

S.S. 45bis - Gardesana Occidentale

Opere di costruzione della galleria in variante tra il km 86+567 e il km 88+800 finalizzata a sottendere le attuali gallerie ogivali a sezione ristretta

PROGETTO DEFINITIVO

COD. MI92

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA:

*Dott. Ing. Antonio Scalamandrè
Ordine Ing. di Frosinone n. 1063*

IL GEOLOGO

*Dott. Geol. Serena Majetta
Ordine Geol. di Roma n. 928*

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

*Dott. Ing. Laura Troiani
Ordine Ing. di Roma n. 31890*

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Fabio Quondam

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Giancarlo Luongo

PROTOCOLLO

DATA

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Parte 6 - Gli impatti delle opere, dell'esercizio e le ottimizzazioni

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG.

D P M I 0 0 9 2 **D** **1 8**

NOME FILE

T00IA10AMBRE06_A.pdf

CODICE ELAB.

T 0 0 I A 1 0 A M B R E 0 6

REVISIONE

SCALA

A

-

D

C

B

A

EMISSIONE

Mar 2020

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

INDICE

1	LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE FISICA ED OPERATIVA	3
2	LA SIGNIFICATIVITÀ DEGLI IMPATTI E LE MITIGAZIONI	4
2.1	ARIA E CLIMA	4
2.1.1	SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO	4
2.1.2	ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE	4
2.1.3	RAPPORTO OPERA – AMBIENTE	17
2.2	GEOLOGIA E ACQUE	22
2.2.1	SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO	22
2.2.2	ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE	22
2.2.3	IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE E LE MISURE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE ADOTTATE DURANTE LA FASE DI ESERCIZIO	29
2.3	TERRITORIO E SUOLO	30
2.3.1	SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO	30
2.3.2	ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE	30
2.3.3	IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE E LE MISURE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE ADOTTATE DURANTE LA FASE DI ESERCIZIO	33
2.4	BIODIVERSITÀ	34
2.4.1	SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO	34
2.4.2	ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE	35
2.4.3	IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE E LE MISURE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE ADOTTATE DURANTE LA FASE DI ESERCIZIO	37
2.5	RUMORE E VIBRAZIONI	39
2.5.1	SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO	39
2.5.2	ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE	39
2.5.3	IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE E LE MISURE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE ADOTTATE DURANTE LA FASE DI ESERCIZIO	39
2.6	SALUTE UMANA	40
2.6.1	SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO	40
2.6.2	ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE	40
2.6.3	IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE E LE MISURE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE ADOTTATE DURANTE LA FASE DI ESERCIZIO	47
2.7	PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE	48
2.7.1	SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO	48
2.7.2	ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE	48
2.7.3	IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE E LE MISURE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE ADOTTATE DURANTE LA FASE DI ESERCIZIO	55

1 LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE FISICA ED OPERATIVA

Rispetto alla metodologia definita nel Capitolo 1 della Parte 5 del presente SIA, la Parte 6 in esame è volta al completamento dell'analisi degli impatti. Infatti, dopo aver analizzato gli impatti sull'ambiente prodotti dalla fase di realizzazione dell'opera, in questa sede vengono valutati gli impatti dell'opera in relazione alla sua presenza e all'esercizio.

Il presente paragrafo, pertanto, è volto all'individuazione delle azioni di progetto relative all'opera, intesa nella sua dimensione fisica e operativa. Si specificano, pertanto, nella seguente tabella, le azioni di progetto che saranno poi analizzate nei paragrafi successivi, all'interno di ciascuna componente ambientale, al fine dell'individuazione dei fattori causali e conseguentemente degli impatti associati ad ogni azione di progetto.

Dimensione fisica

AF.1 ingombro

Dimensione operativa

AO.1 traffico in esercizio

AO.2 gestione acque di piattaforma

Tabella 1-1 Definizione azioni di progetto per la dimensione fisica ed operativa

Analizzando nel dettaglio l'insieme delle suddette azioni, esse possono essere correlate alle opere in progetto, così come indicato nella tabella seguente.

Tipologie di opere in progetto		Azioni di progetto	Dimensione
Tratti dell'opera all'aperto	Strada in trincea	ingombro	fisica
		traffico in esercizio	operativa
		gestione acque di piattaforma	operativa
Tratti dell'opera in sotterraneo	galleria naturale	ingombro	fisica
		traffico in esercizio	operativa
		gestione acque di piattaforma	operativa
	galleria artificiale	ingombro	fisica
		traffico in esercizio	operativa
		gestione acque di piattaforma	operativa
gallerie esistenti	traffico in esercizio	operativa	
	gestione acque di piattaforma	operativa	

Tabella 1-2 Definizione azioni di progetto per la dimensione fisica ed operativa correlate alla tipologia di opera

2 LA SIGNIFICATIVITÀ DEGLI IMPATTI E LE MITIGAZIONI

2.1 ARIA E CLIMA

2.1.1 SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sulla qualità dell'aria legate alla dimensione operativa dell'opera oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente matrice di correlazione azioni-fattori causali-effetti.

Azioni di progetto	Fattori causali	Impatti potenziali
<i>Dimensione operativa</i>		
AO.1 Traffico in esercizio	Produzione emissioni inquinanti	Modifica della qualità dell'aria

Tabella 2-1 Aria e Clima: Matrice di causalità – dimensione operativa

Nel seguito della trattazione, si riportano le analisi quantitative delle concentrazioni prodotte durante la fase di esercizio.

2.1.2 ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE

Gli input del software Aermid view

Gli input territoriali

Gli input Orografici:

Come già evidenziato nell'analisi dello scenario attuale e dell'opzione zero, uno degli input principali per l'applicazione del modello di simulazione in Aermid è il dato orografico. Il software Aermid View, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare essenzialmente tre tipologie di territorio così come mostrato in Figura 2-1.

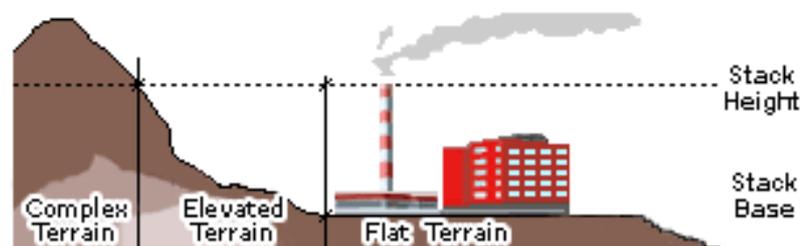


Figura 2-1 Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area in esame, attraversata dall'infrastruttura in progetto, si è adottata una conformazione del territorio di tipo "elevated terrain". Infatti, nel caso in esame, il terreno è di fondamentale importanza, poiché il progetto va ad interessare il promontorio adiacente la viabilità esistente. Si riporta di seguito l'andamento orografico restituito dal processore AERMAP:



Figura 2-2: Vista aerea dell'asse di progetto e dell'andamento orografico.

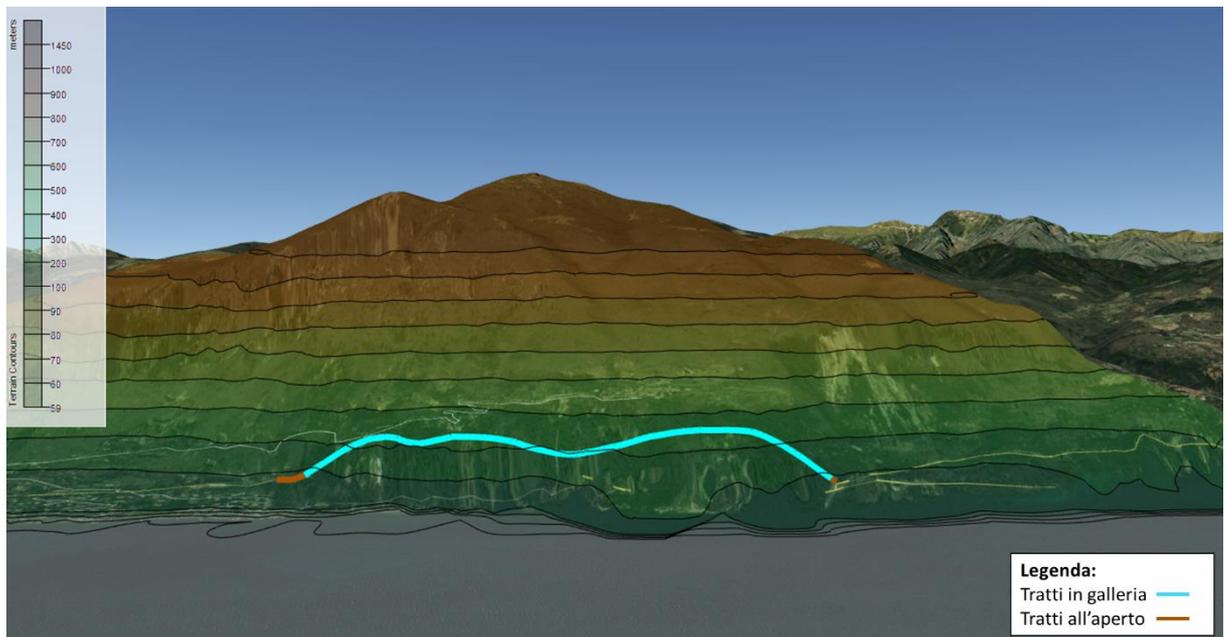


Figura 2-3: Vista tridimensionale dell'asse di progetto e dell'orografia attraversata.

Gli input meteorologici:

Il secondo input principale per l'applicazione del modello di simulazione in Aermod è il dato meteorologico.

Per le simulazioni dello scenario di progetto sono stati considerati gli stessi dati meteo utilizzati per lo stato attuale, in quanto non è possibile prevedere come saranno le condizioni meteorologiche future.

Gli input progettuali

L'infrastruttura di progetto:

L'asse stradale interessato dall'intervento è la S.S. 45 bis "Gardesana" nel tratto ricadente nel Comune di Gargnano, in provincia di Brescia. L'intervento ha l'obiettivo di risolvere le attuali criticità correlate alle gallerie ogivali ed in particolare prevede di mantenere in esercizio le gallerie esistenti, ma in un solo senso di marcia (direzione Nord) e realizzare una nuova galleria monodirezionale per il senso di marcia opposto (direzione Sud). Il progetto prevede, dunque, che la nuova galleria abbia una sezione trasversale di 7 metri totale, costituita da una corsia di modulo 4 metri e due banchine laterali, rispettivamente di 1 metro a sinistra e 2 metri a destra. La scelta di separare i flussi di traffico è stata determinata per ragioni di sicurezza, stante la presenza di una rotatoria in uscita dalla nuova opera in sottoterraneo, sul sedime dell'attuale intersezione a raso con la SP 38 in direzione Tignale, indispensabile per garantire il collegamento con la viabilità provinciale a monte. Il sistema così descritto risulta essere il seguente:

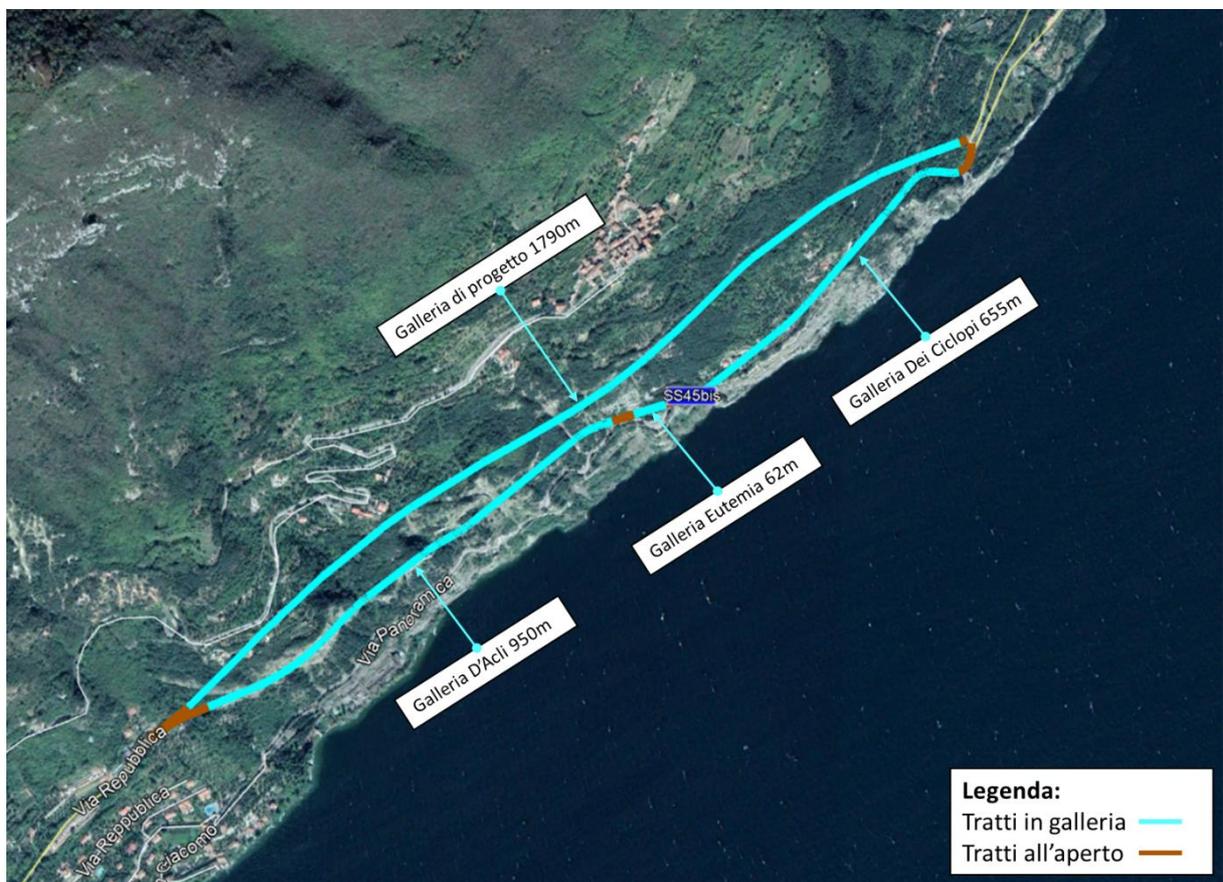


Figura 2-4: Scenario infrastrutturale di progetto

Metodologia di analisi per il calcolo dei fattori di emissione:

Come già esplicitato nell'analisi dello scenario attuale, parte centrale del metodo di stima delle concentrazioni è la definizione dei fattori di emissione. La metodologia all'interno del modello Copert lega i fattori di emissione alla velocità media tenuta dai veicoli, attraverso leggi di regressione determinate empiricamente. Tali equazioni dipendono dal veicolo considerato, in termini di legislazione emissiva e tipologia di veicolo (autoveicolo, veicolo commerciale, cilindrata o peso del mezzo ecc.).

Nel caso in esame pertanto, una volta stimata la composizione del parco veicolare futuro è stato poi valutato un fattore di emissione medio che aggregasse nei veicoli leggeri gli autoveicoli ed i veicoli commerciali leggeri, mentre nei veicoli pesanti i veicoli industriali pesanti, i trattori stradali e gli autobus.

A tali categorie sono quindi state associate velocità differenti e fattori di emissione differenti. Effettuando poi la media pesata di tali valori è stato possibile determinare il fattore di emissione medio per la descrizione del parco veicolare complessivo.

Composizione del parco veicolare circolante:

Per la composizione del parco veicolare, si fa riferimento a quanto assunto nel caso dell'opzione zero. Con riferimento al parco veicolare circolante fornito dall'ACI, al fine di valutare un parco futuro in considerazione dell'entrata in esercizio dell'intervento in esame, si è assunto che le classi Euro 0 ed Euro 1 venissero sostituite, aumentando la numerosità delle Euro 6.

Le tipologie veicolari che sono state considerate riguardano:

- autovetture, distinte per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali leggeri, distinti per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali pesanti, distinti per tipologia di alimentazione;
- trattori stradali, distinti per tipologia di alimentazione;
- autobus, distinti per uso.

Le analisi ed i dati sono riportate nella parte 3 del presente studio (componente aria e clima).

Volumi e velocità del traffico circolante:

Nel presente paragrafo si forniscono i dati progettuali utilizzati per la stima dei fattori di emissione e per il calcolo delle concentrazioni.

In particolare, per lo scenario post operam è stata assunta una velocità di 75 km/h.



Figura 2-5: Tratti a velocità differenti.

Si riporta qui di seguito una schematizzazione dei vari tratti:

Tratti	Velocità [Km/h]	Lunghezza [Km]
T1	75	0,13
T2	75	0,04
T3	75	0,07
T4	75	0,06
T5	75	0,10

Tabella 2-2: Schematizzazione del tracciato in progetto.

Anche in questo caso, vengono riportate le posizioni degli imbocchi delle tre gallerie esistenti (P1, P2, P3, P4, P5 e P6) e della galleria di progetto (P7 e P8)

Per quanto riguarda, infine, i flussi di traffico circolanti sull'infrastruttura nello scenario post operam, si è fatto riferimento ai dati forniti nello studio di fattibilità tecnico-economica, così come modificato nelle fasi successive di progettazione:

- 4524 veicoli/giorno circolanti sulla tratta esistente;
- 4281 veicoli/giorno circolanti sulla tratta di progetto.

Le sorgenti simulate

Anche per le simulazioni modellistiche dello scenario "post operam", sono state implementate all'interno di Aermod View due tipologie di sorgenti:

- 1) Sorgenti lineari, in grado di riprodurre l'emissione stradale sul tracciato fuori dalle gallerie;
- 2) Sorgenti puntuali in prossimità degli imbocchi delle gallerie, rappresentative delle emissioni che fuoriescono dalle gallerie stesse e che sono state prodotte dal traffico transitato all'interno.

I fattori di emissione:

Come definito nei paragrafi precedenti, dalla conoscenza della tipologia di parco veicolare circolante e dalla velocità è stato possibile determinare un fattore di emissione per ogni inquinante, per i veicoli leggeri e pesanti.

In particolare, una volta analizzato il parco veicolare futuro, si è ricavata la percentuale di veicoli per ogni tipologia di veicolo. Per ognuna di queste si è effettuato il prodotto con il valore di picco dell'inquinante in ambito urbano, ottenuto come output da Copert, e si sono ottenuti i fattori di emissione della singola tipologia di veicolo. Si è poi effettuato il calcolo finale relativo alla determinazione del fattore di emissione per la totalità dei veicoli leggeri e per quella dei pesanti. La velocità considerata è pari a 75km/h.

Nella tabella seguente sono riportati i fattori di emissione relativi all'NOx, al CO, al PM10, al PM2.5 e al Benzene, in funzione della velocità. In particolare, dal valore dei PM10 si è poi ottenuto quello dei PM2.5 e dai valori di VOC, in funzione dei coefficienti riportati nella parte 2 del presente studio (componente aria e clima), si è calcolato il valore del Benzene.

Inquinanti	Velocità [Km/h]	Fattore di emissione leggeri [g/km*veic]	Fattore di emissione pesanti [g/km*veic]
NOx	75	0,231	2,420
CO	75	0,214	0,603
PM10	75	0,008	0,046
PM2.5	75	0,005	0,028
C6H6	75	0,0005	0,00006

Tabella 2-3 Fattore di emissione NOx, CO, PM10, PM2.5 e Benzene per veicoli leggeri e pesanti. Velocità 75Km/h. Scenario di progetto.

Sulla base dei traffici futuri stimati, forniti dallo studio trasportistico, conoscendo le percentuali di veicoli leggeri e pesanti circolanti sui differenti rami della rete stradale, è stato possibile pesare i fattori di emissione sopra riportati, calcolando, per ogni arco, un fattore di emissione medio.

Sono stati poi calcolati i fattori di emissione medi relativi alle otto sorgenti puntuali inserite nella simulazione di AERMOD view per simulare l'emissione all'imbocco e all'uscita della galleria. I risultati sono riportati nelle tabelle sottostanti:

Tratti	Velocità [Km/h]	Lunghezza [Km]	Traffico leggero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio NOx[g/s]
T1	75	0,13	96	4	0,0022
T2	75	0,04	96	4	0,0007
T3	75	0,07	96	4	0,0012
T4	75	0,06	96	4	0,0011
P1	75	0,48	96	4	0,0081
P2	75	0,48	96	4	0,0081
P3	75	0,03	96	4	0,0005
P4	75	0,03	96	4	0,0005
P5	75	0,33	96	4	0,0056
P6	75	0,33	96	4	0,0056
T5	75	0,10	95	5	0,0016
P7	75	0,90	95	5	0,0152
P8	75	0,90	95	5	0,0152

Tabella 2-4: Fattore di emissione medio NOx - Scenario di progetto

Tratti	Velocità [Km/h]	Lunghezza [Km]	Traffico leggero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio CO[g/s]
T1	75	0,13	96	4	0,0016
T2	75	0,04	96	4	0,0005
T3	75	0,07	96	4	0,0008
T4	75	0,06	96	4	0,0008
P1	75	0,48	96	4	0,0057
P2	75	0,48	96	4	0,0057
P3	75	0,03	96	4	0,0004
P4	75	0,03	96	4	0,0004
P5	75	0,33	96	4	0,0040
P6	75	0,33	96	4	0,0040
T5	75	0,10	95	5	0,0011
P7	75	0,90	95	5	0,0104
P8	75	0,90	95	5	0,0104

Tabella 2-5: Fattore di emissione medio CO - Scenario di progetto

Tratti	Velocità [Km/h]	Lunghezza [Km]	Traffico leggero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio PM10 [g/s]
T1	75	0,13	96	4	0,00007
T2	75	0,04	96	4	0,00002
T3	75	0,07	96	4	0,00004

T4	75	0,06	96	4	0,00003
P1	75	0,48	96	4	0,00024
P2	75	0,48	96	4	0,00024
P3	75	0,03	96	4	0,00002
P4	75	0,03	96	4	0,00002
P5	75	0,33	96	4	0,00017
P6	75	0,33	96	4	0,00017
T5	75	0,10	95	5	0,00005
P7	75	0,90	95	5	0,00045
P8	75	0,90	95	5	0,00045

Tabella 2-6: Fattore di emissione medio PM10 - Scenario di progetto

Tratti	Velocità [Km/h]	Lunghezza [Km]	Traffico leggero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio PM2.5 [g/s]
T1	75	0,13	96	4	0,000040
T2	75	0,04	96	4	0,000013
T3	75	0,07	96	4	0,000022
T4	75	0,06	96	4	0,000019
P1	75	0,48	96	4	0,000147
P2	75	0,48	96	4	0,000147
P3	75	0,03	96	4	0,000010
P4	75	0,03	96	4	0,000010
P5	75	0,33	96	4	0,000101
P6	75	0,33	96	4	0,000101
T5	75	0,10	95	5	0,000029
P7	75	0,90	95	5	0,000270
P8	75	0,90	95	5	0,000270

Tabella 2-7: Fattore di emissione medio PM2.5 - Scenario di progetto

Tratti	Velocità [Km/h]	Lunghezza [Km]	Traffico leggero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio Benzene [g/s]
T1	75	0,13	96	4	0,0000033
T2	75	0,04	96	4	0,0000011
T3	75	0,07	96	4	0,0000018
T4	75	0,06	96	4	0,0000016
P1	75	0,48	96	4	0,0000120
P2	75	0,48	96	4	0,0000120
P3	75	0,03	96	4	0,0000008

P4	75	0,03	96	4	0,0000008
P5	75	0,33	96	4	0,0000083
P6	75	0,33	96	4	0,0000083
T5	75	0,10	95	5	0,0000023
P7	75	0,90	95	5	0,0000212
P8	75	0,90	95	5	0,0000212

Tabella 2-8: Fattore di emissione medio Benzene - Scenario di progetto

I ricettori di riferimento

I ricettori puntuali e la maglia di calcolo inseriti nel modello sono gli stessi valutati nella simulazione dello scenario attuale, per poter, a valle dei risultati ottenuti, effettuare un confronto tra i diversi scenari.

I dati di output delle simulazioni

Dopo aver completato la fase di modellazione dell'input, descritta nel paragrafo precedente, è stato possibile ottenere l'output del modello, il quale ha permesso di determinare i livelli di concentrazione relativi ai principali inquinanti generati dalla sorgente stradale nello scenario di progetto.

In particolare, vengono riportati i valori relativi a:

- Ossidi di Azoto NO_x;
- Biossido di Azoto NO₂;
- Monossido di Carbonio CO;
- Particolato PM₁₀;
- Particolato PM_{2.5};
- Benzene C₆H₆.

Per la rappresentazione grafica delle concentrazioni medie annue è possibile far riferimento ai seguenti elaborati, specifici per ogni inquinante analizzato:

- T00IA31AMBPL02A "Planimetria dei recettori e concentrazioni NO_x - Post Operam"
- T00IA31AMBPL05A "Planimetria dei recettori e concentrazioni CO - Post Operam"
- T00IA31AMBPL09A "Planimetria dei recettori e concentrazioni PM10 - Post Operam"
- T00IA31AMBPL13A "Planimetria dei recettori e concentrazioni PM2.5 - Post Operam"
- T00IA31AMBPL16A "Planimetria dei recettori e concentrazioni Benzene - Post Operam"

Di seguito, invece, vengono riportati i risultati delle concentrazioni degli inquinanti di interesse stimati in corrispondenza dei punti ricettori specifici, al fine di condurre le verifiche con i limiti definiti in normativa per ogni inquinante.

Gli inquinanti in esame sono stati relazionati a diversi intervalli di mediazione temporale in virtù dei diversi limiti imposti dalla normativa vigente. Nello specifico si considera la media annua degli NO_x per la verifica dei limiti sulla vegetazione, mentre per la protezione della salute umana si fa riferimento alla media annua

e ai massimi orari degli NO₂, alla media annua e giornaliera del PM₁₀, alla media annua del PM_{2,5}, alla media annua del Benzene e alla massima media sulle 8 ore consecutive per la CO.

Nelle tabelle sottostanti si riportano dunque gli output delle simulazioni eseguite con Aermod per lo scenario di progetto. Inoltre, al fine di stimare il valore complessivo di concentrazione risultante, è stato sommato ai valori di output il contributo del fondo rilevato dalle centraline di riferimento.

Ossido di Azoto:

Ricettore	Contributo stradale simulato media annua [µg/m ³]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [µg/m ³]	Concentrazione totale di NO _x [µg/m ³]	Percentuale sul totale [%]	Limite normativo [µg/m ³]
V1	1,749	32,24	33,989	5,15%	30
V2	5,908	32,24	38,148	15,49%	30
V3	0,914	32,24	33,154	2,76%	30
V4	1,142	32,24	33,382	3,42%	30

Tabella 2-9: Valori di concentrazione media annua di NO_x sui recettori vegetazionali- Scenario post operam

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di NO_x, sono emerse criticità per tutti e quattro i recettori vegetazionali, in prossimità dei quali, sommando il contributo del fondo registrato dalla centralina ARPA di riferimento, si hanno superamenti del valore normativo in termini di concentrazioni medie annue totali. Tali superamenti sono tuttavia imputabili all'elevato valore di fondo della centralina di Odolo (pari a 32,24 µg/m³), il quale già da solo supera il valore di 30 µg/m³ previsto dalla norma; il contributo del solo progetto è modesto in prossimità di tutti e quattro i recettori vegetazionali. Il valore maggiore emerso dalla simulazione si registra in prossimità di V2 ed è pari a 5,908 µg/m³, rappresentativo di circa il 15% del totale.

Biossido di Azoto:

Ricettore	Contributo stradale simulato media annua [µg/m ³]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [µg/m ³]	Concentrazione totale di NO ₂ [µg/m ³]	Percentuale sul totale [%]	Limite normativo [µg/m ³]
R1	0,481	20,34	20,821	2,31%	40
R2	0,248	20,34	20,588	1,20%	40
R3	14,676	20,34	35,016	41,91%	40
R4	0,247	20,34	20,587	1,20%	40
R5	0,188	20,34	20,528	0,91%	40
R6	0,186	20,34	20,526	0,91%	40
R7	0,028	20,34	20,368	0,14%	40

Tabella 2-10: Output dato medio annuo dell'inquinante NO₂ - Scenario post operam

Ricettore	Contributo strale simulato max orario [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Concentrazione totale di NO2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R1	39,799	20,34	60,139	200
R2	29,196	20,34	49,536	200
R3	75,631	20,34	95,971	200
R4	15,388	20,34	35,728	200
R5	25,866	20,34	46,206	200
R6	22,626	20,34	42,966	200
R7	1,623	20,34	21,963	200

Tabella 2-11 Output massimo orario dell'inquinante NO₂ - Scenario post operam

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di NO₂, non sono emersi superamenti del valore normativo, sia in termini di media annua che di massimi orari. Il ricettore residenziale più critico è risultato R3, nel quale si registra una concentrazione media annua totale di NO₂ (comprensiva del fondo) pari a 35,016 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e una concentrazione massima oraria pari a 95,971 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Monossido di Carbonio:

Ricettore	Contributo strale simulato max della media su 8h [mg/m^3]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [mg/m^3]	Concentrazione totale di CO [mg/m^3]	Percentuale sul totale [%]	Limite normativo [mg/m^3]
R1	0,008	0,31	0,318	2,38%	10
R2	0,005	0,31	0,315	1,65%	10
R3	0,083	0,31	0,393	21,19%	10
R4	0,002	0,31	0,312	0,76%	10
R5	0,004	0,31	0,314	1,30%	10
R6	0,002	0,31	0,312	0,66%	10
R7	0,0003	0,31	0,310	0,11%	10

Tabella 2-12: Output dato medio del massimo su 8h dell'inquinante CO - Scenario post operam

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di CO, non sono emersi superamenti del valore normativo. Il ricettore residenziale più critico è risultato R3, nel quale si registra una concentrazione massima media su 8 ore di CO (comprensiva del fondo) pari a 0,393 mg/m^3 , ampiamente al di sotto del limite normativo di 10 mg/m^3 .

Particolato PM₁₀:

Ricettore	Contributo stradale simulato media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Concentrazione totale di PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Percentuale sul totale [%]	Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R1	0,013	28,82	28,833	0,04%	40
R2	0,006	28,82	28,826	0,02%	40
R3	0,215	28,82	29,035	0,74%	40
R4	0,005	28,82	28,825	0,02%	40
R5	0,003	28,82	28,823	0,01%	40
R6	0,003	28,82	28,823	0,01%	40
R7	0,001	28,82	28,821	0,00%	40

Tabella 2-13: Output dato medio annuo dell'inquinante PM₁₀ – Scenario post operam

Ricettore	Contributo stradale simulato max giornaliero [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Concentrazione totale di PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R1	0,111	28,82	28,931	50
R2	0,079	28,82	28,899	50
R3	1,922	28,82	30,742	50
R4	0,047	28,82	28,867	50
R5	0,062	28,82	28,882	50
R6	0,032	28,82	28,852	50
R7	0,005	28,82	28,825	50

Tabella 2-14 Output massimo giornaliero dell'inquinante PM10 – Scenario post operam

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di PM10, non sono emersi superamenti del valore normativo, sia in termini di media annua che di massimi giornalieri. Il ricettore residenziale più critico è risultato R3, nel quale si registra una concentrazione media annua totale di PM10 (comprensiva del fondo) pari a 29,035 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e una concentrazione massima oraria pari a 30,742 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Si fa presente inoltre che il contributo della sola rete stradale in esame, in termini di media annua, rappresenta lo 0,74% (in R3).

Particolato PM_{2.5}:

Ricettore	Contributo stradale simulato media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Concentrazione totale di PM2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Percentuale sul totale [%]	Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R1	0,007	17,3	17,307	0,04%	25

Ricettore	Contributo stradale simulato media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Concentrazione totale di $\text{PM}_{2.5}$ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Percentuale sul totale [%]	Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R2	0,003	17,3	17,303	0,02%	25
R3	0,127	17,3	17,427	0,73%	25
R4	0,003	17,3	17,303	0,02%	25
R5	0,002	17,3	17,302	0,01%	25
R6	0,002	17,3	17,302	0,01%	25
R7	0,0004	17,3	17,300	0,002%	25

Tabella 2-15: Output dato medio annuo dell'inquinante $\text{PM}_{2.5}$ - Scenario post operam

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di $\text{PM}_{2.5}$, non sono emersi superamenti del valore normativo. Il ricettore residenziale più critico è risultato R3, nel quale si registra una concentrazione media annua totale di $\text{PM}_{2.5}$ (comprensiva del fondo) pari a $17,427 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nettamente inferiore a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ imposti dalla norma. Si fa presente inoltre che il contributo della sola rete stradale in esame, in termini di media annua, rappresenta il 0,73% (in R3).

Benzene:

Ricettore	Contributo stradale simulato media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Concentrazione totale di C_6H_6 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Percentuale sul totale [%]	Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R1	0,00059	1,34	1,341	0,04%	5
R2	0,00027	1,34	1,340	0,02%	5
R3	0,01013	1,34	1,350	0,75%	5
R4	0,00023	1,34	1,340	0,02%	5
R5	0,00013	1,34	1,340	0,01%	5
R6	0,00013	1,34	1,340	0,01%	5
R7	0,00003	1,34	1,340	0,002%	5

Tabella 2-16: Output dato medio annuo dell'inquinante Benzene- Scenario post operam

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di Benzene, non sono emersi superamenti del valore normativo. Il ricettore residenziale più critico è risultato R3, nel quale si registra una concentrazione media annua totale di Benzene (comprensiva del fondo) pari a $1,350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nettamente inferiore a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ imposti dalla norma. Si fa presente inoltre che il contributo della sola rete stradale in esame, in termini di media annua, rappresenta lo 0,75% (in R3).

2.1.3 RAPPORTO OPERA – AMBIENTE

Il presente paragrafo è volto al confronto tra i dati di output delle simulazioni effettuate sullo stato attuale, Ante Operam, e quelle effettuate sullo scenario di progetto, Post-Operam, al fine di verificare i benefici introdotti dal progetto in esame.

Ossido di Azoto:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua Ante Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Contributo stradale simu- lato media annua Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Differenza percentuale tra Post e Ante operam [%]
V1	0,894	1,749	95,61%
V2	22,036	5,908	-73,19%
V3	0,612	0,914	49,31%
V4	2,062	1,142	-44,64%

Tabella 2-17: Confronto Ante Operam e Post Operam relativo al NO_x

Dall'analisi delle concentrazioni effettuata in prossimità dei ricettori vegetazionali, presi come riferimento per l'analisi, si osserva un miglioramento generale tra lo stato attuale e lo scenario di progetto per i ricettori V2 e V4 derivante dal rinnovato parco veicolare previsto al futuro in cui si prevede la scomparsa dei veicoli Euro 0 ed Euro 1 ed un incremento dei veicoli Euro 6. Solamente i due ricettori V1 e V3, più vicini al nuovo tracciato, registrano allo scenario di progetto dei valori di concentrazioni di NO_x maggiori rispetto allo stato attuale, mantenendosi comunque ampiamente al di sotto dei limiti normativi di riferimento.

Per i restanti inquinanti i ricettori sono impiegati per la valutazione delle concentrazioni nei riguardi della salute umana e sono R1, R2, R3, R4, R5, R6 e R7.

Biossido di Azoto:

Per il biossido di azoto, il confronto viene effettuato sui due diversi intervalli di mediazione temporale imposti dalla normativa vigente, il valore medio annuo ed il valore massimo orario:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua Ante Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Contributo stradale simu- lato media annua Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Differenza percentuale tra Post e Ante operam [%]
R1	0,646	0,481	-25,58%
R2	0,341	0,248	-27,52%
R3	8,164	14,676	79,78%
R4	0,779	0,247	-68,37%
R5	0,277	0,188	-32,20%
R6	0,192	0,186	-3,39%

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua Ante Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Contributo stradale simulato media annua Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Differenza percentuale tra Post e Ante operam [%]
R7	0,074	0,028	-62,85%

Tabella 2-18: Confronto Ante Operam e Post Operam relativo al valore medio annuo del NO_2

Analogamente a quanto detto in precedenza, anche per le concentrazioni medie annue di NO_2 , si verifica una riduzione percentuale tra lo scenario post operam e ante in prossimità di quasi tutti i ricettori individuati per la protezione della salute umana; fa eccezione il recettore R3 per il quale si verifica un lieve aumento dovuto probabilmente alla presenza del nuovo tracciato di progetto in combinazione con il campo di vento (che tende a disperdere il plume di inquinante in direzione sud-ovest)

Ricettori	Contributo stradale simulato media del massimo orario Ante Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Contributo stradale simulato media del massimo orario Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Differenza percentuale tra Post e Ante operam [%]
R1	58,847	39,799	-32,37%
R2	40,458	29,196	-27,83%
R3	76,551	75,631	-1,20%
R4	42,745	15,388	-64,00%
R5	38,903	25,866	-33,51%
R6	14,688	22,626	54,04%
R7	5,410	1,623	-70,00%

Tabella 2-19: Confronto Ante Operam e Post Operam relativo al valore medio del massimo orario del NO_2

La seconda tabella riporta i valori dei massimi orari registrati nei ricettori impiegati per le valutazioni sulla salute umana, nello scenario attuale ed in quello di progetto, e la loro differenza percentuale. Anche in questo caso, si registrano decrementi di inquinante su quasi tutti i ricettori; fa eccezione il recettore R6 in cui si ha un lieve aumento di concentrazione dovuto alla vicinanza col tracciato di progetto.

Monossido di Carbonio:

Per il monossido di carbonio, il confronto viene effettuato sull' intervalli di mediazione temporale imposto dalla normativa vigente, ovvero il valore medio dei massimi registrati su 8h consecutive:

Ricettori	Contributo stradale simulato media del max sulle 8h consecutive Ante Operam [mg/m ³]	Contributo stradale simulato media del max sulle 8h consecutive Post Operam [mg/m ³]	Differenza percentuale tra Post e Ante operam [%]
R1	0,025	0,0076	-69,52%
R2	0,017	0,0052	-68,89%
R3	0,124	0,0833	-32,76%
R4	0,030	0,0024	-92,01%
R5	0,011	0,0041	-64,43%
R6	0,008	0,0021	-74,99%
R7	0,002	0,0003	-85,80%

Tabella 2-20: Confronto Ante Operam e Post Operam relativo al valore medio del massimo registrato in 8h consecutive del CO

Per quanto riguarda il monossido di carbonio si registra per tutti i ricettori una riduzione percentuale dei valori di concentrazione tra post e ante operam. Sapendo che la sorgente stradale gioca un ruolo importante nella produzione di monossido di carbonio è chiaro che il parco veicolare considerato nello scenario futuro gioca anche in questo caso un ruolo fondamentale per il decremento registrati.

Particolato PM₁₀:

Per il particolato PM₁₀, il confronto viene effettuato sui due diversi intervalli di mediazione temporale imposti dalla normativa vigente, il valore medio annuo ed il valore medio del massimo giornaliero:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua Ante Operam [µg/m ³]	Contributo stradale simulato media annua Post Operam [µg/m ³]	Differenza percentuale tra Post e Ante operam [%]
R1	0,028	0,013	-54,89%
R2	0,015	0,006	-61,05%
R3	0,372	0,215	-42,21%
R4	0,033	0,005	-85,07%
R5	0,011	0,003	-76,88%
R6	0,008	0,003	-67,25%
R7	0,003	0,001	-81,62%

Tabella 2-21: Confronto Ante Operam e Post Operam relativo al valore medio annuo del PM₁₀

Per quanto riguarda il particolato PM₁₀, nei riguardi delle misurazioni relative al valore medio annuo, il decremento percentuale che si ottiene nello scenario al futuro è elevato per tutti i ricettori. La riduzione maggiore si registra per R4 (85 %), mentre sugli altri ricettori si può notare come tale valore di riduzione sia compreso tra il 55% e l'82%.

Ricettori	Contributo stradale simulato media del massimo giornaliero Ante Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Contributo stradale simulato media del massimo giornaliero Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Differenza percentuale tra Post e Ante operam [%]
R1	0,204	0,111	-45,47%
R2	0,201	0,079	-60,88%
R3	1,150	1,922	67,16%
R4	0,349	0,047	-86,61%
R5	0,118	0,062	-47,18%
R6	0,108	0,032	-70,54%
R7	0,026	0,005	-81,31%

Tabella 2-22: Confronto Ante Operam e Post Operam relativo al valore medio del massimo giornaliero del PM_{10}

La seconda tabella riporta i valori medi dei massimi giornalieri registrati dai ricettori impiegati per le valutazioni sulla salute umana, nello scenario attuale ed in quello di progetto, e la loro differenza percentuale. Come si può notare, anche in questo caso, si verifica un decremento percentuale tra le concentrazioni Ante Operam e Post Operam, ad eccezione del recettore R3, in prossimità del quale si registra un leggero aumento (da $1,150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $1,922 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Particolato $\text{PM}_{2,5}$:

Per il particolato $\text{PM}_{2,5}$, il confronto viene effettuato sull' intervallo di mediazione temporale imposto dalla normativa vigente, ossia il valore medio annuo:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua Ante Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Contributo stradale simulato media annua Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Differenza percentuale tra Post e Ante operam [%]
R1	0,015	0,007	-50,20%
R2	0,008	0,003	-56,05%
R3	0,199	0,127	-36,01%
R4	0,017	0,003	-83,13%
R5	0,006	0,002	-73,12%
R6	0,004	0,002	-57,61%
R7	0,001	0,0004	-73,88%

Tabella 2-23: Confronto Ante Operam e Post Operam relativo al valore medio annuo del $\text{PM}_{2,5}$

Nel caso del particolato $\text{PM}_{2,5}$, il decremento di concentrazioni si verifica per tutti i ricettori individuati ed è massimo su R4 (83 %).

Benzene:

Infine, anche per il benzene, il confronto viene effettuato sull' intervallo di mediazione temporale imposto dalla normativa vigente, ossia il valore medio annuo:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua Ante Operam [µg/m ³]	Contributo stradale simulato media annua Post Operam [µg/m ³]	Differenza percentuale tra Post e Ante operam [%]
R1	0,011	0,00059	-94,67%
R2	0,006	0,00027	-95,23%
R3	0,148	0,01013	-93,18%
R4	0,013	0,00023	-98,17%
R5	0,005	0,00013	-97,12%
R6	0,003	0,00013	-95,39%
R7	0,001	0,00003	-96,97%

Tabella 2-24: Confronto Ante Operam e Post Operam relativo al valore medio annuo del benzene

Dalla tabella emergono i valori delle medie annue registrate dai ricettori nell'Ante Operam e nel Post Operam, e la loro differenza percentuale. Il decremento delle concentrazioni di benzene è molto elevato ed anche in questo caso, frutto del parco veicolare futuro. La differenza percentuale è sempre superiore al 90%.

Concludendo, dall'analisi dei livelli di concentrazione di NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, CO e Benzene stimati sui ricettori per la protezione della salute umana allo scenario di progetto, non sono emerse criticità in termini di inquinamento atmosferico, in quanto i valori di concentrazione registrati in prossimità di questi rispettano sempre i valori soglia limite definiti in normativa.

Dall'analisi dei livelli di concentrazione stimati sui ricettori per la vegetazione si evidenzia una situazione di criticità per l'NO_x, in quanto il valore risultante dalla simulazione sommato al valore di fondo, per ogni ricettore, supera il limite normativo. Tuttavia, si precisa che il superamento è attribuibile all'elevato valore di fondo registrato dalla centralina di Odolo (pari a 32,24 µg/m³) che già da solo supera il limite normativo di 30 µg/m³. Infatti, si evidenzia il modesto contributo fornito dal progetto che da solo rappresenta al massimo il 15 % del totale per il ricettore V2.

In ultimo, si sottolinea che in prossimità dei ricettori risultanti più esposti alle concentrazioni di inquinanti, saranno condotte delle campagne di monitoraggio, da effettuare durante l'esercizio del progetto.

2.2 GEOLOGIA E ACQUE

2.2.1 SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO

Seguendo la metodologia già utilizzata nella parte P5 in merito alla dimensione Costruttiva, in questa sede sono definiti e stimati i principali impatti potenziali legati alle azioni afferenti alla dimensione Fisica ed Operativa che l'opera oggetto del presente studio potrebbe generare sulla componente in esame.

La catena Azioni – fattori causali – impatti potenziali riferita alla componente Geologia e Acque è riportata nella seguente tabella.

Azioni di progetto	Fattori Causali	Impatti potenziali
<i>Dimensione fisica</i>		
AF.1 Ingombro	Interferenza corsi d'acqua	Modifica condizioni di deflusso corpi idrici
<i>Dimensione operativa</i>		
AO.2 Gestione acque di piattaforma	Realizzazione nuovo sistema di raccolta e convogliamento	Modifica caratteristiche quali-quantitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei

Tabella 2-25 Geologia ed acque: Matrice di causalità – dimensione fisica ed operativa

Con riferimento alla "Dimensione fisica" dell'opera in esame la prevista realizzazione dell'opera comporterà la demolizione del tombamento esistente del fosso "Valle della Torre" e la realizzazione di un nuovo attraversamento idraulico; tale realizzazione potrebbe comportare la modifica del deflusso delle acque del Fosso.

In merito alla "Dimensione operativa" occorre analizzare il sistema di gestione delle acque, sia nel tratto in galleria che all'aperto che, se opportunamente strutturato, potrà evitare l'alterazione dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

2.2.2 ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE

Dimensione fisica: Modifica condizioni di deflusso corpi idrici

Dal punto di vista idraulico, per la realizzazione della variante alla SS45 bis si dovrà procedere alla demolizione del tombamento esistente del fosso "Valle della Torre" ed alla realizzazione di un nuovo attraversamento idraulico. La realizzazione dell'opera potrebbe quindi comportare la modifica del deflusso delle acque del Fosso.

Attualmente il Fosso sottoattraversa la viabilità esistente mediante un ponticello ad arco avente larghezza di base pari a 10 m ed altezza di circa 6 m; a monte del ponticello esistente, il fosso risulta tombato per un tratto di circa 17m mediante n. 2 tombini in cls DN 1000 mm, posti uno sopra l'altro. Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo attraversamento idraulico con sezione scatolare di luce pari a 4 m, altezza variabile da 2 a 4.5 m e lunghezza di 22 m circa; a monte dell'opera è prevista un'opera di imbocco con gradonatura di dissipazione, stante la forte pendenza longitudinale del corso d'acqua (cfr. Figura 2-7).

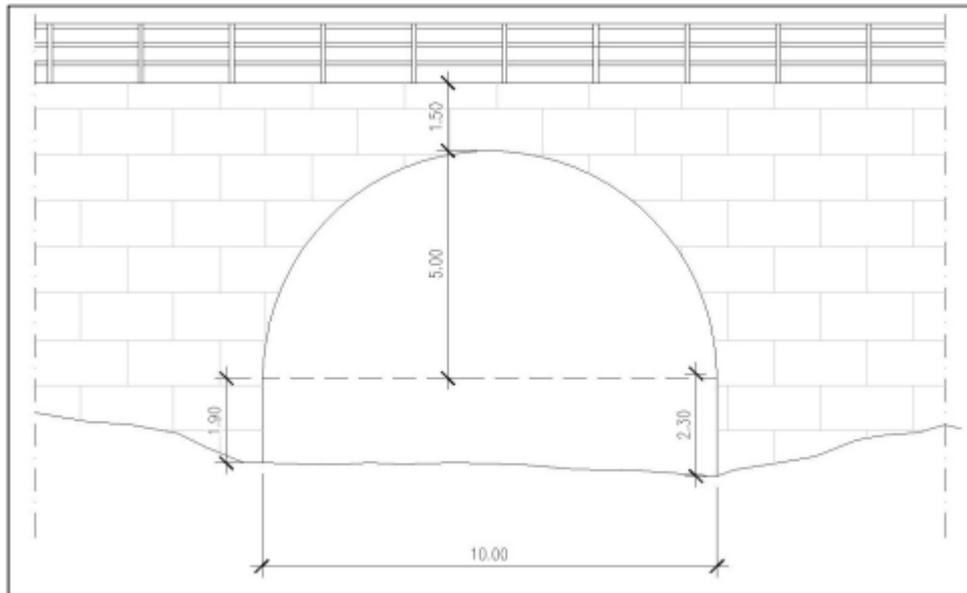


Figura 2-6 Ricostruzione attraversamento attuale sotto la SS45 bis – sezione ponte lato valle

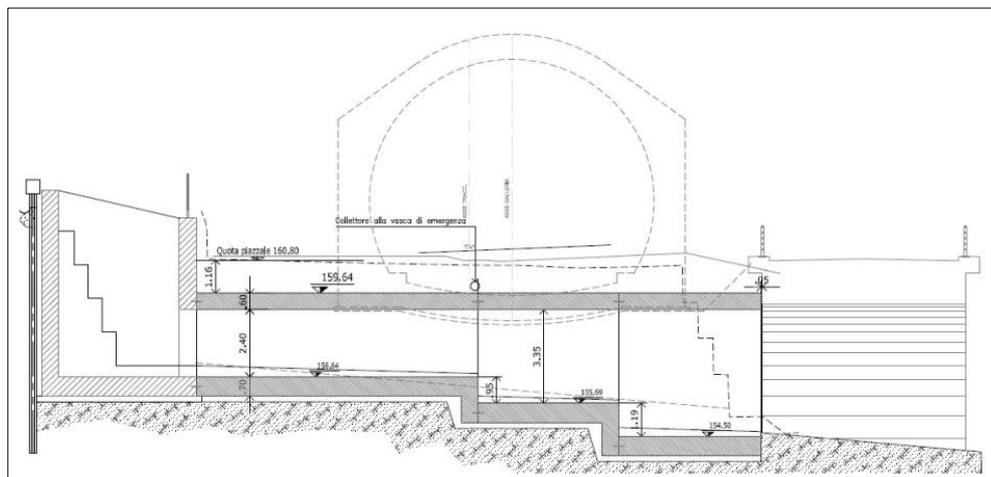


Figura 2-7 Gradonatura di dissipazione

Al fine di verificare la capacità idraulica dell'opera di attraversamento progettata per il Valle della Torre, nell'ambito della Relazione Idrologica (T00ID00IDRR01A) e della Relazione idraulica (T00ID00IDRR02A) è stata determinata la quantificazione dei deflussi interferenti con l'infrastruttura in progetto e la verifica del corretto dimensionamento delle opere idrauliche, individuando le eventuali potenziali criticità connesse alla variazione tra ante e post operam delle condizioni di deflusso.

Rimandando alle due suddette relazioni per approfondimenti sui sistemi modellistici implementati, si ritiene che l'opera idraulica di attraversamento prevista sia idonea a smaltire la portata al colmo di piena per Tr 200 anni, con adeguati franchi di sicurezza rispetto all'intradosso degli scatolari ed al piano stradale di

progetto, così come indicato nella tabella seguente.

B (m)	H _{min} (m)	Q (mc/s)	Franco (m)		
			Minimo interno all'opera	Rispetto al piano strada	Minimo NTC 2018
4	2	7.21	1.5	3.4	0.6

Tabella 2-26 Attraversamento del Fosso Valle della Torre - Verifica rispetto dei franchi di sicurezza per portate liquide

Il franco minimo da rispettare si riferisce ad un grado massimo di riempimento pari al 70%, e corrisponde, considerando la sezione minima dell'opera di altezza pari a 2 m, a 60 cm. La verifica sopra esposta è stata svolta considerando le sole portate liquide.

Di seguito la tabella relativa all'incremento di portata considerando anche il trasporto solido.

B (m)	H _{min} (m)	Q + Q _s (mc/s)	Franco (m)		
			Minimo interno all'opera	Rispetto al piano strada	Minimo NTC 2018
4	2	10.81	1	2.9	0.6

Tabella 2-27 Attraversamento del Fosso Valle della Torre - Verifica rispetto dei franchi di sicurezza con trasporto solido

Dai risultati precedenti emerge che, considerando un incremento della portata di massima piena del 50%, atta a comprendere il contributo del trasporto solido Q_s, l'opera si dimostra comunque ampiamente adeguata.

Dimensione operativa: Modifica delle caratteristiche quali-quantitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei

La realizzazione delle opere previste dal progetto in esame determinerà la presenza di acque sia nel tracciato in galleria che nel tratto all'aperto, le quali, se non gestite in modo opportuno, potrebbero apportare modifiche sia ai corpi idrici superficiali che sotterranei. Per tale motivo è prevista la realizzazione di sistemi di raccolta e convogliamento specifici per le differenti tipologie di acque.

Tratto in galleria

Il sistema di drenaggio della piattaforma stradale in galleria assume anche il ruolo di impianto di sicurezza; il suo dimensionamento garantisce la rapida intercettazione e l'allontanamento di:

- liquidi defluenti in carreggiata, siano essi liquidi infiammabili originati da sversamenti accidentali,
- reflui dei lavaggi,
- reflui dell'impianto antincendio,
- acque di percolazioni o infiltrazione,
- acque meteoriche in prossimità degli imbocchi.

Le tipologie di sistema di drenaggio previste per i diversi tratti di galleria sono riportate nella tabella seguente.

	Sversamento accidentale	Acque di ammasso	Raccolta arco rovescio
Galleria Nuova	Collettore PEAD DN315 + pozzetto frangifiamma (i=25m)	Tubo drenaggio microfessurato PVC DN160 + collettore PVC DN200 con pozzetto (i=50m)	Tubazione cls DN400
Galleria dei Ciclopi tratto alesato	Collettore PEAD DN315 + pozzetto frangifiamma (i=25m)	Tubo drenaggio microfessurato PVC DN160 + collettore PVC DN200 con pozzetto (i=50m)	-
Galleria dei Ciclopi	Collettore PEAD DN315 + pozzetto frangifiamma (i=25m)	-	-

Il sistema di raccolta degli sversamenti accidentali e delle acque di lavaggi, previsto sia per la nuova galleria che per l'esistente, è costituito da collettori in PEAD DN315, posti sul solo lato della galleria interessato dalla pendenza trasversale della pavimentazione stradale. Le caditoie di raccolta, dotate di setto frangifiamma, sono posizionate ad interasse di 25 m, e garantiscono anche l'ispezione e la manutenzione dei collettori di smaltimento

La rete idraulica di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma è separata dal sistema di raccolta dei drenaggi a tergo del rivestimento definitivo, con collettori disposti in prossimità dei margini della carreggiata al fine di agevolare le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.

L'ammasso entro cui si sviluppa la galleria non risulta interessato dalla presenza di falde: il sistema di drenaggio delle acque di ammasso è quindi stato previsto per le infiltrazioni di acque piovane. Il sistema di smaltimento delle acque di ammasso, previsto per la galleria nuova e per il tratto alesato della "Galleria dei Ciclopi" esistente, si configura come costituito, secondo standard Anas, da due tubi di drenaggio avvolti in geotessuto posti ai lati dei piedritti della galleria, che scaricano entro collettori DN200 in PVC, con pozzetti di ispezione ogni 50 m. È inoltre previsto, per la sola galleria nuova, la posa di un tubo in CLS DN400 per la raccolta delle acque dell'arco rovescio.

Le acque chiare di stillicidio e ipogee potranno essere recapitate direttamente all'esterno nei recapiti immediatamente disponibili.

Per le acque di lavaggio, conformemente a quanto esposto nelle "Linee guida per la progettazione della

sicurezza nelle gallerie stradali secondo le normative vigenti" (ANAS 2009), sono previste vasche di intercettazione ed accumulo degli sversamenti accidentali in galleria.

La vasca, prevista in c.a., dovrà essere posizionata all'esterno della galleria in area ad accesso carrabile e garantire semplicità di ispezione e manutenzione. Il volume dei manufatti effettivamente previsto nel progetto è stato definito in ogni caso tenendo conto dell'esigenza di contenere un eventuale sversamento accidentale da parte di un'autocisterna con rimorchio (40 m³).

Tratto all'aperto

Al fine di assicurare lo smaltimento delle acque meteoriche interessanti sia la sede viaria sia i versanti limitrofi è risultato necessario prevedere un sistema di drenaggio a gravità in grado di convogliare, con un margine di sicurezza adeguato, le precipitazioni intense verso i recapiti finali.

Sulla base delle pendenze longitudinali e trasversali della piattaforma stradale e dell'andamento del terreno nelle condizioni post-operam sono state individuate e definite le modalità di trasferimento dell'acqua fino ai recapiti.

Lo smaltimento delle acque meteoriche della sede stradale sarà adeguato, per quanto possibile, al sistema di drenaggio esistente (caratterizzato da cunette ed eventuali griglie di raccolta lato monte, e deflusso libero attraverso aperture a passo costante nei muri a margine della carreggiata).

I recapiti principali saranno costituiti essenzialmente dalle incisioni vallive esistenti (Valle della Torre e Valle della Piazza) e dal Lago di Garda.

Di seguito si riportano le caratteristiche dei principali elementi del sistema di drenaggio nelle acque del tratto stradale aperto e i risultati delle rispettive verifiche idrauliche.

Cunette

Le cunette triangolari sono previste nei tratti in trincea, in corrispondenza dell'imbocco Nord. Lo scopo delle cunette è quello di raccogliere e allontanare le acque derivanti dal drenaggio della carreggiata e/o dalla falda della scarpata. La cunetta ha una sezione triangolare con larghezza complessiva di 100 cm e altezza pari a 20 cm.

Di seguito si riportano i risultati della verifica idraulica degli elementi di drenaggio superficiale.

Ubicazione	Progr. asse [m]	Lunghezza tratto [m]	Tipo	Tipologia elemento	Tipologia ciglio	Quota Ciglio [ms.m.]	Pendenza Long. ciglio [%]	Area equiv./l [m ² /m]	Portata defluente/l [m ³ /s/m]	Portata esitabile/l [m ³ /s/m]	imax cunetta calcolo [m]
RAMO 1 TIGNALE ciglio sinistro	0.00					185.89		4.73			
	20.00	20.00	rettifilo		Rilevato	183.81	10.4%	4.73	0.00024		
	40.00	20.00	rettifilo	Cunetta	Trincea	181.66	10.8%	5.23	0.00027	0.12193	455.5
	60.00	20.00	rettifilo	Cunetta	Trincea	179.53	10.7%	5.23	0.00027	0.12136	453.3
	80.00	20.00	rettifilo	Cunetta	Trincea	177.35	10.9%	5.73	0.00029	0.12278	418.6
	100.00	20.00	curva sx	Cunetta	Trincea	174.93	12.1%	10.05	0.00051	0.12936	251.2
	120.00	20.00	curva sx	Cunetta	Trincea	173.76	5.9%	10.05	0.00051	0.08995	174.7
RAMO 1 TIGNALE ciglio destro	0.00				Trincea	185.89					
	20.00	20.00	rettifilo	Cunetta	Trincea	183.81	10.4%	8.23	0.00042	0.11993	284.6
	40.00	20.00	rettifilo	Cunetta	Trincea	181.66	10.8%	8.48	0.00043	0.12193	280.8
	60.00	20.00	rettifilo	Cunetta	Trincea	179.53	10.7%	10.73	0.00055	0.12136	220.9
	80.00	20.00	rettifilo	Cunetta	Trincea	177.35	10.9%	12.23	0.00063	0.12278	196.0
	100.00	20.00	curva sx	Cunetta	Trincea	174.93	12.1%	9.40	0.00048	0.12936	268.6
	120.00	20.00	curva sx	Cunetta	Trincea	173.76	5.9%	10.90	0.00056	0.08995	161.1

Tabella 2-28 Verifiche idrauliche delle cunette

Collettori

I collettori costituiscono il sistema idraulico il cui compito è quello di trasportare verso i ricettori o i presidi idraulici le acque scolanti sulla piattaforma stradale. Gli elementi superficiali recapitano le acque raccolte al sistema di collettori quando la loro capacità idraulica non è in grado di smaltire la porta afferente. Il collegamento tra i due sistemi è assicurato da pozzetti grigliati.

I collettori costituiti da tubi in PEAD, SN 4, che corrono longitudinalmente alla carreggiata hanno generalmente la stessa pendenza dell'elemento superficiale. Laddove la pendenza stradale è molto elevata, è stata modificata per consentire il corretto funzionamento del sistema ed evitare velocità eccessive, predisponendo dei pozzetti di salto.

Di seguito le caratteristiche geometriche dei suddetti collettori.

Diametro nominale	Diametro esterno	Diametro interno	Riempimento massimo consentito	Portata specifica
DN		D	r	QSP
	m	m	%	m ³ /s
400	0.400	0.347	50	0.834
500	0.500	0.433	50	1.505

Tabella 2-29 Caratteristiche geometriche e idrauliche dei collettori in PEAD

Di seguito si riportano le verifiche idrauliche dei collettori ubicati sotto la cunetta della carreggiata destra del Ramo 1 dell'Intersezione per Tignale e la linea di collettori che recapitano le acque bianche provenienti dall'Imbocco Nord della galleria e dal Ramo 1 dell'Intersezione per Tignale nel Lago di Garda.

	Pozzetto monte	Pozzetto valle	Lunghezza	Diametro esterno	Quota scorrimento monte	Quota scorrimento valle	Pendenza longitudinale di progetto	area contribuyente complessiva efficace	tempo di accesso	tempo di concentrazione	intensità di precipitazione	portata idrologica	Velocità	Riempimento
			[m]	[mm]	[ms.m.]	[ms.m.]	[%]	[m ²]	[h]	[h]	[mm/h]	[m ³ /s]	[m/s]	[%]
RAMO 1 - TIGNALE	PR1-0	P3	120.0	400	184.49	172.37	10.0%	1199.0	0.083	0.092	174.5	0.0581	3.67	22.4%
	PG	P6	9.4	400	172.55	172.50	0.5%	305.4	0.083	0.086	181.0	0.0154	0.87	24.7%
COLLETTORE SCARICO IMBOCCO NORD	P6	P5	6.0	400	172.50	172.48	0.5%	378.6	0.086	0.088	179.0	0.0188	0.92	27.4%
	P5	P4	7.2	400	172.48	172.44	0.5%	495.2	0.088	0.090	176.8	0.0243	0.99	31.1%
	P4	P3	8.8	400	172.44	172.39	0.5%	627.8	0.090	0.093	174.4	0.0304	1.04	34.6%
	P3	P2	6.1	500	172.39	172.36	0.5%	1863.6	0.093	0.094	173.2	0.0897	1.38	45.3%
	P2	P1	6.9	500	172.36	172.33	0.5%	1907.7	0.094	0.095	171.9	0.0911	1.39	45.7%
	P1	P0	12.5	500	172.33	172.21	1.0%	2857.2	0.095	0.097	170.2	0.1351	1.99	47.0%
	P0	R	8.3	500	172.21	172.12	1.0%	2857.2	0.097	0.098	169.1	0.1342	1.99	46.8%

Tabella 2-30 Verifiche idrauliche dei collettori

Fossi di guardia

I fossi di guardia costituiscono gli elementi di raccolta delle acque provenienti dai versanti. Nel caso di sezione in trincea il fosso di guardia è posto in sommità alla trincea stessa. La sua funzione è quindi quella di raccogliere l'acqua che viene dal versante sovrastante, onde evitare che questa scenda lungo la trincea erodendola o che possa arrivare alla piattaforma stradale sovraccaricando la cunetta.

Di seguito si riportano i risultati della verifica idraulica dei fossi di guardia.

Imbocco Nord

Recapito	Direzione	Lunghezza	Pendenza	area contribuyente complessiva efficace	tempo di accesso	tempo di concentrazione	intensità di precipitazione	portata idrologica	Tirante	Velocità	Numero di Froude	Riempimento
				[m ²]	[h]	[h]	[mm/h]	[m ³ /s]	[m]	[m/s]		[%]
Valle della Piazza	Nord	140	0.04	28153	0.167	0.177	136.7	1.07	0.33	3.85	2.52	66.7%
Lago di Garda	Sud	100	0.05	8688	0.167	0.176	137.2	0.33	0.16	3.11	2.76	32.2%

Imbocco Sud

Recapito	Direzione	Lunghezza	Pendenza	area contribuyente complessiva efficace	tempo di accesso	tempo di concentrazione	intensità di precipitazione	portata idrologica	Tirante	Velocità	Numero di Froude	Riempimento
				[m ²]	[h]	[h]	[mm/h]	[m ³ /s]	[m]	[m/s]		[%]
Valle della Torre	Nord	29	0.04	1500	0.167	0.172	138.9	0.06	0.06	1.66	2.25	12.4%
Valle della Torre	Sud	36	0.05	413	0.167	0.176	137.2	0.02	0.03	1.12	2.26	5.2%

Tabella 2-31 Verifiche idrauliche dei fossi di guardia

Stante quanto indicato si evidenzia che, al fine di gestire le acque sia ne tratto in galleria che all'aperto, è stato predisposto un sistema di gestione delle acque di piattaforma che garantisce una gestione delle acque tale da determinare un'interferenza trascurabile sulla componente in esame.

2.2.3 IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE E LE MISURE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE ADOTTATE DURANTE LA FASE DI ESERCIZIO

Con riferimento alla "Dimensione fisica" la prevista realizzazione dell'opera comporterà la demolizione del tombamento esistente del fosso "Valle della Torre" e la realizzazione di un nuovo attraversamento idraulico; tale realizzazione potrebbe comportare la modifica del deflusso delle acque del Fosso.

Al fine di verificare le eventuali potenziali criticità connesse alla variazione tra ante e post operam delle condizioni di deflusso, è stata determinata la portata al colmo di piena con Tr 200 anni che è stata posta alla base delle verifiche del tombino scatolare previsto in attraversamento alla viabilità di progetto.

Le verifiche idrauliche hanno dimostrato l'idoneità dell'opera di attraversamento a smaltire le portate duecentennali con adeguati franchi di sicurezza, anche considerando il contributo del trasporto solido.

In merito alla "Dimensione operativa" è stato analizzato il sistema di gestione delle acque, sia nel tratto in galleria che all'aperto che; il sistema di drenaggio previsto sarà caratterizzato principalmente da un sistema di collettori in galleria per lo smaltimento delle acque di stillicidio, del drenaggio dell'arco rovescio, e delle acque di lavaggio, recapitate in vasche di sicurezza site su apposite piazzole.

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche, ricadenti sulla piattaforma nei tratti esterni si riallaccia per quanto possibile al sistema esistente.

Il sistema, così strutturato ed opportunamente verificato dal punto di vista idraulico, potrà evitare alterazioni sulle acque superficiali e sotterranee.

2.3 TERRITORIO E SUOLO

2.3.1 SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO

Rispetto alla metodologia definita nel Capitolo 1 della Parte 5 del presente SIA, la parte in esame è volta al completamento dell'analisi degli impatti. Infatti, dopo aver analizzato gli impatti sull'ambiente prodotti dalla fase di realizzazione dell'opera, in questa sede vengono valutati gli impatti, per la componente "Territorio e suolo", dell'opera in relazione alla sua presenza e all'esercizio.

Considerando separatamente le azioni di progetto nelle due dimensioni in esame (fisica ed operativa) sono stati individuati i fattori causali dell'impatto e conseguentemente gli impatti potenziali.

La catena Azioni di progetto – fattori causali di impatto – impatti ambientali potenziali riferita alla componente Territorio e suolo è riportata nella seguente tabella.

Azioni di progetto	Fattori causali di impatto	Impatti ambientali potenziali
<i>Dimensione fisica</i>		
AF.1 Ingombro	Occupazione di suolo	Perdita definitiva di aree agricole Riduzione della produzione agroalimentare di qualità
<i>Dimensione operativa</i>		
AO.1 Traffico in esercizio	Modifica delle caratteristiche chimiche e biologiche dei fattori ambientali	Alterazione della qualità dei terreni e dei prodotti agroalimentari
AO.2 Gestione acque di piattaforma	Modifica delle caratteristiche chimiche e biologiche dei fattori ambientali	Alterazione della qualità dei terreni e dei prodotti agroalimentari

Tabella 2-32 Territorio e patrimonio agroalimentare: Matrice di causalità – dimensione fisica ed operativa

Con riferimento alla "Dimensione fisica", la presenza del nuovo tratto stradale potrebbe comportare la perdita definitiva di zone destinate alle coltivazioni, con conseguente riduzione del patrimonio agroalimentare. Inoltre la presenza del nuovo corpo stradale potrebbe rappresentare un elemento di divisione del territorio con la conseguente frammentazione dei fondi agrari attraversati dall'opera.

Con riferimento alla "Dimensione operativa", il traffico presente in fase di esercizio, comporta l'emissione di gas e polveri, che potrebbero inficiare la qualità delle superficie agricole circostanti e quindi dei relativi prodotti agroalimentari. La qualità dei terreni, e quindi della relativa produzione agroalimentare, potrebbe essere alterata anche dalle acque meteoriche di dilavamento della nuova piattaforma.

2.3.2 ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE

Dimensione fisica: Perdita definitiva di aree agricole

Al termine dei lavori di realizzazione del progetto in esame, l'ingombro dell'opera comporta la sottrazione

permanente delle superfici da essa occupate.

In particolare, per la componente in esame, la potenziale interferenza interessa le eventuali superfici agricole sottratte.

La scelta progettuale operata per l'opera in esame, che è rappresentata da una galleria naturale, comporta l'assenza del fattore causale "Occupazione di suolo" e quindi dell'impatto potenziale che esso potrebbe produrre.

L'occupazione di suolo si verifica solo in corrispondenza dei tratti in trincea di raccordo tra gli imbocchi della suddetta galleria e la viabilità esistente.

Per quanto riguarda l'imbocco sud ed il relativo breve tratto di raccordo con la viabilità esistente, essi non interessano superfici agricole (vedi Figura 2-8), ma un tratto di tessuto residenziale sparso e vegetazione naturale (bosco di latifoglie).

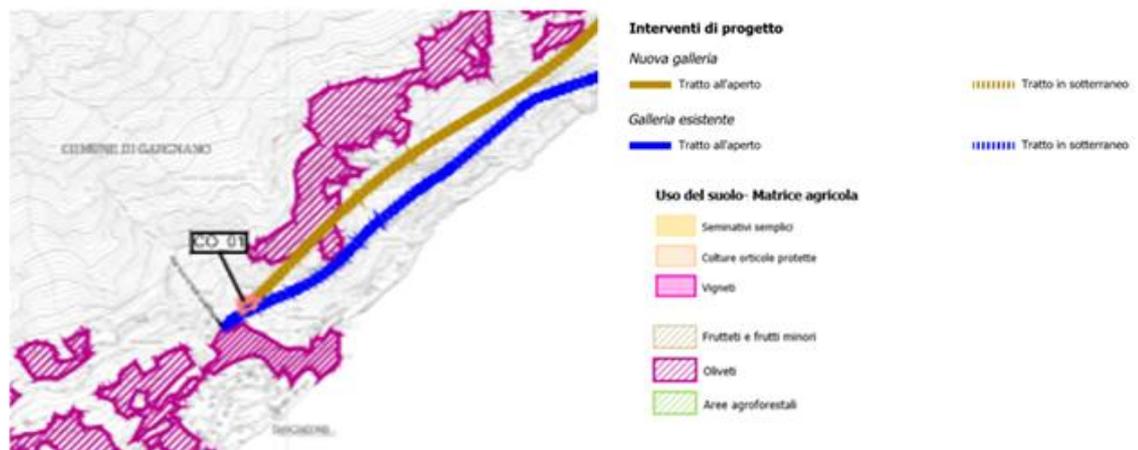


Figura 2-8 Stralcio della "Carta uso suolo-matrice agricola" (elaborato T00IA33AMBCT01_A)

In base a quanto detto, quindi, in corrispondenza dell'imbocco sud e del breve tratto in trincea antistante, non si verifica il potenziale impatto.

La realizzazione dell'imbocco nord interessa una superficie agroforestale, come detto per la dimensione costruttiva.

Il tratto in trincea di raccordo con la viabilità esistente, che prevede anche una rotatoria, interessa parzialmente un oliveto e marginalmente la superficie agroforestale citata.

Quanto scritto è evidente dalla carta dell'uso del suolo relativa alla matrice agricola, della quale si riporta uno stralcio nella figura seguente, redatta nell'ambito dell'analisi della componente in esame.

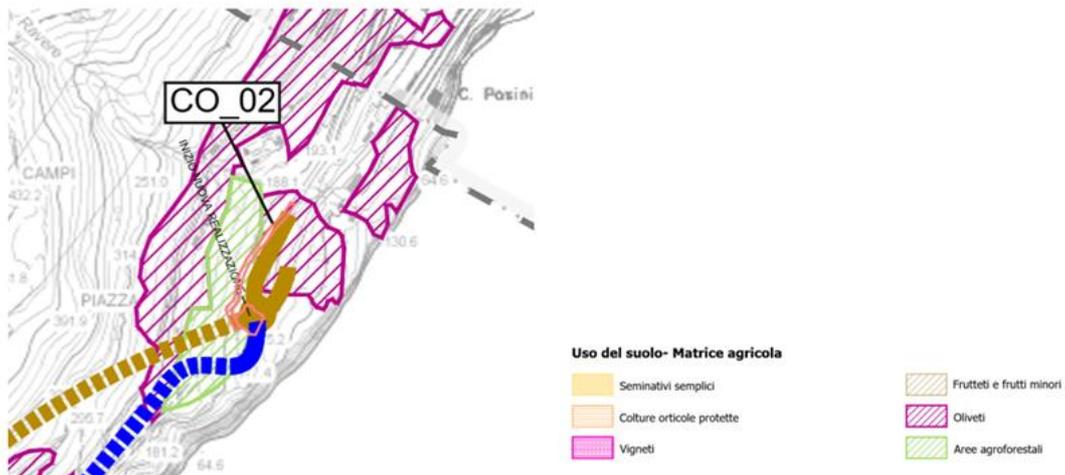


Figura 2-9 Stralcio della "Carta uso suolo-matrice agricola" (elaborato T00IA33AMBCT01_A)

L'area ad olivi sottratta in modo definitivo risulta di estensione molto limitata, quindi l'interferenza è ritenuta trascurabile.

Dimensione operativa: Alterazione della qualità dei terreni e dei prodotti agroalimentari

I gas e le polveri emessi dai veicoli in transito sul nuovo tratto stradale possono avere ricadute sul terreno circostante l'opera stessa, con potenziale alterazione della loro qualità e quindi della produzione agroalimentare derivante dai suddetti terreni.

La scelta progettuale prevista per l'intervento in esame, costituita da una galleria naturale, rende tale potenziale effetto trascurabile.

La qualità dei terreni, e quindi dei prodotti da essi ricavati, circostanti l'opera in esame può essere alterata anche mediante le acque di piattaforma, che possono apportare variazioni in composizione e quantità di determinate sostanze nei suoli dove si immettono. La superficie interessata dalla nuova piattaforma stradale è di limitata estensione, considerando che l'intervento ha una lunghezza complessiva di circa 2 km ed un'ampiezza di 7 m.

Il potenziale effetto derivante dalle acque di dilavamento della piattaforma stradale, quindi, risulta essere trascurabile.

2.3.3 IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE E LE MISURE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE ADOTTATE DURANTE LA FASE DI ESERCIZIO

Per quanto concerne la componente "territorio e suolo", dallo studio dello stato dei luoghi in cui si va ad inserire l'opera e dalla disamina delle azioni di progetto, i potenziali impatti sono stati ragionevolmente ritenuti trascurabili

In merito alla "Dimensione fisica", la sottrazione definitiva di porzioni di aree agricole, dovuta all'ingombro del progetto in esame, è limitata sia dalla soluzione progettuale prevista, costituita da una galleria naturale, sia dalla limitata presenza delle suddette aree negli unici tratti all'aperto del tracciato stradale in oggetto.

Per quanto attiene la "Dimensione operativa", le ricadute di gas e polveri, prodotte dai veicoli circolanti sul nuovo tracciato stradale, sui terreni circostanti potrebbe alterarne le qualità e di conseguenza anche dei prodotti da essi derivanti. Il suddetto potenziale impatto è limitato dalla tipologia d'opera (galleria naturale) e dalla ridotta estensione dell'intervento. Inoltre il progetto in esame ha proprio l'obiettivo di permettere il decongestionamento dell'attuale Gardesana. L'opera, infatti, si rende necessaria, in quanto la sezione dell'attuale SS 45 bis e delle gallerie annesse nel tratto ricadente nel comune di Gargnano, è ormai insufficiente a far fronte ai crescenti flussi di traffico della fascia costiera, rendendo la viabilità pressoché insostenibile agli utenti. Al fine di ridurre i tempi di percorrenza del tratto su cui insistono le gallerie e rendere la circolazione stradale più scorrevole, specie nei periodi estivi, si è deciso di procedere con la redazione di un progetto di variante. La qualità dell'aria nella situazione attuale, in base ai dati disponibili e riportati nella trattazione del fattore "aria e clima", denotano già alcune criticità e le simulazioni effettuate, considerando lo scenario con l'opera realizzata, dimostrano che il contributo, derivante dall'esercizio della stessa, alla produzione di inquinanti è modesto. Per specifiche si può fare riferimento alle analisi effettuate per la citata componente "aria e clima".

A seguito della realizzazione di nuove aree pavimentate si incrementeranno le acque meteoriche di dilavamento della nuova piattaforma, la cui confluenza nelle aree limitrofe la nuova infrastruttura stradale potrebbe determinare delle variazioni qualitative delle caratteristiche chimiche dei fattori ambientali, quali suolo ed acque superficiali, e, di conseguenza, potrebbe inficiare la qualità dei prodotti agroalimentari nelle aree a valle dell'immissione. Tale impatto risulta trascurabile, considerando l'estensione ridotta della nuova superficie pavimentata. Inoltre il sistema di gestione delle acque di piattaforma previsto dal progetto è tale da garantire il corretto trattamento delle acque di prima pioggia, quindi l'interferenza si ritiene contenuta.

2.4 BIODIVERSITÀ

2.4.1 SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO

Come riportato nel paragrafo 1, rispetto alla metodologia definita nel Capitolo 1 della Parte 5 del presente SIA, la parte in esame è volta al completamento dell'analisi degli impatti. Infatti, dopo aver analizzato gli impatti sull'ambiente prodotti dalla fase di realizzazione dell'opera, in questa sede vengono valutati gli impatti, per la componente "Biodiversità", dell'opera in relazione alla sua presenza e all'esercizio.

Considerando separatamente le azioni di progetto nelle due dimensioni in esame (fisica ed operativa) sono stati individuati i fattori causali dell'impatto e conseguentemente gli impatti potenziali.

La catena Azioni di progetto – fattori causali di impatto – impatti ambientali potenziali riferita alla componente "Biodiversità" è riportata nella seguente tabella.

Azioni di progetto	Fattori causali di impatto	Impatti ambientali potenziali
<i>Dimensione fisica</i>		
AF.1 Ingombro	Occupazione di suolo	Perdita definitiva di habitat e di biocenosi Modificazione della connettività ecologica e potenziale effetto barriera per le specie faunistiche
<i>Dimensione operativa</i>		
AO.1 Traffico in esercizio	Rischio di collisioni con la fauna selvatica	Mortalità o ferimento di animali per investimento
AO.1 Traffico in esercizio	Modifica del clima acustico	Modifica della biodiversità
AO.1 Traffico in esercizio	Modifica della qualità dell'aria	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
AO.2 Gestione acque di piattaforma	Modifica delle caratteristiche chimiche e biologiche dei fattori ambientali	Modifica dell'equilibrio ecosistemico

Tabella 2-33 Biodiversità: Matrice di causalità – dimensione fisica ed operativa

Con riferimento alla "Dimensione fisica", la presenza del nuovo tratto stradale potrebbe comportare la perdita definitiva di zone caratterizzate da vegetazione naturale. Inoltre la presenza del nuovo corpo stradale potrebbe rappresentare una potenziale barriera al passaggio delle specie faunistiche con la conseguente frammentazione degli habitat presenti.

Con riferimento alla "Dimensione operativa", il traffico presente in fase di esercizio, comporta l'emissione di gas e polveri, che potrebbero alterare la fisiologia della vegetazione presente e quindi delle specie animali ad essa associate. La qualità dei terreni e delle acque, e quindi degli ecosistemi nella loro interezza, potrebbe essere alterata anche dalle acque meteoriche di dilavamento della nuova piattaforma stradale. Inoltre il traffico in esercizio comporta produzione di rumore, con possibile disturbo alle specie animali più sensibili, e rischio di collisioni con la fauna selvatica.

2.4.2 ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE

Dimensione fisica: Perdita definitiva di habitat e di biocenosi

La sottrazione permanente della vegetazione e degli habitat faunistici si verifica in corrispondenza dell'impronta dell'opera. In merito al suddetto potenziale impatto si deve considerare che la soluzione progettuale scelta, nella fattispecie galleria naturale, rende di fatto le superfici occupate dal nuovo asse stradale che comportano la sottrazione di vegetazione, di estensione ridotta, in quanto relative ai soli due tratti antistanti gli imbocchi in galleria, che connettono la galleria stessa alla viabilità esistente, e gli imbocchi stessi.

Per quanto riguarda la maggior parte dell'asse stradale, infatti, essendo interno alla galleria naturale, esso non comporta sottrazione di habitat faunistici in quanto realizzato in seguito all'escavazione di pareti non contenenti gallerie utilizzate come rifugio da chiroterteri o altre specie animali.

La zona dell'imbocco sud è caratterizzata da vegetazione arborea, costituita da una lecceta, mentre quella dell'imbocco nord da vegetazione agroforestale.

In merito all'imbocco sud, sebbene l'area sottratta in modo permanente sia di interesse naturalistico, in quanto zona boscata e poiché costituisce un habitat di Direttiva, l'impatto non viene considerato alto, in quanto la superficie sottratta è di estensione limitata. Inoltre l'area sottratta è un'area marginale della superficie boscata presente ed è in prossimità della viabilità esistente. Infine occorre considerare che, sebbene la lecceta sia considerata habitat 9340, essa non risulta una formazione pura in quanto sono presenti specie infestanti, quali ailanto e robinia, probabilmente proprio in conseguenza della vicinanza con un'infrastruttura stradale.

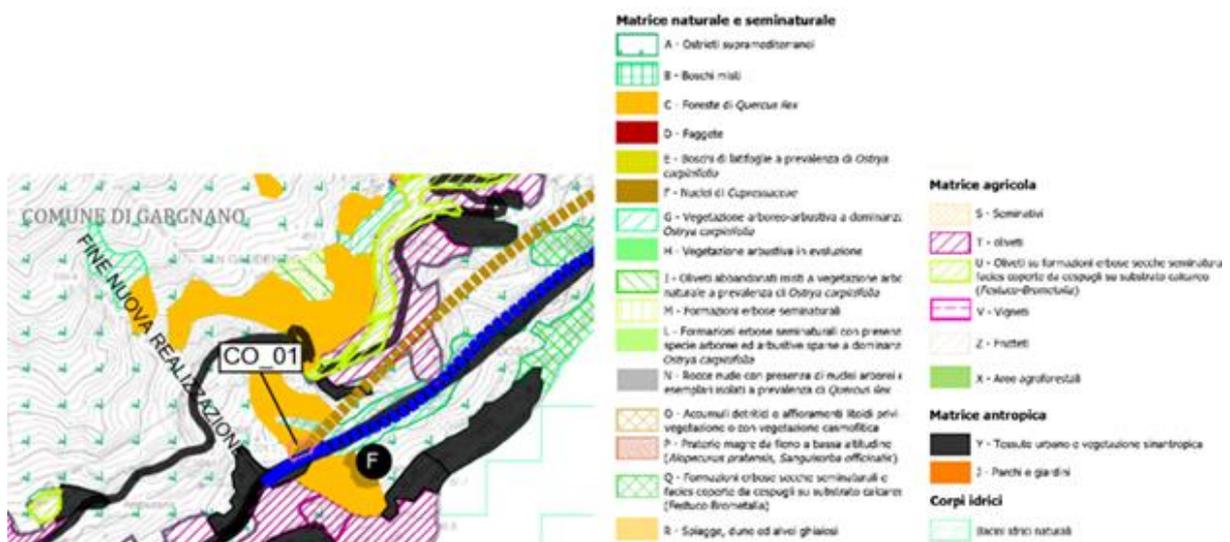


Figura 2-10 Stralcio della "Carta della vegetazione reale" (elaborato T00IA34AMBCT01A) relativa all'imbocco sud

In merito all'imbocco nord ed al tratto in trincea, con realizzazione di una rotatoria, di collegamento con la

viabilità esistente, la sottrazione interessa un'area a vegetazione seminaturale, in quanto relativa a vegetazione naturale frammista ad oliveti. L'interesse naturalistico è quindi di medio valore. L'impatto risulta basso, data la dimensione ridotta della superficie sottratta.

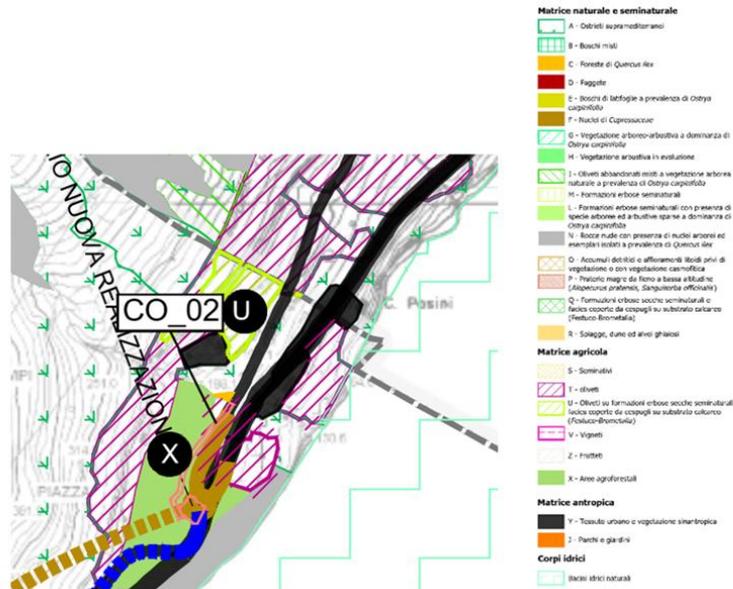


Figura 2-11 Stralcio della "Carta della vegetazione reale" (elaborato T00IA34AMBCT01A) relativa all'imbocco nord

In considerazione degli spostamenti che le specie faunistiche compiono all'interno del proprio habitat, nell'ambito del ciclo biologico, le suddette sottrazioni interessano parti, di estensione limitata, degli habitat di alcune delle specie animali presenti nell'area di progetto. Tali superfici, inoltre, sono limitrofe alla viabilità esistente, quindi meno idonee per le specie più sensibili.

In considerazione di quanto esposto la perdita definitiva di habitat e delle relative zocosenosi a causa del progetto in esame risulta non significativa.

Dimensione fisica: Modificazione della connettività ecologica e potenziale effetto barriera per le specie

Il progetto in esame, essendo costituito, come già detto, da una galleria naturale e da due brevi tratti di connessione con la viabilità esistente, non comporta nessun rischio di frammentare l'ambiente nel quale si inserisce né di costituire una barriera agli spostamenti della fauna.

L'impatto risulta quindi assente, dato che non sussiste il fattore causale.

Dimensione operativa: Mortalità o ferimento di animali per investimento

Il potenziale impatto è dovuto al passaggio di veicoli nel tratto di progetto.

Tali collisioni possono causare il ferimento o la morte degli animali colpiti, oltre a comportare un rischio per la sicurezza delle persone presenti all'interno dei veicoli.

In considerazione del fatto che il progetto in esame è costituito essenzialmente da una galleria naturale, la suddetta incidenza risulta assente, ad esclusione dei brevi tratti di raccordo con la viabilità attualmente presente, per i quali è comunque trascurabile sia per la breve lunghezza degli stessi che per la loro vicinanza

ad una strada già esistente.

Dimensione operativa: Modifica della biodiversità

L'incremento dei livelli acustici e delle vibrazioni generati dal traffico della nuova infrastruttura stradale in fase di esercizio, non sono ben tollerati da alcune specie di animali e possono causare un disturbo ed un allontanamento della fauna presente.

In considerazione della tipologia d'opera in esame, la potenziale alterazione del clima acustico in fase di esercizio risulta trascurabile, come evidenziato dalle simulazioni effettuate per la componente "rumore e vibrazioni", che mostrano l'assenza di superamento dei limiti nello scenario relativo alla presenza del progetto in esame.

Dimensione operativa: Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi

Relativamente alla potenziale modifica della qualità dell'aria per l'emissione in atmosfera e la ricaduta di inquinanti e polveri attribuibili al traffico stradale durante la fase di esercizio della nuova infrastruttura stradale, si sono considerate le simulazioni analizzate nella componente "aria e clima", a cui si rimanda per una trattazione più di dettaglio. I risultati ottenuti evidenziano come per tutti gli inquinanti il contributo fornito dall'infrastruttura di progetto sul fondo di riferimento sia minimo e nei casi in cui si verifica il superamento dei limiti previsti dalla normativa è dato dal valore di fondo, che già attualmente è superiore.

Dimensione operativa: Modifica dell'equilibrio ecosistemico

A seguito della realizzazione di nuove aree pavimentate si incrementeranno le acque meteoriche di dilavamento della nuova piattaforma la cui confluenza nelle aree limitrofe la nuova infrastruttura stradale potrebbe determinare delle variazioni qualitative delle caratteristiche chimiche dei fattori ambientali, quali suolo ed acque superficiali, e, di conseguenza, potrebbe creare delle modiche all'equilibrio dei sistemi ecologici nelle aree a valle dell'immissione.

Il sistema di gestione delle acque di piattaforma individuato dal progetto ha lo scopo di limitare questo potenziale effetto negativo, prevedendo un sistema di raccolta tale da garantire il trattamento della prima pioggia ed il controllo dello sversamento accidentale.

2.4.3 IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE E LE MISURE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE ADOTTATE DURANTE LA FASE DI ESERCIZIO

L'analisi della biodiversità, in tutti gli elementi che la costituiscono, ha permesso di rilevare che il contesto nel quale si inserisce l'opera ha una valenza naturalistica e questo è proprio uno dei motivi per i quali si è scelto di adottare la soluzione di una galleria naturale.

L'ecosistema dominante è quello forestale, seguito da quello agricolo.

Alcune superfici boscate che caratterizzano l'area direttamente interessata dal progetto sono costituite dall'habitat di Direttiva 9340 "Foreste a Quercus ilex", ma tutte, se si esclude una porzione limitrofa all'imbocco sud, come riportato nel precedente paragrafo, sono attraversate da una galleria naturale e quindi

non interferite.

L'ecosistema forestale ha una struttura che si presenta più complessa rispetto a quella degli altri ecosistemi e quindi tali ambienti possono ospitare un maggior numero di specie animali, come descritto nel paragrafo 3.4.3 della parte 5 del presente Studio di Impatto Ambientale.

Dallo studio dello stato dei luoghi in cui si va ad inserire l'opera e dalla disamina delle azioni di progetto, le incidenze, in relazione alla dimensione fisica ed operativa dell'opera, sono state ritenute ragionevolmente trascurabili. Inoltre i potenziali impatti sono ulteriormente ridotti dalle mitigazioni previste.

Con riferimento alla "Dimensione fisica" si può ritenere trascurabile l'incidenza inerente alla sottrazione permanente di vegetazione ed ai relativi habitat faunistici associati, in quanto limitata agli imbocchi della galleria ed ai relativi brevi tratti all'aperto di connessione con gli assi viari esistenti. L'area boscata sottratta in corrispondenza ed in prossimità dell'imbocco sud, è localizzata marginalmente ad una più ampia superficie forestale. Inoltre, sebbene individuata come habitat di Direttiva, non risulta essere una formazione pura ma risultano presenti specie infestanti, probabilmente proprio per la vicinanza ad un'infrastruttura stradale esistente. Anche la superficie di vegetazione sottratta in corrispondenza e prossimità all'imbocco nord, oltre ad avere estensione limitata, è una formazione di margine e vicina alla viabilità esistente, con conseguente minore probabilità di presenza delle specie faunistiche più sensibili.

Per quanto concerne la "Dimensione operativa" l'incidenza, dovuta alle possibili collisioni con la fauna e alla produzione di rumore, gas e polveri determinate dal passaggio di veicoli sulla nuova infrastruttura, si ritiene trascurabile in base alla scelta progettuale adottata, consistente in una galleria naturale, ed ai risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate per le componenti "rumore e vibrazioni" e "atmosfera", alle quali si rimanda per una trattazione più completa.

Risulta quindi evidente che, anche se l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di ecosistemi naturali e da un'elevata biodiversità, considerando l'area di studio e la tipologia dell'opera in esame e le azioni di progetto, compresi gli accorgimenti in fase di cantiere, si può ritenere trascurabile il generarsi di incidenze negative sulla componente "biodiversità".

2.5 RUMORE E VIBRAZIONI

2.5.1 SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO

Seguendo la metodologia esplicitata nel cap. 1 di seguito sono stati individuati i principali impatti potenziali che l’opera oggetto del presente studio potrebbe generare sulla componente in esame.

Azioni di progetto	Fattori causali	Impatti potenziali
<i>Dimensione operativa</i>		
AO.1 Traffico in esercizio	Produzione emissioni acustiche	Compromissione del clima acustico

Tabella 2-34 Rumore: Matrice di causalità – dimensione operativa

2.5.2 ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE

Per la caratterizzazione del contesto ambientale allo stato di progetto relativo alla componente ambientale di riferimento si rimanda integralmente allo Studio acustico allegato al presente SIA (elaborato “T00IA35AMBRE01A”).

2.5.3 IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE E LE MISURE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE ADOTTATE DURANTE LA FASE DI ESERCIZIO

Per l’analisi del rapporto opera-ambiente relativo alla componente ambientale di riferimento si rimanda integralmente allo Studio acustico allegato al presente SIA (elaborato “T00IA35AMBRE01A”).

2.6 SALUTE UMANA

2.6.1 SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sulla salute umana legate alla dimensione operativa dell'opera oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente matrice di correlazione azioni-fattori causali-effetti.

Azioni di progetto		Fattori causali	Impatti potenziali
<i>Dimensione operativa</i>			
AO.1	Traffico in esercizio	Produzione emissione inquinanti Produzione emissioni acustiche	Modifica della qualità dell'aria Compromissione del clima acustico

Tabella 2-35 Salute umana: Matrice di causalità – dimensione operativa

Nel seguito della trattazione, si riportano le analisi quantitative delle concentrazioni delle emissioni acustiche prodotte durante la fase di esercizio.

2.6.2 ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE

Inquinamento atmosferico e salute umana

Al fine di comprendere come la nuova infrastruttura, durante la fase di esercizio, possa determinare modifiche sullo stato di salute della popolazione residente nel suo intorno, sono state condotte delle simulazioni atmosferiche modellistiche finalizzate alla valutazione delle concentrazioni di NO₂, CO, PM₁₀, PM_{2.5} e Benzene generate dall'esercizio del progetto in esame

Dopo aver individuato i parametri territoriali (orografici e meteorologici) caratteristici dell'area in esame, sono stati definiti i fattori di emissione medi relativi ai cinque inquinanti per ciascuna sorgente (funzione del parco veicolare circolante, della velocità media e dei volumi di traffico).

All'interno del Software di simulazione, sono state implementate due tipologie di sorgenti:

- 1) Sorgenti lineari, in grado di riprodurre l'emissione stradale sul tracciato fuori dalle gallerie;
- 2) Sorgenti puntuali in prossimità degli imbocchi delle gallerie, rappresentative delle emissioni che fuoriescono dalle gallerie stesse e che sono state prodotte dal traffico transitato all'interno.

Qui di seguito si riporta una schematizzazione dello scenario di progetto adottato per le simulazioni modellistiche:



Figura 2-12 Scenario di progetto

Inoltre, sono stati individuati, in prossimità della rete stradale, i principali ricettori sensibili maggiormente esposti all'inquinamento atmosferico, al fine di effettuare le verifiche con il limite normativo sulla protezione umana.

Nel complesso sono stati individuati 7 ricettori residenziali, la cui localizzazione è riportata nella figura seguente:



Figura 2-13 Localizzazione recettori individuati per la protezione della salute umana

Di seguito, si riportano i risultati delle concentrazioni degli inquinanti di interesse stimati in corrispondenza dei punti ricettori specifici, al fine di condurre le verifiche con i limiti definiti in normativa per ogni inquinante.

Gli inquinanti in esame sono stati relazionati a diversi intervalli di mediazione temporale in virtù dei diversi limiti imposti dalla normativa vigente. Nello specifico, per la protezione della salute umana si fa riferimento alla media annua e ai massimi orari degli NO₂, alla media annua e giornaliera del PM₁₀, alla media annua del PM_{2,5}, alla media annua del Benzene e alla massima media sulle 8 ore consecutive per la CO.

Nelle tabelle sottostanti si riportano dunque gli output delle simulazioni eseguite con il software Aermid per lo scenario di progetto. Inoltre, al fine di stimare il valore complessivo di concentrazione risultante, è stato sommato ai valori di output il contributo del fondo rilevato dalle centraline di riferimento.

Biossido di Azoto:

Ricettore	Contributo stradale simulato media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Concentrazione totale di NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Percentuale sul totale [%]	Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R1	0,481	20,34	20,821	2,31%	40
R2	0,248	20,34	20,588	1,20%	40

Ricettore	Contributo stradale simulato media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Concentrazione totale di NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Percentuale sul totale [%]	Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R3	14,676	20,34	35,016	41,91%	40
R4	0,247	20,34	20,587	1,20%	40
R5	0,188	20,34	20,528	0,91%	40
R6	0,186	20,34	20,526	0,91%	40
R7	0,028	20,34	20,368	0,14%	40

Tabella 2-36: Output dato medio annuo dell'inquinante NO₂ - Scenario post operam

Ricettore	Contributo stradale simulato max orario [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Concentrazione totale di NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R1	39,799	20,34	60,139	200
R2	29,196	20,34	49,536	200
R3	75,631	20,34	95,971	200
R4	15,388	20,34	35,728	200
R5	25,866	20,34	46,206	200
R6	22,626	20,34	42,966	200
R7	1,623	20,34	21,963	200

Tabella 2-37 Output massimo orario dell'inquinante NO₂ - Scenario post operam

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di NO₂, non sono emersi superamenti del valore normativo, sia in termini di media annua che di massimi orari. Il ricettore residenziale più critico è risultato R3, nel quale si registra una concentrazione media annua totale di NO₂ (comprensiva del fondo) pari a 35,016 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e una concentrazione massima oraria pari a 95,971 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Monossido di Carbonio:

Ricettore	Contributo stradale simulato max della media su 8h [mg/m^3]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [mg/m^3]	Concentrazione totale di CO [mg/m^3]	Percentuale sul totale [%]	Limite normativo [mg/m^3]
R1	0,008	0,31	0,318	2,38%	10
R2	0,005	0,31	0,315	1,65%	10
R3	0,083	0,31	0,393	21,19%	10
R4	0,002	0,31	0,312	0,76%	10
R5	0,004	0,31	0,314	1,30%	10
R6	0,002	0,31	0,312	0,66%	10

Ricettore	Contributo stradale simulato max della media su 8h [mg/m ³]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [mg/m ³]	Concentrazione totale di CO [mg/m ³]	Percentuale sul totale [%]	Limite normativo [mg/m ³]
R7	0,0003	0,31	0,310	0,11%	10

Tabella 2-38: Output dato medio del massimo su 8h dell'inquinante CO - Scenario post operam

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di CO, non sono emersi superamenti del valore normativo. Il ricettore residenziale più critico è risultato R3, nel quale si registra una concentrazione massima media su 8 ore di CO (comprensiva del fondo) pari a 0,393 mg/m³, ampiamente al di sotto del limite normativo di 10 mg/m³.

Particolato PM₁₀:

Ricettore	Contributo stradale simulato media annua [µg/m ³]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [µg/m ³]	Concentrazione totale di PM10 [µg/m ³]	Percentuale sul totale [%]	Limite normativo [µg/m ³]
R1	0,013	28,82	28,833	0,04%	40
R2	0,006	28,82	28,826	0,02%	40
R3	0,215	28,82	29,035	0,74%	40
R4	0,005	28,82	28,825	0,02%	40
R5	0,003	28,82	28,823	0,01%	40
R6	0,003	28,82	28,823	0,01%	40
R7	0,001	28,82	28,821	0,00%	40

Tabella 2-39: Output dato medio annuo dell'inquinante PM₁₀ – Scenario post operam

Ricettore	Contributo stradale simulato max giornaliero [µg/m ³]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [µg/m ³]	Concentrazione totale di PM10 [µg/m ³]	Limite normativo [µg/m ³]
R1	0,111	28,82	28,931	50
R2	0,079	28,82	28,899	50
R3	1,922	28,82	30,742	50
R4	0,047	28,82	28,867	50
R5	0,062	28,82	28,882	50
R6	0,032	28,82	28,852	50
R7	0,005	28,82	28,825	50

Tabella 2-40 Output massimo giornaliero dell'inquinante PM10 – Scenario post operam

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di PM10, non sono emersi superamenti del valore normativo, sia in termini di media annua che di massimi giornalieri. Il recettore residenziale più critico è risultato R3, nel quale si registra una concentrazione media annua totale di PM10 (comprensiva del fondo) pari a 29,035 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e una concentrazione massima oraria pari a 30,742 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Si fa presente inoltre che il contributo della sola rete stradale in esame, in termini di media annua, rappresenta lo 0,74% (in R3).

Particolato PM_{2.5}:

Ricettore	Contributo stradale simulato media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Concentrazione totale di PM _{2.5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Percentuale sul totale [%]	Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R1	0,007	17,3	17,307	0,04%	25
R2	0,003	17,3	17,303	0,02%	25
R3	0,127	17,3	17,427	0,73%	25
R4	0,003	17,3	17,303	0,02%	25
R5	0,002	17,3	17,302	0,01%	25
R6	0,002	17,3	17,302	0,01%	25
R7	0,0004	17,3	17,300	0,002%	25

Tabella 2-41: Output dato medio annuo dell'inquinante PM_{2.5} - Scenario post operam

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di PM_{2.5}, non sono emersi superamenti del valore normativo. Il recettore residenziale più critico è risultato R3, nel quale si registra una concentrazione media annua totale di PM_{2.5} (comprensiva del fondo) pari a 17,427 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, nettamente inferiore a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ imposti dalla norma. Si fa presente inoltre che il contributo della sola rete stradale in esame, in termini di media annua, rappresenta il 0,73% (in R3).

Benzene:

Ricettore	Contributo stradale simulato media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Concentrazione totale di C ₆ H ₆ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Percentuale sul totale [%]	Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R1	0,00059	1,34	1,341	0,04%	5
R2	0,00027	1,34	1,340	0,02%	5
R3	0,01013	1,34	1,350	0,75%	5
R4	0,00023	1,34	1,340	0,02%	5
R5	0,00013	1,34	1,340	0,01%	5
R6	0,00013	1,34	1,340	0,01%	5
R7	0,00003	1,34	1,340	0,002%	5

Tabella 2-42: Output dato medio annuo dell'inquinante Benzene- Scenario post operam

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di Benzene, non sono emersi superamenti del valore normativo. Il recettore residenziale più critico è risultato R3, nel quale si registra una concentrazione media annua totale di Benzene (comprensiva del fondo) pari a $1,350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nettamente inferiore a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ imposti dalla norma. Si fa presente inoltre che il contributo della sola rete stradale in esame, in termini di media annua, rappresenta lo 0,75% (in R3).

Inquinamento acustico e salute umana

Il lavoro svolto ha riguardato la definizione e la valutazione dei livelli di esposizione al rumore indotti dalla fase di esercizio dell'asse stradale della variante in galleria alla S.S. 45 bis nel comune di Gargnano.

In particolare è stato effettuato il censimento dei ricettori presenti nell'area di studio e condotta una campagna fonometrica, dal 18 ottobre al 24 ottobre 2018, al fine di definire le caratteristiche del rumore ambientale allo stato attuale e di verificare l'affidabilità del modello (SoundPlan 8.1) utilizzato per la simulazione acustica: affidabilità che è stata dimostrata confrontando i livelli acustici calcolati dal software e i valori registrati, durante l'indagine fonometrica, dalla postazione RUM_01 ubicata nel comune di Gargnano, specificatamente presso l'imbocco sud dell'attuale tratto in galleria.

Successivamente sono stati calcolati i livelli acustici, indotti dal traffico veicolare, in termini di mappatura del suolo e di valori ad 1 metro dalla facciata degli edifici ricadenti all'interno dell'ambito di studio acustico individuato. I flussi di traffico, determinati dallo studio trasportistico, si riferiscono allo scenario attuale e in previsione all'anno 2031 in cui si ipotizza l'entrata in esercizio dell'infrastruttura. A partire dai dati di traffico, distinti in veicoli leggeri e pesanti, sono stati simulati gli scenari ante operam, opzione zero e post operam nei due periodi di riferimento (diurno 6:00-22:00 e notturno 22:00-6:00) definiti dalla normativa di riferimento in materia di inquinamento acustico.

Attraverso il modello di simulazione sono stati calcolati i livelli acustici in termini di $\text{Leq}(A)$ indotti dal traffico veicolare lungo l'asse stradale oggetto di studio nei diversi scenari considerati. Il calcolo è stato effettuato sia in termini di mappatura acustica che di livelli puntuali calcolati ad 1 metro dalla facciata per ciascun ricettore. I risultati sono riportati negli elaborati grafici e in formato tabellare nell'elaborato T00IA35AMBRE01-A Studio acustico alle al presente SIA.

Per quanto concerne la condizione di esposizione al rumore stradale nei tre scenari analizzati (stato attuale, stato di progetto e opzione zero), il confronto dei livelli acustici calcolati in facciata con i valori limite definiti dalla normativa di riferimento (DPR 142/2004 e PCCA dei Comuni), non mette in evidenza alcuna condizione di superamento.

Stante quanto detto non si è reso necessario ricorrere a sistemi di mitigazione acustica né di tipo diretto né di tipo indiretto.

Ciò nonostante è previsto nel Piano di Monitoraggio Ambientale, la verifica dei livelli acustici in corrispondenza dei due imbocchi, attraverso due postazioni di monitoraggio, poste in prossimità dei ricettori R_A19 e R_A03.

Tali misure permetteranno di verificare l'effettivo contributo emissivo associato agli imbocchi ed eventuali condizioni di criticità dei livelli di rumore sul territorio e, più nello specifico, sui ricettori più prossimi.

2.6.3 IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE E LE MISURE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE ADOTTATE DURANTE LA FASE DI ESERCIZIO

Inquinamento atmosferico e salute umana

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, CO e Benzene stimati sui ricettori per la protezione della salute umana allo scenario di progetto, non sono emerse criticità in termini di inquinamento atmosferico, in quanto i valori di concentrazione registrati in prossimità di questi rispettano sempre i valori soglia limite definiti in normativa.

In ultimo, si sottolinea che in prossimità dei recettori risultanti più esposti alle concentrazioni di inquinanti, saranno condotte delle campagne di monitoraggio, da effettuare durante l'esercizio del progetto.

Inquinamento acustico e salute umana

Per quanto concerne la condizione di esposizione al rumore stradale nei tre scenari analizzati (stato attuale, stato di progetto e opzione zero), il confronto dei livelli acustici calcolati in facciata con i valori limite definiti dalla normativa di riferimento (DPR 142/2004 e PCCA dei Comuni), non mette in evidenza alcuna condizione di superamento.

Stante quanto detto non si è reso necessario ricorrere a sistemi di mitigazione acustica né di tipo diretto né di tipo indiretto.

Ciò nonostante è previsto nel Piano di Monitoraggio Ambientale, la verifica dei livelli acustici in corrispondenza dei due imbocchi, attraverso due postazioni di monitoraggio, poste in prossimità dei ricettori R_A19 e R_A03.

Tali misure permetteranno di verificare l'effettivo contributo emissivo associato agli imbocchi ed eventuali condizioni di criticità dei livelli di rumore sul territorio e, più nello specifico, sui ricettori più prossimi.

2.7 PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE

2.7.1 SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO

Lo schema di processo, ossia la sequenza logica di operazioni mediante le quali individuare le tipologie di effetti potenzialmente prodotti da un'opera sull'ambiente, si fonda sul concetto di nesso di causalità intercorrente tra Azioni di progetto, Fattori causali ed Impatti potenziali.

Per quanto concerne la matrice di correlazione tra Azioni di progetto, Fattori causali di impatto e tipologie di Impatti ambientali potenziali, nella tabella seguente si riporta la matrice di sintesi Azioni-Fattori-Impatti, per la componente in questione, che comprende solo la dimensione fisica e non quella operativa.

Azioni di progetto		Fattori causali	Impatti potenziali
<i>Dimensione fisica</i>			
AF 1	Ingombro	Incremento aree antropiche	Modificazione dell'assetto percettivo, scenico e panoramico Modificazione della morfologia dei luoghi Alterazione dei sistemi paesaggistici

Tabella 2-43 Paesaggio e patrimonio culturale: Matrice di causalità – dimensione fisica

2.7.2 ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE

In riferimento alla metodologia utilizzata per l'analisi degli impatti potenziali, per quanto riguarda la dimensione fisica, le azioni di progetto da considerare per i diversi interventi, sono riassunte nella matrice di correlazione Azioni-Fattori causali-Impatto potenziali (Tabella 2-43).

In questa fase, le azioni di progetto individuate si esplicitano nell'ingombro fisico, riferito sia propriamente al nuovo ingombro di tipo stradale, che alla presenza di nuove aree pavimentate.

Con riferimento alle azioni di progetto e le relative attività considerate come significative, la dimensione fisica, per la tipologia delle opere progettuali previste, presenta problematiche in parte simili a quella costruttiva, poiché se da un lato gli impatti possono considerarsi simili, dall'altro hanno carattere di tipo permanente e non temporaneo, seppur solo nel caso della presenza di nuovi elementi antropici visibili, ossia nel caso dell'ampliamento dell'impronta a terra dell'infrastruttura.

Gli impatti in questione sono quindi relativi a:

- Modificazione dell'assetto percettivo, scenico e panoramico
- Modificazione della morfologia dei luoghi
- Alterazione dei sistemi paesaggistici

Per quanto riportato quindi si procederà all'analisi delle fotografie scattate dai punti di vista scelti per realizzare le fotosimulazioni in modo da analizzare la potenziale alterazione della percezione del paesaggio a seguito della realizzazione dell'infrastruttura.

Come di seguito analizzato, in merito alla dimensione fisica, l'impatto sul paesaggio anche se consta delle stesse tipologie individuate per la dimensione costruttiva, sarà tra queste da considerarsi preponderante quella percettiva, scenica e panoramica, per via del carattere non reversibile delle opere in riferimento all'introduzione di nuovi elementi nel contesto.

Inoltre, l'interferenza visuale sarà diversa, a seconda della localizzazione dell'opera e del contesto ambientale interessato (aree dalla morfologia variabile o pianeggianti, aree agricole o con vegetazione, antropizzate o meno).

L'impatto visuale prodotto dall'inserimento nel paesaggio dell'infrastruttura di progetto varia molto anche in funzione dell'aumento della distanza tra la nuova opera e l'osservatore. Infatti, la percezione di un oggetto nel paesaggio diminuisce, all'aumentare della distanza, linearmente solo in condizioni ideali di visibilità, che presuppongono buone condizioni di luminosità e soprattutto la totale assenza di altri elementi nel paesaggio; un territorio, cioè, completamente pianeggiante e privo di ostacoli; diverso è invece il caso reale nel quale le variabili da considerare sono molteplici e ben diversificate tra loro.

Al fine di effettuare una valutazione mirata all'inserimento delle mitigazioni ambientali dal punto di vista paesaggistico si è proceduto attraverso l'analisi di alcuni punti di vista, per i quali sono state confrontate le visuali ante operam e le visuali post operam, rappresentate grazie alla realizzazione di fotosimulazioni dalle quali sono evidenti gli interventi di progetto previsti.

Prima di descrivere nel dettaglio le singole fotosimulazioni, si vuole specificare che il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo tratto stradale per la maggior parte in galleria, di un'infrastruttura stradale, quale la SS45bis, attualmente presente sul territorio e già rappresentativa del contesto paesaggistico. Pertanto, gli interventi previsti, come si vedrà dalle fotosimulazioni sotto riportate non comportano una modificazione sulla percezione del paesaggio rispetto allo stato attuale, tantomeno in corrispondenza degli imbocchi della galleria che sono caratterizzati dagli stessi caratteri fisici ed architettonici di quelli della galleria esistente.

Di seguito viene riportato un keyplan indicante la localizzazione delle viste selezionate per condurre l'analisi, basata sulle immagini ante e post operam dell'intervento dai due punti (1 e 2), in modo tale da valutarne l'inserimento nel contesto paesaggistico che le opere da realizzare avranno sullo stesso.



Figura 2-14 – Punti di vista scelti localizzati su cartografia

Punto di Vista 1
Inquadramento

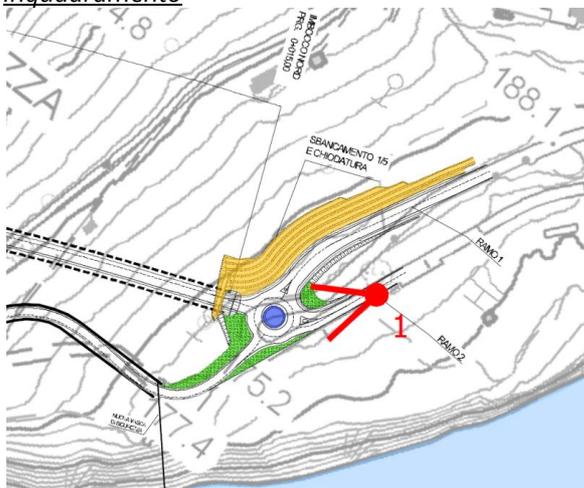


Figura 2-15 – Punto di vista 1

Ante operam



Figura 2-16- Ante operam punto di vista 1

Post operam



Figura 2-17 - Post operam punto di vista 1

La prima vista (Figura 2-16, ante operam) mostra la SS45bis nel punto di imbocco della galleria attuale e dell'intersezione con la SP38. La ripresa è stata effettuata da bordo strada dalla quale si inquadra il rilievo boscato sovrastante; la vegetazione in questo punto è abbastanza folta da coprire parzialmente la visione dell'imbocco della galleria.

Il nuovo imbocco invece (Figura 2-17) risulta ben visibile in ragione della vicinanza del punto di vista scelto dall'area ma sostanzialmente si può dire di non apprezzare una differenza con l'ante operam perché la struttura rimane la stessa sia nei materiali che nelle modalità costruttive, trattandosi dell'imbocco della nuova galleria; quindi nonostante l'aumento dell'occupazione spaziale derivante dalla realizzazione della nuova infrastruttura non viene modificata in maniera significativa la percezione visiva dell'osservatore.

Il contesto circostante risulta essere di tipo naturale, ma nonostante questo, nessun elemento di pregio viene interessato dalle nuove strutture, e come detto in precedenza, la visuale rimane la stessa dell'ante operam, che già non inficiava nessun elemento di rilievo.

Punto di Vista 2
Inquadramento

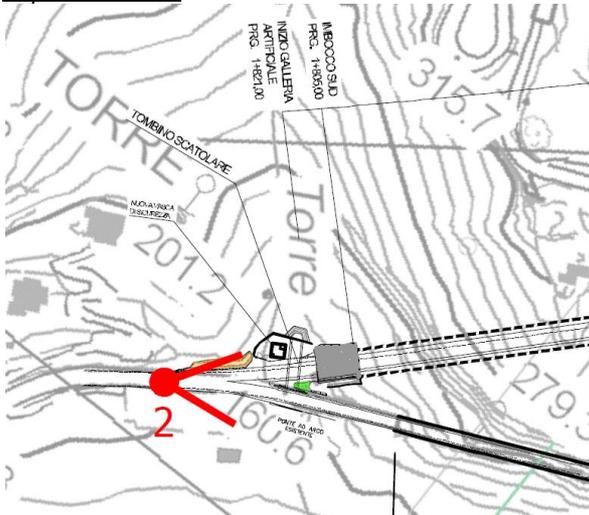


Figura 2-18 - Punto di vista 2

Ante operam



Figura 2-19- Ante operam punto di vista 2

Post operam



Figura 2-20- Post operam punto di vista 2

Nella ripresa ante operam dal punto 2 (Figura 2-19), la strada in primo piano è il margine della SS45bis dalla quale è stata effettuata la ripresa, e sullo sfondo è inquadrato l'altro imbocco della galleria, lato Sud.

La morfologia del territorio è ovviamente simile a quella dell'intorno dell'imbocco Nord appena analizzato, con il rilievo sulla parte sinistra della ripresa che presenta una fascia di vegetazione subito al di sopra del muro di contenimento sulla strada, per poi lasciare spazio alla roccia nuda man mano che la quota dell'altura sale.

La seconda vista, con l'opera da realizzare (Figura 2-20, post operam) è una ripresa da un punto particolarmente ravvicinato, nel quale è chiaramente visibile l'imbocco della galleria in direzione frontale, che riprende negli elementi e nelle forme, l'imbocco della galleria esistente, inserendosi nel contesto circostante riprendendo anche le caratteristiche e le tonalità delle pareti di roccia del rilievo sovrastante l'imbocco stesso.

In merito alla modificazione dell'assetto percettivo, scenico e panoramico, dell'assetto agricolo e vegetazionale, della morfologia dei luoghi e dell'alterazione dei sistemi paesaggistici che sono stati analizzati in queste fotosimulazioni, si può ritenere che la significatività degli stessi possa considerarsi mediamente di livello basso, in quanto gli elementi caratteristici non vengono particolarmente modificati rispetto alla configurazione dello stato attuale.

2.7.3 IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE E LE MISURE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE ADOTTATE DURANTE LA FASE DI ESERCIZIO

In merito alla dimensione di tipo fisico, la valutazione dell'intrusione delle nuove opere nel contesto, analizzata tramite delle fotosimulazioni effettuate in punti significativi del tracciato di progetto, non ha portato di fatto a segnalare criticità di sorta.

Difatti a fronte della realizzazione di nuove opere, relative sia al nuovo ingombro stradale, aree pavimentate e manufatti edilizi, che a differenza degli impatti in fase di cantiere hanno carattere permanente, non si rilevano anche in questo caso interferenze di rilievo in merito alla componente paesaggistica.

Le tipologie di impatto da considerare sono le stesse analizzate per la dimensione costruttiva, ma variano a seconda della localizzazione dell'opera e del contesto ambientale interessato, perché in questo caso la potenziale modifica ai caratteri del paesaggio non è reversibile.

Anche la distanza dell'osservatore dall'opera, nonché le condizioni di visibilità, stante il carattere permanente dell'introduzione di nuovi elementi nel contesto, può far variare la valutazione dell'impatto sul paesaggio. Posto quanto esplicitato, dall'analisi delle fotosimulazioni, in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie, che sono caratterizzati dagli stessi elementi fisici ed architettonici dei portali esistenti, non si rileva una modificazione di rilievo che possa comportare un'alterazione del sistema paesaggistico nel suo insieme tale da inficiarne i caratteri peculiari, anche grazie alla progettazione dei corretti di interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale.

Di seguito (Figura 2-21 e Figura 2-22) infatti è possibile apprezzare come le mitigazioni previste per il corretto inserimento paesaggistico del progetto siano caratterizzate dal riprendere la trama e gli elementi del contesto naturale esistente nel quale si inserisce la nuova infrastruttura.



Figura 2-21 - Post operam con mitigazioni punto di vista 1



Figura 2-22 - Post operam con mitigazioni punto di vista 2

L'intervento all'interno della rotatoria in Figura 2-21, si caratterizza per avere funzione ornamentale richiedente una struttura ad hoc con funzione di arredo urbano che non crei però interferenze con le visuali e la percorribilità dell'infrastruttura. L'inserimento di individui arbustivi all'interno delle rotatorie è stato progettato seguendo dei criteri di identificazione nel territorio che richiamano una porzione del sedime lacuale. Tutte le essenze individuate hanno ottima valenza ecologica e paesaggistica e contemporaneamente si prestano ad essere impiegate con la funzione di arredo urbano. Tra tutte le specie scelte, considerando che il Porraccio ha una fase fenologica che non copre l'intero anno, per garantire e mantenere l'effetto ornamentale nella sezione dell'aiuola dedicata alla piantumazione di questa specie, si è scelto integrare il numero di specie inserendo anche la graminacea perenne *Stipa tenuissima*.

Il progetto prevede la suddivisione della porzione centrale dell'aiuola in tre comparti con tre differenti tipologie di essenze. La suddivisione dei tre comparti centrali dell'aiuola verrà armonizzata con dei transetti fisici in pietrame che verranno posizionati nel terreno e seguiranno il tracciato lineare che richiama in scala l'andamento degli argini lacuali nelle due sponde opposte, riferite all'area d'intervento (Figura 2-23). Le pietre saranno opportunamente scelte dalle rocce ottenute durante le fasi di scavo e attraverso idonea sagomatura (spessore di altezza pari a circa 30 cm) verranno posizionate nel terreno alla profondità di circa 15 cm per emergere in superficie nell'aiuola per la stessa altezza in misura.



Figura 2-23 Planimetria della rotatoria con l'indicazione delle opere a verde previste

In relazione ad altri interventi di mitigazione, l'inerbimento risulta un intervento fondamentale atto a consentire la creazione di una copertura vegetale permanente con un effetto consolidante, e rappresenta una soluzione ideale dal punto di vista dell'inserimento estetico-paesaggistico ed ecologico di un intervento. Nel caso specifico, l'inerbimento previsto dal presente progetto è mirato alla copertura a prato di:

- superfici delle bordure stradali,
- aree intercluse e di quelle oggetto di attività di lavorazione.

Considerando la morfologia pianeggiante o di lieve pendenza delle superfici e la loro esigua estensione, l'inerbimento potrà essere effettuato mediante semplice semina a spaglio in base alla tipologia di intervento da realizzare. L'attività di semina sarà preceduta da una lavorazione superficiale del terreno per la preparazione alla semina, che potrà spingersi fino a profondità dell'ordine dei 20-40 cm, in questo modo sarà possibile ottenere un effetto temporaneo di rapida attivazione che, se ben realizzato, permette la protezione dell'area di intervento in tempi molto brevi. Ad attecchimento avvenuto, con la formazione del cotico erboso, l'azione consolidante esercitata dagli apparati radicali di opportune specie vegetali che fissano e sostengono il terreno fornirà ottime prestazioni per quanto riguarda la capacità di contrastare fenomeni di erosione e di denudazione superficiale grazie anche alla difesa che fornisce contro la dilavazione causata dalle piogge.

Infine per quanto riguarda l'inverdimento delle scarpate, tale intervento è localizzato in prossimità degli imbocchi, laddove le scarpate seguono parallelamente il tracciato stradale e risultano sagomate a gradoni. Nel caso specifico la piantumazione di rampicanti prevista è mirata alla rinaturalizzazione, mascheramento e miglioramento dell'inserimento paesaggistico dell'opera in contesti ad alta valenza storico culturale. Il sesto d'impianto è di tipo lineare e segue l'andamento delle scarpate nei suoi livelli gradonati. Ciascun gradone si sviluppa in altezza formando un fronte roccioso, in tal modo si prevede di piantumare le specie a distanza di 2,50 m. La scelta di utilizzare specie vegetali rampicanti sempreverdi soddisfa la necessità di mascherare e ricoprire con il suo sviluppo vegetativo la parete rocciosa della trincea migliorando l'inserimento paesaggistico dell'opera. L'alloggio e la messa a dimora delle rampicanti verrà predisposta in corrispondenza di un ulteriore scavo eseguito ai piedi del fronte roccioso di ciascun gradone. Lo scavo sarà idoneo ad accogliere il terreno vegetale nel quale verranno alloggiate le rampicanti.

In conclusione non viene quindi a determinarsi una differenza sostanziale di percezione visiva generale del contesto nel post operam rispetto all'ante operam. L'alterazione dei caratteri del paesaggio e della percezione visiva possono considerarsi quindi poco significativi in quanto se è vero che l'introduzione di nuovi elementi modifica la configurazione del territorio, il loro impatto risulta mitigato grazie agli interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale previsti, che concorrono a far sì che le nuove opere si inseriscano in maniera coerente con gli elementi del contesto territoriale preesistenti, di fatto non alterando la percezione del sistema paesaggistico generale nel quale si inserisce l'infrastruttura oggetto di intervento.