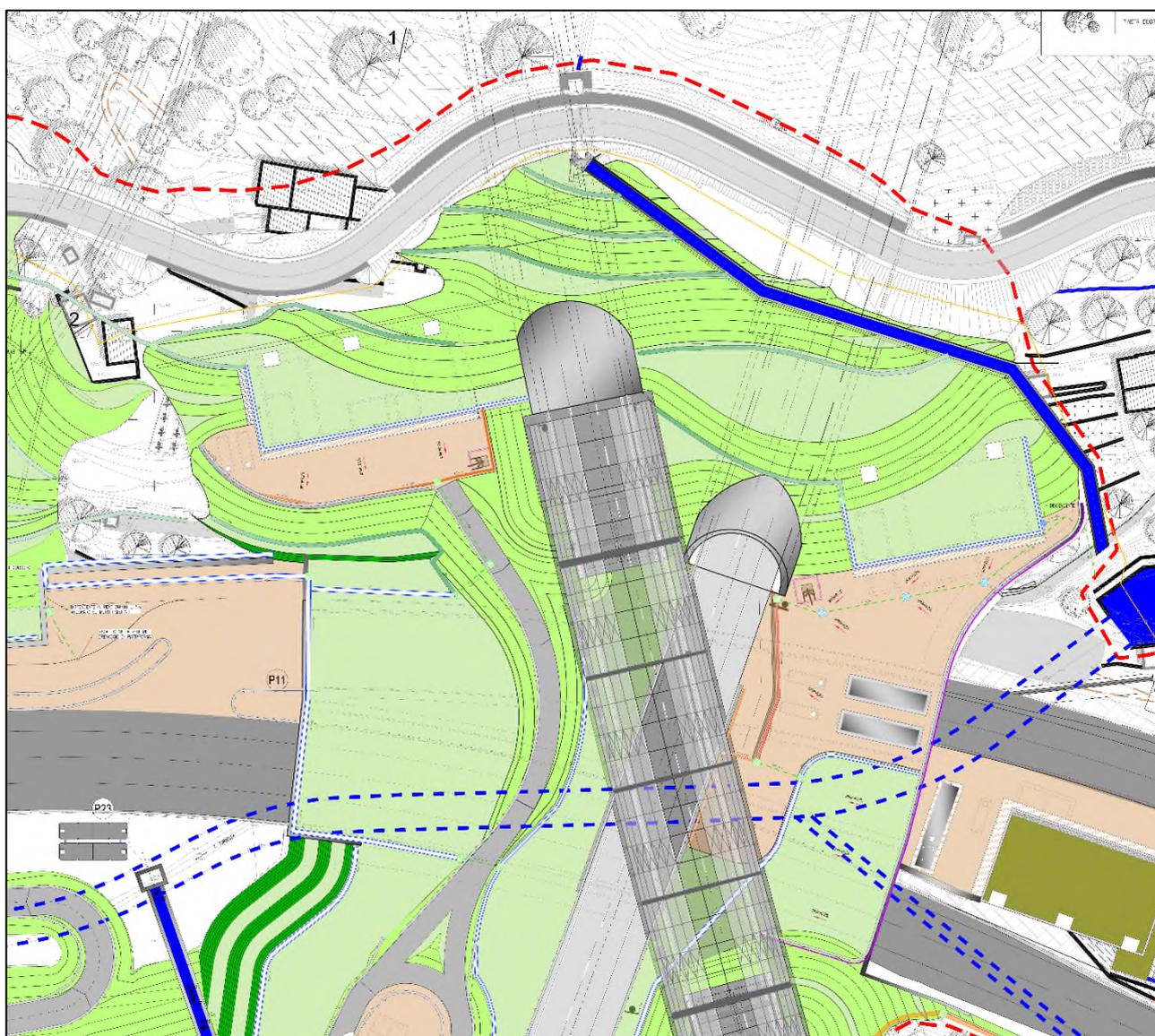


Figura 7-10 - Planimetria finale dell'area d'imbocco (fonte: elaborato 110721-LL03-PE-A2-G11-GF11S-SSF00-D-AUA0521-2)

Per quanto riguarda l'impatto potenziale generato, sulla componente vegetazionale (in prevalenza aree coltivate su terrazzamenti) e di conseguenza paesaggistica, dalle aree di occupazione temporanea (cantieri,

viabilità ...) le scelte progettuali adottate mirano a limitare il più possibile l'incidenza sulla vegetazione delle aree di lavorazione.

Come già accennato, le opere di ripristino e mitigazione ambientale in progetto tenderanno a favorire lo sviluppo di vegetazione quanto più in linea con le aree limitrofe all'intervento, con la piantagione di specie arboree (laddove lo spessore del ricoprimento con terreno di coltivo, nelle aree rimodellate, lo permetta), arbustive ed erbacee appartenenti alle formazioni vegetazionali potenziali e limitrofe stimolando in tal modo l'insediamento e l'ampliamento dei lembi di vegetazione boscata presenti. Per un maggior approfondimento delle opere di ripristino delle aree ad occupazione temporanea si rimanda agli elaborati specialistici relativi alle aree di cantiere e alle viabilità di servizio.

Per una miglior chiarezza dell'opera finita e del suo inserimento nel contesto si riportano di seguito alcuni foto inserimenti.

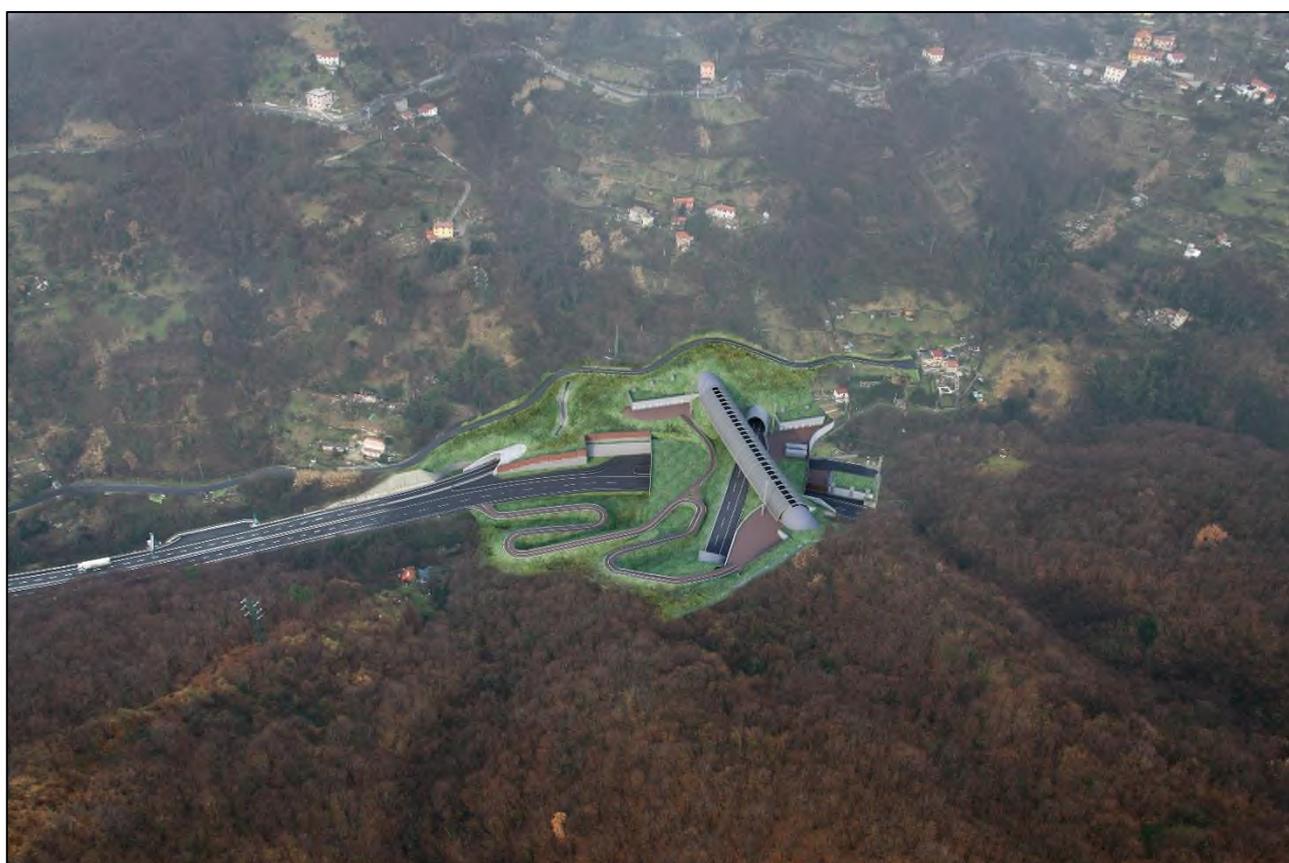


Figura 7-11 - foto inserimento area di imbocco a volo di uccello (fonte: elaborato 110725-LL9B-PE-DG-IPG-00000-00000-R-AUA0043-1, area Torbella foglio 4/12)

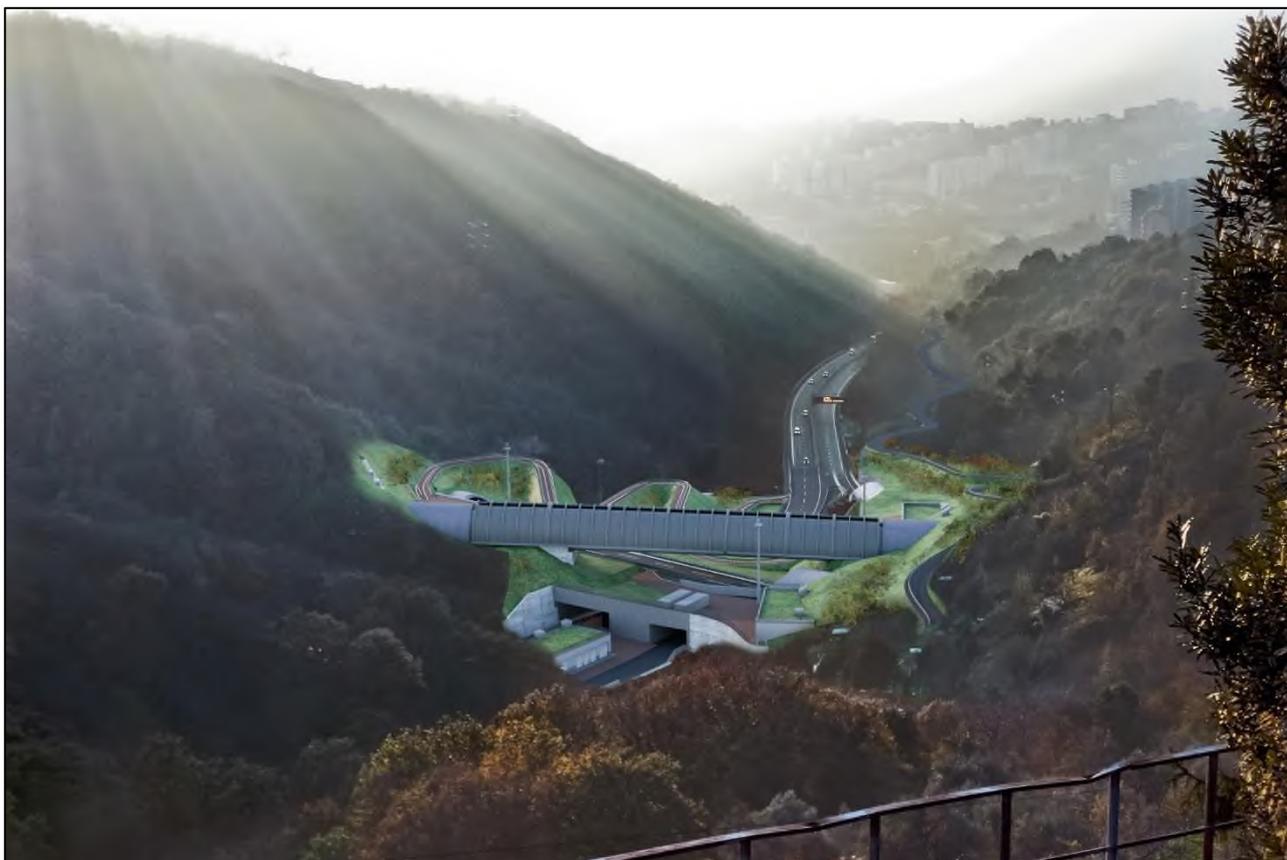


Figura 7-12 - Foto inserimento degli imbocchi zona Torbella da via P. Negrotto Cambiaso (viabilità panoramica presso l'abitato di Begato) - fonte: elaborato 110725-LL9B-PE-DG-IPG-00000-00000-R-AUA0042-2, foto 58

7.2 GALLERIA TORBELLA OVEST – IMBOCCO OVEST

7.2.1 Paesaggio e Semiologia Antropica

Dal punto di vista di area vasta l'intervento si inserisce all'interno dell'area Torbella.

All'interno di questo ambito di paesaggio, l'elemento infrastrutturale costituito dall'autostrada A12 esistente determina una netta distinzione fra le porzioni di territorio, rispettivamente, a nord e a sud della stessa.

A nord, il paesaggio è caratterizzato da una struttura eterogenea in ragione dell'alternanza tra insediamenti, aree agricole limitate ad una fascia limitrofa all'urbanizzato, esigue formazioni arboree e arbusteti.

A sud, la componente vegetazionale rappresenta la quasi totalità del paesaggio con copertura diffusa boscata a prevalenza di latifoglie quali Robinia, Carpino e Castagno.

L'area valliva del torrente Torbella sebbene presenti un carattere sub-naturale, dovuto alla presenza, come detto, di un sistema boscato che interessa le pendici della valle, risulta, tuttavia, a diretto contatto con insediamenti di tipo moderno costituiti da edifici di rilevante entità.

L'ambito percettivo è chiuso con visibilità diretta dalla valle e dagli insediamenti di Begato e Torbella.

Dal punto di vista di emergenze architettoniche si evidenzia la presenza del Forte di Begato che domina l'area di intervento dal crinale posto più a sud che comunque non viene in nessun modo interferito dai lavori inerenti la presente area di imbocco.

Di seguito si riporta, a titolo esplicativo, una foto dello stato attuale con indicazione della futura zona di imbocco rimandando alla successiva fotosimulazione della nuova opera per una visione complessiva dello stato finale dell'area di imbocco a mitigazione avvenuta.



Figura 7-13 – Versante collinare (con la freccia rossa indicata la zona di imbocco Ovest della galleria Torbella), fonte: elaborato 110722-LL03-PE-S4-G13-GP13W-0-R-AUA4991-1, foto 6

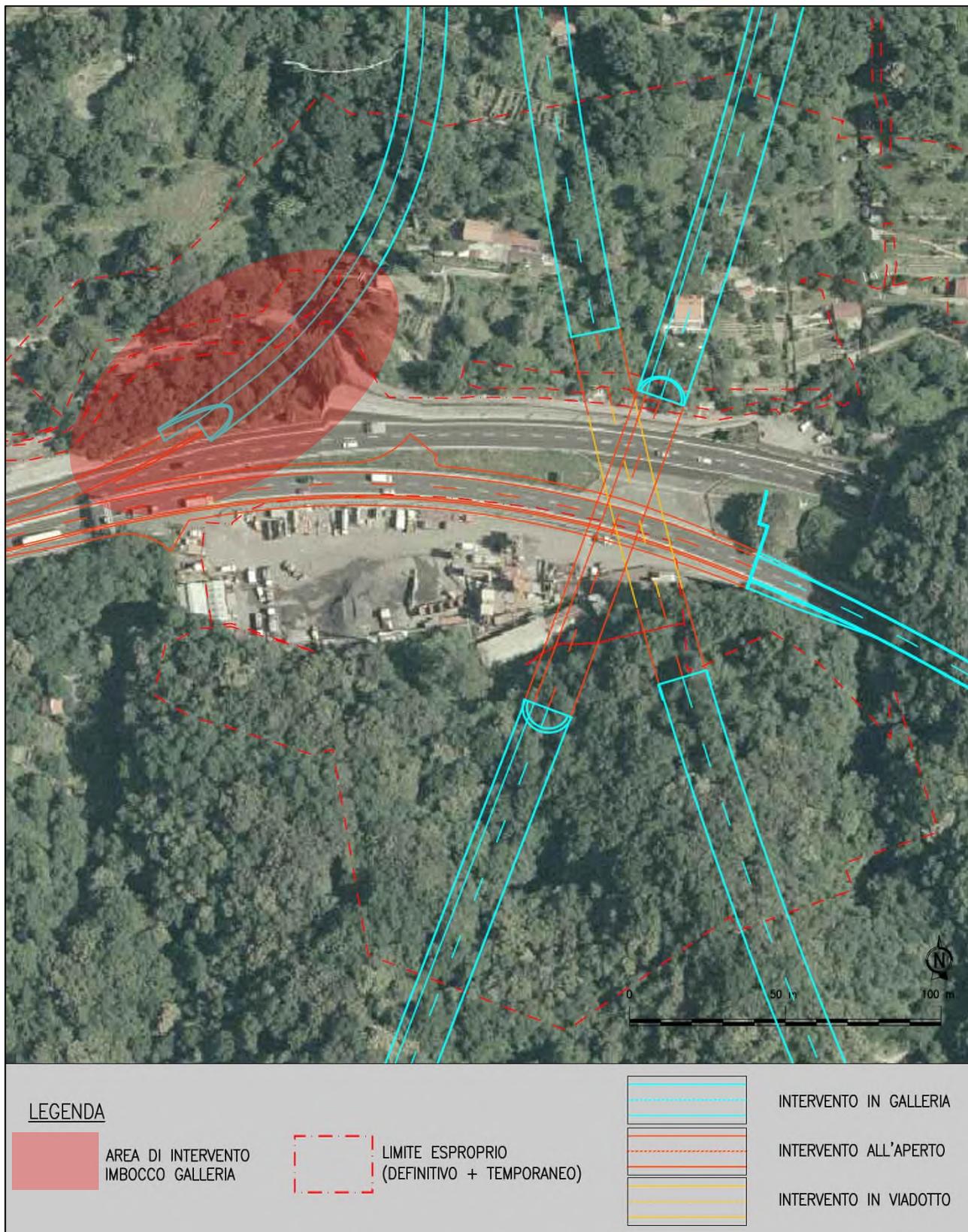


Figura 7-14 – Inquadramento territoriale

Scendendo più in dettaglio nell'area indagata, dal punto di vista di semiologia antropica gli elementi del paesaggio antropico che più caratterizzano la zona sono la viabilità autostradale esistente e la sistemazione

di versante a gradoni o terrazzamenti con muretti a secco occupati per lo più da coltivazioni orticole o incolti di pertinenza ai fabbricati rurali presenti con i relativi annessi agricoli.

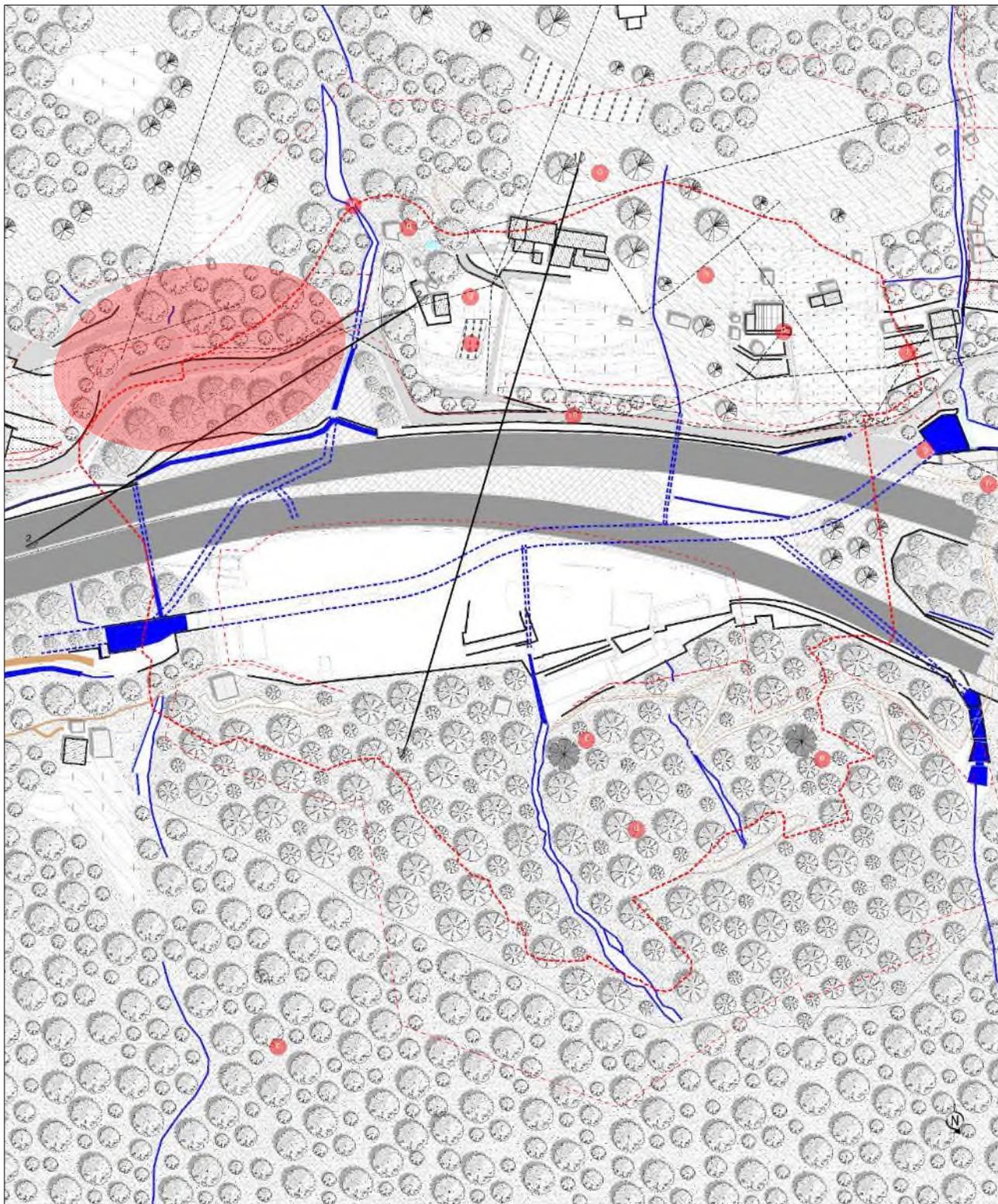
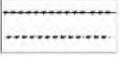
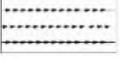


Figura 7-15 – Estratto planimetria semiologia antropica (in rosso identificazione aree di imbocco)

ELEMENTI DEL PAESAGGIO ANTROPICO

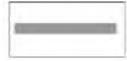
	VIGNETI SU GIACITURA NATURALE
	VIGNETI SU TERRAZZAMENTI A GRADONI
	ORTI SU GIACITURA NATURALE
	ORTI SU TERRAZZAMENTI A GRADONI
	ORTI SU TERRAZZAMENTI CON MURETTI A SECCO
	ORTI SU TERRAZZAMENTI CON MURETTI IN CEMENTO
	INCOLTI SU GIACITURA NATURALE
	INCOLTI SU TERRAZZAMENTI CON MURETTI A SECCO
	LINEA ELETTRICA E PALO
	LINEA ELETTRICA E TRALICCIO
	CANALE/OPERA IDRAULICA
	CANALE/OPERA IDRAULICA TOMBATA
	CORSO D'ACQUA

	CORSO D'ACQUA (larghezza alveo non rappresentata)
	VASCA DI ACCUMULO
	BRIGLIA
	MURI SIGNIFICATIVI

	BARACCHE/TETTOIE
	PIAZZALI ED AREA DI PERTINENZA EDIFICATO/STRADE
	AIOLE VERDI DI PERTINENZA EDIFICATO/STRADE

ELEMENTI DEL PAESAGGIO NATURALE

	ALBERO NOTEVOLE
	ARBUSTI / ALBERI ISOLATI O IN FILARE
	FORMAZIONE ARBOREA/ARBUSTIVA
	BOSCO CEDUO
	BOSCO CEDUO SU TERRAZZAMENTI CON MURETTI A SECCO
	BOSCAGLIA PIONIERA

<u>VIABILITA'</u>	
	AUTOSTRADA
	STRADA SECONDARIA ASFALTATA
	GALLERIA
	SENTIERO
	SENTIERO (larghezza ridotta e non rappresentabile)

INSEDIAMENTI

	EDIFICI RURALI
---	----------------

<u>ALTRI ELEMENTI GRAFICI</u>	
	LIMITE AREA INTERVENTO IMBOCCO GALLERIA
	IDENTIFICAZIONE ELEMENTI DEL PAESAGGIO (vedi tavola ANALISI PAESAGGISTICA STATO DI FATTO 2/2)
	LIMITE ESPROPRIO DEFINITIVO



Figura 7-16 – incolti su terrazzamenti (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-S4-G13-GP13W-0-D-AUA4993-1)



Figura 7-17 – orti su terrazzamenti (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-S4-G13-GP13W-0-D-AUA4993-1)

Per quanto riguarda l'aspetto prettamente vegetazionale, sul versante collinare nel quale si inserisce il nuovo imbocco, si riscontrano nuclei residuali di bosco ceduo non sottratti dalla pratica agricola più presente in questo versante e nello stretto intorno alla nuova area di imbocco si rilevano forme vegetazionali di scarso valore rappresentati quasi esclusivamente da boscaglia pioniera a prevalenza di Robinia pseudacacia.



Figura 7-18 – vegetazione pioniera a prevalenza di *Robinia pseudacacia* nell'area di futuro imbocco (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-S4-G13-GP13W-0-R-AUA4991-1, foto 6)

Idraulicamente la rete idrica di fondovalle è quasi totalmente intubata e gli impluvi che dai versanti si dirigono verso il fondo valle sono per lo più artificializzati nel tratto terminale.

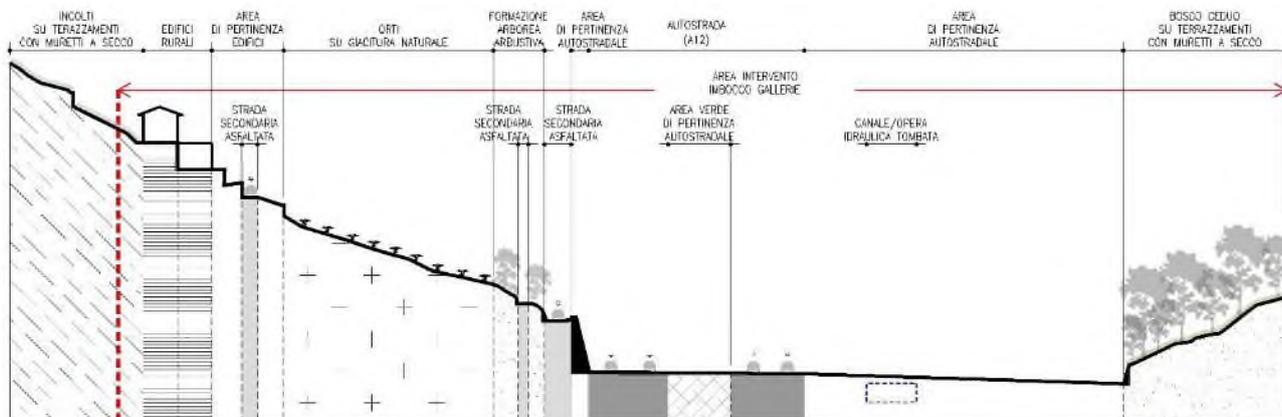


Figura 7-19 – briglia in cemento su canale artificiale (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-S4-G13-GP13W-0-D-AUA4993-1)



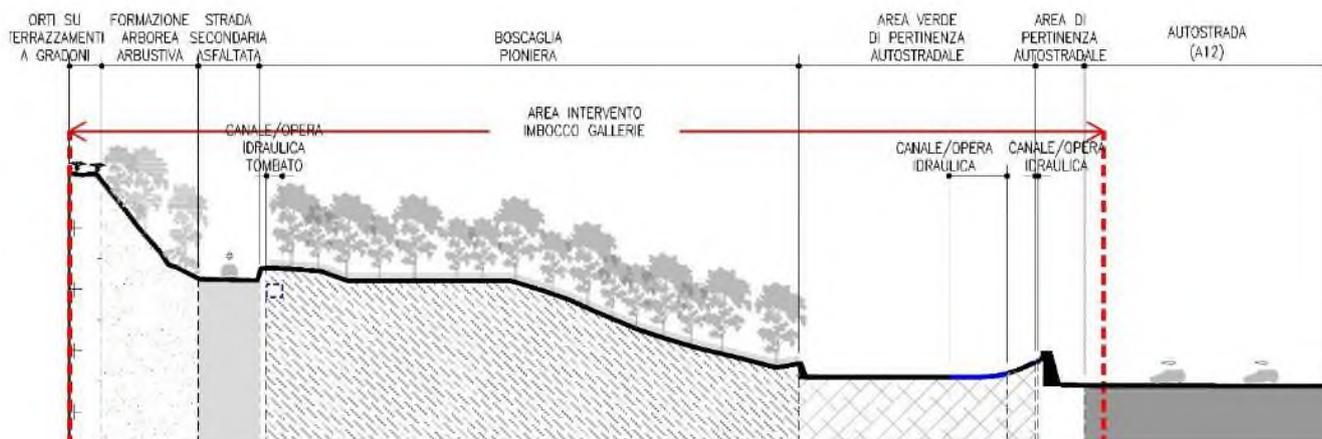
Figura 7-20 – tratto iniziale di corso d'acqua con alveo naturale (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-S4-G13-GP13W-0-D-AUA4993-1)

Analizzando in maniera circoscritta la zona interessata dal nuovo imbocco (si veda le sezioni sotto riportate), questa è attualmente occupata, come già scritto, da orti, incolti, annessi agricoli ed edifici rurali.



SEZIONE 1 - TORBELLA OVEST

1:500



SEZIONE 2 - TORBELLA OVEST

1:500

A seguito dell'analisi sopra riportata si può dedurre che dal punto di vista naturalistico l'area di intervento e più prettamente il nuovo imbocco vada ad incidere su di un paesaggio di scarso valore paesaggistico già fortemente antropizzato.

Anche da un punto di vista di aria vasta gli elementi architettonici di maggior considerazione si limitano per lo più ai rivestimenti ed alle orditure dei muri esistenti ed in particolar modo quelli di sottoscarpa presenti lungo l'attuale tracciato autostradale. Non sono presenti elementi architettonici di particolare valore o fattezze.



Figura 7-21 – Rivestimento muro in C.A. lungo l'autostrada esistente (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-S4-G13-GP13W-0-D-AUA4993-1)

7.2.2 Progetto Esecutivo

L'imbocco della galleria Torbella ovest (in uscita), con carreggiata unidirezionale, è caratterizzato, in fase di esecuzione lavori, da un'area di scavo che si sviluppa dal fronte di attacco della galleria naturale (paratia d'imbocco) per oltre 90 metri verso Genova, a ridosso il crinale del versante ovest. L'analisi progettuale ha individuato due principali elementi che determinano l'aspetto formale dell'intervento di sistemazione finale: il primo è la notevole altezza della paratia d'imbocco e lo sviluppo dei micropali a protezione dello scavo verso il versante ovest; il secondo, a sud, la presenza della carreggiata esistente con senso direzionale Genova verso ovest.

A ovest dell'imbocco il rilevato di riempimento è sostenuto da un muro in C.A., in continuità con quello esistente, e disegnato planimetricamente a forma semicircolare con paramento a vista trattato in matrice

effetto costolatura. A est della canna la sistemazione definitiva degrada sino al piano della carreggiata con distesi rilevati a pendenza costante di 3/2.

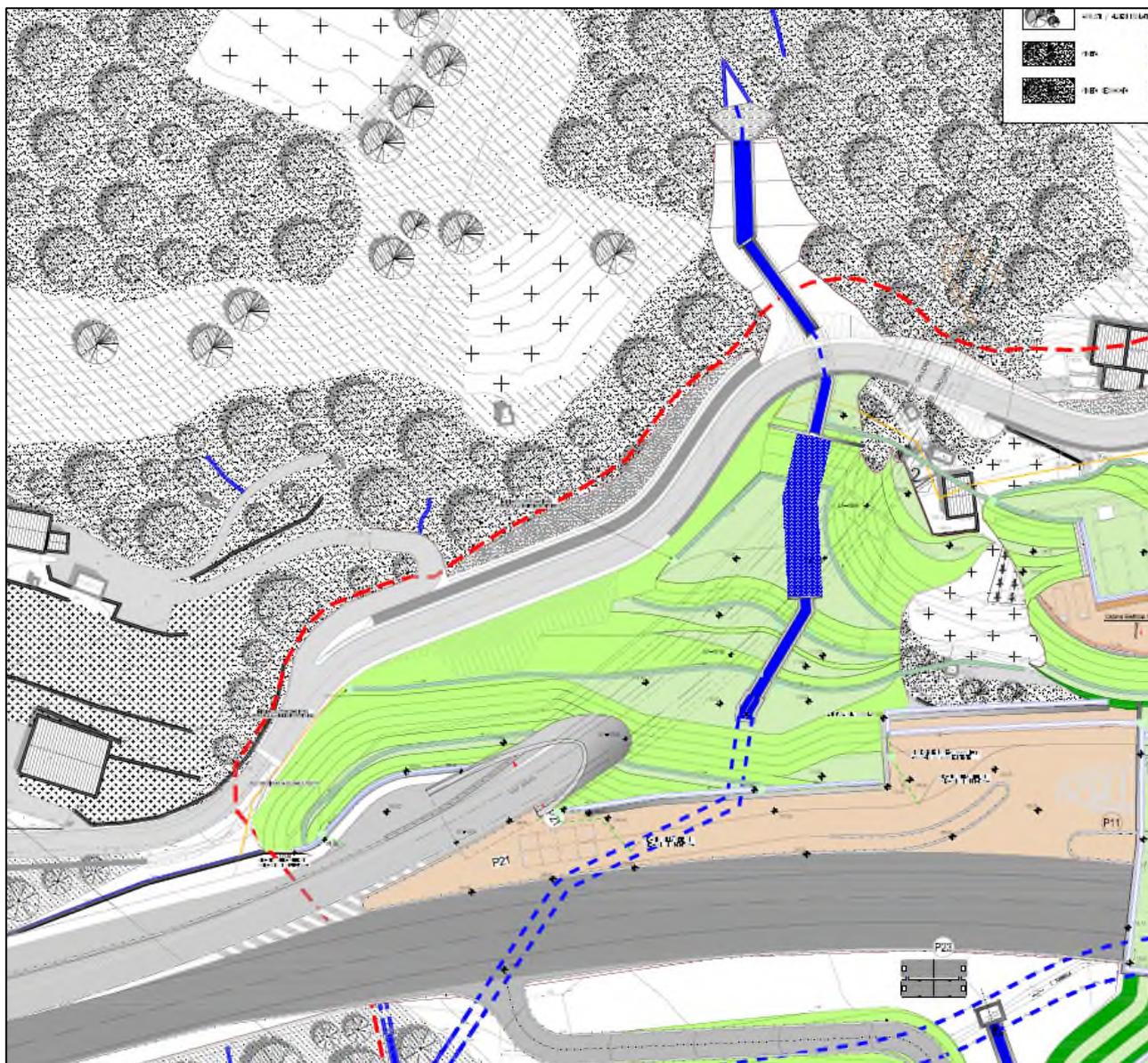


Figura 7-22 – Sistemazione finale area di imbocco (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-S4-G13-GP13W-PAE00-D-AUA4973-2)

Sempre ad est è inoltre prevista l'esecuzione di un'opera idraulica per l'inalveazione delle acque di un fosso esistente. L'acqua è convogliata in un canale realizzato in C.A. che attraversa la nuova deviazione di via Torbella per poi scendere a cielo aperto sopra il nuovo rilevato definitivo attraverso una superficie pianeggiante, infine si getta in un collettore esistente interrato.

Il concio terminale della galleria artificiale è a "becco di flauto" con taglio inclinato di 71° rispetto la verticale, e con taglio planimetrico di 50° rispetto la perpendicolare all'asse galleria, in modo da contenere il rilevato definitivo e creare una piccola piazzola di servizio pavimentata, necessaria per l'ispezione di un pozzetto per la raccolta acque di monte.

Sopra l'imbocco è prevista una strada di servizio pavimentata che congiunge la nuova deviazione di via Torbella con la galleria artificiale esistente.

La scarpata di ricoprimento, a pendenza costante ed in linea col profilo esistente, laterale al nuovo imbocco fino alla nuova viabilità sarà rivegetato con interventi mirati a favorire lo sviluppo di vegetazione quanto più in

linea con le aree limitrofe all'intervento, con la piantagione di specie arboree (laddove lo spessore del ricoprimento con terreno di coltivo, nelle aree rimodellate, lo permetta), arbustive ed erbacee appartenenti alle formazioni vegetazionali potenziali e limitrofe stimolando in tal modo l'insediamento e l'ampliamento dei lembi di vegetazione boscata presenti.

Per quanto riguarda l'impatto potenziale generato, sulla componente vegetazionale (in prevalenza aree boscate di scarso pregio), dalle aree di occupazione temporanea (cantieri, viabilità ...) le scelte progettuali adottate mirano a limitare il più possibile l'incidenza sulla vegetazione delle aree di lavorazione.

Per un maggior approfondimento delle opere di ripristino delle aree ad occupazione temporanea si rimanda agli elaborati specialistici relativi alle aree di cantiere e alle viabilità di servizio.

Per l'inserimento dei volumi impiantistici previsti si rimanda all'elaborato descrittivo relativo agli imbocchi attigui (110722-LL03-PE-A2-G11-GP11S-0-R-AUA0510-1)

Per una miglior chiarezza dell'opera finita e del suo inserimento nel contesto si riporta di seguito una foto inserimento.



Figura 7-23 - foto inserimento area di imbocco a volo di uccello (fonte: elaborato 110725-LL9B-PE-DG-IPG-00000-00000-R-AUA0043-1, area Torbella foglio 4/12)

7.3 AREA IMBOCCO MONTE SPERONE ESISTENTE

7.3.1 Paesaggio e Semiologia Antropica

Dal punto di vista di area vasta l'intervento si inserisce all'interno dell'area Torbella. All'interno di questo ambito di paesaggio, l'elemento infrastrutturale costituito dall'autostrada A12 esistente determina una netta distinzione fra le porzioni di territorio, rispettivamente, a nord e a sud della stessa. A nord, il paesaggio è caratterizzato da una struttura eterogenea in ragione dell'alternanza tra insediamenti, aree agricole limitate ad una fascia limitrofa all'urbanizzato, esigue formazioni arboree e arbusteti.

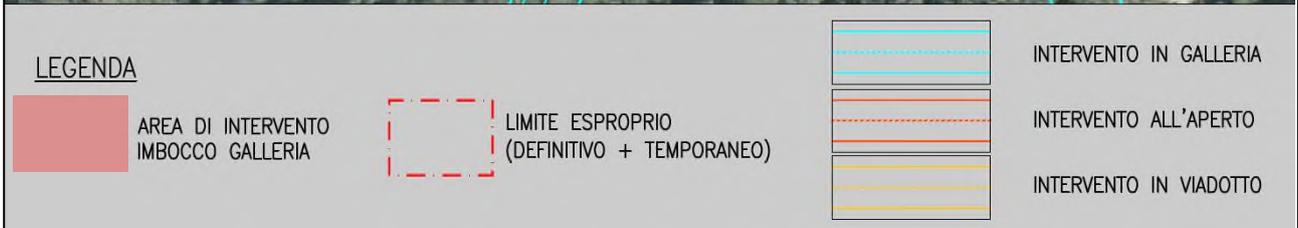
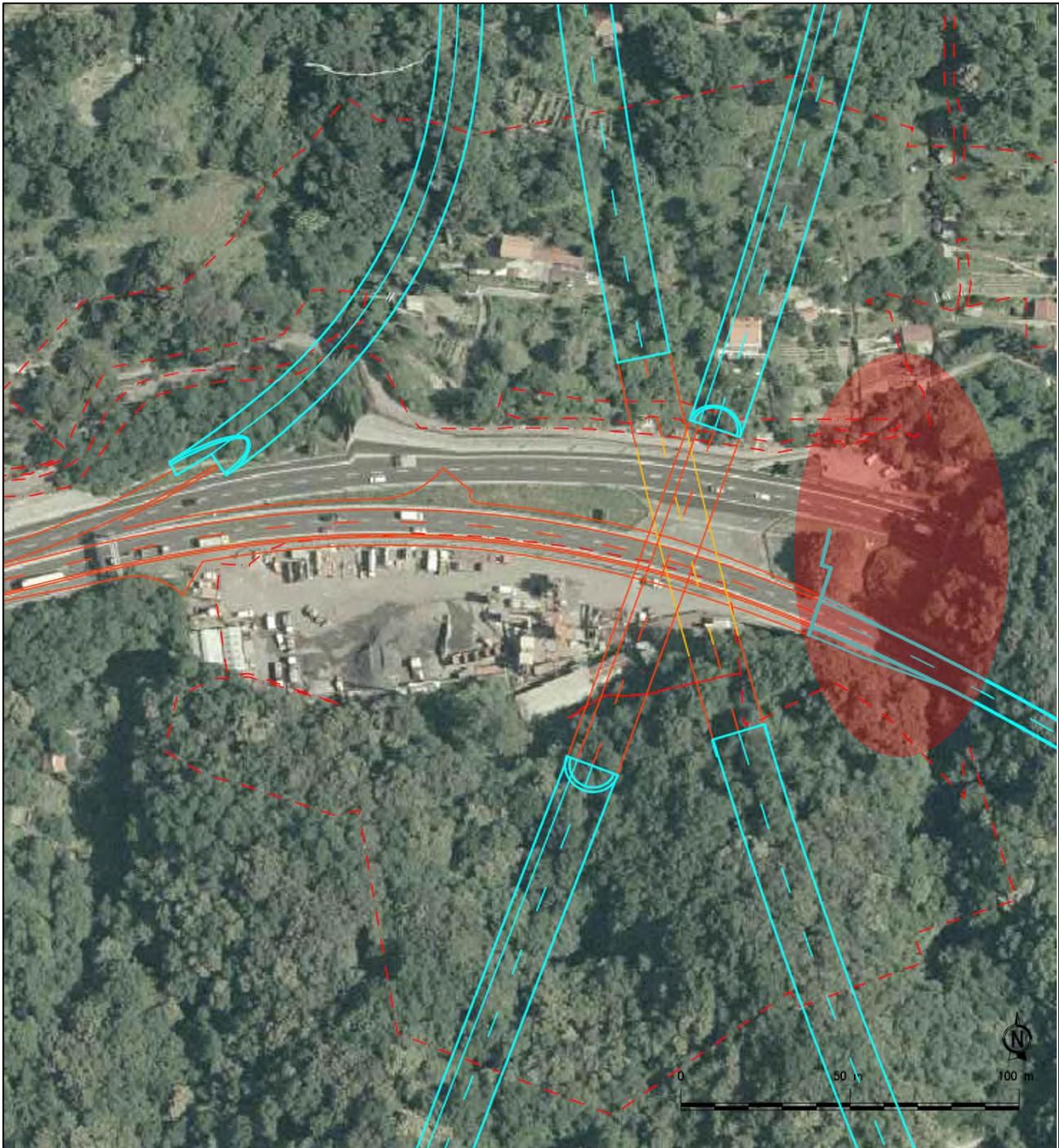


Figura 7-24 – Inquadramento territoriale

A sud, la componente vegetazionale rappresenta la quasi totalità del paesaggio con copertura diffusa boscata a prevalenza di latifoglie quali Robinia, Carpino e Castagno.

L'area valliva del torrente Torbella sebbene presenti un carattere sub-naturale, dovuto alla presenza, come detto, di un sistema boscato che interessa le pendici della valle, risulta, tuttavia, a diretto contatto con insediamenti di tipo moderno costituiti da edifici di rilevante entità.

L'ambito percettivo è chiuso con visibilità diretta dalla valle e dagli insediamenti di Begato e Torbella.

Dal punto vista di emergenze architettoniche si evidenzia la presenza del Forte di Begato che domina l'area di intervento dal crinale posto più a sud.

Scendendo più in dettaglio nell'area indagata, dal punto di vista di semiologia antropica gli elementi del paesaggio antropico che più caratterizzano la zona sono la viabilità autostradale esistente comprensiva delle aiuole di pertinenza con piantumazione di essenze arboree ed il versante vegetato da boscaglia pioniera sul terreno di ricoprimento della galleria esistente.

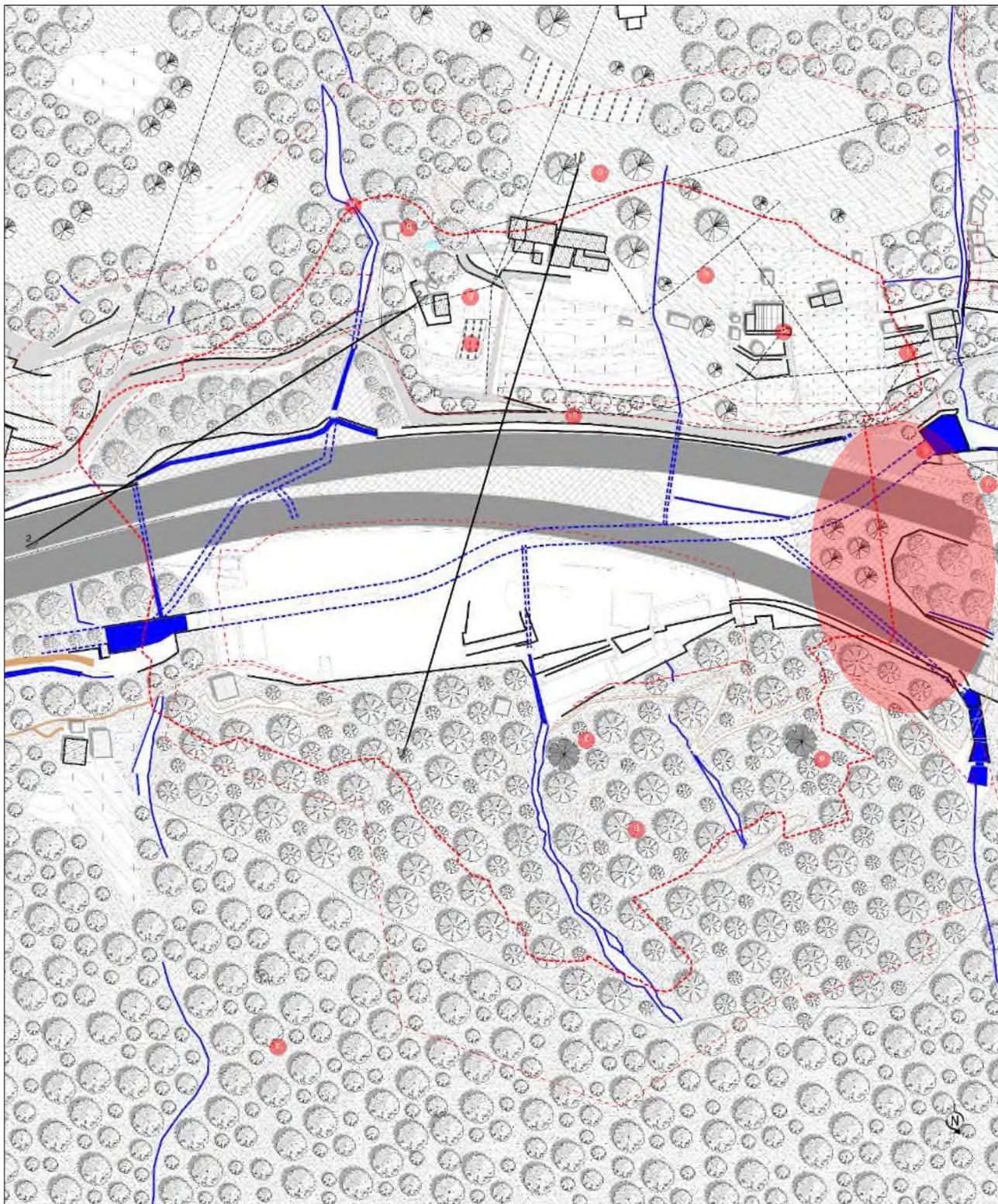
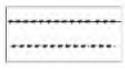
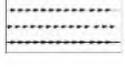
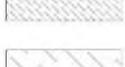
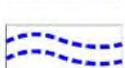
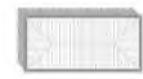


Figura 7-25 – Estratto planimetria semiologia antropica (in rosso identificazione aree di imbocco)

ELEMENTI DEL PAESAGGIO ANTROPICO

	VIGNETI SU GIACITURA NATURALE
	VIGNETI SU TERRAZZAMENTI A GRADONI
	ORTI SU GIACITURA NATURALE
	ORTI SU TERRAZZAMENTI A GRADONI
	ORTI SU TERRAZZAMENTI CON MURETTI A SECCO
	ORTI SU TERRAZZAMENTI CON MURI IN CEMENTO
	INCOLTI SU GIACITURA NATURALE
	INCOLTI SU TERRAZZAMENTI CON MURETTI A SECCO
	LINEA ELETTRICA E PALO
	LINEA ELETTRICA E TRALICCIO
	CANALE/OPERA IDRAULICA
	CANALE/OPERA IDRAULICA TOMBATA
	CORSO D'ACQUA

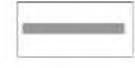
	CORSO D'ACQUA (larghezza alveo non rappresentata)
	VASCA DI ACCUMULO
	BRIGLIA
	MURI SIGNIFICATIVI

	BARACCHE/TETTOIE
	PIAZZE ED AREA DI PERTINENZA EDIFICATO/STRADE
	AIOLE VERDI DI PERTINENZA EDIFICATO/STRADE

ELEMENTI DEL PAESAGGIO NATURALE

	ALBERO NOTEVOLE
	ARBUSTI / ALBERI ISOLATI O IN FILARE
	FORMAZIONE ARBOREA/ARBUSTIVA
	BOSCO CEDUO
	BOSCO CEDUO SU TERRAZZAMENTI CON MURETTI A SECCO
	BOSCAGLIA PIONIERA

VIABILITA'

	AUTOSTRADA
	STRADA SECONDARIA ASFALTATA
	GALLERIA
	SENTIERO
	SENTIERO (larghezza ridotta e non rappresentabile)

INSEDIAMENTI

	EDIFICI RURALI
---	----------------

ALTRI ELEMENTI GRAFICI

	LIMITE AREA INTERVENTO IMBOCCO GALLERIA
	IDENTIFICAZIONE ELEMENTI DEL PAESAGGIO (vedi tavola ANALISI PAESAGGISTICA STATO DI FATTO 2/2)
	LIMITE ESPROPRIO DEFINITIVO



Figura 7-26– imbocco esistente visto da sede autostradale (in primo piano alberi di pino in aiuola di pertinenza autostradale e vegetazione pioniera nella scarpata di separazione dei due imbocchi e sopra imbocco gallerie)



Figura 7-23 - tracciato autostradale esistente e relativa area di pertinenza (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-A3-G16-GP16N-0-R-AUA3741-1, figura 16)

Dal punto di vista di aria vasta gli elementi architettonici di maggior considerazione si limitano per lo più ai rivestimenti ed alle orditure dei muri esistenti ed in particolar modo quelli di sottoscarpa presenti lungo l'attuale tracciato autostradale. Non sono presenti elementi architettonici di particolare valore o fattezze.

7.3.2 Progetto Esecutivo

In prossimità degli imbocchi delle gallerie esistenti Monte Sperone è previsto un piazzale pavimentato di servizio.

L'area è attrezzata con impianti tecnici per alimentare la galleria Monte Sperone esistente: un edificio cabina elettrica sviluppata su due piani, una cabina di trasformazione e un gruppo elettrogeno con serbatoio interrato.

L'accesso al piazzale è garantito dalla carreggiata nord della Monte Sperone esistente, tra il portale della galleria artificiale Torbella e l'imbocco della galleria esistente Monte Sperone nord.

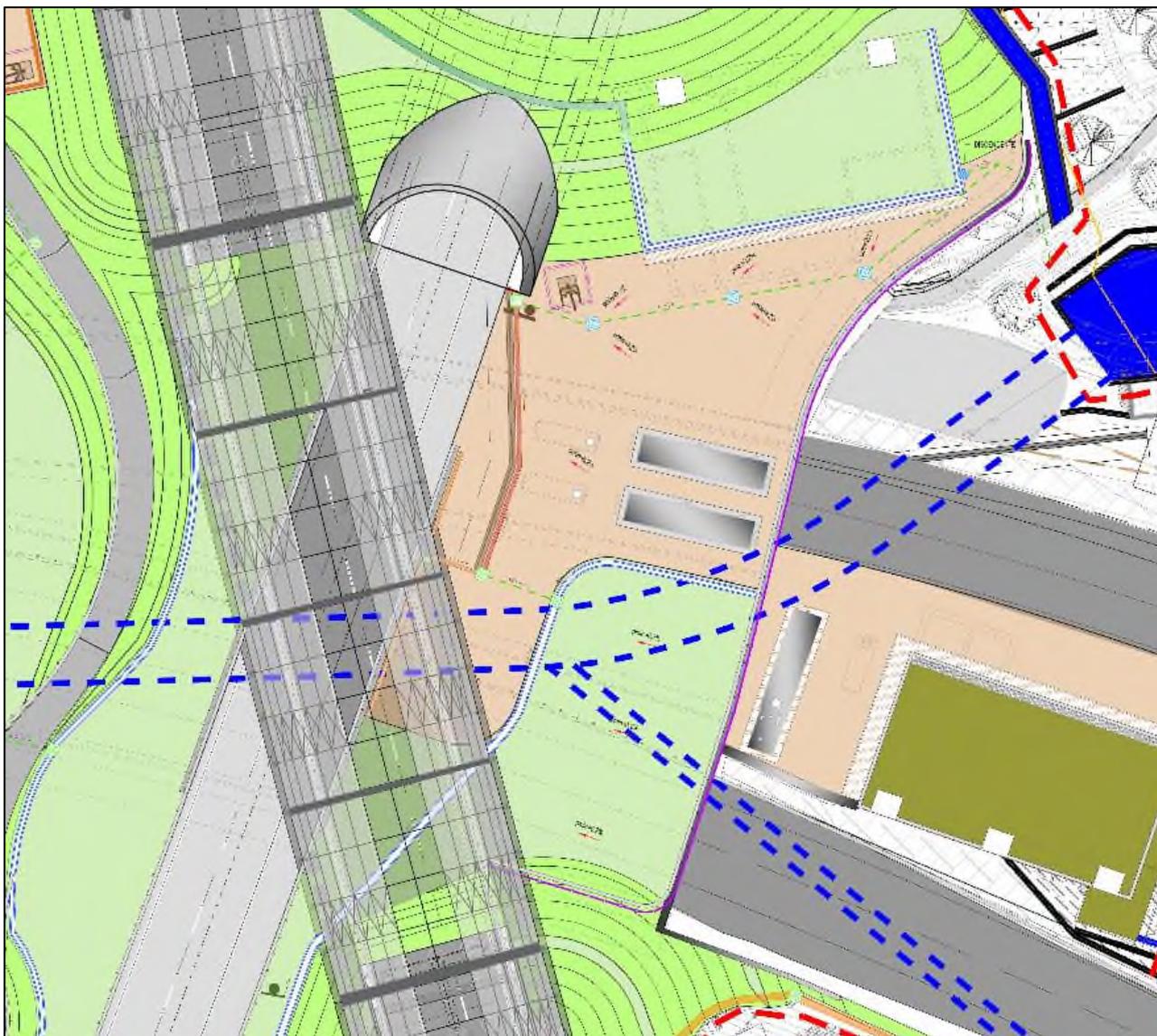


Figura 7-27 – Planimetria finale dell'area d'imbocco (fonte: elaborato 110721-LL03-PE-A2-G11-GF11S-SSF00-D-AUA0521-2)

Per una miglior chiarezza dell'opera finita e del suo inserimento nel contesto si riporta di seguito una foto inserimento.



Figura 7-28 - foto inserimento area di imbocco a volo di uccello (fonte: elaborato 110725-LL9B-PE-DG-IPG-00000-00000-R-AUA0043-1, area Torbella foglio 12/12)

7.4 GALLERIA MONTESPERONE – IMBOCCO NORD (CON GRANAROLO NORD)

7.4.1 Paesaggio e Semiologia Antropica

Dal punto di vista di area vasta l'intervento si inserisce all'interno dell'area Torbella.

All'interno di questo ambito di paesaggio, l'elemento infrastrutturale costituito dall'autostrada A12 esistente determina una netta distinzione fra le porzioni di territorio, rispettivamente, a nord e a sud della stessa.

A nord, il paesaggio è caratterizzato da una struttura eterogenea in ragione dell'alternanza tra insediamenti, aree agricole limitate ad una fascia limitrofa all'urbanizzato, esigue formazioni arboree e arbusteti.

A sud, la componente vegetazionale rappresenta la quasi totalità del paesaggio con copertura diffusa boscata a prevalenza di latifoglie quali Robinia, Carpino e Castagno.

L'area valliva del torrente Torbella sebbene presenti un carattere sub-naturale, dovuto alla presenza, come detto, di un sistema boscato che interessa le pendici della valle, risulta, tuttavia, a diretto contatto con insediamenti di tipo moderno costituiti da edifici di rilevante entità.

L'ambito percettivo è chiuso con visibilità diretta dalla valle e dagli insediamenti di Begato e Torbella.

Dal punto di vista di emergenze architettoniche si evidenzia la presenza del Forte di Begato che domina l'area di intervento dal crinale posto più a sud che comunque non viene in nessun modo interferito dai lavori inerenti la presente area di imbocco.

Di seguito si riporta, a titolo esplicativo, una foto dello stato attuale con indicazione della futura zona di imbocco rimandando alle fotosimulazioni della nuova opera, riportate più avanti, per una visione complessiva dello stato finale dell'area di imbocco a mitigazione avvenuta.



Figura 7-29 - Versante collinare (con la freccia rossa indicata la zona di imbocco Nord della galleria Granarolo e Montesperone), fonte: elaborato 110722-LL03-PE-A3-G16-GP16N-0-R-AUA3741-1, figura 14

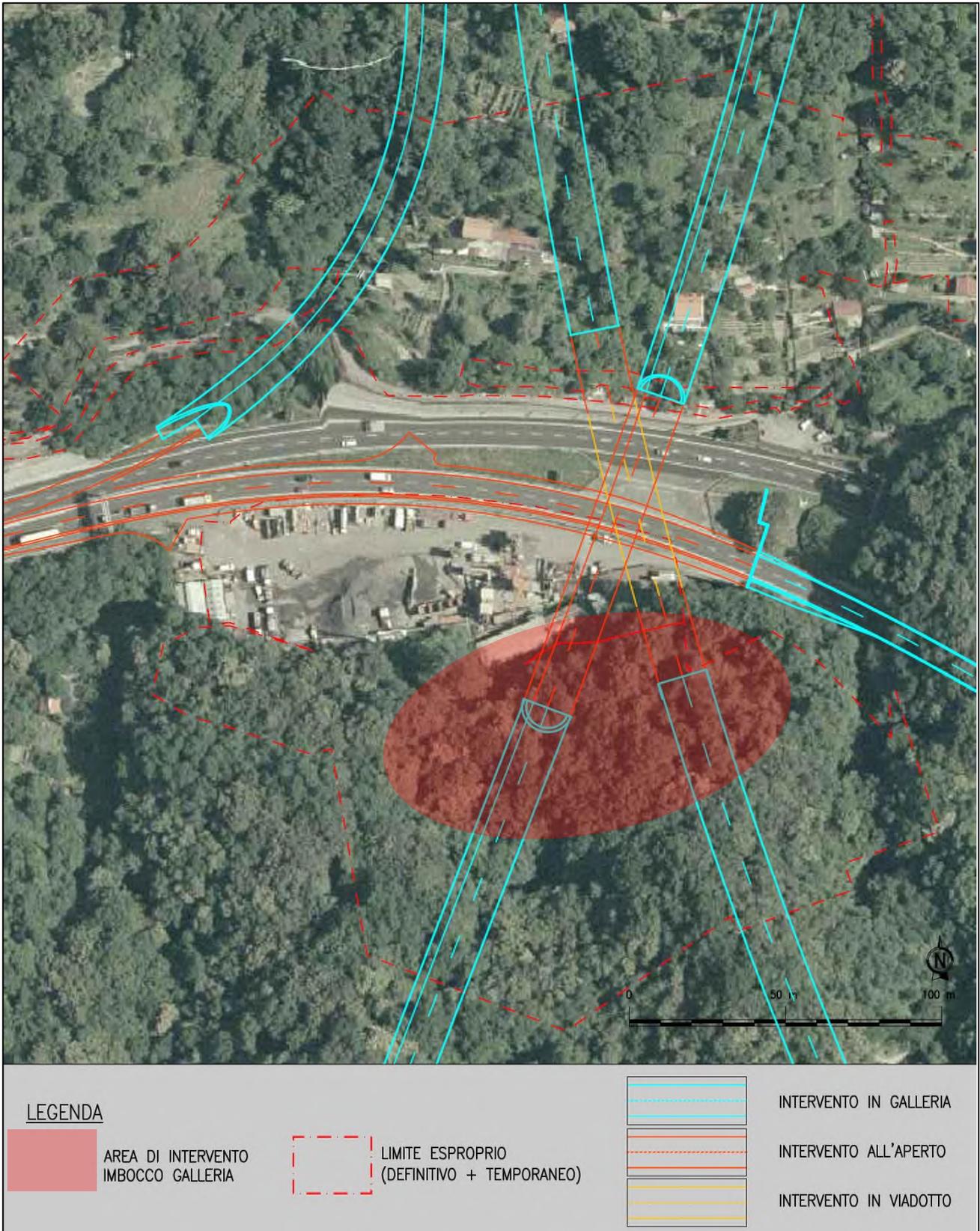


Figura 7-30 – Inquadramento territoriale

Scendendo più in dettaglio nell'area indagata, dal punto di vista di semiologia antropica gli elementi del paesaggio antropico che più caratterizzano la zona sono la viabilità autostradale esistente con le relative aree di pertinenza e la sistemazione a terrazzamenti con muretti a secco, nella parte più bassa del versante.

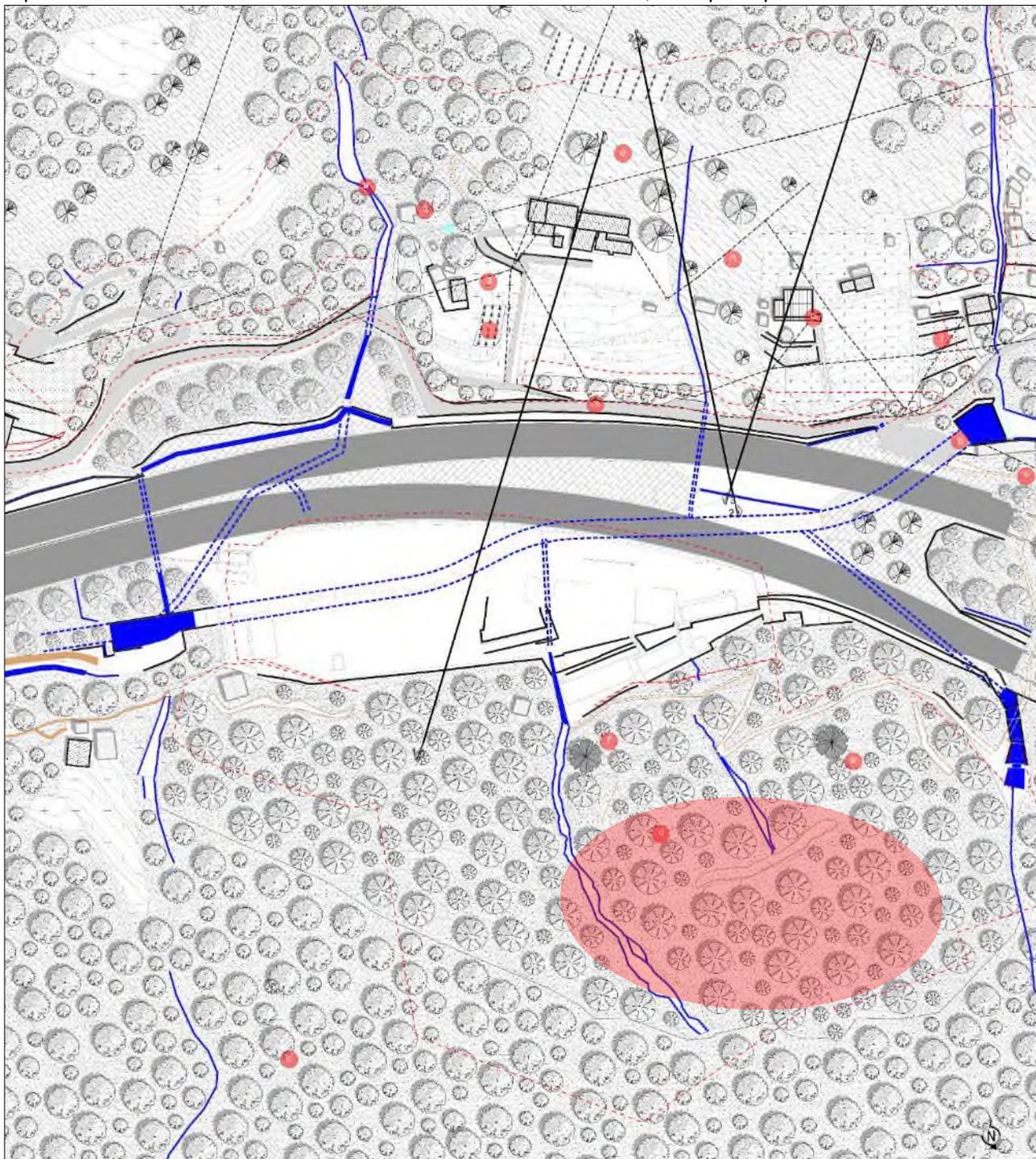
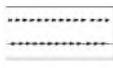
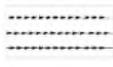
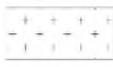
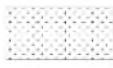
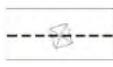
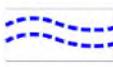
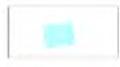
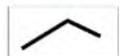


Figura 7-31 – Estratto planimetria semiologia antropica (in rosso limiti delle aree di imbocco)

ELEMENTI DEL PAESAGGIO ANTROPICO

	VIGNETI SU GIACITURA NATURALE
	VIGNETI SU TERRAZZAMENTI A GRADONI
	ORTI SU GIACITURA NATURALE
	ORTI SU TERRAZZAMENTI A GRADONI
	ORTI SU TERRAZZAMENTI CON MURETTI A SECCO
	ORTI SU TERRAZZAMENTI CON MURI IN CEMENTO
	INCOLTI SU GIACITURA NATURALE
	INCOLTI SU TERRAZZAMENTI CON MURETTI A SECCO
	LINEA ELETTRICA E PALO
	LINEA ELETTRICA E TRALICCIO
	CANALE/OPERA IDRAULICA
	CANALE/OPERA IDRAULICA TOMBATA
	CORSO D'ACQUA

	CORSO D'ACQUA (larghezza alveo non rappresentata)
	VASCA DI ACCUMULO
	BRIGLIA
	MURI SIGNIFICATIVI

ELEMENTI DEL PAESAGGIO NATURALE

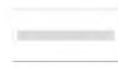
	ALBERO NOTEVOLE
	ARBUSTI / ALBERI ISOLATI O IN FILARE
	FORMAZIONE ARBOREA/ARBUSTIVA
	BOSCO CEDUO
	BOSCO CEDUO SU TERRAZZAMENTI CON MURETTI A SECCO
	BOSCAGLIA PIONIERA

INSEDIAMENTI

	EDIFICI RURALI
---	----------------

	BARACCHE/TETTOIE
	PIAZZE ED AREA DI PERTINENZA EDIFICATO/STRADE
	ANZOLE VERDI DI PERTINENZA EDIFICATO/STRADE

VIABILITA'

	AUTOSTRADA
	STRADA SECONDARIA ASFALTATA
	GALLERIA
	SENTIERO
	SENTIERO (larghezza ridotta o non rappresentabile)

ALTRI ELEMENTI GRAFICI

	LIMITE AREA INTERVENTO IMBOCCO GALLERIA
	IDENTIFICAZIONE ELEMENTI DEL PAESAGGIO (vedi tavola ANALISI PAESAGGISTICA STATO DI FATTO 2/2)
	LIMITE ESPROPRIO DEFINITIVO



Figura 7-32 – tracciato autostradale esistente e relativa area di pertinenza (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-A3-G16-GP16N-0-R-AUA3741-1, figura 16)

Per quanto riguarda l'aspetto prettamente vegetazionale, sul versante collinare nel quale si inseriscono i nuovi imbocchi, si riscontra una elevata boscosità rappresentata da popolamenti a ceduo sia sui terrazzamenti che su giacitura naturale. Sono presenti anche alcune alberature notevoli in prossimità della sentieristica esistente o dei corsi d'acqua minori.



Figura 7-33 – bosco ceduo su terrazzamenti con muretti a secco (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-A3-G16-GP16N-0-D-AUA3743-1)

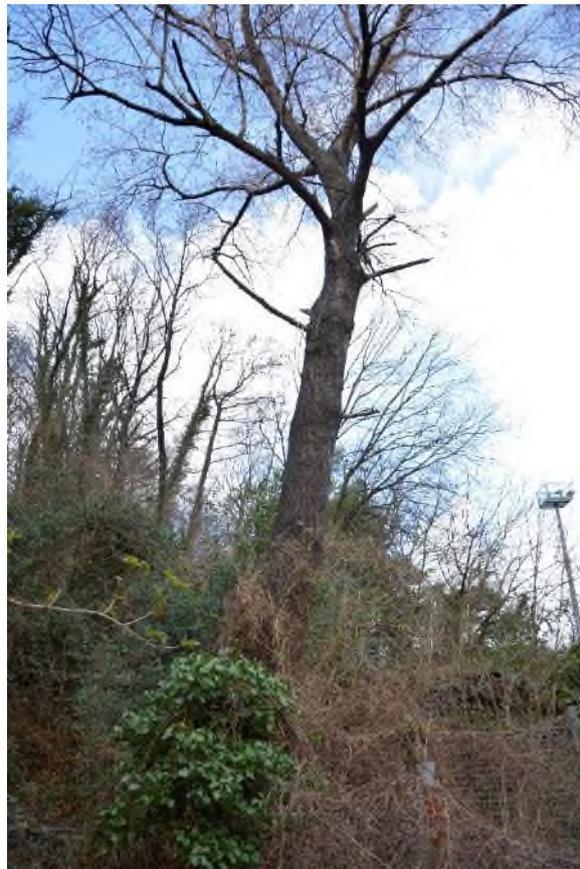


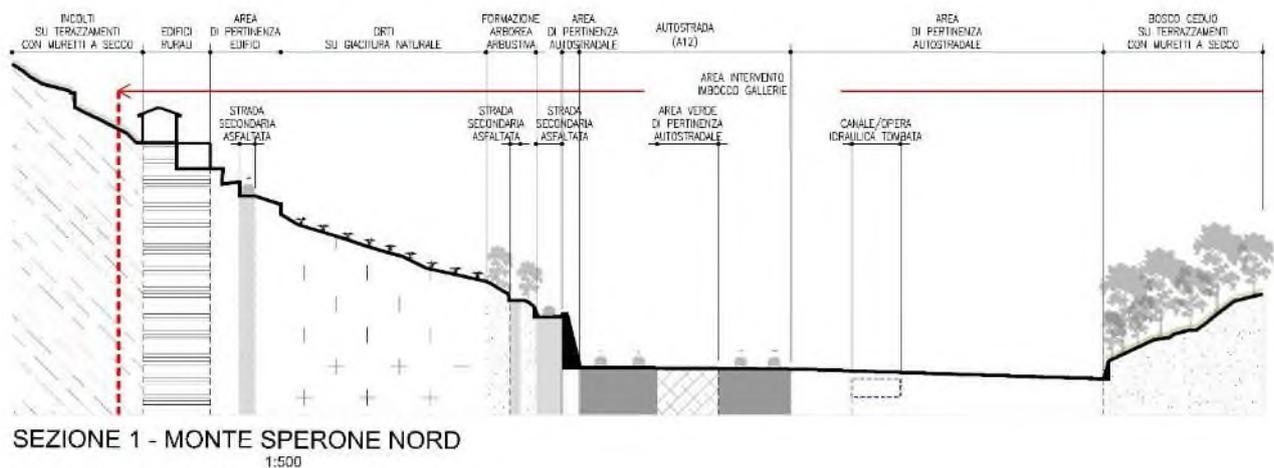
Figura 7-34 – albero notevoli (castagno a sinistra e pioppo a destra), fonte: elaborato 110722-LL03-PE-A3-G16-GP16N-0-D-AUA3743-1

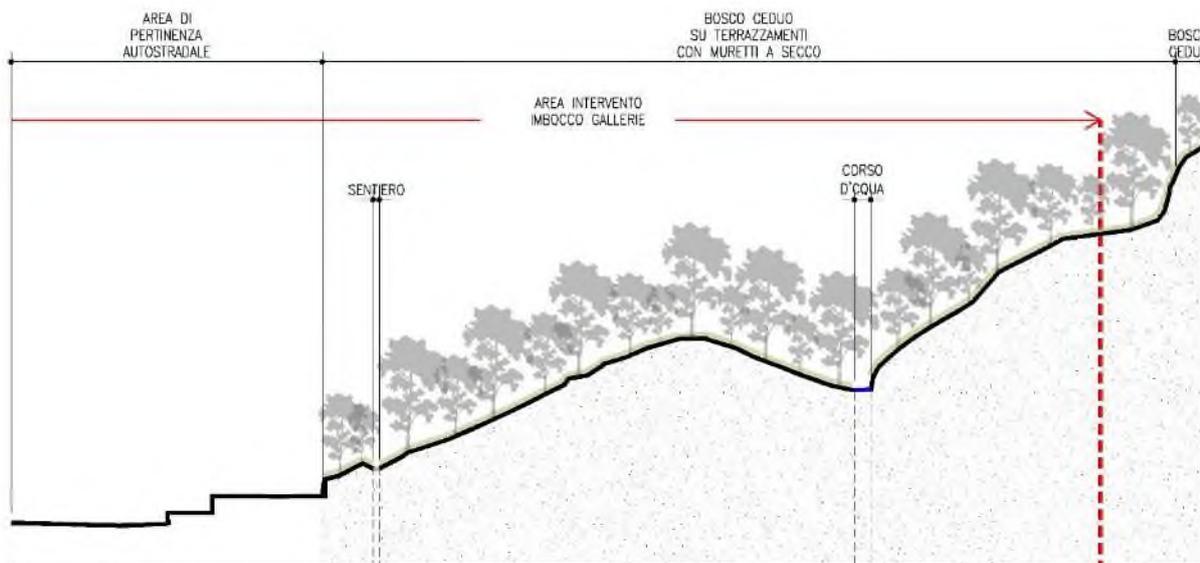
Idraulicamente la rete idrica di fondo valle è quasi totalmente intubata e gli impluvi che dai versanti si dirigono verso il fondo valle sono per lo più artificializzati nel tratto terminale.



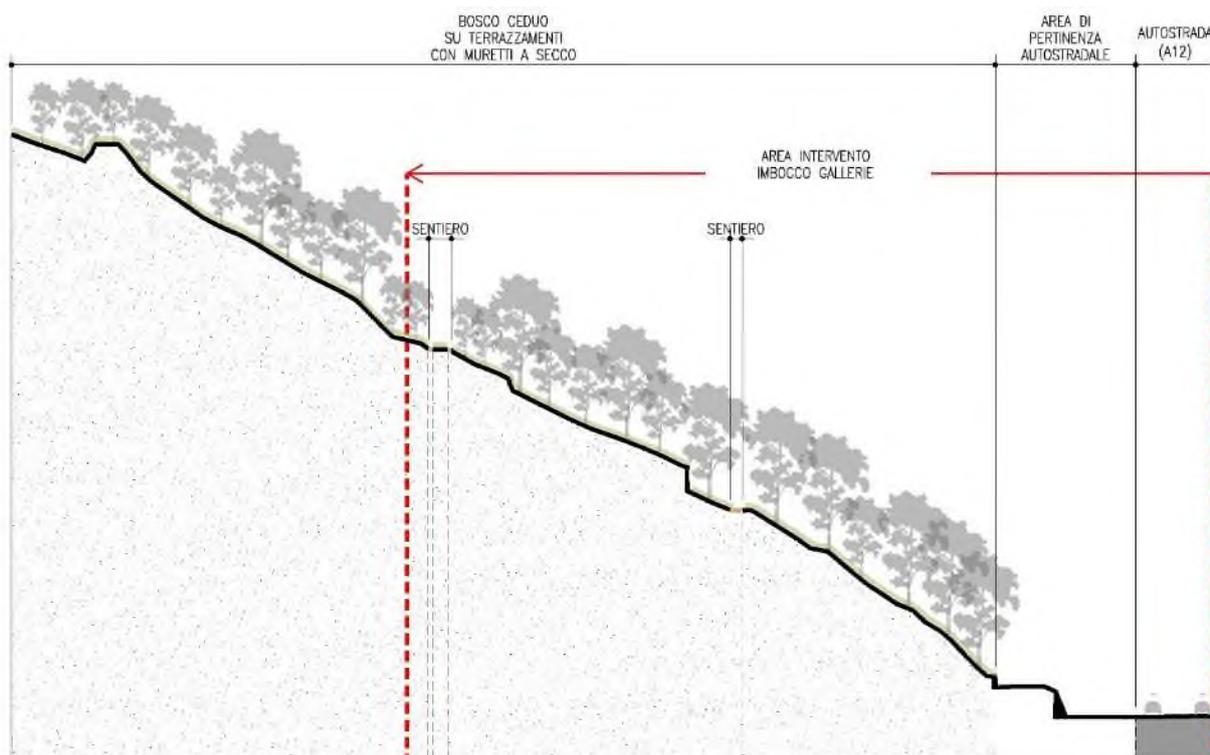
Figura 7-35 – tratto iniziale di corso d'acqua con alveo naturale (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-A3-G16-GP16N-0-D-AUA3743-1)

Analizzando in maniera circoscritta la zona interessata dal nuovo imbocco (si veda le sezioni sotto riportate), questa è attualmente occupata, come già scritto, da orti, incolti, annessi agricoli ed edifici rurali.





SEZIONE 2 - MONTE SPERONE NORD
 1:500



SEZIONE 3 - MONTE SPERONE NORD
 1:500

A seguito dell'analisi sopra riportata si può dedurre che dal punto di vista naturalistico l'area di intervento è più prettamente i nuovi imbocchi vadano ad incidere su di un paesaggio prettamente boscato di discreto valore paesaggistico.

Dal punto di vista di aria vasta gli elementi architettonici di maggior considerazione si limitano per lo più ai rivestimenti ed alle orditure dei muri esistenti ed in particolar modo quelli di sottoscarpa presenti lungo l'attuale tracciato autostradale. Non sono presenti elementi architettonici di particolare valore o fattezze.



Figura 7-36 – Rivestimento muro in C.A. lungo l'autostrada esistente (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-A3-G16-GP16N-0-D-AUA3743-1)

7.4.2 Progetto Esecutivo

L'area Torbella è un nodo particolarmente complesso per la presenza variegata delle nuove opere che si sviluppano a congiunzione di due opposti versanti. Il progetto della sistemazione mira alla totale copertura delle opere a sostegno degli scavi e per una omogenea sistemazione di ricucitura con il territorio circostante. Il versante sud, interessato dalle opere in progetto, presenta un'immagine territoriale generalmente autoctona con la preminenza di una fitta macchia boschiva.

L'imbocco (in entrata) della galleria Montesperone è caratterizzato dall'esecuzione di una vasta area attrezzata per gli impianti tecnici; la superficie si estende sino la spalla del viadotto Torbella ed è delimitata, in corrispondenza della carreggiata della galleria Granarolo, da un muro in cemento armato trattato con la tecnica "faccia a vista". Il piazzale è pavimentato con asfalto carrabile colorato finitura "terra battuta" e ospita una

cabina elettrica e relativa vasca antincendio sottostante. L'intera cabina in fase conclusiva dei lavori risulterà completamente interrata.

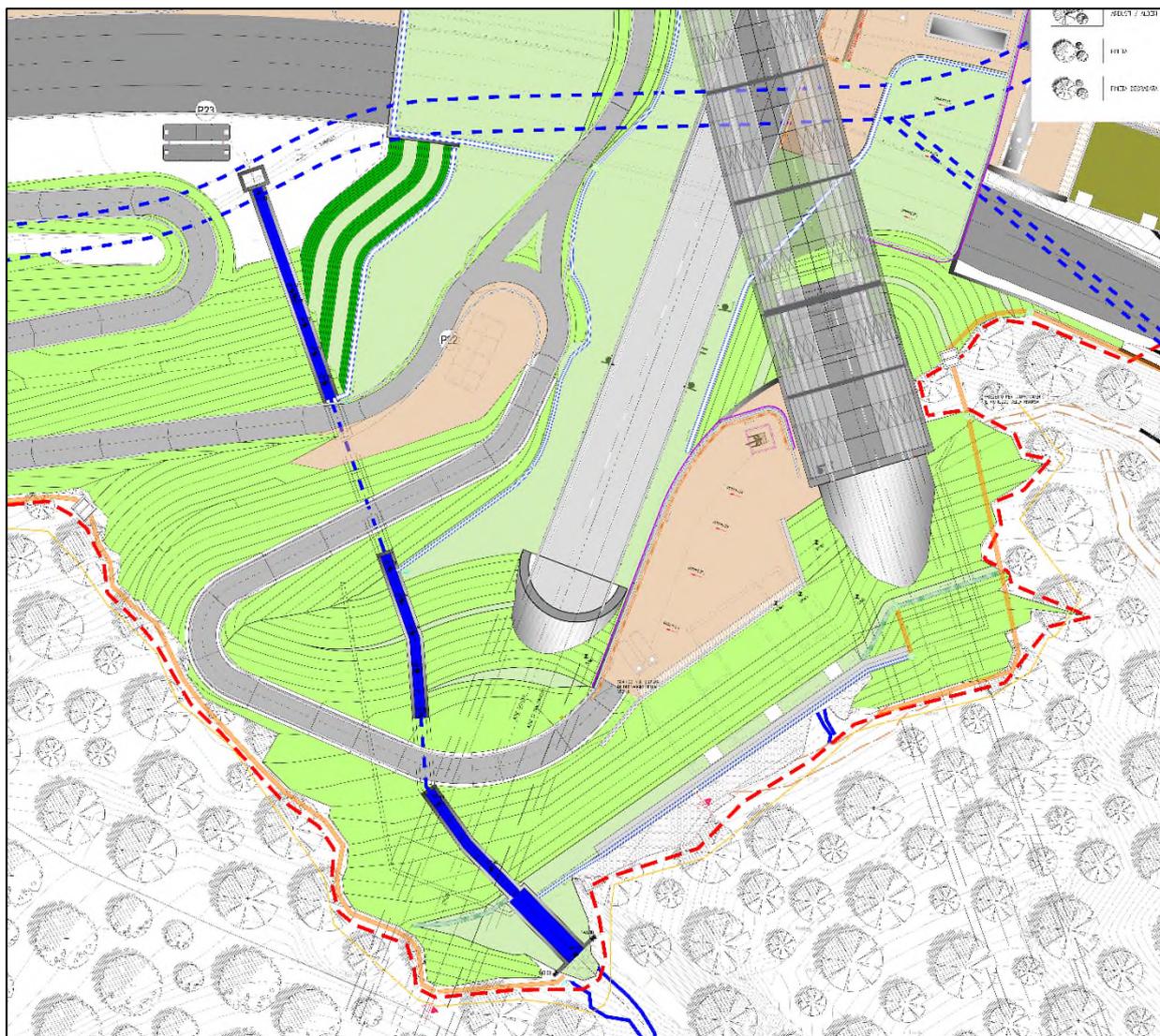


Figura 7-37 - Planimetria finale dell'area d'imbocco (fonte: elaborato 110722-LL03-PE-A3-G16-GF16N-SSF00-D-AUA3714-2)

Il fronte della galleria artificiale è a taglio verticale, con la predisposizione dell'attacco di una struttura a volta con pannelli laterali, per protezione dai fumi provocati da un eventuale incendio sviluppatosi nella galleria sottostante. L'area di scavo in sinistra la carreggiata è ricomposta con un modesto riporto di terreno idoneo per un trattamento finale vegetativo. L'imbocco (in entrata) della galleria Monte Sperone è identificato da un prospetto della sistemazione definitiva che si estende sopra la galleria Granarolo e degrada, a copertura delle paratie e degli scavi, sino a quota piazzale con scarpate a pendenza 3/2. Per mancanza di spazio un tratto di paratia sarà in vista e, in fase definitiva, rivestita in C.A. con l'inserimento sul paramento di matrice effetto costolatura.

L'imbocco (in uscita) della galleria Granarolo, realizzato a "becco di flauto" con inclinazione verticale 45°, è posizionato a livello inferiore rispetto il piazzale di servizio della galleria Monte Sperone. La sistemazione finale di copertura si sviluppa con scarpate a pendenza 3/2, intervallate mediamente ogni 5.00 m di dislivello da banche orizzontali.

Le finiture a verde delle riprofilature prevedono la semina di prato nelle aree pianeggianti.

Procedendo sul versante si passa dal prato cespugliato a cespuglieti per permettere una lenta progressione verso il soprassuolo boschivo ricreando un effetto di margine boschivo.

Nelle aree di scavo rimaste scoperte saranno effettuati interventi antierosivi e di rinaturalizzazione con specie erbacee perenni a radicazione profonda, sottile e resistente. Per i dettagli sulle opere a verde si rimanda ai relativi elaborati tecnico descrittivi.

Come precedentemente accennato, al fine di ridurre l'impatto architettonico dell'opera e garantire il corretto inserimento paesaggistico, la cabina elettrica prevista (CBE 2.3) è stata interrata così da minimizzare le superfici a vista alla sola facciata. Gli unici elementi emergenti dal terreno sono rappresentati dai camini di ventilazione di dimensioni 2.30x2.00m, realizzati in cemento armato in continuità con la struttura e coperti da un manufatto in alluminio anodizzato con griglie a lamelle orizzontali su tutti e quattro i lati (si veda Tav. 110722-LL03-PE-A3-G16-GF16N-CBE23-D-AUA3701-0).

Le strutture sono interamente realizzate in cemento armato. Il carattere architettonico dell'opera viene espresso attraverso l'arretramento di parte della facciata di 0,60m rispetto al filo esterno (si veda Tav. 110722-LL03-PE-A3-G16-GF16N-CBE23-D-AUA3703-0). Ai lati della cabina sono presenti due muri di contenimento in C.A. il cui spessore di 0,60m permette l'allineamento con il filo esterno della facciata. La finitura del paramento esterno si divide in due differenti tipologie di trattamento. La prima in calcestruzzo liscio viene realizzata nelle fasce inferiori (h da terra 1,00m in corrispondenza del marciapiede e h da terra 1,20 m nelle restanti zone) e superiori (h 0,50 cm).

La seconda, interposta alle due precedenti fasce, è realizzata con matrice contro-cassero (tipo RECKLI 2/75 Kocher) con motivo a costolature verticali.

Davanti alla facciata, è previsto un marciapiede in cemento armato con manto di usura in asfalto color terra battuta e cordolo di chiusura in calcestruzzo pressato (si veda Tav. 110722-LL03-PE-A3-G16-GF16N-CBE23-D-AUA3706-0). Nel marciapiede sono inoltre previsti dei pozzetti per la manutenzione e il passaggio dei cavi ai locali quadri e impianti speciali. Il piazzale è invece realizzato in asfalto con manto d'usura in conglomerato bituminoso e finitura color terra battuta, posato su idoneo sottofondo.

Per quanto riguarda l'impatto potenziale generato, sulla componente vegetazionale (in prevalenza aree boscate) e di conseguenza paesaggistica, dalle aree di occupazione temporanea (cantieri, viabilità ...) le scelte progettuali adottate mirano a limitare il più possibile l'incidenza sulla vegetazione delle aree di lavorazione, con particolare riguardo ai tratti in viadotto, per il quale è auspicabile che i lavori si concentrino nell'intorno dei piloni senza alterare, ove non vi siano interferenze, la vegetazione esistente (ad esempio tagliando le alberature interferenti ma lasciando lo strato arbustivo ove l'altezza dell'impalcato lo consenta).

Come già accennato, le opere di ripristino e mitigazione ambientale in progetto tenderanno a favorire lo sviluppo di vegetazione quanto più in linea con le aree limitrofe all'intervento, con la piantagione di specie arboree (laddove lo spessore del ricoprimento con terreno di coltivo, nelle aree rimodellate, lo permetta), arbustive ed erbacee appartenenti alle formazioni vegetazionali potenziali e limitrofe stimolando in tal modo l'insediamento e l'ampliamento dei lembi di vegetazione boscata presenti. Per un maggior approfondimento delle opere di ripristino delle aree ad occupazione temporanea si rimanda agli elaborati specialistici relativi alle aree di cantiere e alle viabilità di servizio.

Per una miglior chiarezza dell'opera finita e del suo inserimento nel contesto si riportano di seguito alcuni foto inserimenti.



Figura 7-38 - foto inserimento area di imbocco a volo di uccello (fonte: elaborato 110725-LL9B-PE-DG-IPG-00000-00000-R-AUA0043-1, area Torbella foglio 12/12)



Figura 7-39 - Foto inserimento degli imbocchi zona Torbella da via P. Negrotto Cambiaso (viabilità panoramica sul versante a nord ovest dell'area di imbocco) - fonte: elaborato 110725-LL9B-PE-DG-IPG-00000-00000-R-AUA0042-2, foto 57

8 IMBOCCHI AREA GENOVA

Lo stato attuale dei luoghi nell'intorno dell'area di imbocco è stato desunto e successivamente cartografato (vedi elaborati relativi ad ogni area di imbocco inerenti l' "Analisi Paesaggistica dello stato di fatto" ed il "Censimento fotografico") seguendo il seguente iter procedurale:

- fotointerpretazione d'ufficio per definire gli elementi principali caratterizzanti l'area di intervento,
- sopralluogo al fine di verificare l'esattezza della fotointerpretazione ed affinarne la perimetrazione,
- indagine fotografica circostanziata per l'individuazione degli elementi paesaggistici caratterizzanti l'area di intervento,
- indagine fotografica degli elementi architettonici di area vasta (muretti, recinzioni, rivestimenti ...) come spunto progettuale per le opere di finitura ed arredo,
- restituzione grafica con simbologia prevalentemente monocromatica per una più facile lettura dell'elaborato finale.

8.1 GALLERIA MONTESPERONE – IMBOCCO EST

8.1.1 Paesaggio e Semiologia Antropica

A est della dorsale subappenninica che divide la Val Polcevera dalla Val Bisagno, in corrispondenza del Forte Sperone, si apre una piccola valle sul cui fondo originariamente scorreva in direzione est il rio Rovena, per poi confluire nel torrente Veilino, un affluente di destra del Bisagno.

La valletta è oggi attraversata dall'Autostrada Azzurra A12, che per un tratto si sovrappone alla linea di compluvio, prima di immergersi nel Monte Sperone con la galleria omonima. Nelle vicinanze dell'imbocco c'è anche lo svincolo di Genova Est, che si allontana dalla valle attraversando in galleria il crinale a sud. Il rio ha perso i suoi caratteri naturali ed è stato interamente canalizzato fino agli argini anch'essi artificiali del torrente Veilino.

Quel che resta del fondovalle tra i due imbocchi esistenti, il versante sud e il rilevato autostradale, è stato riempito con terreno di riporto e oggi è utilizzato come piazzale di servizio.

Di seguito si riportano, a titolo esplicativo, due foto dello stato attuale con indicazione della futura zona di imbocco rimandando alle successive fotosimulazioni della nuova opera per una visione complessiva dello stato finale dell'area di imbocco a mitigazione avvenuta.



Figura 8-1 – Pineta degradata su versante nord con visibile la linea ferroviaria a mezza costa (con la freccia rossa indicata la zona di imbocco), fonte: elaborato 110722-LL04-PE-A3-G16-GP16E-0-D-AUA1912-1

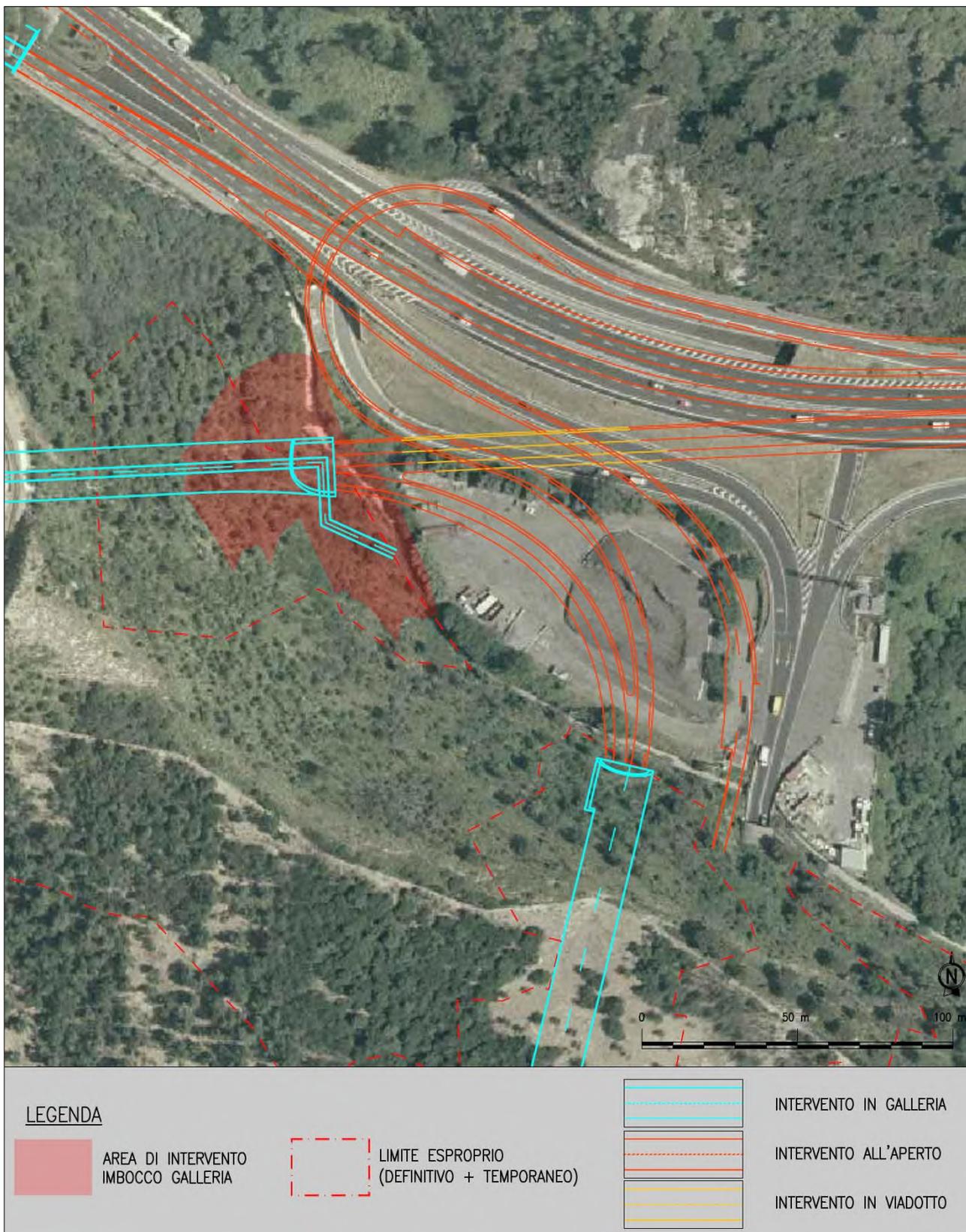


Figura 8-2 – Inquadramento territoriale

Il crinale esistente, nel quale si inserisce la galleria Montesperone nella porzione più a nord, divide appunto le due piccole valli parallele che dalla dorsale a ovest degradano velocemente verso la valle del torrente Veilino a est.

Il nuovo imbocco si inserisce perpendicolarmente a circa metà di un ripido versante collinare, con esposizione est, quasi sotto la linea ferroviaria esistente.

Dal punto di vista di area vasta l'elemento caratterizzante è rappresentato dal tracciato autostradale esistente con le relative rampe di svincolo. Tale area è riconfinata a nord e a sud da ripidi versanti collinari.

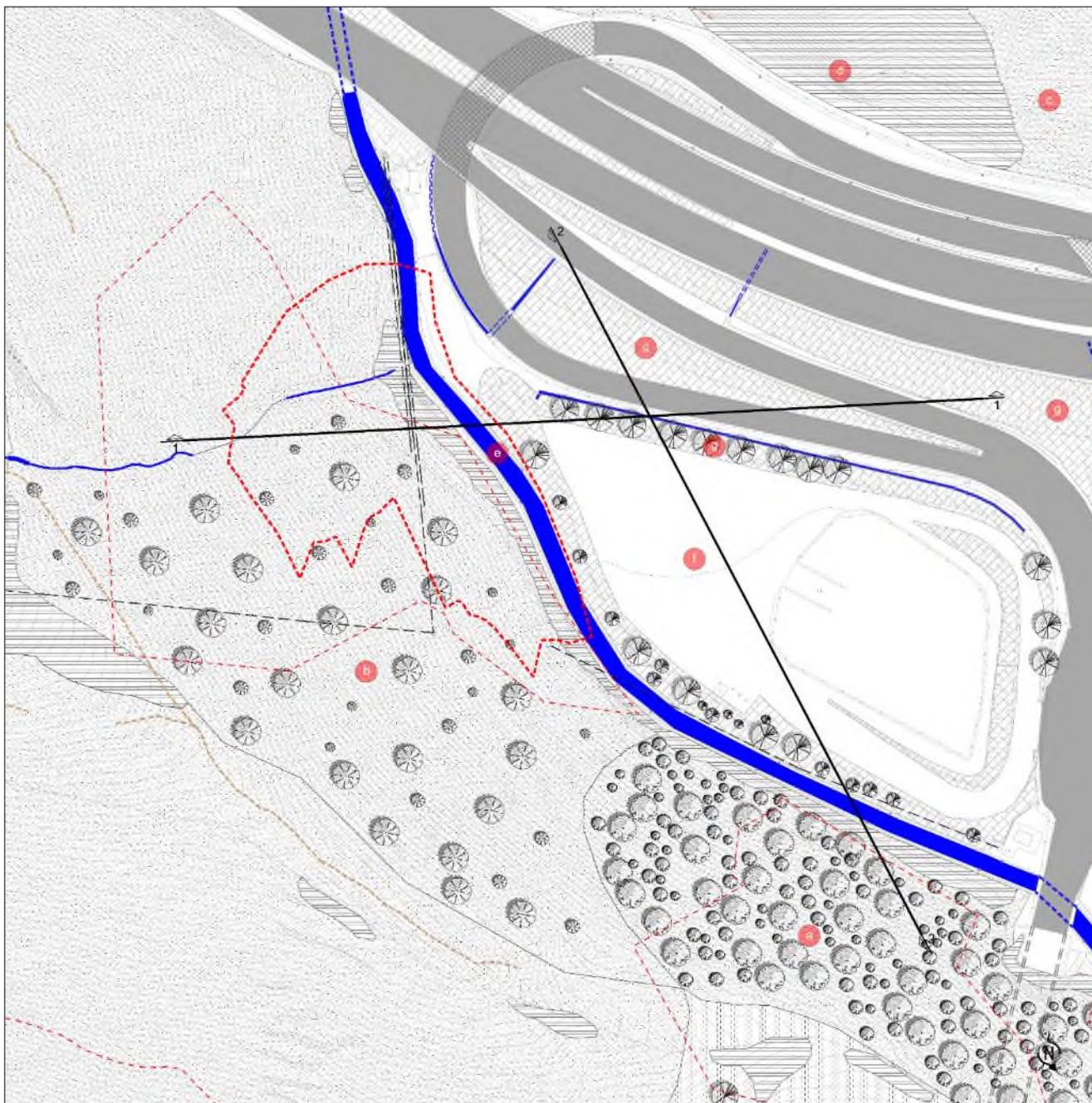


Figura 8-3 – Estratto planimetria semiologia antropica (tratteggi in rosso più spesso i limiti delle aree di imbocco)

ELEMENTI DEL PAESAGGIO ANTROPICO	ELEMENTI DEL PAESAGGIO NATURALE	VIABILITA'	INSEDIAMENTI
PRATI ARBORATI SU GIACITURA NATURALE	ARBUSTI / ALBERI ISOLATI	AUTOSTRADA	PIAZZALI ED AREA DI PERTINENZA EDIFICATO/STRADE
LINEA ELETTRICA E PALO	PINETA	SOTTOPASSO	AIUOLE VERDI DI PERTINENZA EDIFICATO/STRADE
CANALE/OPERA IDRAULICA	PINETA DEGRADATA	GALLERIA	ALTRI ELEMENTI GRAFICI
CANALE/OPERA IDRAULICA TOMBATA	ARBUSTI (macchia alta termo-mediterranea)	SENTIERO	LIMITE AREA INTERVENTO IMBOCCO GALLERIA
CORSO D'ACQUA (larghezza alveo non rappresentata)	AFFIORAMENTI ROCCIOSI		IDENTIFICAZIONE ELEMENTI DEL PAESAGGIO
			LIMITE ESPROPRIO DEFINITIVO

Dal punto di vista di semiologia antropica, come già scritto, gli elementi del paesaggio antropico che più caratterizzano la zona sono la viabilità e le relative aree di pertinenza comprensive delle aiuole verdi a prato e/o con alberature isolate o in filare di scarso valore vegetazionale.

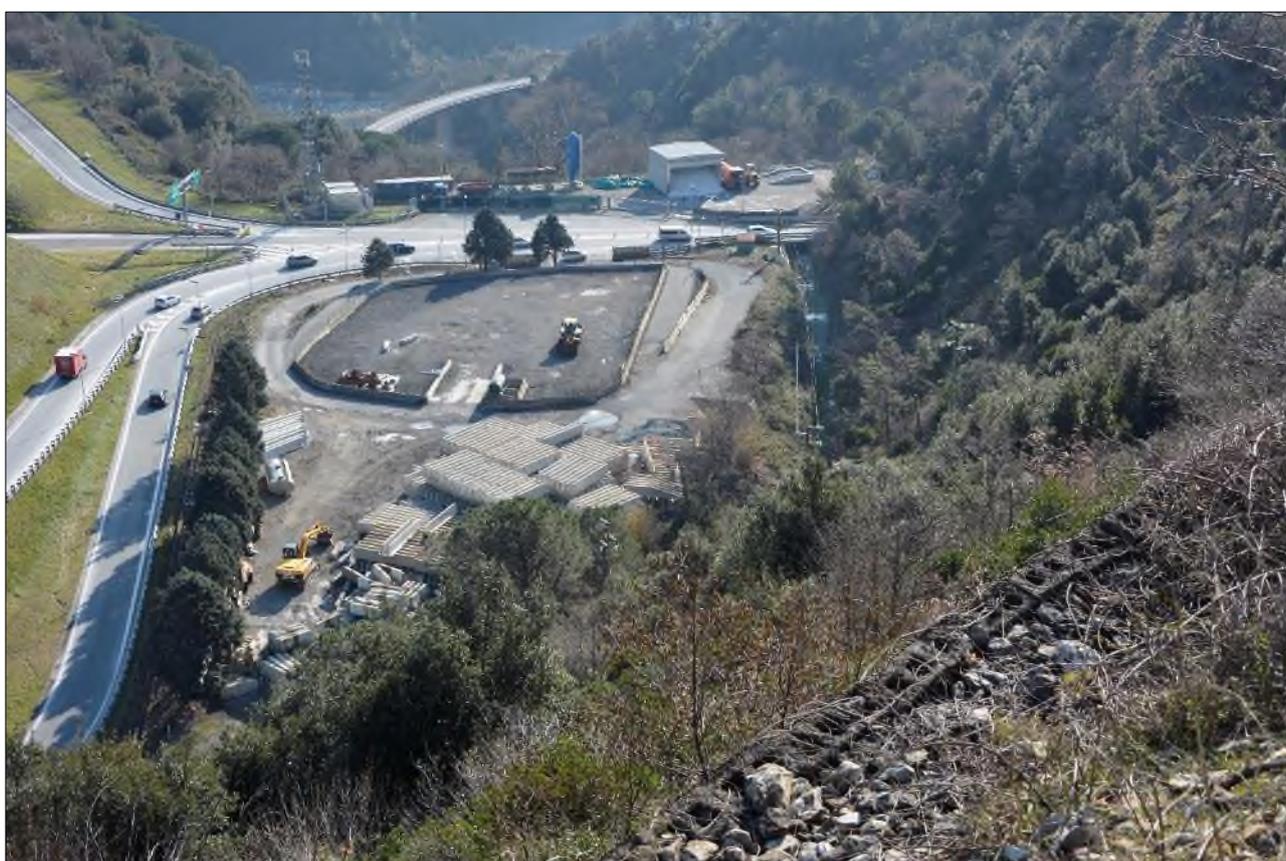


Figura 8-4 – Vista da ovest dell'area di pertinenza autostradale da cresta collinare (da sedime ferroviario), fonte: elaborato 110722-LL04-PE-A3-G16-GP16E-0-R-AUA1911-1, foto 1

Il versante nord del crinale, che si affaccia sull'area di intervento, risulta più integro dal punto di vista naturalistico, occupato per la quasi totalità da pineta che si degrada, in termini di densità e qualità, procedendo sullo stesso versante in direzione nord ovest lasciando più spazio alla componente arbustiva nel piano dominato. E' appunto in corrispondenza della fascia di pineta degradata che si inserisce il nuovo imbocco.

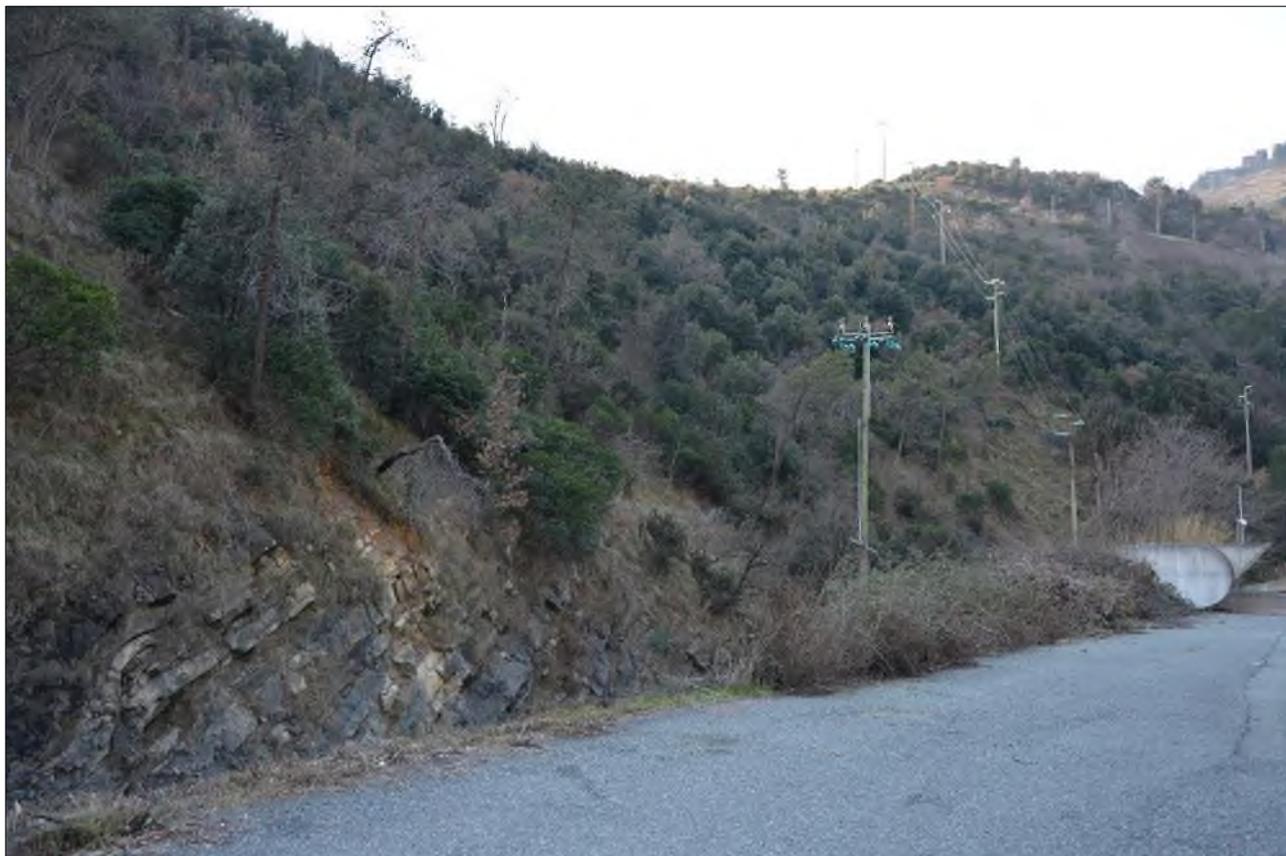


Figura 8-5 – Pineta degradata con sopravvento della componente arbustiva che prosegue per tutta l'altezza del versante fino alla cresta (fonte: elaborato 110722-LL04-PE-A3-G16-GP16E-0-R-AUA1911-1, foto 7)

Sulla sommità del crinale e scendendo verso il versante opposto esposto a sud, più pesantemente antropizzato, probabilmente perché più raggiungibile e meno scosceso, ritroviamo prati arborati ed arbusteti tipici della macchia alta termo-mediterranea con presenza di svariati affioramenti rocciosi.

Dal punto di vista del reticolo idraulico, questo è rappresentato quasi esclusivamente dal rio Rovena attualmente quasi completamente incanalato ed il cui corso è stato ampiamente deviato per aggirare il falso piano sul quale si trova lo svincolo di Genova est.

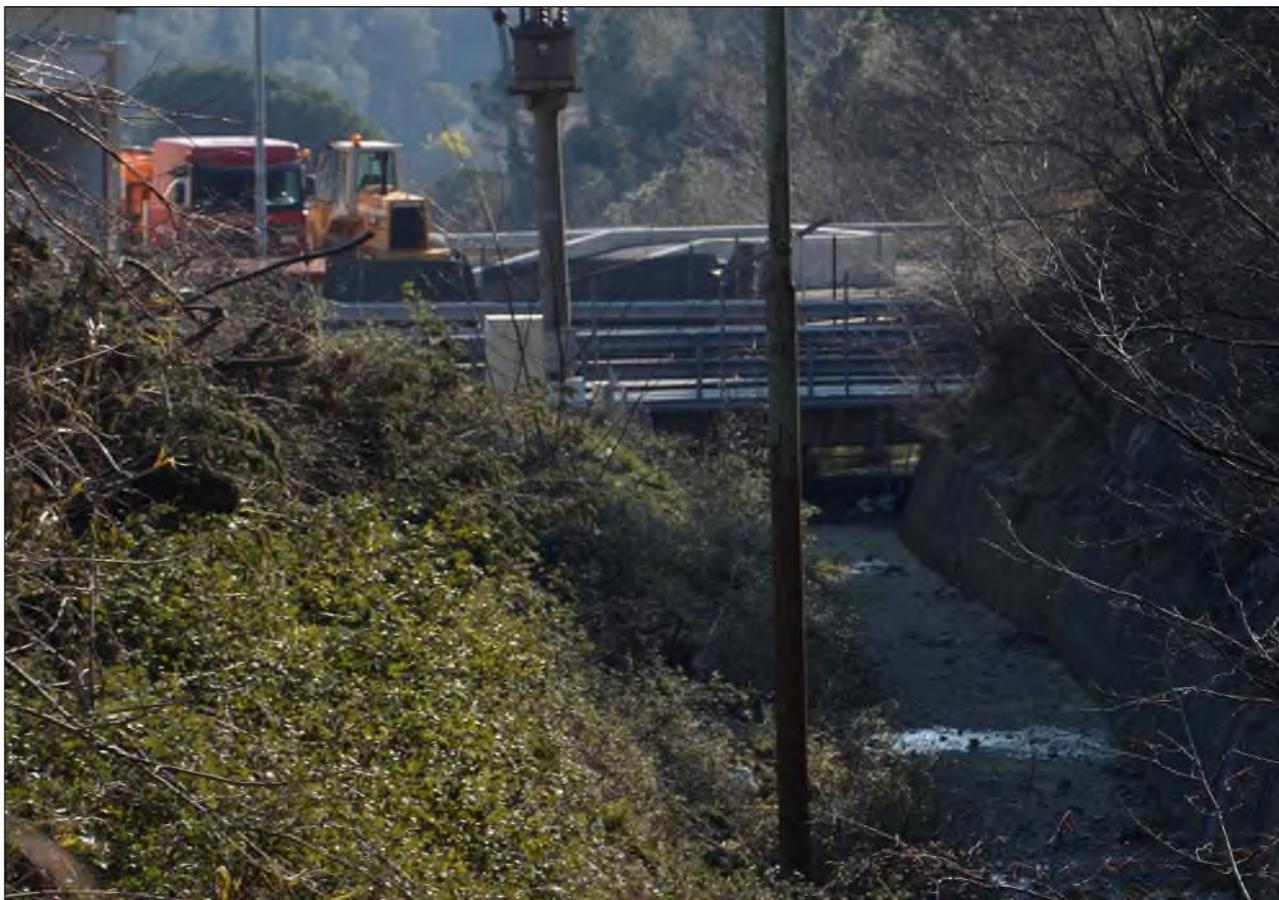
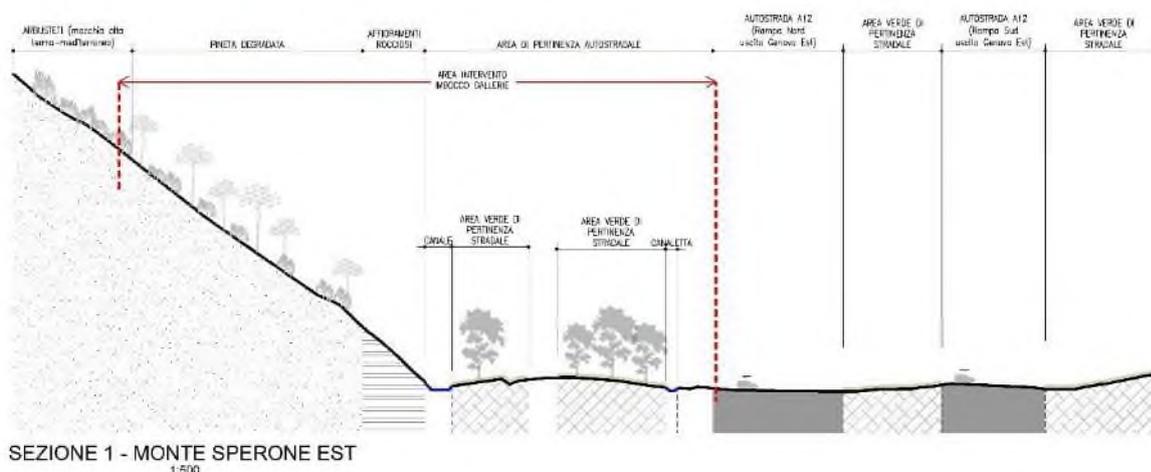
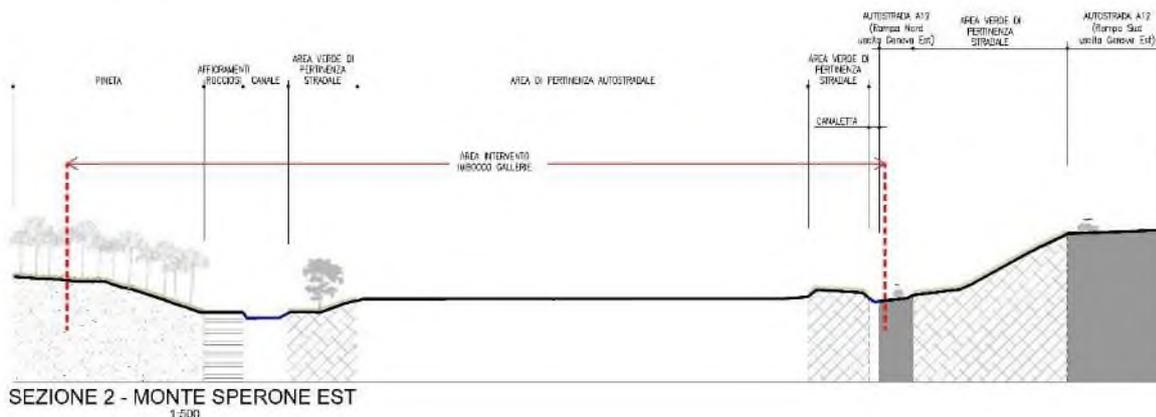


Figura 8-6 – tratto del canale prima del passaggio sotto l'autostrada esistente (fonte: elaborato 110722-LL04-PE-A3-G16-GP16E-0-R-AUA1911-1, zoom foto 3)

Analizzando in maniera circoscritta la zona interessata dal nuovo imbocco (si veda le sezioni sotto riportate), questa è attualmente occupata da un popolamento boschivo di pineta degradata.





A seguito dell'analisi sopra riportata si può dedurre che dal punto di vista naturalistico l'area di intervento e più prettamente il nuovo imbocco non vadano ad incidere su di un paesaggio di elevato valore e già con vegetazione degradata.

Anche da un punto di vista di aria vasta gli elementi architettonici caratteristici di tale area si semplificano nei rivestimenti dei muri in C.A. e nelle finiture degli imbocchi delle gallerie e delle cabine esistenti.



Figura 8-7 – Finiture rilevate nell'intorno dell'area di intervento (fonte: elaborato 110722-LL04-PE-A3-G16-GP16E-0-D-AUA1912-1)

8.1.2 Progetto Esecutivo

I volumi tecnico-impiantistici necessari a garantire il corretto funzionamento della galleria Montesperone e la sicurezza degli utenti in caso di emergenza sono una cabina elettrica alimentata da due gruppi elettrogeni e una vasca antincendio. La galleria di emergenza richiede anche una centrale di ventilazione. Gli apparati devono essere collocati in un piazzale raggiungibile dai mezzi di manutenzione in fase di esercizio. Poiché gli imbocchi si trovano a ridosso del corso artificiale del rio Rovena, deve essere previsto l'adeguamento della sua sistemazione idraulica al disegno finale dell'area. Sebbene gli scavi siano limitati alla sola realizzazione degli imbocchi, le paratie raggiungono altezze notevoli a causa dell'elevata pendenza del versante. Lo scavo

alle spalle dell'imbocco della galleria Montesperone intercetta una linea di compluvio naturale, per la quale si deve considerare una sistemazione artificiale in fase definitiva.

La soluzione proposta intende sfruttare lo spazio che rimane del piazzale di servizio tagliato dalla nuova rampa di svincolo per la collocazione di tutti i volumi tecnico-impiantistici necessari, evitando in questo modo un aumento del consumo di suolo nel fondovalle già pesantemente antropizzato. Inoltre traendo vantaggio dalla differenza di quota tra il piazzale e l'asse della rampa, soprattutto nel suo tratto iniziale, la sistemazione finale s'inserisce nel paesaggio per occultamento, essendo per lo più nascosta all'unico punto di vista disponibile, ovvero quello dinamico dell'utente dell'A12.

Per ottenere ciò, è stato modificato il progetto della galleria di emergenza, abbassando la quota d'imbocco fino a essere in piano col piazzale. Anche lo scavo è stato modificato con l'obiettivo di disporre accanto all'imbocco la centrale di ventilazione. La galleria artificiale scatolare, chiusa da una doppia porta in grado di mantenere la pressione interna e il volume della centrale sono stati ricoperti dal rimodellamento del versante, lasciando come unico segno della loro presenza un piccolo muro in cemento armato rivestito in matrice effetto costolatura che segue l'andamento del terreno e con la sua geometria spezzata dà unità al fronte degli impianti. L'imbocco è dunque completamente mascherato.

La cabina elettrica, con associata la vasca antincendio interrata e una sala pompe, è accostata allo svincolo per lasciare un corridoio agevole per l'eventuale passaggio dei mezzi di soccorso, questa verrà coperta da verde intensivo a bassa manutenzione costituito da sedum.

L'accesso al piazzale è previsto sullo svincolo, poco prima della galleria a sud, nel tratto in cui la rampa è quasi in quota con lo stesso. Con l'assetto architettonico proposto, il piazzale d'imbocco va a coprire parte del letto artificiale del rio Rovena, dunque la sua nuova sistemazione idraulica definitiva che inizia a nord del rilevato autostradale è prolungata per tutta la lunghezza del piazzale.

Lo scavo e le paratie a monte degli imbocchi sono completamente coperte dal rimodellamento morfologico che ricomponi il versante e avviene attraverso l'alternarsi di banche di terreno naturale con pendenza lieve, adatte alla piantumazione di specie vegetali arbustive ma anche arboree, con muri in terra rinforzata necessari a superare la notevole altezza delle opere di scavo. La galleria artificiale, con sezione policentrica, è tagliata a becco di flauto con pendenza parallela a quella del ritombamento di progetto. Il compluvio intercettato dagli scavi è deviato a nord, alle spalle della paratia, con una sistemazione finale a cielo aperto.

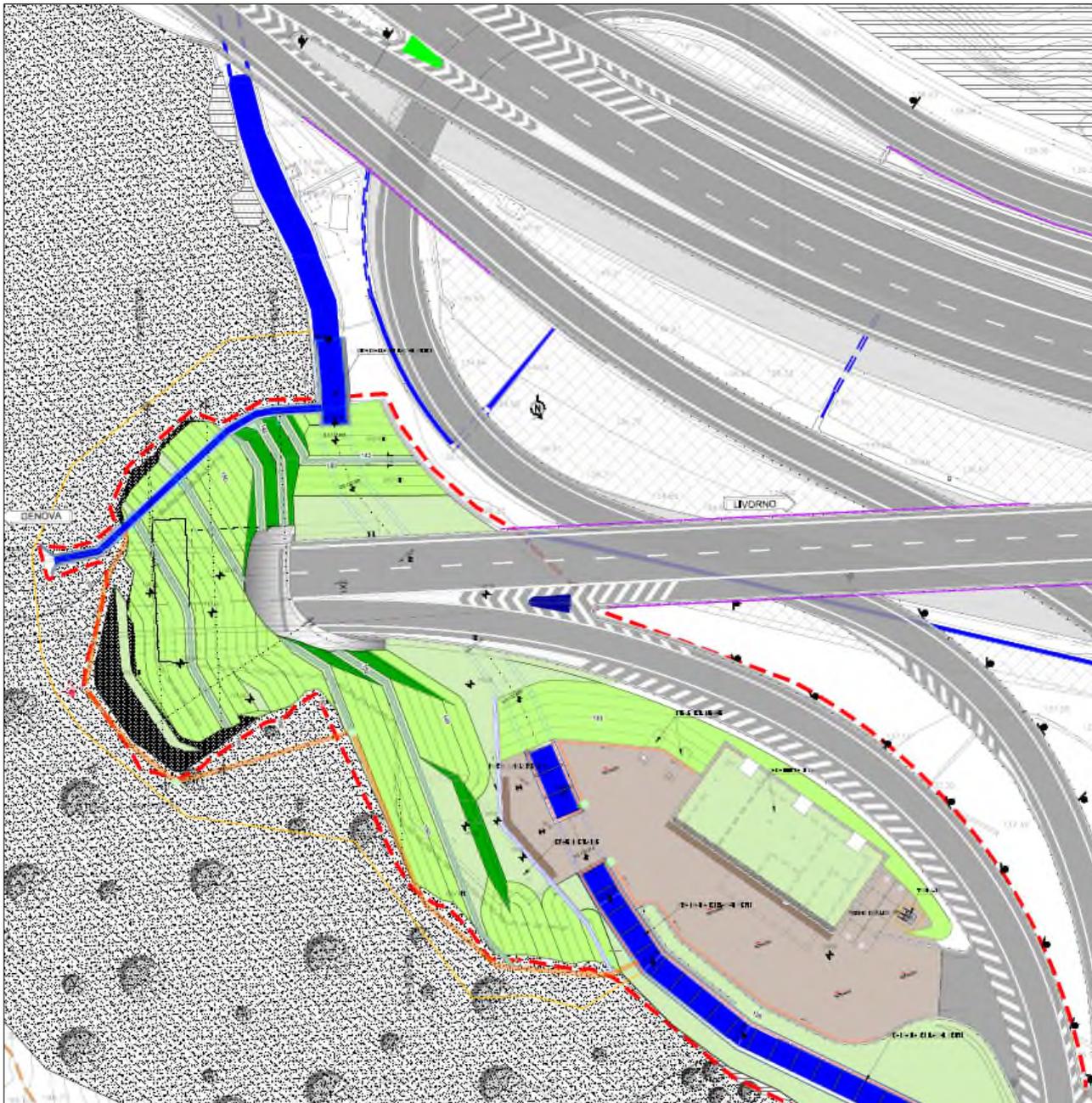


Figura 8-8 – stato finale area di intervento (fonte: elaborato 110722-LL04-PE-A3-G16-GF16E-SSF00-D-AUA1831-2)

Per quanto riguarda l'impatto potenziale generato, sulla componente vegetazionale (in prevalenza aree arbustate) e di conseguenza paesaggistica, dalle aree di occupazione temporanea (cantieri, viabilità ...) le scelte progettuali adottate mirano a limitare il più possibile l'incidenza sulla vegetazione delle aree di lavorazione, con particolare riguardo ai tratti in viadotto, per il quale è auspicabile che i lavori si concentrino nell'intorno dei piloni senza alterare, ove non vi siano interferenze, la vegetazione esistente (ad esempio tagliando le alberature interferenti ma lasciando lo strato arbustivo ove l'altezza dell'impalcato lo consenta).

Come già accennato, le opere di ripristino e mitigazione ambientale in progetto tenderanno a favorire lo sviluppo di vegetazione quanto più in linea con le aree limitrofe all'intervento, con la piantagione di specie arboree (laddove lo spessore del ricoprimento con terreno di coltivo, nelle aree rimodellate, lo permetta), arbustive ed erbacee appartenenti alle formazioni vegetazionali potenziali e limitrofe stimolando in tal modo l'insediamento e l'ampliamento dei lembi di vegetazione boscata presenti. Per un maggior approfondimento delle opere di ripristino delle aree ad occupazione temporanea si rimanda agli elaborati specialistici relativi alle aree di cantiere e alle viabilità di servizio.

Per una miglior chiarezza dell'opera finita e del suo inserimento nel contesto si riportano alcuni fotoinserimenti dell'intervento nel suo complesso.

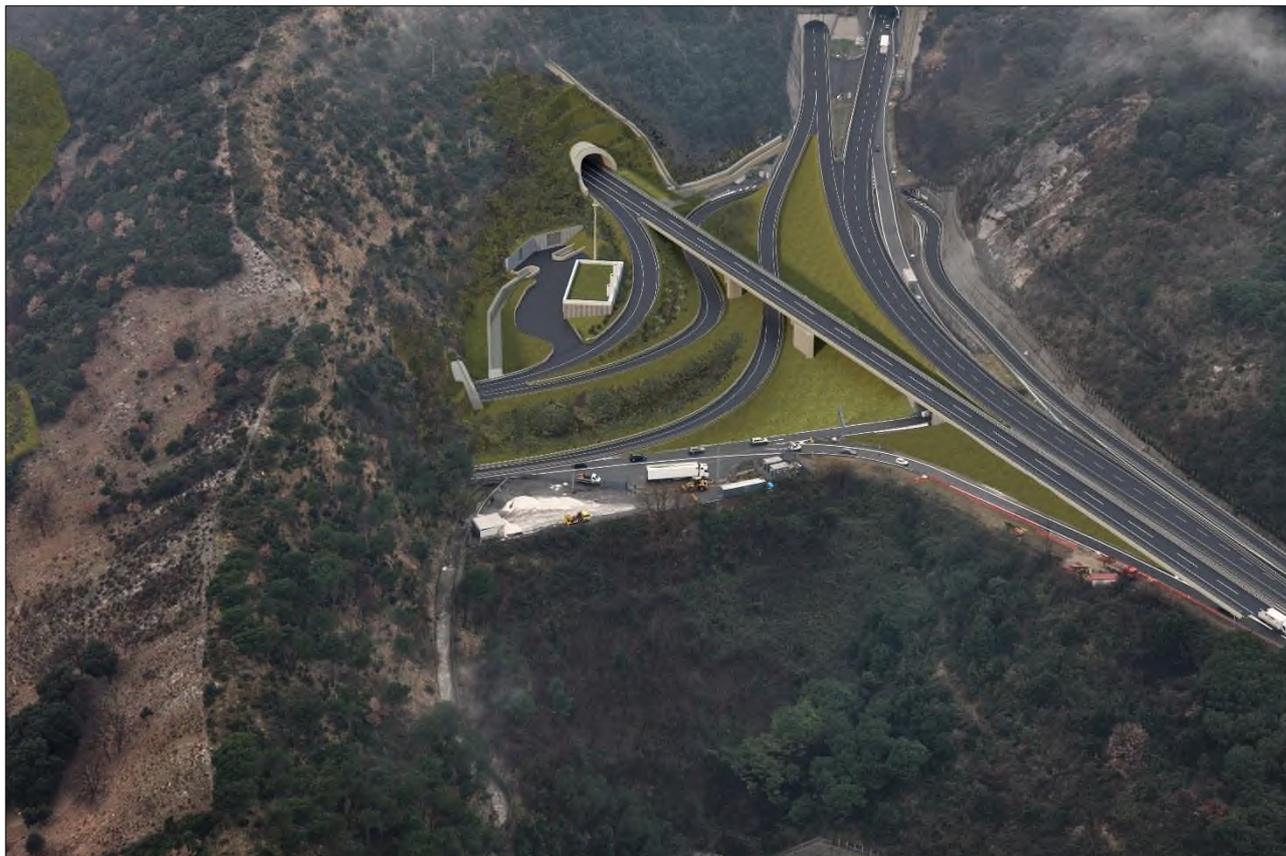


Figura 8-9 - Foto inserimento dell'area vista a volo d'uccello per una maggior percezione del nuovo imbocco e delle opere limitrofe (fonte: elaborato 110725-LL9B-PE-DG-IPG-00000-00000-R-AUA0043-1).



Figura 8-10 – Foto simulazione dell'area d'intervento e dell'adeguamento dello svincolo di Genova Est visto dal versante opposto all'intervento (fonte: elaborato 110725-LL9B-PE-DG-IPG-00000-00000-R-AUA0042-2 immagine 63).

8.2 GALLERIA GRANAROLO – IMBOCCO SUD, LATO GENOVA OVEST (CON MORO 1 SUD)

8.2.1 Paesaggio e Semiologia Antropica

L'ambito d'aria vasta è caratterizzato prevalentemente da aree intensamente edificate e da una fitta rete infrastrutturale intervallata da aree agricole principalmente su terrazzamenti.

Dal punto di vista vegetazionale le pendici boscate si configurano in boschi misti di latifoglie con prevalenza di Roverella, Leccio e Robinia.

Paesaggisticamente l'area è inquadrabile all'interno del sistema militare di crinale, caratterizzandosi, in modo particolare, per la presenza di fortificazioni storiche sul crinale e di manufatti di interesse storico-architettonico. Le testimonianze storico architettoniche presenti si possono identificare come segue:

- Forte Belvedere, posto a 215 s.l.m, si tratta di un'opera fortificata, oggi praticamente distrutta, che faceva parte delle fortificazioni difensive distaccate di Genova, situata sulla collina omonima, sulle alture di Sampierdarena di cui, ad oggi, è praticamente impossibile distinguere la costruzione originale edificata nel 1815 in quanto l'opera ha subito parecchie modifiche, soprattutto per essere utilizzata, verso la fine dell'ottocento, in Batteria di difesa del porto, che il Forte sovrasta in modo inequivocabile. Inoltre la costruzione del campo di calcio Morgavi ha snaturato completamente la costruzione, di cui i resti abbandonati ed in pessime condizioni sono in parte visibili nonostante la folta vegetazione.
- Forte Crocetta, ubicato presso il borgo della Crocetta, sull'area già occupata dal seicentesco convento degli Agostiniani e dall'annessa chiesa del Santissimo Crocifisso. Oggi chiuso e in stato di abbandono, ma in buono stato di conservazione considerata la solidità della costruzione.
- Cimitero della Castagna e degli Angeli a destra e sinistra di via Alla Porta degli Angeli.

Di seguito si riportano, a titolo esplicativo, una foto dello stato attuale con indicazione della futura zona di imbocco rimandando alle fotosimulazioni della nuova opera, riportate più avanti, per una visione complessiva dello stato finale dell'area di imbocco a mitigazione avvenuta.



Figura 8-11 – Versante sopra muro di contenimento del piazzale di esazione “Genova Est” (con la freccia rossa indicata la zona di imbocco), fonte: elaborato 110722-LL04-PE-A2-G17-GP17S-0-R-AUA0549-1, foto 6

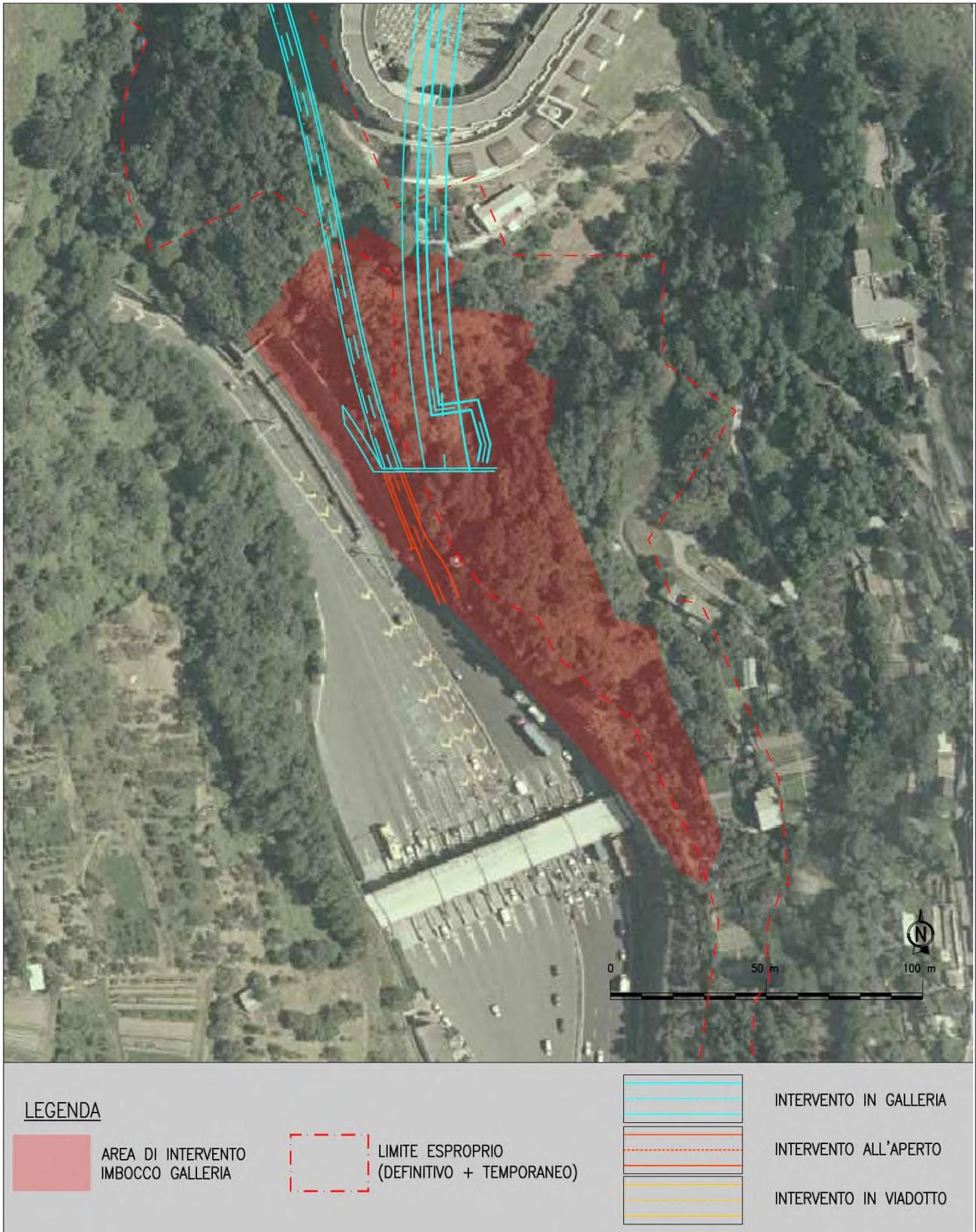


Figura 8-12 –Inquadramento territoriale

L'area di intervento si affianca all'attuale uscita di Genova Est alle spalle del centro abitato di Sampierdarena, dove terminava l'antica Camionale, oggi Autostrada A7. L'attuale casello autostradale occupa una vallata perpendicolare alla costa, racchiusa a ovest dal colle di Belvedere e a est dal colle di Promontorio, dominato dalle Mura degli Angeli e dalla Porta omonima. I ripidi versanti che si affacciano sulla valletta sono notevolmente segnati dagli effetti dell'antropizzazione: la vegetazione è diradata e i pendii sono tagliati da alte opere di contenimento in cemento armato, realizzate in occasione dell'ampliamento della stazione per l'adeguamento al traffico autostradale. L'imbocco in oggetto si colloca all'estremità nord del piazzale di esazione, ai piedi del Cimitero di Sampierdarena, dove il versante est piega su se stesso formando una linea di compluvio. L'intervento sarà dunque visibile dalle linee di crinale che la contornano, oltre che dalla contigua A7.

I sopramenzionati elementi di rilevanza architettonico/testimoniale non vengono comunque in nessun modo interferiti dai lavori inerenti la nuova area di imbocco. Ai piedi dell'ala monumentale del cimitero della Castagna, unico elemento architettonico di rilievo prossimo all'area di lavorazione, è prevista la realizzazione di una protesi strutturale che garantisca un adeguato strato di copertura alla galleria naturale Moro 1 e al tempo stesso preservi completamente l'opera monumentale esistente.



Figura 8-13 – Estratto planimetria semiologia antropica (tratteggio in rosso più spesso i limiti delle aree di imbocco)

ELEMENTI DEL PAESAGGIO ANTROPICO		ELEMENTI DEL PAESAGGIO NATURALE		INSEDIAMENTI		VIABILITA'	
	FRUTTEI SU TERRAZZAMENTI CON MURETTI A SECCO		LINEA ELETTRICA E PALO		ARBUSTI/ALBERI ISOLATI O IN FILARE		AUTOSTRADA
	OLIVETI SU GIACITURA NATURALE		CANALE/OPERA IDRAULICA		ROVETI E CESPUGLIETI		STRADA SECONDARIA ASFALTATA
	OLIVETI SU TERRAZZAMENTI CON MURETTI A SECCO		CANALE/OPERA IDRAULICA TOMBATA		CANNETI		STRADA SECONDARIA BIANCA
	ORTI SU GIACITURA NATURALE		CORSO D'ACQUA		BOSCO CEDUO		AREA CIMITERIALE
	ORTI SU TERRAZZAMENTI CON MURETTI A SECCO		CORSO D'ACQUA (larghezza elevata non rappresentata)		BOSCO CEDUO DEGRADATO		EDIFICI AREA CIMITERIALE
	PRATI NATURALI SU GIACITURA NATURALE		VASCA DI ACCUMULO		PIAZZALI ED AREA DI PERTINENZA EDIFICATO/STRADE		LIMITE AREA INTERVENTO IMBOCOCCO GALLERIA
	PRATI NATURALI SU TERRAZZAMENTI CON MURETTI A SECCO		BRIGLIA		AIUOLE VERDI DI PERTINENZA EDIFICATO/STRADE		IDENTIFICAZIONE ELEMENTI DEL PAESAGGIO
	PRATI NATURALI SU TERRAZZAMENTI CON MURI IN CEMENTO		MURI SIGNIFICATIVI				LIMITE ESPROPRIO DEFINITIVO

Dal punto di vista di semiologia antropica, come già scritto, gli elementi del paesaggio antropico che più caratterizzano la zona sono la viabilità autostradale con il relativo casello ed aree di pertinenza ed il complesso cimiteriale che si erge più in alto a nord dell'area di intervento.

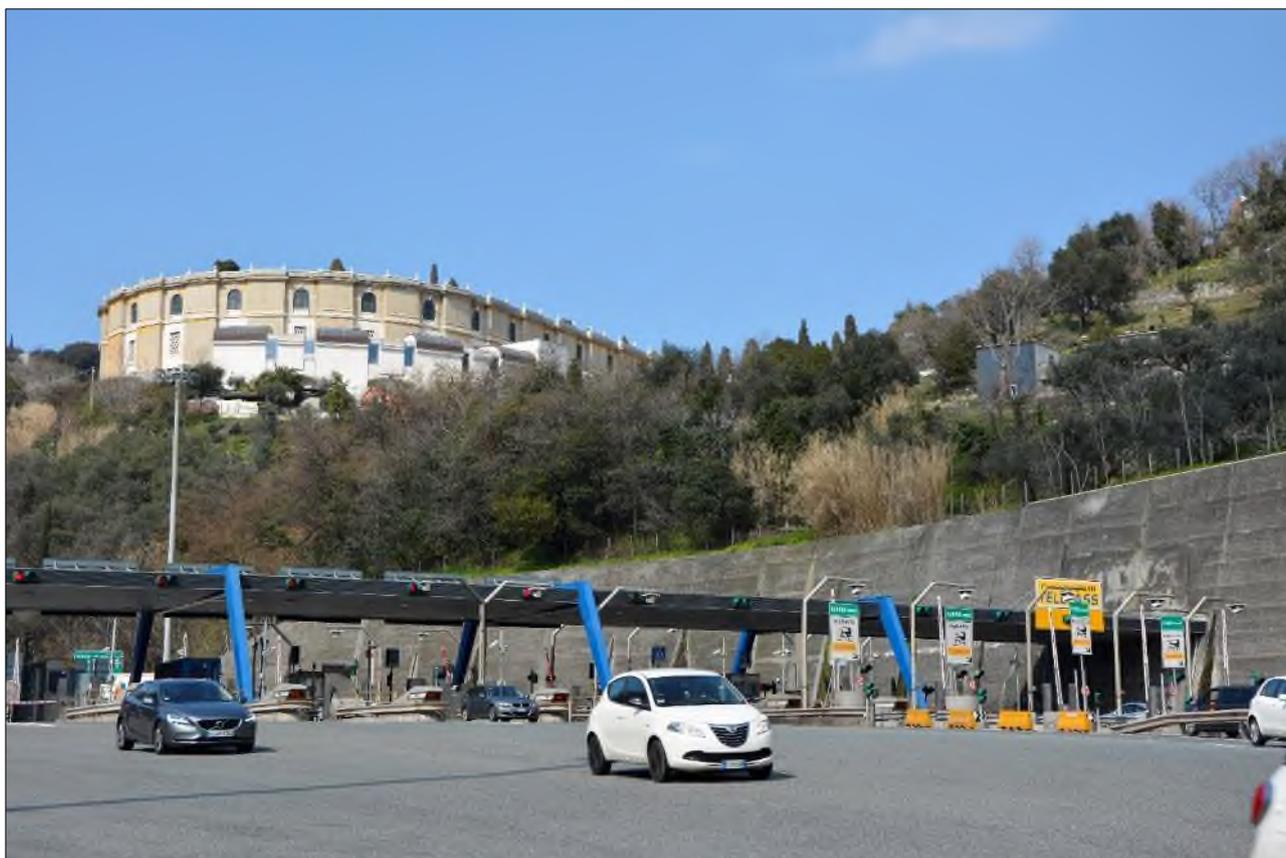


Figura 8-14 – vista da stazione di esazione Genova Est verso cimitero di Sampierdarena (fonte: elaborato 110722-LL04-PE-A2-G17-GP17S-0-D-AUA0550-1)

Al di sopra del muro a retta del piazzale esistente l'elemento antropico caratterizzante è rappresentato dai terrazzamenti con muretti a secco coltivati ad olivo, colture orticole o a prato naturale.



Figura 8-15 – terrazzamenti con muretti a secco occupati da coltivazioni orticole ed oliveti (fonte: elaborato 110722-LL04-PE-A2-G17-GP17S-0-R-AUA0549-1, foto 8)

Per quanto riguarda la componente vegetazionale più naturale, questa, è rappresentata da aree di bosco ceduo che si inseriscono a cuneo fra gli oliveti ed occupando la corona degli imbocchi esistenti non coltivabili.

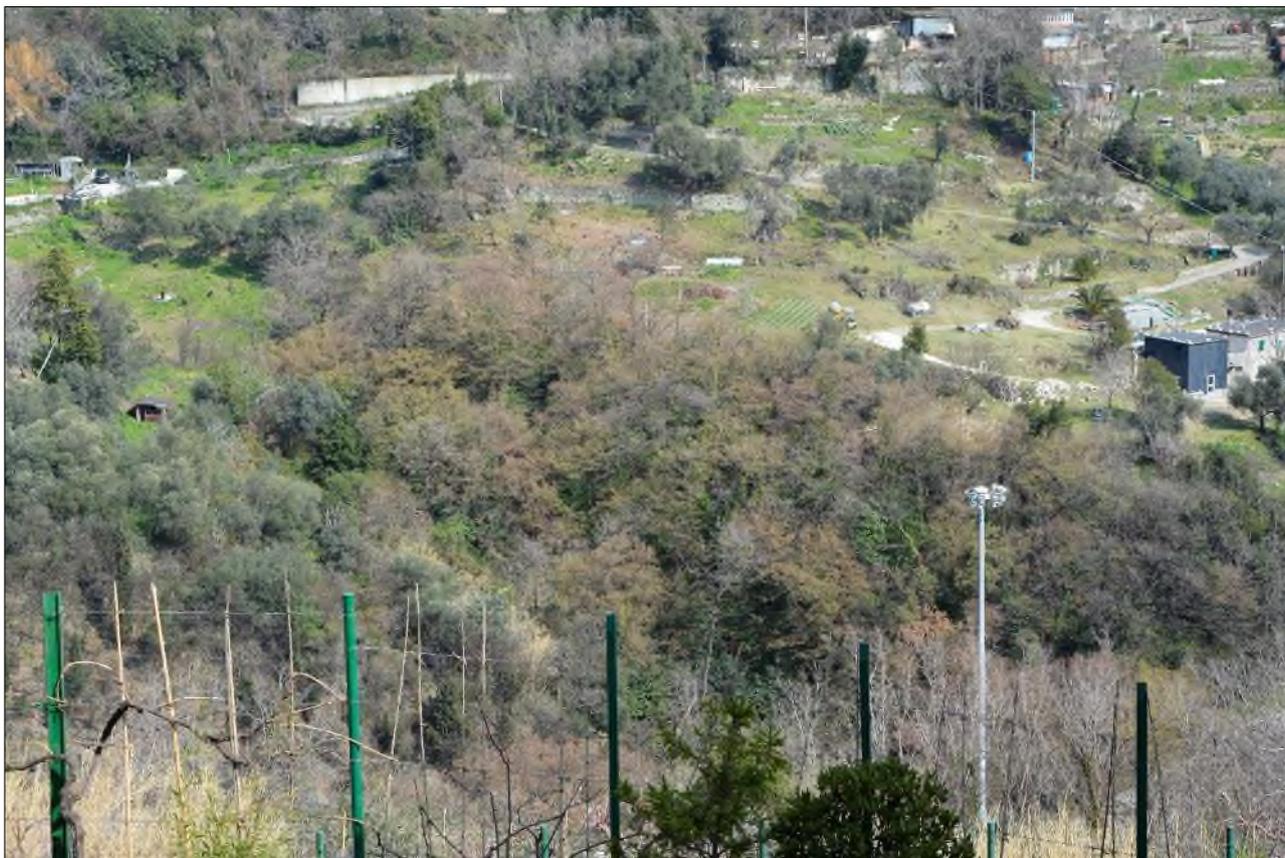
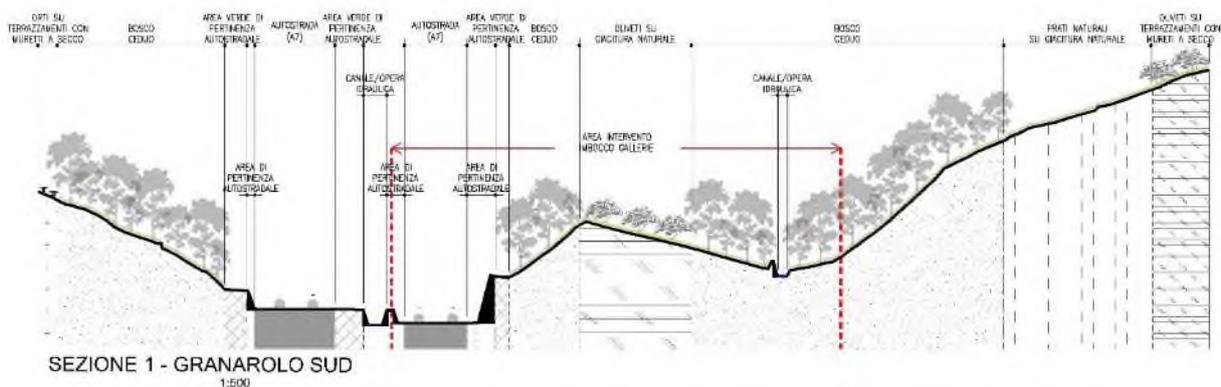
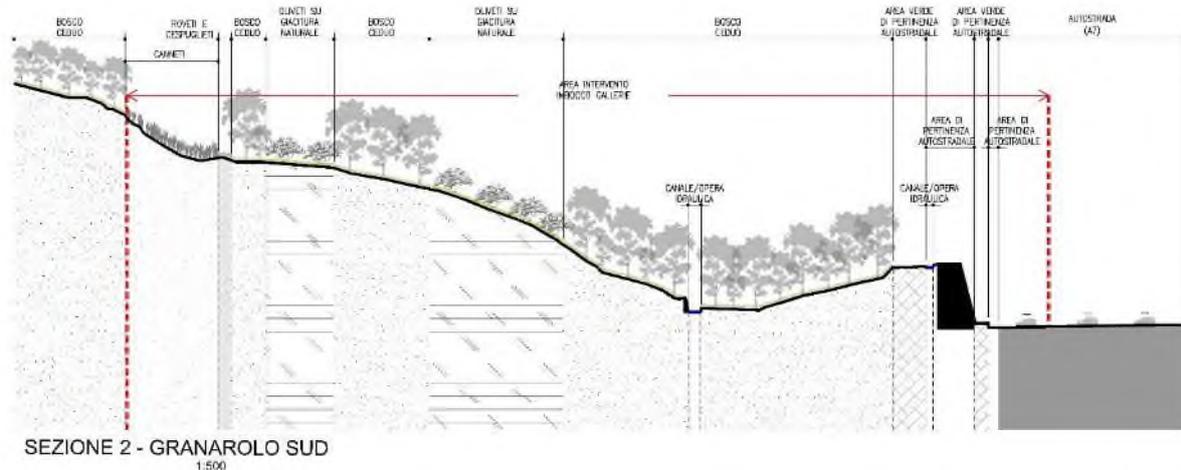


Figura 8-16 – lembi di bosco ceduo fra aree coltivate (fonte: elaborato 110722-LL04-PE-A2-G17-GP17S-0-R-AUA0549-1, zoom foto 7)

Dal punto di vista del reticolo idraulico, le acque del versante soprastante il muro autostradale sono convogliate, tramite un canale artificiale, in un pozzetto in testa al muro esistente.

Analizzando in maniera circoscritta la zona interessata dal nuovo imbocco (si veda le sezioni sotto riportate), questa è attualmente occupata da oliveti e boschi a ceduo.





A seguito dell'analisi sopra riportata si può dedurre che dal punto di vista naturalistico l'area di intervento insista su un'area altamente antropizzata ma dal punto di vista paesaggistico caratteristica per la sistemazione del versante con terrazzamenti tramite muretti a secco.

Anche da un punto di vista di aria vasta gli elementi architettonici caratteristici di tale area si semplificano nelle orditure dei muretti e nelle scale di collegamento in pietra. Per quanto riguarda le recinzioni e cancelli presenti si denota una notevole disomogenità. Si riportano di seguito alcune immagini illustrative.

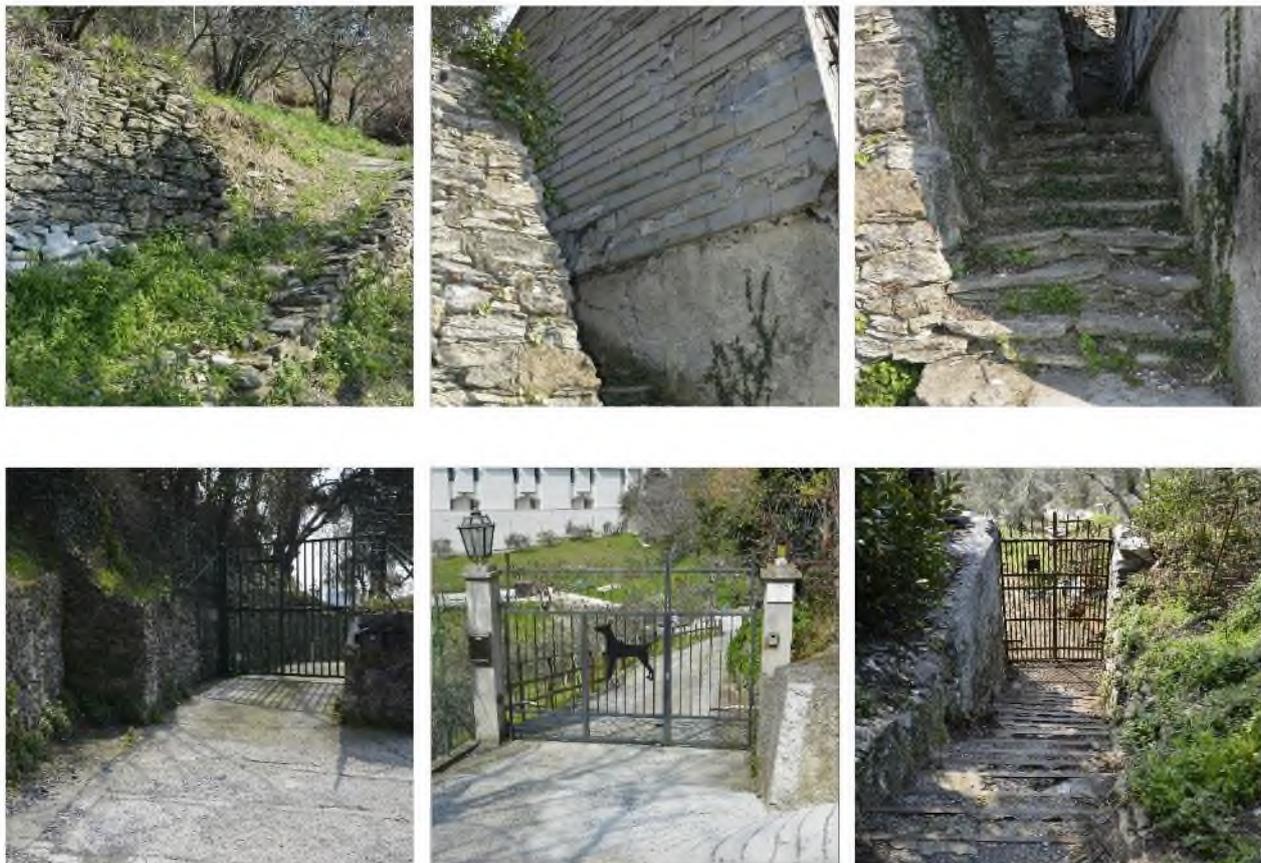


Figura 8-17 – Finiture rilevate nell'intorno dell'area di intervento (fonte: elaborato 110722-LL04-PE-A2-G17-GP17S-0-D-AUA0550-1)

8.2.2 Progetto Esecutivo

Il potenziamento dell'Autostrada Milano-Genova prevede l'ampliamento del piazzale e il raddoppio delle gallerie che vi arrivano. Le due gallerie esistenti, già a senso unico di marcia, serviranno entrambe il traffico diretto alla barriera di Genova ovest, mentre due nuove gallerie distribuiranno gli automezzi in uscita dalla città, in particolare la Moro1 in direzione Savona e la Granarolo verso Milano-Livorno. Accanto all'imbocco della galleria Granarolo c'è l'ingresso alla galleria di emergenza proveniente da Genova est.

Nei pressi degli imbocchi, e quindi del piazzale di esazione, devono essere collocati una cabina elettrica, due gruppi elettrogeni, una torre radio e la centrale di ventilazione della galleria d'emergenza, ai fini di assicurare il corretto funzionamento e la sicurezza delle nuove opere.

E' richiesto anche un presidio idraulico per il trattamento qualitativo delle acque di piattaforma. Lo scavo necessario alla realizzazione degli imbocchi e all'ampliamento del piazzale di esazione, notevole per dimensioni superficiali e altimetriche, è eseguito realizzando due ordini di paratie dalla geometria spezzata, che si fanno piuttosto articolate soprattutto nei pressi dell'arrivo delle gallerie naturali. L'area d'intervento interferisce con la linea di compluvio, dunque si deve prevedere un'adeguata sistemazione idraulica.

Risalendo la valletta verso nord, ai piedi dell'ala monumentale del cimitero, è prevista la realizzazione di una protesi strutturale che interferisce con il rio che poco più a valle scorre incanalato tra le due carreggiate dell'A7 esistente, dunque si deve prevedere la sua sistemazione idraulica. Sopra gli imbocchi passerà in fase di cantiere la pista che raggiunge la valletta citata.

Il primo obiettivo della sistemazione studiata è quello di proporre un disegno finale omogeneo, che abbracci i numerosi imbocchi presenti a nord della barriera in un unico fronte continuo, attenuando la frammentazione del versante.

La centrale di ventilazione della galleria d'emergenza è stata progettata sopra la sua uscita, in un volume inserito dentro il sistema d'imbocco, a meno di un parallelepipedo che fuoriesce dalla soletta, permettendo di avere ampie griglie di aereazione verticali, più facili da mantenere, su tre lati. La soletta termina a est sulla paratia di scavo inferiore delle due che corrono su quel versante.

Gli scavi per l'ampliamento del piazzale di esazione verso est, essendo eseguiti con pendenza lieve, sono semplicemente rinverditi e piantumati con specie arbustive. Non essendo possibile coprire le paratie su questo versante, esse sono previste rivestite in cemento armato, in particolare quella inferiore avrà un profilo finale a scarpa, richiamando formalmente le opere di contenimento esistenti.

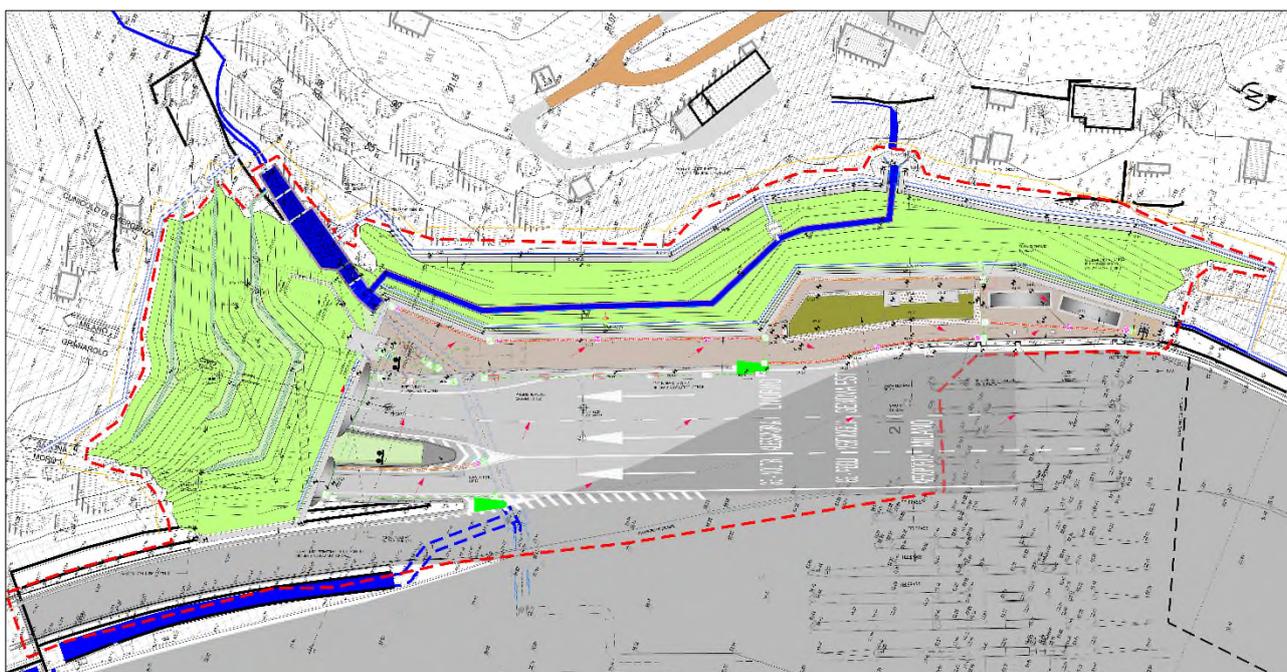


Figura 8-18 - Il piazzale di esazione a seguito dell'intervento (fonte: elaborato 110722-LL04-PE-A2-G17-GF17S-SSF00-D-AUA0523-2)

Il rimodellamento morfologico dell'area a nord degli imbocchi ricostituisce il versante con una scarpata dolce a lieve pendenza (3/2) interamente rinverdito con una progressione di essenze erbacee, arbustive ed arboree per una riconnessione con le tipologie vegetazionali limitrofe esistenti. (per i dettagli si rimanda ai relativi elaborati inerenti le opere a verde).

Il versante ad est anch'esso risulterà rinverdito con gli stessi criteri progettuali adottati per il versante precedentemente descritto.

I vani tecnico-architettonici sono previsti in volumi prefabbricati e posti a una certa distanza dagli imbocchi, dove la paratia est si scosta dall'opera esistente creando un piccolo piazzale per gli impianti. Il presidio idraulico è incassato nel terreno di fronte la cabina elettrica e dotato di soletta carrabile.

Al fine di ridurre l'impatto architettonico dell'opera, la cabina elettrica è stata dotata di un tetto verde, così da minimizzarne la vista aerea (si veda Tav. 110722-LL04-PE-A2-G17-GF17S-CBE21-D-AUA0525-0).

Il tratto della valletta a monte degli imbocchi, dove è necessaria la protesi, verrà riempito fino a formare un vasto falso piano, garantendo in ogni punto una copertura di almeno 3 metri sull'intervento strutturale e la possibilità di impiantare individui arborei.

Per quanto riguarda l'impatto potenziale generato, sulla componente vegetazionale (in prevalenza oliveti e aree boscate) e di conseguenza paesaggistica, dalle aree di occupazione temporanea (cantieri, viabilità ...) le scelte progettuali adottate mirano a limitare il più possibile l'incidenza sulla vegetazione delle aree di lavorazione, con particolare riguardo ai tratti in viadotto, per il quale è auspicabile che i lavori si concentrino nell'intorno dei piloni senza alterare, ove non vi siano interferenze, la vegetazione esistente (ad esempio tagliando le alberature interferenti ma lasciando lo strato arbustivo ove l'altezza dell'impalcato lo consenta).

Come già accennato, le opere di ripristino e mitigazione ambientale in progetto tenderanno a favorire lo sviluppo di vegetazione quanto più in linea con le aree limitrofe all'intervento, con la piantagione di specie arboree (laddove lo spessore del ricoprimento con terreno di coltivo, nelle aree rimodellate, lo permetta), arbustive ed erbacee appartenenti alle formazioni vegetazionali potenziali e limitrofe stimolando in tal modo l'insediamento e l'ampliamento dei lembi di vegetazione boscata presenti. Per un maggior approfondimento delle opere di ripristino delle aree ad occupazione temporanea si rimanda agli elaborati specialistici relativi alle aree di cantiere e alle viabilità di servizio.

Per una miglior chiarezza dell'opera finita e del suo inserimento nel contesto si riporta di seguito due foto inserimenti.

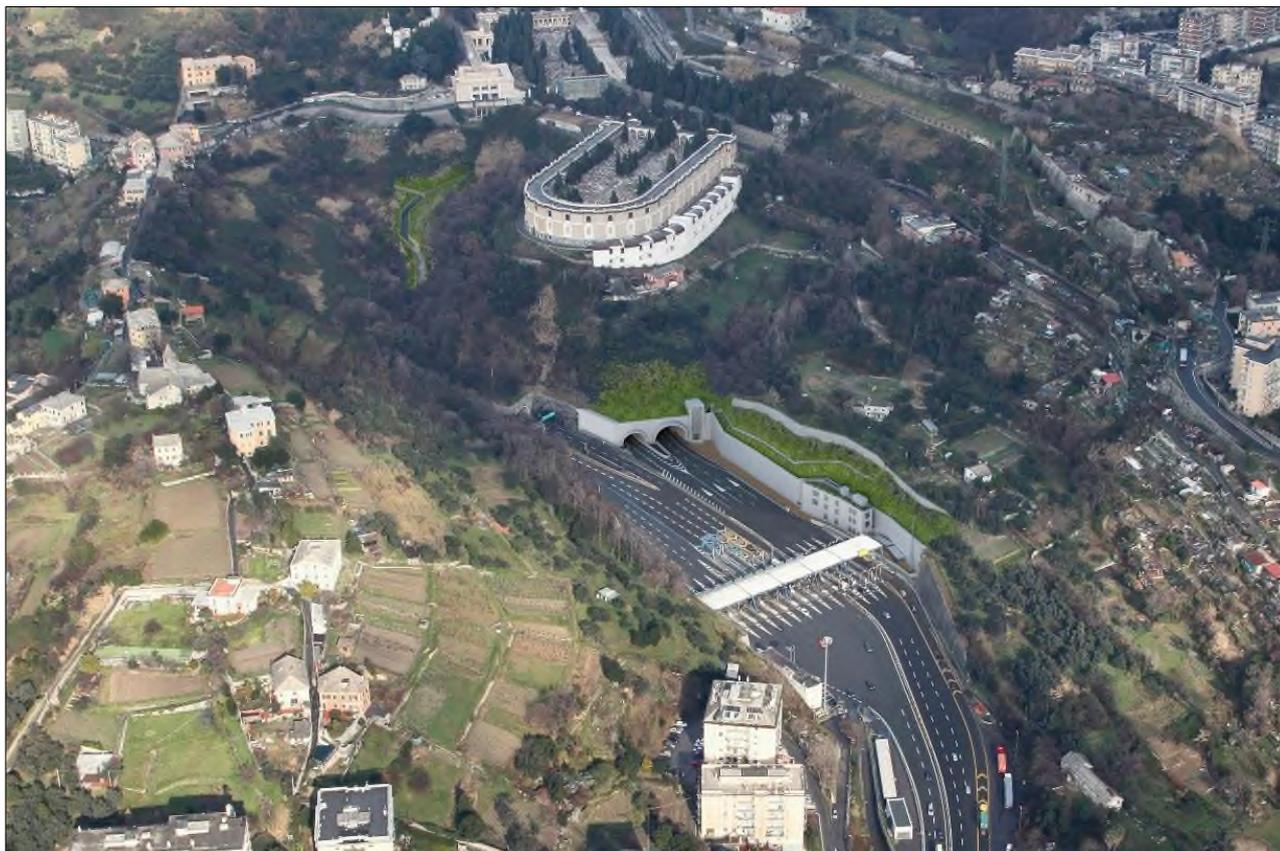


Figura 8-19 – Foto inserimento dell’area vista a volo d’uccello per una maggior percezione del nuovo imbocco e delle opere limitrofe (fonte: elaborato 110725-LL9B-PE-DG-IPG-00000-00000-R-AUA0043-1).



Figura 8-20 Foto simulazione della sistemazione presso la barriera e il canale che scende dalla valletta (fonte: elaborato 110725-LL9B-PE-DG-IPG-00000-00000-R-AUA0042-2 immagine 55).

8.3 GALLERIA MORO 1 – IMBOCCO OVEST, LATO GENOVA AEROPORTO (CON MORO 2 OVEST).

8.3.1 Paesaggio e Semiologia Antropica

L'ambito d'aria vasta è caratterizzato prevalentemente da aree intensamente edificate e da una fitta rete infrastrutturale intervallata da aree agricole principalmente su terrazzamenti.

Dal punto di vista vegetazionale le pendici boscate si configurano in boschi misti di latifoglie con prevalenza di Roverella, Leccio e Robinia.

Paesaggisticamente l'area è inquadrabile all'interno del sistema militare di crinale, caratterizzandosi, in modo particolare, per la presenza di fortificazioni storiche sul crinale e di manufatti di interesse storico-architettonico. Le testimonianze storico architettoniche presenti si possono identificare come segue:

- Forte Belvedere, posto a 215 s.l.m, si tratta di un'opera fortificata, oggi praticamente distrutta, che faceva parte delle fortificazioni difensive distaccate di Genova, situata sulla collina omonima, sulle alture di Sampierdarena di cui, ad oggi, è praticamente impossibile distinguerne la costruzione originale edificata nel 1815 in quanto l'opera ha subito parecchie modifiche, soprattutto per essere utilizzata, verso la fine dell'ottocento, in Batteria di difesa del porto, che il Forte sovrasta in modo inequivocabile. Inoltre la costruzione del campo di calcio Morgavi ha snaturato completamente la costruzione, di cui i resti abbandonati ed in pessime condizioni sono in parte visibili nonostante la folta vegetazione.
- Forte Crocetta, ubicato presso il borgo della Crocetta, sull'area già occupata dal seicentesco convento degli Agostiniani e dall'annessa chiesa del Santissimo Crocifisso. Oggi chiuso e in stato di abbandono, ma in buono stato di conservazione considerata la solidità della costruzione.
- Cimitero della Castagna e degli Angeli a destra e sinistra di via Alla Porta degli Angeli.

Di seguito si riportano, a titolo esplicativo, una foto dello stato attuale con indicazione della futura zona di imbocco rimandando alle fotosimulazioni della nuova opera, riportate più avanti, per una visione complessiva dello stato finale dell'area di imbocco a mitigazione avvenuta.



Figura 8-21 – Versante di fronte alla rampa elicoidale visto percorrendo il ponte Morandi (con la freccia rossa indicata la zona di intervento)

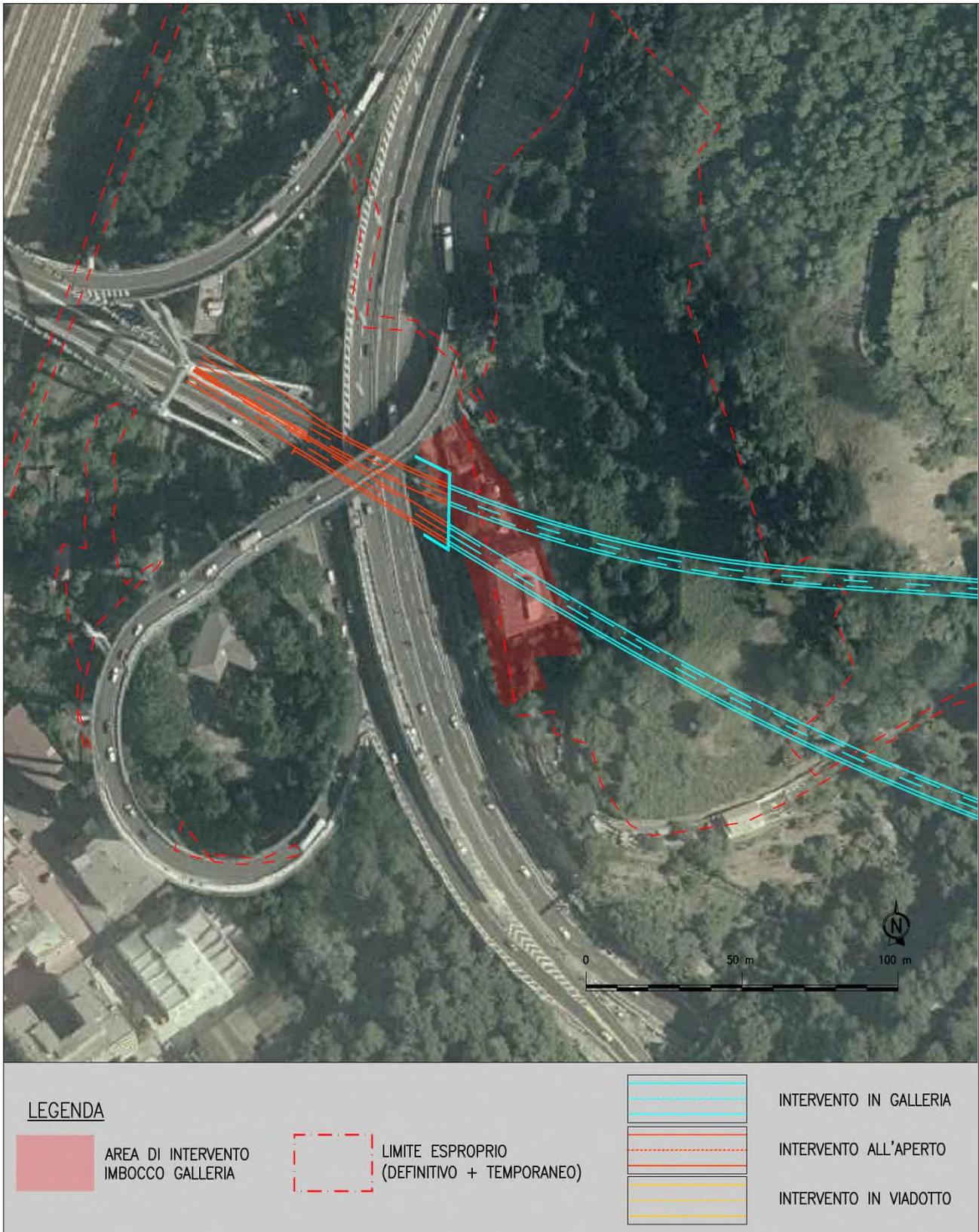


Figura 8-22 –Inquadramento territoriale

Gli imbocchi in oggetto si trovano sul versante est del colle di crocetta, ai piedi del fortilizio, nei pressi dell'interconnessione esistente tra le autostrade A7 e A10. Due rampe su viadotto collegano il tracciato dell'A7 con il Viadotto Polcevera. Le alte pile delle rampe, soprattutto quella elicoidale particolarmente vistosa,

sfiorano gli edifici del quartiere del Campasso a valle, caratterizzando l'immagine dell'area. La presenza dell'interconnessione ha prodotto un elevato livello di frammentazione paesaggistica, degradando notevolmente la naturalità del pendio. Numerose sono le mutilazioni morfologiche, evidenziate dalle imponenti opere di contenimento e consolidamento del versante. L'interconnessione inoltre si colloca proprio sul tracciato dell'antica strada che da Genova incrociava presso il borgo della Crocetta quella che risaliva a mezza costa la Val Polcevera e poi conduceva a ponente passando per il Campasso, oggi denominata Salita Vittorio Bersezio. Se il versante è conservato buona parte della sua integrità a monte delle vie di comunicazione, a valle l'alto grado di antropizzazione ha prodotto un impoverimento delle colture vegetative e una crescente denaturalizzazione, soprattutto ai margini della viabilità locale. Tra quest'ultima e la carreggiata autostradale oggi si staglia un imponente volume residenziale, assolutamente avulso dal contesto paesaggistico. L'area d'intervento è visibile da tutta la bassa valle del Polcevera e dalla collina di Coronata, sul versante opposto.

Le nuove gallerie Moro 1 e Moro 2 usciranno a cielo aperto proprio in corrispondenza del sottopasso dismesso, che verrà raddoppiato per servire il traffico rispettivamente da Genova ovest e per Milano, in sostituzione delle rampe elicoidali eliminate.

Gli elementi di rilevanza architettonico/testimoniale, precedentemente menzionati, non vengono comunque in nessun modo interferiti dai lavori inerenti la presente area di imbocco.

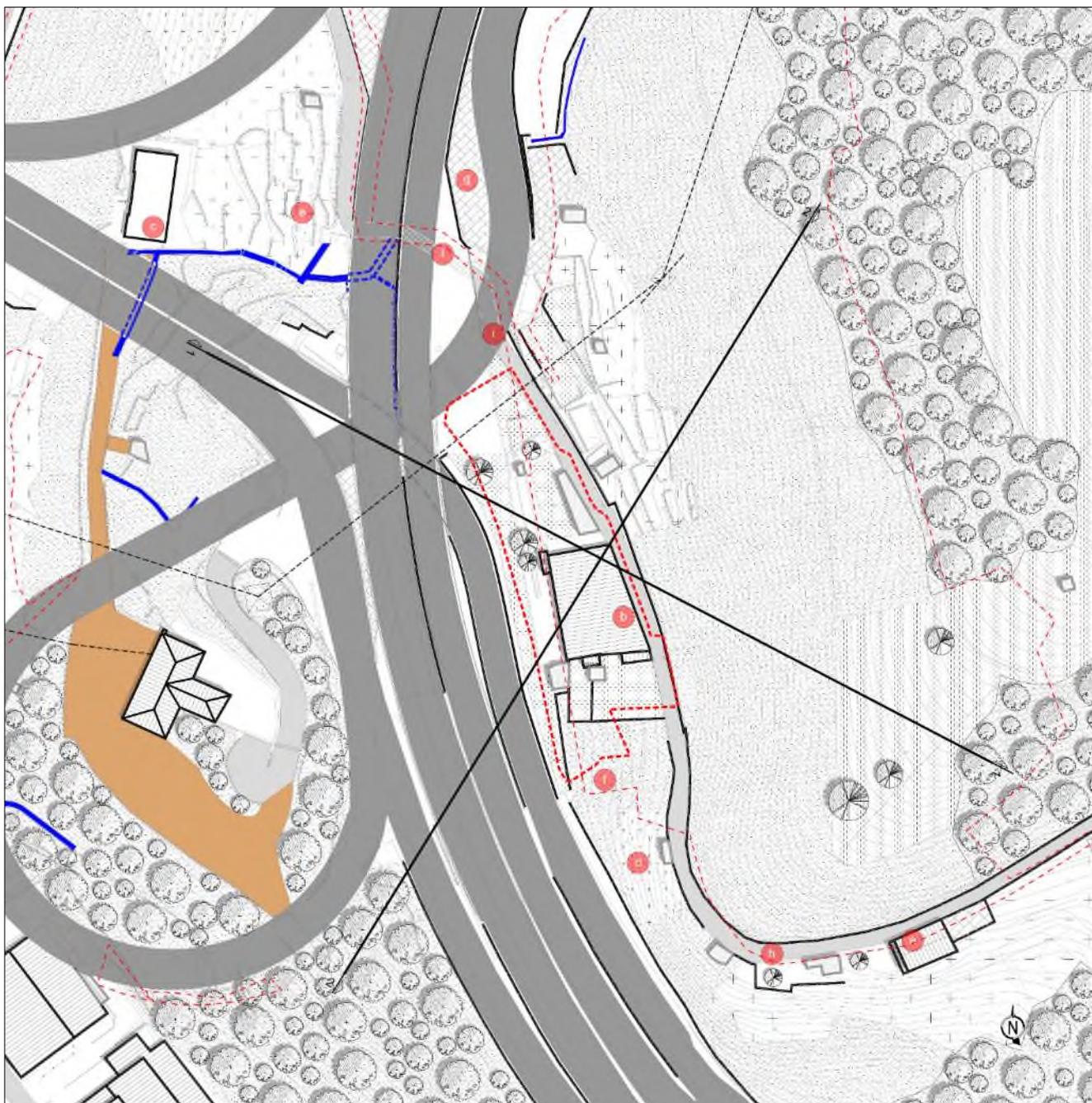


Figura 8-23 – Estratto planimetria semiologia antropica (tratteggio in rosso più spesso i limiti delle aree di imbocco)

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA
Adeguamento del sistema A7 - A10 - A12
Lotto 9B – Riqualifiche A7,A10,A12,A26 esistenti – Secondo stralcio
PROGETTO ESECUTIVO
INSERIMENTO PAESAGGISTICO



Figura 8-24 – vista da lontano del quartiere Compasso (indicato dalla freccia rossa), fonte: elaborato 110721-LL1A-PE-DG-IPG-00000-0-R-AUA0041-1, area Genova Ovest foto 49

Sul versante ad est che si affaccia sull'autostrada, proprio al ridosso del muro di sostegno è presente un grande edificio residenziale con annessi piccoli appezzamenti terrazzati coltivati con orticole.



Figura 8-25 – edificio residenziale con aree di pertinenza occupate da orti (fonte: elaborato 110722-LL04-PE-S5-G19-GP19W-0-R-AUA4246-1, foto 2)

Risalendo il versante si attraversa una vasta area occupata da formazione arboreo/arbustive che occupano ex coltivi, intervallata da orti su terrazzamenti. A mezza costa è presente una fascia a bosco misto per ripresentarsi, nella parte a quota maggiore del versante, un'ampia zona a prati naturali.

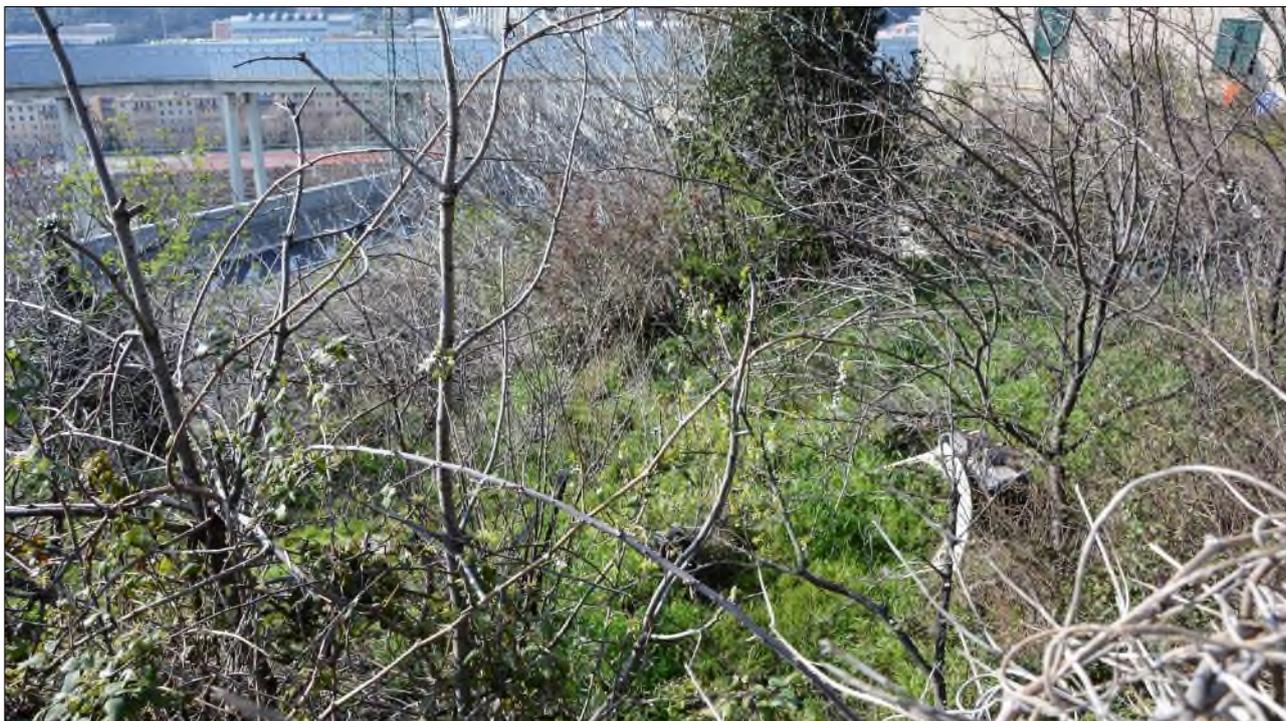
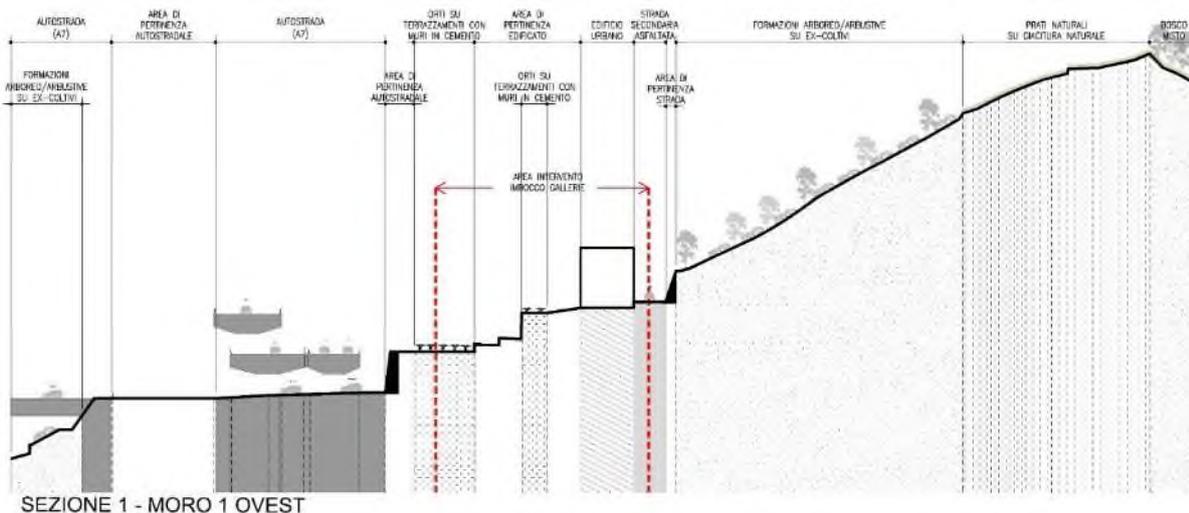
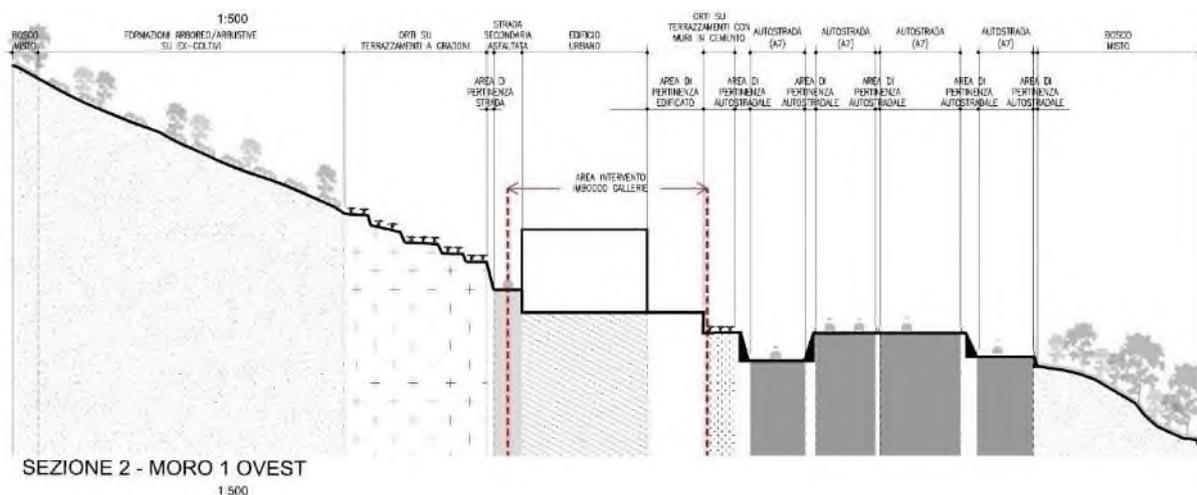


Figura 8-26 – aree a formazioni arbustive su ex coltivi in prossimità di edificio residenziale (fonte: elaborato 110722-LL04-PE-S5-G19-GP19W-0-D-AUA4247-1)

Dal punto di vista del reticolo idraulico, sul versante interessato dall'intervento non sono presenti opere idrauliche rilevanti e la regimazione delle acque avviene grazie alla pratica agricola della zona.

Analizzando in maniera circoscritta la zona interessata dal nuovo imbocco (si veda le sezioni sotto riportate), questa è attualmente occupata da edificio residenziale con relative aree più o meno coltivate ad orti.





A seguito dell'analisi sopra riportata si può dedurre che dal punto di vista naturalistico l'area di intervento insista su un'area altamente antropizzata dove l'unica naturalità è riscontrabile nella parte più alta del versante ed identificabile con il popolamento boschivo misto.

Anche da un punto di vista di aria vasta gli elementi architettonici caratteristici di tale area si semplificano nelle orditure dei muretti esistenti. Per quanto riguarda le recinzioni e cancelli presenti si denota una notevole disomogeneità e scarsità nel valore architettonico.

8.3.2 Progetto Esecutivo

Con il progetto di potenziamento dell'A7 e di adeguamento dell'interconnessione con l'A10, le due carreggiate esistenti saranno entrambe percorse in direzione sud. E' prevista la dismissione della rampa elicoidale e di quella che si dirama dall'attuale carreggiata nord, sottopassa l'A7 e s'immette sul viadotto Polcevera. Le nuove gallerie Moro 1 e Moro 2 usciranno a cielo aperto proprio in corrispondenza del sottopasso dismesso, che verrà raddoppiato per servire il traffico rispettivamente da Genova ovest e per Milano, in sostituzione delle rampe eliminate.

La conformazione del luogo e l'esiguità dello spazio a disposizione, le preesistenze e l'impossibilità di interrompere il traffico autostradale rendono lo scavo particolarmente complesso. In particolare è prevista la demolizione dell'unità abitativa compresa tra la Salita Vittorio Bersezio e l'A7 e la costruzione di un muro di sostegno a valle della viabilità locale.

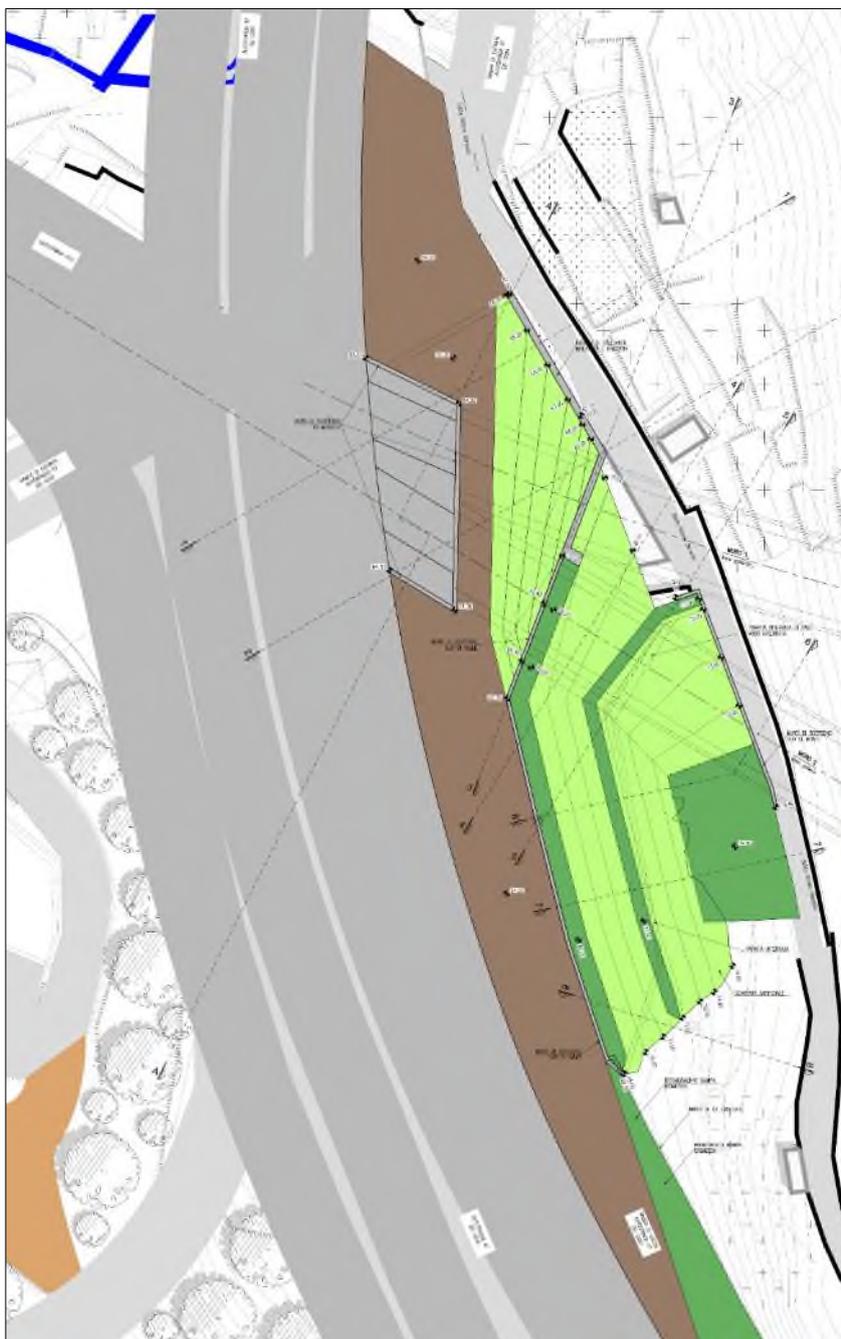


Figura 8-27 - Planimetria stato finale nuova area di imbocco (fonte: elaborato 110721-LL04-PE-S5-G19-GF19W-SSF00-D-AUA4222-1)

La soluzione proposta intende contribuire alla deframmentazione di questa porzione di paesaggio, semplificandone la lettura e occultando per quanto possibile l'elemento di nuova introduzione. La sistemazione finale sfrutta a questo scopo l'articolazione plano-altimetrica dell'interconnessione allo stato attuale, traendo vantaggio dalle dismissioni previste. La scarpata di ricoprimento e di riconnessione col terreno esistente verrà

L'area su cui insisteva la rampa elicoidale dismessa sarà sistemata con terreno naturale a ricostituire la continuità del pendio e rinverdita con la piantumazione di specie simili a quelle che attualmente crescono nelle zone attigue. In uno spiazzo pianeggiante a valle dell'interconnessione si collocherà il presidio idraulico, sfruttando la differenza di quote per la raccolta delle acque. Anche la porzione di rampa elicoidale dismessa che corre parallela all'A7 verso nord sarà per quanto possibile rinaturalizzata. L'intervento nel suo complesso migliora visibilmente la qualità paesaggistica del versante, aumentandone l'integrità.

Per quanto riguarda l'impatto potenziale generato, sulla componente vegetazionale e di conseguenza paesaggistica, dalle aree di occupazione temporanea (cantieri, viabilità ...), pur non andando a sottrarre aree particolarmente naturaliformi bensì molto antropizzate, le scelte progettuali adottate mirano comunque a limitare il più possibile l'incidenza sulla vegetazione delle aree di lavorazione, con particolare riguardo ai tratti in viadotto, per il quale è auspicabile che i lavori si concentrino nell'intorno dei piloni senza alterare, ove non vi siano interferenze, la vegetazione esistente (ad esempio tagliando le alberature interferenti ma lasciando lo strato arbustivo ove l'altezza dell'impalcato lo consenta).

Come già accennato, le opere di ripristino e mitigazione ambientale in progetto tenderanno a favorire lo sviluppo di vegetazione quanto più in linea con le aree limitrofe all'intervento, con la piantagione di specie arboree (laddove lo spessore del ricoprimento con terreno di coltivo, nelle aree rimodellate, lo permetta), arbustive ed erbacee appartenenti alle formazioni vegetazionali potenziali e limitrofe stimolando in tal modo l'insediamento e l'ampliamento dei lembi di vegetazione boscata presenti. Per un maggior approfondimento delle opere di ripristino delle aree ad occupazione temporanea si rimanda agli elaborati specialistici relativi alle aree di cantiere e alle viabilità di servizio.

Per una miglior chiarezza dell'opera finita e del suo inserimento nel contesto si riportano di seguito alcuni foto inserimenti.



Figura 8-28 - Foto inserimento dell'area vista a volo d'uccello per una maggior percezione dei nuovi imbocchi (Moro 1 e Moro 2) comprese le opere limitrofe (fonte: elaborato 110725-LL9B-PE-DG-IPG-00000-00000-R-AUA0043-1).



Figura 8-29 - Foto inserimento del nuovo imbocco moro 1 (fonte: elaborato 110725-LL9B-PE-DG-IPG-00000-00000-R-AUA0042-2 immagine 50).

8.4 GALLERIA CAMPURSONE – IMBOCCHI NORD E SUD

8.4.1 Paesaggio e Semiologia Antropica

Il crinale attraversato dalla galleria Campursonne esistente divide due piccole valli parallele che dalla dorsale a ovest degradano velocemente verso la valle del torrente Veilino a est.

Il nuovo **imbocco nord** si collocano vicino a quello esistenti, un poco a monte e ad una quota leggermente superiore immediatamente a sud di un'ampia area di pertinenza autostradale. L'imbocco si inserisce perpendicolarmente a circa metà di un ripido versante collinare, con esposizione Nord.

Di seguito si riportano, a titolo esplicativo, una foto dello stato attuale con indicazione della futura zona di imbocco rimandando a delle fotosimulazioni della nuova opera, riportate più avanti, per una visione complessiva dello stato finale dell'area di imbocco a mitigazione avvenuta.



Figura 8-30 – Pineta su versante nord (con la freccia rossa indicata la zona di imbocco della nuova galleria) – fonte: elaborato 110721-LL1B-PE-S6-G21-GP21N-0-D-AUA8393-1

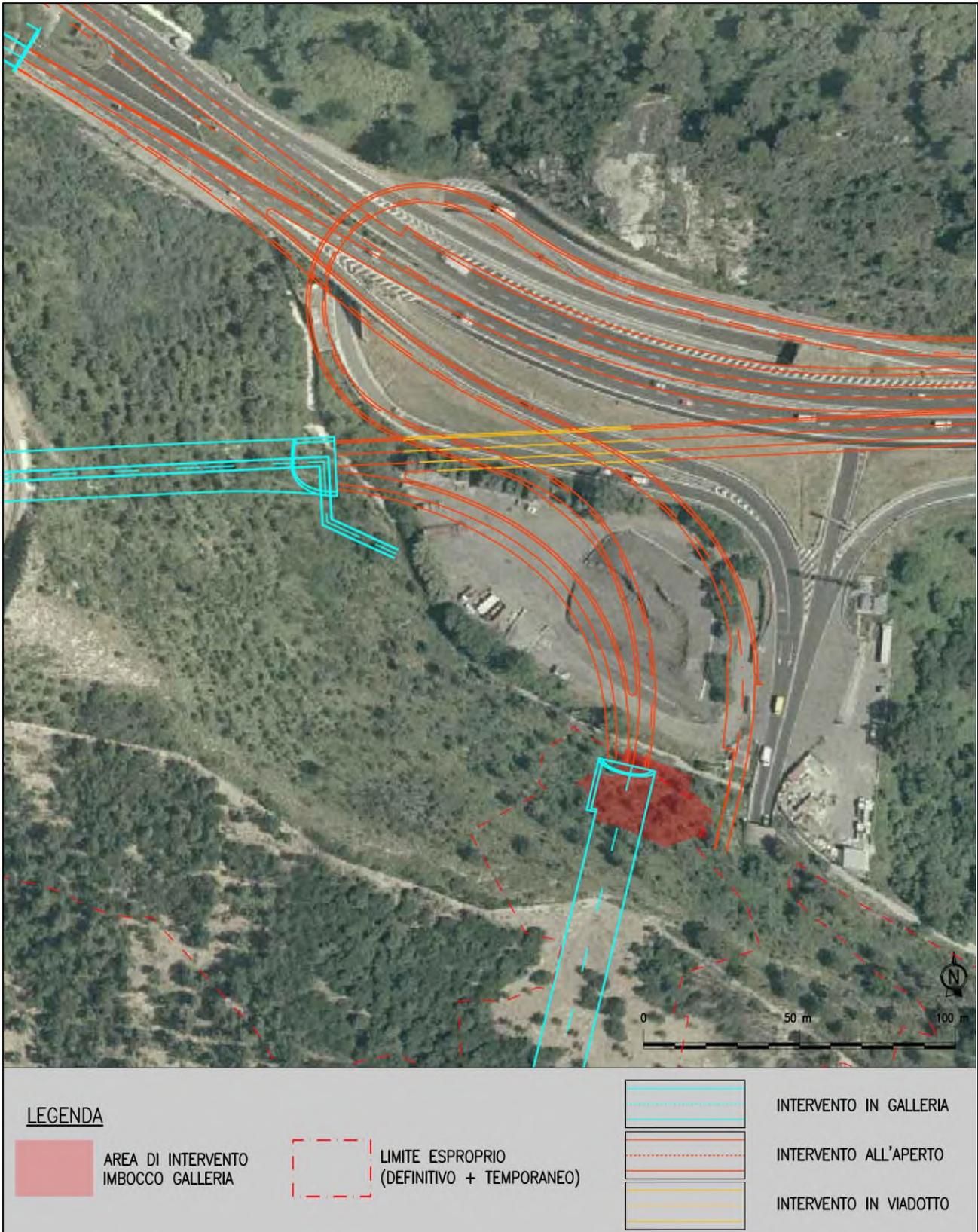


Figura 8-31 – Inquadramento territoriale

Dal punto di vista di area vasta l'elemento caratterizzante è rappresentato dal tracciato autostradale esistente con le relative rampe di svincolo. Tale area è riconfinata a nord e a sud da ripidi versanti collinari.

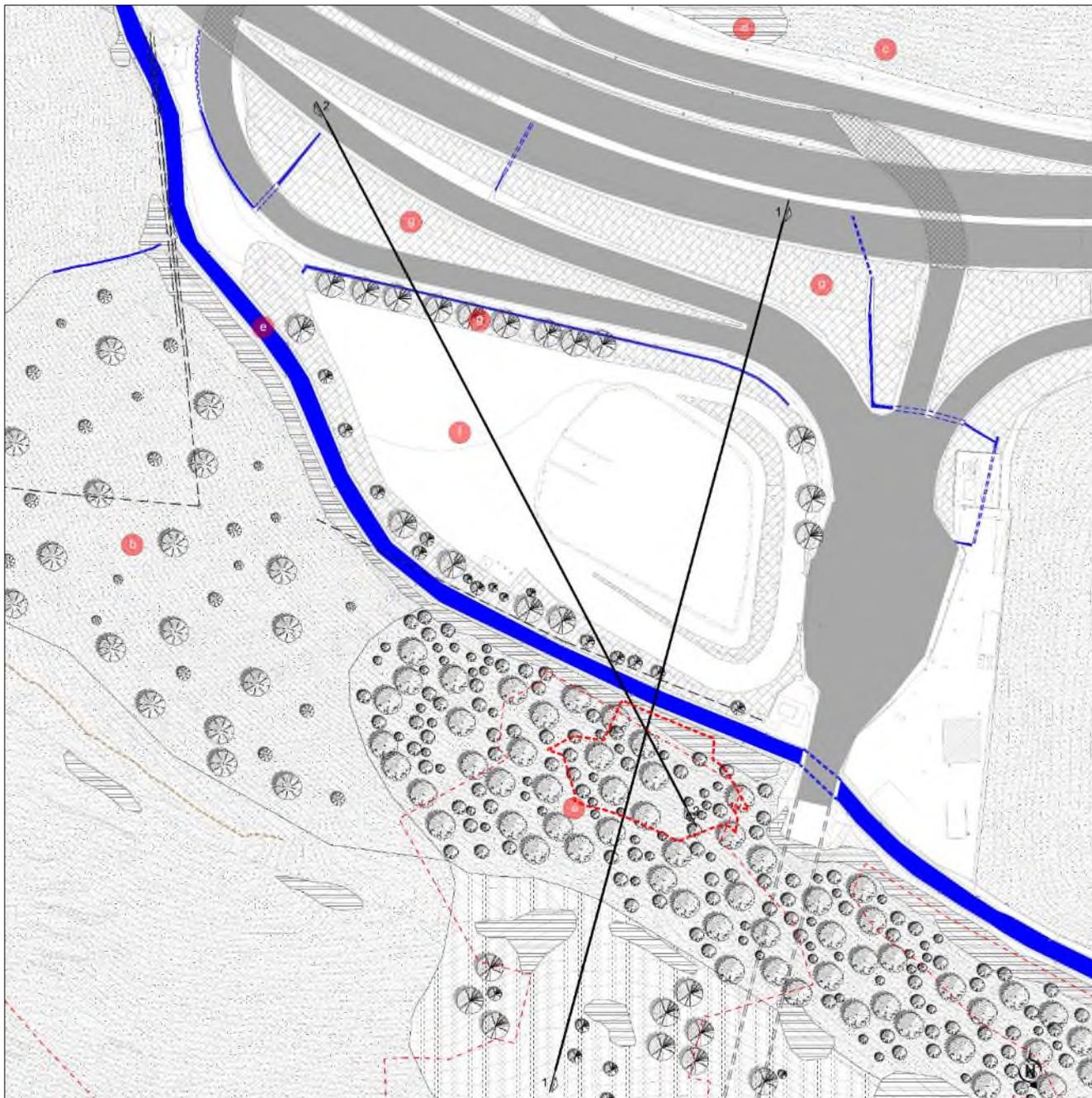


Figura 8-32 – Estratto planimetria semiologia antropica (tratteggio in rosso più spesso i limiti delle aree di imbocco)

ELEMENTI DEL PAESAGGIO ANTROPICO	ELEMENTI DEL PAESAGGIO NATURALE	VIABILITA'	INSEDIAMENTI
PRATI ARBORATI SU GIACITURA NATURALE	ARBUSTI / ALBERI ISOLATI	AUTOSTRADA	PIAZZALI ED AREA DI PERTINENZA EDIFICATO/STRADE
LINEA ELETTRICA E PALI	PINETA	SOTTOPASSO	AIUOLE VERDI DI PERTINENZA EDIFICATO/STRADE
CANALE/OPERA IDRAULICA	PINETA DEGRADATA	GALLERIA	ALTRI ELEMENTI GRAFICI
CANALE/OPERA IDRAULICA TOMBATA	ARBUSTETI (macchia alta termo-mediterranea)	SENTIERO	LIMITE AREA INTERVENTO INSODOCO GALLERIA
CORSO D'ACQUA (larghezza alveo non rappresentata)	AFFIORAMENTI ROCCIOSI		IDENTIFICAZIONE ELEMENTI DEL PAESAGGIO
			LIMITE ESPROPRIO (DEFINITIVO + TEMPORANEO)

Dal punto di vista di semiologia antropica, come già scritto, gli elementi del paesaggio antropico che più caratterizzano la zona sono la viabilità e le relative aree di pertinenza comprensive delle aiuole verdi a prato e/o con alberature isolate o in filare di scarso valore vegetazionale.



Figura 8-33 – Vista da ovest dell'area di pertinenza autostradale da cresta collinare (da sedime ferroviario) – fonte: elaborato 110721-LL1B-PE-S6-G21-GP21N-0-R-AUA8392-1, foto 1

Il versante nord del crinale, che si affaccia sull'area di intervento, risulta più integro dal punto di vista naturalistico, occupato per la quasi totalità da pineta che si degrada, in termini di densità e qualità, procedendo sullo stesso versante in direzione nord ovest lasciando più spazio alla componente arbustiva nel piano dominato.

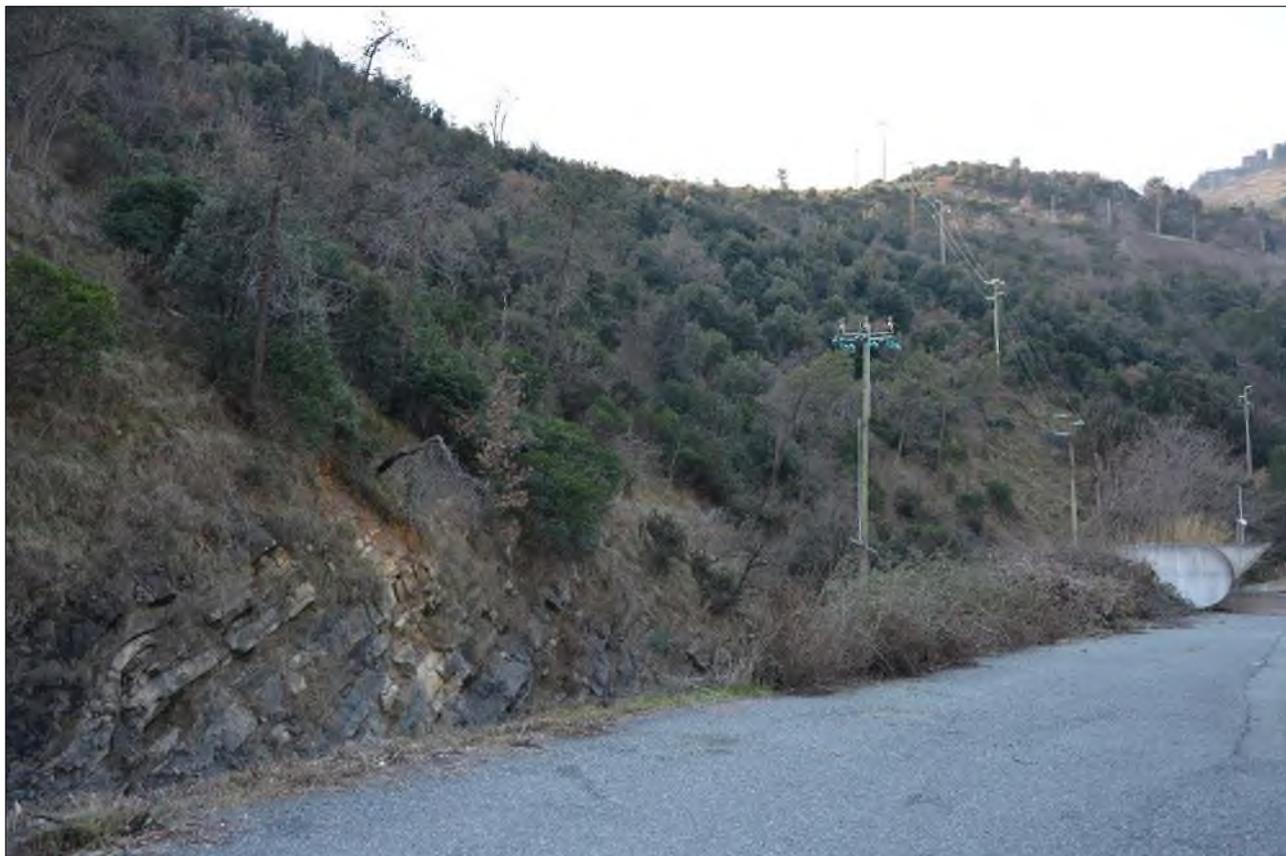


Figura 8-34 – Pineta degradata con sopravvento della componente arbustiva che prosegue per tutta l'altezza del versante fino alla cresta (fonte: elaborato 110721-LL1B-PE-S6-G21-GP21N-0-R-AUA8392-1, foto 7)

Sulla sommità del crinale e scendendo verso il versante opposto esposto a sud, più pesantemente antropizzato, probabilmente perché più raggiungibile e meno scosceso, ritroviamo prati arborati ed arbusteti tipici della macchia alta termo-mediterranea con presenza di svariati affioramenti rocciosi.

Dal punto di vista del reticolo idraulico, questo è rappresentato quasi esclusivamente dal rio Rovena attualmente quasi completamente incanalato ed il cui corso è stato ampiamente deviato per aggirare il falso piano sul quale si trova lo svincolo di Genova est.

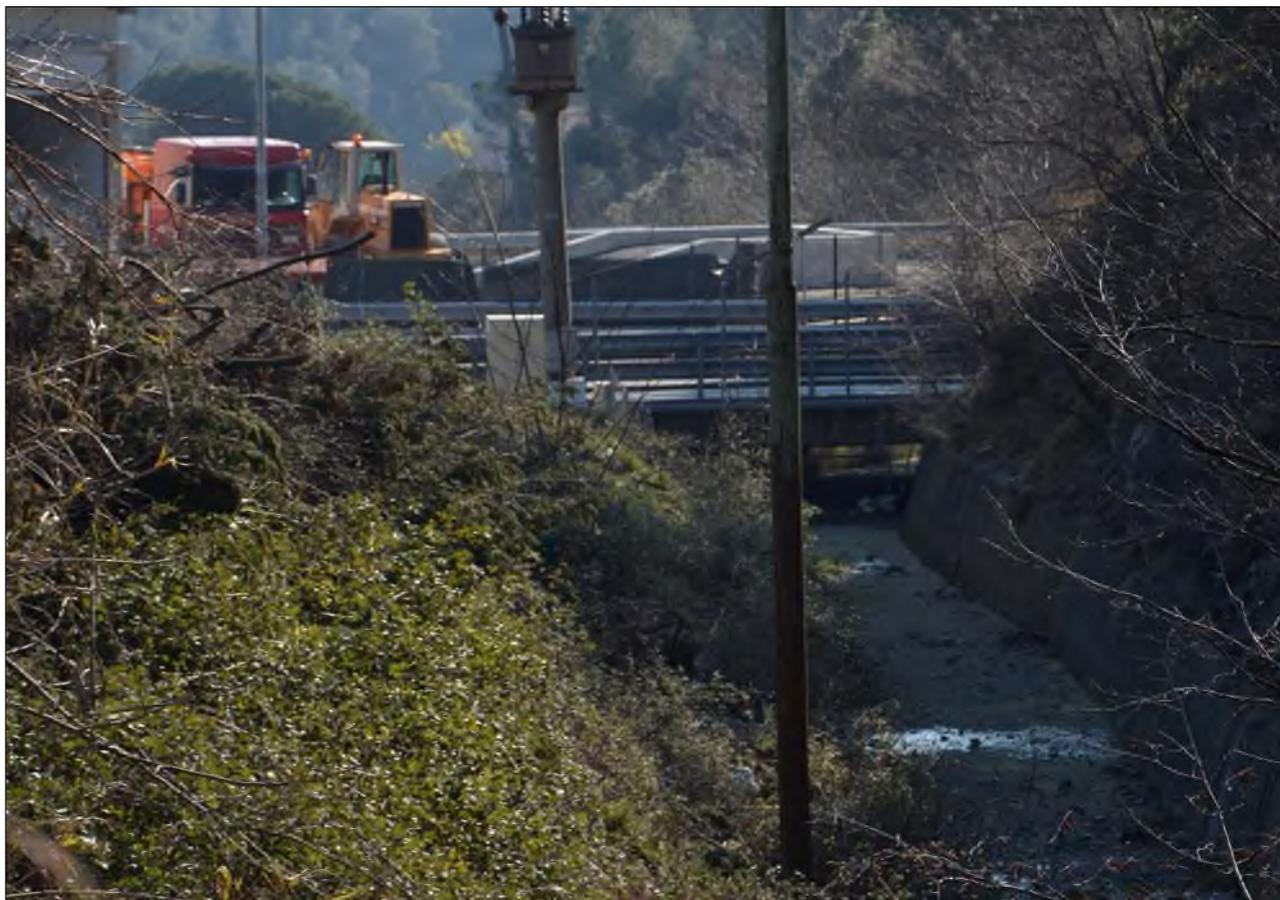
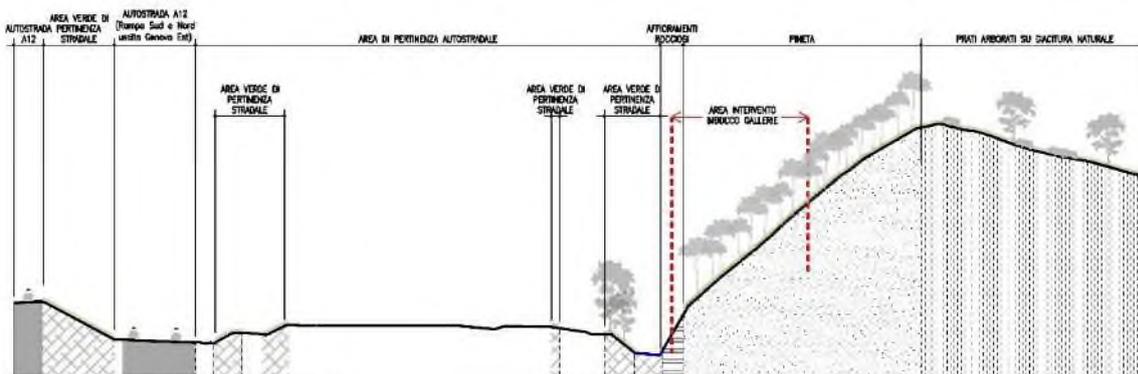
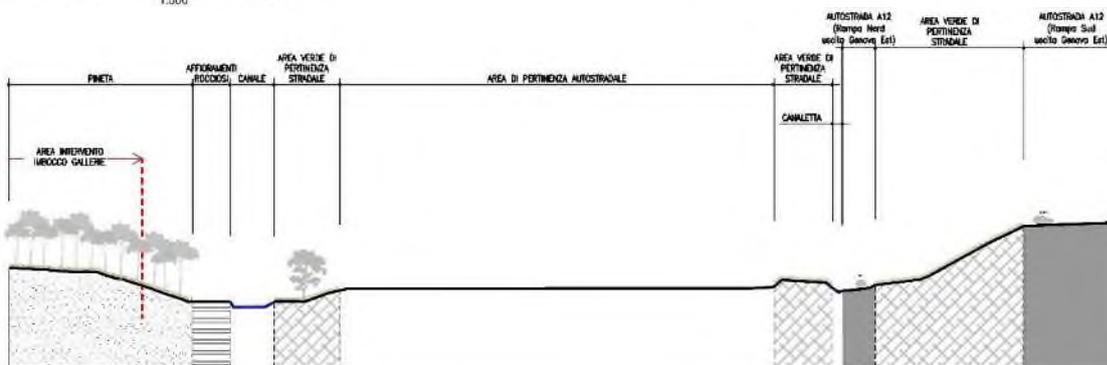


Figura 8-35 – tratto del canale prima del passaggio sotto l'autostrada esistente (fonte: elaborato 110721-LL1B-PE-S6-G21-GP21N-0-D-AUA8393-1)

Analizzando in maniera circoscritta la zona interessata dal nuovo imbocco (si veda le sezioni sotto riportate), questa è attualmente occupata da un popolamento boschivo di pineta.



SEZIONE 1 - CAMPURSONE NORD
 1:500



SEZIONE 2 - CAMPURSONE NORD
 1:500

A seguito dell'analisi sopra riportata si può dedurre che dal punto di vista naturalistico l'area di intervento e più prettamente il nuovo imbocco non vadano ad incidere su di un paesaggio di elevato valore e comunque già profondamente compromesso dall'attuale autostrada.

Anche da un punto di vista di aria vasta gli elementi architettonici caratteristici di tale area si semplificano nei rivestimenti dei muri in C.A. e nelle finiture degli imbocchi delle gallerie e delle cabine esistenti.



Figura 8-36 – Finiture rilevate nell'intorno dell'area di intervento (fonte: elaborato 110721-LL1B-PE-S6-G21-GP21N-0-D-AUA8393-1)

Per quanto riguarda il nuovo **imbocco sud**, questo si colloca vicino a quello esistente, un poco a monte e ad una quota leggermente superiore immediatamente a nord di un'area di pertinenza autostradale. L'imbocco si inserisce perpendicolarmente alla base del versante collinare, con esposizione Sud.

Di seguito si riportano, a titolo esplicativo, una foto dello stato attuale con indicazione della futura zona di imbocco rimandando, anche in questo caso, alle fotosimulazioni della nuova opera, riportate più avanti, per una visione complessiva dello stato finale dell'area di imbocco a mitigazione avvenuta.



Figura 8-37 – Boscaglia pioniera sul versante nord (con la freccia rossa indicata la zona di imbocco della nuova galleria)
 – fonte: elaborato 110721-LL1B-PE-S6-G21-GP21S-0-R-AUA8401-1, foto 8



Figura 8-38 – Inquadramento territoriale

Dal punto di vista di area vasta l'elemento caratterizzante è rappresentato dalla valle incisa del rio Briscata e dall'importante rilevato autostradale, che occlude la valletta sul quale si sviluppa l'autostrada esistente.

I versanti in destra e sinistra idraulica rappresentano la parte più naturalistica ma con connotazioni molto diverse.

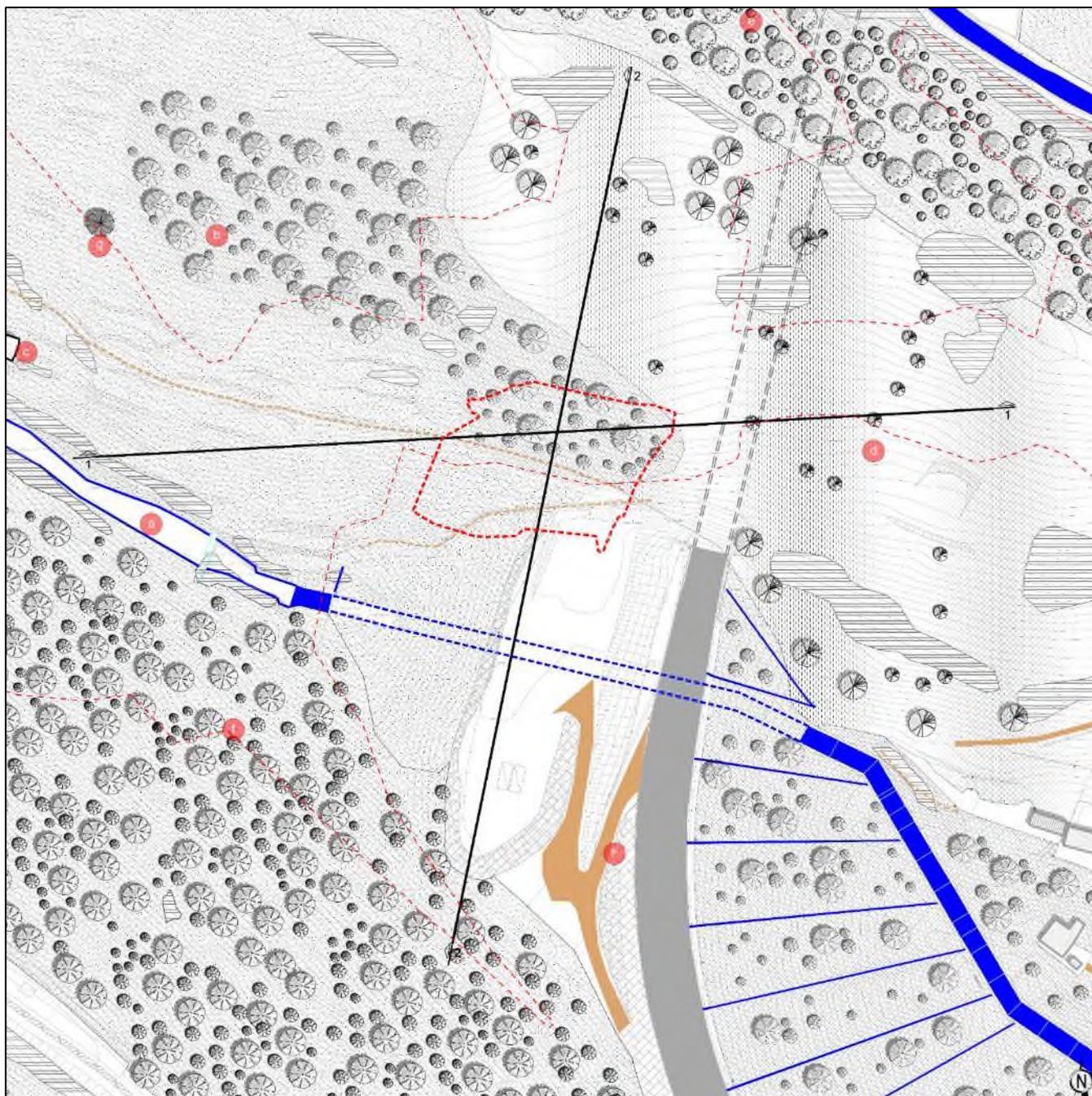


Figura 8-39 – Estratto planimetria semiologia antropica (tratteggio in rosso più spesso i limiti delle aree di imbocco)

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA
Adeguamento del sistema A7 - A10 - A12
Lotto 9B – Riqualifiche A7,A10,A12,A26 esistenti – Secondo stralcio
PROGETTO ESECUTIVO
INSERIMENTO PAESAGGISTICO

Il versante in sinistra idraulica (che coincide col versante sud del crinale collinare) è stato più pesantemente antropizzato, probabilmente perché più raggiungibile e meno scosceso, presentandosi con una vegetazione principalmente arbustata e a prato arborato e/o cespugliato che si riduce notevolmente nel tratto a est dell'imbocco esistente lasciando intravedere ampi affioramenti rocciosi.



Figura 8-40 – vista da sud dell'imbocco esistente, si noti la vegetazione rada e la destinazione a pascolo della stessa. (fonte: elaborato 110721-LL1B-PE-S6-G21-GP21S-0-D-AUA8402-1)

Il versante in destra idraulica, opposto all'imbocco di progetto è più naturaliforme e ricoperto per la quasi totalità da bosco misto interrotto solo dalla linea ferroviaria esistente di mezza costa.



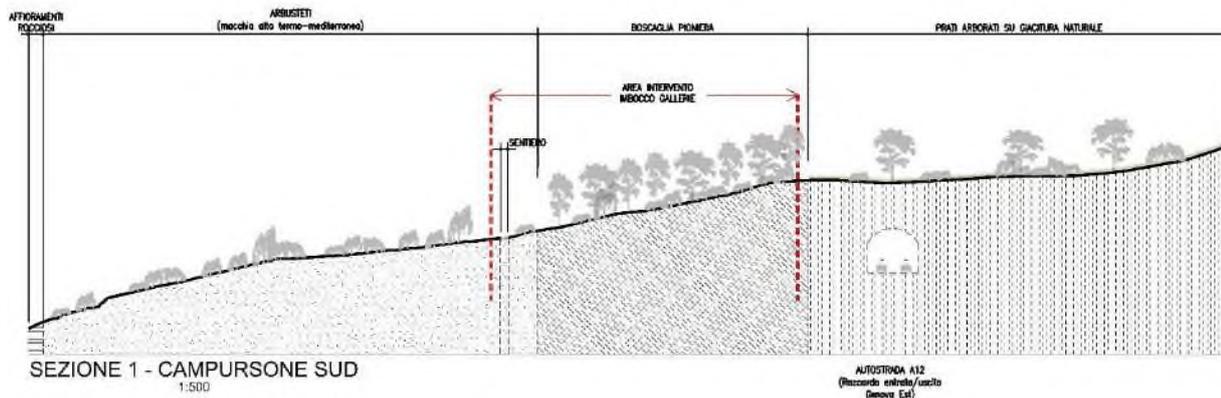
Figura 8-41 – Valle del rio Briscata, si nota versante in dx idraulica con copertura boschiva mista mentre quello in sinistra con copertura pressochè erbacea ed arbustata (fonte: elaborato 110721-LL1B-PE-S6-G21-GP21S-0-R-AUA8401-1 foto 1)

Dal punto di vista di semiologia antropica, come già scritto, gli elementi del paesaggio antropico che più caratterizzano la zona sono la viabilità e le relative aree di pertinenza.

La scarpata est del rilevato autostradale esistente che degrada verso il corso, artificializzato, del rio Briscata, è attualmente interessata da fenomeni di rivegetazione a carico di una densa boscaglia pioniera di sicura origine artificiale.

Dal punto di vista del reticolo idraulico, questo è rappresentato dal rio Briscata, inizialmente interrato per attraversare l'importante rilevato autostradale che occlude la valletta e poi incanalato nel suo basso corso come precedentemente scritto.

Analizzando in maniera circoscritta la zona interessata dal nuovo imbocco (si veda le sezioni sotto riportate), questa è attualmente occupata da un popolamento di boscaglia pioniera nella parte alta del versante e da vegetazione arbustiva nella zona più bassa.



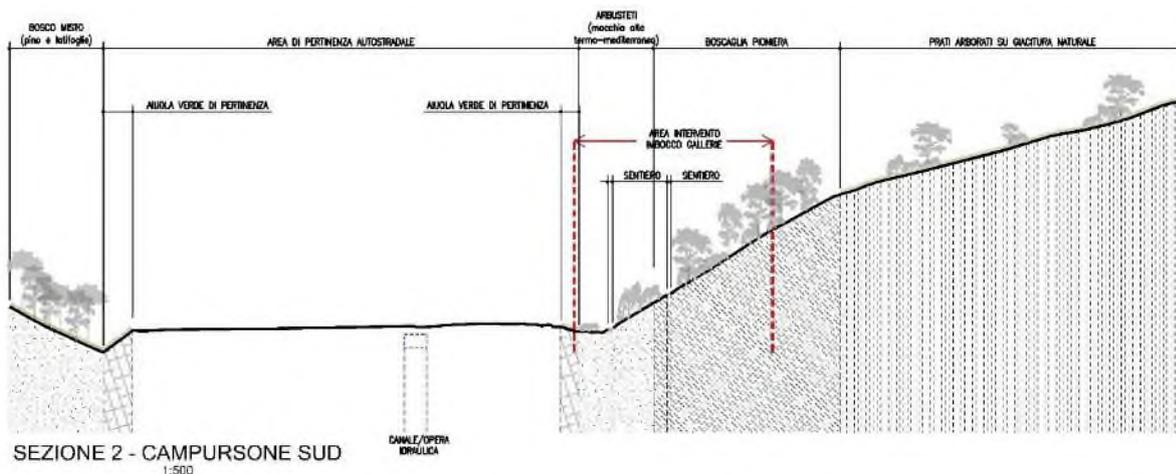


Figura 8-42 – Boscaglia pioniera nella parte alta del versante ad ovest dell'area di imbocco. (fonte: elaborato 110721-LL1B-PE-S6-G21-GP21S-0-R-AUA8401-1 foto 4)

A seguito dell'analisi sopra riportata si può dedurre che dal punto di vista naturalistico l'area di intervento e specificatamente il nuovo imbocco non vadano ad incidere su di una componente vegetazionale di elevato valore e comunque già profondamente compromessa dall'utilizzazione antropica.

Anche da un punto di vista di aria vasta gli elementi architettonici caratteristici di tale area si semplificano in qualche relitto di muretto a secco esistente, nei rivestimenti dei muri in C.A. e nelle finiture degli imbocchi esistenti.



Figura 8-43 – Finiture rilevate nell'intorno dell'area di intervento (fonte: elaborato 110721-LL1B-PE-S6-G21-GP21S-0-D-AUA8402-1)

8.4.2 Progetto Esecutivo

L'area d'intervento, riguardante l'intera galleria ed i due relativi imbocchi (Nord e sud), trovandosi a cavallo di due valli secondarie a una certa distanza dalle zone urbanizzate, è poco visibile, a parte dall'Autostrada Azzurra e dalla rampa di svincolo.

Come già scritto precedentemente, la nuova galleria affiancherà quella esistente, attualmente a doppio senso di marcia, per potenziare la rampa che porta dall'autostrada alla barriera di esazione di Genova est, raccordandosi con le modifiche allo svincolo derivanti dall'adeguamento dell'interconnessione tra l'A12 e l'A7. Le due gallerie diventeranno a unico senso di marcia e in particolare la nuova Campursone sarà percorsa dal traffico in direzione della barriera.

Vista la sua lunghezza contenuta, la nuova galleria Campursone non richiede vani o apparati tecnico-impiantistici ai fini del corretto funzionamento. Non sarà pertanto necessaria nessuna opera di inserimento ambientale atta a mitigare manufatti di servizio.

A ridosso dell'imbocco nord il tracciato interferisce con il corso del rio Rovena (già artificiale), dunque sarà prevista una modifica alla sua sistemazione idraulica.

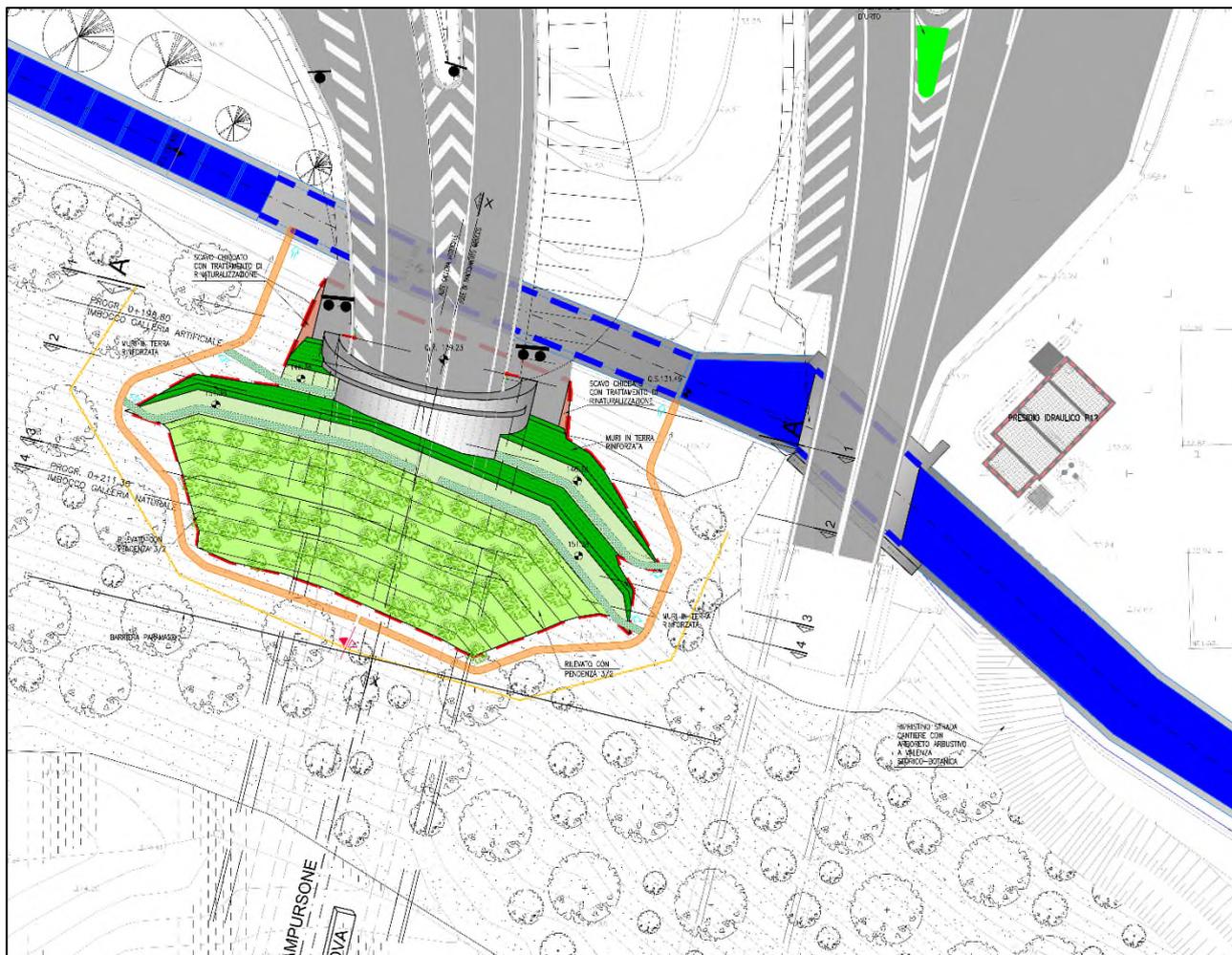


Figura 8-44 – Planimetria finale Imbocco Campursone Nord (fonte: elaborato 110721-LL1B-PES6-G21-GF21N-SSF00-D-AUA8410-1)

Gli scavi hanno dimensioni minime, ma, vista la maggiore acclività del versante, le paratie raggiungono altezze considerevoli presso l'imbocco nord.

Il disegno finale dell'imbocco nord s'inserisce nel paesaggio per mimesi ricomponendo i versanti con limitati rimodellamenti che tendono ad assecondare la morfologia originale. L'imbocco nord è tagliato a becco di flauto quasi verticale, seguendo l'inclinazione dei due ordini di muri in terra rinforzata rinverdita previsti, più adatti in questo caso vista la pendenza del versante e la prossimità del rio Rovena.

Tali muri sono distanziati in modo da poter sfruttare i tratti orizzontali per le piantumazioni finali.

Le opere di finitura a verde prevedono, infatti, una variabilità di piantumazioni principalmente a prato semplice e cespugliato arbustato per reintegrarsi al paesaggio naturale limitrofo andando ad incrementare ulteriormente la mosaicatura presente: pineta, pineta degradata in evoluzione verso macchia alta termo-mediterranea ed area arbustata che perfettamente si integra con la vista d'insieme del versante interessato. (per maggiori dettagli si rimanda agli specifici elaborati inerenti la progettazione delle opere a verde).

Per quanto riguarda l'**imbocco Sud**, anche in questo caso, non richiedendo vani o apparati tecnico-impiantistici ai fini del corretto funzionamento della galleria, non sarà necessaria nessuna opera di inserimento ambientale atta a mitigare manufatti di servizio.

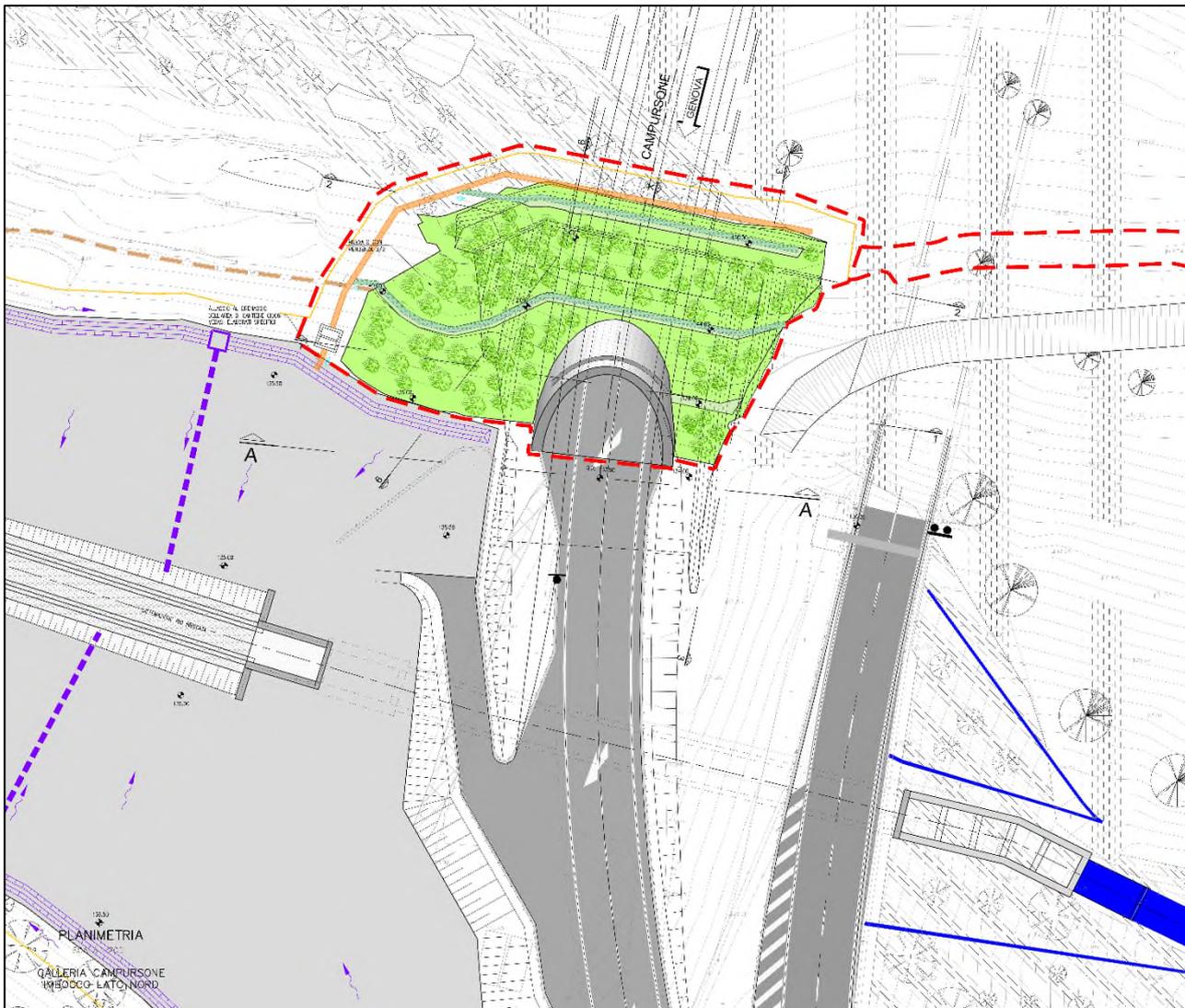


Figura 8-45 – Planimetria finale Imbocco Campursone Sud (fonte: elaborato 110721-LL1B-PES6-G21-GF21S-SSF00-D-AUA8415-1)

Il rimodellamento del versante sud verrà realizzato con banche di terreno naturale con pendenza superficiale lieve, per facilitare le piantumazioni. La galleria artificiale policentrica sarà tagliata a becco di flauto parallelamente all'attigua superficie di riporto.

Il risultato sarà un inserimento complessivo nel paesaggio dell'imbocco per mimesi ricomponendo appunto il versante come sopra esposto e permettendo l'integrazione dell'opera con le opere di finitura a verde.

Queste ultime prevedono, infatti, una variabilità di piantumazioni principalmente a prato semplice e cespugliato arbustato per reintegrarsi al paesaggio naturale limitrofo (per maggiori dettagli si rimanda agli specifici elaborati inerenti la progettazione delle opere a verde).

Per quanto riguarda l'impatto potenziale generato, sulla componente vegetazionale (in prevalenza pineta più o meno degradata per l'imbocco Nord e boscaglia pioniera per quello Sud) e di conseguenza paesaggistica, dalle aree di occupazione temporanea (cantieri, viabilità ...) le scelte progettuali adottate mirano a limitare il più possibile l'incidenza sulla vegetazione delle aree di lavorazione, con particolare riguardo ai tratti in viadotto, per il quale è auspicabile che i lavori si concentrino nell'intorno dei piloni senza alterare, ove non vi siano interferenze, la vegetazione esistente (ad esempio tagliando le alberature interferenti ma lasciando lo strato arbustivo ove l'altezza dell'impalcato lo consenta).

Come già accennato, le opere di ripristino e mitigazione ambientale in progetto tenderanno a favorire lo sviluppo di vegetazione quanto più in linea con le aree limitrofe all'intervento, con la piantagione di specie

arboree (laddove lo spessore del ricoprimento con terreno di coltivo, nelle aree rimodellate, lo permetta), arbustive ed erbacee appartenenti alle formazioni vegetazionali potenziali e limitrofe stimolando in tal modo l'insediamento e l'ampliamento dei lembi di vegetazione boscata presenti. Per un maggior approfondimento delle opere di ripristino delle aree ad occupazione temporanea si rimanda agli elaborati specialistici relativi alle aree di cantiere e alle viabilità di servizio.

Per una miglior chiarezza dell'opera finita e del suo inserimento nel contesto si riportano di seguito alcuni foto inserimenti.



Figura 8-46 – fotosimulazione da crinale opposto al nuovo imbocco visto lateralmente, di fronte visibile nuovo imbocco Montesperone Est (fonte: elaborato 110725-LL9B-PE-DG-IPG-00000-00000-R-AUA0042-2 tavola 18/19 foto 63)



Figura 8-47 – fotosimulazione aerea della nuova area di imbocco vista lateralmente, di fronte visibile nuovo imbocco Montesperone Est (fonte: elaborato 110725-LL9B-PE-DG-IPG-00000-00000-R-AUA0043-1 area Genova tavola 4/16)



Figura 8-48 – fotosimulazione dal tracciato autostradale esistente verso il nuovo imbocco (fonte: elaborato 110725-LL9B-PE-DG-IPG-00000-00000-R-AUA0042-2 tavola 18/19 foto 64)



Figura 8-49 – fotosimulazione aerea della nuova area di imbocco, di fronte rimodellamento morfologico dei versanti del fosso esistente (fonte: elaborato 110725-LL9B-PE-DG-IPG-00000-00000-R-AUA0043-1 area Genova tavola 8/16)

9 VIADOTTI

9.1 VIADOTTO GENOVA

Il nuovo Viadotto Genova si inserisce all'interno della più vasto intervento della Gronda di Genova, e più precisamente come collegamento di attraversamento in quota della Val Polcevera, all'altezza del casello autostradale di Bolzaneto.

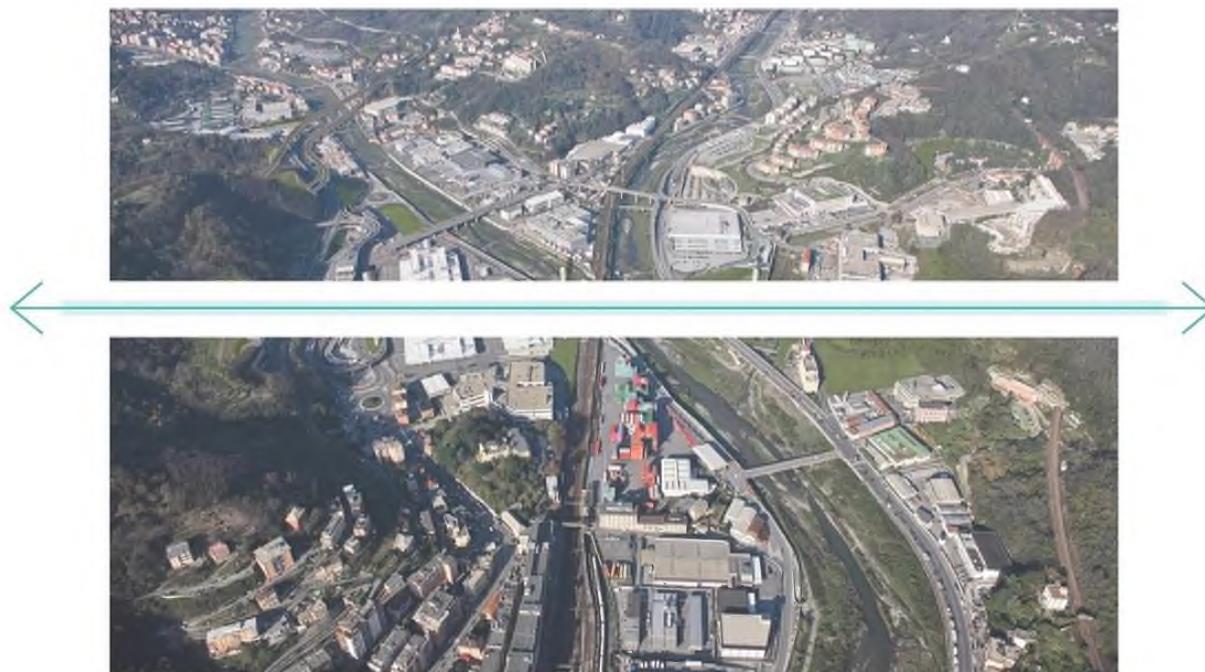


Figura 9-1. Val Polcevera: necessità di nuova connessione trasversale.

La posizione scelta per la realizzazione del Viadotto si trova in relazione con elementi importanti e caratterizzanti il territorio stesso: il torrente Burla e la confluenza tra Secca e Polcevera, insieme all'asse ferroviario della linea Milano-Genova vengono superati sul lato Ovest del Viadotto, mentre sul lato Est sono le aree dell'ortomercato e quella del sistema di svincolo autostradale di Bolzaneto i principali interlocutori con cui il nuovo Viadotto si pone in dialogo.

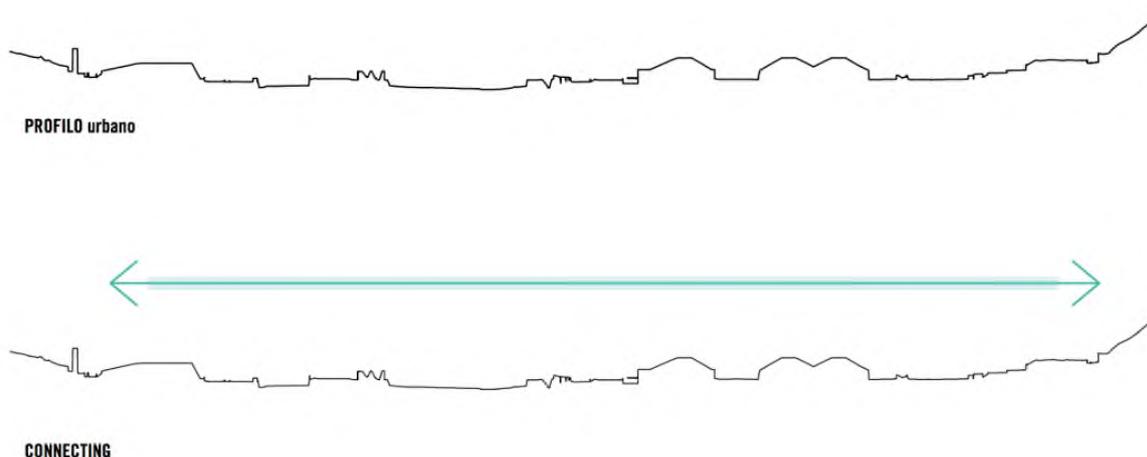


Figura 9-2. Riconnessione del profilo urbano e paesaggistico



Figura 9-3. Inserimento paesaggistico del Viadotto nel contesto di Genova Bolzaneto.

L'elemento infrastrutturale non può e non deve relazionarsi con il territorio come un mero collegamento funzionale: deve diventare un elemento caratterizzante del territorio e della valle Polcevera, vero e proprio portale per chi raggiunge il territorio genovese percorrendo verso sud il ramo della A7. Elemento iconico della gronda di Genova e della città stessa; volano riqualificante di un quartiere periferico che sta acquisendo sempre più una nuova centralità in ambito logistico, commerciale e terziario.

9.1.1 Progetto Architettonico, Luce e Colore

Le condizioni geomorfologiche del territorio, unite alle preesistenze infrastrutturali, urbane e volumetriche hanno fortemente condizionato la forma e la tipologia del viadotto in oggetto. Si è quindi reso necessario sviluppare il viadotto come un impalcato su tre appoggi in valle, oltre alle due spalle in prossimità degli imbocchi delle gallerie. Le pile che sorreggono l'impalcato trovano sede negli spazi che il contesto concede, svettano poi verso l'alto e divenendo dei veri e propri "landmark" del territorio. L'approccio progettuale è stato quindi quello di valorizzare questa verticalità enfatizzando e caratterizzando sia a livello di forma che di matericità la sommità delle stesse. L'impalcato è caratterizzato da una sobria linearità definita cromaticamente dai toni del blu, la variabile permeabilità delle superfici garantisce un elegante rapporto col contesto, schermando la percezione dei flussi veicolari che transitano, ma non negando agli stessi una buona visuale dei paesaggi attraversati.

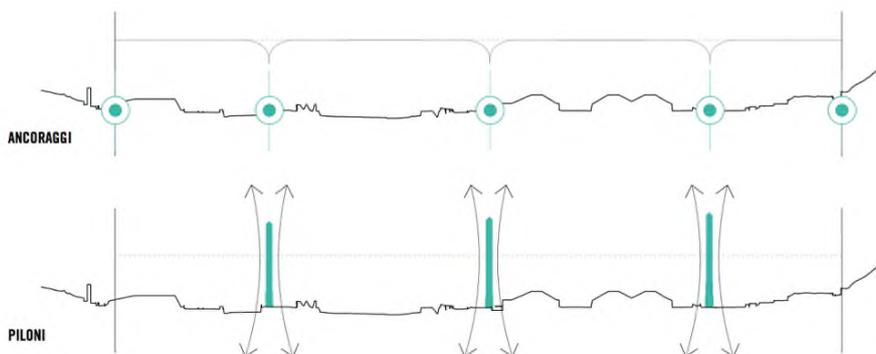


Figura 9-4. Genesi delle forme architettoniche.

La percezione dell'opera è legata a quello della sua percorrenza, della percezione del luogo tra il naturale e l'artificiale. L'obiettivo è quello di passare da una concezione di ponte come luogo privilegiato per la percezione del territorio alla percezione del ponte come valore aggiunto al territorio stesso. Il ponte non è più solo sistema di connessione urbana e/o extraurbana, ma, in considerazione del forte impatto sul territorio, deve divenire esso stesso veicolo per la sua valorizzazione.

Da nord a sud, da sud a nord il ponte entra in rapporto con paesaggi profondamente diversi per natura e cromia. Il ponte interagisce con la quinta urbana e naturale e da essa viene naturalmente contaminato.



Figura 9-5. Fotosimulazione d'insieme del viadotto, da terra. Vista diurna.

L'opera si configura come un ponte a due campate e tre antenne, le prime aventi luce massima di circa 240 metri ciascuna; la luce totale dell'impalcato copre circa 750 metri mentre la distanza tra gli imbocchi delle gallerie è di circa 900 metri. Il viadotto percorre la valle ad una quota compresa tra i 20 ed i 30 metri rispetto al fondo valle e si configura così come forte elemento orizzontale che taglia e al contempo ricuce i due versanti interessati dall'attraversamento. I tre elementi verticali di sostegno e sospensione, rastremandosi verso l'alto, raggiungono una quota massima da terra di circa 120 metri.

Dal punto di vista architettonico si è trattato in primis il tema della verticalità: pile, antenne e puntali di antenna.

Tre grandi elementi verticali svetteranno nel paesaggio della Val Polcevera: saranno queste le tre strutture verticali in calcestruzzo armato che sorreggeranno l'impalcato e le pile porta-stralli del nuovo viadotto Genova.

Caratterizzate da una forma snella e slanciata, minimizzando l'ingombro a terra, saliranno sino a quota impalcato con una sezione che si restringe verso l'alto, sino all'altezza del pulvino; su questo poggeranno ambo i lati le carreggiate gemine dell'impalcato sospeso. Da quota impalcato saliranno poi antenne caratterizzate da sezione costante sino alle sommità.

Distinte da altezze variabili dai 110 ai 120 metri circa, a seconda della quota di imposta a terra, saranno identificabili da una degradante tinta che andrà dal blu cobalto sino al tenue azzurro cielo, in una dissolvenza cromatica che ne alleggerirà la percezione diurna da parte degli osservatori altezza valle.

Per chi percorrerà l'asse viario in quota la prospettiva non sarà mai uguale ma sempre mutevole nelle ore del giorno e a seconda delle differenti condizioni di luce naturale.

Snelli stralli in cromia accorde con il resto dell'opera sorreggeranno le carreggiate, sospese con connessioni puntuali, aventi scansione costante di circa 25 metri. La zona di connessione e irrigidimento tra le carreggiate parallele è accessibile per manutenzione e verifiche periodiche mediante accesso da porta che trova collocazione nella barriera acustica fonoassorbente lato interno, ed è accessibile attraverso la passerella di servizio lato strada, posta tra il guard-rail e la barriera acustica.

Le strutture verticali, realizzate grazie a speciali mix-design di calcestruzzi auto-compattanti e anti-ritiro, hanno sezione cava variabile in funzione delle sezioni resistenti realmente necessarie e permettono la localizzazione di una serie di dispositivi e apprestamenti atti a permettere la percorrenza interna dell'intera struttura per tutta la sua altezza, dalla base sino alla sua estrema sommità.



Figura 9-6. Fotosimulazione d'insieme del viadotto, inserita nel contesto di Genova Bolzaneto.

All'interno dell'antenna trova spazio un ascensore (utilizzabile anche per il sollevamento/calò di materiali e attrezzature) di dimensione circa 1,5x1,35 mt e capacità di sollevamento pari a 1500 kg. Sono previsti, a seconda delle antenne, 8-9 quote di sbarco, realizzate mediante pianerottoli in carpenteria metallica e grigliato anti-tacco di portate pari a 300/600 kg/mq (a seconda del tipo di uso previsto).

Tutti i pianerottoli sono inoltre collegati da un sistema di scale a pioli, dotate di apposito binario di sicurezza a cui collegare un cursore verticale a cui l'operatore attaccherà il proprio DPI anti-caduta. Tale sistema prevede la possibilità di percorrere in sicurezza tutto lo sviluppo verticale della risalita, di sostare e di sganciarsi una volta raggiunta la quota desiderata per lo svolgimento delle attività previste.

Ogni pianerottolo sarà identificato mediante un pannello informativo fotoluminescente atto ad indicare chiaramente il livello e la direzione della via di fuga da quello spazio verso il luogo sicuro più prossimo.

Laddove si verifichi una interruzione di corrente elettrica, gli operatori potranno guadagnare le uscite percorrendo le scale, grazie ad una minima illuminazione di garanzia (corpi illuminanti sotto batteria tampone o soccorritore) oppure, se all'interno dell'ascensore, questo potrà essere calato manualmente mediante apposito congegno manuale, al pianerottolo inferiore più vicino e da lì sbarcare dalla cabina, per poi percorrere le scale seguendo le indicazioni sui pianerottoli.

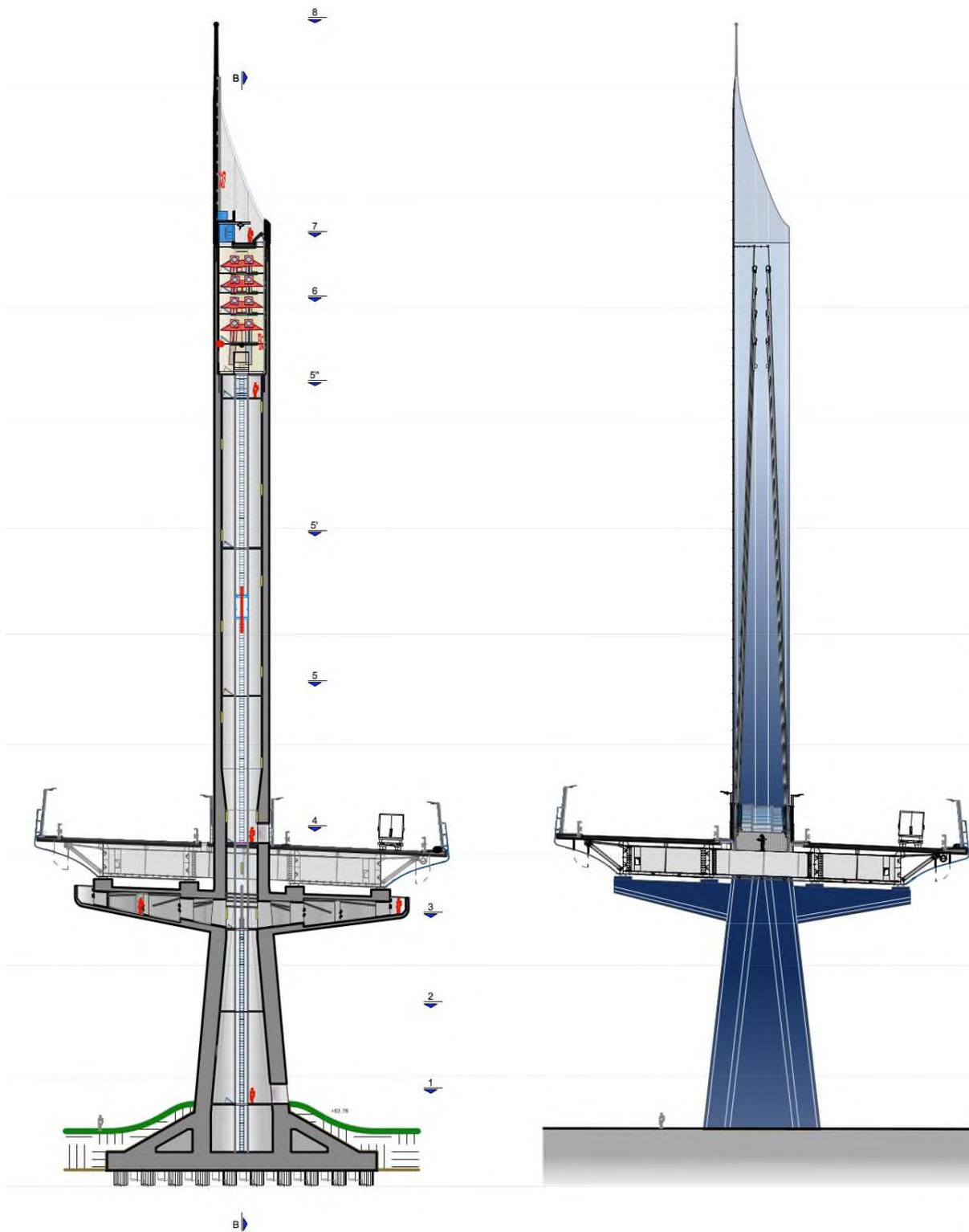


Figura 9-7. Pila – Sezione e Prospetto trasversali alla carreggiata.

Raggiunto il livello 4, sottostante la testa porta-stralli, merci e operatori prendono due percorsi distinti: le prime potranno essere sollevate, mediante il paranco in sommità, attraverso apposite botole di passaggio nei diaframmi orizzontali, i secondi via scala per uscire all'aperto, sulla copertura piana, attraverso apposita botola a tenuta d'acqua. Dalla copertura è poi possibile salire ulteriormente verso i segnalatori aerei e l'antenna parafulmine, per manutenzione periodica, mediante una scala a pioli dotata di binario di sicurezza e cursore verticale.



Figura 9-8. Vista diurna dalla carreggiata Est autostradale.



Figura 9-9. Vista notturna dalla carreggiata Est autostradale.

Puntali d'antenna.

La forma e la geometria caratterizzante i puntali non ha solo funzione puramente estetica: essa ospita e cela tutto il sistema di sbarchi e manutenzione in sommità, oltre a permettere un idoneo posizionamento del sistema di protezione dalle scariche atmosferiche e del parafulmine, innalzando il cono di azione di quest'ultimo a salvaguardia delle sedi porta-stralli. La sommità ospita altresì il sistema di segnalazione aerea ICAO, raggiungibile per manutenzione mediante sistema di risalita mono-montante.

Sulla sommità del puntale troveranno collocazione una coppia di segnalatori ICAO ridondati, in modo da garantire sempre una chiara individuabilità degli ingombri verticali dell'opera.

Idonea asta parafulmine, strutturalmente solidale alla struttura di elevazione, ma al contempo elettricamente isolata dalla stessa permetterà la protezione dell'antenna e degli stralli da fenomeni elettromagnetici e scariche elettriche naturali.

All'interno di essa trovano posto sia lo sbarco operatori che un sistema di paranco/carroponte che permette il tiro in quota di materiali e attrezzature.

La struttura del puntale sommitale è realizzata in carpenteria metallica con protezione "duplex", zincata e verniciata, assemblata a secco mediante bullonature ed è costituita da montanti verticali, elementi di irrigidimento orizzontale e connessioni diagonali, atti a garantire idonea risposta alle sollecitazioni dinamiche a cui l'assieme è sottoposto. L'assieme è reso solidale alla struttura sottostante mediante bullonatura alla piastra metallica di testa mediante barre filettate e bulloni saldati ad essa e ulteriormente solidarizzati ai conci metallici perimetrali che compongono la testa porta stralli e piastre affogate nell'ultima sezione di calcestruzzo gettato; ad assemblaggio terminato si procederà a completa saldatura delle piastre di base realizzando un completo vincolo con la parte sottostante. La struttura metallica così realizzata sarà poi rivestita da una doppia pelle (interna ed esterna) realizzata in lamiera stirata di alluminio anodizzato resa solidale alla sottostruttura grazie ad un sistema di montanti secondari verticali, anch'essi in alluminio.

La lamiera stirata, connessa mediante bullonature ridondate con dadi autobloccanti, ed interposti "cuscinetti/rondelle" in materiale antivibrante, avrà maglie a stiratura progressiva, partendo da una percentuale di foratura alla base ("permeabilità al passaggio aria") pari al 25%, si arriverà progressivamente in sommità con percentuali pari al 75% in modo da garantire minor resistenza possibile alle azioni dinamiche del vento.



Figura 9-10. Assonometria Puntale Antenna.

Impalcato.

Lungo il tratto interessato dall'opera, l'asse della struttura si sviluppa lungo un raccordo curvilineo caratterizzato da raggio costante per l'intera lunghezza dell'opera, con quota altimetrica rispetto al piano campagna variabile tra 16 ed 30 m circa. Il viadotto è di tipologia strallata, di lunghezza complessiva pari a circa 750 m, suddiviso, mediante tre sostegni intermedi, in 4 luci di sequenza 135+240+240+135 m. L'impalcato ospita sia la carreggiata Est, sia la Ovest del tratto in esame, con una larghezza complessiva pari a 42.70 m.

Lo sviluppo progettuale relativo all'andamento plano-altimetrico dell'intera struttura è stato orientato in modo da consentire il varo a spinta, conseguendo pertanto la costanza dei raggi planimetrici ed altimetrici caratterizzanti l'opera (raggio medio \cong 2694 m).

Il sistema di stralli, presenta testate superiori raccolte verso la sommità delle antenne ed ancoraggi lato impalcato allineati lungo l'asse centrale del ponte, in prossimità delle connessioni strutturali puntuali tra le due carreggiate: il concetto sviluppato nella progettazione dell'opera prevede la totale indipendenza della trave di impalcato dalle antenne porta-stralli, cui essa risulta collegato unicamente tramite la strallatura. Si consegue in tal modo un ottimale comportamento nei confronti delle azioni di natura sismica e dinamica in genere. I fusti delle antenne, realizzati in cemento armato a sezione cava, passano pertanto attraverso la trave di impalcato per mezzo di asolatura realizzata nella soletta.

La trave di impalcato è realizzata in struttura composta acciaio calcestruzzo, di altezza complessiva pari a circa 4 metri, la soletta in c.a. presenta larghezza complessiva pari a 42.70 m, ed è connessa alle piattabande superiori delle travi metalliche e delle traverse mediante pioli elettrosaldati tipo "Nelson". Gli sbalzi laterali, di larghezza complessiva di poco superiore ai 5 metri, sono supportati da un sistema di puntoni realizzati mediante angolari, disposti longitudinalmente.

L'interno dell'impalcato risulta percorribile e attraversato da impianti e dorsali; è garantita percorribilità nel suo insieme da parte di operatori addetti a installazioni, verifiche e manutenzioni. In prossimità delle antenne, laddove presenti setti pieni in lamiera di acciaio, sono presenti passi d'uomo opportunamente dimensionati.

Sempre in prossimità delle antenne l'impalcato è vincolato da apparecchiature di appoggio e ritegno che consentono pressoché liberi movimenti, garantendo un ottimale comportamento nei confronti delle azioni dinamiche, essendo l'impalcato vincolato alle antenne per mezzo del solo sistema di sospensione.

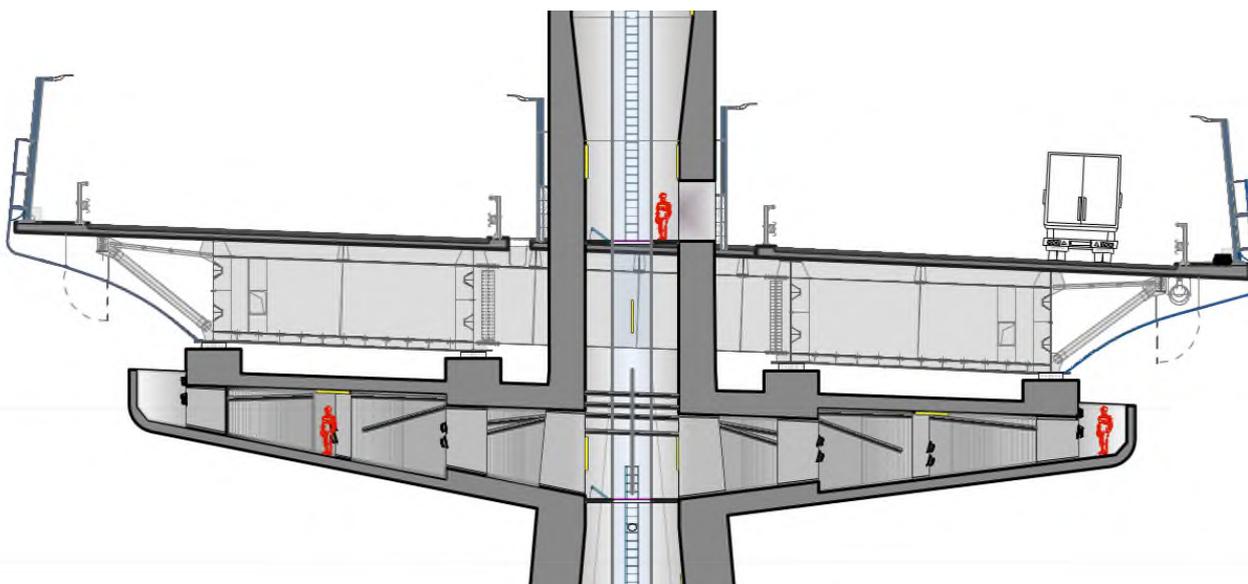


Figura 9-11. Sezione Impalcato.

Si è poi approfondito il tema architettonico dell'orizzontalità lavorando sulla scelta di materiali e colori, sulle geometrie degli elementi e sull'uso sapiente dell'illuminazione d'accento.

Rivestimenti.

L'impalcato è caratterizzato da un rivestimento carterato esterno realizzato da pannellature bordate ed autoportanti in alluminio, calandrato dove necessario, anodizzato sui toni del blu cobalto, con gradazione colore sfumante verso l'alto e apertura progressiva delle maglie della lamiera verso la parte terminale di bordo.

Tale carteratura, oltre a garantire una discreta mitigazione dei fenomeni dinamici dell'impalcato, esalta la forma e la snellezza dello stesso: permette accessibilità per operazioni straordinarie all'intradosso dei bordi interni e determina un variabile grado di permeabilità visiva. Scherma la vista dall'esterno verso l'interno senza però limitare la percezione visiva verso il contesto da parte di chi percorre il viadotto.

Tale rivestimento è vincolato mediante bracci metallici secondari alla struttura principale degli impalcati e si sviluppa lateralmente fino a risalire parallelo all'elevazione delle barriere acustiche, che ne costituiscono supporto. Anche l'intradosso degli impalcati è realizzato in lamiera stirata, maglia e spessori opportunamente dimensionate per la percorribilità ispettivo/manutentiva pedonale e apertura fori tale da evitare la caduta di oggetti verso il basso.

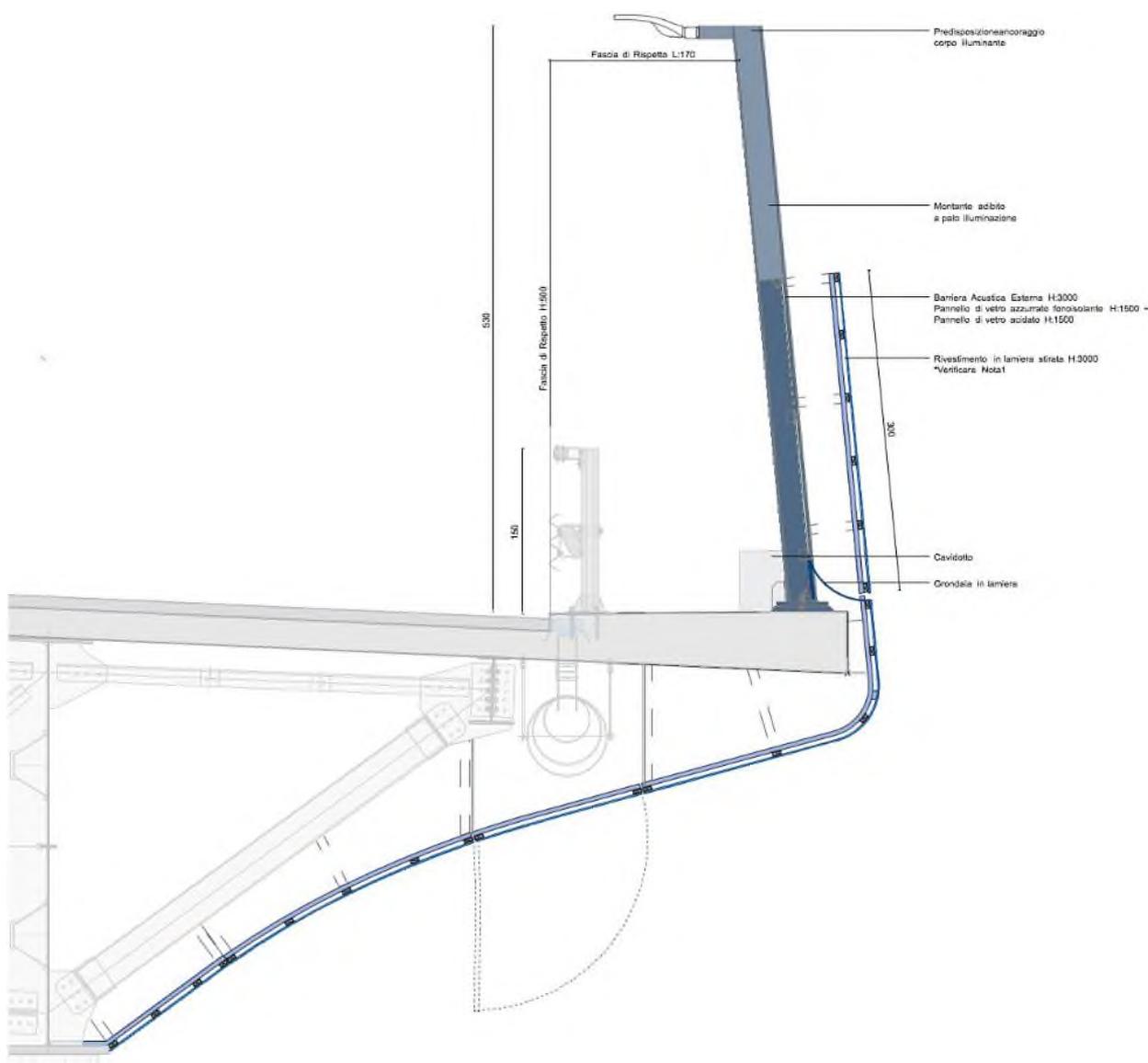


Figura 9-12. Dettaglio carteratura impalcato e struttura integrata barriera acustica – illuminazione.

Barriere Acustiche.

L'impalcato, per ovvie ragioni di controllo acustico, è dotato su ogni carreggiata di un sistema di mitigazione acustica, sia fono-isolante che assorbente.

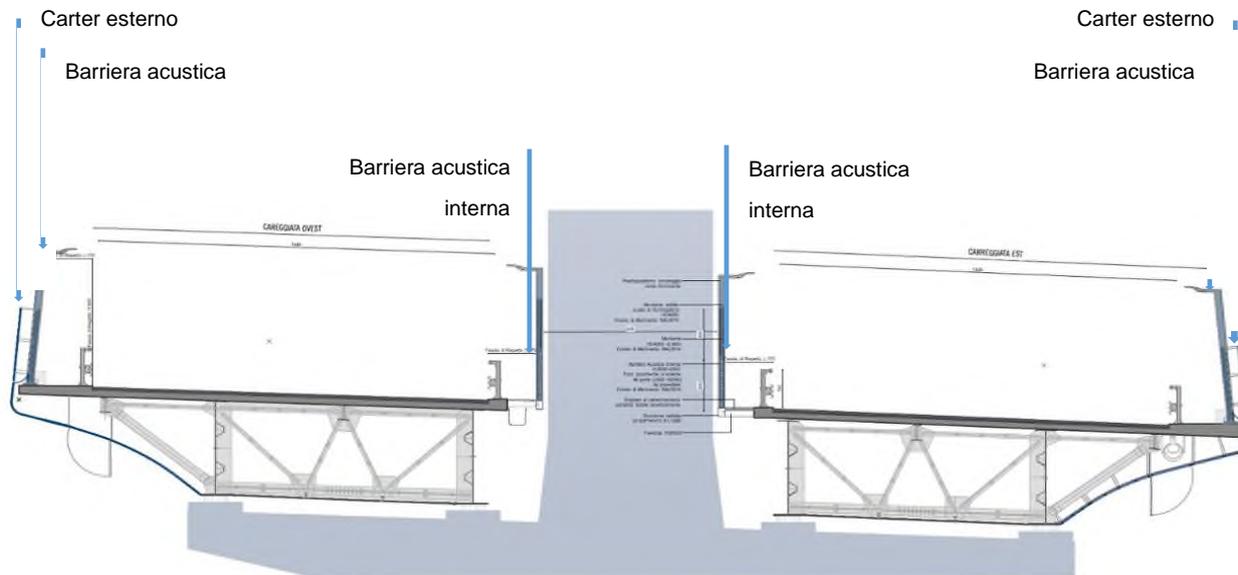


Figura 9-13. Layout Barriere Acustiche e Carter.

Le barriere esterne, di altezza pari a 3 metri, sono dotate di barriera acustica fonoisolante in pannelli di vetro specifico: la prima metà realizzata pannellature cieche fonoassorbenti di colore analogo a quello dei rivestimenti, mentre la seconda metà in vetro azzurrato trasparente, con bande acidate orizzontali dove non previsto rivestimento esterno.

Le barriere acustiche interne hanno un'altezza totale di 4 metri; la prima metà realizzata in pannellatura cieca fonoassorbente in alluminio anodizzato blu, mentre la metà superiore è realizzata in vetro fonoisolante con bande acidate.

Tutte le strutture metalliche, sia portanti che secondarie, realizzate in acciaio saranno verniciate in colore equivalente al RAL 5014, oltre a preliminare bagno di zincatura.

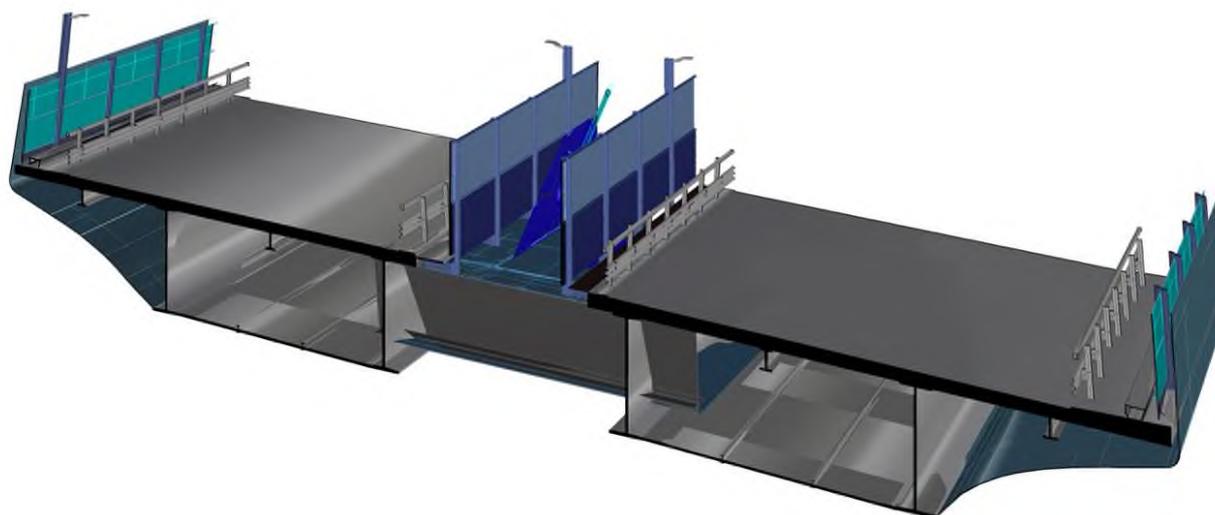


Figura 9-14. Assonometria impalcato con studio delle barriere acustiche e dei carter esterni.

Ambo i lati delle carreggiate, ogni 17 metri circa il montante perpendicolare/inclinato della barriera acustica risulta più alto (5,3 mt) per permettere l'installazione dell'illuminazione stradale, secondo normativa di riferimento (vedi relazione verifiche illuminotecniche – illuminazione stradale carreggiate)

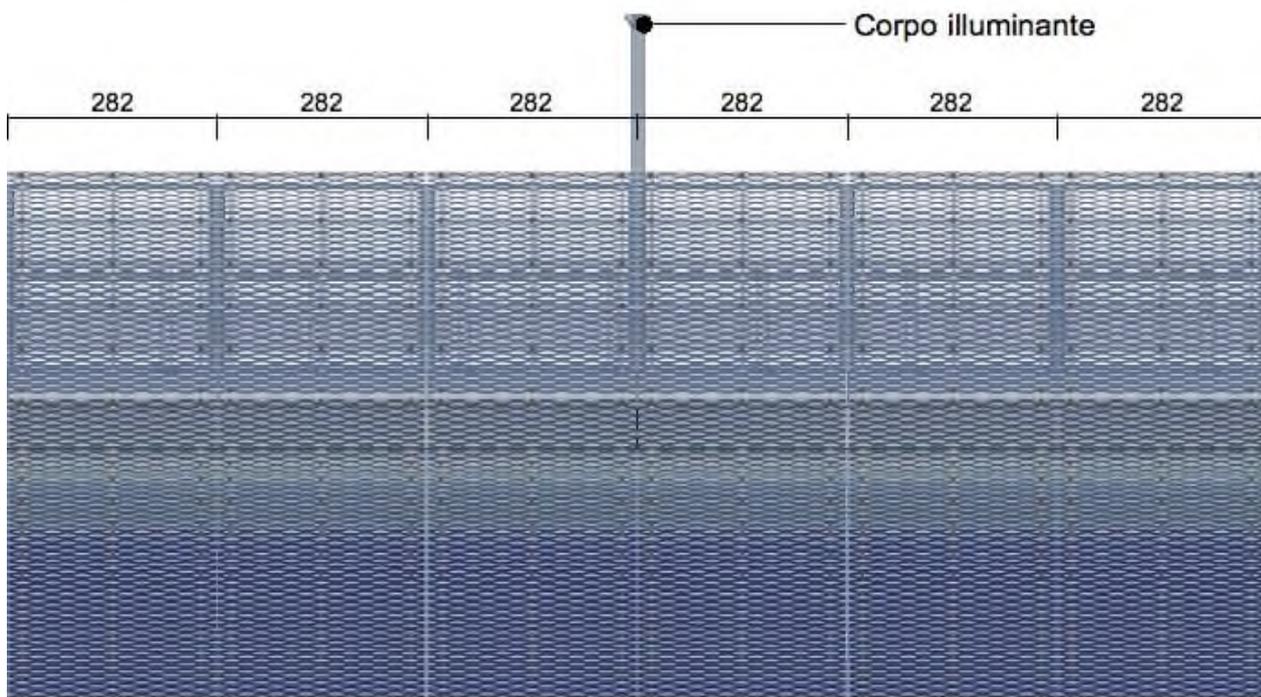


Figura 9-15. Barriera Esterna – Prospetto tipo – lato recettori.

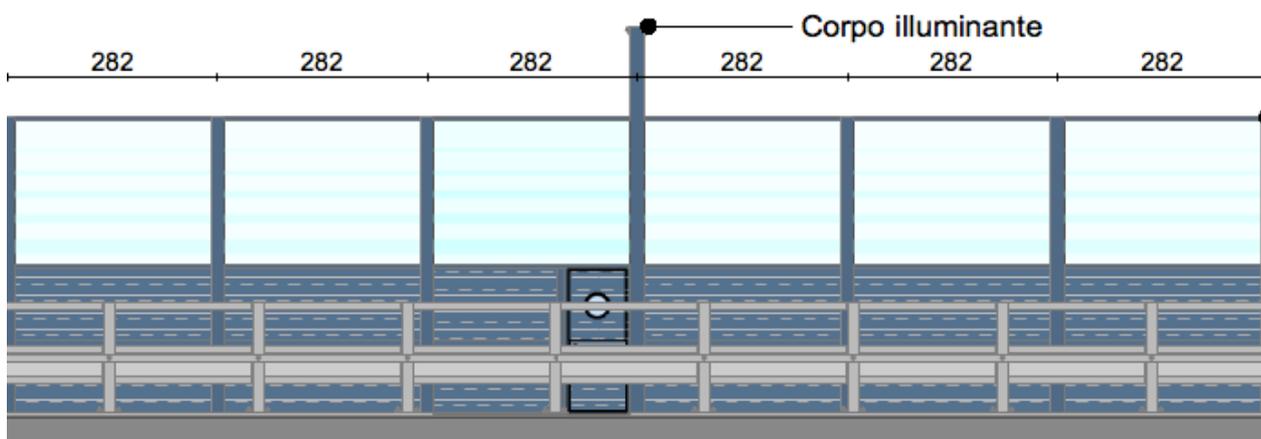


Figura 9-16. Barriera Interna – Prospetto tipo – lato strada.

Colore: materiali e superfici.



Figura 9-17. Colore: genesi del gradiente cromatico.

L'opera strallata entra in sintonia con il territorio riprendendone i colori e portandoli al cielo in una volontà di dissolvenza della materia. L'analisi dell'ambiente circostante il ponte genera il pattern cromatico di riferimento al quale si affida il compito di mitigarne e al contempo valorizzarne la presenza, dando enfasi alle tonalità del mare e del cielo: ciò avviene mediante un attento utilizzo delle "tecnologie del colore" attualmente esistenti sul mercato. Sia gli elementi verticali che quelli orizzontali avranno trattamenti atti a conferirgli le gradazioni del blu/azzurro, che diventano quindi l'aspetto fondante del tema colore di questo intervento.

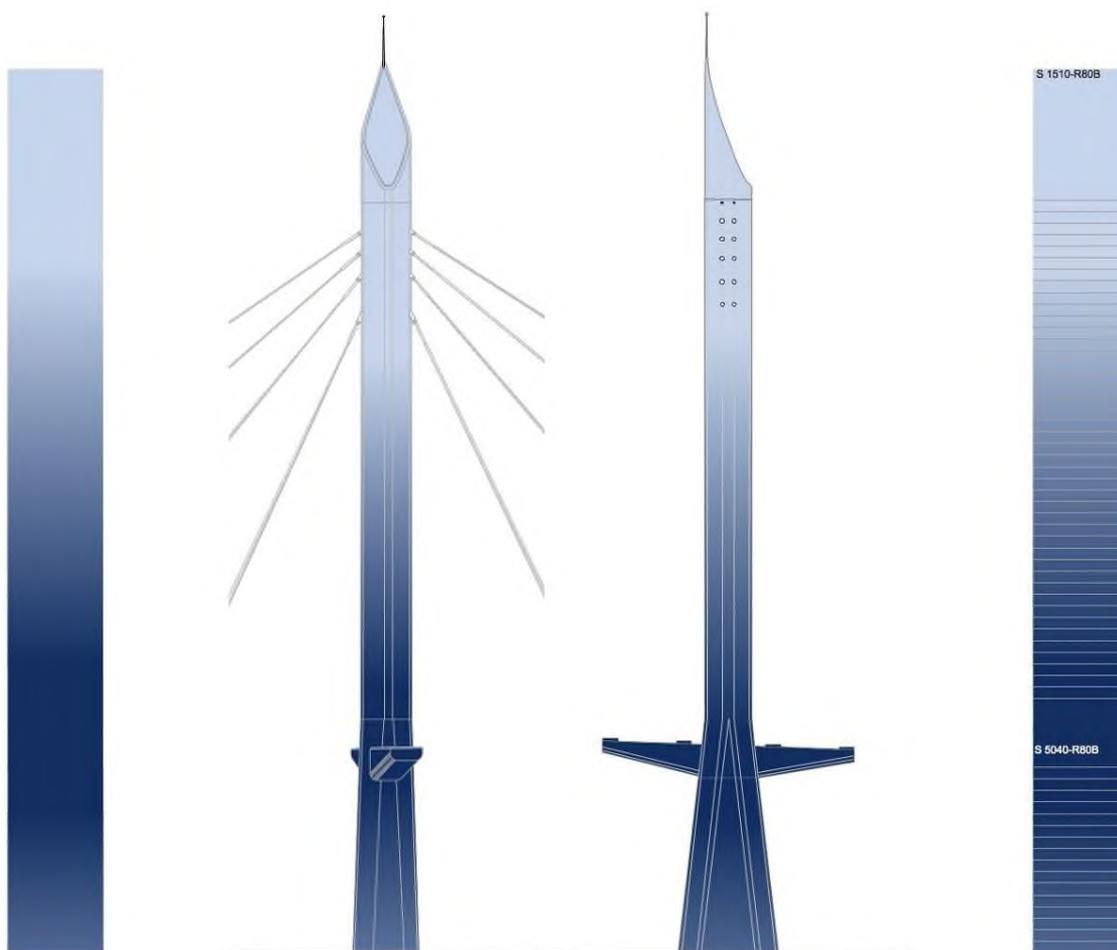


Figura 9-18. Gradiente colore su elementi verticali: verniciatura pila e antenna.

Il colore in architettura contribuisce ad una maggiore comprensione del mondo costruito che ci circonda, essendo fortemente legato al contesto in cui si inserisce e alle sue peculiarità fisiche, paesaggistiche e climatiche. Il colore, le superfici e la materia in architettura hanno valenze compositive complesse: osserviamo l'applicazione del colore come apporto pittorico su di una superficie - componente decorativa del progetto o elemento fondamentale della composizione architettonica.



Figura 9-19. Inserimento cromatico dell'opera nel contesto.

L'approccio progettuale più consapevole all'uso del colore e della materia, fa della componente cromatica e materica un elemento importante del linguaggio compositivo architettonico: i colori, la materia e le superfici, la loro composizione e trattamento superficiale contribuiscono in modo profondo a definire l'identità degli spazi ed edifici progettati.

Le scelte progettuali delle opzioni cromatiche e materiche possono essere dettate da molteplici esigenze: contesto: volontà di inserimento ambientale, o al contrario di dissonanza con l'intorno per enfatizzare l'estraneità dell'opera in un contesto; utilizzo di un linguaggio compositivo come appartenenza ad una corrente di pensiero: pensiamo all'architettura razionalista che utilizzava il bianco in opposizione al decorativismo delle architetture dell'epoca; strutturali: volontà di enfasi o differenziazione degli elementi strutturali da quelli di tamponamento; caratterizzazione degli spazi interni ed esterni; differenziazione funzionale degli spazi; interazione tra volumi, superfici e luce naturale ed artificiale; valenze simboliche e psicologiche che tengano conto dell'influenza del colore sul benessere psico-fisico delle persone; altri ragionamenti che creano i principi guida del progetto architettonico e che connotano l'identità del manufatto edilizio.

La percezione del colore, in questo progetto, viene analizzata, partendo dalla macroscale ambientale sino a determinare la corretta dimensione delle differenti cromie del gradiente colore, sia sullo sviluppo verticale delle antenne che su quello orizzontale dell'impalcato: differenti materiali saranno trattati con specifici prodotti e tecniche al fine di garantire una unitaria leggibilità e iconicità dell'opera, sia in ambito diurno che notturno. Il colore, al calare della sera diventa la trama su cui lavorare con l'illuminazione artificiale per ottenere un'elegante percezione crepuscolare e notturna.

Per le pile e le antenne, realizzate in calcestruzzo armato, si è optato per un ciclo completo di verniciatura protettiva con finitura fluorurata colorata. Questo trattamento garantisce altissima durabilità, sostanzialmente “maintenance free” e consiste di un ciclo di pitturazione anticarbonatazione, autopulente, estremamente resistente alla radiazione UV che soddisfi i requisiti del prezziario ANAS come descritto alla voce B.09.125.a e che sia caratterizzato da una sequenza colori di circa 40 tinte che passino con continuità dal colore NCS S 5040-R80B al colore NCS 0030-R80B; il ciclo di pitturazione soddisferà i requisiti della norma UNI EN ISO 1504-2 oltre che i requisiti di marcatura CE livello 2+ secondo la norma suddetta.

In dettaglio il ciclo sarà composto da:

- Lavaggio e accurata pulizia dei calcestruzzi faccia a vista
- Ripristino puntuale di eventuali anomalie della superficie
- Stesura di primer antisale tipo W.1258 a bassissimo spessore
- Stesura di fondo bianco o grigio tipo Acrilcoat W.1351, spessore nominale 40 µm
- Finitura mediante vernice fluorurata tipo Fluorcoat S.051 con gradiente colore di circa 40 sfumature comprese tra i colori NCS 0030-R80B e 5040-R80B, spessore nominale 40 µm

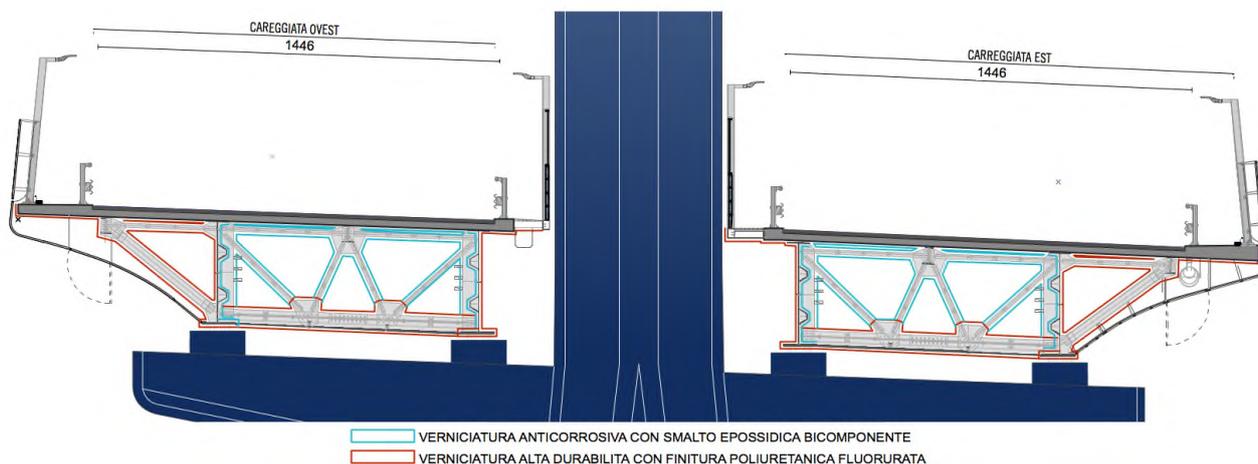


Figura 9-20. Colore impalcato: verniciature su metallo e carter in alluminio anodizzato.

Per l'impalcato metallico, realizzato in lastre ed elementi profilati di acciaio al carbonio non protetto, si è optato per un ciclo completo di verniciatura poliuretanicaprotettiva con finitura fluorurata colorata; la protezione delle superfici sarà ottenuta dalla pittura di finitura Fluorcoat S.061 applicata su acciaio al carbonio primerizzato con un fondo zincante ed un intermedio epossidico per uno spessore totale di 320 micron DFT; la pittura di finitura sarà applicata preferibilmente in officina (ed eventualmente per piccole porzioni direttamente in situ).

Il ciclo di pitturazione sarà conforme alla norma ISO 12944.5/6:2018 in classe di esposizione C5, VH.

Le parti non direttamente esposte o interne del cassone stesso saranno protette mediante ciclo completo di verniciatura epossidica bicomponente.

Tutte le parti metalliche del cassone saranno verniciate di colore blu scuro, RAL equivalente 5013.

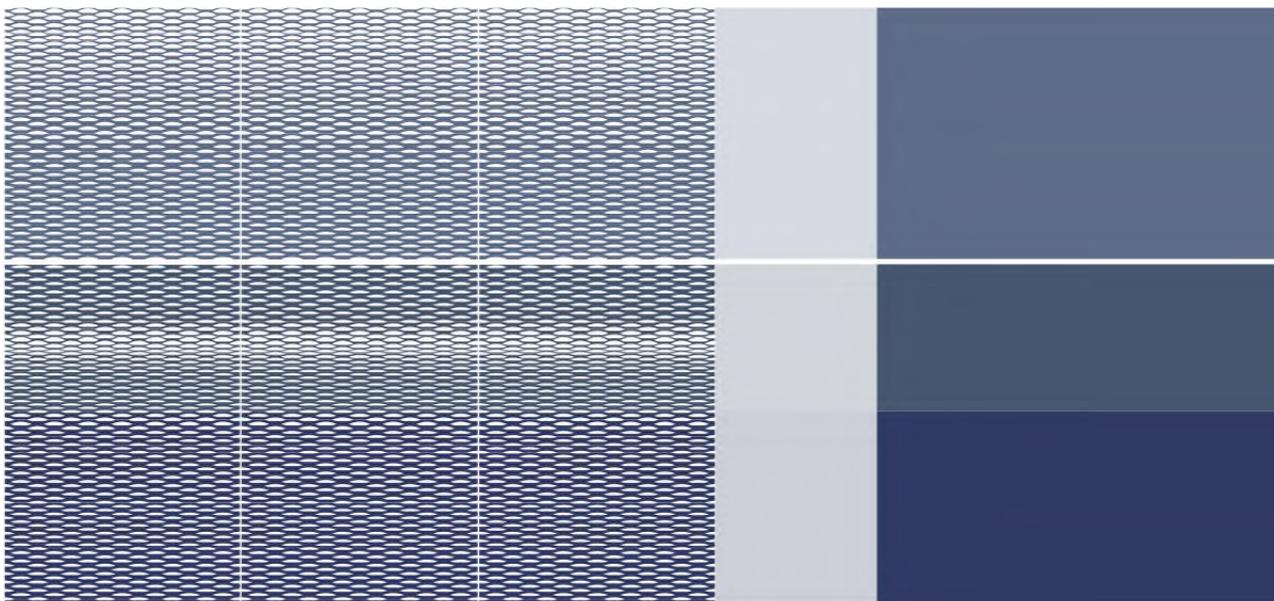


Figura 9-21. Colore carter in lamiera stirata: gradiente alluminio anodizzato.

I lati esterni dell'impalcato saranno rivestiti da un carter sagomato realizzato in lamiera stirata di alluminio protetto e colorato per anodizzazione profonda in una palette con tonalità di azzurro e blu: 'MT-Silver', 'MT-Azzurro', 'MT-AzzurroL', 'MT-Blu', 'MT-BluL', 'MT-BluD'.

L'anodizzazione fornita è CL25, eseguita dopo la lavorazione della lamiera e saldatura del profilo. Il processo di anodizzazione rispetta la normativa europea QUALANOD.

L'intero carter è stato studiato come un sistema di pannelli bordati e autoportanti in lamiera stirata (sp.3 mm) con profili saldati alla lamiera stirata necessari per fissaggio e gestione dilatazioni termiche e strutturali tramite appositi accorgimenti tecnici. Lamiera stirata prevista è del tipo custom, con apertura variabile (partendo dal basso con maglia standard, si apre la DC della maglia gradualmente verso l'alto sino a ottenere una trasparenza del 70% / 80%.)



Figura 9-22. Fotosimulazione Viadotto Genova in corrispondenza dell'Imbocco Monterosso Est.

Illuminazione.

Particolare attenzione è stata posta verso il tema dell'illuminazione dell'opera, sia dal punto di vista della funzionalità stradale che di quella d'accento finalizzata alla valorizzazione notturna dell'opera. Un'aura elegante e discreta pervade sia l'impalcato (internamente ed esternamente) che le antenne, che vengono valorizzate da una luce radente laterale.

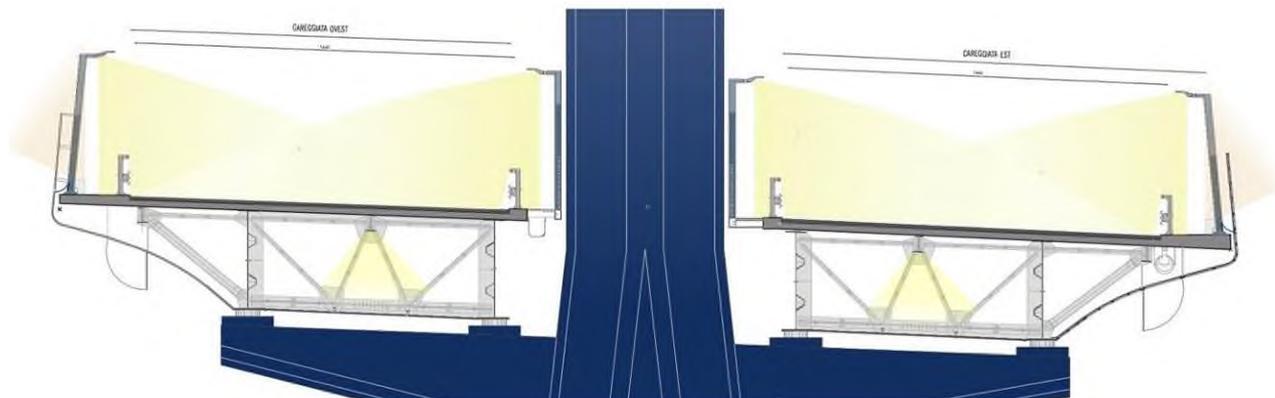


Figura 9-23. Illuminazione impalcato.

L'illuminazione stradale è caratterizzata da armature stradali monocromatiche adeguatamente schermate nel pieno rispetto delle normative europee, nazionali e regionali. Sorgenti led ad alta durabilità, elevata resa cromatica ed elevata efficienza, dotate di massima flessibilità di controllo (alimentatori dimmerabili tipo dali), per una facile manutenzione nel tempo.

I corpi illuminanti trovano sede in sommità al montante delle barriere acustica esterna, ad altezza di 530 cm rispetto al piano viario, con un passo pressoché costante su tutto lo sviluppo dell'impalcato, di poco inferiore ai 17 metri, garantendo così idoneo fattore di luminanza a terra.

Illuminazione scenografica bordo ponte viene realizzata mediante elemento LED lineare flessibile, stagno, per impiego outdoor, garantisce la massima uniformità visiva, una totale flessibilità nonché una facile gestione manutentiva, data la facile rimozione/sostituzione. Caratterizzato da sorgenti LED miniaturizzate dimmerabili adeguatamente incapsulate (IP68) con guaina in polimero ad altissime prestazioni di colore bianco (parte esterna) e opale (superficie emittente): il materiale permette l'impiego e l'installazione anche a temperature estreme. Alimentatori DALI remoti posizionati ogni 14 metri circa in apposite scatole di derivazione IP67 di contenute dimensione fissate sopra canale metallica per dorsale illuminazione lato barriera acustica.

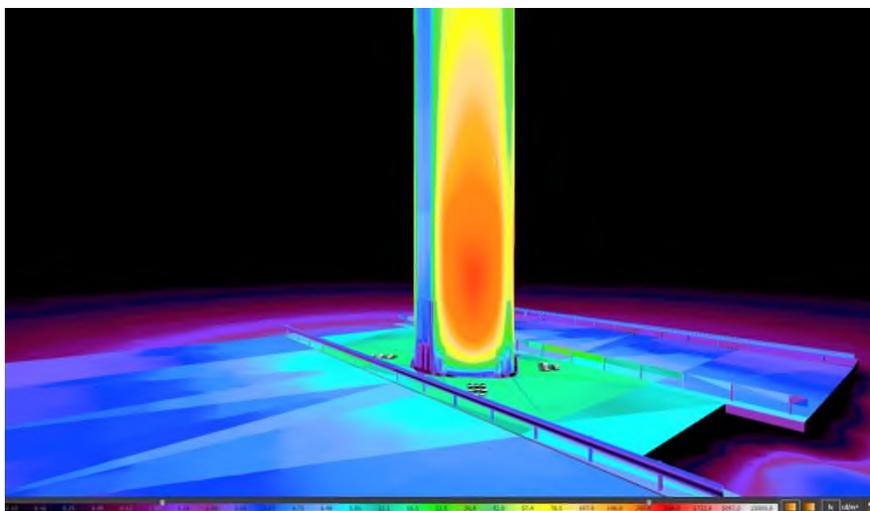


Figura 9-24. Antenna Simulazioni di illuminazione alla base.

L'illuminazione d'accento delle antenne è realizzata mediante gruppi di proiettori architettonici outdoor, caratterizzati da ottiche dedicate, per un perfetto controllo dei fasci, di differenti aperture (46° - 28° - 12° - 4°). Sorgenti white led, caratterizzate da differenti temperature di colore monocromatiche (3000K e 6000K), adeguatamente miscelate per una gestione dinamica dei bianchi. L'impiego di alimentatori DALI, permette una totale versatilità di progetto.

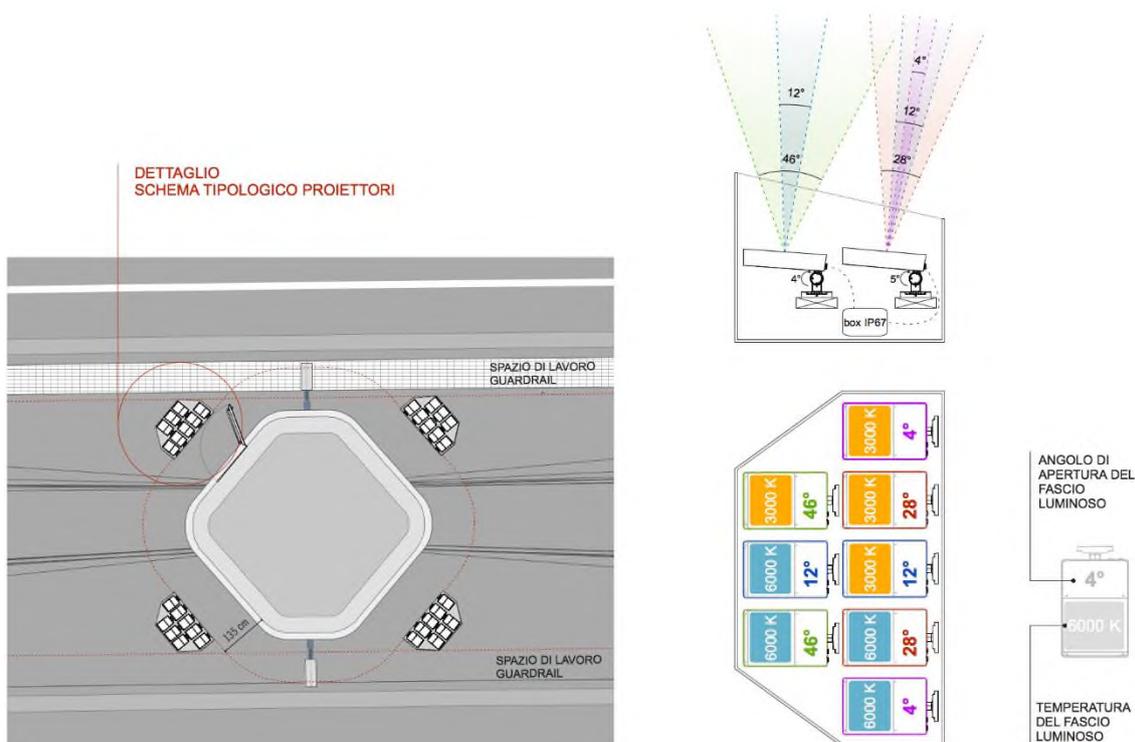
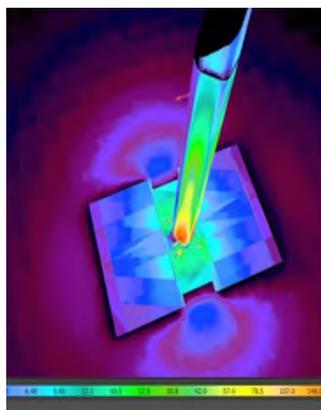


Figura 9-25. Base Antenne: box con gruppi di proiettori.

Alla base di ogni antenna, come da indicazioni progettuali, trovano localizzazione, perpendicolari alle facce piane dell'antenna, n.4 batterie di proiettori da n.8 proiettori ciascuna, opportunamente inseriti all'interno di un box/carter che ne garantisce proiezione e annulla il rischio di abbagliamenti accidentali.

Tali sistemi vengono alimentati tramite cavidotto che affogato nella soletta di servizio che lo collega, mediante opportuni accorgimenti tecnici, al sottoquadro dedicato posizionato all'interno dell'antenna al livello 0 (quota strada).

Per esaltare ulteriormente la percezione verticale, in sommità di ognuna delle antenne troviamo un gruppo composto da tre proiettori a bassa potenza con emissione tunable-white (bianco dimmerabile da 3000K a 6000K) in grado di creare uno scenografico effetto di luce diffusa all'interno del puntale.



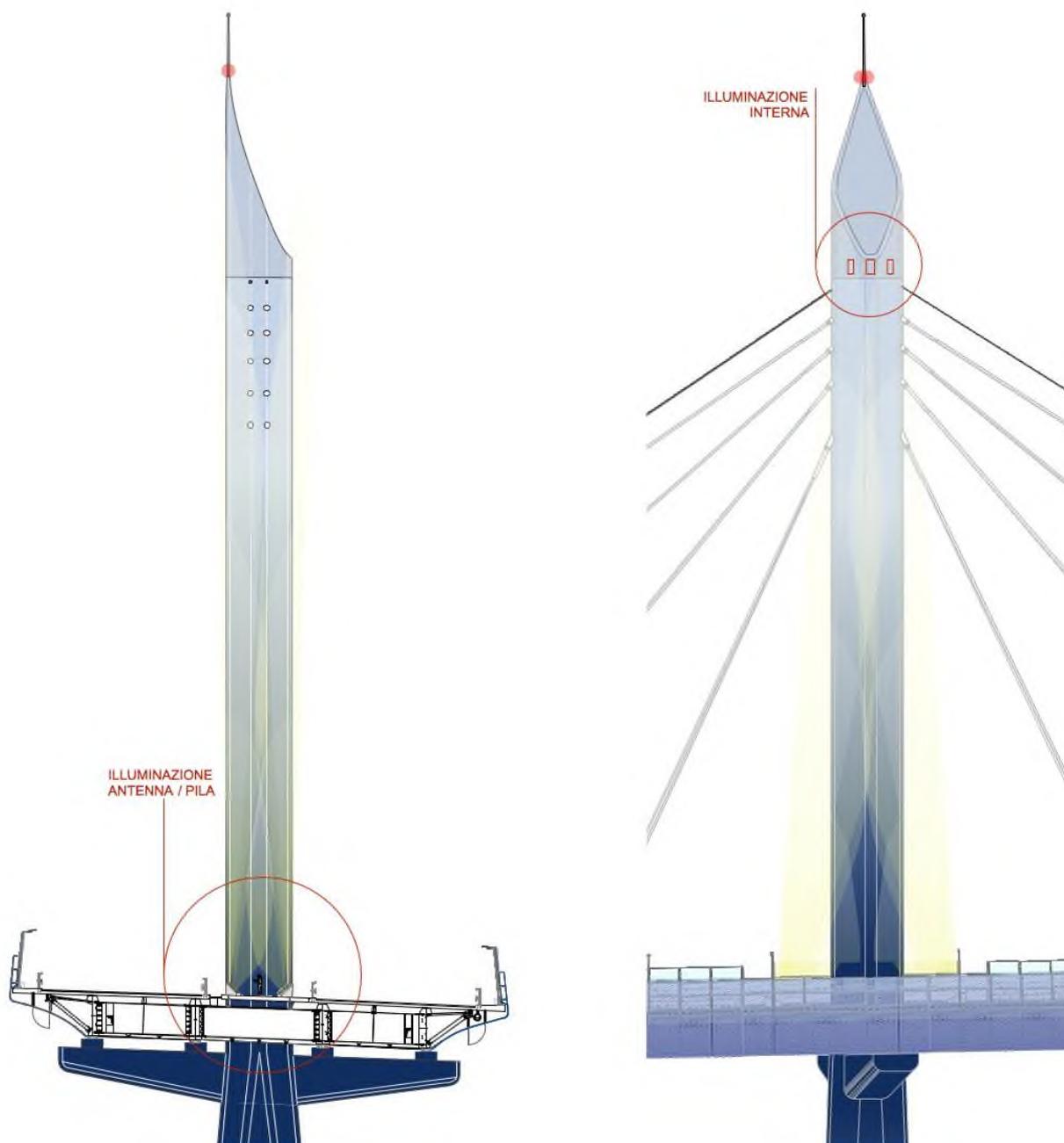


Figura 9-26. Illuminazione d'accento antenne.

L'illuminazione d'accento delle antenne è realizzata mediante gruppi di proiettori architettonici outdoor, caratterizzati da ottiche dedicate, per un perfetto controllo dei fasci. Sorgenti white led, caratterizzate da temperature di colore monocromatiche, adeguatamente miscelate per una gestione dinamica dei bianchi. L'impiego di alimentatori DALI, permette una totale versatilità di progetto.

In sommità di ognuna delle antenne troviamo un gruppo composto da tre elementi tunable-white in grado di creare uno scenografico effetto di luce diffusa, che andrà a caratterizzare l'interno dei puntali.

Illuminazione scenografica bordo ponte viene realizzata mediante elemento LED lineare flessibile, stagno, per impiego OUTDOOR, garantisce la massima uniformità visiva, una totale flessibilità nonché una facile gestione manutentiva, data la facile rimozione, caratterizzato da sorgenti LED miniaturizzate adeguatamente incapsulate (IP68) con guaina in polimero ad altissime prestazioni di colore bianco (parte esterna) e opale (superficie emittente): il materiale permette l'impiego e l'installazione anche a temperature estreme. Alimentatori DALI remoti.



Figura 9-27. Fotosimulazione d'insieme del viadotto, da terra. Vista notturna.

Oltre all'illuminazione stradale e d'accento è stata presa in considerazione anche quella tecnica di servizio: idonei corpi illuminanti all'interno del cassone dell'impalcato e all'interno del pozzo delle antenne garantiscono opportuna illuminazione di sicurezza per gli operatori che dovranno effettuare manutenzione ordinaria e straordinaria, percorrendo gli spazi inferiori e interni. Tali sorgenti, sempre a led e sempre controllabili permettono di percorrere tutti gli spazi in massima sicurezza.

Sono stati inoltre previsti sulla sommità di ogni puntale gruppi di segnalatori aerei, ridonati, secondo norme ICAO: questi garantiranno massima visibilità dell'opera strallata anche in condizioni meteorologiche e atmosferiche particolari.



Figura 9-28. Il viadotto inserito nel contesto paesaggistico del Polcevera.

Pila: sistema interno e in sommità.

L'interno dell'antenna è suddiviso generalmente in n.12 livelli interni (13 per le pile 2 e 3) denominati in maniera progressiva, verso l'alto e verso il basso, partendo dal livello 0 di quota impalcato, con numerazione crescente o decrescente per una chiara individuazione del pianerottolo a cui l'operatore si trova.

I livelli dal 5 all'8 rappresentano i diaframmi orizzontali della testa porta-stralli.

Al Livello 9 troviamo la terrazza sommitale, dalla quale si accede mediante scala alla piattaforma sommitale sopraelevata che funge da copertura del box carroponete, di lì, via scala a pioli mono-montante si può risalire sino alla sommità estrema del puntale dove si trovano i segnalatori di sicurezza ICAO e l'attacco del parafulmine sommitale.

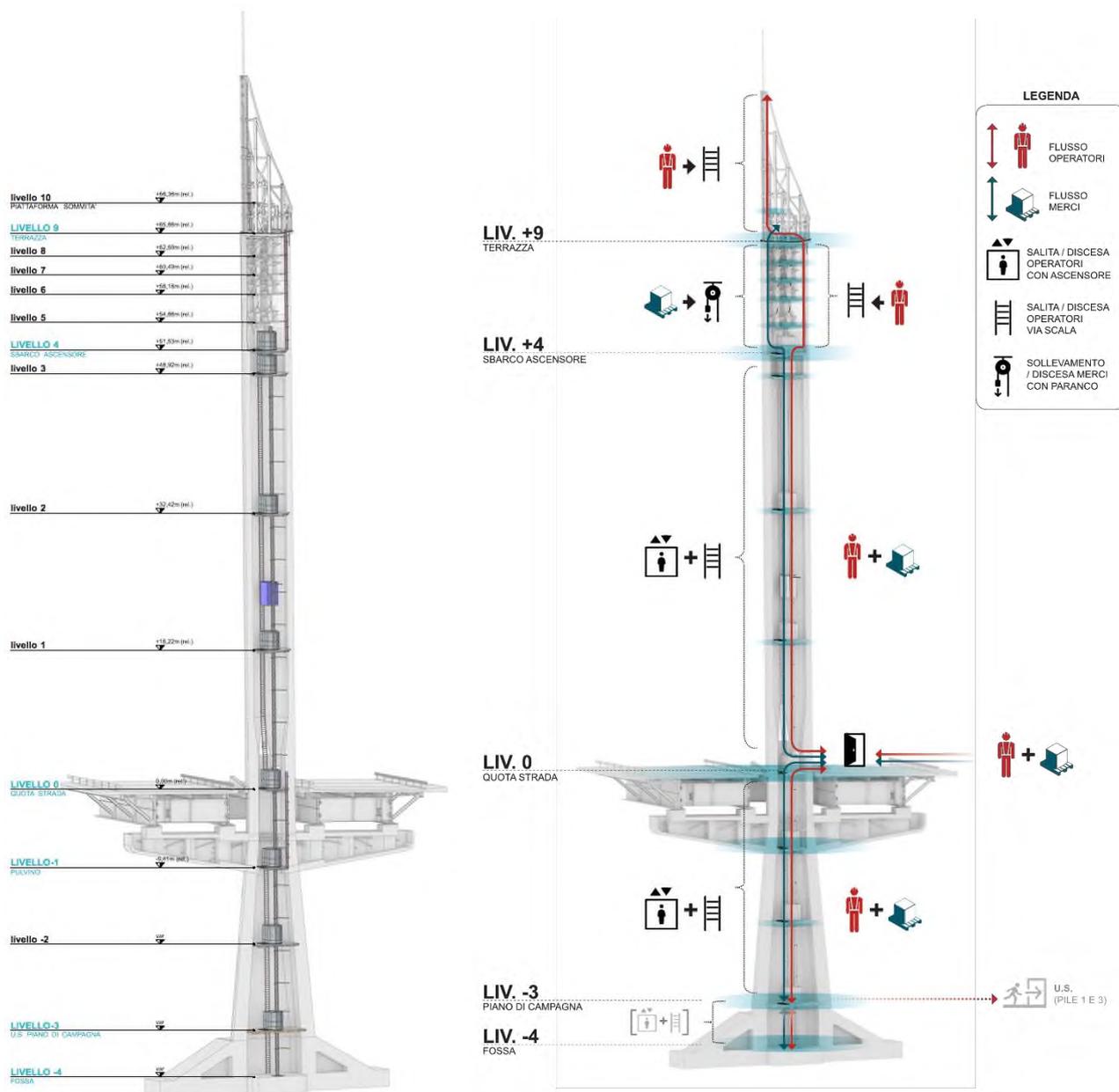


Figura 9-29. Pila – Livelli e flussi merci-operatori.

I pianerottoli sono realizzati in carpenteria metallica, consistente in travi IPE/HE opportunamente dimensionate e gravanti su mensole metalliche inghisate alla struttura in verticale in calcestruzzo mediante ancoraggi chimici. Sopra le travi orizzontali trova locazione un piano realizzato in grigliato pedonabile con maglia anti-tacco di dimensioni atte ad evitare il passaggio/caduta di oggetto attraverso esso verso il basso. I livelli principali (-3, -1, 0, 4) avranno portata pari o maggiore a 600 kg/mq, i solai intermedi avranno grigliato con portata pari a 300 kg/mq, non essendo interessati dal passaggio di carichi pesanti mentre il solaio sommitale sarà in grado di sopportare carichi concentrati pari a 1000kg/mq, essendo la portata massima del paranco il carico dimensionante di questo orizzontamento.

L'ascensore, che permette la movimentazione di personale addetto e merci ha portata massima di 1500 Kg, motore a bordo cabina e si muove lungo un traliccio verticale ancorato puntualmente lungo tutto lo sviluppo verticale della struttura. Ad ogni pianerottolo inferiore alla testa porta stralli, i pianerottoli avranno una gabbia di sicurezza nei confronti del foro di passaggio ascensore e saranno dotati di porta scorrevole e rivestimento in maglia di rete. Ogni pianerottolo sarà dotato di un portello apribile atto a garantire la massima flessibilità d'uso ne tempo e all'eventuale tiro/calò sulla verticale.

Ogni pianerottolo è dotato di prese elettriche comandate, segnalatori di fumo, sistema EVAC, oltre ad un cartello fotoluminescente recante indicazione di livello e senso di via d'esodo.

Sono stati pensati, a livello progettuale, tutti i possibili utilizzi, sia in ambito ordinario che straordinario, che potranno gravare sull'opera in oggetto; a tale scopo si sono ipotizzati due macro scenari: uno ordinario e uno di emergenza.

In funzionamento ordinario, quindi con presenza di corrente elettrica, tutti i livelli (dal -4 al +4) saranno raggiungibili, sia mediante scala che mediante ascensore e i flussi di operatori e merci saranno corrispondenti. Dal livello +4 in su i due flussi si divideranno sui lati opposto della sezione verticale: gli operatori utilizzeranno la scala, attraverso i livelli intermedi della testa porta-stralli, sino a raggiungere la sommità a cielo aperto, mentre le merci potranno essere tirate in quota (o ai livelli intermedi) mediante apposito paranco a fune in asse e varate in copertura (livello 9).

Ogni operatore che accederà all'interno dell'antenna dovrà essere dotato di tutti i DPI previsti dal piano di sicurezza e manutenzione dell'opera, tra cui imbrago e preferibilmente torcia frontale su casco di sicurezza. Risulta comunque consigliabile che gli operatori si muovano sempre in coppia all'interno dell'antenna, con un terza unità di supporto in prossimità del livello stradale (affinché possa controllare i quadri elettrici laddove le operazioni previste lo richiedano ed eventualmente sovrintendere alla gestione dell'emergenza direttamente da uno spazio calmo e sicuro).

Anche il pulvino (livello -1) risulta essere facilmente accessibile da merci e operatori, illuminato, ventilato e percorribile da un piccolo carrello su ruote atto al trasporto di apparecchiature e oggetti in genere.

In situazioni di emergenza gli operati potranno, se in presenza di corrente, utilizzare l'ascensore, come sopra descritto, oppure utilizzare le scale per evacuare celermente l'interno della struttura. Il sistema di scale previsto garantisce sicurezza ed eventuale soccorso in parallelo dell'operatore in difficoltà. Nell'ipotesi il manutentore si trovasse a bordo dell'ascensore in occasione di un black-out, esso potrà manualmente portare la cabina al pianerottolo inferiore più prossimo e da lì sbarcare dalla cabina per guadagnare l'uscita via scala.

Per garantire la possibilità di portare oggetti e attrezzature in copertura (livello 9) e a tutti i pianerottoli intermedi inferiori contenuti nella testa porta stralli (livelli dal 5 al 8) è stata prevista in copertura la presenza di una piccolo carrozzone dotato di paranco elettrico a fune e sistema di traslazione motorizzato in grado di sollevare una portata massima pari a 1 ton (volume trasportabile poco inferiore alla dimensione netta dei grigliati apribili ai pianerottoli pari a 80 x 100 cm).

Il dispositivo trova locazione su un carrozzone realizzato con una trave IPE a sbalzo montata su un doppio cavalletto in carpenteria metallica protezione duplex, zincata e verniciata colore RAL in accordo con la finitura di tutto l'assieme sommitale e vincolato alla base in incastro rigido su 4 piastre a 4 bullonature ciascuna solidali alla sottostruttura e inglobate nel getto del massetto. Tale box avrà una copertura pedonabile e impermeabilizzata con membrana in poliurea pura sp.min. 3 mm realizzata in elementi a secco tipo aquapanel in triplo strato. Parapetto altezza 110 cm. Tutto l'assieme sarà rivestito in lamiera stirata di alluminio maglia analoga al primo tratto di elevazione del rivestimento del puntale e retrostante rete anti-insetto.

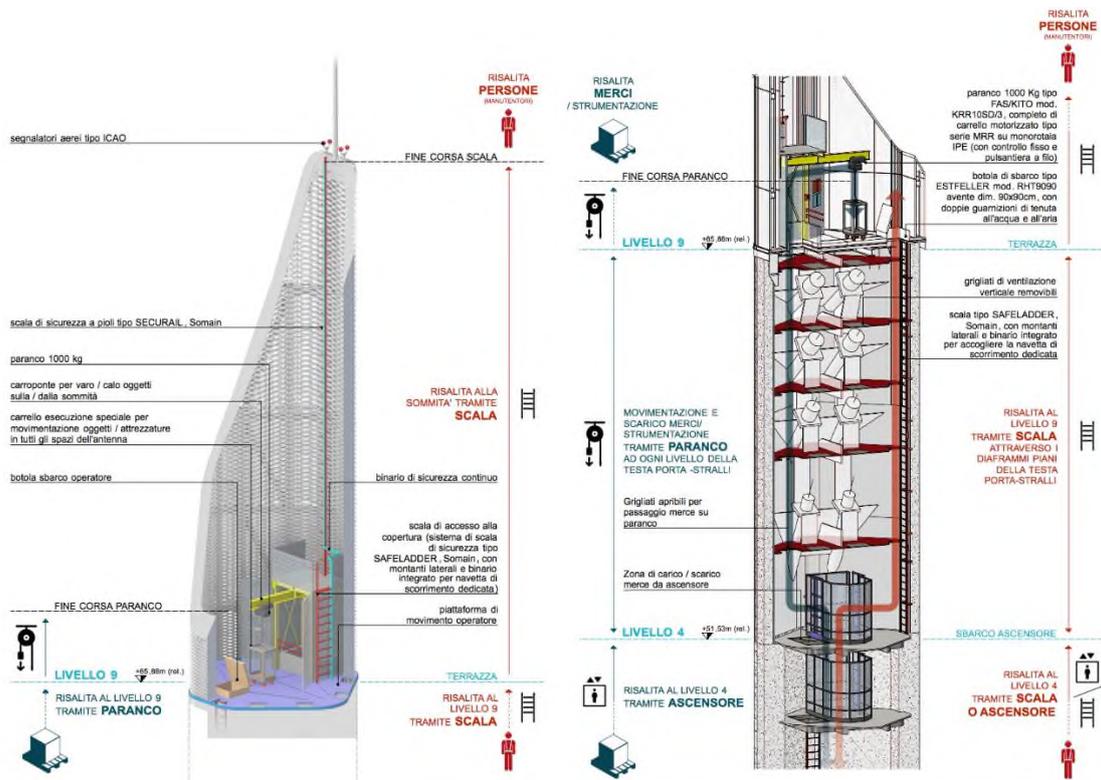


Figura 9-30. Paranco di sollevamento – funzionamento all'interno del puntale.



Figura 9-31. Il viadotto visto dal torrente Polcevera.

9.2 VIADOTTI LEIRO E CERUSA

Al fine di minimizzare l'impatto paesaggistico dei due viadotti nelle rispettive valli del fiume Leiro e Cerusa, è stata portata avanti la soluzione architettonico-strutturale condivisa e approvata in sede di ottemperanza alla prescrizione B2 della Sovrintendenza.

Si riepilogano i requisiti tecnici di base cui risponde la soluzione strutturale per la realizzazione dei viadotti, da aggiungersi agli altri vincoli di natura morfologica e/o territoriale:

- luce non superiore a 120 m;
- massimo sbilanciamento ammissibile tra due campate contigue non superiore al 60 %;
- minimizzazione delle interferenze in fase di varo;
- necessità di consentire il transito della fresa (parzialmente smontata);
- varo dell'opera con sistema frontale, operando dai piazzali di imbocco delle gallerie per non interferire con le aree sottostanti.



Figura 9-32. Viadotti Leiro e Cerusa inseriti nel contesto delle rispettive valli.

Esigenze di tipo strutturale e di ottimizzazione della sezione dell'impalcato, hanno portato ad una modifica che ha interessato le barriere acustiche e di sicurezza: si è passati da una barriera disaccoppiata, alta 3m, completamente trasparente ad una barriera integrata della medesima altezza e medesimo interasse, ma con la parte trasparente ridotta a 1.5m.



Figura 9-33. Viadotto Leiro.

9.2.1 Progetto Architettonico Colore

Nella soluzione finale per le pile, la parte reticolare ha, per quasi tutti i sostegni, un'altezza simile. Tutte le pile presentano un "basamento" in calcestruzzo, corrispondente alla parte piena, che emerge maggiormente solo nella pila più alta.



Figura 9-34. Assonometria di studio aspetto pile e impalcato.



Figura 9-35. Dettaglio studio nodo pila-impalcato.

La soluzione architettonica, materica e di colore, sviluppata a livello esecutivo soddisfa quanto concordato in ottemperanza alle prescrizioni e consente di ottimizzare il progetto delle pile, rimanendo nell'ambito del progetto approvato e rispondendo pienamente agli obiettivi di tutela paesaggistica indicati dalla prescrizione, senza contrastare con le altre prescrizioni che interessano il medesimo ambito.

L'introduzione del basamento pieno in C.A. con la parte superiore tralicciata è funzionale a fornire al sistema di supporto un'uniforme rigidità, nei confronti delle azioni orizzontali, ed a conseguire un comportamento ottimale ed al contempo ha dei vantaggi dal punto di vista dell'inserimento nel paesaggio. La struttura sfaccettata della sezione orizzontale piena, che nella parte superiore della pila si riduce a due elementi a pianta pentagonale si pone in maniera continuamente mutevole nei confronti della luce solare, producendo ombre proprie e portate che ne alleggeriscono l'immagine. La verniciatura in colore "greige" delle parti piene si accorda alle tonalità naturali circostanti mentre la tralicciatura di irrigidimento e la trave superiore di collegamento tra i due appoggi viene verniciata con un color RAL 8017, marrone cioccolato, colore che più si avvicina al colore naturale dell'acciaio corten, come richiamo formale alla soprastante struttura d'impalcato e diminuendone la percettibilità entro il varco generato dai due pilastri pentagonali.

La scelta di cambio materiale da corten ad acciaio verniciato, per struttura dell'impalcato e tralicciatura delle pile, è stata dettata da questioni di natura tecnica di durabilità, dovuta alla vicinanza al mare, dato che ha dimostrato forti problematiche nell'utilizzo del materiale inizialmente ipotizzato.



Figura 9-36. Progetto Definitivo Viadotto Leiro, con materiale impalcato e tralicciatura pile in acciaio corten .



Figura 9-37. Progetto Esecutivo Viadotto Leiro, con materiale impalcato e tralicciatura pile in acciaio verniciato.

Qui a seguire si riportano i fotoinserti relativi alle soluzioni progettuali adottate per i viadotti in attraversamento delle omonime vallate, in risposta all'ottimizzazione del progetto su cui il Ministero aveva espresso la prescrizione.



Figura 9-38. Fotosimulazione dei Viadotti Cerusa e Leiro nelle valli di Voltri.



Figura 9-39. Viadotto Leiro e ripristino paesaggistico viabilità di cantiere (VS006).

10 RIPRISTINO PAESAGGISTICO VOLTRI

10.1 TRANSETTO

Dall'analisi delle caratteristiche paesistico-ambientali individuate nell'area oggetto di intervento, costituita da tessuti insediativi, aree di pertinenza, aree agricole e boscate, sono state dedotte utili indicazioni per la sua progettazione.



Figura 10-1. Il transetto di Voltri, nella valle del torrente Leiro.

Il territorio lungo i due versanti di alto valore paesaggistico ha subito nel tempo una modificazione della *buona uniformità dell'ecosistema agricolo* prevalentemente strutturato per l'uso agricolo con terrazzamenti lungo le curve di livello e aree boscate nei compluvi e nelle aree marginali.

Ad oggi si presenta come un mosaico di differenti usi del suolo, conseguenza sia dell'abbandono di consistenti terreni di un ambito agricolo precedentemente omogeneo, (processo di rinaturalizzazione avanzato), sia di un sistema agricolo storicamente organizzato con alternanza di aree boscate ad aree a coltivo. Soprattutto i terrazzamenti su forti pendenze presentano un degrado ambientale con l'introduzione di specie alloctone e un disordine visivo tali da costituire elementi che il Piano Territoriale Coordinamento Provinciale li definisce di vulnerabilità paesaggistica ma anche geomorfologica. I tipi edilizi presenti coerenti con la strutturazione antropica e la morfologia dei luoghi sono l'edificio rurale isolato o ristrutturato in abitazione e i manufatti di servizio.

Il torrente Leiro (identificato meglio come Leira) nasce da Punta Martin, bagna la frazione di Acquasanta e si forma immediatamente a valle dell'abitato del Comune di Mele dalla confluenza dei due torrenti principali Gorsexio (con un bacino di circa 8 Km²), nella parte occidentale, e Acquasanta (con un bacino di circa 18 Km²), nella parte centrale e orientale, e sfocia a Genova – Voltri nel Mar Ligure. Geologicamente il suo bacino è interamente situato all'interno del "Gruppo di Voltri" ed è caratterizzato da dissesti idrogeologici. Numerose sono state le sue piene per piogge torrenziali che hanno causato alluvioni e inondazioni anche recenti (una di queste piene ha distrutto l'opera di collegamento viabilistico collocata in corrispondenza dell'attuale passerella pedonale in ambito Cimitero di Voltri). L'affluente più importante del torrente Acquasanta è il torrente Ceresolo

(con un bacino di circa 5 Km²) che si sviluppa in direzione N-S nella parte centrale del bacino. Il reticolo drenante è di tipo dendritico o a forma d'albero, caratterizzato dalla presenza di numerose ramificazioni in più direzioni. Il territorio interessato dalla Valle del Leiro dal Comune di Voltri, risalendo fino al Comune di Mele, è dominato da insediamenti industriali e commerciali rispetto al tessuto urbano.

Da un punto di vista idraulico Il torrente Leiro con il canale Beudo necessitano di un recupero e di una manutenzione spondale (in destra orografica), soprattutto in alcuni attraversamenti (ponti pedonali) dove il vento e la pioggia ha provocato dei dilavamenti e slittamenti a monte con sradicamenti di alberi, frane lungo la sponda in destra orografica, che hanno ostruito e ostruiscono attualmente un piacevole percorso/passeggiata in direzione nord a sud, fino all'abitato di Voltri, verso il mare.

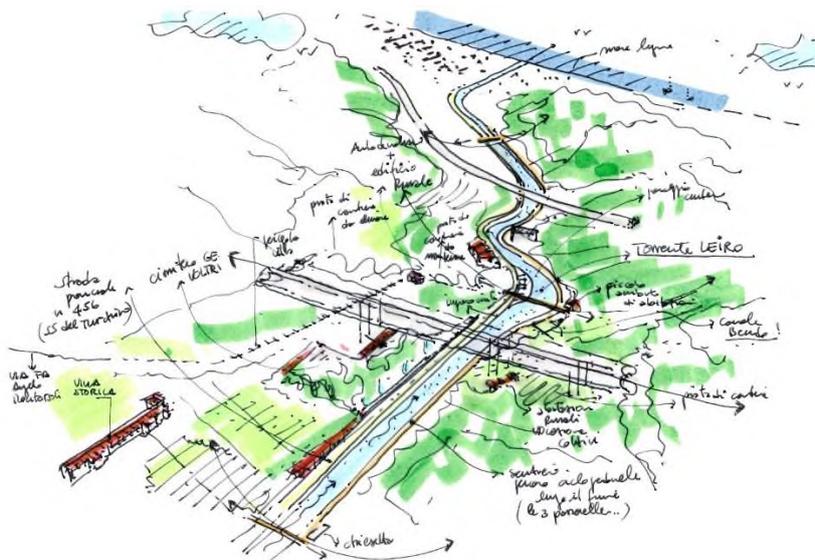


Figura 10-2. Disegno di inquadramento transetto di Voltri.

10.1.1 Progetto di Ripristino Paesaggistico

La proposta di un documento territoriale di sintesi nasce dall'esigenza di:

- 1) armonizzare l'intervento delle opere compensative con il lotto funzionale delle opere, per l'esecuzione degli imbocchi riguardanti il "Progetto paesaggistico-architettonico degli imbocchi e gli elementi di macro idraulica";
- 2) lavorare all'identità architettonica e paesaggistica dell'intervento in sintonia con il vocabolario architettonico e l'abaco materiali dell'intervento del lotto funzionale;
- 3) concepire un *documento territoriale di sintesi paesaggistico* per gli interventi sulle due sponde orografiche della Valle del Leiro.
- 4) definire una *sintassi* (una *grammatica*) in grado di stabilire un rapporto lessicale tra elementi esistenti ed elementi di impianto futuro.

Questa porzione di territorio che accoglie le *aree di frangia* sopra descritte rischia di subire una maggiore criticità con la presenza della nuova opera della cosiddetta *Gronda di Genova* e il posizionamento delle relative pile. Le opere di *accompagnamento al territorio* proposte per questa infrastruttura le si vorrebbe rendere *efficaci, utili e funzionali* (o come recita la recente vision del MIT *Connettere l'italia* attraverso lo slogan: *utili snelle e condivise*) e altresì iscritte in un disegno ampio di territorio, in modo da risultare anche socialmente utili e condivise dalla comunità.

Non solo ma il significato delle suddette *opere di accompagnamento* devono essere anche in grado di favorire una relazione di *convivenza* tra territorio attraversato e opera principale: si tratta di innescare una relazione positiva che consenta alla parte di territorio interessato dall'intervento di entrare il più possibile in *risonanza* con l'opera e di non percepire la stessa come un fattore avverso al *genius loci* e che invece tenta di connettere percettivamente, visivamente e funzionalmente, lembi di paesaggio, luoghi del passato e nuovi interventi e alle diverse scale: la *grande cucitura* del viadotto Leiro che è parte del grande sistema di connessione della Gronda deve essere in grado di stabilire una relazione virtuosa e dialettica con le diverse *piccole cuciture* che

attraversano il torrente Leiro e che definiscono in sponda destra un percorso funzionale in direzione nord-sud vocato a loisir, tempo libero, svago e gioco, a servizio della comunità locale.

L'idea strategica è quella di puntare ad un obiettivo semplice: un nuovo paesaggio che sia *il racconto della storia* di questa porzione di territorio. La scelta da adottare è se considerare questa porzione di territorio come un luogo di fruizione pubblica con opere per la sosta oppure un luogo costituito da un paesaggio che sarà solo osservato da chi passeggia costeggiando il torrente o lo vedrà percorrendolo in auto. Nel primo caso si potrebbe introdurre un tema di progettazione paesaggistica con fruizione pubblica, data dall'esposizione sud-ovest dei nuovi terrazzamenti, per spazi che solitamente sono recintati non fruiti, per essere poi dimenticati e con un peggioramento della qualità vegetazionale del verde. In ogni caso l'intento è dare una qualità paesaggistica e una varietà ecologica in armonia con le indicazioni dei diversi strumenti di pianificazione sovracomunale e comunale: le opere progettate a verde avranno una bassa manutenzione e gestione. Ma alla fine la scelta dipenderà molto dalla sua gestione.

Sul lato sinistro dove è posta l'area destinata alla viabilità di cantiere, è previsto il ripristino a verde del versante per il ripristino dello stato di fatto; sul torrente Leiro è previsto l'inserimento di un ponte carrabile di collegamento tra l'attuale SP 456 e il lato in destra orografica, con la conseguente realizzazione di un parcheggio a servizio delle abitazioni e dell'utenza del cimitero di Voltri e il ripristino dei muri di terrazzamento esistenti, con rivestimenti in pietra naturale, come attualmente presente nella morfologia territoriale.

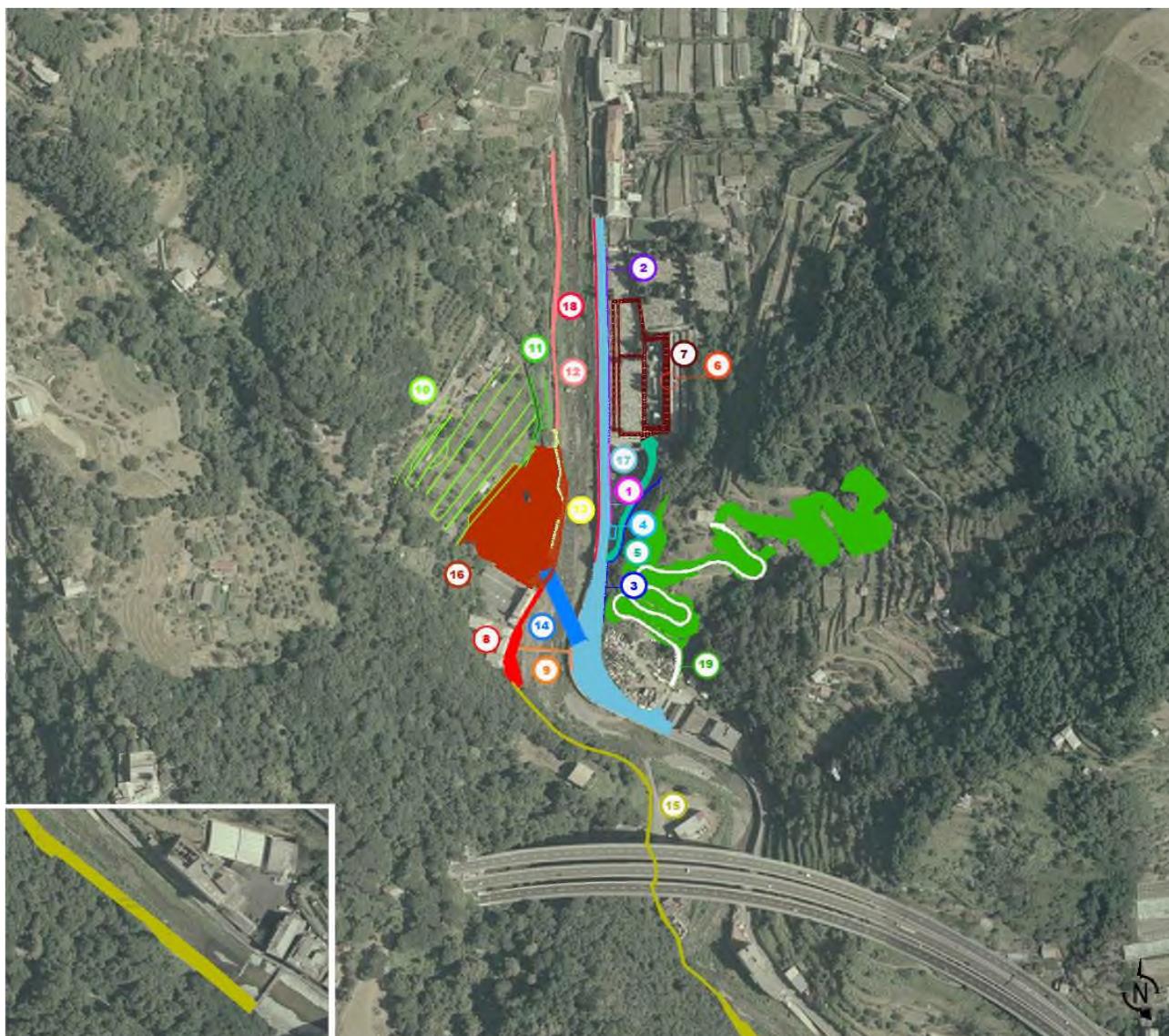


Figura 10-3. Localizzazione interventi di ripristino paesaggistico (int. 8-20) e di restauro area cimitero (int. 1-7).

In maniera sintetica gli interventi previsti sia in sponda sinistra che in sponda destra, così come suddivisi nella tavola del masterplan, sono i seguenti:

Intervento 8 – destra orografica: Recupero delle pavimentazioni degli spazi antistanti le abitazioni, con scarifica dello strato di usura esistente e la posa di un materiale naturale, il levostab.

Intervento 9 – sinistra e destra orografica: Demolizione della passerella pedonale attualmente di collegamento tra le due sponde del Leiro e delle relative rampe di accesso alla stessa, visto il rimodellamento della SP 456 e la realizzazione del nuovo ponte carrabile.

Intervento 10 – destra orografica: Ripristino mediante ricostruzione dei muri di terrazzamento soggetti a demolizione causa passaggio della pista di cantiere a servizio degli imbocchi della galleria Voltri, con finitura in pietra a secco.

Intervento 11 – destra orografica: ripristino mediante ricostruzione dei muri di terrazzamento soggetti a demolizione, con finitura in pietra a secco, o semplice rivestimento in pietra delle paratie utilizzate come opere provvisorie per la costruzione delle nuove pile da ponte per lo snodo autostradale.

Intervento 12 – destra orografica: recupero delle pavimentazioni storiche in destra orografica, a fianco del beudo esistente.

Intervento 13 – destra orografica: recupero e riposizionamento del beudo esistente in destra orografica con inserimento nel nuovo contesto caratterizzato dalla costruzione del parcheggio e della viabilità di accesso allo stesso.

Intervento 14 – sinistra e destra orografica: realizzazione di un nuovo ponte carrabile con struttura reticolare in corten a via inferiore, di collegamento tra la SP 456 e il parcheggio in destra orografica di nuova costruzione.



Figura 10-4. Intervento 14- Nuovo ponte carrabile.

Intervento 15 – destra orografica: recupero dei percorsi a sud, fino al ponte pedonale esistente, con ripristino del ciottolato esistente; recupero della zona di versante in frana.

Intervento 16 – destra orografica: realizzazione di un nuovo parcheggio sulla destra orografica, sopra le aree industriali demolite in ambito della realizzazione dello snodo autostradale; realizzazione della viabilità di accesso, interclusa tra il ponte carrabile e gli spazi antistanti le abitazioni.

Intervento 17 – sinistra orografica: rimodellamento della SP 456 con innalzamento delle quote esistenti per accedere al nuovo ponte carrabile; costruzione di una nuova rotonda in corrispondenza dell'intersezione di via Ovada con il nuovo ponte; nuovi spazi destinati a verde o ad aree di aggregazione. Scarifica e stesa dello strato di usura ove non è previsto il rimodellamento della SP esistente.

Intervento 18 – sinistra orografica: previsione di cordoli alti non sormontabili di 50 cm su tutto il marciapiede della SP 456 lato torrente Leiro, prima e dopo le modifiche altimetriche di via Ovada.



Figura 10-5. Intervento 16- Parcheggio in destra idrografica con sistemazione beudo e area pile viadotto Leiro.



Figura 10-6. Intervento 17-Nuova rotonda e ponte carrabile. Figura 10-7. Intervento 18-Rifacimento marciapiede SP456

Intervento 19 – sinistra orografica: ripristino a verde della pista di cantiere VS006 con mantenimento di uno stradello di accesso all’abitazione esistente a metà del percorso.

Intervento 20 – sinistra e destra orografica: arredo urbano dell’intero intervento di ripristino del transetto di Voltri.

Tutti gli interventi interessano una riqualificazione sia alla scala architettonica che paesaggistica con attenzione alla conservazione *dell’equilibrio ecologico e culturale* del paesaggio, in particolare per la vegetazione seguendo l’indicazione delle specie elencate nei “Criteri di intervento sui tessuti insediativi del territorio extraurbano genovese” allegato al Piano Urbanistico Comunale vigente di Genova. La progettazione e il recupero delle aree di pertinenza sarà orientata alla valorizzazione e alla salvaguardia e/o al ripristino della permeabilità dei suoli, favorendo la rinaturalizzazione delle fasce abbandonate per contenere il degrado ambientale, paesistico ed il disordine idrico, secondo una interpretazione dei caratteri tradizionali del paesaggio antropico.



Figura 10-8. Visualizzazione aerea degli interventi di progetto.

L’inserimento di un nuovo ponte carrabile di collegamento tra l’attuale SP 456 e la destra orografica garantirà maggiore accessibilità alle abitazioni attualmente servite da una sola passerella pedonale, una maggiore sicurezza per l’utenza del cimitero di Voltri e la possibilità di accedere al camminamento pedonale posto sotto i terrazzamenti, in adiacenza al beudo esistente, valorizzando via Roggia dei Molini, come zona di fruizione al di sotto del parco di Villa Duchessa di Galliera. Il ponte inoltre verrà inserito nel contesto mimetizzando la sua struttura con l’esistente, grazie alla previsione di una costruzione reticolare metallica in acciaio corten richiamante i già esistenti ponti ferroviari.

Come detto, in destra orografica si prevede l’inserimento di un parcheggio fruibile grazie alla realizzazione di una viabilità locale, racchiusa tra i terrazzamenti ripristinati in pietra e aree verdi dedicate a parchi arborei. L’input da perseguire è la realizzazione di una zona inserita nell’equilibrio culturale del paesaggio, per questo la scelta di pavimentazioni e distribuzione delle aree a disposizione è orientata verso materiali sostenibili e dal miglior mix funzionalità-sostenibilità. Tutto ciò influenza ulteriormente la scelta di mantenere un camminamento lungo tutto l’asse in destra al Leiro e in sinistra al beudo esistente, con la possibilità di fruirlo senza la presenza di barriere architettoniche non sormontabili.

10.2 CIMITERO

Il Cimitero di Voltri/Leira è situato nella frazione di Serraglio, attraversata da un tratto del torrente Leira.



Figura 10-9. Il cimitero di Voltri.

Il cimitero della Leira si incastra nel territorio negli alti argini del lungo torrente Leira, circondato da opifici dismessi. Da un lato è celato da un alto muro, ma è riconoscibile dai suoi caratteristici cipressi, la cui piantumazione risalirebbe al 1790, anno della sua apertura.

Seppur il complesso sia collocato in collina, esso si sviluppa in lunghezza più che in altezza, espandendosi a fianco e poco sopra la via carrabile (statale del Turchino), infatti è visibile un solo piano sopraelevato, a cui si giunge tramite una breve salita, che sembra essere un terrazzo.

Il lunghissimo muro è molto articolato esteriormente, con finte nicchie ed archi a tutto sesto che ricordano la recinzione del cimitero di Staglieno.

La parte più bassa funge da contenimento del terreno segato per il controllo del passaggio. L' ingresso è collocato nella parte vicina al mare, in una rientranza che permette l'accesso carrabile.

All' interno spicca una tomba piramidale, circondata da tombe a turnazione e basse tombe più antiche che si concentrano nella zona adiacente alla recinzione. Si riconoscono anche piccoli monumenti Novecenteschi con grandi lapidi appoggiate al muro interno.

Si accede alla zona monumentale tramite una lunga galleria che conduce ad un frontone centrale dallo stile neoclassico, con loculi quadrati e tombe nel pavimento. Davanti alla parte centrale si innalza il sacrario dedicato ai Partigiani. Altro elemento di spicco è l'ossario comune, ricoperto da ricordi che erano già presenti sulle tombe distrutte. Lungo il limite del terrazzo si collocano invece le tombe Ottocentesche, che si innalzano oltre il muro, dunque sono riconoscibili anche da lontano. Esse sono quasi tutte in marmo, e riprendono molto spesso i modelli già presenti nel cimitero monumentale di Staglieno.

Nel complesso il cimitero della Leira appare dunque come uno spazio ricco di elementi monumentali che si riconducono non solo a manufatti e periodi diversi, ma anche fazioni diverse della società. Come ricorda infatti C. Praga, esso accoglie sia un mondo benestante, sia un mondo più umile che ha caratterizzato l'antico borgo.

10.2.1 Progetto di Restauro Architettonico

Le opere ricadono all'interno di impianto cimiteriale (area demaniale) prima categoria in attività ad uso cittadino.

Gli interventi consistono in:

- 1) Restauro fronte principale cimitero (parete semplice in pietra)
- 2) Restauro fronte principale cimitero (parete complessa)
- 3) Restauro parete contro terra accesso sud
- 4) Restauro pareti in intonaco edificio principale accesso sud
- 5) Rifacimento pavimentazione accesso sud
- 6) Restauro giunto timpano galleria
- 7) Rifacimento pavimentazione vialetti

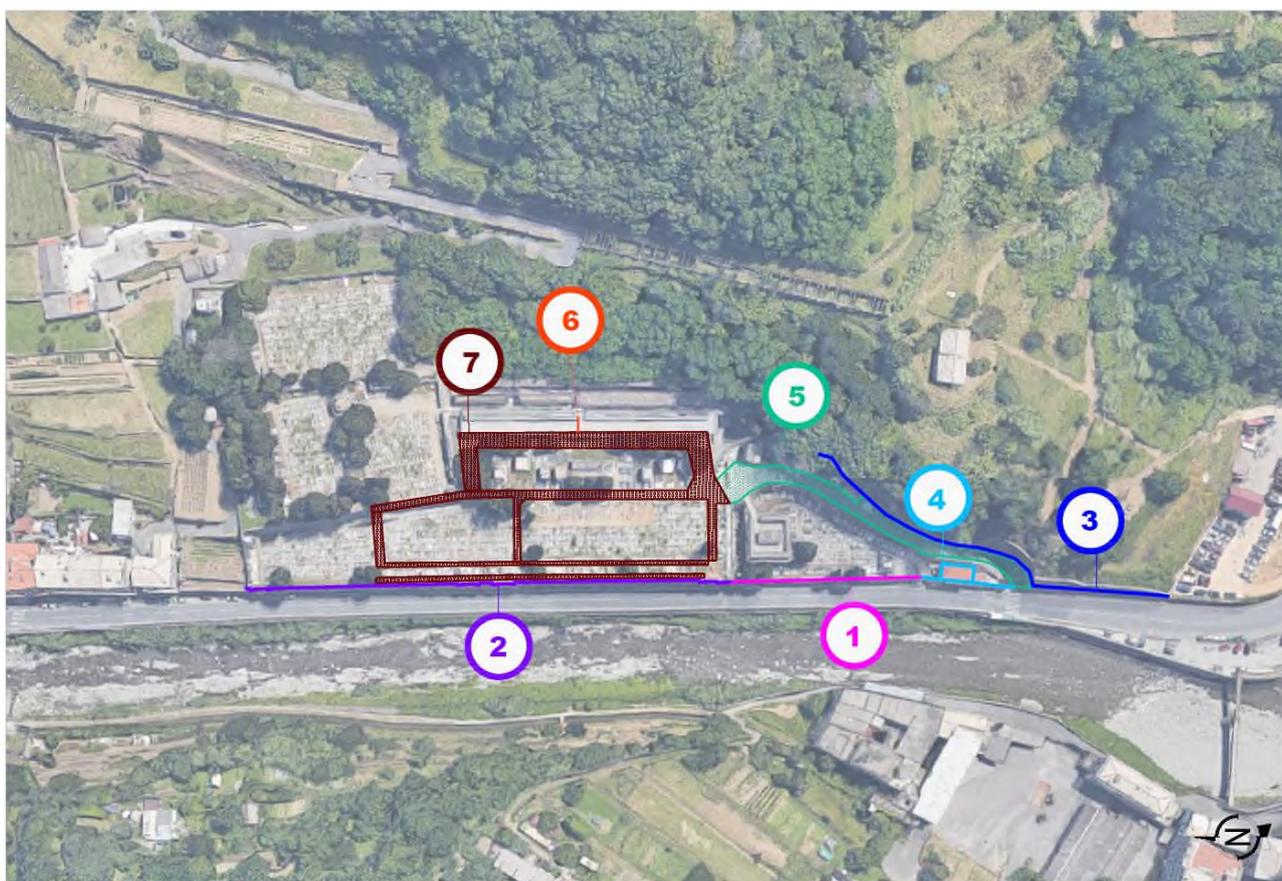


Figura 10-10. Localizzazione interventi di restauro e ripristino area cimitero.

In riferimento al fronte principale del cimitero lungo la via Ovada, si evidenzia la necessità di un restauro del tratto di parete semplice con rivestimento in pietra (intervento 1), tramite eliminazione della vegetazione presente, lavaggio e ripresa delle eventuali fessurazioni e giunti. Non sono previsti scavi sul lato contro terra del cimitero.

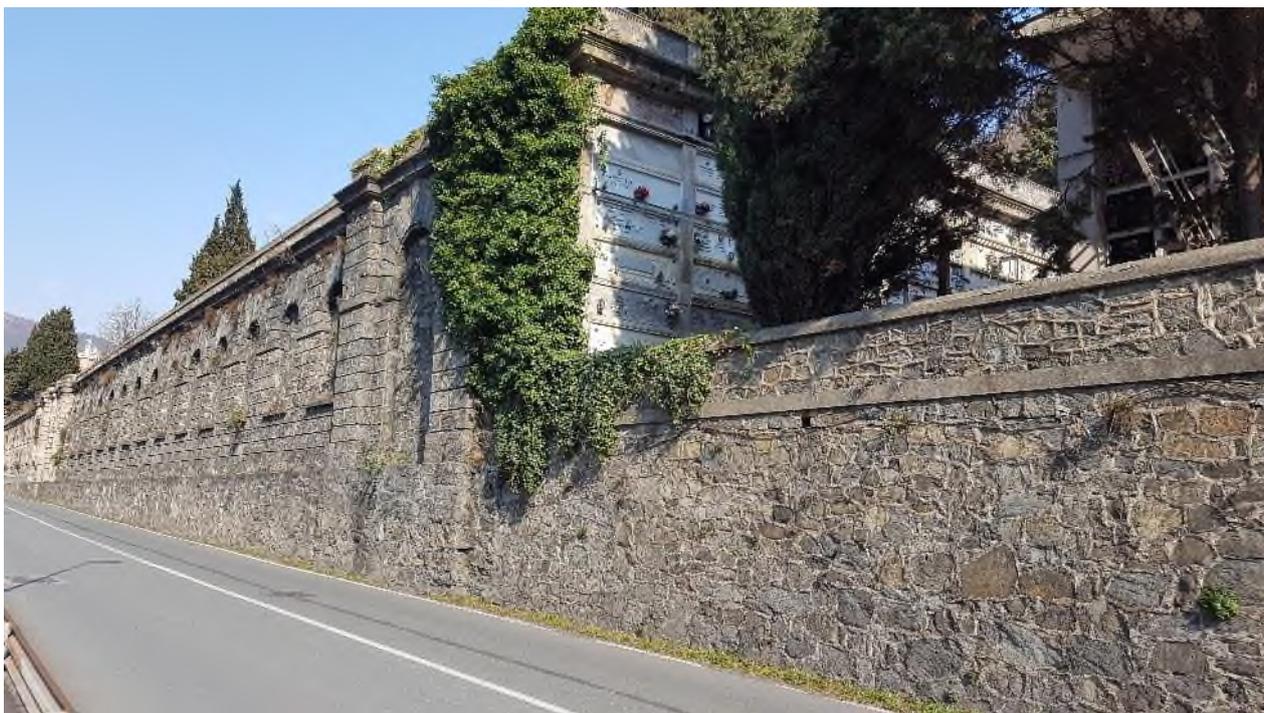


Figura 10-11. Intervento 1- Fronte principale, parete con rivestimento in pietra.

Sempre riferendosi al fronte principale del cimitero lungo la via Ovada, anche il tratto di muratura complessa sita a nord rispetto al muro in pietra, necessita di un restauro (intervento 2), in particolare l'eliminazione della vegetazione, il ripristino delle parti in intonaco ammalorato. La ricostruzione delle modanature danneggiate o mancanti, lo spicconamento e ripresa delle fessurazioni e cavillature, il lavaggio (e/o sabbiatura della facciata per la eliminazione delle parti non fissate e la nuova tinteggiatura. Anche in questo caso, non sono previsti scavi sul lato contro terra del cimitero.

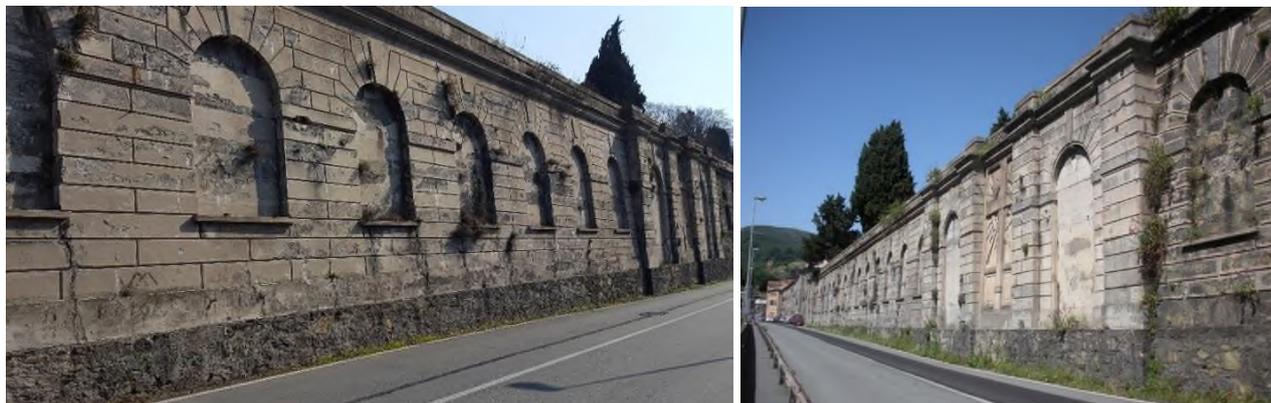


Figura 10-12. Intervento 2- Fronte principale, parete complessa.

L'intervento 3, tratta il ripristino della parete contro terra in cemento posta all'interno del cimitero all'accesso sud, e del tratto di parete in opus incertum, adiacente a detto accesso lungo la via Ovada, confinante con l'area demolizioni auto.

Per il tratto in opus incertum, trattasi di semplice pulizia tramite lavaggio e/o sabbiatura ed eventuale sostituzione delle parti ammalorate in pietra se presenti.

Per quanto riguarda la parete in cemento contro terra essendo a scarpa l'azione del dilavamento delle acque meteoriche, unita all'azione della vegetazione ha contribuito al degrado della suddetta parete. Il restauro prevede l'eliminazione della vegetazione presente, la spicconatura delle parti ammalorate o in fase di distacco, lo smontaggio della linea elettrica presente, la sabbiatura e successivo ripristino delle parti ammalorate tramite applicazioni di cemento a spruzzo o similari.



Figura 10-13. Intervento 3- parete contro terra, accesso sud.

Anche per il restauro delle pareti intonacate e tinteggiate oggetto di un deciso dilavamento nel tempo, saranno messe in atto lavorazioni simili a quelle adottate per la muratura complessa (intervento 4), facendo particolare attenzione agli eventuali danneggiamenti provocati da eventuali infiltrazioni o perdite degli impianti idraulici presenti. Saranno spicconate le parti di intonaco ammalorato, rasciate e lavate le facciate e successivamente tinteggiate. La parete nord è rivestita da lastre in lavagna, verranno sostituite o integrate le lastre rotte o mancanti e successivamente la facciata verrà lavata con getto a pressione.



Figura 10-14. Intervento 4- Edificio principale, accesso sud.

L'attuale pavimentazione in asfalto verrà ripristinata tramite scarificazione e rifacimento con nuovo strato di usura, con l'intervento 5. Prima del rifacimento della pavimentazione, sarà realizzato un piccolo scavo per il posizionamento di cavidotto che accoglierà una nuova linea elettrica in sostituzione di quella eliminata dalla parete adiacente.

L'intervento 6 invece interessa il giunto del timpano della galleria del colombaio. Trattasi di giunto di dilatazione esistente che divide i due tratti della galleria. Detto giunto è in corrispondenza del timpano dell'accesso principale della galleria. Le parti degradate da infiltrazioni in corrispondenza del giunto, sono localizzate sia in fregio al timpano nella parte alta, sia sulla parete di fondo della galleria ove sono presenti i loculi cimiteriali. Sulla copertura della galleria, in particolare in corrispondenza delle colombaie di più recente realizzazione, dovrà essere verificata la presenza di infiltrazioni tramite lo smontaggio della pavimentazione, la verifica di tenuta della guaina (se presente), il ripristino del giunto a tenuta e la ripavimentazione.

In corrispondenza della facciata del timpano, si dovrà spicconare ed asportare le parti di intonaco ammalorate ed in fase di distacco, il ripristino del giunto con profilo plastico o metallico e la tinteggiatura.

In corrispondenza della parete dei loculi, si dovranno ripristinare le cornici in pietra delle celle nei pressi del giunto, il ripristino del giunto stesso tramite eliminazione dell'intonaco o cemento degradato, il ripristino degli spigoli e la copertura del giunto con lamina in rame.

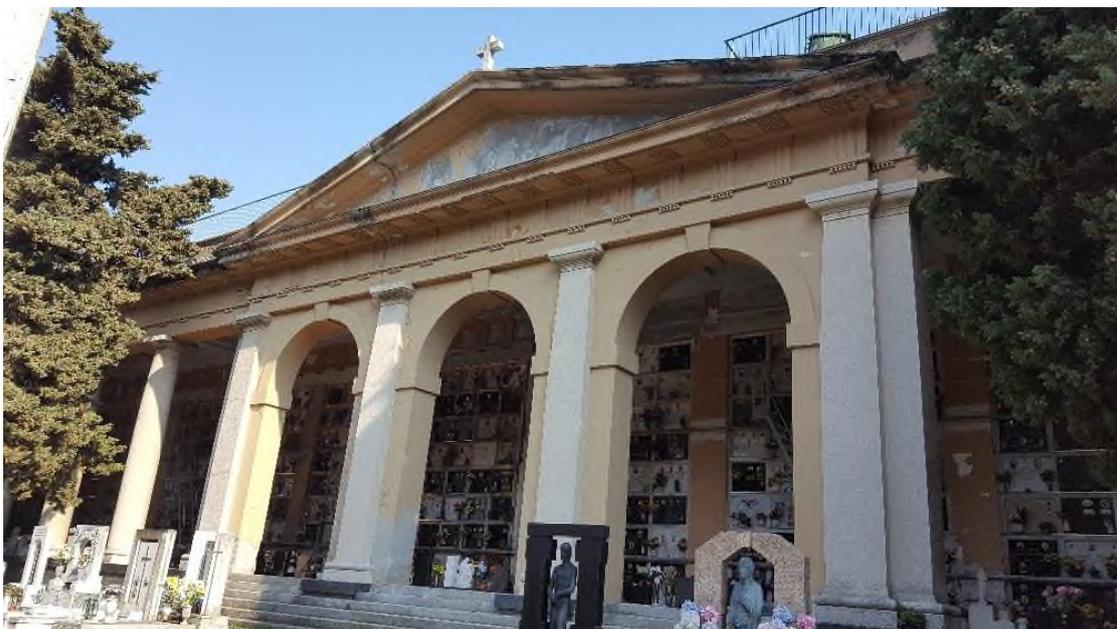


Figura 10-15. Intervento 6- Giunto timpano galleria colombaio

L'intervento 7 è atto al ripristino e consolidamento delle pavimentazioni e dei vialetti interni del cimitero. Allo stato attuale solo alcune pavimentazioni si presentano in ciottolato storico tipico delle zone a maggior pregio paesaggistico-ambientale, come visibile nella figura.

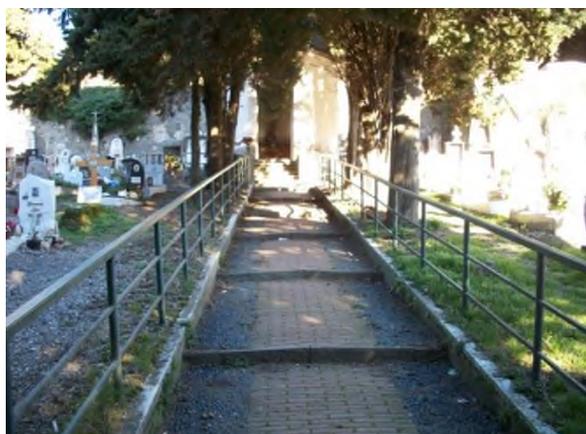


Figura 10-16. Intervento 7- Vialetti interni.

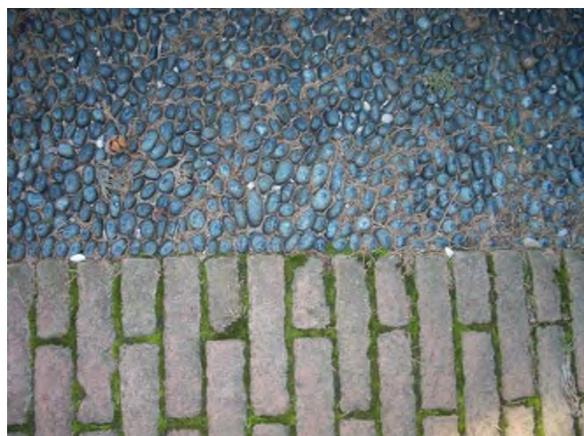


Figura 10-17. Dettaglio pavimentazione.

I restanti vialetti sono identificabili con i fondi in ghiaia tipici degli insediamenti cimiteriali, come visibile dalla seguente figura.

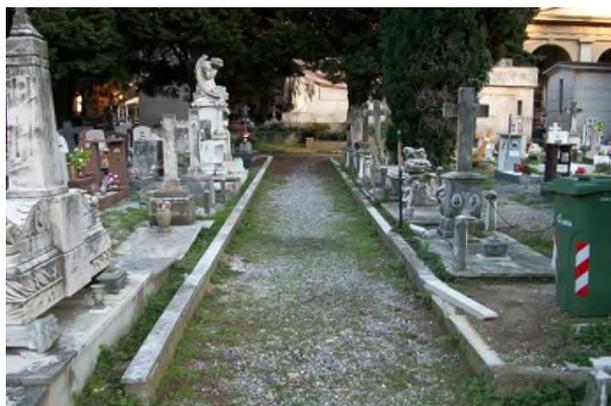


Figura 10-18. Intervento 7- Vialetti interni, tipica pavimentazione cimiteriale

Le opere consistono nella pavimentazione in terra e inerti stabilizzati tipo Levostab 99 effetto ghiaia naturale, dei vialetti di coronamento dei campi.

La scelta dei materiali impiegati corrisponde ad esigenze di compatibilità ambientale, conservando inoltre un adeguato potere drenante nel terreno trattato. Si provvederà inoltre ad effettuare in merito una scelta di materiali con effetto visivo finale simile a quelli già impiegati nei restanti percorsi interni cimiteriali e di fatto qualitativamente adeguati al contesto.

Nello specifico degli interventi non sono previste opere di nuova messa a dimora di alberi di essenze già presenti, considerando anche che non potrebbero essere sopportate riduzioni di spazi di sepoltura (fosse), o limitazioni all'impiego di macchine operatrici (scavatori).

11 RIPRISTINO VIABILITÀ DI SERVIZIO E CANTIERI

11.1 CANTIERIZZAZIONI: STRATEGIE PROGETTUALI E DI RIPRISTINO

Il progetto esecutivo del ripristino delle VCN (viabilità di servizio provvisorie) e delle ACN (aree di cantiere provvisorie) risponde alle richieste della Relazione Ottemperanze Decreto VIA 282014 - Prescrizione B2, con interventi di mitigazione dotati di particolare attenzione riguardo agli aspetti paesaggistici del territorio esistente. La sistemazione finale di ciascun intervento è emersa da uno studio approfondito della morfologia dei luoghi rilevati in situazione ante operam, alterati, successivamente, dagli scavi necessari per la realizzazione delle viabilità di servizio e dalle aree di cantiere. Tale studio è stato di fondamentale importanza nel progettare gli interventi volti, in prima fase, alla demolizione delle opere di sostegno delle viabilità di servizio con relativo sgombero e, in seconda fase, alla realizzazione della sistemazione definitiva con restituzione di una morfologia conforme il territorio circostante. Per quanto riguarda le aree di cantiere l'intervento progettuale di ripristino consiste nella rimozione dei manufatti e delle attrezzature, rimozione dei pavimentati e restituzione secondo morfologia ante operam.



Figura 11-1. Fotosimulazione fase cantiere area Genova Est - Campursone

L'obiettivo principale del progetto, in generale, è quello di produrre interventi omogenei e integrati col paesaggio che li ospita. Questo proposito, valido per tutti gli interventi in oggetto, ha indirizzato la scelta progettuale della sistemazione definitiva verso uno studio il più possibile "naturale" o almeno in continuità paesistica con gli elementi contermini, ed ha influenzato l'aspetto formale della ricostruzione dei fronti collinari. Il progetto si confronta con una valutazione del territorio nella sua integrità: il rapporto delle nuove sistemazioni con le morfologie presenti nell'intorno, la vegetazione autoctona ed infine la percezione di omogeneità e continuità del paesaggio.



Figura 11-2. Terrazzamenti nell'area di Genova (Borzonasca).

I fronti di scavo, emersi causa rimozioni manufatti, sono stati per quanto possibile ricoperti con misurati movimenti di terra a formare scarpate e berme che hanno consentito di ricucire un'area alterata dalla presenza delle attività di cantiere. Per motivi progettuali inerenti alla mancanza e necessità di spazio, in alcuni casi si è fatto uso di fronti realizzati con muri in terra rinforzata. Tale tecnica costruttiva permette di sostenere notevoli volumi di terreno con un paramento a vista trattato a verde e fortemente inclinato. Si determina un disegno morfologico analogo a quello rappresentato dai terrazzamenti, metodo tipico di modellazione del territorio circostante. L'intervento progettuale prevede il rivestimento del paramento a vista delle paratie rimaste scoperte e dei muri in C.A. in pietra naturale, che simulano i muretti a secco spesso impiegati nelle opere di terrazzamento. In eventuali aree, dove gli scavi rimangono scoperti dal rimodellamento morfologico, è previsto un intervento di ripristino vegetativo mediante intasatura con miscele di idrosemina: materiali idonei per garantire la stabilità del versante.

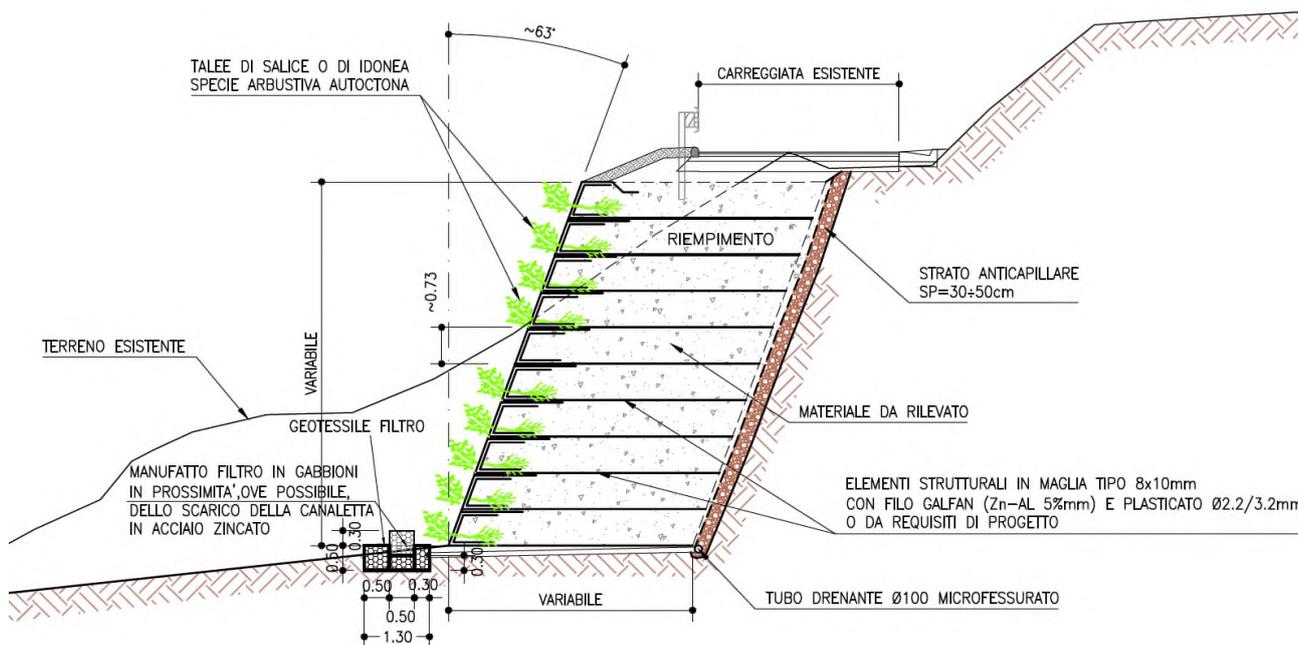


Figura 11-3. Sezione trasversale di muro in terra rinforzata verde.



Figura 11-4. Esempio di realizzazione terra rinforzata verde.

Il progetto di ripristino prevede, in alcuni casi, per le viabilità di servizio definitive e le aree di cantiere, l'utilizzo, per il manto di usura, di asfalto colorato con tonalità terra (sterrato). L'intervento prevede la rimozione della sede stradale utilizzata per i lavori di cantiere, e la successiva sostituzione con un nuovo pacchetto stradale, composto da uno strato di base, uno strato di collegamento (binder) e lo strato di usura. Lo strato di calpestio è formato da inerti colorati miscelati con bitume trasparente, materiali molto resistenti e duraturi nel tempo.

Talvolta sono previsti percorsi pedonali che vengono restituiti con trattamento mediante inerbimento.



Figura 11-5. Esempio colorazione manto d'usura delle viabilità permanenti.

11.1.1 VIABILITA' DI SERVIZIO

Le viabilità di servizio previste nel progetto di ripristino, oltre a quelle già incluse nei progetti di sistemazione finale degli imbocchi sono:

- **VS01.** Viabilità di servizio Vesima - Viabilità di accesso cantieri viadotti Beo-Frana: la viabilità in esame è in corrispondenza del cantiere CO01U;
- **VS03.** Viabilità di servizio Voltri - Viabilità di accesso cantiere piazzale gallerie Borgonuovo e Bric del Carmo.
- **VS04.** Viabilità di servizio Voltri - Viabilità di accesso ai cantieri di imbocco della galleria Voltri: la viabilità in oggetto, costituita da sei rami (denominati B, C e D, B1, B2, B3) per uno sviluppo complessivo di 1.620 m circa, realizza l'itinerario per l'accesso alle aree dei cantieri d'imbocco lato Est ed Ovest delle gallerie Voltri e Ciocia/Delle Grazie, unitamente alla connessione con l'autostrada A26 esistente;
- **VS19.** Viabilità di servizio Voltri - Viabilità di accesso alle pile del viadotto Cerusa: la viabilità in oggetto, costituita da due rami A e B per uno sviluppo complessivo pari a circa 200 ml, consente il raggiungimento della pila lato Savona del viadotto Cerusa a partire dalla viabilità locale di Voltri, ovvero da Via delle Fabbriche;
- **VS05.** Viabilità di servizio Voltri - Viabilità di inversione di marcia A26: la viabilità in esame di lunghezza 525 m assicura, con lo scavalco dell'autostrada A26 all'altezza dell'imbocco sud dell'esistente Galleria del Pero Grosso, consentendo la manovra di immissione in autostrada in direzione Genova Voltri per i mezzi di lavoro in uscita dal cantiere IB04B dell'imbocco lato Alessandria della Galleria Ciocia;
- **VS06.** Viabilità di servizio Voltri - Viabilità di accesso ai cantieri dell'imbocco SV delle gallerie Amandola: il ramo principale di estensione 760 m circa fornisce il collegamento del cantiere IB06A dell'imbocco Savona delle Gallerie Amandola alla rete stradale locale e in particolare con la SP456 Via Ovada della zona di Voltri. Tale intervento è di nuova realizzazione;
- **VS09.** Viabilità di servizio Genova Est - Viabilità di collegamento tra gli imbocchi della galleria Campursone: la viabilità in esame, di sviluppo complessivo 710 m circa assicura il collegamento tra la rampa di uscita per i veicoli provenienti da Genova Ovest e le rampe di immissione nelle direzioni Genova Ovest e Livorno;
- **VS11.** Viabilità di servizio Voltri – Pista di cantiere per l'accesso all'imbocco della galleria Delle Grazie (lato Parco): si è resa necessaria la realizzazione di una pista di cantiere che consenta di raggiungere le pile e la spalla del viadotto senza interessare la viabilità del Parco. Il percorso della pista ha origine in corrispondenza della viabilità di fondovalle esistente (via Ovada) in corrispondenza di un parcheggio. La pista di cantiere, ricalcando nel tratto iniziale una pista esistente, attraversa mediante un guado il torrente Leiro, per poi salire lungo il versante fino alla quota di imposta delle fondazioni delle pile e della spalla del viadotto in ampliamento. La lunghezza complessiva risulta essere di circa 390 m;
- **VS12.** Viabilità di servizio Cornigliano – Collegamento tra il cantiere CI-04 e la colmata dell'Opera a Mare. La VS12 realizza un corridoio di collegamento, lungo circa 1.400 ml, tra l'area di cantiere in sponda al Polcevera e l'area dell'opera a mare: dopo un tratto a raso la viabilità sovrappassa su viadotto il piazzale dello stabilimento per poi allinearsi sul sedime del "canale di raffreddamento". In questo tratto la livelletta si abbassa per sottopassare alcuni attraversamenti stradali e ferroviari a raso. Prima dell'Opera a Mare la livelletta torna in quota per scavalcare una serie di binari ferroviari prossimi alla banchina. Il tracciato altimetrico risulta quindi complesso, anche per la necessità di inserirsi tra i limiti imposti dal franco sottostante le strutture e dal cono di atterraggio dell'aeroporto;
- **VS18.** Viabilità di servizio Torbella: tale viabilità, in configurazione finale (ramo B), garantisce l'accesso alle cabine impianti a servizio delle gallerie dell'area Torbella;

- **VS15.** Viabilità di servizio Voltri - Viabilità Torrente Leiro: presenta uno sviluppo complessivo pari a circa 100 m, è situata nell'alveo del torrente Leiro e consente, tramite il collegamento delle strade d'argine esistenti, l'accesso alle aree di cantiere dedicate alla realizzazione delle opere dei viadotti Leiro Est e Leiro Ovest. Inoltre consente il collegamento tra i cantieri d'imbocco CI21 e CI24 dove si trovano le spalle lato Savona e lato Genova dei viadotti stessi. La viabilità è caratterizzata da una sezione stradale tipo di larghezza 4.00 m ed è interamente realizzata con materiale da rilevato erodibile in funzione dei possibili eventi di piena. Per la pavimentazione stradale non è previsto l'impiego di conglomerati bituminosi;
- **VS33.** Pista di cantiere per lo slurrydotto: il percorso dell'infrastruttura dello slurrydotto segue l'andamento dell'alveo del torrente Polcevera in sponda dx, da Bolzaneto fino alla sua foce, in corrispondenza della quale è prevista la realizzazione di un'area di cantiere destinata alla gestione della realizzazione dell'opera a mare e del materiale da conferirvi. La pista VS33 – lunga circa 6.700 ml - consentirà la costruzione e la manutenzione dello slurrydotto e delle stazioni di rilancio disposte lungo il torrente.
- **VS20.** Viabilità di servizio per pile viadotto Leiro: è caratterizzata da una unica tratta stradale di sviluppo complessivo pari a 428.90m e consente sia gli accessi ai cantieri di imbocco della galleria Voltri che alle aree di cantiere necessarie per la realizzazione delle fondazioni delle pile del viadotto Leiro;
- **VS21.** Viabilità di servizio per pile viadotto Cerusa: è caratterizzata da due rami, di sviluppo complessivo pari a 222 metri e consente gli accessi alle aree di cantiere necessarie per la realizzazione delle fondazioni delle pile Pi dei viadotti Cerusa Est ed Ovest;
- **VS22.** Viabilità di servizio per accesso al cantiere CO09U, relativo alla pila del viadotto Genova entro l'area Ortomercato, di sviluppo complessivo pari a 159 m e con un'opera di scavalco dell'esistente via Bruzzo di 27,40 m di luce;
- **VS23.** Viabilità di servizio di collegamento dei cantieri di imbocco galleria Monterosso Est (CI013) e del cantiere slurrydotto (CI014), che sfrutta l'esistente ponte sul Rio Burla poco prima della sua confluenza nel Torrente Polcevera;

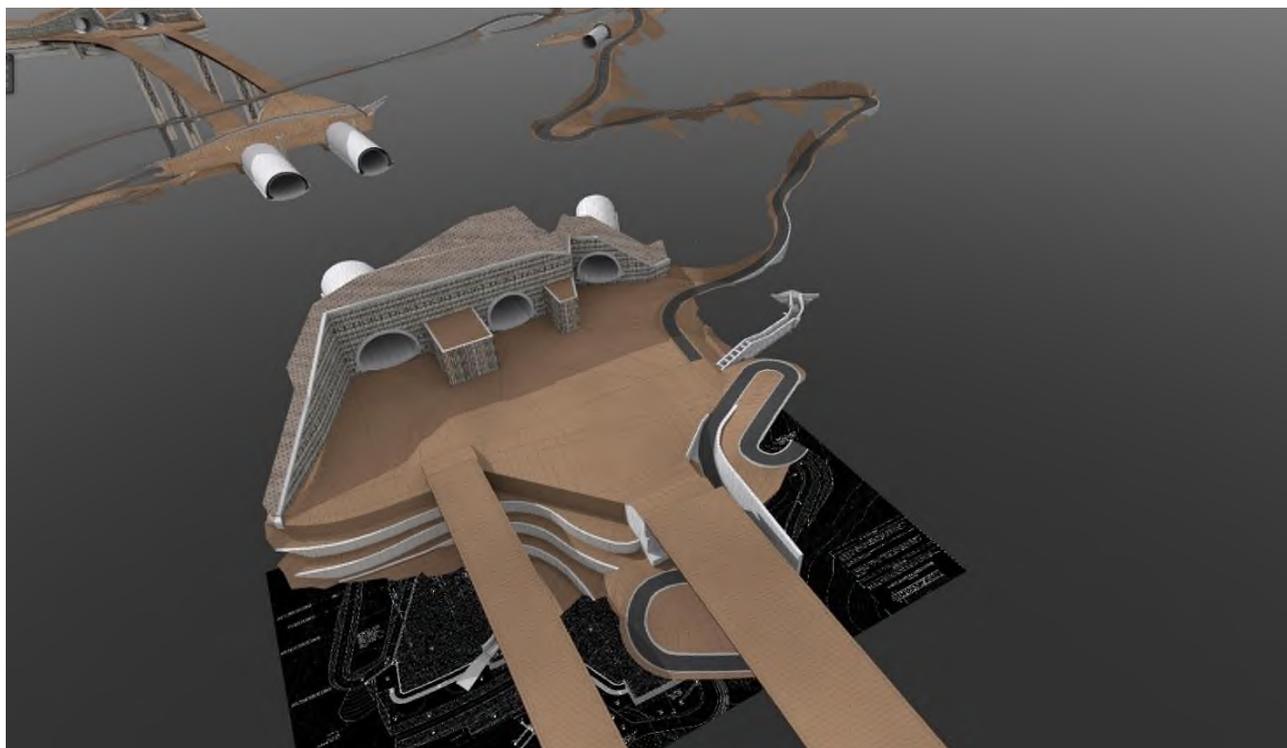


Figura 11-6. Simulazioni di studio per cantieri e viabilità di servizio.

Al fine di una migliore integrazione nel contesto sono state previste, in fase di progettazione, le seguenti soluzioni progettuali adeguate e/o adattate ad ogni viabilità nella sua specificità. Per le scelte specifiche e di dettaglio si rimanda agli elaborati specialistici (AUA e SUA) di riferimento.

- Rivestimento dei paramenti muri in C.A. e di tutti i manufatti di sostegno/scavo rimasti esterni al rimodellamento morfologico, con pietra naturale locale
- Realizzazione di terre verdi rinforzate al fine di:
 - Ridurre la superficie sottratta per la realizzazione di scarpate di contenimento
 - Possibilità di simulare il disegno morfologico a terrazzamenti di alcuni paesaggi
 - Possibilità di inerbimento del fronte
- Pavimentazione e geometrie delle viabilità di servizio da mantenere:
 - Ottimizzazione delle forme evitando spigoli vivi
- Riduzione salti di quota eccessivi tramite:
 - Introduzione di scarpate artificiali con pendenza lieve o di pareti in terra rinforzata verde
- Ripristino con un maggior grado di approssimazione delle pendenze dei versanti nello stato anteoperam, attraverso la realizzazione di rilevati in terreno con pendenza 2/3 per meglio raccordarsi al terreno esistente, garantendo un andamento della pendenza in linea con la giacitura naturale limitrofa
- Demolizione parziale o totale di strutture verticali di qualsiasi tipo, e sostituzione delle stesse con scarpate artificiali a pendenza lieve, piantumabili con specie arbustive e arboree, o, quando necessario, con pareti in terra rinforzata finite a prato
- Demolizione integrale della piattaforma stradale (mando + sottofondo) e rimozione delle barriere stradali
- Ripristino idraulico impluvi esistenti o di progetto



Figura 11-7. Esempio Ripristino VS06 e cantieri Area Voltri – Stato Ante-Operam



Figura 11-8. Esempio Ripristino VS06 e cantieri Area Voltri – Stato Cantiere



Figura 11-9. Esempio Ripristino VS06 e cantieri Area Voltri – Stato Post-Operam

11.1.2 AREE DI CANTIERE

A seguire l'elenco delle aree di cantiere (CO-CI) da ripristinare.

Sono aree di dimensioni importanti destinate generalmente ad ospitare gli impianti maggiori (betonaggio, frantumazione, ...) a servizio di più imbocchi o siti di lavoro. E' quindi necessario collocarli in aree pianeggianti ben servite dalle viabilità, per cui sono spesso vicini a zone urbanizzate o direttamente prospicienti l'autostrada esistente e possono interferire con l'ambiente circostante. In quest'ultimo caso il loro impatto deve essere mitigato con l'adozione degli opportuni apprestamenti (barriere antirumore, coibentazione totale degli impianti,...). La maggiore concentrazione di cantieri industriali è presente nella Valpolcevera nei pressi dello svincolo di Bolzaneto, dove si affacciano i cantieri ubicati in sponda dx e sx del torrente.

I cantieri di questo tipo previsti possono essere così brevemente descritti:

- **CO01U** – Viadotto Beo – Frana: è situato in fregio all'autostrada A10 – direzione Genova ed è costituito da due aree 'A' e 'B' poste altimetricamente in continuità con la quota della piattaforma stradale;
- **CO02U** – Viadotti Vesima: è situato in corrispondenza dei viadotti Vesima esistenti ed è costituito da un ritombamento dell'impluvio esistente finalizzato alla creazione di un piano di lavoro per le opere di ampliamento dei viadotti sopra citati;
- **CI003** – Viadotti e gallerie Voltri: è situato all'interno dell'area portuale di Voltri ed occupa una superficie pressoché pianeggiante. Dal punto di vista operativo si evidenzia una zona centrale opportunamente delimitata da recinzioni dedicata alla produzione di calcestruzzo. L'impianto di betonaggio è costituito da: un piazzale di scarico degli inerti e da un'area di stoccaggio degli stessi, un'area di miscelazione del calcestruzzo, insonorizzato, con silos per cementi e additivi e da un'area per il carico delle betoniere;
- **CI004** – Opera a mare: è situato all'interno dell'area portuale nei pressi della foce del torrente Polcevera in destra idrografica ed occupa una superficie pressoché pianeggiante. Dal punto di vista operativo si distinguono 4 zone: l'area di caratterizzazione, l'area di impianto betonaggio, l'area dell'impianto di depurazione delle acque del canale di calma e l'impianto di frantumazione e produzione dello "slurry";
- **CO03L/CO03C** – Viadotti Leiro e Cerusa: situati in sponda idrografica sinistra dei torrenti Leiro e Cerusa costituiscono aree funzionali alla realizzazione dei viadotti medesimi;
- **CO18W** – Demolizione rampa elicoidale: è situato in corrispondenza della rampa elicoidale esistente che, provenendo da Ovest lungo l'autostrada A10, subito dopo il viadotto Morandi, consente l'immissione sulla autostrada A7 in direzione Milano. In fase di progetto il raccordo A10 – A7 dir. MI avverrà mediante nuovi rami di svincolo, si prevede pertanto la dismissione e la demolizione di tale rampa;
- **CO09U** – Viadotto Genova Pila 2: è situato in fregio al Mercato ortofrutticolo ad Ovest ed è dedicato alla realizzazione della pila 2 del viadotto Genova. Tra le sistemazioni per tale area si prevede la realizzazione di un'apposita opera di scavalco affiancata a quella ferroviaria;
- **CI010** - Logistica Viadotti e gallerie: situato in sinistra idrografica del torrente Secca ed immediatamente a Nord del Mercato ortofrutticolo; occupa una superficie che sarà ricavata previa demolizione del fabbricato esistente. Dal punto di vista operativo il cantiere sarà dedicato ad area logistica e di stoccaggio;
- **CO11V** – Viadotto Mercantile: è situato in sinistra idrografica del torrente Secca ed immediatamente a Nord della rotatoria sulla Via Sardorella. Dal punto di vista operativo il cantiere sarà destinato alla produzione di calcestruzzo;
- **CI013** – Imbocco frese: tale area costituisce uno dei due punti nodali del sistema di cantierizzazione del Nodo stradale ed autostradale di Genova. E' situato in destra idrografica del torrente Burla, immediatamente a monte della confluenza di tale torrente nel Polcevera. Dal punto di vista operativo il cantiere CI013 sarà

dedicato alla realizzazione della spalla lato Savona del viadotto Genova e ad area di assemblaggio delle TBM che verranno impiegate per lo scavo della gronda;

- **CI014** – Impianti frese: tale area costituisce il secondo dei due punti nodali del sistema di cantierizzazione del Nodo stradale ed autostradale di Genova ed è situato in sinistra idrografica del torrente Burla anch'esso immediatamente a monte della confluenza del tale torrente nel Polcevera. Dal punto di vista operativo sarà invece dedicato alla realizzazione degli impianti di caratterizzazione e trattamento dei materiali amiantiferi provenienti dalla gronda e dallo scavo delle gallerie dello svincolo di Voltri;

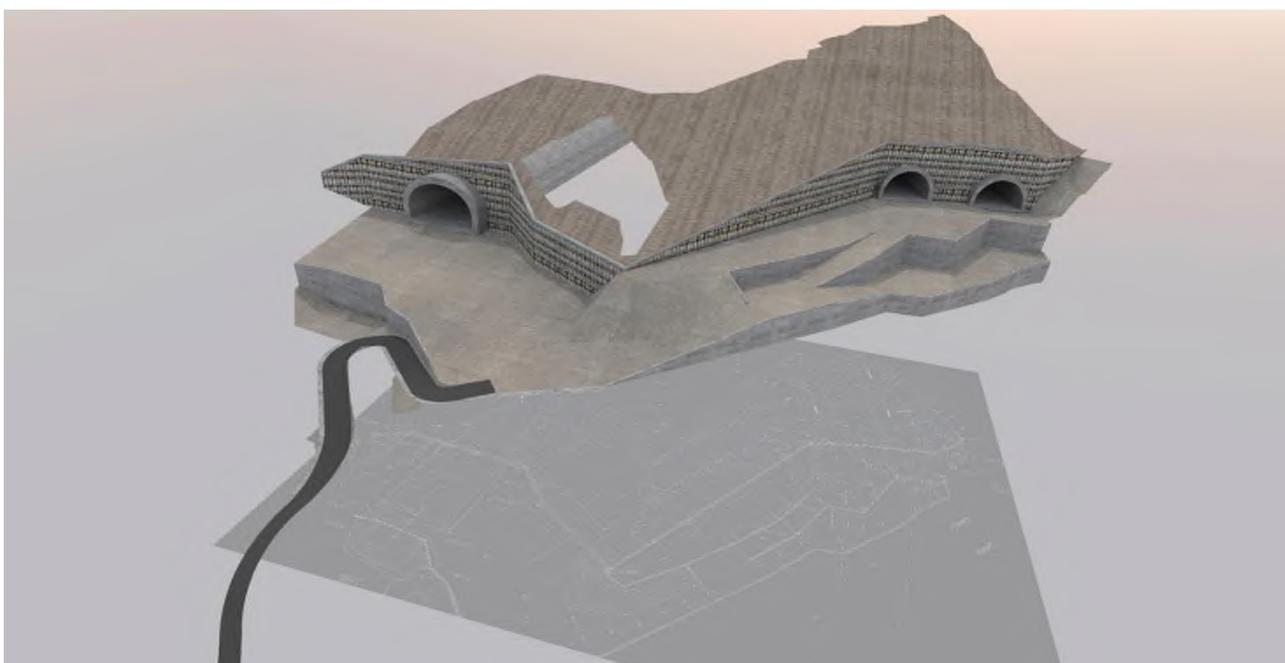


Figura 11-10. Simulazioni di studio per aree di cantiere in prossimità degli Imbocchi Monterosso Est (sopra) e Forte Diamante Nord (sotto).

Al fine di una migliore integrazione nel contesto sono state previste, in fase di progettazione, le seguenti soluzioni progettuali adeguate e/o adattate ad ogni cantiere nella sua specificità. Per le scelte specifiche e di dettaglio si rimanda agli elaborati specialistici (AUA e SUA) di riferimento.

- Riduzione salti di quota eccessivi tramite:
 - Introduzione di scarpate artificiali con pendenza lieve
- Ripristino con un maggior grado di approssimazione delle pendenze dei versanti allo stato anteoperam, attraverso la realizzazione di rilevati in terreno con pendenza 2/3 per meglio raccordarsi al terreno esistente, garantendo un andamento della pendenza in linea con la giacitura naturale limitrofa
- Smantellamento di tutte le strutture o i residui delle strutture e attrezzature di cantiere, quali basamenti, plinti di fondazione e opere di recinzione
- Demolizione parziale o totale di strutture verticali di qualsiasi tipo, e sostituzione delle stesse con scarpate artificiali a pendenza lieve, piantumabili con specie arbustive e arboree, o, quando necessario, con pareti in terra rinforzata finite a prato
- Rivestimento dei muri in C.A. e delle paratie, rimasti esterni al rimodellamento morfologico, con pietra naturale locale
- Ripristino del manto stradale per i cantieri da ripristinare a pavimentazione o demolizione integrale del piano carrabile di cantiere (mando + sottofondo) e ripristino a verde

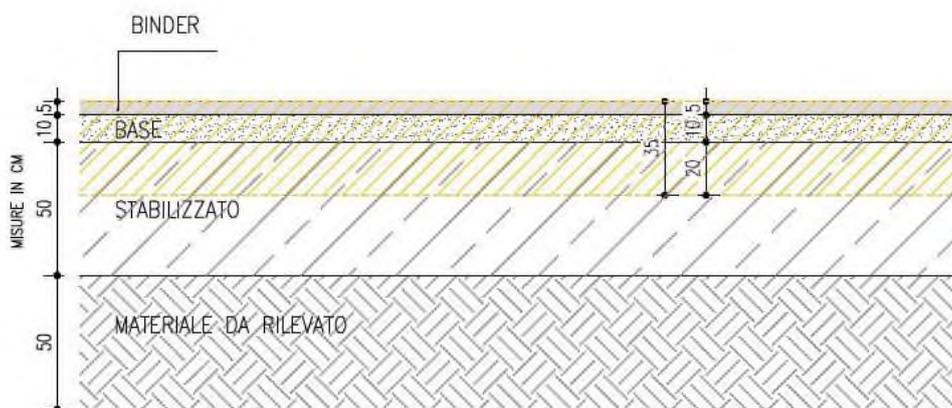


Figura 11-11. Esempio di pavimentazione di cantiere di cui demolire lo strato superficiale del manto.

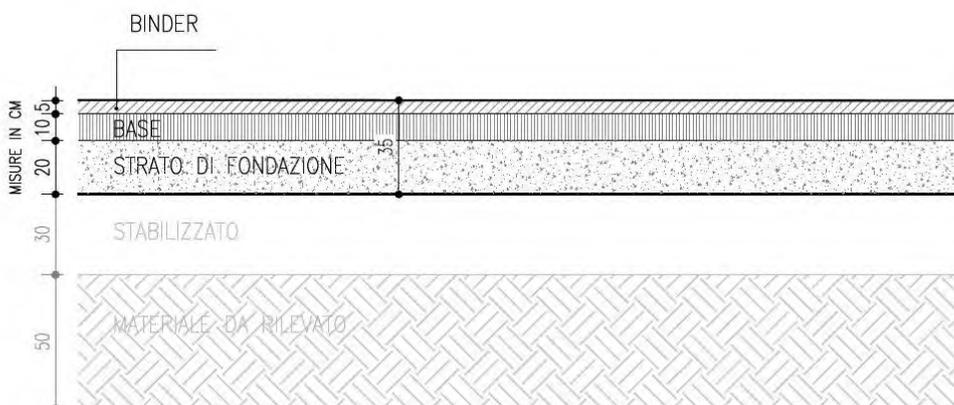


Figura 11-12. Esempio di pavimentazione di cantiere ripristinata.

12 BARRIERE ACUSTICHE

12.1 PREMESSA

Il presente elaborato riguarda la descrizione del progetto esecutivo delle barriere acustiche da realizzarsi nell'ambito del nuovo intervento, definito Gronda.

Al fine di valutare adeguati sistemi di abbattimento del rumore è stato svolto uno specifico studio per l'analisi dell'impatto acustico derivante dal traffico transitante sulla nuova viabilità in progetto.

Obiettivo principale dello studio acustico è stato infatti il corretto dimensionamento funzionale delle barriere acustiche, coerente con le prescrizioni tecnico-legislative e con i vincoli progettuali.

Lo studio acustico ha ripreso ed aggiornato le elaborazioni eseguite per lo Studio di Impatto Ambientale sottoposto a procedura di Valutazione di Impatto Ambientale e del successivo Progetto Definitivo.

Per le elaborazioni acustiche è stato utilizzato un modello matematico di simulazione acustica, Soundplan 8.0, opportunamente tarato attraverso una specifica campagna di misurazioni fonometriche, con il quale è stato possibile evidenziare su tutti i ricettori considerati il valore dei livelli sonori determinati dalle emissioni acustiche del traffico, ottenendo in questo modo l'output sulla base del quale sono stati simulati gli effetti mitigativi delle barriere acustiche.

Al fine di inquadrare i temi di lavoro, va messo in evidenza che l'opera in progetto corre per la sua maggior parte in sotterraneo, risultando in superficie solo in sette aree di limitata estensione, identificate come "aree di intervento".

Aree con tratti allo scoperto	Assi autostradali di riferimento
Vesima	Interconnessione A10 – Gronda di ponente
Voltri	Interconnessione A26 – Gronda di ponente
Varenna	Gronda di ponente
Bolzaneto	Interconnessione Gronda di Ponente – A7
Torbella	Interconnessione A7 – A12
Genova Est	Adeguamento svincolo Genova Est
Morandi	Interconnessione A7 – A10 – Ponte Morandi
Genova Ovest	Interconnessione A7 – A10

Figura 12-1. Tabella Aree di intervento

Per quanto riguarda la fase di esercizio, la metodologia di lavoro adottata ha previsto le seguenti attività:

- caratterizzazione delle sorgenti acustiche presenti e del clima acustico attuale;
- analisi di strumenti di pianificazione;
- censimento dei ricettori;
- analisi della situazione post operam attraverso la stima dei livelli di rumore per tutti i ricettori e a tutti i piani di essi all'orizzonte temporale 2040 con le opere di progetto realizzate
- confronto dei valori di simulazione ai ricettori con i limiti indicati dalla normativa di settore e dalla pianificazione locale e valutazione della necessità di inserire interventi antirumore lungo gli assi stradali di progetto, nelle situazioni con valori post operam superiori alle soglie;
- analisi della situazione post mitigazione attraverso la stima dei livelli di rumore per tutti i ricettori e a tutti i piani di essi con le opere di progetto realizzate e il dimensionamento degli interventi di mitigazione acustica.

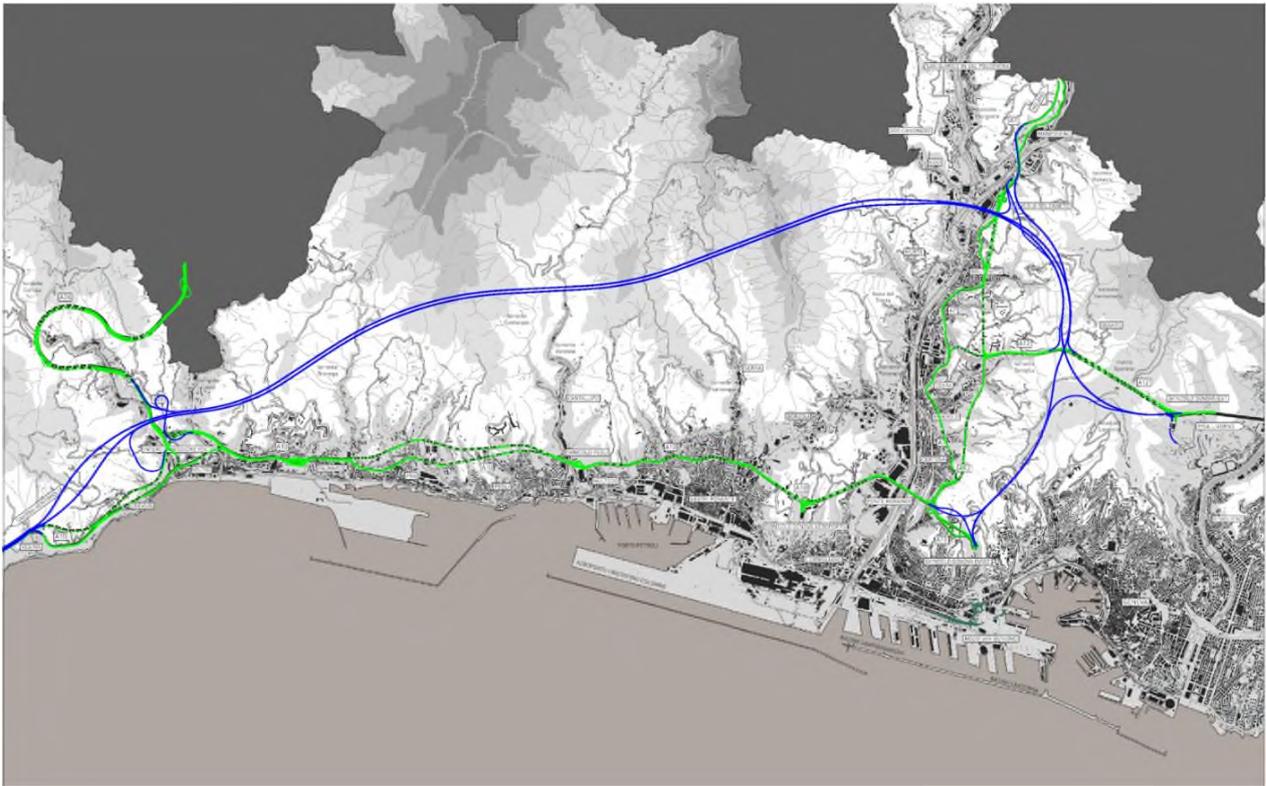


Figura 12-2 - Corografia Nodo stradale e autostradale di Genova

La valutazione dell'impatto acustico correlato all'esercizio dell'infrastruttura autostradale, è volta alla verifica dei livelli di emissione sonora prodotti dal traffico veicolare in transito sulla nuova infrastruttura nonché al dimensionamento dei necessari interventi di mitigazione, qualora vengano individuate situazioni di criticità all'interno dell'ambito di studio ivi considerato. A tale proposito, quindi, dopo avere individuato i recettori presenti all'interno delle fasce di pertinenza acustica specifiche del tracciato autostradale, si è proceduto alla stima puntuale dei livelli sonori ed alla valutazione della propagazione sonora mediante specifico modello di simulazione. Il progetto prevede quindi la realizzazione di una serie di interventi mediante l'utilizzo di barriere verticali in corrispondenza dei ricettori esposti, al fine di riportare i livelli acustici entro i limiti di soglia prescritti.

L'impiego di barriere antirumore quale mezzo indispensabile per la riduzione dell'inquinamento acustico implica diversi effetti sull'ambiente, non ultimo l'impatto visivo che queste generano a seconda del tipo di paesaggio che attraversano. Nel caso della Gronda le barriere sono studiate secondo criteri specifici in relazione al paesaggio in cui si collocano (impiego di barriere "opache" e/o "trasparenti"). L'uso di barriere fonoassorbenti trasparenti in alcuni tratti, ad esempio, è stato scelto per coniugare la riduzione del rumore con la mitigazione dell'opera nel contesto che attraversa. L'uso di pannelli trasparenti permette infatti di salvaguardare punti panoramici particolarmente sensibili del paesaggio attraversato, e contribuirà a formare un insieme senza "contrast", garantendo una continuità visiva del paesaggio stesso. La scelta della localizzazione di dette barriere è dovuta alla salvaguardia dei recettori sensibili all'impatto acustico dell'opera. La tipologia delle barriere risponde invece a scelte sia di tutela acustica che paesaggistica.

Si differenzieranno infatti più tipologie di barriere acustiche riconducibili a due gruppi: quelle polifunzionali (barriere integrate) e quelle disaccoppiate.

Lungo il tracciato autostradale le barriere impiegate avranno altezze variabili tra i 2,00 e i 6,00 metri e sviluppi in lunghezza da circa 30 metri (lunghezza minima) a circa 850 metri (lunghezza massima).

Le tipologie di barriere saranno di due tipi: trasparenti e miste opache-trasparenti.

12.2 CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO ATTRAVERSATO

L'area oggetto di intervento si estende dalla località Vesima ad ovest, allo svincolo di Genova Est lungo la A12 e raggiunge verso sud la zona portuale di Sampierdarena.

Morfologicamente l'area è caratterizzata da una stretta fascia pianeggiante, parallela alla costa, che passa bruscamente ai rilievi montuosi retrostanti sempre molto acclivi, talora aspri, che raggiungono quote superiori ai 700 metri s.l.m.

Il reticolo idrografico è caratterizzato da torrenti montani, a prevalente andamento nord-sud, con versanti spesso a forte acclività, fondovalle incassati e strette fasce alluvionali. L'unico corso d'acqua con un fondovalle più sviluppato è il Torrente Polcevera, che nell'area di studio risulta regimato e scorre all'interno di argini artificiali.

I bacini idrografici principali ricadenti in tutto o in parte nell'area indagata sono, da ovest ad est, quelli dei torrenti Cerusa, Leiro, Branega, S. Pietro, Varenna, Chiaravagna, Polcevera e Bisagno. Vi sono, inoltre, una serie di aree scolanti e bacini di dimensioni minori con corsi d'acqua spesso tombinati nella parte terminale, si tratta di elementi caratterizzati da deflusso in ambiente quasi completamente urbanizzato.

12.3 QUADRO NORMATIVO E LEGISLATIVO

Le barriere acustiche ricadono nell'ambito della direttiva europea sui Prodotti da Costruzione 89/106/CEE. A questa direttiva sono legate diverse norme europee armonizzate, come ad esempio la **EN 14388** "Road traffic noise reducing devices – Specifications", che ha reso obbligatoria la marcatura CE secondo quanto indicato nel rapporto tecnico UNI/TR 11338. All'interno del complesso quadro normativo riguardante le barriere acustiche ed i loro componenti, assume particolare rilievo la **Norma UNI 11160 – "Linee guida per la progettazione, esecuzione e collaudo di sistemi antirumore per infrastrutture di trasporto via terra (stradali e ferroviarie)".** La norma, pubblicata nel settembre 2005, è stata messa a punto dalle due commissioni UNI competenti in materia, Acustica e Costruzioni stradali ed opere civili delle infrastrutture. Si propone come linee guida e tratta, in maniera sistematica e coordinata, i requisiti per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei sistemi antirumore, trattando i seguenti argomenti: Progettazione preliminare Progettazione definitiva Progettazione esecutiva Requisiti degli appaltatori Requisiti dei sistemi antirumore Requisiti dei materiali Modalità di collaudo La UNI 11160 fa riferimento ad altre diverse norme tecniche che affrontano tanto le caratteristiche acustiche (fonoassorbimenti, fonoisolamento, insertion-loss e spettro tipico del rumore stradale) quanto le prestazioni non acustiche (requisiti meccanici, di stabilità, di sicurezza, di compatibilità ambientale e di durabilità). Si riportano qui di seguito le principali: **Norma UNI EN 11022 – MISURAZIONE DELL'EFFICACIA ACUSTICA** dei sistemi antirumore (*insertion loss*), per infrastrutture di trasporto, installati in ambiente esterno.

L'*insertion loss (IL)* è la differenza, in decibel, tra i valori del livello continuo equivalente di pressione sonora misurati in una specifica posizione, prima e dopo l'installazione del sistema antirumore, a condizione che la sorgente sonora, il profilo e le condizioni del terreno, gli eventuali ostacoli alla propagazione sonora, le superfici riflettenti presenti e le condizioni meteorologiche non siano cambiati.

Norma UNI EN 1793 – CARATTERISTICHE ACUSTICHE dei dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale.

Parte 1: Caratteristiche intrinseche di assorbimento acustico

Parte 2: Caratteristiche intrinseche di isolamento acustico

Parte 3: Spettro normalizzato del rumore da traffico

Parte 4: Caratteristiche intrinseche – Valori in sito della diffrazione sonora Parte 5: Caratteristiche intrinseche – Valori in sito della riflessione sonora e dell'isolamento acustico per via aerea Parte 6: Caratteristiche intrinseche - Valore in sito di isolamento acustico per via aerea in condizioni di campo sonoro diretto **Norma UNI EN 1794 – CARATTERISTICHE MECCANICHE DI SICUREZZA E AMBIENTALI**

Parte 1: Prestazioni meccaniche e requisiti di stabilità

Allegato A: Carico del vento e carico statico

Allegato B: Peso proprio
 Allegato C: Impatto di pietre
 Allegato D: Sicurezza in caso di collisione dei veicoli
 Parte 2: requisiti generali di sicurezza e ambientali
 Allegato A: Resistenza al fuoco
 Allegato B: Pericolo di caduta di frammenti di barriera
 Allegato C: Compatibilità ecologica
 Allegato D: Uscite di sicurezza
 Allegato: Riflessione della luce
 Allegato F: Trasparenza

UNI EN 14389-1 (Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale – Procedure di valutazione delle prestazioni a lungo termine – Parte 1: Requisiti acustici)

UNI EN 14389-2 (Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale – Procedure di valutazione delle prestazioni a lungo termine – Parte 2: Requisiti non acustici).

Altre norme complementari:

UNI EN 1317-1 Barriere di sicurezza stradali – Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova

UNI EN 1317-2 Barriere di sicurezza stradali – Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza.

La realizzazione delle barriere acustiche a fianco di infrastrutture di trasporto è inoltre soggetta a diverse disposizioni di legge, attinenti la stabilità strutturale, la sicurezza, mentre loro esecuzione in opera è soggetta alla legislazione sugli appalti pubblici.

12.4 REQUISITI GENERALI DELLE BARRIERE ACUSTICHE

Alle barriere acustiche si richiedono sia proprietà direttamente connesse alla loro funzione (caratteristiche acustiche) sia altre proprietà meccaniche e strutturali, di sicurezza, di durabilità, di compatibilità ambientale, ecc. Verranno qui di seguito analizzati i requisiti generali richiesti dalle norme attuali.

Le caratteristiche prestazionali che le barriere devono possedere ed i relativi metodi di prova sono specificati nella UNI EN 14388; i requisiti di durabilità delle caratteristiche acustiche e non acustiche sono specificati nelle UNI EN 14389-1 e UNI EN 14389-2.

Nel prossimo futuro (quando il progetto di norma UNI EN 14388 sarà approvato in via definitiva dal CEN, diventerà norma armonizzata e gli stati membri della Comunità Europea dovranno recepirlo), i costruttori dovranno obbligatoriamente ottenere la marcatura CE sui singoli componenti della barriera, perciò sottoporli a prove prestazionali in accordo con le norme specificate nella UNI EN 14388. Quindi i produttori dovranno essere in possesso di rapporti di prova su campioni effettivamente rappresentativi di ogni singolo prodotto Marcato CE, rilasciati da laboratori competenti. Qualora il fornitore di barriera acustica non coincida con il produttore, il fornitore dovrà comunque presentare la documentazione fornita dal produttore.

1.1.1 Requisiti acustici

I requisiti acustici, oggetto della norma **UNI EN 1793**, possono essere divisi in due categorie:

Caratteristiche estrinseche: questa categoria comprende l'efficienza acustica (**insertion loss**) di un sistema antirumore installato nella riduzione dei livelli di pressione sonora in una serie di punti sul territorio identificati come ricettori;

Caratteristiche intrinseche: questa categoria comprende le caratteristiche proprie del prodotto antirumore indipendentemente dall'ambiente in cui esso è o sarà installato e dall'effetto finale di riduzione del rumore sui ricettori: sono tali le proprietà di **assorbimento acustico o riflessione del suono**, le proprietà di **isolamento acustico per via aerea** e, per le barriere con dispositivi aggiunti, le modalità di **diffrazione al bordo superiore**.

L'**insertion loss** (efficienza acustica) viene utilizzato per qualificare l'effetto finale del progetto e della sua realizzazione in opera; il sistema antirumore viene sottoposto al collaudo da parte di un tecnico competente in acustica ambientale allo scopo di accertarne la rispondenza alle previsioni progettuali.

Le caratteristiche intrinseche vengono determinate in laboratorio o ambiente esterno.

L'assorbimento acustico viene determinato:

- in laboratorio in un campo sonoro diffuso, secondo la UNI EN 1793-1: viene misurato il coefficiente di assorbimento acustico apparente in approssimazione di Sabine, α_s ; in ambiente esterno in un campo sonoro direttivo, secondo la CEN/TS 1793-5; viene misurato il **reflection index**, RI

Le prestazioni misurate in funzione della frequenza sono sintetizzate dall'indice di valutazione, ottenuto impiegando gli spettri di rumore da traffico stradale secondo la UNI EN 1793: sono previste diverse classi di prestazioni, in modo da consentire al progettista l'ottimizzazione dei materiali prescelti in funzione delle diverse situazioni riscontrate durante il dimensionamento acustico degli interventi. L'**isolamento acustico** per via aerea viene determinato in laboratorio in un campo sonoro diffuso, secondo la UNI EN 1793-2: viene misurato il potere fonoisolante, R ;

- in ambiente esterno in un campo sonoro direttivo, secondo la CEN/TS 1793-6; viene misurato il **sound insulation index**, SI

Anche in questo caso le prestazioni misurate in funzione della frequenza sono sintetizzate dall'indice di valutazione, ottenuto impiegando gli spettri di rumore da traffico stradale secondo la UNI EN 1793.

Il requisito della **diffrazione al bordo superiore** riguarda i dispositivi aggiunti per migliorare l'efficacia acustica agendo sull'energia diffratta; le caratteristiche intrinseche di prestazione acustica sono determinate in un campo sonoro direttivo in ambiente esterno, secondo la CEN/TS 1793-4: viene misurata la **diffraction index difference**, ΔDI .

1.1.1.1 Indice di fonoisolamento DLR

Poiché l'indicazione progettuale generale prevede che mediamente l'indice di isolamento debba essere superiore di almeno 10 db rispetto al maggior valore di insertion – loss previsto dal progetto acustico i sistemi antirumore devono essere rientrare nella categoria B2 (valori di DLR compresi tra 15 e 24) o B3 (valori di DLR superiori a 24), in quanto gli IL previsti nei progetti acustici variano da -0 a -20 dBA.

1.1.1.2 Indice di fonoassorbimento DL α

In base alle assunzioni contenute nei progetti acustici gli elementi fonoassorbenti che compongono le barriere devono rientrare nella categoria A3 (DL α da 8 a 11) oppure A4 (DL α > 11).

Per quanto riguarda l'impiego di materiali trasparenti (il cui indice DL α rientra nella categoria A0 – “Non determinato”), le soluzioni tipologiche individuate nelle linee guida per la progettazione esecutiva hanno già escluso le situazioni di incompatibilità tra questi materiali e le esigenze di mitigazione acustica).

La progettazione acustica degli interventi ha provveduto a verificare le barriere completamente trasparenti e quelle costituite da diverse tipologie di pannelli (fonoassorbenti e fonoriflettenti nelle varie composizioni) non risultassero acusticamente incompatibili con il sistema dei ricettori presenti sul territorio.

1.1.2 *Requisiti non acustici*

Le barriere acustiche sono esposte ad una serie di forze dovute al vento, alla pressione dinamica dell'aria causata dal passaggio del traffico, ed al peso proprio dei loro componenti. Possono inoltre essere soggette ad urti causati da pietre, oggetti od altri frammenti, e in determinate zone dalla forza dinamica della neve rimossa dai mezzi per la pulizia delle strade.

La progettazione dei singoli elementi deve essere eseguita nel rispetto delle norme UNI EN 1794-1 e UNI EN 1794-2. Relativamente alla resistenza ai carichi, fanno riferimento le norme UNI ENV 1991-1997.

Riassumendo i requisiti richiesti dalla normativa sono:

- resistenza al carico del vento e al carico statico
- peso proprio
- impatto causato da pietre
- sicurezza in collisione
- resistenza all'incendio della macchia
- protezione ambientale
- vie di fuga in casi di emergenza
- riflessione della luce
- trasparenza
- protezione elettrica
- protezione contro gli atti vandalici

Relativamente ai **carichi aerodinamici**, l'appendice A della norma EN 1794 parte 1 specifica:

- i carichi indotti dal vento secondo i criteri fissati dagli eurocodici;
- i carichi indotti dalla sovrappressione dinamica dovuta al passaggio dei veicoli
- il valore massimo ammissibile di freccia statica e dinamica, in funzione dei requisiti strutturali ed acustici.
- i criteri nel calcolo delle fondazioni che devono tener conto delle condizioni più critiche.

Il **peso proprio** è affrontato nell'appendice B della 1794-1, che definisce le modalità per determinare il peso dei prodotti antirumore, asciutti e dopo impregnazione d'acqua, specifica i requisiti di resistenza degli elementi strutturali e di quelli acustici, fissa i valori massimi ammissibili per la freccia statica, in funzione dei requisiti strutturali ed acustici. Le barriere devono essere in grado di resistere all'**impatto causato da pietre**, subendo solo danneggiamenti superficiali; la conformità deve essere dimostrata da una prova sperimentale di laboratorio (1794-1 appendice C).

Relativamente alla **sicurezza nelle collisioni per gli occupanti il veicolo impattante**, occorre ricordare che le barriere acustiche non sono barriere di sicurezza (ad eccezione della barriera integrata, sistema combinato di sicurezza e antirumore) e l'impatto con un veicolo deve essere prevenuto prevedendo la barriera di sicurezza o prevedendo un'adeguata distanza dalla strada (UNI EN 1794-1, appendice D). Quindi le barriere acustiche devono essere poste in opera a distanza sufficiente dalle barriere di sicurezza in modo da garantirne il funzionamento senza interferenze a seguito delle deformazioni dovute agli urti più probabili su tali elementi.

Il parametro di riferimento è la *larghezza operativa W* secondo la definizione contenuta nelle prescrizioni tecniche allegate al D.M. 3 giugno 1998 e nella UNI EN 1317-2 (paragrafo 3.4.). Questo parametro viene rilevato e certificato da laboratori di *crash* autorizzati, mediante prova sia con mezzo leggero che con mezzo pesante.

I criteri progettuali per determinare la posizione reciproca dei due elementi sono riportati nei rispettivi elaborati grafici.

Comunque in presenza di viadotti, ponti, in prossimità di abitazioni o comunque di siti frequentati, la barriera acustica avrà caratteristiche da evitare la caduta di pannelli, componenti o frammenti in caso d'urto, rif. UNI EN 1794-1. Quindi in relazione al PMMA, è previsto l'utilizzo di lastre rinforzate con fili di poliammide integrati, con funzione di collegamento dei frammenti in caso di rottura, e relativi cavetti di ancoraggio, od altri accorgimenti quali reti di protezione a tergo del ponte, ecc.

Le indicazioni sopra esposte, per le varie configurazioni in funzione della tipologia del corpo autostradale, non si applicano alle tipologie di sistemi combinati di sicurezza e antirumore in conformità alla UNI EN 1317-1 e UNI EN 1317-2.

Le barriere in relazione ai **sistemi anticaduta e pericolo di caduta dei frammenti** sono definite secondo la classe di appartenenza riportata nella UNI EN 1794-2, è sarà cura del progettista individuarne la classifica secondo i seguenti criteri generali:

- La classe C₀ (prodotto non testato) e le classi C₁ e C₄ (formazione di frammenti "non conformi" con energie di impatto rispettivamente di 0.5 e 6.0 kJ) possono essere applicate esclusivamente in casi in cui si ha la certezza che la caduta di frammenti, a seguito di impatti con le energie previste dalla norma è "impossibile" o sicuramente non pericolosa per i ricettori o gli utenti dell'autostrada;
- Le classi C₂ e C₅ possono essere adottate quando è considerata accettabile la proiezione di frammenti "non pericolosi" (ad esempio quando non ci sono infrastrutture di trasporto sottostanti le barriere, i ricettori non si trovano nelle immediate vicinanze della barriera, la forma e tipologia di barriera è tale per cui i frammenti possono essere proiettati solo verso l'esterno dell'autostrada, ecc.);
 La classi C₃ e C₆ devono essere adottate nei casi in cui è importante garantire che non ci sia caduta di frammenti (ad esempio con ricettori molto vicini o con infrastrutture di trasporto immediatamente sottostanti le barriere).

Quindi in relazione agli elementi in PMMA il progettista dovrà prevedere l'utilizzo di lastre rinforzate con fili di poliammide integrati, con funzione di collegamento dei frammenti in caso di rottura, e relativi cavetti di ancoraggio, od altri accorgimenti quali reti di protezione a tergo del ponte, ecc. in presenza di viadotti e ponti sovrappassanti strade o ferrovie, e in prossimità di abitazioni o comunque di siti frequentati.

Relativamente al **carico dinamico causato dalla rimozione della neve**, in aree dove spazzare la neve è una comune operazione di manutenzione invernale, le barriere devono resistere al carico dinamico di neve e ghiaccio sollevati dagli spazzaneve. Volume, altezza ed entità del carico dipendono dalla velocità e dal tipo dei mezzi antineve e dalla distanza dei sistemi antirumore dal margine della strada. Metodi di valutazione, prove di carico e resoconti di prova sono specificati nell'appendice E della norma UNI EN 1794-1.

I progettisti devono verificare che le soluzioni tipologiche proposte siano conformi alla norma citata.

Relativamente alla **resistenza all'incendio della macchia** le barriere possono essere esposte a fiamme provenienti dalla vegetazione o da altro materiale in stretta vicinanza. In conseguenza ad incidenti, possono levarsi fiamme di grande intensità.

La conformità ai requisiti di resistenza all'incendio deve essere dimostrata da una prova sperimentale, conforme alla UNI EN 1794-2, appendice A.

Poiché tale prova non sottopone alle medesime condizioni tutti i materiali di cui può essere composto un sistema antirumore e poiché comunque tale prova non contempla aspetti quali la classe di reazione al fuoco dei singoli materiali componenti, la tossicità dei fumi sprigionati in presenza di combustione, ecc., essa, pur obbligatoria, non dà garanzie riguardo ai requisiti di sicurezza in presenza di un elevato carico d'incendio; pertanto questi devono essere assicurati mediante ulteriori specifiche decise in accordo con le competenti Autorità.

Per mantenere dei requisiti minimi di sicurezza in presenza di un elevato carico d'incendio, la norma raccomanda di applicare i seguenti criteri:

mantenere una distanza minima di 8 metri tra barriere contenenti materiali non incombustibili ed i più vicini siti con presenza di persone e/o materiali infiammabili; per distanze inferiori i sistemi antirumore devono essere totalmente costruiti con materiali incombustibili;

i materiali non incombustibili non devono sviluppare in caso d'incendio fumi densi e/o tossici né produrre gocce o fili incandescenti che possano essere trasportati dal vento.

È compito del progettista valutare di volta in volta il carico d'incendio per il quale si ravvisa l'opportunità di adottare tutti gli accorgimenti necessari in merito alla scelta di materiali e tipologie.

Per quanto riguarda l'impiego di materiali trasparenti (che sono anche infiammabili), deve essere cura dei progettisti verificare che l'unica soluzione tipologica completamente trasparente (barriere in corrispondenza delle piazzole di sosta) non risulti incompatibile con il sistema dei ricettori presenti sul territorio in caso di incendio (i ricettori sono a distanza inferiore ai 20 metri dalla barriera).

Per i requisiti di **protezione ambientale** occorre riferirsi all'appendice C della UNI EN 1794-2. Il produttore del sistema antirumore deve dichiarare:

- quali sono i singoli che costituiscono il sistema antirumore, usando i termini chimici piuttosto che quelli commerciali;
- quali sono le sostanze che risultano dalla decomposizione a seguito di esposizione naturale durante il ciclo vitale della barriera,
- quali sono le sostanze che risultano dalla esposizione al fuoco della barriera;
- ogni componente fisica o chimica che potrebbe causare il rilascio nell'ambiente di componenti potenzialmente tossici, deve essere dichiarata
- se alcuni materiali sono interamente o in parte riciclati, la percentuale di tali componenti deve essere indicata
- quali dei materiali costituenti possono venire riciclati ed in quale misura.

Per tali dichiarazioni il produttore della barriera può avvalersi anche di attestazioni rilasciate dai produttori dei singoli materiali componenti.

L'appendice E della 1794-2 non prescrive un valore limite per la **riflessione della luce**; tuttavia è bene disporre di valori di riflessività misurati in conformità al metodo di prova prescritto; ovunque necessario occorre adottare particolari accorgimenti (utilizzando eventualmente particolari tipi di vernici) per evitare fenomeni di riflessione ottica diurna e notturna, causando abbagliamenti e compromettendo la sicurezza. Viene richiamata la norma ISO 2813 per la verniciatura e la misura della brillantezza con angoli di incidenza a 20°, 60° e 85°.

Per le barriere si considerano poi due aspetti della **trasparenza**:

- trasparenza *statica* per le persone che vivono oltre la barriera
- trasparenza *dinamica* per gli utenti dell'infrastruttura stradale.

La trasparenza statica è importante per ragioni estetiche; quella dinamica viene valutata al fine di migliorare la visibilità e l'orientamento degli utenti della strada (ad esempio in corrispondenza di incroci e corsie di accesso), contribuendo alla sicurezza.

Pertanto devono essere forniti valori di trasparenza statica e dinamica calcolati in conformità al metodo di prova prescritto nell'appendice F.

1.1.3 Requisiti di durabilità

Requisiti di durabilità: la barriera deve poter mantenere le prestazioni dichiarate (dunque i requisiti funzionali sia strutturali che acustici) per l'intera durata della vita utile.

Per la **durabilità delle caratteristiche acustiche** si fa riferimento alla prEN 14389-1. Secondo questa norma è onere del produttore di sistemi antirumore dichiarare la durabilità delle caratteristiche acustiche di ogni tipologia di elemento acustico prodotto.

La durabilità delle caratteristiche acustiche deve essere espressa dalla degradazione delle prestazioni (indice di valutazione di *reflection index* e *sound insulation index*), in decibel, in funzione degli anni di installazione della barriera. Essa può essere stabilita in due modi: con soluzioni descrittive basate sull'esperienza pregressa o con prove prestazionali secondo le CEN/TS 1793-5 e CEN/TS 1793-6.

Relativamente alla **durabilità delle caratteristiche non acustiche**, la prEN 14389-2 specifica che la durata della vita di servizio che deve essere garantita è di 15 anni per gli elementi acustici e 30 per gli elementi strutturali.

Il produttore deve presentare per ogni tipologia di elemento acustico e strutturale una attestazione (eventualmente sotto forma di certificato emesso da un laboratorio prove) sulla durata della vita di servizio prevista, con la classificazione delle condizioni ambientali utilizzate per la valutazione, la specificazione delle procedure progettuali usate e le eventuali prove sperimentali.

1.1.4 Requisiti di manutenzione

I **requisiti di manutenzione** (cfr. prEN 14389-1 e prEN14389-2) prevedono che la barriera sia tale da garantire che durante i primi 15 anni dopo il collaudo non si debbano eseguire lavori di manutenzione, esclusi gli interventi di pulizia ordinaria, rimozione dei graffiti e lavori dovuti a cause accidentali.

L'installatore, a lavori ultimati, deve fornire al committente un piano di manutenzione dell'opera dopo i primi 15 anni, specificando le attività da eseguire, i materiali, le attrezzature e le professionalità da impiegare ed i relativi oneri.

1.1.5 Requisiti relativi ai materiali

La scelta dei materiali costituenti le barriere acustiche è stata orientata verso materiali in grado di offrire le migliori prestazioni in relazione alle caratteristiche acustiche, alle caratteristiche strutturali, di sicurezza, di durabilità e manutenzione.

Il **materiale fonoassorbente per elementi acustici** può essere costituito da differenti complessi porosi (aggregati fibrosi minerali o plastici, argilla espansa, schiume sintetiche) che sfruttano i fenomeni di dissipazione dell'energia sonora per attrito e/o risonanza:

- fibre di legno mineralizzato in due tipologie: legno e magnesite oppure legno e silicio
- fibre di poliestere termolegate

- fibre artificiali refrattarie, vetrose o di roccia
- argilla espansa in granuli
- gomma riciclata termolegata composta da fibre e granuli di gomma

I **pannelli in metallo** sono costituiti da uno o più gusci in lamiera metallica con eventuali nervature di irrigidimento, in genere preassemblati fino a costituire un pannello scatolato e contenente materiale fonoassorbente.

Il guscio metallico può essere realizzato in lega di alluminio o in acciaio; deve essere protetto esternamente ed internamente contro la corrosione, mediante verniciatura. Il pannello deve essere costruito in modo da evitare l'accumulo dell'acqua piovana.

Relativamente alla verniciatura, si può ricorrere all'effetto 'bucciato' per mascherare eventuali piccoli danni e occorre utilizzare un valore di brillantezza capace di evitare i riflessi della luce solare.

Questi pannelli presentano buone caratteristiche per quanto riguarda la leggerezza, le proprietà fonoassorbenti, il costo.

Le **lastre trasparenti in polimetilmetacrilato (PMMA)** possono essere di tipo colato o estruso; devono essere conformi rispettivamente alle norme ISO 7823-1 e ISO 7823-2.

Le lastre di tipo colato hanno un migliore comportamento in caso di incendio, in quanto il materiale bruciando si consuma, senza produrre gocciolamento.

In presenza di viadotti, ponti o comunque in prossimità di aree urbanizzate e siti frequentati dovranno essere utilizzate lastre in PMMA rinforzate all'interno con filamenti in poliammide con funzioni di collegamento dei frammenti in caso di rottura e relativi cavetti di ancoraggio. È in genere consigliato l'utilizzo di lastre con caratteristiche tali da evitare l'urto accidentale dei volatili.

Per limitare le conseguenze di atti vandalici, nei punti di maggiore accessibilità si raccomanda l'impiego di lastre con trattamento antigraffiti.

Lo spessore minimo delle lastre deve essere determinato in funzione del carico di vento, del tipo di fissaggio e delle dimensioni dei pannelli; lo spessore minimo consigliato è di 20mm.

In presenza di un elevato carico d'incendio, in prossimità di siti con presenza di persone e/o materiali infiammabili, occorre valutare attentamente il comportamento del materiale in relazione ai requisiti minimi di sicurezza.

Il pregio maggiore di queste lastre è la trasparenza, apprezzabile sia dal punto di vista paesaggistico che dal punto di vista della sicurezza; in fase di lavorazione delle lastre è possibile aggiungere additivi per la colorazione delle lastre trasparenti, fornendo quindi alla barriera particolari effetti cromatici.

Un limite nell'applicazione di questo materiale può essere costituito dalla mancanza di proprietà fonoassorbenti e, di conseguenza, l'elevata componente di rumore riflessa può comportare problemi in ambiente acusticamente complessi.

Relativamente alla durabilità delle lastre in PMMA, i parametri da considerare si riferiscono al mantenimento nel tempo delle caratteristiche di trasparenza e di purezza superficiale, sia come ingiallimento conseguente alle radiazioni ultraviolette, sia come possibilità di graffiature conseguenti a ghiaia o sassi scagliati dai veicoli in transito. Qualsiasi produttore può allegare alle diverse forniture le schede tecniche relative ai parametri di durabilità: occorre però verificare l'omogeneità dei diversi parametri e delle diverse modalità di prova proposte.

Quanto ai requisiti di manutenzione, generalmente il PMMA non richiede nessuna manutenzione; la finitura superficiale delle lastre deve essere tale da garantire l'autopulizia per dilavamento con l'acqua piovana. Per i periodi di lunga siccità, per pulire le lastre può essere sufficiente un getto d'acqua a pressione.

In considerazione della potenziale criticità connessa alla fragilità di tale materiale, è opportuno che i sistemi antirumore che prevedono l'impiego di PMMA siano testati secondo le modalità previste nella norma UNI-EN 1794 parte 2 (*falling debris*).

I pannelli in calcestruzzo possono essere costituiti da:

- un unico strato portante in c.a. nel caso sia sufficiente la prestazione fonoisolante e non si incorra in problemi dovuti alla fonoriflessione;
- da uno strato portante in c.a. di spessore dell'ordine di 10 cm abbinato ad uno strato in materiale alleggerito o poroso (argilla espansa, pomice, impasto di cemento e legno, ecc.) rivolto verso la sorgente di rumore. Nel caso di barriere con particolari requisiti estetici, l'elemento fonoassorbente in argilla espansa può essere realizzato con blocchi prestampati, con forme e colorazioni ottimizzate.

Sono possibili infine anche soluzioni con pannelli in cls alleggerito con argilla espansa, realizzati assemblando piastre modulari con leganti ed additivi che consentono la realizzazione di manufatti con buone proprietà fonoassorbenti, incrementabili con lo studio della forma o di cavità risonanti. Per questi pannelli esiste una vasta gamma di colorazioni, mediante additivi in fase di lavorazione dell'impasto.

La durabilità dei prodotti è garantita da una corretta esecuzione dell'attacco tra strato portante e strato alleggerito e, nel caso dell'argilla espansa, da una scelta corretta della granulometria e dal legante impiegato al fine di evitare disgregazione e rotture per effetto del gelo-disgelo. Gli svantaggi sono determinati dal peso delle piastre.

Gli **elementi strutturali in metallo**, usati comunemente per il sostegno dei pannelli o delle lastre antirumore, devono essere realizzati in acciaio zincato e verniciato, con caratteristiche meccaniche secondo le norme UNI EN 10025. Dopo la zincatura a caldo per immersione secondo la EN ISO 1461, previo ciclo di sabbiatura o trattamento di decapaggio chimico, è previsto un trattamento di verniciatura a polveri termoindurenti.

Analogamente sono zincati a caldo i collegamenti mediante bulloni, dadi e tirafondi, le piastre e le contro-piastre.

Zincatura e verniciatura sono di rilevante importanza per combattere il fenomeno della corrosione, problema particolarmente delicato in ambito stradale: i cicli gelo-disgelo, l'umidità, i sali disgelanti sparsi sulle pavimentazioni intaccano il metallo e trovano "alimento" nell'ambiente acido determinato dai gas di scarico (ossidi ed anidride carbonica).

12.5 VERIFICA IN OPERA DELLE CARATTERISTICHE ACUSTICHE

Il tema della verifica dei requisiti progettuali del sistema di mitigazione acustica progettato è generalmente trattato nel Capitolato Speciale d'Appalto, in conformità con la normativa tecnica in vigore, a sua volta ripresa e sistematizzata nella norma UNI 11160 "Linee guida per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di sistemi antirumore per infrastrutture di trasporto via terra" (in particolare al cap. 6)

Il capitolo 64 della NTA del CSA le modalità di esecuzione delle prove e relativa classificazione dei sistemi antirumore.

In particolare i requisiti acustici che i sistemi antirumore devono possedere all'atto della prequalifica si riferiscono alle cosiddette caratteristiche intrinseche.

Questa categoria comprende le caratteristiche proprie del prodotto antirumore, indipendentemente dall'ambiente in cui esso sarà installato e dall'effetto finale di riduzione del rumore; sono tali le proprietà di assorbimento o riflessione del suono (vedere UNI EN 1793-1 - prova di laboratorio e UNI CEN/TS 1793-5 - prova in campo aperto), le proprietà di isolamento acustico per via aerea (vedere UNI EN 1793-2 - prova di laboratorio e UNI CEN/TS 1793-6 – prova in campo aperto) e, per le barriere con dispositivi aggiunti, le modalità di diffrazione al bordo superiore (vedere UNI CEN/TS 1793-4 – prova in campo aperto).

Le caratteristiche intrinseche devono essere definite tramite le prove di laboratorio sopra citate i cui esiti devono essere forniti dal produttore al momento della prequalifica del prodotto.

Le prove in campo aperto sopraccitate saranno ripetute sulla barriera installata per valutare la corretta installazione (collaudo) o per valutare nel tempo il mantenimento delle caratteristiche iniziali (ove previsto dal piano di manutenzione).

È facoltà della Direzione Lavori richiedere che le prove in campo aperto sia realizzate anche in fase di prequalifica tramite un opportuno campo prove.

Rispetto ai valori nominali di pre-qualificazione è ammessa una tolleranza in difetto pari al 10% per quanto riguarda l'indice di riflessione, DL_{RI} , in ciascuna banda di 1/3 ottava, e a 2 dB per quanto riguarda il fonoisolamento, espresso come DL_{SI} .

Il collaudo delle caratteristiche intrinseche è eseguito e firmato da un tecnico competente in acustica ambientale.

- Assorbimento acustico

Per assorbimento acustico si intende la capacità di ridurre l'energia sonora riflessa dal sistema antirumore.

Le caratteristiche intrinseche di assorbimento acustico, ovvero di riflessione del suono, sono determinate:

- ✓ in laboratorio in un campo sonoro diffuso, in conformità alla UNI EN 1793-1; viene misurato il coefficiente di assorbimento acustico α_S ;
- ✓ in ambiente esterno in un campo sonoro direttivo, in conformità alla UNI CEN/TS 1793-5; viene misurato il reflection index, RI.

Entrambe le metodologie richiedono che le prestazioni siano valutate in funzione della frequenza in bande di terzi di ottava da 100 Hz a 5 kHz e, successivamente, sintetizzate dall'indice unico di valutazione, che viene indicato come:

- ✓ DL_α per prodotti sottoposti a prova, in accordo alla UNI EN 1793-1;
- ✓ DLRI per prodotti sottoposti a prova, in accordo alla UNI CEN/TS 1793-5.

L'indice unico di valutazione viene calcolato in funzione dello spettro di rumore da traffico stradale, riportato nella UNI EN 1793-3 e raggruppato per classi così come definite dalla norma UNI EN 1793-1.

Tale classificazione consente di definire un range di prestazioni del sistema antirumore come esplicitato qui di seguito:

Indice DL_α (dB)	Categoria
Non determinato	A0
< 4	A1
Da 4 A 7	A2
Da 8 a 11	A3
> 11	A4

La categoria A0 è da intendersi riferita a sistemi antirumore per i quali la valutazione della caratteristica di fonoassorbimento non è rilevante.

- Isolamento acustico

Per isolamento acustico si intende la capacità di ridurre l'energia sonora trasmessa dal sistema antirumore.

Le caratteristiche intrinseche di isolamento acustico per via aerea sono determinate:

- ✓ in laboratorio in un campo sonoro diffuso, in conformità alla UNI EN 1793-2; viene misurato il potere fonoisolante, R;
- ✓ in ambiente esterno in un campo sonoro direttivo, in conformità alla UNI CEN/TS 1793-6; viene misurato il sound insulation index, SI.

Entrambe le metodologie richiedono che le prestazioni siano valutate in funzione della frequenza in bande di terzi di ottava da 100 Hz a 5 kHz e, successivamente, sintetizzate dall'indice unico di valutazione, che viene indicato come:

- ✓ DL_R, per prodotti provati in accordo alla UNI EN 1793-2;
- ✓ DL_{SI}, per prodotti provati in accordo alla UNI CEN/TS 1793-6.

L'indice unico di valutazione viene calcolato in funzione dello spettro di rumore da traffico stradale, riportato nella UNI EN 1793-3 e raggruppato per classi così come definite dalla norma UNI EN 1793-2.

Tale classificazione consente di definire un range di prestazioni del sistema antirumore come esplicitato qui di seguito:

Indice DLR (dB)	Categoria
Non determinato	B0
< 15	B1
Da 15 A 24	B2
> 24	B3

La categoria B0 è da intendersi riferita a sistemi antirumore per i quali la valutazione della caratteristica di fonoisolamento non è rilevante.

Per quanto riguarda le caratteristiche estrinseche esse si configurano nella misurazione dell'efficacia del sistema antirumore in relazione agli obiettivi progettuali e viene svolta conformemente a quanto previsto dalla norma UNI1022 "Misurazione dell'efficacia acustica dei sistemi antirumore (insertion loss), per infrastrutture di trasporto, installati in ambiente esterno".

Il collaudo delle caratteristiche estrinseche è eseguito e firmato da un tecnico competente in acustica ambientale.

12.6 CRITERI PER LA DEFINIZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI ESECUTIVE

Vengono qui di seguito riportati i criteri basilari adottati per l'individuazione delle tipologie ottimali di barriere antirumore e dei materiali costituenti. Schematicamente, i fattori che hanno influito sulla scelta sono riconducibili a tre macro funzioni, e precisamente:

- A. Funzionalità acustiche
- B. Funzionalità inerenti la sicurezza
- C. Funzionalità paesaggistiche e di adattamento al corpo/sezione stradale

Il processo decisionale è stato avviato attraverso l'adozione di matrici/tabelle qui di seguito riportate.

A. Funzionalità acustiche

Matrice delle funzionalità acustiche

		Fonoisolamento			
		B ₀	B ₁	B ₂	B ₃
Fonoassorbimento	A ₀	rosso	rosso	rosso	rosso
	A ₁	rosso	blu	blu	blu
	A ₂	rosso	blu	blu	verde
	A ₃	rosso	blu	verde	verde
	A ₄	rosso	blu	verde	verde

I codici cromatici adottati hanno il seguente significato:

verde : impiego possibile/consigliato

blu : impiego possibile, da valutarsi caso per caso

rosso : impiego non consigliato

Indice di fonoisolamento DL_R

L'indice di isolamento deve essere superiore di almeno 10 db rispetto al maggior valore di insertion – loss previsto dal progetto acustico.

Ad esempio se il progetto acustico prevede per alcuni ricettori una riduzione di rumorosità di 12 db(A), la barriera da impiegare deve possedere un indice di isolamento di almeno 22 db, ovvero deve essere almeno di classe B2 secondo la classificazione ottenuta con gli standard di prova UNI-EN 1793. Si riporta qui di seguito la tabella delle classi di fonoisolamento prevista da tale norma.

Categoria	DL_R dB
B ₀	Non determinato
B ₁	< 15
B ₂	da 15 a 24
B ₃	> 24

Si prescrivono barriera di categoria superiore a B1, quindi B2 o B3.

Indice di fonoassorbimento DL_{α}

Materiali riflettenti (ad esempio il polimetimetacrilato) non devono in genere essere usati quando:

- i ricettori sono disposti su entrambi i lati dell'infrastruttura;
- sono previste barriere antirumore l'una di fronte all'altra;
- i ricettori sono molto vicini alla barriera (ad esempio a meno di 20 m);
- le protezioni antirumore hanno altezza superiore a 4 metri.

Se comunque nelle situazioni tipologiche sopra riportate, l'impiego di materiali trasparenti risulti necessario per motivi paesaggistici (visione dell'ambiente circostante) o funzionali (proiezione di zone d'ombra su ricettori molto vicini alla barriera), occorre che il progetto acustico di dettaglio tenga conto delle possibili diminuzione dell'insertion – loss della barriera (riflessioni multiple fra barriera e sagome veicoli in transito, riflessioni multiple fra barriere parallele contrapposte) o degli aumenti di inquinamento acustico su ricettori disposti sul lato opposto alle barriere. In tal caso dovranno essere specificate le categorie di indice di assorbimento (riferite non ai singoli materiali, ma alla barriera nell'insieme), secondo quanto riportato nella seguente tabella.

Categoria	DL_{α} dB
A ₀	Non determinato
A ₁	< 4
A ₂	da 4 a 7
A ₃	da 8 a 11
A ₄	> 11

Si prescrivono barriera di categoria superiore a A2, quindi A3 o A4.

B. Funzionalità inerenti la sicurezza

Matrice della pericolosità derivante dalla proiezione di frammenti

	Caduta frammenti						
	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
Mono materiale - metallo -	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Blu
Mono materiale - calcestruzzo -	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Blu
Mono materiale - legno -	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Blu	Rosso
Mono materiale - trasparente -	Verde	Verde	Blu	Verde	Blu	Blu	Rosso
Barriera con materiali speciali (innovativi non qualificati)	Verde	Verde	Blu	Verde	Blu	Blu	Rosso

I codici cromatici adottati hanno il seguente significato:

verde: materiale di possibile impiego/caratteristica non critica

blu: materiale di possibile impiego/caratteristica da certificarsi caso per caso

rosso: materiale di impiego non consigliato/caratteristica critica

La selezione della classe, può essere effettuata secondo i seguenti criteri generali:

- le classe C₀ (prodotto non testato) e le classi C₁ e C₄ (formazione di frammenti “non conformi” con energie di impatto rispettivamente di 0.5 e 6.0 kJ) possono essere applicate esclusivamente in casi in cui si ha la certezza che la caduta di frammenti, a seguito di impatti con le energie previste dalla norma, è “impossibile” o sicuramente non pericolosa per i ricettori o gli utenti dell’autostrada;
- le classi C₂ e C₅ possono essere adottate quando è considerata accettabile la proiezione di frammenti “non pericolosi” (ad esempio quando non ci sono infrastrutture di trasporto sottostanti le barriere, i ricettori non si trovano nelle immediate vicinanze della barriera, la forma e tipologia di barriera è tale per cui i frammenti possono essere proiettati solo verso l’esterno dell’autostrada, ecc.);
- le classi C₃ e C₆ devono essere adottate nei casi in cui è importante garantire che non ci sia caduta di frammenti (ad esempio con ricettori molto vicini o con infrastrutture di trasporto immediatamente sottostanti le barriere).

Matrice della resistenza al fuoco

	Resistenza al fuoco		
	C ₁	C ₂	C ₃
Mono materiale - metallo -	Verde	Verde	Blu
Mono materiale - calcestruzzo -	Verde	Verde	Blu
Mono materiale - legno -	Verde	Blu	Blu
Mono materiale - trasparente -	Verde	Blu	Blu
Barriera con materiali speciali (innovativi non qualificati)	Blu	Blu	Blu

I codici cromatici adottati hanno il seguente significato:

verde: materiale di possibile impiego/caratteristica non critica

blu: materiale di possibile impiego/caratteristica da certificarsi caso per caso

rosso: materiale di impiego non consigliato/caratteristica critica

Si ricorda che il test previsto dalla norma UNI-EN 1794-2 prevede l'innesco delle fiamme alla base della barriera così come prevista a progetto, e quindi anche i materiali facilmente "incendiabili" potrebbero risultare idonei da un punto di vista della certificazione.

In altre parole, il test valuta il comportamento la barriera nel suo insieme nel caso di esposizione alle fiamme provocate da piccoli incendi (tipicamente sterpaglie, foglie, vegetazione) e non costituisce quindi un elemento di discriminazione/selezione dei singoli materiali.

Considerando quindi le prestazioni di ciascuna classe come delle soglie "minime" di certificazione delle proprietà dei materiali, valgono i seguenti criteri generali:

- materiali di classe C₁ o C₂ non si utilizzano in situazioni in cui è probabile che siano effettuate operazioni di incendio di sterpaglie/stoppie (ambienti rurali, sezione a raso o rilevato medio).

Matrice delle caratteristiche di sicurezza secondaria

	Protezione ambientale	Riflessione luce	Trasparenza
Mono materiale - metallo -			Non applicabile
Mono materiale - calcestruzzo -		Non Applicabile	Non applicabile
Mono materiale - legno -		Non applicabile	Non Applicabile
Mono materiale - trasparente -			
Barriera con materiali speciali (innovativi non qualificati)			

In **blu** sono indicate le combinazioni di “possibile impiego/caratteristica da certificarsi caso per caso”.

La selezione operabile in base ai parametri protezione ambientale, riflessione luce e trasparenza non è logicamente connessa a particolari situazioni ambientali o di impiego, ma si basa principalmente sull'esistenza o meno di adeguate certificazioni.

Inoltre è importante sottolineare che i vari materiali utilizzati possono fornire prestazioni diverse in base anche a finiture/lavorazioni superficiali, quali verniciature, goffrature ecc.

C. Funzionalità paesaggistiche e di adattamento al corpo/sezione stradale

La due matrici seguenti fornisce delle indicazioni per indirizzare gli abbinamenti di materiali in funzione di:

- tipologia della sezione stradale
- presenza di punti singolari (svincoli, corsie accelerazione/decelerazione)
- distanza degli edifici fronteggianti l'infrastruttura
- presenza di edifici/infrastrutture sotto le opere antirumore
- barriere di elevata altezza (impatto ambientale)
- tipologia dell'ambiente circostante l'infrastruttura (rurale, urbanizzato, aree protette)

Funzionale relativa al corpo stradale/edificato								
	Sezione stradale a raso	Sezione stradale in rilevato	Sezione stradale in trincea	Sezione stradale su opera d'arte	Svincoli, rampe ingresso/uscita	Edifici/infrastrutture a ridosso delle barriere	Edifici/infrastrutture sottostanti le barriere	Barriere di altezza superiore a 4.5 m
Barriera standard - verticale - 25% trasparente	Green	Green	Green	Green	Blue	Blue	Blue	Green
Mono materiale - metallo -	Green	Green	Green	Blue	Red	Red	Green	Blue
Mono materiale - calcestruzzo -	Green	Green	Green	Blue	Red	Red	Blue	Blue
Mono materiale - legno -	Green	Green	Green	Blue	Red	Red	Blue	Blue
Mono materiale - trasparente -	Green	Green	Blue	Green	Green	Red	Red	Blue
Barriera con materiali speciali (innovativi non qualificati)	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Barriera con forma standard (verticale)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Blue
Barriere con forme speciali (curve/inclinate, architettoniche)	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green
Muri cellulari (legno, calcestruzzo)	Green	Green	Red	Red	Red	Blue	Red	Red
Barriere verdi, dune con vegetazione	Green	Green	Red	Red	Red	Blue	Red	Red

	Inserimento paesaggistico							
	Nessuna richiesta	Richieste particolari degli Enti Locali	Aree rurali poco urbanizzate	Aree urbanizzate non di pregio	Aree urbanizzate di tipo generico	Aree urbanizzate di pregio	Aree di elevato pregio paesaggistico	Aree protette o di interesse naturalistico
Barriera standard - verticale - 25% trasparente	Verde	Blu	Verde	Verde	Blu	Rosso	Blu	Blu
Mono materiale - metallo -	Verde	Blu	Verde	Verde	Blu	Rosso	Rosso	Rosso
Mono materiale - calcestruzzo -	Verde	Blu	Verde	Verde	Blu	Rosso	Rosso	Rosso
Mono materiale - legno -	Verde	Blu	Verde	Verde	Blu	Blu	Blu	Verde
Mono materiale - trasparente -	Verde	Blu	Blu	Blu	Verde	Verde	Verde	Verde
Barriera con materiali speciali (non qualificati)	Verde	Blu	Blu	Rosso	Rosso	Rosso	Rosso	Rosso
Barriera con forma standard (verticale)	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Barriere con forme speciali (curve/inclinate, architettoniche)	Verde	Blu	Rosso	Rosso	Blu	Blu	Blu	Blu
Muri cellulari (legno, calcestruzzo)	Verde	Blu	Verde	Rosso	Rosso	Rosso	Blu	Blu
Barriere verdi, dune con vegetazione	Verde	Blu	Verde	Rosso	Rosso	Rosso	Blu	Blu

I codici cromatici adottati per entrambe le tabelle hanno il seguente significato:

verde: materiale/soluzione di possibile impiego/situazione non critica

blu: materiale/soluzione di possibile impiego/situazione da valutarsi caso per caso

rosso: materiale/soluzione di impiego non consigliato/situazione critica

12.7 ARCHITETTURA BARRIERE ACUSTICHE

12.7.1 Progetto Esecutivo

Le barriere antifoniche previste in progetto hanno l'obiettivo di rendere compatibile l'intervento stradale in progetto con l'ambiente interessato.



Figura 12-3. Layout barriere acustiche zona Bolzaneto, area imbocchi Morego Est e Ovest.



Figura 12-4. Layout barriere acustiche zona Bolzaneto, area imbocchi Forte Diamante Nord con San Rocco e Polcevera.

Nella tabella che segue sono elencate le barriere acustiche lungo il progetto, con l'indicazione del tratto autostradale interessato e le loro principali caratteristiche: lunghezza, altezza e tipologia.

Barriera	Altezza [m]	Sviluppo [m]	TIPOLOGIA	TIPOLOGIA ARCHITETTONICA	Materiale
FOA01	5	111	disaccoppiata	TIPO 1	Acciaio verniciato
FOA02	4	242	disaccoppiata	TIPO 2	Acciaio verniciato
FOA03	3	214	polifunzionale	TIPO 4	Acciaio verniciato
FOA04	3	154	polifunzionale	TIPO 4	Acciaio verniciato
FOA05	3	408	polifunzionale	Esistente	Acciaio verniciato
FOA06	3	535	polifunzionale	Esistente	Acciaio verniciato
FOA07	3	345	polifunzionale	Esistente	Acciaio verniciato
FOA08	3	485	polifunzionale	TIPO 5	Acciaio verniciato
FOA09	4	40	disaccoppiata	TIPO 3	Acciaio verniciato
FOA10	3	378+18	polif./disacc.	TIPO 5 + TIPO 3	Acciaio verniciato
FOA11	3	847	disaccoppiata	Esterna V.tto Genova	/
FOA12	5	345	disaccoppiata	TIPO 2	Acciaio Corten
FOA13	3	423	polifunzionale	TIPO 4	Acciaio Corten
FOA14	5	207	disaccoppiata	Esistente	Acciaio Corten
FOA15	5	472	disaccoppiata	TIPO 2	Acciaio Corten
FOA16	3	315	polifunzionale	TIPO 4	Acciaio Corten
FOA18	3	844	disaccoppiata	Esterna V.tto Genova	/
FOA19	3	198	polifunzionale	Esistente	Acciaio verniciato
FOA20	4	30	disaccoppiata	TIPO 3	Acciaio verniciato
FOA21	3	135	polifunzionale	TIPO 4	Acciaio verniciato
FOA22	3	149	polifunzionale	TIPO 4	Acciaio Corten
FOA23	6 + Muro H=var.	95	disaccoppiata	TIPO 1	Acciaio Corten
FOA24	/	112	/	Copertura V.tto Torbella	/
FOA25	6	12	disaccoppiata	TIPO 1	Acciaio Corten
FOA26	4	129	disaccoppiata	TIPO 2	Acciaio Corten
FOA27	6	336	disaccoppiata	TIPO 1	Acciaio Corten
FOA28	6	198	disaccoppiata	TIPO 1	Acciaio Corten
FOA29	4 + Muro H=1,5m	144	disaccoppiata	TIPO 2	Acciaio Corten
FOA30	4	110	disaccoppiata	TIPO 2	Acciaio Corten
FOA31	4	69	disaccoppiata	TIPO 2	Acciaio Corten
FOA32	3,5	126	disaccoppiata	TIPO 1	Acciaio verniciato
FOA33	4	754	disaccoppiata	Interna V.tto Genova	/
FOA34	4	754	disaccoppiata	Interna V.tto Genova	/

Figura 12-5. Tabella - Distribuzione Tipologie FOA.

La disposizione planimetrica delle barriere antifoniche è rappresentata nelle tavole AUA0015-16-17-18 (Ubicazione barriere antifoniche), corrispondenti agli ambiti di Vesima, Voltri, Bolzaneto e Torbella.

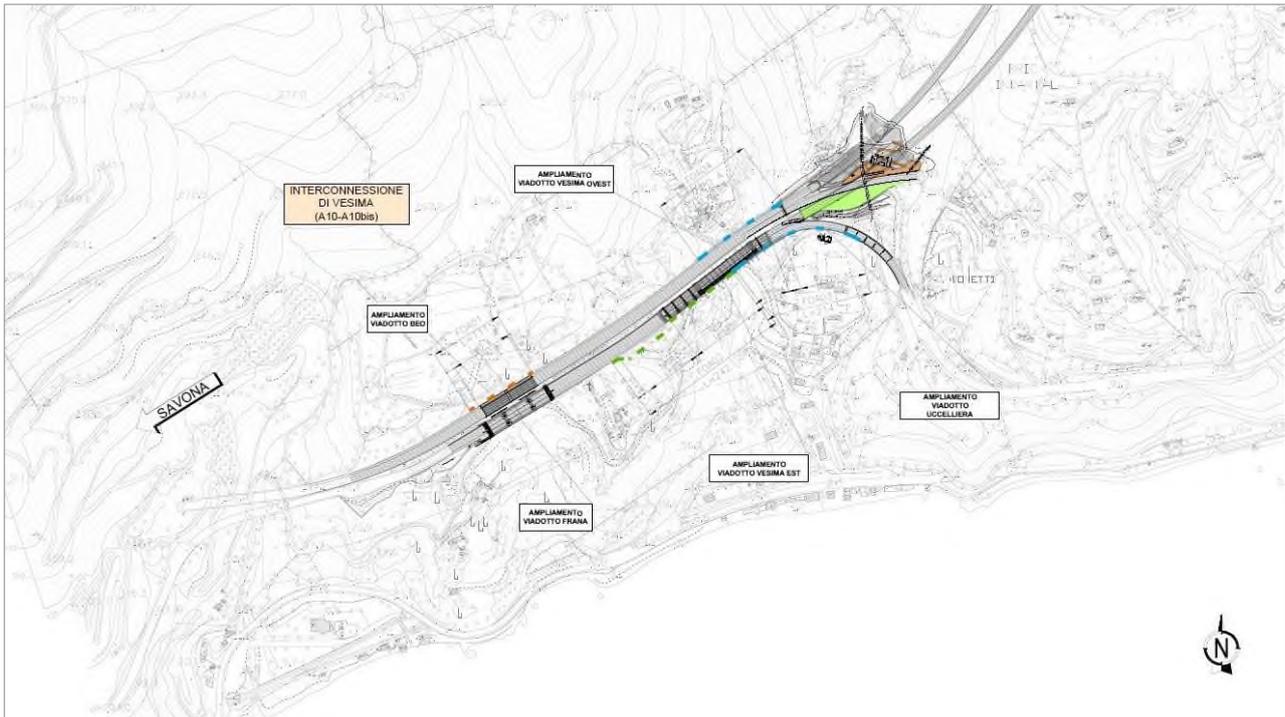


Figura 12-6 Layout barriere acustiche - Area Vesima.

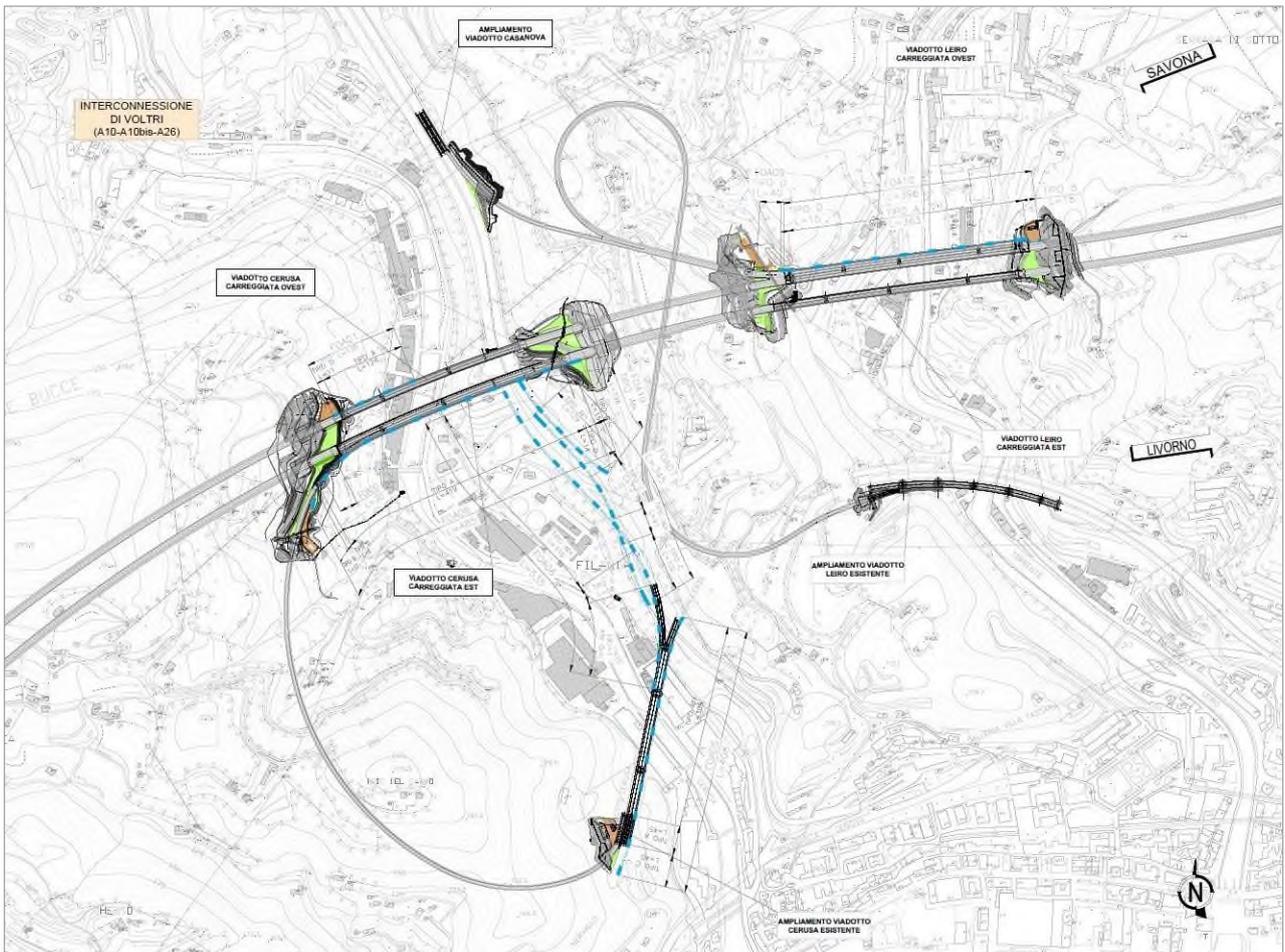


Figura 12-7 Layout barriere acustiche - Area Voltri.

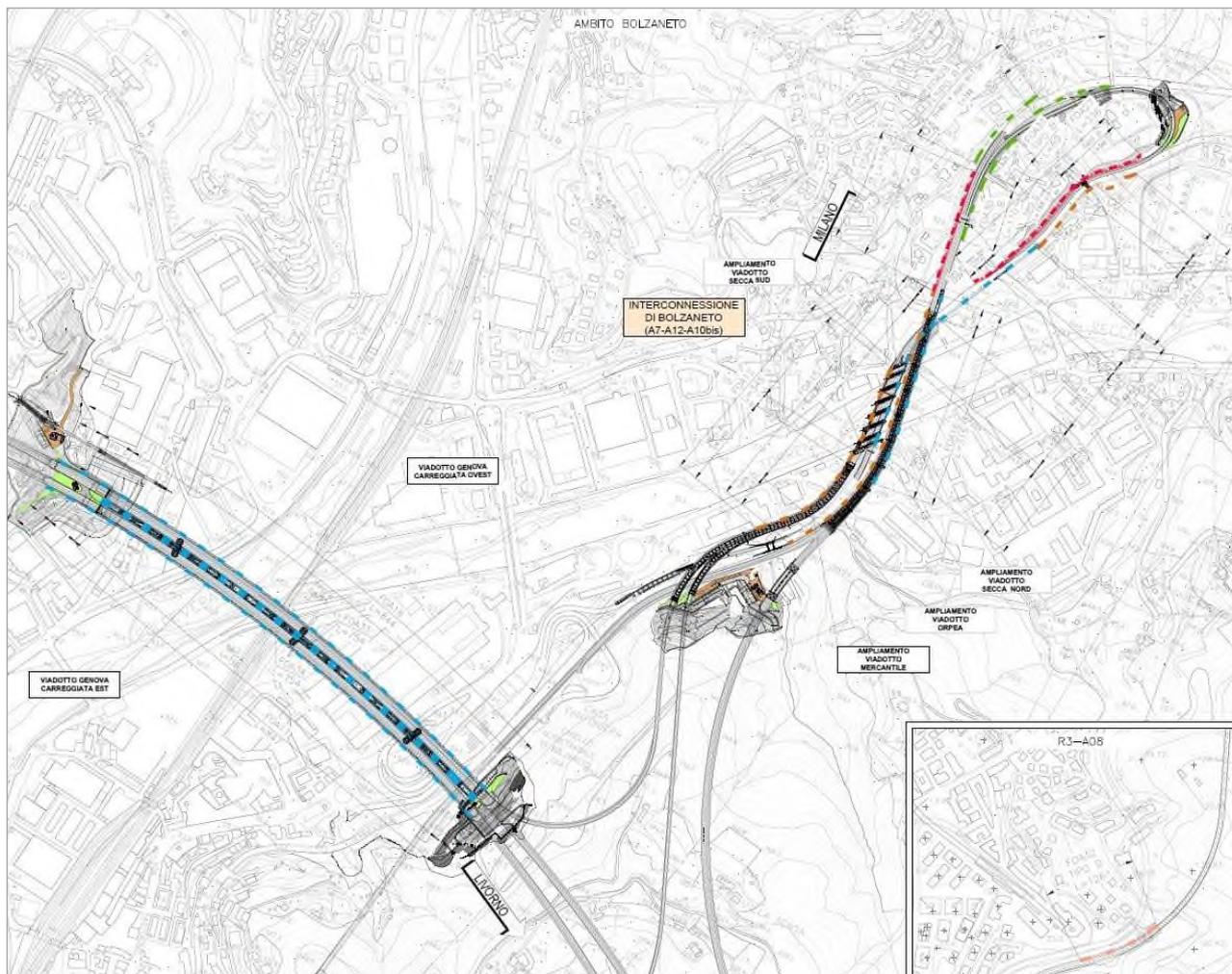


Figura 12-8. Layout barriere acustiche - Area Bolzaneto.

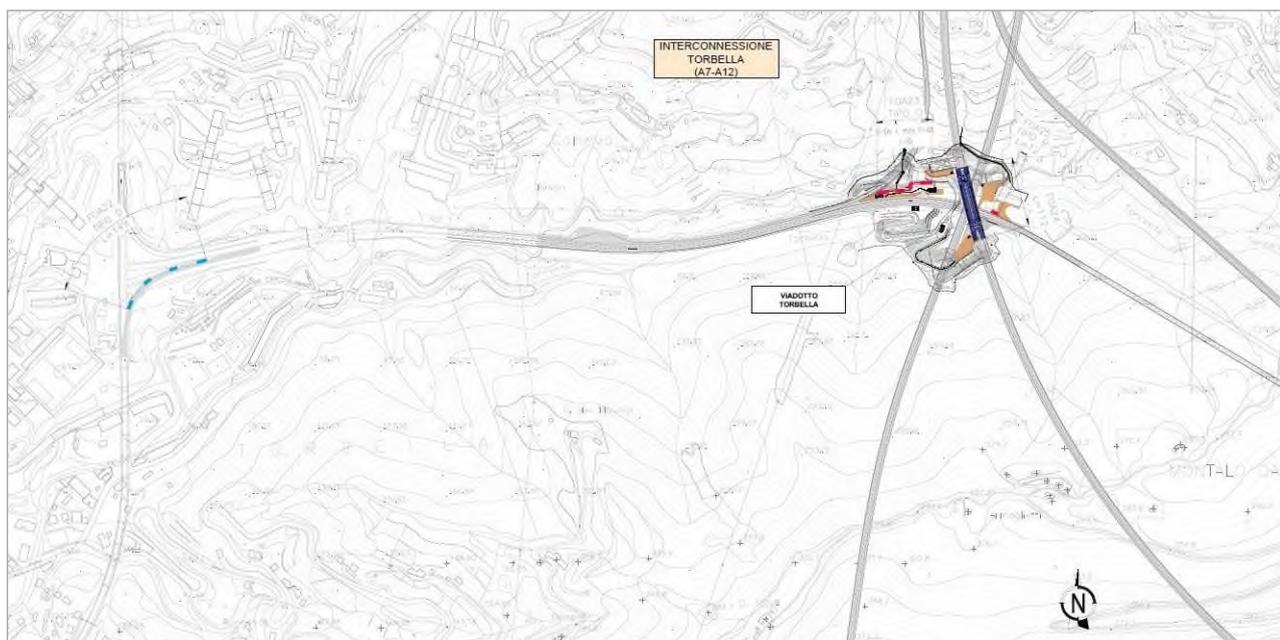
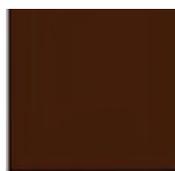


Figura 12-9. Layout barriere acustiche - Area Torbella.

Il disegno architettonico dei singoli moduli utilizzati per tutte le barriere previste è rappresentato nelle tavole 110725-LL9B-PE-DG-R00-RQ000-FOA00-D-AUA0010 e 110725-LL9B-PE-DG-R00-RQ000-FOA00-D-AUA0011 (Abaco delle barriere antifoniche), dove in scala 1:50 sono indicati il prospetto, le quote ed i materiali impiegati, nonché i dettagli tipologici.



ACCIAIO CORTEN



**ACCIAIO VERNICIATO
 (marrone cioccolato
 RAL8017)**

Figura 12-10. Materiali FOA in rapporto alla distanza dal mare.

Per le barriere antirumore è stata proposta una soluzione materica alternativa, acciaio Corten / acciaio verniciato, in funzione della loro distanza dal mare. La scelta è stata effettuata in base alle raccomandazioni che sconsigliano di utilizzare il Corten in fascia costiera (distanza dal mare inferiore ai 2 km) in quanto tale ambiente inibisce o quantomeno ritarda la creazione della patina autoprotettiva del Corten.

Per garantire uniformità estetica e cromatica, si è scelto il RAL 8017 – marrone cioccolato, in quanto quello più corrispondente al color Corten naturale.

La sola eccezione è data dal viadotto Genova per il quale è confermato l'utilizzo di acciaio verniciato e per il quale verrà studiata un'apposita composizione delle vernici da impiegare.

Le **FOA11**, **FOA18**, **FOA33** e **FOA34** fanno riferimento al progetto dell'opera Viadotto Genova e per esse sono state elaborate soluzioni architettoniche specifiche di dettaglio (comprese nel Lotto 7). Allo stesso modo per la **FOA24**, a copertura del Viadotto Torbella, è stata sviluppata una struttura speciale (compresa nel Lotto 3).



Figura 12-11. FOA24: Copertura antifumi Viadotto Torbella.



Figura 12-12. FOA11-FOA18-FOA33-FOA34: Barriere interne ed esterne relative al Viadotto Genova.

12.7.2 BARRIERA TIPO 1 – H=3,5m

La barriera acustica **FOA32**, è classificata come “disaccoppiata” e tipologia architettonica “TIPO 1” H3,5 m. La barriera fonoassorbente è costituita da correnti e montanti disposti a passo 3m in acciaio verniciato. E’ alta complessivamente 3,5 metri e strutturata con un pannello di base prefabbricato in C.A. alto 50 cm che viene posizionato sopra il cordolo in C.A. di fondazione, sopra di esso sono disposti sei pannelli con guscio in acciaio, alti 50 cm ciascuno. Il pannello di base, detto anche di pulizia, ha la caratteristica di avere le due facce a vista trattate in modo diverso: da lato strada la superficie è in C.A., liscia e di colore grigio naturale, mentre sul lato ricettori è predisposto l’inserimento, lungo tutta la superficie a vista, di lattoneria in acciaio, con le stesse caratteristiche dei pannelli disposti sopra di esso.

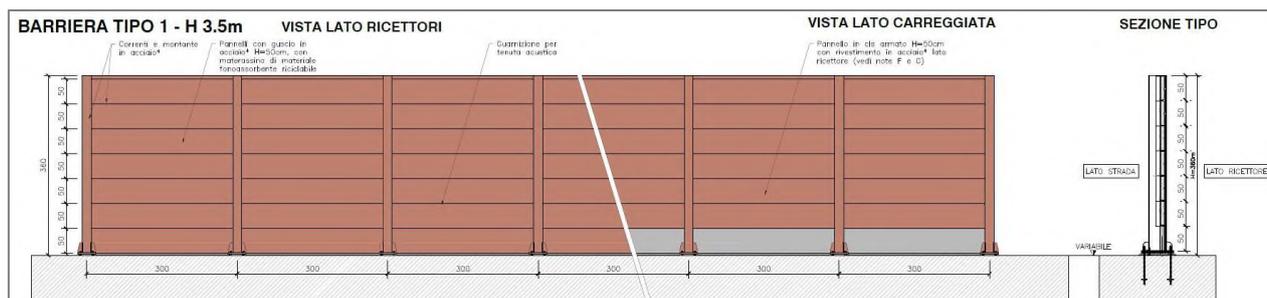


Figura 12-13. Barriera TIPO 1, H=3,5m

12.7.3 BARRIERA TIPO 1 – H=5m

La barriera acustica **FOA01** è classificata come “disaccoppiata” e tipologia architettonica “TIPO 1” H5 m. La barriera fonoassorbente è costituita da correnti e montanti disposti a passo 3m in acciaio verniciato. E’ alta complessivamente 5 metri ed è strutturata con un pannello di base prefabbricato in C.A. alto 50 cm che viene posizionato sopra il cordolo in C.A. di fondazione, sopra di esso sono disposti sette pannelli con guscio in acciaio, alti 50 cm ciascuno, e in sommità, una lastra trasparente H=100cm, incolore, con strisce satiniate orizzontali permanenti, larghe mm20 e distanti mm100 per protezione avifauna. Il pannello di base, detto anche di pulizia, ha la caratteristica di avere le due facce a vista trattate in modo diverso: da lato strada la superficie è in C.A., liscia e di colore grigio naturale, mentre sul lato ricettori è predisposto l’inserimento, lungo tutta la superficie a vista, di lattoneria in acciaio, con le stesse caratteristiche dei pannelli disposti sopra di esso.

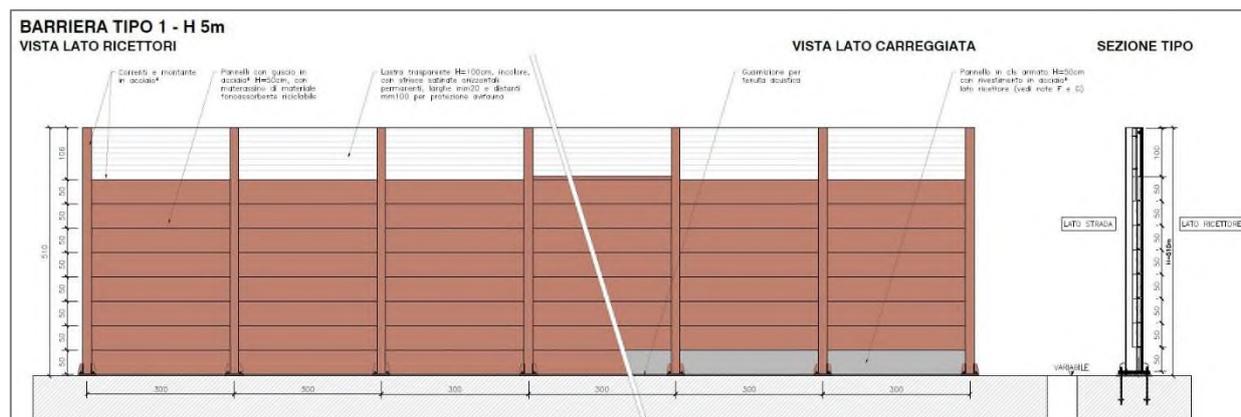


Figura 12-14. Barriera TIPO 1, H=5m

12.7.4 BARRIERA TIPO 1 – H=6m

Le barriere acustiche **FOA25, FOA27, FOA28**, sono classificate come “disaccoppiate” e tipologia architettonica “TIPO 1” H6 m. La barriera fonoassorbente è costituita da correnti e montanti disposti a passo 3m in acciaio cor-ten. E’ alta complessivamente 6 metri ed è strutturata con un pannello di base prefabbricato in C.A. alto 50 cm che viene posizionato sopra il cordolo in C.A. di fondazione, sopra di esso sono disposti nove pannelli con guscio in acciaio cor-ten, alto 50 cm e, in sommità, in sommità una lastra trasparente H=100cm, incolore, con strisce satiniate orizzontali permanenti, larghe mm20 e distanti mm100 per protezione avifauna. Il pannello di base, detto anche di pulizia, ha la caratteristica di avere le due facce a vista trattate in modo diverso: da lato strada la superficie è in C.A., liscia e di colore grigio naturale, mentre sul lato ricettori è predisposto l’inserimento, lungo tutta la superficie a vista, di lattoneria in cor-ten, con le stesse caratteristiche dei pannelli disposti sopra di esso.

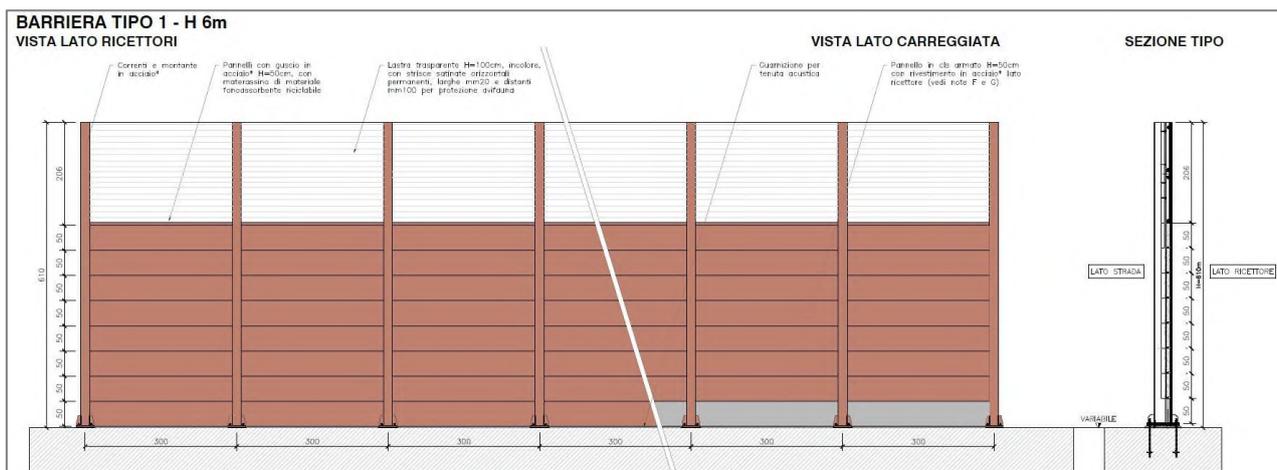


Figura 12-15. Barriera TIPO 1, H=6m

12.7.5 BARRIERA TIPO 2 – H=4m

Le barriere acustiche **FOA02, FOA26, FOA29, FOA30 e FOA31** sono classificate come “disaccoppiate” e tipologia architettonica “TIPO 2” H4 m. La barriera fonoassorbente è costituita da correnti e montanti disposti a passo 3m in acciaio verniciato per la FOA02, in cor-ten per tutte le altre. E' alta complessivamente 4 metri e strutturata con un pannello di base prefabbricato in C.A. alto 50 cm che viene posizionato sopra il cordolo in C.A. di fondazione, sopra di esso viene disposto un pannello con guscio in acciaio (verniciato o cor-ten in accordo con il materiale dei montanti), alto 50 cm e, in sommità, due lastre trasparenti H=100/200cm, incolore, con strisce satiniate orizzontali permanenti, larghe mm20 e distanti mm100 per protezione avifauna. Il pannello di base, detto anche di pulizia, ha la caratteristica di avere le due facce a vista trattate in modo diverso: da lato strada la superficie è in C.A., liscia e di colore grigio naturale, mentre sul lato ricettori è predisposto l'inserimento, lungo tutta la superficie a vista, di lattoneria in acciaio, con le stesse caratteristiche del pannello disposto sopra di esso.

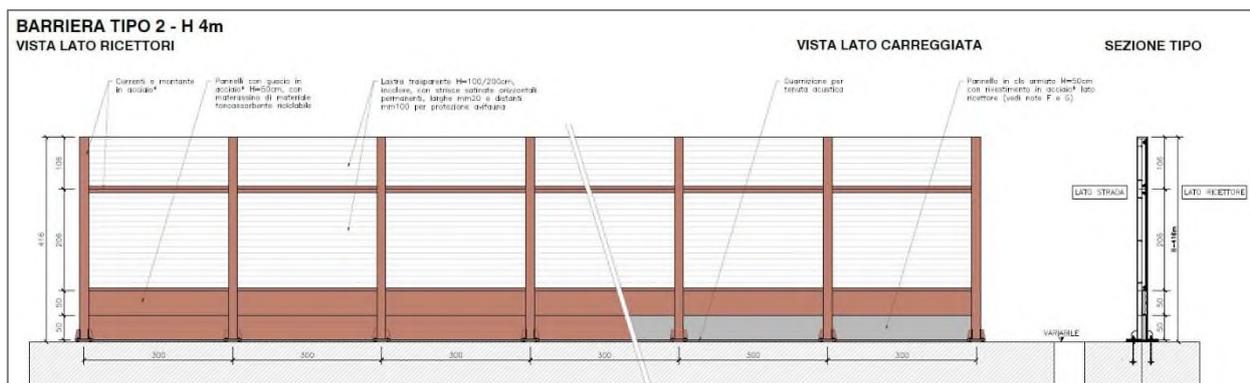


Figura 12-16. Barriera TIPO 2, H=4m

12.7.6 BARRIERA TIPO 2 – H=5m

Le barriere acustiche **FOA12 e FOA15** sono classificate come “disaccoppiate” e tipologia architettonica “TIPO 2” H5 m. La barriera fonoassorbente è costituita da correnti e montanti disposti a passo 3m in acciaio cor-ten. E' alta complessivamente 5 metri e strutturata con un pannello di base prefabbricato in C.A. alto 50 cm che viene posizionato sopra il cordolo in C.A. di fondazione, sopra di esso viene disposto un pannello con guscio in acciaio cor-ten, alto 50 cm e in sommità due lastre trasparenti H=200cm, incolore, con strisce satiniate orizzontali permanenti, larghe mm20 e distanti mm100 per protezione avifauna. Il pannello di base, detto anche di pulizia, ha la caratteristica di avere le due facce a vista trattate in modo diverso: da lato strada la superficie è in C.A., liscia e di colore grigio naturale, mentre sul lato ricettori è predisposto l'inserimento, lungo tutta la superficie a vista, di lattoneria in cor-ten, con le stesse caratteristiche del pannello disposto sopra di esso.

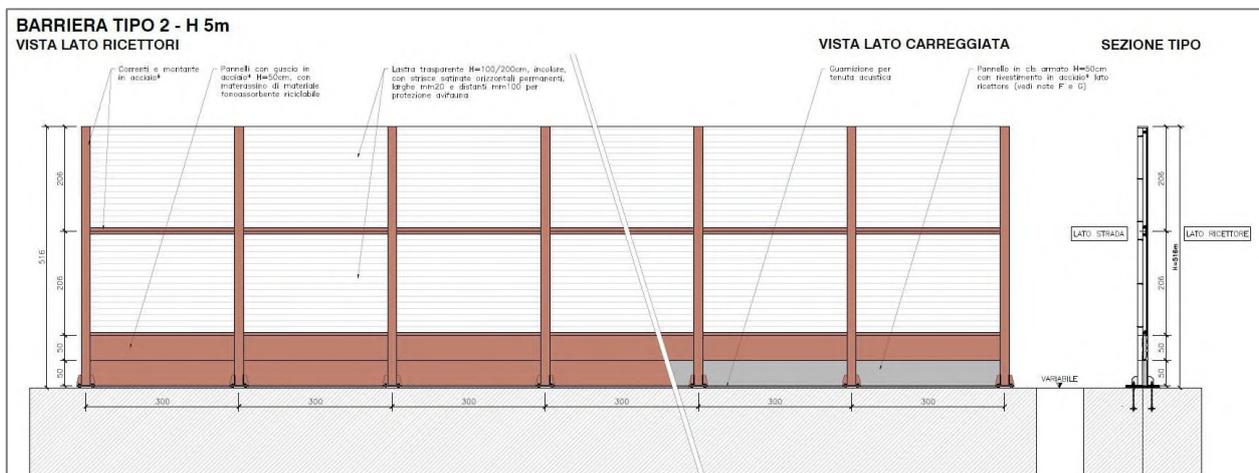


Figura 12-17. Barriera TIPO 2, H=5m

12.7.7 BARRIERA TIPO 3 – H=3m

Una piccola porzione di barriera acustica **FOA10** è classificata come “disaccoppiata” e tipologia architettonica “TIPO 3” H3 m. La barriera fonoassorbente è costituita da correnti e montanti disposti a passo 2m in acciaio verniciato. E’ alta complessivamente 3 metri e strutturata con una lastra trasparente H=300cm in PMMA armato, vincolata con cavi metallici ai montanti.

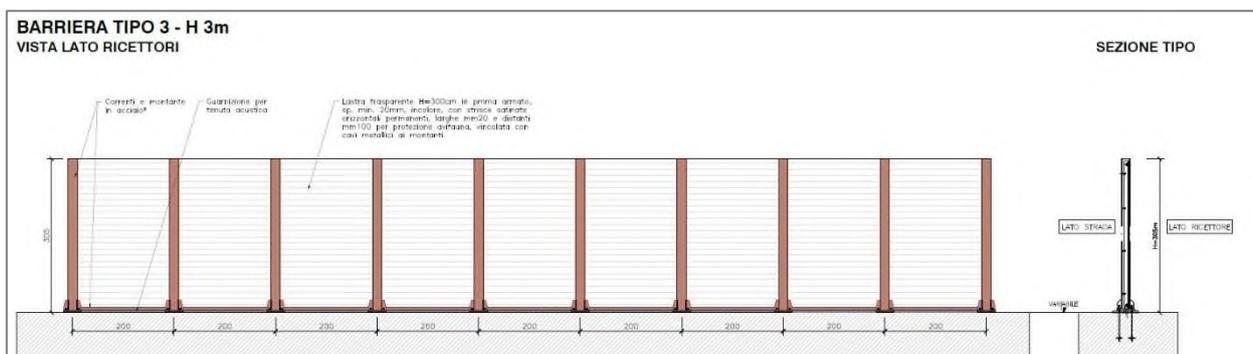


Figura 12-18. Barriera TIPO 3, H=3m

12.7.8 BARRIERA TIPO 3 – H=4m

Le barriere acustiche **FOA09** e **FOA20** sono classificate come “disaccoppiate” e tipologia architettonica “TIPO 3” H4 m. La barriera fonoassorbente è costituita da correnti e montanti disposti a passo 2m in acciaio verniciato. E’ alta complessivamente 4 metri e strutturata con una lastra trasparente H=400cm in PMMA armato, vincolata con cavi metallici ai montanti.

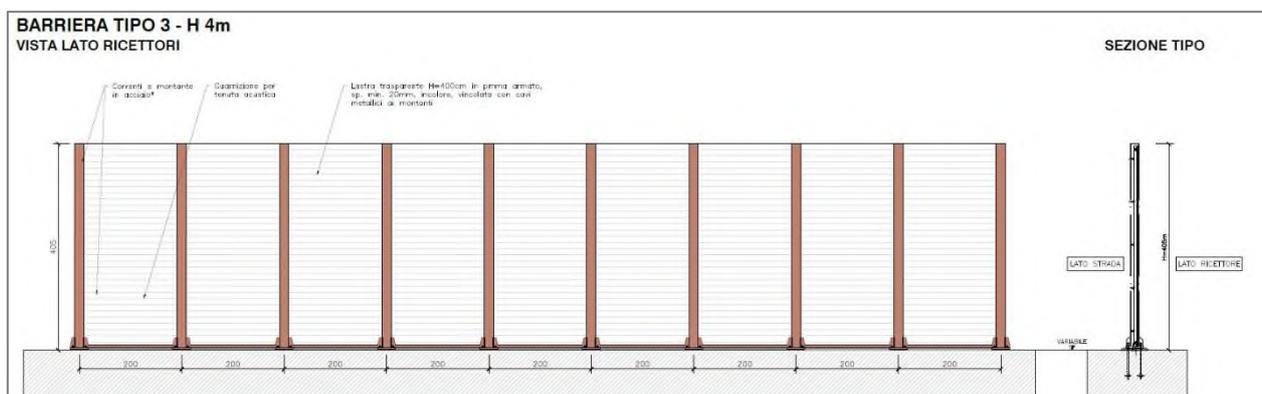


Figura 12-19. Barriera TIPO 3, H=4m

12.7.9 BARRIERA TIPO 4 – H=3m, Polifunzionale pannelli opachi

Le barriere acustiche **FOA03, FOA04, FOA13, FOA16, FOA21 e FOA22** sono classificate come “polifunzionali” e tipologia architettonica “TIPO 4” H3 m. La barriera fonoassorbente è costituita da correnti e montanti disposti a passo 2.25m in acciaio verniciato per le FOA03, FOA04, FOA21, e in cor-ten per tutte le altre. Tra i montanti vengono posizionati, per l'intera altezza, pannelli con guscio in acciaio (verniciato o cor-ten in accordo con il materiale dei montanti) H=50cm, con materassino di materiale fonoassorbente.

I pannelli di base hanno la caratteristica di essere, da lato strada, integrati con la barriera di sicurezza.

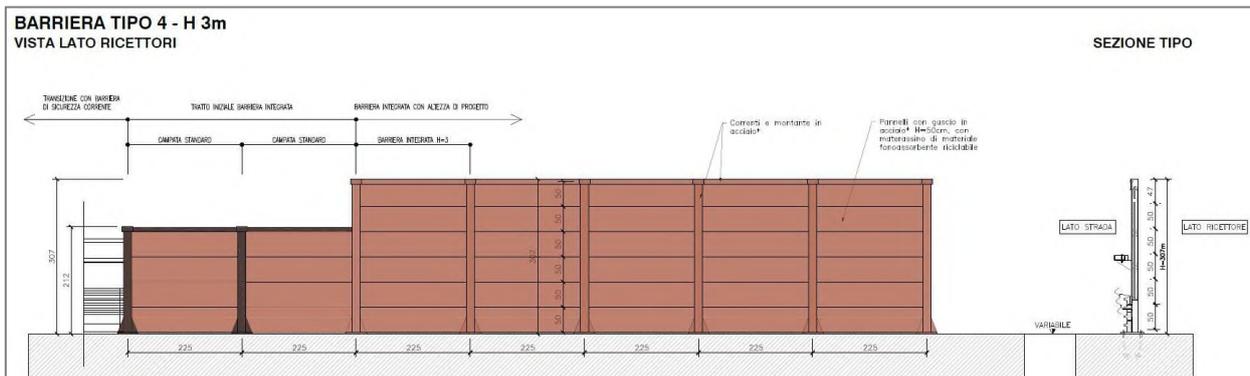


Figura 12-20. Barriera TIPO 4, H=3m – pannelli opachi

12.7.10 BARRIERA TIPO 5 – H=3m, Polifunzionale pannelli opachi/trasparenti

Le barriere acustiche **FOA08, FOA10**, si collocano sui viadotti Cerusa e Leiro e sono classificate come “polifunzionali” e tipologia architettonica “TIPO 5” H3 m. La barriera fonoassorbente è costituita da correnti e montanti disposti a passo 2,25m in acciaio verniciato e tra un montante e l'altro vengono posizionati alla base tre pannelli con guscio in acciaio verniciato H=50cm, con materassino di materiale fonoassorbente riciclabile e, in sommità, una lastra trasparente H=150cm (o 50cm durante le transizioni), in PMMA armato, sp. min. 15mm, incolore, con strisce satiniate orizzontali permanenti, larghe mm20 e distanti mm100 per protezione avifauna, vincolata con cavi metallici ai montanti e chiusa da corrente trasversale di coronamento. I pannelli di base hanno la caratteristica di essere, da lato strada, integrati con la barriera di sicurezza.

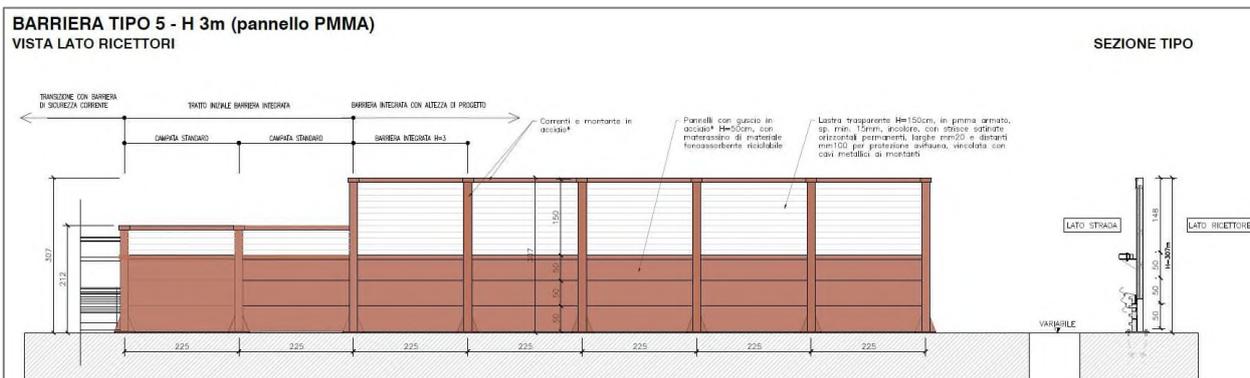


Figura 12-21. Barriera TIPO 5, H=3m – pannelli misti opachi-trasparenti

12.7.11 BARRIERA ESTERNA VIADOTTO GENOVA - H=3m

Le barriere acustiche **FOA11 e FOA18** sono le barriere esterne del Viadotto Genova, sono di tipo fonoisolante e si sviluppano per un'altezza $H= 3,00m$. Sono dotate di pannelli di vetro specifico: la prima metà realizzata in vetro azzurrato acidato, da quota $0,00$ a $+1,50$ m (porzione inferiore), mentre la seconda metà in vetro azzurrato trasparente, da quota $+1,50$ a $+3,00$ m (porzione superiore), con bande acidate orizzontali dove non previsto rivestimento esterno. Tutte le strutture metalliche, sia portanti che secondarie, realizzare in acciaio saranno verniciate in colore equivalente al RAL5014. I montanti di sostegno sono costituiti da profili HE in acciaio zincato e verniciato in colore RAL, saldati a piastra base e fazzoletti con inclinazione di circa 5° sul lato strada, posti ad interasse standard $i=2,82$ m. Ai montanti sarà fissato un doppio carter semi-circolare (lato strada e lato esterno) architettonico in lamierino di acciaio zincato e verniciato RAL eq.5014.

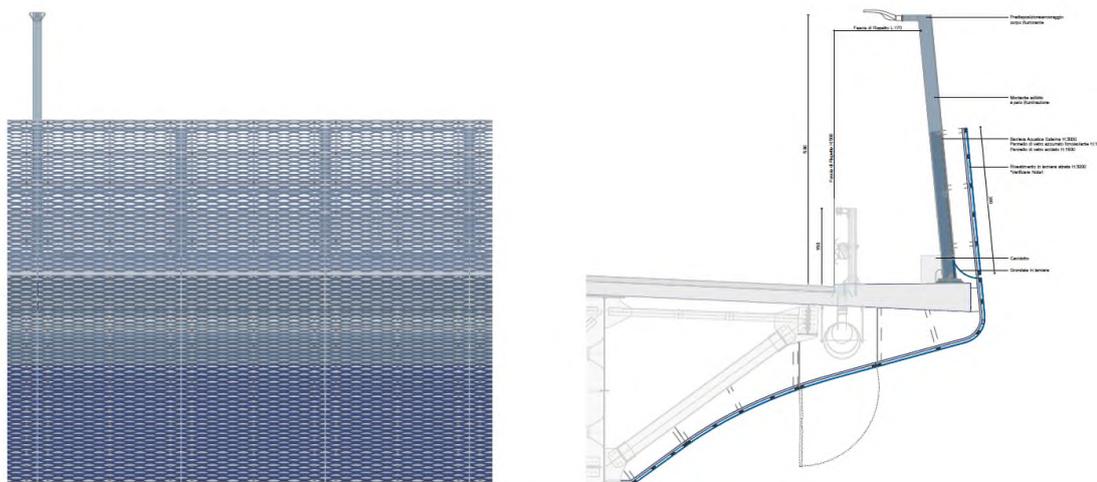


Figura 12-22. Barriera esterna Viadotto Genova, H=3m

12.7.12 BARRIERA INTERNA VIADOTTO GENOVA - H=4m

Le barriere acustiche **FOA33 e FOA34** sono le barriere interne del Viadotto Genova, si sviluppano su entrambi i deck, sono di tipo fonoisolante e si sviluppano per un'altezza $H= 4,00m$. Sono dotate da quota $0,00$ a $+2,00$ m (porzione inferiore) di pannellatura cieca fonoassorbente in alluminio anodizzato blu, completa di materassino interno in fibra di poliestere e testate laterali di chiusura, mentre da quota $+2,00$ a $+4,00$ m (porzione superiore) sono realizzate in vetro azzurrato fonoisolante con bande acidate. Tutte le strutture metalliche, sia portanti che secondarie, realizzare in acciaio saranno verniciate in colore equivalente al RAL5014. I montanti di sostegno sono costituiti da profili HE in acciaio zincato e verniciato in colore RAL, saldati a mensola a sbalzo orizzontale piastrata (dimensioni mensola $L=1,00$ m circa) da fissare alla spalla del viadotto, posti ad interasse standard $i=2,82$ m. Ai montanti sarà fissato un doppio carter semi-circolare (lato strada e lato esterno) architettonico in lamierino di acciaio zincato e verniciato RAL eq.5014.

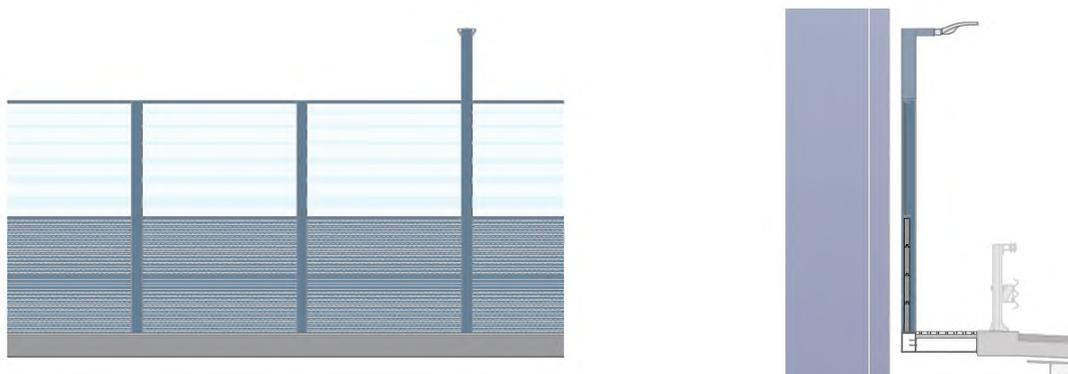


Figura 12-23. Barriera interna Viadotto Genova, H=4m