

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J64H17000140001

S.O. INGEGNERIA AMBIENTALE E DEL TERRITORIO

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO / RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE

Relazione generale

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

N B 1 R 0 2 Y 6 9 R G C A 0 0 0 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione a seguito prescrizione MITE/MIC	M. Mula	Luglio 2022	D. Bensaadi	Luglio 2022	M. Berlingieri	Luglio 2022	S. Paduosi	Luglio 2022

ITALFERR S.p.A.
Ing. Paduosi Sara
Ordine degli Ingegneri di Roma
n. 25827 sez. A

File: NB1R02Y69RGCA0000001A.doc

n. Elab.:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

INDICE

PARTE A - INQUADRAMENTO GENERALE	6
1 PREMESSA.....	7
1.1 STRUTTURA DEL PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE.....	9
1.2 SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE.....	9
1.2.1 Approccio analitico	10
1.2.2 Identificazione degli aspetti ambientali	11
1.2.3 Criteri di valutazione degli aspetti ambientali	14
1.3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	15
1.3.1 Normativa Nazionale	15
1.3.2 Normativa Regionale	15
2 INQUADRAMENTO GENERALE	16
2.1 Organizzazione del sistema di cantierizzazione	18
PARTE B – ANALISI DEGLI ASPETTI AMBIENTALI	20
3 PIANIFICAZIONE E TUTELA TERRITORIALE.....	21
3.1 Pianificazione territoriale e locale	21
3.2 Il sistema dei vincoli e delle discipline e di tutela paesistico-ambientale.....	23
4 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA	25
4.1 Inquadramento demografico.....	25
4.2 Inquadramento epidemiologico sanitario	26
5 RISORSE NATURALI.....	28
5.1 SUOLO.....	28
5.1.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	28
5.1.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	39
5.1.3 Misure di prevenzione e mitigazione.....	45
5.2 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE	45
5.2.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	45
5.2.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	53
5.2.3 Misure di prevenzione e mitigazione.....	60
5.3 BIODIVERSITÀ	66
5.3.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	66
5.3.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	82
5.3.3 Misure di prevenzione e mitigazione.....	93
5.4 MATERIE PRIME	93
5.4.1 Stima dei fabbisogni	93
5.4.2 Gestione dei materiali di fornitura	94
5.4.3 Le aree estrattive.....	94

5.4.4	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	95
6	EMISSIONE E PRODUZIONE	97
6.1	DATI DI BASE	97
6.1.1	Ricettori	97
6.1.2	Identificazione delle aree di cantiere e degli scenari di simulazione.....	98
6.1.3	Quantità, tipologia e frequenza dei macchinari	101
6.1.4	Viabilità di cantiere	102
6.2	CLIMA ACUSTICO.....	103
6.2.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	103
6.2.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	107
6.2.3	Misure di prevenzione e mitigazione.....	121
6.3	VIBRAZIONI.....	124
6.3.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	124
6.3.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	129
6.3.3	Misure di prevenzione e mitigazione.....	134
6.4	ARIA E CLIMA	134
6.4.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	134
6.4.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	152
6.4.3	Misure di prevenzione e mitigazione.....	179
6.5	RIFIUTI E MATERIALI DI RISULTA.....	186
6.5.1	Stima dei materiali prodotti	186
6.5.2	Classificazione dei materiali di risulta prodotti.....	186
6.5.3	Modalità di gestione e stoccaggio dei materiali di risulta prodotti	198
6.5.4	Campionamento in corso d'opera dei materiali di risulta prodotti	202
6.5.5	Siti di conferimento del materiale prodotto.....	205
6.5.6	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	208
6.6	SCARICHI IDRICI E SOSTANZE NOCIVE.....	208
6.6.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	208
6.6.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	209
6.6.3	Misure di prevenzione e mitigazione.....	210
7	RISORSE ANTROPICHE E PAESAGGIO	211
7.1	PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI	211
7.1.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	211
7.1.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	216
7.2	TERRITORIO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE	218
7.2.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	218
7.2.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	222
7.3	PAESAGGIO.....	227
7.3.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	227
7.3.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	231
7.3.3	Misure di prevenzione e mitigazione.....	243

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

8 ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI..... 244

ALLEGATI..... 246

Allegato 1 – Quadro Normativo

Allegato 2 – Mappe diffusionali

Allegato 3 – Calcolo produzione polveri

Allegato 4 – Calcolo emissione macchinari

Allegato 5 – Risultati GRID

**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCOProgetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	6 di 251

PARTE A - INQUADRAMENTO GENERALE

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

1 PREMESSA

Il presente documento ha per oggetto l'individuazione degli aspetti ambientali significativi, la definizione delle misure di mitigazione e delle procedure operative per contenere gli impatti ambientali relativi alla variante di raddoppio in prossimità della Cascina Polaresco situata nel Comune di Bergamo relativa al Progetto Definitivo del raddoppio Ponte San Pietro-Bergamo-Montello (primo lotto). Tale variante si è resa necessaria in quanto la Verifica di Interesse Culturale sul Ponte pedonale ad arco ubicato nei pressi della Cascina Polaresco, previsto in demolizione per consentire il raddoppio della linea in stretto affiancamento, ha dato esito positivo.

Nell' "Intesa sulle strategie e sulle modalità per lo sviluppo del SFR passeggeri, del trasporto merci e degli standard qualitativi per l'interscambio modale", sottoscritta tra RFI e Regione Lombardia è previsto il raddoppio della linea tra Montello-Bergamo-Ponte S. Pietro per potenziare i servizi esistenti tra Milano Porta Garibaldi e Bergamo.

Per il raggiungimento di tale obiettivo, RFI ha suddiviso gli interventi in diversi progetti con diversi scenari temporali di realizzazione. Tra questi, i seguenti sono tra i più importanti:

- la realizzazione dell'Apparato Centrale Computerizzato di Bergamo su ferro attuale;
- il raddoppio della tratta Curno – Bergamo e la realizzazione del PRG di Ponte San Pietro;
- la realizzazione del PRG di Bergamo;
- il raddoppio della tratta Bergamo - Montello.

Nel Marzo del 2020 Italferr ha consegnato ad RFI il progetto definitivo di un Primo Lotto di interventi che prevedono: la realizzazione dell'ACC di Bergamo su ferro attuale oggetto di altro progetto; il raddoppio da Bergamo (e) a Curno (i) della linea esistente con inserimento di un bivio per il passaggio da doppio a singolo prima della radice ovest di Bergamo; la soppressione dei passaggi a livello (PL) esistenti sulla linea da Bergamo a Curno ad eccezione del PL di Martin Luther King e di via Moroni che saranno a cura RFI; l'ampliamento della fermata di Bergamo Ospedale conseguente al raddoppio della linea; la realizzazione della fermata di Curno e la sistemazione del PRG di Ponte S. Pietro.

L'iter autorizzativo del progetto è stato avviato nel Maggio del 2020 con l'invio da parte di RFI del PD in oggetto a tutti gli Enti coinvolti per il parere di competenza.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 8 di 251

Il 24 Marzo 2022 è stato pubblicato il Decreto Ministeriale di Compatibilità Ambientale n.13 con cui veniva espresso giudizio positivo di compatibilità ambientale sul Progetto Definitivo del Raddoppio in argomento, subordinato al rispetto delle condizioni ambientali definite nei pareri della Commissione Tecnica VIA e VAS e del Ministero della Cultura.

In particolare, il parere tecnico-istruttorio espresso dalla Direzione generale ABAP (MIC) nel procedimento di VIA prot. del 28/01/2022, che costituisce appunto parte integrante del decreto di compatibilità ambientale n. 13 del 24/03/2022, riportava la seguente condizione: “Nel tratto del raddoppio ferroviario che si affianca al complesso immobiliare della Cascina Polaresco nel Comune di Bergamo, sottoposto a tutela ai sensi della Parte II del D.Lgs 42/2004, l'intervento dovrà essere maggiormente dettagliato, in relazione alla presenza di tale bene culturale; in tale ambito il ponte che scavalca la ferrovia al km 3+562 e di cui è prevista la demolizione, dovrà essere sottoposto a Verifica dell'interesse culturale ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs 42/2004; in caso di esito positivo, la demolizione del ponte è non ammessa.”

Il 26 Aprile 2022 il Decreto del presidente della Commissione regionale per il patrimonio culturale della Lombardia riportava l'esito positivo della verifica dell'interesse culturale espletata sul Ponte pedonale ad arco in prossimità della Cascina Polaresco nel Comune di Bergamo.

Per tale ragione la Soprintendenza Speciale per il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza ha espresso il diniego alla demolizione del Ponte ad arco in prossimità della Cascina Polaresco nel comune di Bergamo.

Tutto ciò premesso, RFI con nota prot. RFI-DIN-DINO.MI\A0011\P\2022\0000137 ha chiesto ad Italfer di procedere con la rivisitazione del tracciato ferroviario in prossimità della Cascina Polaresco in modo da evitare la demolizione del Ponte.

Sulla base dell'attuale assetto del territorio, il presente progetto definisce i criteri generali del sistema di cantierizzazione individuando la possibile organizzazione e le eventuali criticità di questo; va comunque evidenziato che l'ipotesi di cantierizzazione rappresentata non è vincolante ai fini di eventuali diverse soluzioni che l'Appaltatore intenda attuare nel rispetto della normativa vigente, delle disposizioni emanate dalle competenti Autorità, dei tempi e costi previsti per l'esecuzione delle opere. In tal senso sarà, quindi, onere e responsabilità dell'Appaltatore

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

adeguare/ampliare/modificare tale proposta sulla scorta della propria organizzazione del lavoro e di eventuali vincoli esterni.

1.1 STRUTTURA DEL PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE

Il presente elaborato denominato “Relazione Generale” si compone delle seguenti parti:

- Parte A, la presente, con un inquadramento generale dell’opera e del sistema di cantierizzazione;
- Parte B, contenente l’identificazione, la descrizione e la valutazione di significatività delle problematiche ambientali dirette ed indirette che si possono generare in fase di costruzione delle opere, nonché l’illustrazione degli interventi di mitigazione e delle procedure operative per il contenimento degli impatti.

Ad esso sono inoltre correlati i seguenti elaborati:

- *NB1R02Y69P5CA0000001A* - Planimetria localizzazione interventi di mitigazione;
- *NB1R02Y69CECA0000001A* - Computo Metrico Estimativo.

1.2 SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE

Per le opere in progetto rientra tra gli oneri dell’Appaltatore l’implementazione di un Sistema di Gestione Ambientale delle attività di cantiere esteso a tutti i siti in cui si svolgono attività produttive, dirette ed indirette, di realizzazione, di approvvigionamento e di smaltimento, strutturato secondo i requisiti della norma UNI EN ISO 14001 (o Regolamento CE 761/2001).

Il Sistema di Gestione Ambientale prevede in particolare la redazione di un documento di Analisi Ambientale Iniziale, contenente l’analisi dei dati qualitativi e quantitativi dell’impianto di cantiere, dei siti e delle attività di cantiere, allo scopo di stabilire le correlazioni tra attività, aspetti ambientali ed impatti. Tale analisi dovrà esplicitare il processo:

Opera/Parte d’Opera → Lavorazioni → Strumenti ed Attrezzature utilizzati – Materiali impiegati → Aspetti Ambientali → Impatti → Mitigazioni/Prescrizioni/Adempimenti legislativi.

Il predetto documento costituisce quindi un approfondimento del presente, redatto direttamente dall’Appaltatore.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Relativamente al controllo operativo dei cantieri il Sistema di Gestione Ambientale prevede la messa a punto di apposite procedure per:

- caratterizzazione e gestione dei rifiuti e dei materiali di risulta;
- contenimento delle emissioni di polveri e sostanze chimiche nell'atmosfera;
- contenimento delle emissioni acustiche;
- gestione delle sostanze pericolose;
- gestione scarichi idrici;
- protezione del suolo da contaminazioni e bonifica dei siti contaminati;
- gestione dei flussi dei mezzi di cantiere sulla rete stradale pubblica;
- individuazione e risposta a potenziali incidenti e situazioni di emergenza per prevenire ed attenuare l'impatto ambientale che ne può conseguire.

Tali procedure dovranno essere redatte recependo tutte le indicazioni contenute nel presente elaborato, eventuali prescrizioni degli enti competenti in materia di tutela ambientale nonché le eventuali sopraggiunte normative.

Un ulteriore elemento che è qui utile richiamare del Sistema di Gestione Ambientale è il Piano di Controllo e di Misurazione Ambientale: si tratta del documento che pianifica i controlli ambientali da effettuarsi nel corso delle attività di cantiere, dirette ed indirette, di realizzazione, di approvvigionamento e di smaltimento.

Tale piano implementerà le attività di controllo previste nel presente Progetto Ambientale della Cantierizzazione e da eventuali altre prescrizioni contrattuali.

1.2.1 Approccio analitico

La metodologia generale applicata all'interno del presente documento per l'analisi degli aspetti ambientali di progetto (AAPG) e per lo svolgimento del processo di valutazione fa riferimento agli indirizzi dettati dal sistema di gestione ambientale adottato da Italferr S.p.A. in applicazione alla norma UNI-EN ISO 14001:2004.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Gli Aspetti Ambientali di Progetto, identificati secondo le modalità riportate nei paragrafi seguenti, vengono descritti al fine di fornire informazioni relative alle caratteristiche e specificità che essi assumono nel progetto analizzato.

Nella descrizione, che avviene in termini qualitativi e, ove possibile, quantitativi, sono inserite tutte le informazioni necessarie ai fini della successiva identificazione degli Aspetti Ambientali di Processo ed in particolare:

1. Adempimenti legislativi;
2. Descrizione dello stato iniziale - ante operam – dell'aspetto ambientale in termini di consistenza, stato di conservazione, tendenza evolutiva, ecc.
3. Analisi delle possibili interferenze allo stato iniziale dell'aspetto ambientale ipotizzabili per effetto della costruzione e dell'esercizio dell'opera (corso d'opera – post operam).

1.2.2 Identificazione degli aspetti ambientali

Il Sistema di Gestione Ambientale adottato da Italferr S.p.A. ai sensi della norma UNI-EN ISO 14001:2004 ha identificato, relativamente al processo di progettazione, 14 aspetti ambientali (Aspetti Ambientali Iniziali) comuni a tutti i livelli di progettazione.

Gli Aspetti Ambientali in questione sono:

1. Pianificazione e tutela territoriale
2. Popolazione e salute umana
3. Suolo
4. Acque superficiali e sotterranee
5. Biodiversità
6. Materie prime
7. Clima acustico
8. Vibrazioni
9. Aria e clima
10. Rifiuti e materiali di risulta
11. Scarichi idrici e sostanze nocive

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
VARIANTE CASCINA POLARESCO						
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 12 di 251

12. Patrimonio culturale e beni materiali

13. Territorio e patrimonio agroalimentare

14. Paesaggio

Tenendo conto degli aspetti ambientali sopra riportati, nella parte B del presente elaborato sarà effettuata una disamina di quelle tematiche ambientali che, in base a considerazioni sulle caratteristiche del territorio, sulla tipologia dell'opera e delle attività da svolgere ed in funzione del sistema di cantierizzazione previsto, sono considerate di rilievo per la fase di cantiere degli interventi previsti dal presente progetto.

Il metodo utilizzato per l'identificazione degli Aspetti Ambientali Significativi di progetto si basa, quindi, sulla correlazione fra gli elementi tipologici di un'opera (tipologie di opera prevalenti) e gli aspetti ambientali tipologici, individuati in base alla scomposizione della "matrice ambiente", riportata nella Tabella 1-1 "Matrice Correlazione Tipologia Opera – Aspetto Ambientale Processo Progettazione Opera".

Sempre nella stessa tabella, sono state evidenziate le tipologie di opera relative al Progetto a cui si riferisce il presente studio in modo da individuare gli AA interessati.

Tabella 1-1: Matrice Correlazione Tipologia Opera – Aspetto Ambientale Processo Progettazione Opera

TIPOLOGIA OPERA	Pianificazione e tutela ambientale	Popolazione e salute umana	Risorse naturali				Emissione e produzione					Risorse antropiche e paesaggio		
			Suolo	Acque superficiali e sotterranee	Biodiversità	Materie prime	Clima acustico	Vibrazioni	Aria e clima	Rifiuti e materiali di risulta	Scarichi idrici e sostanze nocive	Patrimonio culturale e beni materiali	Territorio e Patrimonio agroalimentare	Paesaggio
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
RI -Rilevati		•	•	•	•	•	•	•	•	•		•		•
TR - Trincee		•	•	•	•		•	•	•	•		•		•
GN -Gallerie naturali		•	•	•		•		•		•	•			
GA -Gallerie artificiali / Imbocchi		•	•	•	•	•	•	•	•	•		•		•
VI Viadotti		•		•	•	•	•	•			•	•		•
Viabilità /sottovia in interferenza		•		•		•	•	•	•	•				•
FV/FA -Stazioni / Fermate / Fabbricati tecnologici		•	•	•	•	•			•	•		•		•
SSE		•	•		•		•		•	•		•		•
Armamento						•								
Trazione Elettrica														
Siti deposito / approvvigionamento	•	•		•		•	•		•			•	•	•
Sistema di cantierizzazione (aree di cantiere, aree di stoccaggio, flussi)	•	•	•	•	•		•		•	•	•	•	•	•

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

1.2.3 Criteri di valutazione degli aspetti ambientali

L'attività condotta nell'ambito delle singole analisi specialistiche documentate nei paragrafi successivi viene effettuata secondo:

- Contestualizzazione della matrice generale di causalità rispetto alle specificità del contesto di localizzazione dell'area di cantiere/lavorazione in esame, al fine di verificare se ed in quali termini gli effetti potenziali ipotizzati possano effettivamente configurarsi
Tale operazione ha consentito di selezionare quegli aspetti che rappresentano i "temi del rapporto Opera – Ambiente", intesi nel presente studio come quei nessi di causalità intercorrenti tra Azioni di progetto, Fattori causali ed effetti potenziali, che, trovando una concreta ed effettiva rispondenza negli aspetti di specificità del contesto localizzativo, informano detto rapporto.
- Analisi e stima degli effetti attesi, sulla base dell'esame di dettaglio delle Azioni di progetto alla base di detti effetti e dello stato attuale dei fattori da queste potenzialmente interessati.
Tale analisi ha consentito, in primo luogo, di verificare se già all'interno delle scelte progettuali fossero contenute soluzioni atte ad evitare e/o prevenire il prodursi di potenziali effetti significativi sull'ambiente, nonché, in caso contrario, di stimarne l'entità e, conseguentemente di prevedere le misure ed interventi di mitigazione/compensazione e di monitoraggio ambientale.

Relativamente alla stima degli effetti, la scala a tal fine predisposta è articolata nei seguenti livelli crescenti di significatività:

- A. Effetto assente, stima attribuita sia nei casi in cui si ritiene che gli effetti individuati in via teorica non possano determinarsi, quanto anche laddove è possibile considerare che le scelte progettuali operate siano riuscite ad evitare e/o prevenire il loro determinarsi
- B. Effetto trascurabile, stima espressa in tutti quei casi in cui l'effetto potrà avere una rilevanza non significativa, senza il ricorso ad interventi di mitigazione
- C. Effetto mitigato, giudizio assegnato a quelle situazioni nelle quali si ritiene che gli interventi di mitigazione riescano a ridurre la rilevanza. Il giudizio tiene quindi conto dell'efficacia delle misure e degli interventi di mitigazione previsti, stimando con ciò che l'effetto residuo e, quindi, l'effetto nella sua globalità possa essere considerato trascurabile
- D. Effetto oggetto di monitoraggio, stima espressa in quelle particolari circostanze laddove si è ritenuto che le risultanze derivanti dalle analisi condotte dovessero in ogni caso essere suffragate mediante il riscontro derivante dalle attività di monitoraggio
- E. Effetto residuo, stima attribuita in tutti quei casi in cui, pur a fronte delle misure ed interventi per evitare, prevenire e mitigare gli effetti, la loro rilevanza sia sempre significativa

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

1.3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

1.3.1 **Normativa Nazionale**

Il Progetto Ambientale della Cantierizzazione è stato redatto in conformità alle principali normative nazionali applicabili alle finalità del presente studio, sulla base di quanto riportato nel documento redatto da Italferr in data 20/10/2010 e revisionato in data 19/03/2015 “Quadro Normativo per la progettazione ambientale e archeologica delle opere infrastrutturali”, che raccoglie le principali norme ambientali applicabili alle attività di progettazione, monitoraggio ambientale, realizzazione e collaudo delle opere infrastrutturali (cfr. Allegato 1 alla presente relazione).

Per far fronte alla continua evoluzione della normativa relativa a ciascuna delle matrici ambientali significative sottodescritte, il Gruppo Ferrovie dello Stato, nel rispetto dei requisiti generali previsti dalla norma UNI EN ISO 14001, si è dotato di un presidio normativo, contenente i principali riferimenti a carattere nazionale e regionale, disponibile online all’indirizzo <http://presidionormativo.italferr.it/>.

1.3.2 **Normativa Regionale**

DGR n. 2880 del 29 dicembre 2011 *“Ricognizione sistematica e riordino degli Atti Amministrativi Regionali in materia di gestione dei rifiuti”*

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

2 INQUADRAMENTO GENERALE

Di seguito sono descritte le due principali opere introdotte a seguito dell'introduzione della variante Cascina Polaresco, per ulteriori dettagli si consultino i relativi elaborati specialistici.

GA01 – Galleria artificiale percorso ciclopedonale Cascina Polaresco

L'opera in esame permette al binario pari del raddoppio ferroviario Ponte San Pietro – Bergamo – Montello di sottopassare il percorso ciclopedonale che collega il complesso residenziale di cascina Polaresco all'ospedale Papa Giovanni XXIII ed all'annessa fermata lungo la linea ferroviaria.

Il manufatto, ubicato alla progressiva 3+568 circa, si colloca a ridosso del ponticello ad arco esistente, con il quale il percorso ciclopedonale scavalca l'attuale singolo binario della linea ferroviaria (futuro binario dispari del raddoppio). Il ponticello ad arco è stato sottoposto a vincolo di interesse culturale, motivo per cui sarà conservato a seguito della realizzazione del raddoppio e continuerà ad ospitare il binario in essere.

La struttura in progetto è uno scatolare in c.a. gettato in opera con dimensioni interne B x H = 6.30m x 7.20m. La soletta superiore ha uno spessore di 60cm e presenta dei ringrossi laterali all'innesto con i piedritti, dove lo spessore cresce fino a 110cm. I piedritti e la piastra di fondazione presentano spessore costante di, rispettivamente, 75cm e 90cm. Lo scatolare ha uno sviluppo longitudinale complessivo lungo binario di circa 5.22m. Il ricoprimento dello scatolare è pari a circa 20cm.

In continuità con lo scatolare, ma strutturalmente separati da esso, saranno realizzati opportuni muri d'imbocco in c.a., con sezione ad U, destinati a sostenere le scarpate del rilevato del percorso ciclopedonale.

Dal punto di vista esecutivo le strutture dello scatolare e degli imbocchi saranno realizzate in opera, sfruttando gli scavi a cielo aperto effettuati per predisporre la platea di varo della vicina galleria GA02, che sarà invece spinta dalla posizione di getto alla sua ubicazione finale in corrispondenza del rilevato della circonvallazione Leuceriano. La realizzazione della galleria GA01 deve seguire, pertanto, quella dell'adiacente GA02.

GA02 – Galleria artificiale cavalcaferrovia leuceriano

L'opera in esame è il manufatto che consente al binario pari del raddoppio ferroviario Ponte San Pietro – Bergamo – Montello di sottoattraversare la circonvallazione Leuceriano, che costituisce l'asse viario di collegamento della tangenziale di Bergamo con i quartieri Longuelo e Loreto, posti a nord della linea ferroviaria oggetto d'intervento.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 17 di 251

Lo scatolare, ubicato alla progressiva 3+598 circa, si colloca in continuità, a sud, con l'attuale cavalcaferrovia di via Leuceriano, che scavalca il singolo binario esistente della linea ferroviaria; tale binario manterrà il suo tracciato attuale ed a seguito dell'intervento costituirà il binario dispari del collegamento ferroviario raddoppiato. Il cavalcaferrovia in essere è predisposto per accogliere un secondo binario a 4 m di interasse da quello ora in esercizio, ma la variante di tracciato del binario pari, dettata dal vincolo di interesse culturale posto sul ponticello adiacente la cascina Polaresco, determina la necessità di realizzare una nuova opera di sottoattraversamento della circonvallazione.

La nuova struttura è uno scatolare in c.a. costruito fuori opera e successivamente spinto nella sua posizione di destinazione in corrispondenza del rilevato di via Leuceriano.

La struttura scatolare ha dimensioni interne B x H = 6.30m x 7.20m. La soletta superiore ha uno spessore previsto di 60cm ed è dotata di ringrossi laterali all'innesto con i piedritti, dove lo spessore cresce fino a 110cm. Lo spessore dei piedritti e della soletta inferiore, invece, è costante e pari, rispettivamente, a 75cm e 90cm. Lo scatolare ha uno sviluppo longitudinale complessivo, parallelamente al binario, di 13m. Il ricoprimento dello scatolare è pari a circa 40cm.

In adiacenza al tratto scatolare saranno realizzati opportuni muri d'imbocco in c.a., con sezione ad U, destinati a sostenere le scarpate del rilevato della circonvallazione. I muri d'imbocco devono necessariamente essere spinti in posizione insieme al monolite, motivo per cui avranno soletta inferiore strutturalmente continua con quella dello scatolare, mentre le elevazioni saranno separate per mezzo di giunti.

Le fasi esecutive previste per la realizzazione del nuovo sottoattraversamento sono dettate dalla necessità di contenere i tempi di interruzione del traffico veicolare sulla circonvallazione Leuceriano.

Si è previsto, pertanto, di realizzare fuori opera, ad est del rilevato stradale, le strutture del monolite e dei muri d'imbocco e di procedere poi alla spinta delle stesse nella posizione finale, previa demolizione del rilevato di via Leuceriano per la parte interferente, in modo da operare una spinta a vuoto. Ultimato il varo, si procederà al rinfianco del rilevato a tergo del manufatto, operazione agevolata dalla presenza dei muri d'imbocco spinti in uno con il tratto scatolare.

Il getto fuori opera del monolite e dei muri d'imbocco richiede la preventiva realizzazione di una platea di varo in c.a.. La quota d'imposta della platea sarà raggiunta mediante scavo a cielo aperto nell'area ad est del rilevato della viabilità da sottoattraversare; tale zona sarebbe comunque interessata dagli scavi per la realizzazione della galleria GA01 sotto il percorso ciclopedonale

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 18 di 251

diretto a cascina Polaresco, per cui le modalità esecutive descritte consentono l'ottimizzazione dei volumi di terreno scavati per la realizzazione delle due opere in progetto.

In considerazione della vicinanza della nuova opera alla spalla sud del cavalcaferrovia esistente, per dare adeguate garanzie di stabilità alle strutture in essere durante il varo del monolite è prevista la realizzazione di una serie di micropali Ø250 mm di rinforzo della spalla, a passo 1m e lunghi una decina di metri ciascuno. I micropali saranno realizzati nello spessore del plinto di fondazione, a partire dall'interno del fornice del cavalcaferrovia, e saranno collegati superiormente da un cordolo in c.a. adeguatamente ancorato alla mensola di valle del plinto.

2.1 Organizzazione del sistema di cantierizzazione

Al fine di realizzare le opere in progetto di raddoppio della tratta ferroviaria, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato della linea ferroviaria.

In particolare, è prevista la realizzazione delle seguenti tipologie di cantieri:

- Cantieri Base (CB)
- Cantieri Operativi (CO)
- Aree Tecniche (AT)
- Aree di Armamento e attrezzaggio tecnologico (AR)
- Aree di Stoccaggio (AS)
- Aree di deposito terre (DT)

Nella tabella che segue si riportano nel dettaglio le aree di cantiere previste per la realizzazione degli interventi in esame.

Tabella 2-1 Elenco aree di cantiere – Lotto 2

Codice	WBS	Superficie	Comune	Provincia
1.AR.01	-	1.900	Bergamo	BG
1.AR.01 bis	-	2.000	Bergamo	BG
1.AR.02	-	2.400	Ponte San Pietro	BG
1.AT.01	SL01	300	Curno	BG
1.AT.02	FV02	624	Curno	BG
1.AT.03	VI05	1.290	Bergamo	BG


PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

 Progetto ambientale della cantierizzazione
 Relazione Generale

 PROGETTO
 NB1R

 LOTTO
 02 Y 69

 CODIFICA
 RG

 DOCUMENTO
 CA0000001

 REV.
 A

 FOGLIO
 19 di 251

Codice	WBS	Superficie	Comune	Provincia
1.AT.04	FV01	3.130	Bergamo	BG
1.AT.07	Stazione di Ponte San Pietro	800	Ponte San Pietro	BG
1.AS.01	-	1.050	Curno	BG
1.AS.02	-	6.700	Curno	BG
1.AS.03	-	1.375	Curno	BG
1.AS.04	-	8.750	Treviolo	BG
1.AS.05	-	4.850	Bergamo	BG
1.AS.06	-	800	Bergamo	BG
1.AS.07	-	5.800	Bergamo	BG
1.AS.08	-	9.360	Bergamo	BG
1.AS.09	-	965	Ponte San Pietro	BG
1.AS.10	-	7.000	Bergamo	BG
1.AS.11	-	10.980	Bergamo	BG
1.AS.12	-	1.810	Bergamo	BG
1.CO.01	SL01	950	Curno	BG
1.CO.02	FV01	12.340	Bergamo	BG
1.CO.03	FV02 – FA03	2.500	Curno	BG
1.CO.05	Stazione di Ponte San Pietro	2.300	Ponte San Pietro	BG
1.CB.01	-	11.852	Bergamo – Treviolo	BG
1.DT.01	-	32.345	Curno	BG

Per quanto riguarda la variante di Cascina Polaresco sono introdotte due nuove aree tecniche 1.AT.05 e 1.AT.06 rispettivamente di ampiezza 630 mq e 600 mq.

**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCOProgetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	20 di 251

PARTE B – ANALISI DEGLI ASPETTI AMBIENTALI

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
VARIANTE CASCINA POLARESCO						
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 21 di 251

3 PIANIFICAZIONE E TUTELA TERRITORIALE

3.1 Pianificazione territoriale e locale

Rimandando a quanto riportato nello Studio di impatto ambientale (NB1R02Y22RGSA0001001A) in merito allo stato della pianificazione territoriale e locale, nonché ai relativi contenuti, nell'ambito della presenta relazione l'attenzione è stata centrata sullo stato approvativo.

A tal riguardo, i livelli e gli strumenti di pianificazione presi in considerazione sono stati i seguenti:

- Pianificazione di livello regionale, con specifico riferimento alla pianificazione paesaggistica (Piano Territoriale Regionale e Piano Paesaggistico Regionale)
- Pianificazione di livello provinciale, con riferimento al Piano Territoriali di Coordinamento Provinciale (PTCP)
- Pianificazione di livello locale, con riferimento ai Piani di Governo del Territorio (PGT)

In breve, per quanto riguarda la pianificazione di livello regionale, il Piano Territoriale Regionale (PTR), approvato con DCR del 19/01/2010 e successivi aggiornamenti, costituisce atto fondamentale di indirizzo della programmazione di settore della Regione, nonché di orientamento della programmazione e pianificazione territoriale dei comuni e delle province.

Il PTR, in applicazione dell'art. 19 della LR 12/2005, assolve la natura e detiene gli effetti di piano territoriale paesaggistico ai sensi della legislazione nazionale (D.lgs. n. 42/2004 e smi). In tal senso, il PTR recepisce, consolida e aggiorna il Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) vigente in Lombardia dal 2001, integrandone e adeguandone contenuti descrittivi e normativi e confermandone impianto generale e finalità di tutela.

Rispetto agli strumenti di pianificazione sott'ordinati redatti dagli enti provinciali, comunali e dagli enti gestori, redatti e conformati secondo gli obiettivi e le logiche di tutela paesaggistica del PPR, questi si configurano come atto paesaggistico di maggiore definizione rispetto al PPR stesso.

Relativamente alla pianificazione di livello provinciale, la provincia di Bergamo è dotata del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, approvato con DCP n. 37 del 7/11/2020.

Il PTCP assume e fa propri i contenuti prescrittivi, di indirizzo e di orientamento derivanti dagli strumenti di pianificazione e programmazione formulati dai livelli istituzionali sovraordinati, in particolare dal Piano Paesaggistico Regionale e si configura come piano paesaggistico di maggiore definizione rispetto a quest'ultimo.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Il PTCP è atto di indirizzo della programmazione socio-economica provinciale e in quanto tale deve definire gli obiettivi generali relativi all’assetto e alla tutela del proprio territorio, che siano connessi a interessi di scala vasta (provinciale o sovracomunale) e attuativi della pianificazione regionale.

Per quanto riguarda il livello comunale, in riferimento alla LR 12/2005, la pianificazione comunale si attua mediante il Piano di Governo del Territorio (PGT) che definisce l’assetto dell’intero territorio comunale ed è articolato nei seguenti atti:

- il Documento di Piano,
- il Piano dei Servizi,
- il Piano delle Regole.

Il quadro pianificatorio delle diverse realtà amministrative interessate dagli interventi in esame è riassunto sinteticamente nella Tabella 3-1.

Tabella 3-1 – Stato della pianificazione urbanistica

<i>Ambito amministrativo</i>	<i>Piano</i>	<i>Estremi</i>
Comune di Bergamo	Piano di Governo del Territorio	DCC n. 86 del 14/05/2010 e successive varianti
Comune di Curno	Piano di Governo del Territorio	DCC n. 3 del 9/01/2013 così come rettificato con DCC n. 74 del 5/11/2014 e successive varianti
Comune di Mozzo	Piano di Governo del Territorio	DCC n. 36 del 17/11/2006 e successive varianti
Comune di Ponte San Pietro	Piano di Governo del Territorio	DCC n. 12 del 26/03/2011 e successive varianti
Comune di Treviolo	Piano di Governo del Territorio	DCC n. 21 del 20/04/2009 e successive varianti

Per ulteriori approfondimenti e dettagli riguardo lo stato di pianificazione territoriale e locale si rimanda al documento “NB1R02Y22RGSA0001001A Studio di impatto ambientale – Relazione Generale”.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

3.2 Il sistema dei vincoli e delle discipline e di tutela paesistico-ambientale

Per il progetto in esame, le tipologie di vincoli rispetto ai quali l'opera in progetto è stata oggetto di approfondimento sono le seguenti:

- A. Beni culturali di cui alla parte seconda del D.lgs. 42/2004 e smi
- B. Beni paesaggistici di cui alla parte terza del D.lgs. 42/2004 e smi e segnatamente ex artt. 136 "Immobili ed aree di notevole interesse pubblico", 142 "Aree tutelate per legge"
- C. Aree naturali protette, così come definite dalla L 394/91 e dalla LR 86/1983, ed aree della Rete Natura 2000
- D. Vincolo idrogeologico ai sensi del RDL 3267/1923

Dalle analisi e approfondimenti effettuati per la verifica di interferenze tra le tipologie di vincoli e le aree di cantiere previste per le opere in progetto di Lotto 2 già oggetto DM 13/2022 ed il Progetto di variante Polaresco, si evidenzia l'interferenza delle suddette aree esclusivamente con i beni paesaggistici che rientrano al punto B) del precedente elenco, limitatamente alle aree tutelate per legge di cui all'art. 142 del DLgs 42/2004 e smi.

La tabella che segue mostra le interferenze tra i beni paesaggistici e le aree di cantiere.

Tabella 3-2 Rapporto tra Beni paesaggistici e aree di cantiere fisso

Cantiere	Bene paesaggistico	Condizioni di rapporto	
		Tipo	Note
1.AR.01	-	A	
1.AR.01 bis	-	A	
1.AR.02	Art. 142 co. lett. g	A	
1.AT.01	-	A	
1.AT.02	-	A	
1.AT.03	-	A	
1.AT.04	-	A	
1.AT.05	Art. 142 co. lett. g	B	Area di cantiere fisso introdotta a seguito della Variante Polaresco
1.AT.06	-	B	Area di cantiere fisso introdotta a seguito della Variante Polaresco
1.AT.07	-	A	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Cantiere	Bene paesaggistico	Condizioni di rapporto	
		Tipo	Note
1.AS.01	-	A	
1.AS.02	-	A	
1.AS.03	-	A	
1.AS.04	-	A	
1.AS.05	-	A	
1.AS.06	-	A	
1.AS.07	-	A	
1.AS.08	-	A	
1.AS.09	-	A	
1.AS.10	-	A	
1.AS.11	-	A	
1.AS.12	-	A	
1.CO.01	-	A	
1.CO.02	-	B	Condizione invariata rispetto al PD DM13/2022
1.CO.03	-	A	
1.CO.05	-	A	
1.CB.01	-	A	
1.DT.01	-	B	Condizione invariata rispetto al PD DM13/2022
Legenda Condizioni di rapporto			
A	Condizione relativa al Progetto già oggetto DM 13/2022		
B	Condizione relativa al Progetto già oggetto DM 13/2022 ed al Progetto di variante Polaresco		

Come si evince dalla tabella precedente, solo le aree di cantiere 1.AT.05, 1.AT.06, 1.CO.02 e 1.DT.01 sono state riconfigurate o inserite in seguito alla Variante Polaresco. Di queste, fatto salvo la nuova area tecnica 1.AT.05 introdotta a seguito della variante inserita in un ambito connotato da aree ex art. 142 co. 1 lett. g), le restanti non interessano alcun bene paesaggistico.

Per ulteriori approfondimenti e dettagli riguardo lo stato di pianificazione territoriale e locale si rimanda al documento “NB1R02Y22RGSA0001001A Studio di impatto ambientale – Relazione Generale”.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

4 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

4.1 Inquadramento demografico

Secondo i dati dell'Istat¹, riferiti all'anno 2018, la popolazione residente in Lombardia è di circa 10 milioni, dei quali circa 4,9 mln sono uomini e 5,1 mln donne.

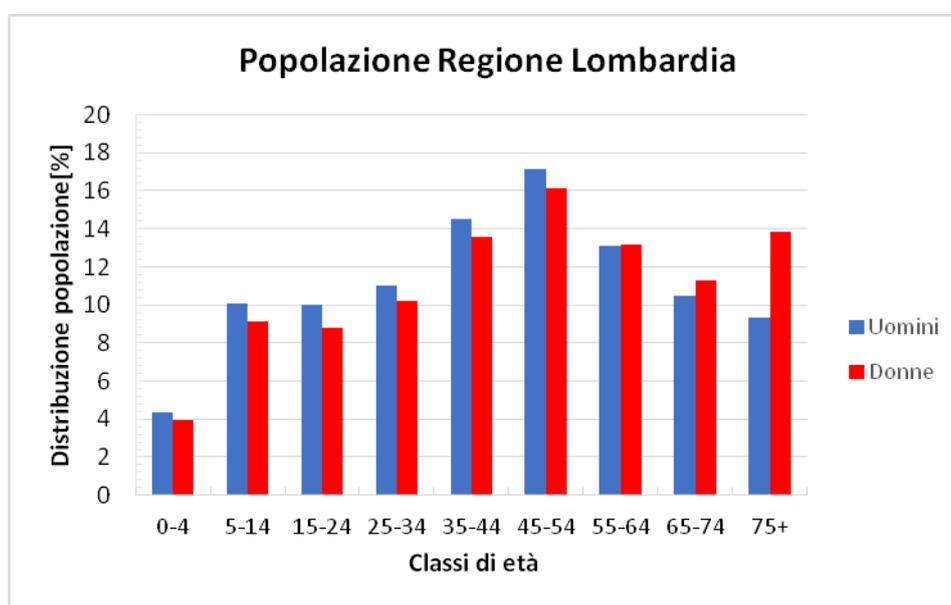


Figura 4-1 Composizione della popolazione residente in Lombardia distinta per tipologia e fascia d'età (elaborazione HFA 2019 - anno 2018)

A livello provinciale, la popolazione residente nella provincia di Bergamo, all'annata 2018, ammonta a circa 1.112.813 individui, ripartiti in 551.911 uomini e 560.902 donne.

¹ Sistema informativo territoriale su sanità e salute – Health for All (HFA) Italia - aggiornato a dicembre 2019

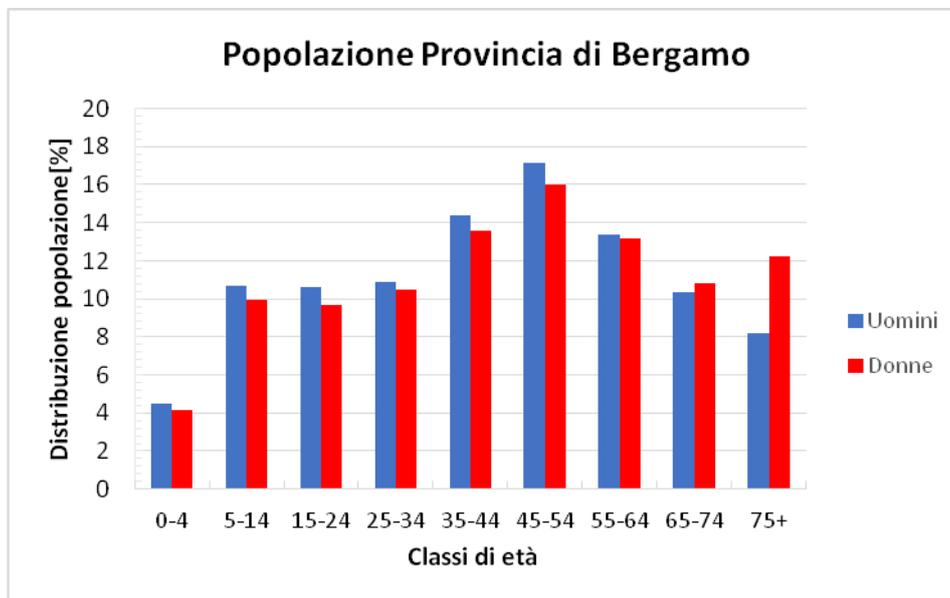


Figura 4-2 Composizione della popolazione residente nella Provincia di Bergamo distinta per tipologia e fascia d'età (elaborazione HFA 2019 - anno 2018)

4.2 Inquadramento epidemiologico sanitario

Per ottenere un corretto quadro dello stato di salute della popolazione dell'area di studio sono stati analizzati gli ultimi dati disponibili forniti da Istat sulla mortalità nell'anno 2016 e sulla morbosità nell'anno 2018, in funzione alle seguenti patologie indagate:

- tumori;
- patologie del sistema cardiovascolare;
- patologie del sistema respiratorio;
- patologie del sistema nervoso.

Dallo studio del contesto epidemiologico effettuato sui dati messi a disposizione dall'Istat, è stato possibile confrontare lo stato di salute relativo alla provincia di Bergamo, con i valori dell'ambito regionale lombardo e nazionale. Ne è emerso che le cause di decesso maggiormente incidenti nella provincia risultano essere le malattie del sistema circolatorio ed i tumori maligni.

Per quanto riguarda le cause di ospedalizzazione quelle che influiscono maggiormente sono le malattie del sistema circolatorio seguite dai tumori maligni e dalle malattie dell'apparato respiratorio.

Da tali confronti è possibile affermare che allo stato attuale tra la provincia di Bergamo e l'ambito regionale e nazionale non esistono sostanziali differenze tra i valori di mortalità e di ricoveri relativi

**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCOProgetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	27 di 251

alle patologie eventualmente collegate alle attività pertinenti con l'opera oggetto di studio. È pertanto possibile escludere fenomeni specifici rispetto all'infrastruttura in esame.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 28 di 251

5 RISORSE NATURALI

5.1 SUOLO

5.1.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

5.1.1.1 Inquadramento geologico

La linea ferroviaria in progetto si sviluppa nel settore centrale della regione Lombardia, tra la parte occidentale del comune di Bergamo ed il comune di Ponte San Pietro (BG), e nel comune di Albano Sant’Alessandro. Il territorio dell’area oggetto di studio è suddivisibile in due settori distinti dal punto di vista geologico e geomorfologico:

- la zona dei colli appartiene alla porzione più meridionale delle Prealpi Lombarde che è formata da rocce di età cretacea, fagliate e piegate;
- la fascia pedecollinare e la pianura sono costituite da ampie falde di depositi quaternari originati dallo smantellamento sin-orogenetico e post-orogenetico delle rocce del substrato roccioso.

Generalmente è possibile affermare che entrambe le aree di progetto (Ponte San Pietro-Bergamo e Albano Sant’Alessandro) si trovano a ridosso della fascia pedecollinare, nella zona più settentrionale di quella di pianura. Dal punto di vista dell’assetto geologico strutturale, il territorio oggetto di studio è situato nella provincia tettonica delle Alpi e Prealpi Orobiche, a loro volta comprese nelle Alpi Meridionali. Le Alpi Meridionali sono caratterizzate da uno stile tettonico a pieghe e sovrascorrimenti, differente da quello dell’edificio alpino vero e proprio in quanto sono interessate unità appartenenti allo stesso dominio paleogeografico e non sono caratterizzate da significativi episodi di metamorfismo. L’attuale assetto geologico delle Alpi e delle Prealpi è il risultato di un processo orogenetico molto articolato. Più in dettaglio le Alpi e Prealpi Orobiche sono suddivise in cinque settori, estesi in senso est-ovest, con differenti caratteristiche strutturali, di seguito elencate:

- il Basamento orobico: situato lungo il fianco idrografico destro della Valtellina. È caratterizzato da deformazioni del basamento cristallino con un sovrascorrimento sudvergente sopra la serie sedimentaria permo-triassica.
- l’Anticlinale Orobica: ubicata nel settore settentrionale della provincia di Bergamo. Presenta un sistema di pieghe e sovrascorrimenti che interessa la copertura sedimentaria permo-triassica.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 29 di 251

- la Scaglia Valtorta-Valcanale: si trova in una stretta fascia a sud della linea Valtorta-Valcanale. I litotipi triassici che la costituiscono sono sovrascorsi, raddrizzati e tettonizzati.
- il Parautoctono e le unità alloctone: è ubicato nel settore centrale delle Prealpi Orobiche e ne costituisce l'unità strutturale fondamentale; è caratterizzato da uno stile strutturale a faglie e sovrascorrimenti che localmente provocano una duplicatura o triplicatura della sequenza carbonatica triassica.
- il settore a pieghe-faglie (Flessura Pedemontana): ubicato nel settore meridionale delle Prealpi Orobiche fino al margine della pianura. È caratterizzato da uno stile a pieghe e a pieghe-faglie, con disposizione dei piani assiali prevalente est-ovest. In questa parte delle Prealpi Orobiche la Flessura Pedemontana è ben rappresentata dall'anticlinale dell'Albenza e da diverse pieghe minori associate, dritte o rovesciate, ed è costituita da una cintura di pieghe en echelon SSO vergenti e faglie con immersione regionale N/110-120. Verso ovest, l'unità è interrotta lateralmente dalla faglia Roncola-Catremerio, situata pochi chilometri a sud di Costa Valle Imagna.

I rilievi della città di Bergamo appartengono, dal punto di vista strutturale, alla zona a pieghe e a faglie delle Prealpi. Il comune di Curno invece, appartiene interamente all'area della pianura padana e la loro geologia è caratterizzata principalmente dai depositi fluviali e fluvioglaciali, articolati secondo l'aspetto tipico dei terrazzi fluviali. Da un punto di vista stratigrafico, le unità litostratigrafiche che costituiscono il substrato roccioso appartengono al periodo Cretaceo medio-superiore. Sono unità di facies torbidityca generate dall'azione di correnti sottomarine ad elevata velocità e ad alta densità, in grado di rimuovere ingenti quantità di sedimenti di acque basse e litoranee e di ridepositarli in zone più profonde. L'affioramento del substrato è generalmente concentrato nel settore nord-occidentale, oppure non riconoscibile a causa dell'estesa copertura detritica quaternaria rappresentata anche dalle unità di bacino del fiume Brembo. La coltre detritica è costituita da materiale incoerente distinto sulla base dell'età relativa nonché dei meccanismi di deposizione ed è formata prevalentemente da terreni di origine fluvioglaciale. I terreni presenti sono costituiti da:

- Da p.k. 0+000 a p.k. 4+620: Gruppo della Morla, in particolare materiali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi in matrice limosa con la presenza di importanti spessori di materiale fine (limo e argilla) più o meno estesi e presenza di livelli conglomeratici continui a partire da 19 metri dal piano campagna. Alla progressiva 3+620 uno dei sondaggi ha individuato la presenza di arenarie appartenenti al Flysch di Bergamo.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- Da p.k. 4+620 a p.k. 6+200: Sintema di Brembate, in particolare materiali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi in matrice limosa con livelli di materiale fine più rari. Materiale marnoso e arenaceo afferente al Flysch di Bergamo è stato rinvenuto presso le progressive 5+200 e 6+100 rispettivamente a 25 e 14 metri da p.c.
- Da p.k. 6+200 a p.k. 6+520: Unità di Ponte San Pietro, materiali ghiaioso-sabbiosi, sovrastanti materiali del Gruppo della Morla e probabilmente, più in profondità, conglomerati appartenenti al Ceppo del Brembo.
- Da p.k. 6+520 a p.k. 7+400: Supersintema di Lenna, materiali sabbioso-ghiaiosi sovrastanti conglomerati del Ceppo del Brembo a partire da 10 metri da p.c., talvolta incisi e coperti da depositi ghiaiosi del Sintema del Po, in corrispondenza degli alvei del Torrente Quisa e del Fiume Brembo, e coperti, a fine tratta, da ghiaie dell'Unità di Bonate.

5.1.1.2 Inquadramento geomorfologico

Le aree di studio ricadono in un territorio pressoché pianeggiante, facente parte del bacino della Pianura Padana, a ridosso dei sistemi di pieghe e faglie che vanno a formare la fascia collinare al bordo delle Prealpi orobiche.

L'ampio bacino della Pianura Padana presenta caratteristiche climatiche, geologiche, paesaggistiche e antropiche assai peculiari e varie, nonostante la sua apparente omogeneità.

La Pianura Padana è un ampio bacino sedimentario colmato da ingenti spessori di sedimenti sciolti di età quaternaria ed origine prevalentemente alluvionale. L'approfondimento del bacino avvenne in epoca pre-quaternaria, già dal Miocene medio, ed il sollevamento della catena appenninica portò alla formazione di un vasto golfo marino che iniziò a colmarsi di sedimenti. L'evoluzione plio-quaternaria della pianura si può dividere in tre fasi:

- 1) Sedimentazione di depositi continentali, deltizi e di piana costiera (Pliocene sup. - Pleistocene inf.; prima di 700.000 anni fa).
- 2) Sedimentazione di depositi governati dall'alternarsi delle fasi glaciali ed interglaciali pleistocenici (da circa 700.000 a 10.000 anni fa).
- 3) Cicli di sedimentazione ed erosione di età olocenica (post-glaciale), cui si accompagna l'impatto antropico (da circa 10.000 anni fa ad oggi).

Dal punto di vista morfologico e morfo-stratigrafico, si possono distinguere alcuni grandi sistemi fisiografici principali. Procedendo da nord si incontra, presso il margine alpino ed allo sbocco delle principali vallate prealpine, il sistema di depositi glaciali che costituiscono gli apparati morenici del

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

limite alpino. Questo sistema è composto da una grande varietà di sedimenti di origine glaciale, proglaciale ed eolica, depositi durante le fasi di maggiore recrudescenza climatica del Pleistocene, quando i ghiacciai alpini si spingevano sino al margine della pianura trasportando e depositando materiali erosi nelle Alpi. Vi si trovano morfologie relitte e inattive, che testimoniano condizioni morfodinamiche, climatiche ed ambientali non in equilibrio con il sistema attuale. Depositi e forme sono databili al Pleistocene; le morfologie meglio conservate sono quelle relative all'ultima espansione glaciale – comunemente definito in letteratura come Würm – che raggiunse il suo massimo all'incirca 18.000 anni fa. Su questi depositi si sono sviluppati, dal momento del ritiro dei ghiacciai fino ad oggi, suoli derivanti dall'azione dei processi di alterazione pedogenetica; si tratta nella maggior parte dei casi di suoli profondi e discretamente alterati dall'evoluzione continuativa almeno degli ultimi 15.000 anni circa. La porzione centrale della Pianura Padana è occupata dal sistema dei depositi alluvionali. Nel settore di pianura a nord del Po si riconosce una certa omogeneità nella sequenza evolutiva. In corrispondenza del margine prealpino si individua un sistema di conoidi che va a raccordarsi con i complessi morenici delle glaciazioni più recenti, e che, procedendo verso l'area centro-padana, forma un ampio terrazzo rilevato rispetto agli alvei dei principali corsi d'acqua di provenienza alpina, sebbene con alcune significative eccezioni (il fiume Serio).

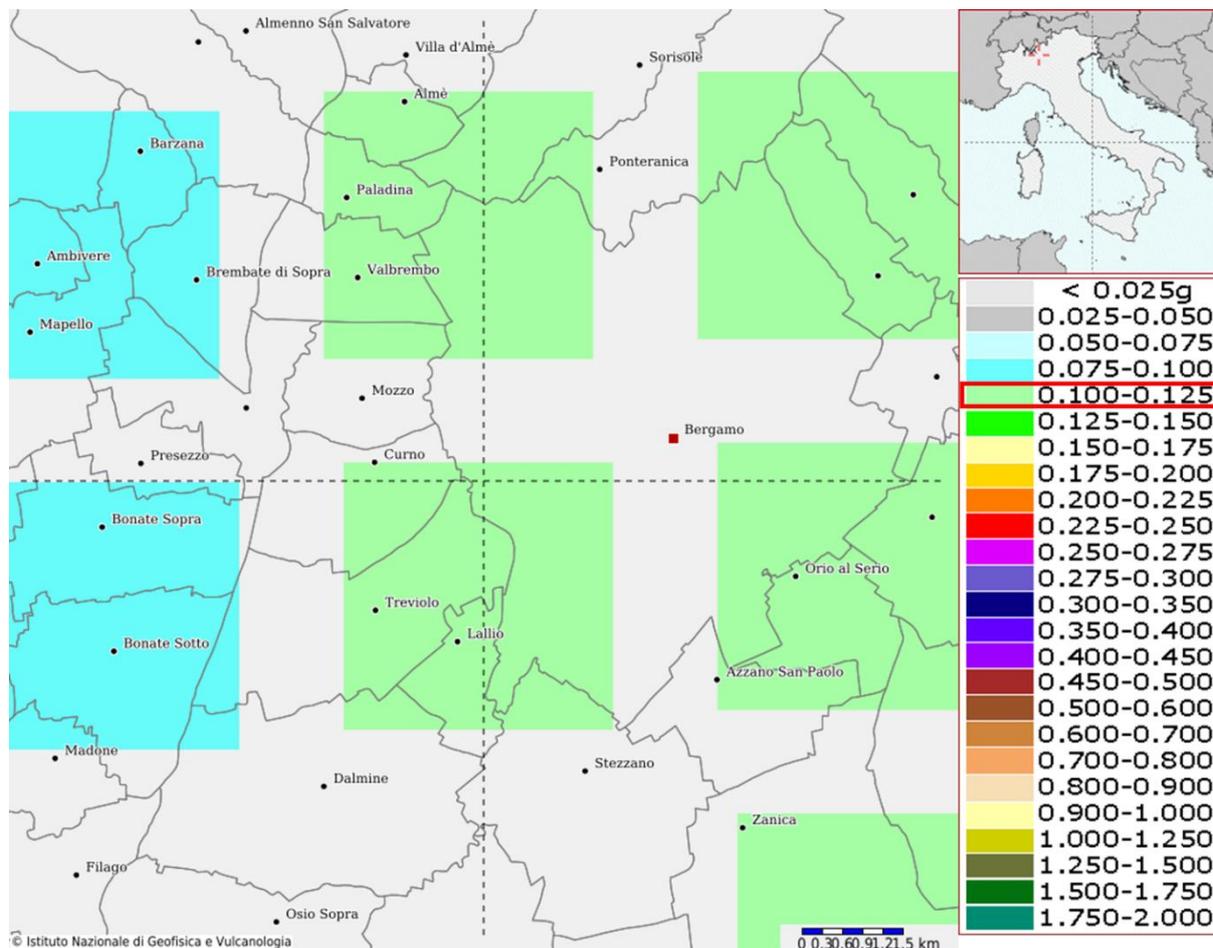
Questo terrazzo è tradizionalmente indicato dalla letteratura scientifica quale “Livello Fondamentale della Pianura”, la cui superficie, lievemente ondulata da una serie di dossi, è interrotta dalle incisioni dei principali tributari sinistri del Po che vanno a costituire un sistema di valli, il cui limite è sottolineato da scarpate erosive. In queste stesse valli è sovente possibile distinguere più terrazzi morfologici; vi affiorano depositi fluviali olocenici del cosiddetto "Alluvium attuale" ed "Alluvium medio": Si tratta di sedimenti sciolti, con tessitura da ghiaiosa a limosa, al cui tetto si trovano suoli poco evoluti. L'assetto fisiografico e stratigrafico della pianura alluvionale riflette i caratteri dell'evoluzione morfologica durante il Quaternario. Il modello evolutivo più recente ritiene, in linea generale, che il “livello fondamentale” rappresenti l'ultima grande fase di riempimento del bacino padano, i cui più recenti episodi di accrescimento si sarebbero attuati alla fine del Tardiglaciale. Successivamente, nell'Olocene iniziale un'intensa fase erosiva portò i corsi d'acqua di provenienza alpina ad incidere linearmente i depositi del livello fondamentale, approfondendosi rispetto ad esso e dando origine alle valli. In tal modo la superficie del livello fondamentale, isolata dai fenomeni fluviali che avevano luogo nelle valli, è venuta a trovarsi in una situazione di sostanziale stabilità geomorfologica, soggetta ai soli processi pedogenetici e, a meno di alcune eccezioni, senza significativi fenomeni di sedimentazione.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Questa morfologia di tipo pianeggiante caratterizza tutta l'area di studio.

5.1.1.3 Sismicità dell'area

Nel seguito, si fornisce un inquadramento dal punto di vista della sismicità locale a partire dall'individuazione delle sorgenti sismiche di interesse e degli effetti macrosismici registrati nel sito di progetto nel corso di terremoti storici. Successivamente, facendo diretto riferimento alle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (nel seguito NTC2018), verrà definita l'azione sismica in funzione delle probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento basato sulla vita nominale delle opere e della loro classe d'uso, nei diversi Stati Limite considerati. Con riferimento sempre alle indicazioni normative, la definizione dell'accelerazione di progetto si baserà sulla effettiva localizzazione delle opere.

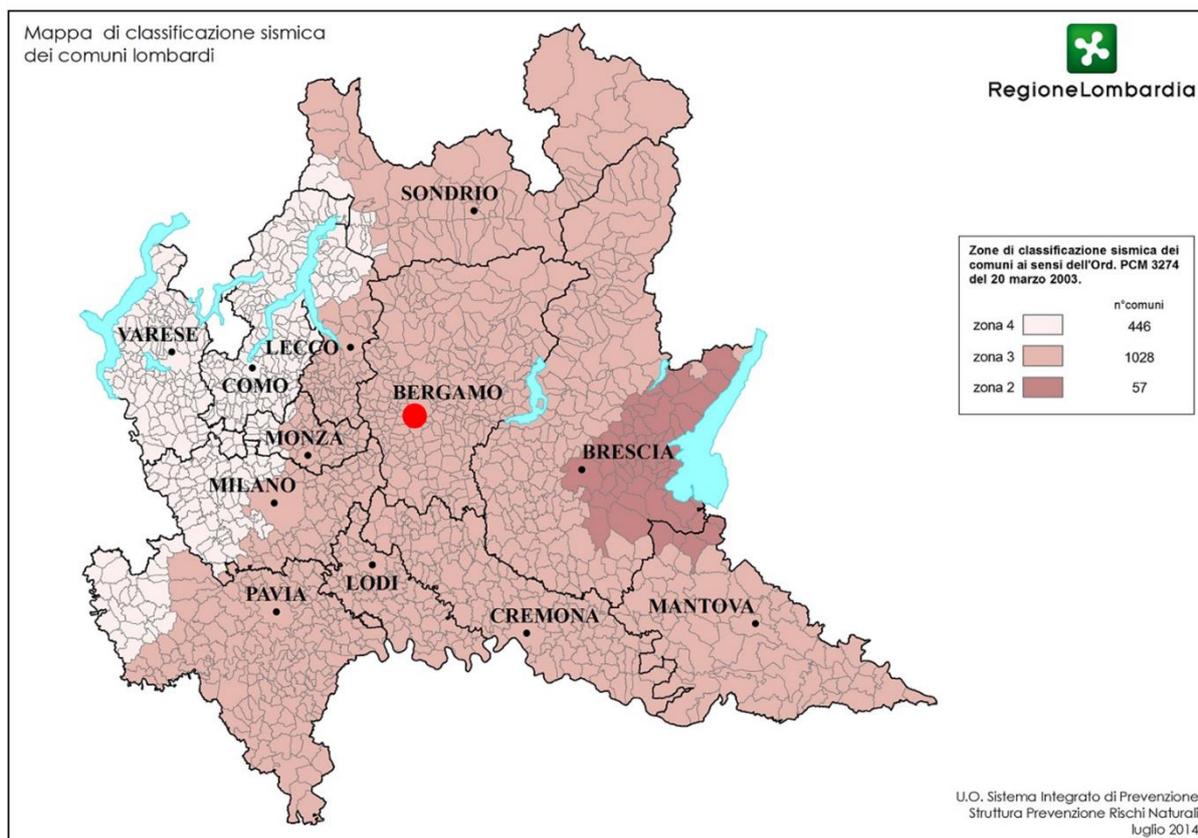


	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Figura 5-1 Valori di pericolosità sismica in termini di accelerazione di riferimento su suolo rigido (g) nell'intorno dell'area di progetto, da elaborazioni DPC-INGV S1 (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

Ai sensi delle NTC2018, l'azione sismica deve essere innanzitutto determinata in condizioni di campo libero, su sito di riferimento rigido (Categoria A) e superficie topografica orizzontale (Categoria T1); si fa qui riferimento alle tabelle in allegato alla edizione 2008 delle NTC, le quali elencano i valori di accelerazione massima al suolo, oltre ai parametri spettrali, in corrispondenza dei punti di una griglia di apertura 5x5 km a coprire il territorio nazionale.

Con l'entrata in vigore, il 23 ottobre 2005, dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", viene effettuata una suddivisione del territorio nazionale su base sismica. Per la Regione Lombardia la nuova zonizzazione sismica approvata con la DGR n. X/5001 del 30/03/2016 e le disposizioni previste dalla LR n. 33/2015 del 12/10/2015 sono divenute efficaci dal 10/04/2016.



	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 34 di 251

Figura 5-2 Mappa della classificazione sismica regionale. L'area di progetto è indentificata in rosso.

I risultati della campagna di indagini geofisiche (che ha compreso l'esecuzione di prove MASW in numero di 16 lungo il tracciato e 2 prove Down-Hole) hanno evidenziato che il sito di progetto è classificabile in categoria di suolo B. Per quanto riguarda il potenziale di liquefazione dei terreni, nessuno dei motivi di esclusione risulta verificato a priori, per cui dovrà essere effettuata una verifica del fenomeno di liquefazione, oggetto della relazione geotecnica. Tenuto conto della Classe d'Uso II (linea ferroviaria), la valutazione del potenziale di liquefazione è stata condotta per il periodo di ritorno dell'azione sismica pari a quello dello stato limite SLV, ossia 475 anni. I risultati di tale analisi mostrano come siano dominanti terremoti con valori di magnitudo compresi tra 4.0-5.5 ed epicentro a distanza 0-20 km. I valori medi di magnitudo e distanza da analisi di disaggregazione sono rispettivamente $M=4.74$ e $d=9.36$. Sulla base della sismicità storica, la magnitudo di riferimento da considerare risulta generalmente più elevata. Tenendo conto dei terremoti con maggiore risentimento nell'area di progetto è ragionevole assumere, una magnitudo di riferimento per la verifica a liquefazione pari a 5.8.

5.1.1.4 Siti contaminati e potenzialmente contaminati nei pressi delle aree di intervento

Siti di interesse nazionale

I Siti di Interesse Nazionale (SIN) sono riconosciuti dallo Stato in funzione delle caratteristiche del sito, delle caratteristiche degli inquinanti e della loro pericolosità, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali. I Siti di Interesse Nazionale in Italia sono 59 e sono stati istituiti a partire dal 1998 con la legge 9 dicembre 1998, n. 426, che prevedeva l'adozione del Programma Nazionale di bonifica e identificava un primo elenco di interventi di bonifica di interesse nazionale. Dal 1998, con Decreto ministeriale 18 settembre 2001, n. 468, "Regolamento recante: Programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale", è stato adottato un ulteriore programma di finanziamento e l'istituzione di nuovi SIN, tra cui quelli di Bovisa/Gasometri di Milano e Cascina Gazzera di Cerro al Lambro in provincia di Milano. La legge 31 luglio 2002, n. 179, "Disposizioni in materia ambientale", aggiunge nove siti da bonificare di interesse nazionale, riconoscendo in regione Lombardia i siti di Mantova, Brescia e Broni (Pavia). Le perimetrazioni dei SIN sono definite ed approvate con decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del Mare e seguono

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

un iter di concertazione tra gli enti locali e la regione. In Regione Lombardia sono stati riconosciuti i seguenti Siti di Interesse Nazionale:

- SIN di Broni (31),
- SIN di Brescia Caffaro (30),
- SIN Sesto San Giovanni (14),
- SIN Pioltello e Rodano (15),
- SIN Laghi di Mantova e polo chimico (34).

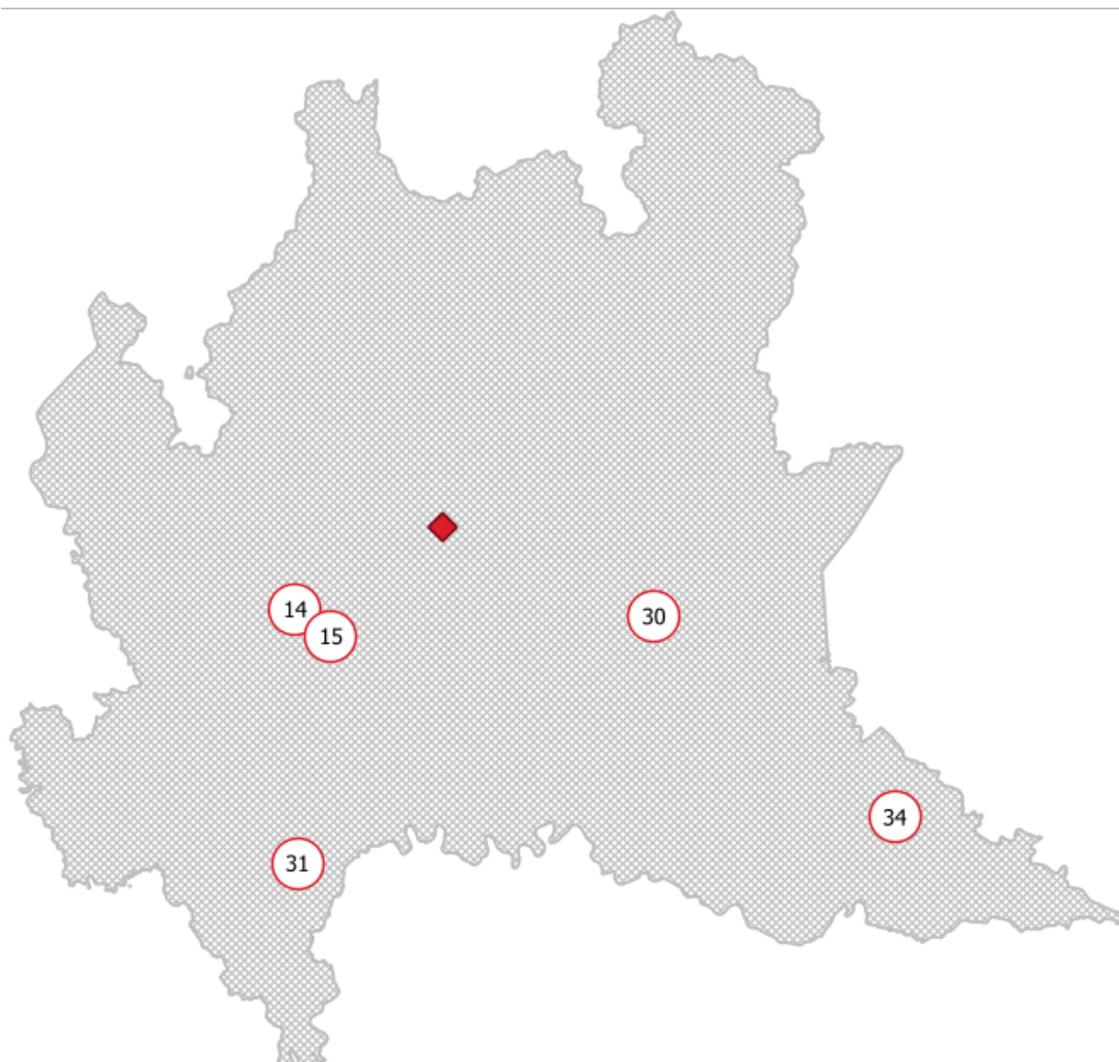


Figura 5-3 Siti di Interesse Nazionale presenti sul territorio della Regione Lombardia. L'area oggetto della variante è rappresentata dal rombo rosso

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Siti oggetto di procedura di bonifica

Al fine di offrire un quadro complessivo dello stato del contesto all'interno del quale è collocata la Variante Polaresco, l'analisi della presenza di siti contaminati e potenzialmente contaminati, nel seguito condotta, è stata ampliata sino a comprendere l'intero Lotto 02 che, si ricorda, è stato già precedentemente sottoposto a procedura VIA, conclusasi con DM 13/2022.

In tal senso, le informazioni nel seguito riportate con riferimento all'intero Lotto 02 sono da considerarsi come mero aggiornamento del quadro conoscitivo documentato e valutato nel precedente procedimento VIA, e, con ciò, rilevano solo ai fini del tratto Variante Polaresco.

L'analisi in questione è stata condotta sulla base della consultazione della banca dati dei siti contaminati AGISCO (Anagrafe e Gestione integrata dei Siti contaminati, Regione Lombardia/ARPA Lombardia) aggiornata al 2021.

Dall'analisi effettuata emerge che nell'area limitrofa al Lotto 02 sono presenti siti contaminati ad una distanza inferiore a 1000 metri dall'infrastruttura (Figura 5-4).

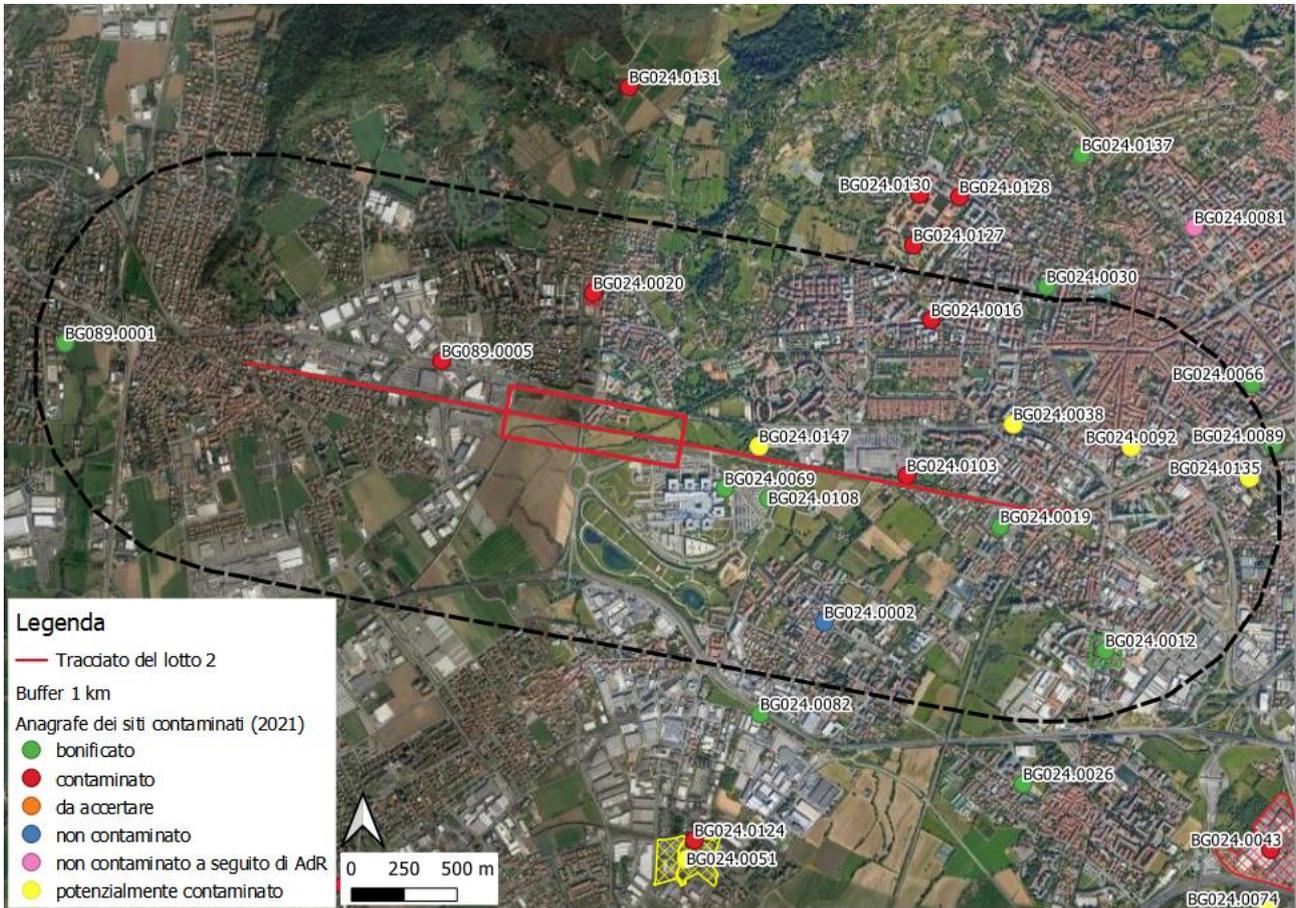


Figura 5-4 Siti Ubicazione dei siti bonificati e contaminati rispetto al tracciato del Lotto 2. L'area oggetto della variante è rappresentata dal rettangolo rosso (fonte: AGISCO - Anagrafe e Gestione integrata dei Siti contaminati, Regione Lombardia/ARPA Lombardia).

In relazione alla vicinanza al sito BG024.0103 si evidenzia che il sito dista dalle lavorazioni di progetto ca. 10m senza alcun genere di interferenza con il perimetro ed i catastali del sito censito in anagrafe regionale. A maggior riprova dell'assenza di interferenza si evidenzia che le opere sono poste in immediato affiancamento al rilevato ferroviario esistente e separate dal distributore di carburante (sede del sito censito) da una viabilità pubblica. Gli stessi serbatoi del distributore si trovano a considerevole distanza dalle aree di lavoro.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

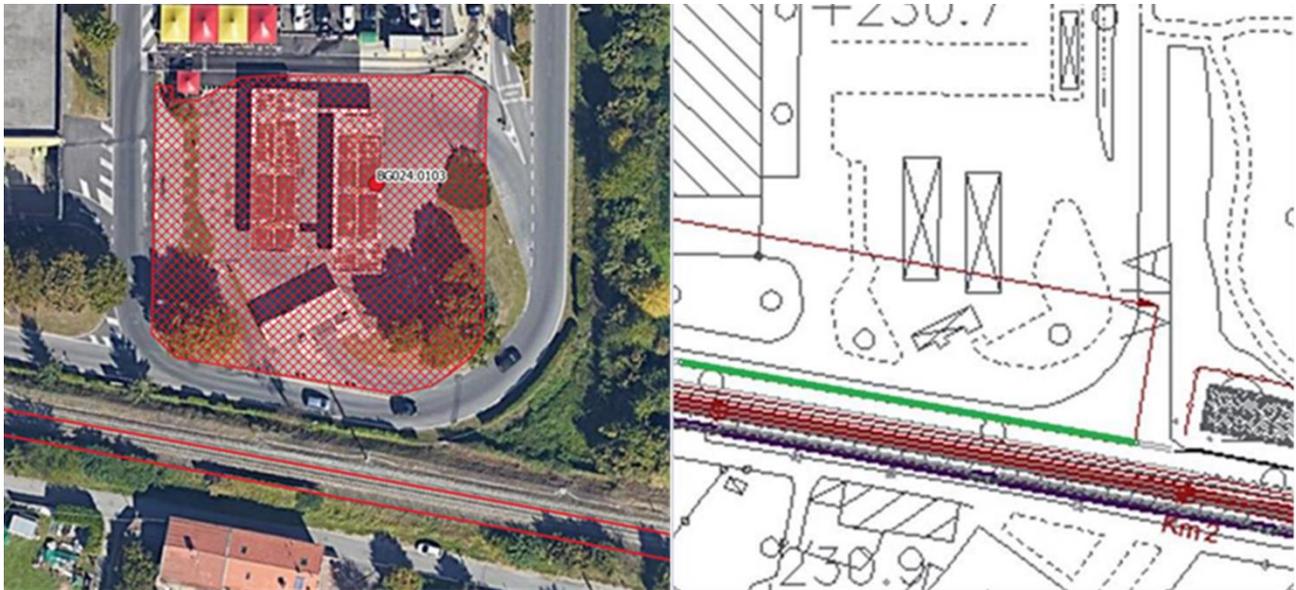


Figura 5-5 Dettaglio del perimetro del sito contaminato BG024.0103 rispetto al tracciato del Lotto 2 e delle relative lavorazioni

Per quanto riguarda nello specifico il tratto oggetto della variante, nella tabella seguente si riportano le specifiche dei siti ad esso più prossimi.

Tabella 5-1 Siti presenti in anagrafe ubicati in prossimità dell'area oggetto della variante

Codice SIT	Tipologia	Indirizzo	Comune	Stato ITER	Distanza [m]
BG024.0020	aree industriali dismesse	via F.lli Rota 14	Bergamo	Bonifica conclusa in attesa di certificazione	633
BG024.0069	altri siti non meglio specificati	via Martin Luther King 1	Bergamo	Bonifica certificata	735
BG024.0108	altri siti non meglio specificati	piazza Organizzazione Mondiale Sanità 1	Bergamo	Bonifica conclusa con procedura semplificata ex art.242 bis	944
BG024.0147	smaltimenti non autorizzati abbandono rifiuti	via briantea	Bergamo	Caratterizzazione in corso	841
BG089.0005	impianti di stoccaggio o adduzione carburanti	S.S. 342 Briantea Km 4.885/Via Bergamo, 36	Curno	AdR da approvare	733

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

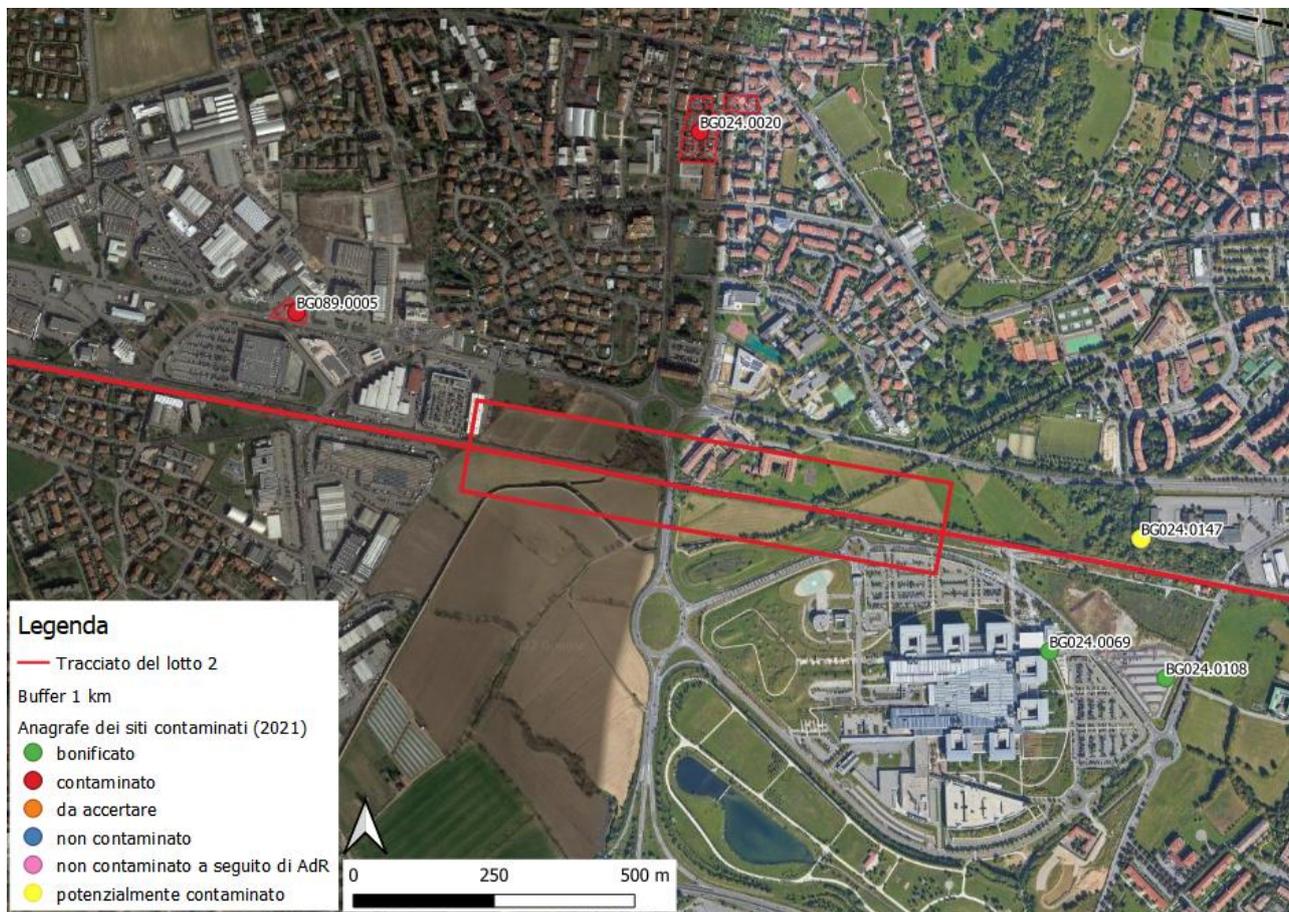


Figura 5-6 Dettaglio dell'area oggetto della variante

Come si evince, tutti i siti si collocano a distanze superiori ai 600 metri dall'area oggetto di variante; pertanto, non si prevedono interferenze tra le lavorazioni previste ed i suddetti siti.

5.1.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

5.1.2.1 Perdita di suolo

Se dal punto di vista ambientale il terreno pedogenizzato (suolo) rappresenta una risorsa indispensabile per lo sviluppo della vegetazione, da quello geotecnico tale tipologia di terreno costituisce un elemento disomogeneo, con presenza di elementi vegetali, spesso alterato e argillificato, soggetto a cedimenti. Tali caratteristiche sono ovviamente incompatibili con una corretta interazione terreno - struttura.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Entrando nel merito del caso in specie, si evidenzia che, come riportato nella “Relazione di cantierizzazione” (NB1R00Y53RGCA0000001A), il terreno vegetale asportato sarà stoccato in siti idonei, ovvero le aree di stoccaggio, a ciò destinati e conservato secondo modalità agronomiche specifiche, ai fini del suo successivo utilizzo.

L’aver previsto delle specifiche aree atte allo stoccaggio del terreno vegetale asportato si configura come scelta progettuale atta a prevenire l’effetto in esame la cui significatività può essere considerata, pertanto, trascurabile.

5.1.2.2 Consumo di risorse non rinnovabili

L’effetto in esame è determinato dal consumo di terre ed inerti necessari al soddisfacimento dei fabbisogni costruttivi dettati dalla realizzazione di rinterri, rilevati ed opere in calcestruzzo.

In linea teorica, la significatività di detto effetto discende, in primo luogo, dalle caratteristiche fisiche dell’opera in progetto e dai conseguenti volumi di materie prime, necessari alla sua realizzazione, nonché dalle modalità poste in essere ai fini del soddisfacimento di tali fabbisogni. Un ulteriore elemento che, sempre sotto il profilo teorico, concorre alla determinazione della stima dell’effetto è inoltre rappresentato dall’offerta di dette risorse, per come definita dagli strumenti di pianificazione del settore e/o dalle fonti conoscitive istituzionali, e dal conseguente raffronto con gli approvvigionamenti previsti.

Come riportato nel documento di “Piano di utilizzo dei materiali di scavo” (NB1R02D69RGTA0000003B), parte di detto fabbisogno sarà coperto mediante il riutilizzo in qualità di sottoprodotti del materiale da scavo prodotto.

Per quanto concerne i quantitativi di materiale, nella tabella seguente si riporta una sintesi delle modalità di gestione dei materiali di risulta dei prodotti nel corso delle lavorazioni in progetto, in funzione di quelli che sono i fabbisogni degli interventi in progetto relativi al lotto 02.

Tabella 5-2 Riepilogo bilancio complessivo dei materiali di scavo

<i>Produzione complessiva</i>	<i>Fabbisogno</i>	<i>Approvvigionamento</i>		<i>Utilizzo esterno</i>	<i>Esuberi</i>
		<i>Interno</i>	<i>Esterno</i>		
120.297	113.379	28.502	84.877	85.268	19.955

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

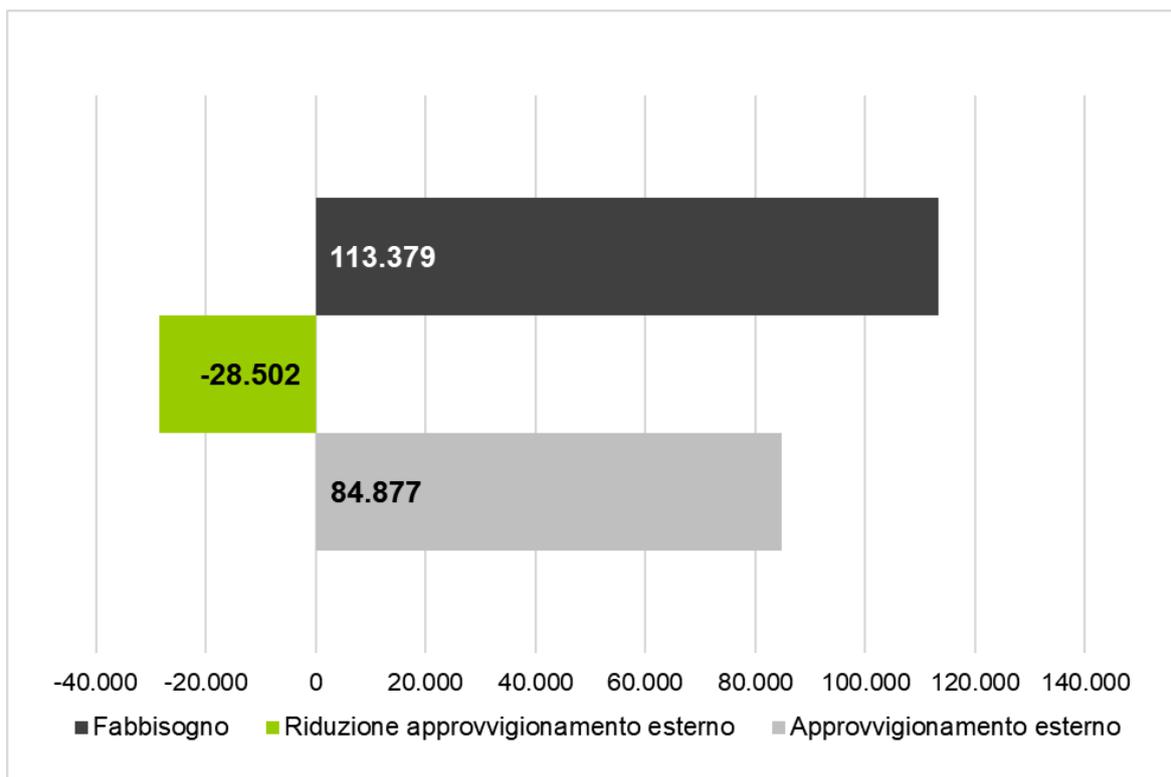
Con riferimento alla tabella precedente, i materiali provenienti dagli scavi (ca. 120.297 mc in banco) saranno gestiti, in parte, come sottoprodotti (ca. 113.770 mc in banco) e conferiti ai siti di deposito temporaneo ed ai siti di utilizzo finale ai sensi del D.P.R. 120/2017, ed in particolare sarà previsto:

- il riutilizzo interno all'opera nell'ambito del D.P.R. 120/2017 pari a circa 28.502 mc;
- il riutilizzo esterno all'opera per attività di rimodellamento morfologico/recupero di siti esterni nell'ambito del D.P.R. 120/2017 pari a circa 85.268 mc;

In termini percentuali, la riduzione degli approvvigionamenti esterni e, con essa, quella del consumo di risorse non rinnovabili risulta complessivamente di circa il 25%.

Tabella 5-3 Riduzione del fabbisogno materiali terrigeni

Fabbisogno (mc)	Approvvigionamenti (mc)	Riduzione % Approvvigionamenti esterni
113.379	84.877	25%



	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 42 di 251

Figura 5-7 Riduzione dell'approvvigionamento esterno dei materiali

Per quanto riguarda la variante di Cascina Polaresco, con riferimento alle sole wbs interessate da quest'ultima, si osserva che i fabbisogni totali passano da 12.506 m³ del PD a 20.006 m³ del PD di variante con un aumento netto di 7.500 m³ che incide sul fabbisogno totale del progetto per circa il 6,5%. Inoltre, parte del fabbisogno relativo alle wbs di variante sarà coperto tramite riutilizzo interno da diversa wbs ed in particolare saranno riutilizzati complessivamente 1.398 m³ di materiale terrigeno proveniente da altre wbs con una riduzione del fabbisogno di circa il 7%.

Si può concludere che l'incidenza della Variante Polaresco rispetto a quanto a tal riguardo emerso e valutato con riferimento al progetto di raddoppio della linea ferroviaria Curno – Bergamo (Lotto 02) non sia significativo.

5.1.2.3 Modifica dell'assetto geomorfologico

I territori attraversati dal tracciato oggetto di studio, come già ampiamente descritto, appartengono all'area di pianura della provincia e del comune di Bergamo, ove gli elementi fonte di possibile criticità geomorfologiche risultano estremamente ridotti sia in numero che in entità. Essendo però a ridosso della catena dei colli e generalmente della fascia prealpina alcune zone possono mostrare alcune criticità sotto questo aspetto. Al fine di identificare possibili aree pericolose dal punto di vista geomorfologico e conseguenti aree classificate a rischio è stata analizzata sia la cartografia dei PGT comunali, che integra tali elementi, sia la cartografia PAI redatta ed aggiornata al 2020 che integra tutti gli studi di fattibilità geologica prodotti dai singoli comuni della Regione Lombardia. L'elaborato geologico del Piano di Governo del Territorio del comune di Bergamo definisce come segue le aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti:

- Cr: aree soggette a crolli di massi; si tratta di pareti di limitate dimensioni che presentano, per la loro verticalità e la geometria del sistema di discontinuità che pervadono l'ammasso roccioso, la possibilità di distacco di blocchi;
- S11: aree a pericolosità potenziale legata alla possibilità di innesco di scivolamenti di coperture detritiche fini (argilla e limo) su pendii ad elevata acclività;
- S12: aree a pericolosità potenziale legata alla possibilità di innesco di scivolamenti di coperture detritiche a tessitura mista su pendii mediamente acclivi. Lo spessore della copertura detritica è minore rispetto a S11;

**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

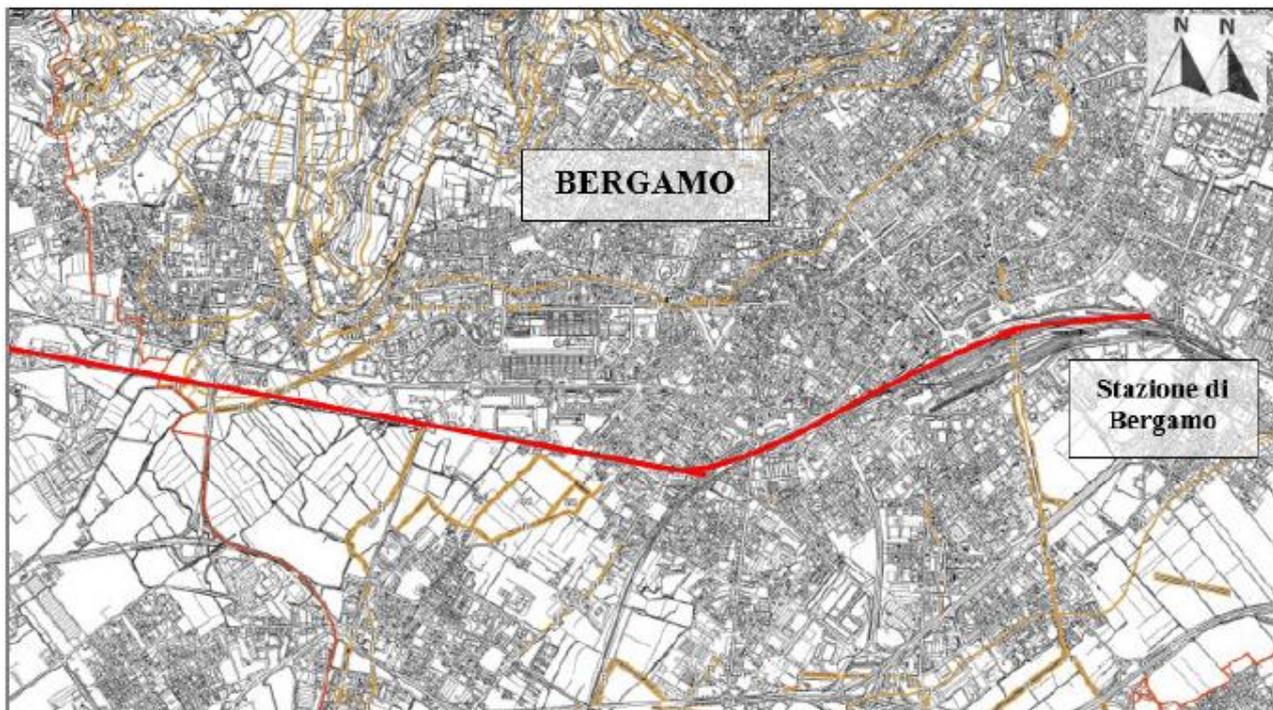
LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCOProgetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	43 di 251

- SI3: aree a pericolosità potenziale legata alla possibilità di innesco di scivolamenti di coperture detritiche a tessitura mista su pendii a bassa acclività;
- Tor: aree di pertinenza torrentizia le cui dinamiche sono governate dallo scorrimento di acque all'interno di solchi di ruscellamento concentrato. Le criticità sono causate dall'erosione accelerata delle sponde e possibilità di innesco di scivolamenti superficiali dei depositi sia coesivi che incoerenti. Sono comprese le fasce perimetrali le incisioni torrentizie lungo i versanti collinari. Appartengono a questa classe anche le aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza di conoidi pedemontane al raccordo versante pianura.

Analizzando dunque la cartografia tematica redatta dal PGT comunale di Bergamo e la cartografia PAI (stralcio cartografico riportato nelle figure sottostanti) è possibile affermare che la tratta in progetto, sviluppandosi interamente su territorio pianeggiante e lontano da aree di versante, non risulti interessata da tale tipologia di fenomeno.



ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO TRASPORTO DI MASSA SUI CONOIDI



Em - Area a pericolosità media o moderata.



Cn - Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta.

Figura 5-8 Stralcio, non in scala, della Carta di Sintesi (2011), e relativa legenda, allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Bergamo. Scala 1: 10.000. In rosso è riportato il tracciato oggetto di studio.



Figura 5-9 Stralcio della cartografia PAI dei dissesti dell'area di Bergamo (2020). In rosso è riportata la linea oggetto di raddoppio

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Un'altra area che può essere interessata da elementi geomorfologici potenzialmente fonti di criticità è quella del comune di Ponte San Pietro dove gli elementi principali risultano essere i terrazzi fluvioglaciali del Fiume Brembo. Ciò detto, analizzando la cartografia del dissesto con legenda uniformata PAI prodotta per il PGT di Ponte San Pietro, si nota come essa non individui fenomeni potenzialmente fonte di criticità geomorfologica. Per un maggior approfondimento si rimanda all'elaborato specialistico "Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica" e relativi allegati.

Alla luce di tali considerazioni l'effetto in esame può ritenersi assente

5.1.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Gli impatti sul presente fattore ambientale non costituiscono impatti "certi" e di dimensione valutabile in maniera precisa a priori, ma sono legati a situazioni accidentali, e non sono definibili impatti diretti e sistematici, costituendo dunque piuttosto impatti potenziali.

Per tale motivo non sono previsti interventi di mitigazione propriamente detti su tale componente ambientale.

Una riduzione del rischio di impatti significativi sulla componente in fase di costruzione dell'opera può essere ottenuta applicando adeguate procedure operative nelle attività di cantiere, relative alla gestione e lo stoccaggio delle sostanze inquinanti ed alla prevenzione dallo sversamento di oli ed idrocarburi. Tali procedure operative sono state dettagliate al paragrafo 5.2.3.

5.2 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

5.2.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

5.2.1.1 Inquadramento normativo

Regione Lombardia

d.g.r. n. 6990 del 31 luglio 2017: "Approvazione PTUA 2016".

5.2.1.2 Reticolo idrografico

Dal punto di vista idrografico le aree di studio intersecano o vengono lambite da dei corsi d'acqua, minori e non, appartenenti al bacino del Brembo e del Serio. Il reticolo idrografico naturale dell'area di Bergamo comprendente le aree di studio è formato, oltre che dal fiume Brembo e dal Torrente Morla, oltre che da una rete di canali e rogge piuttosto fitta. La rete idraulica della regione,

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

reperibile sul sito della Regione Lombardia e dei Consorzi di bonifica, viene riportata relativamente al raddoppio in oggetto in figura ed è suddivisa in reticolo idrico principale (RIP, in blu) di competenza di Regione Lombardia o AIPO, reticolo idrico minore (RIM, in verde più scuro) di competenza comunale, reticolo idrico consortile (RIB, in rosso e magenta) di competenza dei consorzi di bonifica e irrigazione.



Figura 5-10 Inquadramento dei principali corsi d'acqua nell'area di studio. Il rettangolo nero individua l'area oggetto della variante

Il principale corso d'acqua interferito è la Roggia Serio Inferiore, alla pk 3+335, superata con il viadotto VI05.

Lungo il tracciato di progetto sono anche presenti fossi e impluvi di portata effimera e stagionale per lo più superati con opere d'arte minori, per i quali è sempre garantita la continuità ed il miglioramento della funzionalità della idraulica anche in ragione della sicurezza dell'infrastruttura.

5.2.1.3 Inquadramento idrogeologico

La successione stratigrafica dei depositi presenti nel sottosuolo della provincia di Bergamo individua due unità idrogeologiche corrispondenti a due sistemi acquiferi principali: un sistema superficiale, con falda libera/semiconfinata, ed uno inferiore con falda confinata.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- 1) L'unità superiore è formata da ghiaie e sabbie passanti con la profondità a conglomerati ed arenarie, con intercalazioni di limi ed argille. Lo spessore medio è di 80-100 metri ed il limite inferiore è posizionato convenzionalmente in corrispondenza delle prime intercalazioni metriche di argille che abbiano continuità orizzontale.
- 2) L'unità inferiore è costituita da più livelli permeabili ghiaiosi ma soprattutto conglomeratici, porosi e fessurati, separati da setti argillosi; con la profondità si registra un progressivo aumento della componente argillosa: i livelli conglomeratici sono sede di falde confinate captate, a scopo idropotabile, nei comuni a sud di Bergamo.

L'unità idrogeologica superiore è formata da uno strato superficiale, di spessore compreso tra i 20 e i 30 metri, costituito da ghiaie e sabbie intercalate da livelli argillosi anche metrici; segue, fino al letto dell'unità, intorno agli 80-100 metri dal piano campagna, una successione di conglomerati e arenarie localmente fessurate, intercalate da livelli ghiaiosi compatti e/o livelli argilloso limosi.

Nonostante ci si trovi ad attraversare una zona tendenzialmente pianeggiante, con variazioni topografiche limitate, è presente una dorsale sommersa, rappresentante lo spartiacque, che condiziona il flusso sotterraneo delle acque. Questo carattere morfologico ha una sua corrispondenza diretta osservando l'andamento delle isopieze determinando un certo sollevamento della falda in corrispondenza dello spartiacque stesso. A contatto con il substrato roccioso sono presenti argille cineree o verdognole con spessore variabile. Sulle argille si sovrappone un eterogeneo spessore di depositi alluvionali costituito da ghiaie sciolte o cementate (conglomerato) intercalate da locali lenti sabbiose o limose, a tetto dei quali si possono riscontrare taluni livelli di argille di un certo spessore, di origine glacio-palustre.

Il livello di falda è stato definito principalmente sulla base delle letture piezometriche effettuate nel periodo compreso tra ottobre 2019 e gennaio 2020 e tutt'ora in corso nei sondaggi attrezzati con piezometri a tubo aperto e di tipo Casagrande, installati nell'ambito di campagne geognostiche svolte nel 2017 e nel 2019.

Per la stima del livello di falda lungo il tratto di linea in esame sono stati interpolati i valori massimi delle letture piezometriche disponibili. Da tali dati si evince che il livello di falda si attesta ad una profondità che varia da un massimo di 35 metri dal piano campagna ad un minimo di 5.

L'andamento della falda risulta piuttosto discontinuo e variabile in funzione dell'assetto stratigrafico.

In generale si riscontra la presenza di una falda continua a profondità via via decrescenti a partire dal quadrante orientale della città di Bergamo sino a Ponte San Pietro, dove essa si raccorda agli

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

elementi idrografici presenti, mentre nella porzione più occidentale del tracciato essa risulta individuabile solo localmente e a profondità elevate, probabilmente in connessione con la circolazione idrica nei conglomerati.

5.2.1.4 Stato qualitativo delle acque superficiali

La rete di monitoraggio dei corsi d'acqua nel bacino dell'Adda sublacuale è costituita da 65 punti di monitoraggio posti su altrettanti Corpi Idrici appartenenti a 45 corsi d'acqua. 21 punti sono collocati nel sottobacino direttamente afferente all'asta dell'Adda sublacuale su altrettanti Corpi Idrici appartenenti a 15 corsi d'acqua, di cui 7 artificiali, interessando le province di Bergamo, Lecco, Lodi, Cremona, Milano, Monza e Brianza. 15 Corpi Idrici sono sottoposti a monitoraggio operativo, 6 Corpi Idrici a monitoraggio di sorveglianza di cui 3 appartenenti alla rete nucleo per la valutazione delle risultanti da una diffusa attività di origine antropica (DAA).

La valutazione dello stato di un corpo idrico fluviale è determinata dal valore dello stato chimico e dello stato ecologico, effettuato attraverso l'analisi delle caratteristiche delle comunità acquatiche, confrontandole con quelle presenti in luoghi non sottoposti a impatto antropici (siti di riferimento) o ai valori di riferimento teorici, riportati nel DM 260/2010.

Stato chimico

Lo stato chimico è valutato determinando mensilmente la concentrazione delle sostanze dell'elenco di priorità, riportate nella tab. 1/A del DM 260/2010. Lo stato chimico è valutato non buono quando è superato anche uno solo degli standard di qualità, in termini di media annua (SQA-MA) e/o di concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA).

Di seguito è riportata la valutazione dello stato chimico dei corpi idrici monitorati.

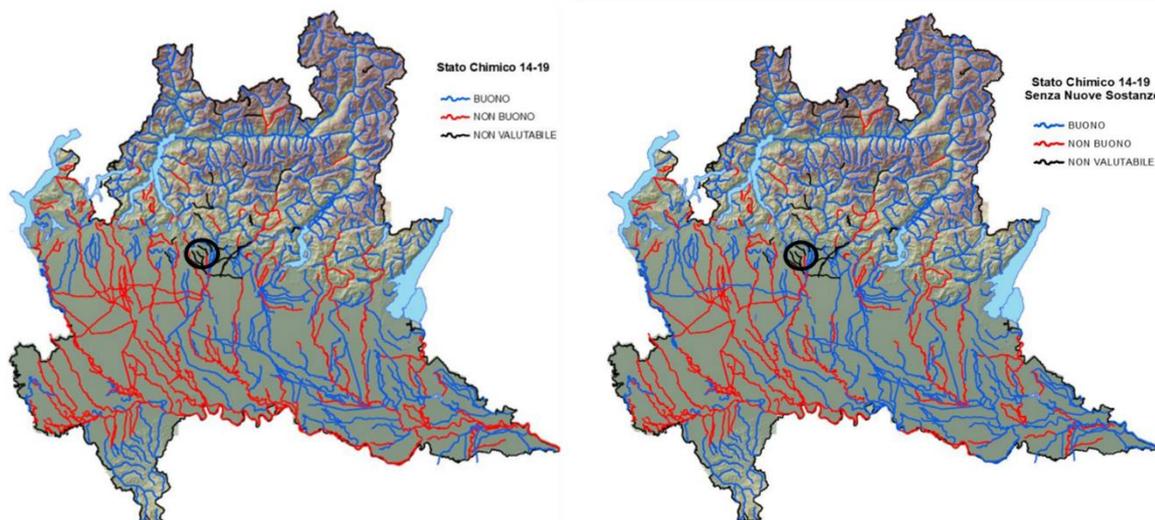


Figura 5-11 Stato Chimico delle acque superficiali (Fonte: Stato delle acque superficiali in Regione Lombardia – Corpi idrici sotterranei, Rapporto sessennale 2014-2019. Arpa Lombardia, marzo 2021)

Sulla scorta di tale documentazione emerge che lo stato chimico dei principali fiumi che interessano l'area di studio, in particolare Brembo e Serio, risulta per la maggior parte "buono" se non si considerano le nuove sostanze introdotte dal D. Lgs.172/2015. In tali condizioni, illustrate nell'immagine a sinistra in Figura 5-11, lo stato chimico prevalente risulta essere "non buono".

Stato ecologico

Lo stato ecologico è determinato attraverso l'analisi delle condizioni biologiche, fisico-chimiche e chimiche (inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità) e idromorfologiche, secondo i criteri dettati dal DM 260/2010.

Gli elementi di qualità biologici (EQB) monitorati sono:

1. le macrofite (indice IBMR);
2. i macroinvertebrati bentonici (indice STAR_ICMi);
3. le diatomee (indice ICMi);

A sostegno di questi si analizzano, i parametri fisico-chimici valutati attraverso il LIMeco e le sostanze inquinanti non appartenenti all'elenco di priorità (tab. 1/B).

Ad oggi non viene analizzata la fauna ittica, parametro obbligatorio nei soli corpi idrici perenni che rappresentano il 6% del complesso dei corpi idrici significativi.

La classificazione dello Stato Ecologico del corpo idrico si ottiene integrando valutazioni dai differenti elementi di qualità. Viene di seguito riportato lo stato ecologico dei corpi idrici monitorati.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

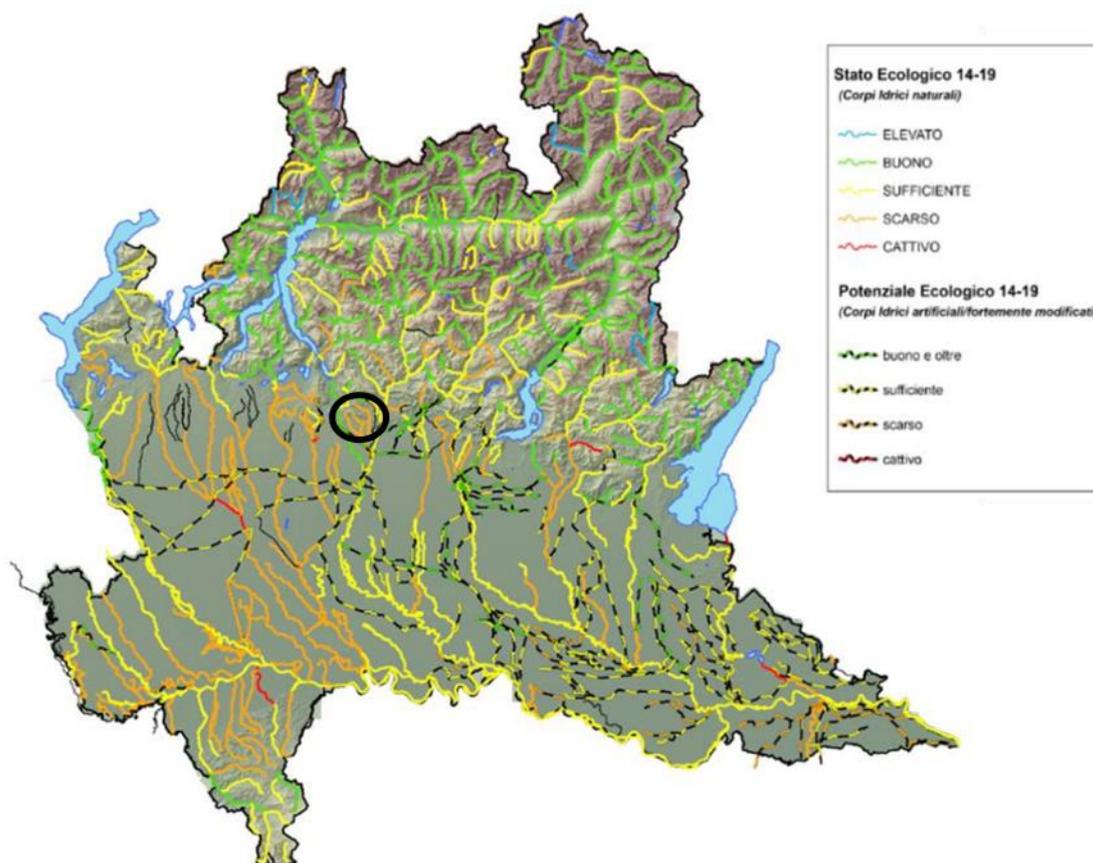


Figura 5-12 Stato Ecologico delle acque superficiali (Fonte: Stato delle acque superficiali in Regione Lombardia – Corpi idrici sotterranei, Rapporto sessennale 2014-2019. Arpa Lombardia, marzo 2021)

Sulla scorta di tale documentazione emerge che lo stato ecologico dei fiumi monitorati lo stato è definito “scarso”.

5.2.1.5 Stato qualitativo delle acque sotterranee

Il monitoraggio dello stato qualitativo delle acque sotterranee è effettuato da ARPA Lombardia attraverso

una rete di monitoraggio regionale per le acque sotterranee.

L’obiettivo del monitoraggio è quello di stabilire un quadro generale dello Stato Chimico e quantitativo delle acque sotterranee e permettere la classificazione dei corpi idrici sotterranei.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Il D.Lgs.30/2009 prevede una rete per il monitoraggio chimico e una rete per il monitoraggio quantitativo al fine di integrare e validare la caratterizzazione e la definizione del rischio di non raggiungimento dell'obiettivo di buono Stato Chimico e quantitativo.

La rete per il monitoraggio chimico si articola in:

- rete di monitoraggio di Sorveglianza, finalizzata ad integrare e validare la caratterizzazione e la identificazione del rischio di non raggiungere l'obiettivo di buono Stato Chimico, oltre a fornire informazioni utili a valutare le tendenze a lungo termine delle condizioni naturali e delle concentrazioni di inquinanti derivanti dall'attività antropica, in concomitanza con l'analisi delle pressioni e degli impatti;
- rete di monitoraggio Operativo finalizzata a stabilire lo stato di qualità di tutti i corpi idrici definiti a rischio di non raggiungere l'obiettivo di buono Stato Chimico e stabilire la presenza di significative e durature tendenze ascendenti nella concentrazione degli inquinanti.

Nel presente studio si farà riferimento alla campagna di monitoraggio delle acque sotterranee 2014-2019. Sulla base di quanto previsto dalla normativa di settore (D.Lgs.30/2009), si definisce lo Stato Chimico delle acque sotterranee (SC) sulla base del monitoraggio delle seguenti categorie di sostanze: metalli, inquinanti inorganici, policiclici aromatici, alifatici clorurati cancerogeni, alifatici clorurati non cancerogeni, alifatici alogenati cancerogeni, nitrobenzeni, clorobenzeni, Pesticidi, diossine e furani, composti organici aromatici.

La valutazione dello Stato Chimico è stata effettuata sia per i singoli punti di monitoraggio che per i corpi idrici (così come individuati dal PTUA 2017). Per estendere la valutazione puntuale alla valutazione per corpo idrico è stato adottato il criterio basato sul calcolo della percentuale di punti ricadenti in stato BUONO/NON BUONO appartenenti al corpo idrico; in particolare è stato:

- attribuito al corpo idrico lo stato BUONO quando lo standard di qualità delle acque sotterranee o il valore soglia è superato in uno o più siti di monitoraggio, che comunque rappresentano non oltre il 20% del numero complessivo dei punti descrittivi il CI, per una o più sostanze;
- attribuito al corpo idrico lo stato NON BUONO negli altri casi (superamento del 20% del numero complessivo di punti, per una o più sostanze). La suddetta procedura è stata applicata per i singoli anni di monitoraggio (2014, 2015, 2016) per i punti della rete, in riferimento agli standard di qualità ambientale (SQA) ed ai valori soglia (VS) indicati rispettivamente dalle Tabelle 2 e 3 della parte A dell'Allegato 3 del D.Lgs.30/2009.

I corpi idrici sotterranei sono stati divisi in idrostruttura sotterranea superficiale (ISS), intermedia (ISI) e profonda (ISP). L'area di studio risulta interessata unicamente dalla prima delle tre e, nello

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

specifico, dal corpo idrico sotterraneo superficiale identificato dal codice GWB ISS APAO, il quale ha mostrato nel sessennio 2014-2019 uno stato chimico “non buono”, come si evince dalla seguente figura.

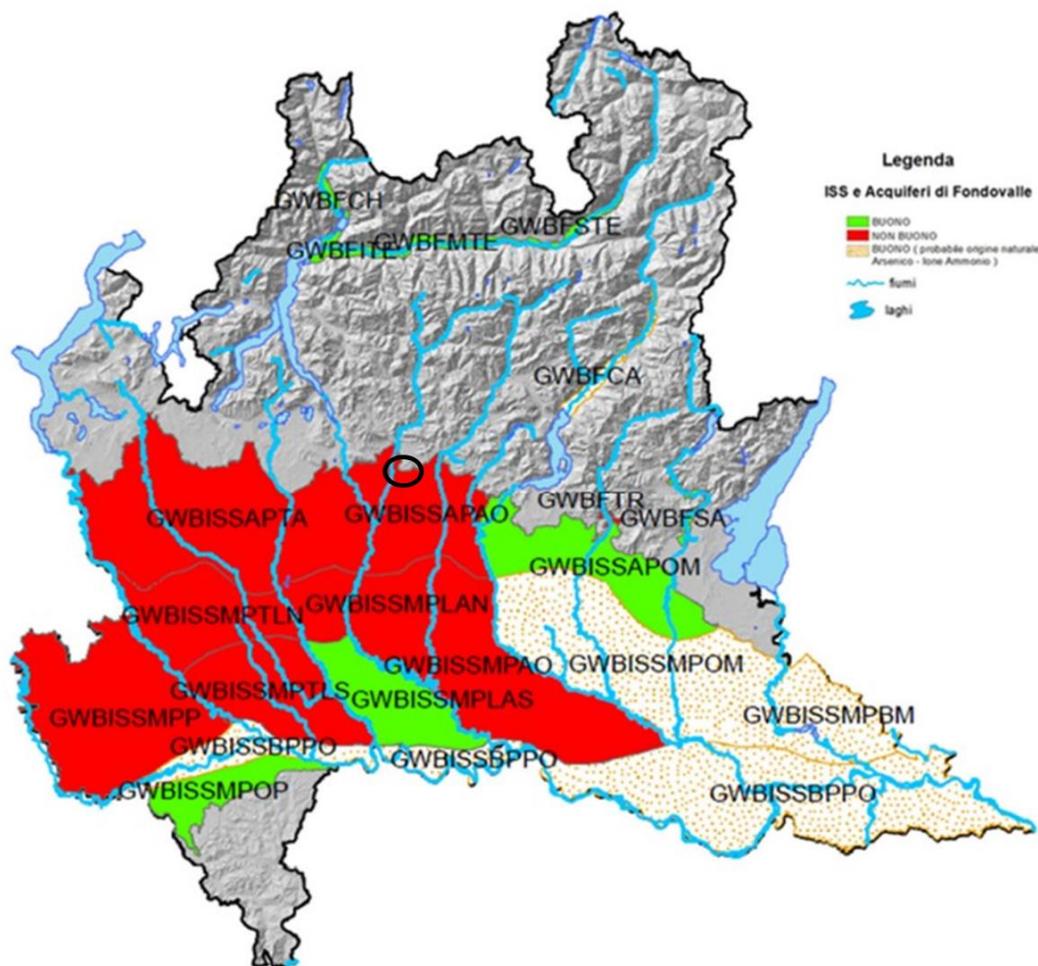


Figura 5-13 Stato chimico delle acque sotterranee appartenenti all’Idrostruttura Sotterranea Superficiale (Fonte: Stato delle acque sotterranee in Regione Lombardia – Corpi idrici sotterranei, Rapporto sessennale 2014-2019. Arpa Lombardia, giugno 2021)

5.2.1.6 Vulnerabilità della falda

Per vulnerabilità degli acquiferi si intende la suscettibilità dell’acquifero ad assorbire elementi inquinanti provenienti dalla superficie per infiltrazione.

Il Piano di governo del territorio di Bergamo ha redatto la cartografia della vulnerabilità dell’acquifero utilizzando il metodo DRASTIC. Il tracciato in progetto, nell’area di Bergamo ricade

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

nella porzione centrale in classe 4 (vulnerabilità alta, 61-70%) e nella porzione a ovest in classe 5 (vulnerabilità mediamente alta, 51-60%).

L'elaborazione fornisce i seguenti risultati:

Unità Geologiche	Grado di vulnerabilità con pesi normali		Grado di vulnerabilità con pesi agricoli	
	%	Classe vulnerabilità	%	Classe vulnerabilità
Complesso di Palazzago	36	bassa	51	mediamente bassa
Unità di Brembate	34	bassa	52-46	da med. alta a med. bassa
Complesso del Brembo	42	mediamente bassa	58	mediamente alta
Alluvioni Antiche del Brembo	44	mediamente bassa	60-56	mediamente alta
Riporto	43	mediamente bassa	60	mediamente alta
Alluvioni Attuali del Brembo	63	alta	79	molto alta

Il tracciato, nel comune di Curno, ricade nell'unità di Brembate quindi in una classe di permeabilità che va dal "basso" a "da mediamente alta a mediamente bassa".

Per quanto riguarda il comune di Mozzo, nei documenti del PGT non è incluso lo studio di vulnerabilità dell'acquifero; tuttavia, considerando che il tracciato, anche in questo comune, risulta impostato sull'unità di Brembate, si assegna cautelativamente la medesima classe di vulnerabilità del comune di Curno.

5.2.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

5.2.2.1 Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque

La modifica delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee, è il risultato di una variazione dei parametri chimico-fisici, microbiologici e biologici, che può derivare da un complesso di azioni che, seppur nel loro insieme ascrivibili alla fase costruttiva, presentano fattori causali tra loro differenti in ragione della diversa origine delle sostanze potenzialmente inquinanti prodotte durante il ciclo costruttivo.

Un primo fattore all'origine dell'effetto in esame può essere rappresentato dall'uso di sostanze potenzialmente inquinanti, quali per l'appunto quelle additivanti usate nella realizzazione delle fondazioni indirette al fine principale di sostenere le pareti delle perforazioni dei pali di fondazione. In tal caso, pertanto, la produzione di residui è strettamente funzionale al processo costruttivo.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Ulteriori fattori all'origine del medesimo effetto possono essere rappresentati da altre cause che sono, invece, correlate alle lavorazioni o, più in generale, alle attività di cantiere. Dette cause possono essere così sinteticamente individuate:

- La produzione di acque che possono veicolare nei corpi idrici ricettori e/o nel suolo eventuali inquinanti, distinguendo tra:
 - Produzione delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici pavimentate delle aree di cantiere fisso, quali ad esempio quelle realizzate in corrispondenza dei punti di stoccaggio di sostanze potenzialmente inquinanti.
 - Produzione di acque reflue derivanti dallo svolgimento delle ordinarie attività di cantiere, quali lavaggio mezzi d'opera e bagnatura cumuli.
- Produzione di liquidi inquinanti derivanti dallo sversamento accidentale di olii o altre sostanze inquinanti provenienti dagli organi meccanici e/o dai serbatoi dei mezzi d'opera.

Per quanto riguarda il primo dei fattori precedentemente elencati, ossia con riferimento alla produzione di sostanze potenzialmente inquinanti dovuta alla realizzazione delle opere di palificazione, i parametri che concorrono a configurare l'effetto in esame sono schematicamente individuabili, sotto il profilo progettuale, nelle tecniche di realizzazione delle palificazioni di fondazione delle opere d'arte e nelle loro caratteristiche dimensionali, mentre, per quanto concerne le caratteristiche del contesto di intervento, detti parametri possono essere identificati nella vulnerabilità degli acquiferi e nei diversi fattori che concorrono a definirla (soggiacenza, conducibilità idraulica, acclività della superficie topografica, etc.).

Relativamente alla seconda tipologia di fattori (Dilavamento delle superfici pavimentate; Produzione acque reflue; Sversamenti accidentali), oltre ai suddetti parametri di contesto, per quanto concerne quelli progettuali un ruolo dirimente ai fini del potenziale configurarsi dell'effetto in esame è rivestito dalle tipologie di misure ed interventi previsti nell'apprestamento delle aree di cantiere e per la gestione delle attività costruttive e, più in generale, di cantiere.

Come riportato nella *“Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica”*, l'interpretazione di dettaglio della struttura idrogeologica in essa contenuta discende dalla consultazione di una pluralità di dati, desunti da fonti istituzionali e/o da specifiche campagne di indagine.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

In particolare, i dati raccolti durante lo studio condotto, di carattere geologico ed idrogeologico, hanno permesso di definire le caratteristiche generali dell'area e di individuare il regime di deflusso idrico sotterraneo proprio dei settori di interesse. Si sottolinea che le ricostruzioni della superficie piezometrica in profilo derivano da un'analisi approfondita dei dati di monitoraggio strumentale a disposizione, opportunamente integrati con tutte le informazioni raccolte circa l'assetto idrogeologico e stratigrafico strutturale dell'area.

Nel dettaglio gli studi condotti hanno consentito di definire con buona accuratezza la superficie piezometrica nel settore d'interesse progettuale e quindi di definire le eventuali interferenze con l'opera. In particolare, per quanto concerne i dati strumentali, le ricostruzioni sono state effettuate analizzando le cartografie di settore allegate ai PGT comunali delle aree interessate, i dati sulle variazioni della falda sono, inoltre, resi disponibili da ARPA Lombardia per la provincia di Bergamo, nel "Il Rapporto annuale 2012 sullo stato delle acque sotterranee della Provincia di Bergamo".

La successione stratigrafica dei depositi presenti nel sottosuolo della provincia di Bergamo individua due unità idrogeologiche corrispondenti a due sistemi acquiferi principali: un sistema superficiale, con falda libera/semiconfinata, ed uno inferiore con falda confinata.

- 1) L'unità superiore è formata da ghiaie e sabbie passanti con la profondità a conglomerati ed arenarie, con intercalazioni di limi ed argille. Lo spessore medio è di 80-100 metri ed il limite inferiore è posizionato convenzionalmente in corrispondenza delle prime intercalazioni metriche di argille che abbiano continuità orizzontale.
- 2) L'unità inferiore è costituita da più livelli permeabili ghiaiosi ma soprattutto conglomeratici, porosi e fessurati, separati da setti argillosi; con la profondità si registra un progressivo aumento della componente argillosa: i livelli conglomeratici sono sede di falde confinate captate, a scopo idropotabile, nei comuni a sud di Bergamo.

L'unità idrogeologica superiore è formata da uno strato superficiale, di spessore compreso tra i 20 e i 30 metri, costituito da ghiaie e sabbie intercalate da livelli argillosi anche metrici; segue, fino al letto dell'unità, intorno agli 80-100 metri dal piano campagna, una successione di conglomerati e arenarie localmente fessurate, intercalate da livelli ghiaiosi compatti e/o livelli argilloso limosi. Questa descrizione risulta valida per l'area comunale di pianura di Bergamo e per quella di Curno.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 56 di 251

Il sottosuolo di Mozzo presenta invece, da un punto di vista idrogeologico generale, i caratteri tipici dei territori posti in posizione di interfaccia fra le propaggini più meridionali dei rilievi prealpini ed i riempimenti fluvioglaciali-alluvionali dell'alta pianura bergamasca. La zona orientale e nord-orientale del comune è occupata dai colli flyschoidi e presenta pertanto diffusa circolazione idrica in roccia, senza poter identificare un preciso acquifero. Si riscontra nella zona alta delle Carpiane un'area di emergenza idrica superficiale costituita da diffuse sorgenti non captate in forma di fontanili incipienti, la cui esatta configurazione tende a variare nel tempo.

La zona occidentale è al contrario occupata dai depositi ghiaioso-sabbiosi del Quisa e del Brembo, che fungono, per almeno 20 metri dalla superficie topografica, da livelli acquiferi scarsamente protetti, potenzialmente sedi di falde libere o semiconfinate. Verso il basso, i depositi grossolani passano a lenti di conglomerato a conducibilità idraulica variabile, e solo localmente a livelli argillosi poco o non permeabili, che fungono da acquicludi o, al limite, da acquitardi. La distribuzione delle intercalazioni argillose entro le ghiaie è irregolare; in particolare verso ovest i depositi grossolani sono nettamente prevalenti anche ad oltre 20 metri di profondità e giungono ad appoggiare direttamente sul substrato roccioso, o passano alle bancate del ceppo brembano, mentre verso est, al contrario, i limi e le argille sono frequenti ed assumono il carattere di un grosso corpo lenticolare a partire dalla profondità di circa 30 metri dal piano campagna. Tale corpo tende ad ispessirsi procedendo ulteriormente verso oriente, laddove inizia a delinarsi una situazione stratigrafica più regolare, con tre livelli sovrapposti di ghiaie superficiali, conglomerato ed argille ghiaiose. La zona sud-orientale (Fornaci) è dominata dai sedimenti argillosi del bacino lacustre di Longuelo e non è pertanto sede di significativi livelli acquiferi.

La soggiacenza della prima falda mostra un andamento incostante, uniformandosi all'assetto idrogeologico del sottosuolo; in linea di massima, comunque, Mozzo è situato ad ovest (piana fluvioglaciale) lungo un asse di drenaggio sotterraneo orientato nord-sud, e ad est (colli – Borghetto) lungo uno spartiacque sotterraneo di modesta entità, orientato NE-SO. Tranne per l'estremità sud-orientale del territorio, le direttrici di drenaggio sotterraneo sono quindi orientate generalmente verso la valle del Quisa (valida per l'area nord del Comune di Curno e anche per l'area meridionale di Mozzo). I valori di soggiacenza riscontrati variano fra i 225 m s.l.m. a nord e i 205 m s.l.m. a sud, mostrando un dislivello di circa 20 metri in meno di 3 km, a delineare un gradiente idraulico medio pari allo 0,5‰ circa. La soggiacenza nella zona dei colli non è facilmente definibile a causa della presenza del substrato.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Per quanto riguarda la superficie piezometrica generale dell'area di studio dall'analisi dei PGT dei comuni interessati si ha che:

- Per quanto riguarda l'area del comune di Bergamo; la superficie piezometrica ha andamento NO a NNO –SSE e la superficie di falda si ipotizza ad una profondità abbastanza costante di circa 30 metri dal piano campagna.
- Per quanto riguarda l'area del Comune di Curno la falda ha valori di soggiacenza di circa 30 metri da p.c., con direzione del deflusso della falda NE-SO.
- Infine per quanto riguarda l'area del comune di Ponte San Pietro si hanno valori di soggiacenza della falda di circa 30 metri da p.c., e direzione di flusso della falda circa N-S, grossomodo perpendicolare all'andamento della linea ferroviaria.

La falda è stata, inoltre, monitorata nei piezometri installati per il progetto, essa risulta avere un andamento piuttosto discontinuo, variabile a seconda dell'assetto stratigrafico, l'andamento della falda monitorata dai piezometri spesso si discosta dalle isopieze riportate nei PGT dei Comuni interessati.

In generale si riscontra la presenza di una falda continua a profondità via via decrescenti a partire dal territorio orientale della città di Bergamo sino a Ponte San Pietro, dove essa si raccorda agli elementi idrografici presenti, mentre nella porzione più occidentale del tracciato essa risulta individuabile solo localmente ed a profondità elevate, probabilmente connessa alla circolazione idrica nei conglomerati.

Per la stima del livello di falda lungo il tratto di linea in progetto sono stati interpolati i valori massimi delle letture piezometriche, disponibili nell'area di interesse, effettuate nel periodo compreso tra ottobre 2019 e gennaio 2020 nei sondaggi attrezzati con piezometri di Casagrande, eseguiti nell'ambito delle due campagne geognostiche del 2017 e del 2019. Da tali dati si evince che il livello di falda si attesta ad una profondità che varia da un massimo di 35 m da p.c. ad un minimo di 5 m da p.c.

Stante il quadro qui sintetizzato, ne consegue che la realizzazione delle fondazioni indirette delle principali opere d'arte, potrà presentare una potenziale interazione con l'acquifero.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 58 di 251

In tal senso, al preciso fine di prevenire detta circostanza, si ritiene che dovrà essere prestata particolare attenzione nella scelta dei componenti il fluido utilizzato nel corso della realizzazione dei pali di fondazione, ossia nella definizione e nel dosaggio degli additivi utilizzati. La scelta degli additivi per la preparazione del fluido di perforazione dovrà essere rivolta a conseguire una miscela che, non solo, presenti caratteristiche coerenti con le tipologie di terreni da attraversare e, quindi, in grado di garantire elevate prestazioni tecniche – ad esempio – in termini di velocità di avanzamento, protezione da franamenti, lubrificazione degli utensili di scavo; al contempo, la miscela utilizzata dovrà essere tale da conseguire una minima contaminazione delle falde e, in tal senso, è fondamentale l'utilizzo di sostanze biodegradabili.

Per quanto concerne il primo tema e, nello specifico, quello delle acque meteoriche, sulla scorta di quanto previsto negli elaborati Relazione di Cantierizzazione, si evidenzia che, prima della realizzazione delle pavimentazioni dei piazzali del cantiere, saranno predisposte tubazioni e pozzetti della rete di smaltimento delle acque meteoriche, a valle della quale è prevista la presenza di una vasca di prima pioggia.

Nello specifico, le acque meteoriche saranno convogliate nella rete di captazione costituita da pozzetti e caditoie collegati ad un cunettone in c.a. e da una tubazione interrata che convoglierà tutte le acque nella vasca di accumulo di prima pioggia, dimensionata per accogliere i primi 15 minuti dell'evento meteorico.

Inoltre, per quanto riguarda le zone delle aree di cantiere adibite a deposito dei lubrificanti, gli olii ed i carburanti utilizzati dagli automezzi di cantiere, sempre in ragione di quanto previsto dalla citata relazione di cantierizzazione, dette zone saranno dotate di soletta impermeabile in calcestruzzo e di sistema di recupero e trattamento delle acque.

L'insieme di tali tipologie di interventi si configura come scelta progettuale atta ad evitare il prodursi di qualsiasi modifica delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee, nonché del suolo, per effetto del dilavamento delle acque meteoriche.

Relativamente al prodursi di eventi accidentali in esito ai quali possa prodursi una fuoriuscita di sostanze inquinanti provenienti dagli organi meccanici e/o dai serbatoi dei mezzi d'opera e la loro conseguente percolazione nel sottosuolo o dispersione nelle acque superficiali, tale circostanza genericamente riguarda le lavorazioni che avverranno in corrispondenza di aree non pavimentate o di attraversamenti di corsi d'acqua.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 59 di 251

Nel caso in specie, in considerazione delle condizioni prima descritte, si ritiene che detta circostanza potrebbe eventualmente verificarsi in corrispondenza degli scavi connessi alla realizzazione dei sottovia e delle altre opere.

Con riferimento a detta tematica occorre, in primo luogo, sottolineare che gli effetti derivanti dal loro determinarsi presentano un livello di probabilità e di frequenza che dipendono in modo pressoché diretto dalle procedure manutentive dei mezzi d'opera.

In tal senso, sarà necessario predisporre specifici protocolli operativi di manutenzione dei mezzi d'opera e di controllo del loro stato di efficienza, così da prevenire il determinarsi di eventi accidentali.

Un ulteriore aspetto che concorre a definire tali effetti e, nello specifico, la loro portata, è rappresentato dalla preventiva predisposizione di misure e sistemi da attivare in casi di eventi accidentali. A tal riguardo, al fine di limitare gli effetti derivanti da detti eventi, sarà necessario predisporre istruzioni operative in cui siano dettagliate le procedure da seguire, nonché dotare le aree di cantiere di appositi kit di emergenza ambientale, costituiti da materiali assorbenti quali sabbia o sepiolite, atti a contenere lo spandimento delle eventuali sostanze potenzialmente inquinanti.

Conclusivamente, con specifico riferimento alla modifica delle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee e del suolo conseguente alla realizzazione delle opere di fondazione indiretta ed al prodursi di eventi accidentali, ancorché si reputi possibile ritenere che l'adozione delle misure precedente indicate consenta di prevenire detto effetto, in ogni caso è apparso opportuno definire un sistema di punti di monitoraggio della qualità delle acque, la cui localizzazione è stata operata in modo tale da consentire una puntuale verifica degli effetti derivanti dalla realizzazione delle principali opere d'arte e, in termini complessivi, delle lavorazioni. A tal riguardo si rimanda al documento *Progetto di monitoraggio ambientale* ed ai relativi elaborati cartografici.

Per quanto invece concerne gli effetti sulla qualità delle acque sotterranee / suolo derivanti dalla dispersione delle acque meteoriche di dilavamento delle aree pavimentate di cantiere o di sostanze inquinanti stoccate nelle aree di cantiere, si ritiene che i presidi già individuati nell'ambito della progettazione di dette aree di cantiere rendano pressoché nulla la probabilità di accadimento di tali effetti.

In termini complessivi, con riferimento ai criteri assunti alla base delle valutazioni condotte nel presente documento, l'effetto in esame può essere considerato come "effetto oggetto di monitoraggio" (Cfr. par. 1.2.3 – Livello di significatività D).

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

5.2.2.2 Modifica della circolazione idrica sotterranea

Nello schema di circolazione idrica dell'area, buona parte dei corpi idrogeologici individuati rappresentano degli acquiferi di importanza più o meno significativa, a seconda delle locali caratteristiche di permeabilità dei litotipi e della estensione latero-verticale dei depositi.

I dati piezometrici derivanti dalle campagne di monitoraggio appositamente condotto evidenziano la probabile presenza di falde sospese laddove è maggiore l'abbondanza di depositi argilloso-limosi.

La falda freatica più importante è contenuta all'interno dei depositi ghiaioso sabbiosi, talvolta a profondità piuttosto elevate. In ogni caso il monitoraggio dei livelli piezometrici risulta piuttosto irregolare.

Gli interventi di progetto prevedono la realizzazione di una galleria artificiale, tale opera, per quanto detto, sembra improbabile possa generare interazioni con la falda principale.

5.2.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Gli impatti sull'ambiente idrico sotterraneo non costituiscono impatti "certi" e di dimensione valutabile in maniera precisa a priori, ma piuttosto impatti potenziali.

Una riduzione del rischio di impatti significativi sull'ambiente idrico in fase di costruzione dell'opera può essere ottenuta applicando adeguate procedure operative nelle attività di cantiere, relative alla gestione e lo stoccaggio delle sostanze inquinanti e dei prodotti di natura cementizia, alla prevenzione dallo sversamento di oli ed idrocarburi.

Di seguito sono illustrate una serie di procedure operative che dovranno essere seguite a questo scopo dall'impresa esecutrice nel corso dei lavori.

Lavori di movimento terra - L'annaffiatura delle aree di cantiere tesa a prevenire il sollevamento di polveri deve essere eseguita in maniera tale da evitare che le acque fluiscano direttamente verso una canalizzazione superficiale, trasportandovi dei sedimenti (a questo fine occorrerà in generale realizzare un fosso di guardia a delimitazione dell'area di lavoro).

Costruzione di fondazioni e interventi di consolidamento dei terreni di fondazioni - La contaminazione delle acque sotterranee durante le attività di realizzazione degli interventi di consolidamento dei terreni può essere originata da:

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- danneggiamento di sottoservizi esistenti, sia in maniera diretta per perforazione degli stessi, sia in maniera indiretta a causa di cedimenti indotti dal peso dei macchinari impiegati per la perforazione;
- perdite dei fanghi di perforazione e/o di miscela cementizia all'interno dei terreni permeabili;
- contaminazione per dilavamento incontrollato delle acque dal sito di cantiere;
- perdite di oli e carburante da parte dei macchinari impiegati nei lavori.

In generale tali rischi possono essere evitati tramite un'accurata organizzazione dell'area di cantiere, comprendente: un rilievo accurato dei sottoservizi e dei manufatti interrati esistenti nell'area di lavoro, la realizzazione di fossi di guardia intorno all'area di lavoro e la predisposizione di apposite procedure di emergenza.

Operazioni di cassetta a getto - Le cassette da impiegare per la costruzione delle opere in c.a. devono essere progettate e realizzate in maniera tale che tutti i pannelli siano adeguatamente a contatto con quelli accanto o che gli stessi vengano sigillati in modo da evitare perdite di calcestruzzo durante il getto. Le cassette debbono essere ben mantenute in modo che venga assicurata la perfetta aderenza delle loro superfici di contatto. Durante le operazioni di getto in corrispondenza del punto di consegna occorrerà prendere adeguate precauzioni al fine di evitare sversamenti dalle autobetoniere, che potrebbero tradursi in contaminazione delle acque sotterranee.

Trasporto del calcestruzzo - Al fine di prevenire fenomeni di inquinamento delle acque e del suolo è necessario che la produzione, il trasporto e l'impiego dei materiali cementizi siano adeguatamente pianificate e controllate.

Per l'appalto in esame è previsto l'approvvigionamento di calcestruzzo da impiegare per i lavori mediante autobetoniere.

I rischi di inquinamento indotti dall'impiego delle autobetoniere possono essere limitati applicando le seguenti procedure:

- il lavaggio delle autobetoniere dovrà essere effettuato presso l'impianto di produzione del calcestruzzo;
- nel caso in cui l'appaltatore scelga di svolgere in sito il lavaggio delle autobetoniere, esso dovrà provvedere a realizzare un apposito impianto collegato ad un sistema di

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

depurazione; - secchioni, pompe per calcestruzzo ed altre macchine impiegate per i getti dovranno essere anch'esse lavate presso lo stesso impianto;

- gli autisti delle autobetoniere, qualora non dipendenti direttamente dall'appaltatore, dovranno essere informati delle procedure da seguire per il lavaggio delle stesse;
- tutti i carichi di calcestruzzo dovranno essere trasportati con la dovuta cautela al fine di evitare perdite lungo il percorso; per lo stesso motivo, le autobetoniere dovranno sempre circolare con un carico inferiore di almeno il 5% al massimo della loro capienza;
- in aree a particolare rischio, quali quelle in vicinanza di corsi d'acqua, occorrerà usare particolare prudenza durante il trasporto, tenendo una velocità particolarmente moderata; nelle stesse aree l'appaltatore dovrà curare la manutenzione delle piste di cantiere e degli incroci con la viabilità esterna.

Alterazione del ruscellamento in fase di costruzione - Durante la fase di costruzione riveste particolare importanza garantire il deflusso della rete idrica, anche secondaria nelle aree interessate dai lavori; a tale scopo saranno realizzati gli opportuni sistemi per il convogliamento e il rallentamento dei flussi superficiali delle acque.

Impermeabilizzazione delle superfici in calcestruzzo - Si prevede l'impiego di diversi tipi di materiali per l'impermeabilizzazione delle strutture in calcestruzzo. Le strutture in sotterraneo a contatto con il terreno ed i materiali di riempimento potranno essere impermeabilizzate mediante emulsioni bituminose applicate con pennello. I materiali impermeabilizzanti impiegati per tali operazioni devono essere conservati in contenitori ben chiusi e stoccati in aree sicure opportunamente individuate nell'ambito dell'area di cantiere e non sul sito di costruzione, e comunque lontano dai corsi d'acqua. Al sito di costruzione i materiali devono essere trasportati solo in occasione del loro utilizzo, prevedendo le dovute precauzioni al fine di evitare sversamenti accidentali. I contenitori vuoti devono essere stoccati nelle aree apposite predisposte nell'area di cantiere prima del loro conferimento agli impianti di smaltimento. L'impermeabilizzazione delle superfici fuori terra della struttura può avvenire attraverso l'applicazione a spruzzo di sostanze impregnanti (additivi a penetrazione osmotica o altro). Le operazioni di applicazione di sostanze a spruzzo devono essere condotte in assenza di vento ed in giorni di tempo stabile e asciutto. Occorre eseguire le operazioni con estrema cura al fine di evitare che le sostanze impermeabilizzanti percolino nel terreno e che gli aerosol possano raggiungere i corpi idrici superficiali.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Per le modalità di gestione dei contenitori si rimanda alle indicazioni che seguono con riferimento alle emulsioni bituminose.

Utilizzo di sostanze chimiche - La possibilità d'inquinamento dei corpi idrici da parte delle sostanze chimiche impiegate sul sito di cantiere deve essere prevenuta da parte dell'Appaltatore tramite apposite procedure che comprendono:

- la scelta, tra i prodotti che possono essere impiegati per uno stesso scopo, di quelli più sicuri (ad esempio l'impiego di prodotti in matrice liquida in luogo di solventi organici volatili);
- la scelta della forma sotto cui impiegare determinate sostanze (prediligendo ad esempio i prodotti in pasta a quelli liquidi o in polvere);
- la definizione di metodi di lavoro tali da prevenire la diffusione nell'ambiente di sostanze inquinanti (ad esempio tramite scelta di metodi di applicazione a spruzzo di determinate sostanze anziché metodi basati sul versamento delle stesse);
- la delimitazione con barriere di protezione (formate da semplici teli o pannelli di varia natura) delle aree dove si svolgono determinate lavorazioni;
- l'utilizzo dei prodotti potenzialmente nocivi per l'ambiente ad adeguata distanza da aree sensibili del territorio come i corsi d'acqua;
- la limitazione dei quantitativi di sostanze mantenuti nei siti di lavoro al fine di ridurre l'impatto in caso di perdite (ciò si può ottenere ad esempio acquistando i prodotti in recipienti di piccole dimensioni);
- la verifica che ogni sostanza sia tenuta in contenitori adeguati e non danneggiati, contenenti all'esterno una chiara etichetta per l'identificazione del prodotto;
- lo stoccaggio delle sostanze pericolose in apposite aree controllate;
- lo smaltimento dei contenitori vuoti e delle attrezzature contaminate da sostanze chimiche secondo le prescrizioni della vigente normativa;
- la definizione di procedure di bonifica per tutte le sostanze impiegate nel cantiere;
- la formazione e l'informazione dei lavoratori sulle modalità di corretto utilizzo delle varie sostanze chimiche;
- la pavimentazione delle aree circostanti le officine dove si svolgono lavorazioni che possono comportare la dispersione di sostanze liquide nell'ambiente esterno.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 64 di 251

Modalità di stoccaggio delle sostanze pericolose - Qualora occorra provvedere allo stoccaggio di sostanze pericolose, il Responsabile del cantiere, di concerto con il Direttore dei Lavori e con il Coordinatore per la Sicurezza in fase di esecuzione, provvederà ad individuare un'area adeguata. Tale area dovrà essere recintata e posta lontano dai baraccamenti e dalla viabilità di transito dei mezzi di cantiere; essa dovrà inoltre essere segnalata con cartelli di pericolo indicanti il tipo di sostanze presenti.

Lo stoccaggio e la gestione di tali sostanze verranno effettuati con l'intento di proteggere il sito da potenziali agenti inquinanti. Le sostanze pericolose dovranno essere contenute in contenitori non danneggiati; questi dovranno essere collocati su un basamento in calcestruzzo o comunque su un'area pavimentata e protetti da una tettoia.

Modalità di stoccaggio temporaneo dei rifiuti prodotti – al fine di salvaguardare la contaminazione delle acque l'impresa appaltatrice dovrà attenersi alle disposizioni generali contenute nella Delibera 27 luglio 1984 smaltimento rifiuti "Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del DPR 10 settembre 1982, n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti".

Drenaggio delle acque e trattamento delle acque reflue - I piazzali del cantiere dovranno essere provvisti di un sistema di adeguata capacità per la raccolta delle acque meteoriche. Inoltre per l'area destinata a cantiere operativo, dove sono installati i magazzini, le officine e gli impianti di lavaggio dei mezzi e di distribuzione del carburante potranno essere realizzate una vasca per la sedimentazione dei materiali in sospensione ed una vasca per la disoleazione prima dello scarico in fognatura delle acque di piazzale.

Manutenzione dei macchinari di cantiere - La manutenzione dei macchinari impiegati nelle aree di cantiere è di fondamentale importanza anche al fine di prevenire fenomeni d'inquinamento. Gli addetti alle macchine operatrici dovranno a questo fine controllare il funzionamento delle stesse con cadenza periodica, al fine di verificare eventuali problemi meccanici.

Ogni perdita di carburante, di liquido dell'impianto frenante, di oli del motore o degli impianti idraulici deve essere immediatamente segnalata al responsabile della manutenzione. L'impiego della macchina che abbia problemi di perdite dovrà essere consentito solo se il fluido in questione può essere contenuto tramite un apposito recipiente o una riparazione temporanea ed alla sola condizione che la riparazione del guasto sia effettuata nel più breve tempo possibile. In ogni altro caso la macchina in questione non potrà operare, ed in particolare non potrà farlo in aree prossime a corsi d'acqua.

La contaminazione delle acque superficiali può avvenire anche durante operazioni di manutenzione o di riparazione. Al fine di evitare ogni problema è necessario che tali operazioni

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

abbiano luogo unicamente all'interno del cantiere, in aree opportunamente definite e pavimentate, dove siano disponibili dei dispositivi e delle attrezzature per intervenire prontamente in caso di dispersione di sostanze inquinanti.

Il lavaggio delle betoniere, delle pompe, dei secchioni e di altre attrezzature che devono essere ripulite del calcestruzzo dopo l'uso dovrà essere svolto in aree appositamente attrezzate.

Controllo degli incidenti in sito e procedure d'emergenza - Nel caso di versamenti accidentali di sostanze inquinanti sarà cura del Responsabile del Cantiere, di concerto con il Direttore dei Lavori, mettere immediatamente in atto i provvedimenti di disinquinamento ai sensi della normativa vigente.

Piano d'intervento per emergenze d'inquinamento – Nell'elaborazione del sistema di gestione ambientale dovrà essere posta particolare attenzione al piano d'intervento per emergenze di inquinamento di corpi idrici per prevenire incidenti tali da indurre fenomeni di inquinamento durante le attività di costruzione.

Il piano dovrà definire:

- le operazioni da svolgere in caso di incidenti che possano causare contaminazione delle acque superficiali e sotterranee;
- il personale responsabile delle procedure di intervento;
- il personale addestrato per intervenire;
- i mezzi e le attrezzature a disposizione per gli interventi e la loro ubicazione;
- gli enti che devono essere contattati in funzione del tipo di evento.

Lo scopo della preparazione di tale piano è quello di ottimizzare il tempo per le singole procedure durante l'emergenza, per stabilire le azioni da svolgere e per fare in modo che il personale sia immediatamente in grado di intervenire per impedire o limitare la diffusione dell'inquinamento.

Il piano di intervento dovrà essere periodicamente aggiornato al fine di prendere in considerazione eventuali modifiche dell'organizzazione dei cantieri.

Il personale dovrà essere istruito circa le procedure previste nel piano; lo stesso piano dovrà essere custodito in cantiere in luogo conosciuto dai soggetti responsabili della sua applicazione.

Le procedure di emergenza contenute nel piano possono comprendere:

- misure di contenimento della diffusione degli inquinanti;

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- elenco degli equipaggiamenti e dei materiali per la bonifica disponibili sul sito di cantiere e della loro ubicazione;
- modalità di manutenzione dei suddetti equipaggiamenti e materiali;
- nominativi dei soggetti addestrati per l'emergenza e loro reperibilità;
- procedure da seguire per la notifica dell'inquinamento alle autorità competenti;
- recapiti telefonici degli enti pubblici da contattare in caso di inquinamento (compresi i consorzi di bonifica);
- nominativi delle imprese specializzate in attività di bonifica presenti nell'area.

È necessario, inoltre, che vengano predisposte adeguate procedure per la consegna, lo stoccaggio, l'impiego e lo smaltimento di sostanze quali bentonite, liquami fognari, pesticidi ed erbicidi.

5.3 BIODIVERSITÀ

5.3.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

L'area oggetto di studio è posta nella fascia pedemontana della Regione Lombardia in una zona intensamente interessata dalle attività antropiche legate all'ambito urbano, industriale e agricolo. Gli interventi sulla linea ferroviaria della tratta in esame in particolare interessano l'alta pianura bergamasca al confine con la fascia delle colline pedemontane e le aree urbanizzate dell'abitato di Bergamo mentre a sud si apre l'alta pianura caratterizzata da diversi corsi fluviali (Adda, Serio e Oglio) con scorrimento prevalente Nord – Sud che si ricongiungono verso il Po.

Le condizioni termiche e pluviometriche sono parametri indispensabili per lo studio delle comunità vegetali che consentono di evidenziare i periodi di aridità che sono spesso responsabili di profonde variazioni sull'assetto vegetazionale di un dato territorio.

Su larga scala si evince dalla carta dei Bioclimi (Blasi e Michetti, 2005) che l'area indagata è caratterizzata da un bioclima temperato semicontinentale – subcontinentale a cui si associa un fitoclima temperato (mesotemperato/supratemperato umido) (cfr. Figura 5-14).

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

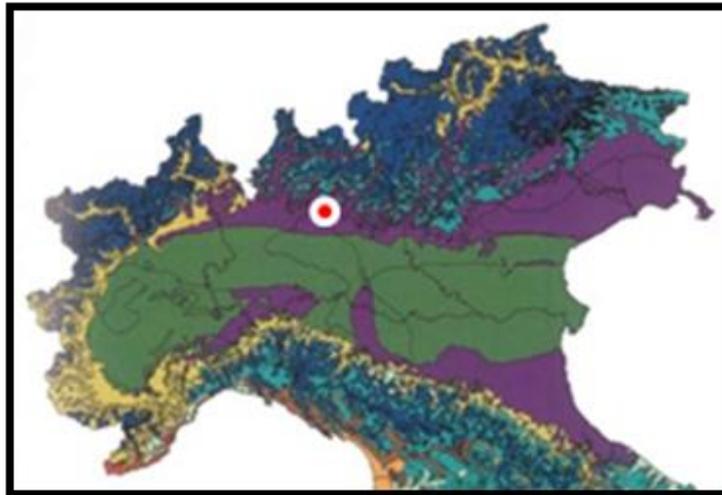


Figura 5-14 Stralcio della Carta dei Bioclimi (Blasi e Michetti, 2005)

Il clima dell'area si caratterizza per assenza di aridità estiva, che vede solo una diminuzione delle precipitazioni nel mese di luglio e valori di precipitazione più bassi che si registrano nel trimestre invernale (Dicembre, Gennaio, Febbraio). Per quel che riguarda le temperature le minime annue vengono raggiunte durante il mese di gennaio con 2,7°C, mentre le massime si registrano nel mese di luglio con 22,8°C; si evidenzia inoltre una certa continentalità dovuta all'elevata escursione termica annua che raggiunge i 20 °C.

Per maggiori approfondimenti si rimanda allo Studio di impatto ambientale (NB1R02Y22RGS0001001A).

5.3.1.1 Inquadramento vegetazionale e floristico

La pianura bergamasca era in origine ricoperta da una fitta vegetazione. Secondo Keller (1932) il paesaggio vegetale era costituito da foreste di querce, tigli e olmi, mentre lungo i corsi d'acqua erano presenti boscaglie di ontani salici e pioppi.

La vegetazione naturale potenziale è rappresentata, come in tutta l'area Padana, da formazioni forestali di latifoglie decidue mesofile dominate da querce e, nello specifico da Roverella (*Quercus pubescens*). Nelle aree con falda freatica superficiale la presenza di *Quercus robur* contribuisce a caratterizzare la maggiore potenzialità. Queste cenosi sono sostituite da formazioni arboree o arbustive ripariali a Pioppi (*Populus alba*, *P. nigra*) e Salici (*Salix sp. pl.*) lungo il corso dei fiumi, e da formazioni forestali ad Ontano nero (*Alnus glutinosa*) nelle zone umide e palustri.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO					
LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO						
VARIANTE CASCINA POLARESCO						
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 68 di 251

A queste entità si aggiungono altri elementi quali *Acer campestre*, *A. pseudoplatanus*, *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* e *Prunus avium* che con Farnia e Rovere rappresentano il massimo grado di sviluppo della vegetazione che naturalmente si instaurerebbe in tutto il territorio in assenza di alterazioni antropogene.

Il quadro attuale della pianura Bergamasca è condizionato dalla meccanizzazione dell'agricoltura che ha portato all'unione degli appezzamenti e quasi totalmente asportato le ultime tracce di vegetazione arborea che fino a pochi decenni fa resisteva come siepi o filari divisorii dei campi.

Non mancano però aree costituite da lembi di bosco superstiti; ad esempio, nei primi rilievi collinari retrostanti la città di Bergamo e lungo corsi fluviali piccoli nuclei di vegetazione costituiscono memoria delle foreste che ricoprivano la grande Pianura anni fa

Le formazioni arboree presenti sono per lo più *Quercus-carpineti* planiziali, della Padania centro-occidentale, di fondovalle o di basso versante collinare, sviluppati su suoli idromorfi o con falda superficiale, ricchi di componenti colluviali di natura siltitico-argillosa. La specie guida principale è la farnia (*Quercus robur*), eventualmente associata a rovere (*Quercus petraea*), con rilevante partecipazione di carpino bianco (*Carpinus betulus*).

A scala di maggior dettaglio nell'area in esame la sola vegetazione naturale presente nell'area consta dell'esile foresta a tunnel rimasta lungo il Brembo e alle formazioni del Parco dei colli di Bergamo dove si segnala comunque una forte presenza di specie alloctone quali robinia, ciliegi tardivi e ailanto specie che sono divenute quasi dominanti tra la vegetazione sinantropica al margine dei campi coltivati, del sistema infrastrutturale e delle aree residuali che si creano tra le aree urbane.

Il resto della vegetazione presente è legata al contesto urbano e ne è un esempio la stessa linea ferroviaria per il cui inserimento ambientale sono stati realizzati dei filari alberati con sesto naturaliforme.

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

Progetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO
NB1R

LOTTO
02 Y 69

CODIFICA
RG

DOCUMENTO
CA0000001

REV.
A

FOGLIO
69 di 251



Figura 5-15 Vegetazione arborea al margine di un seminativo



Figura 5-16 Vegetazione lungo il fiume Brembo

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A



Figura 5-17 Sistema di filari, siepi e fasce o macchie alberate nell'ambito di studio

Per maggiori approfondimenti si rimanda allo Studio di impatto ambientale (NB1R02Y22RGS0001001A).

5.3.1.2 Habitat

Analizzando le informazioni presenti sull'Osservatorio per la Biodiversità della Regione Lombardia è stata riscontrata nell'area di studio la presenza dell' Habitat 6510 - "Praterie magre da fieno a bassa altitudine (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)". Trattandosi di un habitat seminaturale, il mantenimento di una adeguata struttura e composizione in specie è legato intrinsecamente al mantenimento delle tradizionali attività gestionali, in particolare lo sfalcio (con allontanamento della biomassa), e una concimazione blanda. Il rallentamento delle pratiche colturali determina accumulo di materia organica, modificazione dei rapporti di abbondanza tra le specie, e rapida diminuzione della ricchezza specifica. Se la pratica dello sfalcio viene completamente abbandonata si assiste all'insediamento di specie di orlo e di mantello che innescano processi dinamici che conducono, in tempi variabili, ad una completa sostituzione dell'habitat. Dove la concimazione aumenta, si ha al contrario la diffusione di specie nitrofile. La pratica della semina migliorativa, qualora effettuata con semi di provenienza non locale, potrebbe rappresentare un impatto legato alla diffusione di specie aliene.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A



Figura 5-18 Stralcio della Carta degli habitat (Fonte: Geoportale Regione Lombardia – Osservatorio Regionale della Biodiversità) e inquadramento dell'area di intervento in rosso

5.3.1.3 Inquadramento faunistico ed ecosistemico

Il paesaggio bergamasco racchiude diverse tipologie di ecosistemi in quanto dotato di aree di pianura, di collina e di montagna che permettono un ambiente assai diversificato. Tale diversità però risulta essere confinata in particolari aree dove l'urbanizzazione e lo sfruttamento agricolo non sono giunti per presenza di aree tutelate o condizioni morfologiche particolari.

In termini di valori di biodiversità la provincia di Bergamo mostra un gradiente lungo un asse nord-sud (montagna, collina, assi fluviali, pianura) con il valore minimo che si registra in pianura, ad eccezione delle zone degli alvei fluviali, mentre nella zona collinare si hanno condizioni di maggiore variabilità da ricollegarsi all'abbandono delle aree decentrate e marginali, infine i valori di diversità espressi dalla montagna risultano mediamente superiori a quelli della pianura e della collina.

Ecosistema urbano

L'ecosistema urbano costituisce, nell'ambito di area vasta, la superficie di maggiore estensione che segue dopo il sistema agricolo. È costituito da diversi centri urbani che sono dislocati nell'alta

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 72 di 251

pianura bergamasca. La componente vegetazionale in tale contesto risulta particolarmente ridotta se non del tutto assente. Costituiscono elementi verdi della città le aree verdi urbane, filari e siepi alberate. La loro composizione è varia ma in particolar modo hanno subito l'influenza delle specie esotiche come la robinia e l'ailanto.

La fauna è nel complesso ridotta rispetto agli altri ambienti fin ora descritti. Risulta piuttosto frequentata da specie ad ampia valenza ecologica che hanno la capacità di sfruttare le costruzioni umane come siti di riproduzione e di riparo, l'ambiente urbano, seppur "costruito", fornisce un'elevata disponibilità di fonti alimentari, un microclima più clemente nel periodo invernale, maggior protezione dai predatori. La classe quindi maggiormente favorita è costituita dagli uccelli come il Piccione torraio, il Colombaccio, la Tortora dal collare, la Civetta, il Rondone, il Rondone pallido, il Torcicollo, la Rondine montana, la Rondine, il Balestruccio, il Codiroso spazzacamino, la Cornacchia grigia, tra gli ubiquitari si possono osservare il Merlo e la Capinera.

Sono più rari in ambito urbano i mammiferi e gli anfibi per scarsità di habitat idonei. Sono presenti tra i rettili, negli insediamenti umani ben assolti, le ormai ubiquitarie lucertole muraiole.

Ecosistema agricolo

Le superfici di questo ecosistema sono costituite in massima parte da seminativi, prati stabili, e vigneti, questi ultimi, distribuiti prevalentemente nelle aree a nord della città di Bergamo. Costituiscono un elemento caratterizzante il paesaggio agrario bergamasco "i sistemi verdi", ovvero siepi filari e fasce boscate che si distribuiscono, in modo più o meno omogeneo, in tutta la pianura bergamasca. Esse svolgono molteplici funzioni naturalistiche oltre ad avere un buon significato di ordine paesaggistico e turistico-ricreativo.

Dal punto di vista naturalistico oltre ad essere un elemento di biodiversità, tali sistemi costituiscono un'interfaccia ed un ambito di transizione progressiva tra la realtà degradata della pianura e la realtà più importante della collina e della montagna che funge da elemento di connessione ecologica.

I coltivi, i vigneti e i prati stabili sono degli habitat seminaturali adatti a specie avifaunistiche meno bisognose di una copertura arborea. Le aree aperte sono particolarmente idonee per la caccia di diverse specie di rapaci notturni e passeriformi che si nutrono di insetti, e le graminacee, inoltre, possono attirare tutte le specie granivore. La componente "sistemi verdi" costituisce, invece, un elemento fondamentale di riparo e di connessione ecologica.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 73 di 251

In questo ambito la classe faunistica maggiormente presente è quella dell'avifauna. Le principali specie avifaunistiche che si rivengono e caratterizzano questo habitat sono ad esempio i rapaci notturni quali la civetta, il gufo comune e l'assiolo. Un'altra specie rappresentativa e caratteristica è l'allodola che nidifica all'interno dei prati stabili. Altrettanto tipiche di questo ambiente sono la cutrettola, la ballerina bianca e la rondine che nidifica in prossimità delle cascine e dei manufatti umani presenti nelle zone coltivate. Il pigliamosche e il saltimpalo sono altre specie caratteristiche di tale ambiente. Si unisce a queste due specie il codiroso, specie che si osserva anche in prossimità dei centri urbani, soprattutto nei giardini.

Le altre classi faunistiche sono meno presenti. I mammiferi sono limitati a poche specie, per lo più roditori e insettivori che trovano rifugio in siepi, filari o macchie nelle aree limitrofe ai campi. Vi è, inoltre, l'ubiquitaria volpe, il riccio europeo, la talpa e l'avicola campestre.

Tra gli anfibi che frequentano le aree coltivate sono presenti la raganella italiana e meno frequentemente la rana verde. Soprattutto di notte, è facile osservare il rospo comune, mentre si muove tra le siepi o mentre attraversa le strade, meno comune è l'affine rospo smeraldino.

Tra i rettili è presente l'orbettino.

Ecosistema delle aree arboree e arbustive

Come già accennato, l'ecosistema boschivo è localizzato a Nord della pianura bergamasca, nelle aree collinari dell'omonima provincia, localizzandosi prevalentemente in aree di pertinenza forestale come castagneti, faggete, boschi misti di latifoglie, boschi misti di latifoglie e conifere, abetine, sia nelle Prealpi sia nel settore più interno delle Orobie. Su questi suoli si istaurano fitocenosi boschive che potenzialmente, nell'area indagata, appartengono al piano delle quercete caducifoglie e degli orno ostrieti; ad oggi, solo in alcune aree residuali si hanno queste formazioni, in particolare nel settore collinare di nord-est la prima, e nord la seconda. Difatti, queste formazioni sono state sostituite ad opera dell'uomo, prima dal castagneto, e poi, in epoca più recente, dal robinieto. In particolare, la robinia tende a penetrare nella vegetazione già presente e sostituisce completamente le formazioni originarie formando Robinieti puri. Tale fenomeno è particolarmente sviluppato nelle aree boscate con vegetazione in evoluzione che sono maggiormente predisposte ad accogliere specie pioniere con crescita rapida come la *Robina pseudoacacia* e l'*Ailantus altissima*.

La fauna delle aree boscate risulta essere molto differente rispetto alle aree dell'alta pianura bergamasca costituite prevalentemente da una matrice agricola e antropizzata. In particolare, sono

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 74 di 251

molto comuni gli ungulati come ad esempio il capriolo. Nel bosco sono presenti altri mammiferi come la talpa europea, il topo selvatico collo giallo, l'arvicola rossastra, il moscardino e lo scoiattolo.

Non mancano nei boschi della bergamansca, il riccio, il tasso, la volpe, la faina e la donnola.

Tra gli anfibi è nota la presenza della rana di Lataste tipica delle aree più umide del bosco come, d'altronde, lo sono la salamandra pezzata, il rospo comune, la raganella italiana e la rana agile. I rettili che vivono nelle formazioni boschive occupano perlopiù i margini e le aree aperte. Tra le specie presenti vi è il biacco e di particolare interesse faunistico il colubro di Esculapio o saettone. Tra gli uccelli il rappresentante delle specie nidificanti è il picchio rosso maggiore, il torcicollo e il picchio muratore. Raro è invece il rampichino.

Tra i rapaci notturni si trova comunemente l'allocco diffuso in tutta la bergamasca. Una delle specie più rappresentative dello strato arbustivo è, invece, la capinera. Molto comuni sono il merlo e il fringuello. Tipico corvide di queste formazioni arboree è la ghiandaia.

Ecosistema delle aree umide

L'ecosistema oggetto di trattazione è localizzato prevalentemente lungo il corso del Fiume Serio e del fiume Brembo, oltre alle sponde delle diverse rogge e dei canali.

Nelle aree adiacenti ai corsi fluviali sono presenti molte aree caratterizzate da vegetazione di greto prevalentemente arbustiva o erbacea caratterizzata dall'abbondante presenza di elementi nitrofilo-ruderali afferibili alle classi *Stellarietea mediae* e *Artemisietea vulgaris*.

Nelle aree più distali sono presenti formazioni arboreo arbustive che potenzialmente, e solo in piccoli lembi, sono ancora costituite da Salice bianco accompagnato dal pioppo nero, dall'ontano nero (*Alnus glutinosa*) talora dominante, dal salice ripariolo e dal salice rosso. Difatti, in particolar modo la *Robinia pseudoacacia* ha sostituito queste formazioni.

Per maggiori approfondimenti si rimanda allo Studio di impatto ambientale (NB1R02Y22RGS0001001A).

5.3.1.4 Aree di interesse ambientale e connessioni ecologiche

Nell'ambito del presente paragrafo sono affrontate, dapprima, le aree di interesse ambientale, intendendo con tale termine l'insieme di aree la cui importanza sotto il profilo naturalistico sia stata riconosciuta dalla loro inclusione all'interno dell'Elenco ufficiale delle aree naturali protette e/o dalla

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

loro designazione quali aree della Rete Natura 2000, e, successivamente, le reti ecologiche, per come individuate dai documenti prodotti dalle fonti istituzionali e/o dagli strumenti pianificatori.

Per quanto riguarda le aree di interesse ambientale, stante la definizione operatane, le fonti conoscitive ai quali si è fatto riferimento ai fini della loro individuazione sono state:

- 6° aggiornamento, approvato con Delibera della Conferenza Stato-Regioni del 17 dicembre 2009 e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 125 del 31.05.2010 e Regione Lombardia, Geoportale della Lombardia - Aree protette (Agg. 31/03/2020), al fine di individuare la localizzazione delle aree protette;
- MiTE, Portale FTP (Agg. Dicembre 2021), al fine di individuare la localizzazione della Rete Natura 2000.

Le aree di interesse ambientale presenti entro una porzione territoriale di 5 chilometri dall'asse della linea in progetto, e di seguito descritte, sono riportate nella tabella che segue.

Tabella 5-4 Aree di interesse ambientale presenti entro un raggio di 5 km dall'asse della linea ferroviaria in progetto

<i>Area protetta</i>	<i>Distanza</i>
Parco naturale "Parco naturale dei Colli di Bergamo"	4,9 km circa
Parco regionale "Parco dei Colli di Bergamo"	160 m circa
Parco regionale "Parco del Serio"	1,3 km circa
PLIS "Parco Agricolo Ecologico Madonna dei Campi"	1,4 km circa
PLIS "Parco del Monte Canto e del Bedesco"	2,1 km circa
PLIS "Parco del basso corso del Fiume Brembo"	2,7 km circa
PLIS "Parco del Rio Morla e delle rogge"	4,3 km circa
PLIS "Parco del Serio Nord"	4,6 km circa

Analogamente, anche per quanto attiene alla Rete Natura 2000, è possibile individuare i siti ricadenti entro una distanza inferiore di 5 km dall'asse ferroviario in progetto. In questo caso, si segnala unicamente la ZSC "Boschi dell'Astino e dell'Allegrezza" (IT2060012), ubicata a circa 1,4 km. Altre aree naturali protette e siti della Rete Natura 2000 presenti sono ubicati ad una distanza superiore di 5 km dalle opere in progetto.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A



Figura 5-19 Rete Natura 2000 (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

Per l'analisi della **Rete ecologica** si è fatto riferimento agli strumenti di pianificazione presenti sul territorio e nello specifico:

- Rete Ecologica Regionale della Lombardia approvata con la D.G.R n.8/10962 del 30 dicembre 2009 pubblicata con BURL n. 26 Edizione speciale del 28 giugno 2010 che ha pubblicato la versione cartacea e digitale degli elaborati;
- Rete Ecologica Provinciale definita dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Bergamo, approvato con DCP n. 37 del 7 novembre 2020.

Secondo quanto riportato nel documento “Rete Ecologica Regionale e programmazione territoriale degli enti locali”, la Rete Ecologica Regionale, già riconosciuta nel Piano territoriale regionale (PTR) come infrastruttura prioritaria per la Lombardia, si articola in tre livelli spaziali, rappresentati dal livello regionale primario comprendente, a sua volta, lo Schema Direttore regionale (in scala 1:250.000 ed inserito dal PTR) e la carta degli elementi rilevanti regionali (in scala 1:25.000), da un livello provinciale, comprendente le Reti Ecologiche Provinciali (REP) che si pongono come indirizzo e coordinamento delle reti ecologiche di livello locale, e da un livello locale, nel quale sono tra le altre comprese le Reti Ecologiche Comunali (REC) definite in sede di Piani di Governo del Territorio/Piani Regolatori Generali.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 77 di 251

Per quanto concerne il livello regionale, gli elementi della rete ecologica individuati nello Schema Direttore (cfr. PTR – Tav. 3 Infrastrutture prioritarie) sono rappresentati dagli “Elementi di primo livello” e dagli “Elementi di secondo livello”, dai “Corridoi regionali primari”, a loro volta articolati in “a bassa o moderata antropizzazione” ed in “ad alta antropizzazione”, dai “varchi” (Varco da deframmentare; Varco da tenere; Varco da tenere e deframmentare).

Rispetto all’area oggetto di intervento si evidenzia che essa afferisce al settore 91 - Alta pianura bergamasca all’interno del quale sono presenti i seguenti elementi:

- Corridoi primari: Fiume Adda, Fiume Brembo e Fiume Serio (classificati come “fluviale antropizzato”;
- Elementi di primo livello compresi nelle Aree prioritarie per la biodiversità (D.d.g. 3 aprile 2007 – n. 3376 e Bogliani et al., 2007. Aree prioritarie per la biodiversità nella Pianura Padana lombarda. FLA e Regione Lombardia): 06 Fiume Adda, 27 fascia dei fontanili, 08 Fiume Brembo, 11 Fiume Serio;
- Elementi di secondo livello: UC45 Colli di Bergamo; MI15 Bassa pianura bergamasca; CP39 Fiume Serio da Villa di Serio a Bariano. UC45 Colli di Bergamo; MI15 Bassa pianura bergamasca; CP39 Fiume Serio da Villa di Serio a Bariano. torrente Dordo (avente importante funzione di connessione ecologica), torrente Grandone (avente importante funzione di connessione ecologica), roggia Borgogna (avente importante funzione di connessione ecologica).

Trattasi di importanti settori di connessione tra la fascia alpina a Nord e la pianura a Sud in particolare il fiume Brembo e il Fiume Serio che sono entrambi elementi importanti per la connettività e si configurano come corridoi ecologici particolarmente importanti per numerose specie ittiche, ornitiche e floristiche, anche endemiche. L’area meridionale appare caratterizzata da una fitta matrice urbana che causa elevata frammentazione della continuità ecologica, mentre la parte settentrionale risulta essere un importante settore di connessione tra la fascia alpina a Nord e la pianura a Sud.

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

Progetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO
NB1R

LOTTO
02 Y 69

CODIFICA
RG

DOCUMENTO
CA0000001

REV.
A

FOGLIO
78 di 251

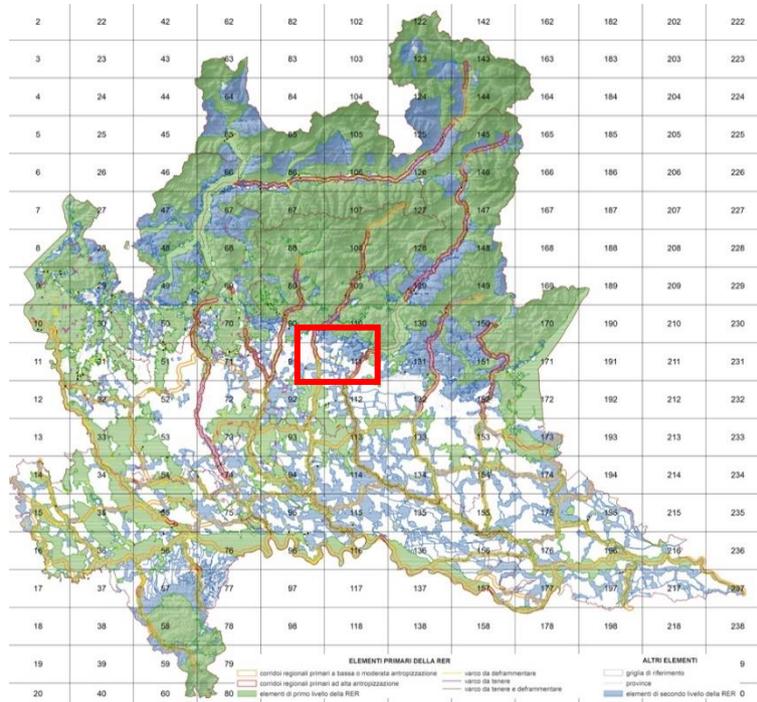


Figura 5-20 Allegato1_RER. Nel riquadro rosso il settore 91 "Alta pianura bergamasca"



Rete Ecologica Regionale (RER)		ELEMENTI DI PRIMO LIVELLO DELLA RER	
VARCHI DELLA RER		ELEMENTI DI SECONDO LIVELLO DELLA RER	
	Varco da deframmentare		
	Varco da tenere e deframmentare		
	Varco da tenere		

Figura 5-21 Stralcio della Rete Ecologica Regionale (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

Per quanto concerne le “Aree prioritarie per la biodiversità”, individuate nell’ambito della prima fase di progetto della Rete ecologica regionale e definite con ddg 3376 del 03.04.2007 nell’area di indagine sono presenti il fiume Brembo e i Boschi dell’Astino e dell’Allegrezza.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

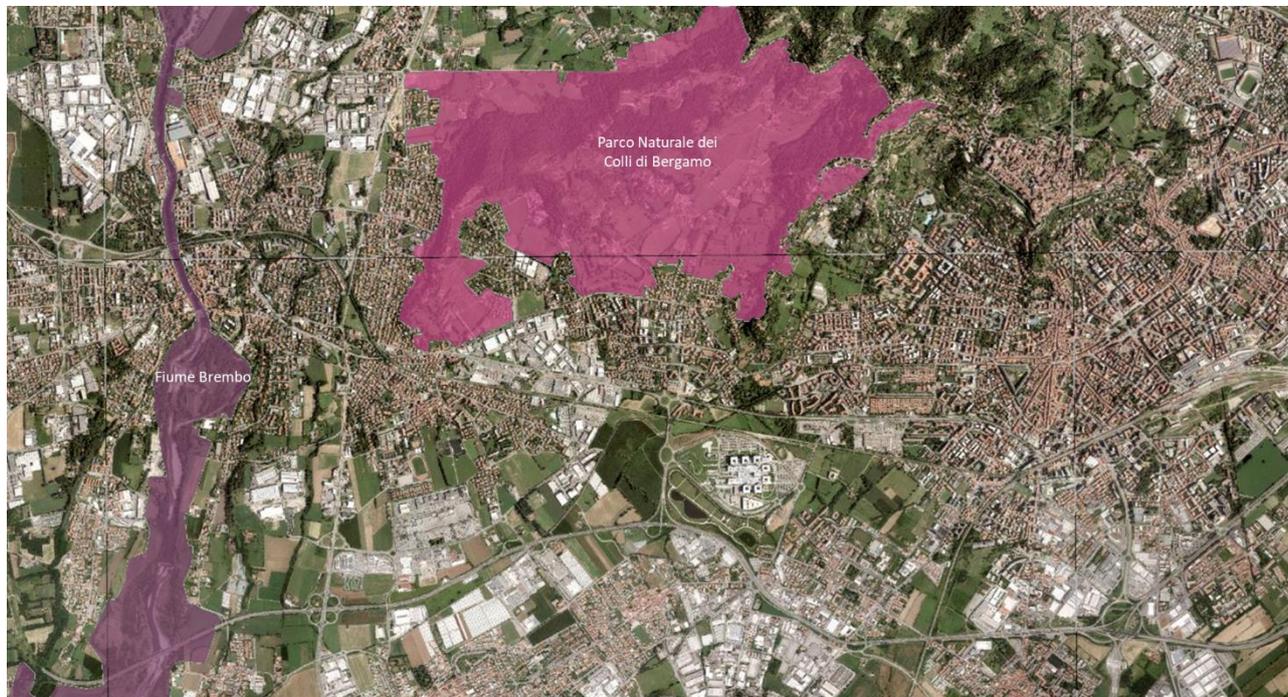


Figura 5-22 Aree Prioritarie per la Biodiversità (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

A livello provinciale, il PTCP, nel definire la REP, assume e fa propria la Rete Ecologica Regionale, specificandone l'articolazione spaziale e gli elementi costitutivi.

La Rete Ecologica Provinciale (REP), secondo quanto disposto dall'articolo 31 delle regole di piano, è funzionale a perseguire i seguenti obiettivi generali:

- a. la tutela e lo sviluppo del valore ecosistemico
- b. la valorizzazione e la ricostruzione delle relazioni tra i siti di Rete Natura 2000 e gli spazi aperti del territorio provinciale
- c. la salvaguardia della biodiversità, anche in relazione a interventi di contenimento della diffusione delle specie alloctone
- d. la tutela dei varchi di connettività ecologica

Secondo quanto riportato nella tavola del PTCP "Rete ecologica provinciale", l'area di studio risulta ubicata in un contesto fortemente antropizzato, connotato dalla presenza di un corridoio di connessione ripariale e un varco da mantenere e deframmentare, mentre gli altri elementi della REP sono collocati per lo più in corrispondenza delle aree protette del Fiume Brembo, dei Colli di Bergamo e dei PLIS di pianura.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO					
LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO						
VARIANTE CASCINA POLARESCO						
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 81 di 251

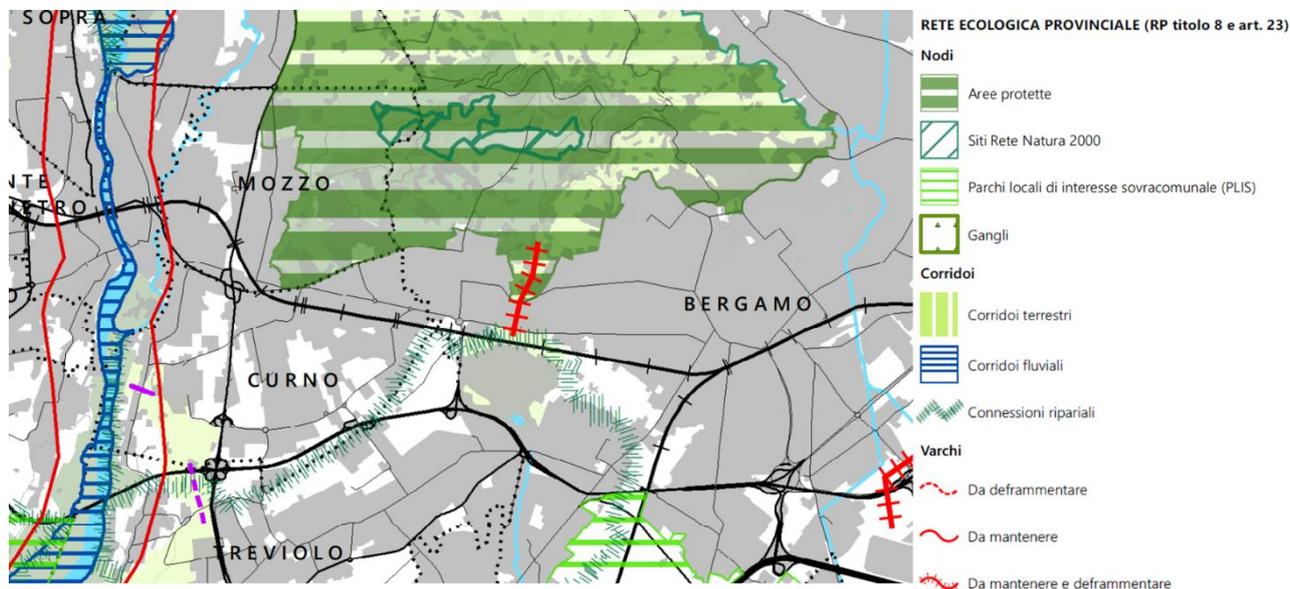


Figura 5-23 Stralcio della REP di Bergamo

Per quanto riguarda nello specifico i varchi, l'art. 32 definisce i seguenti indirizzi:

- salvaguardare la loro estensione, evitando interventi di trasformazione in senso edificatorio o per infrastrutture;
- provvedere alla qualificazione e alla estensione della dotazione arboreo-arbustivo
- individuare gli elementi di mitigazione e compensazione degli eventuali interventi previsti che possano comprometterne la funzionalità ecosistemica.

Per quanto attiene ai nodi e corridoi invece, l'art.32 del PTCP definisce:

- evitare interventi di trasformazione che possano comprometterne la funzionalità ecosistemica;
- nel caso di interventi di trasformazione che possano comprometterne la funzionalità ecosistemica, sono da definire idonei interventi di mitigazione e compensazione.

Inoltre, il co. 7 del medesimo art. 32 stabilisce che i Comuni, in sede di formulazione della propria strumentazione urbanistica generale, specificano ad una scala di maggior dettaglio la giacitura spaziale degli elementi della REP e definiscono così la rete ecologica comunale, attraverso i criteri e le modalità definite dagli indirizzi di carattere regionale.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

5.3.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Prima di entrare nel merito delle specifiche metodologiche sulla base delle quali è stato condotto lo studio dell'effetto in esame e delle risultanze alle quali questo ha condotto, si ritiene necessario condurre alcune precisazioni atte a meglio inquadrarlo sotto il profilo teorico.

L'effetto in esame consiste nella sottrazione di habitat e biocenosi, ossia nella perdita di specie vegetali e di lembi di habitat, nonché – conseguentemente - di possibili siti di nidificazione, riposo, alimentazione, ecc. per la fauna, ed è determinato dalle operazioni di taglio ed eradicazione della vegetazione, che si rendono necessarie ai fini dell'approntamento delle aree di cantiere fisso e delle aree di lavoro.

In tal senso, l'azione di progetto all'origine dell'effetto in esame è rappresentata dall'approntamento delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro e, come tale, detta azione è ascrivibile alla fase di cantierizzazione.

Ciò premesso, affrontando l'analisi sotto il profilo strettamente concettuale, l'effetto in esame non è unicamente attribuibile alla sola fase di cantierizzazione, quanto anche alla presenza fisica dell'opera in progetto. In tal senso, occorre distinguere le aree oggetto dell'azione di progetto, ossia le aree di cantiere fisso/aree di lavoro, rispetto a due distinte situazioni.

La prima di dette due situazioni riguarda la quota parte di aree di cantiere fisso/aree di lavoro che, al termine delle lavorazioni, saranno ripristinate nel loro stato originario; in tal caso, l'azione di progetto è data dalle attività necessarie al loro approntamento e l'effetto si esaurisce all'interno della fase di cantierizzazione. La seconda situazione è riferita a quella restante parte delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro che sarà impegnata dall'impronta dell'opera in progetto, intesa con riferimento ai tratti di opere di linea in rilevato ed in trincea. In tale secondo caso, l'azione di progetto è più propriamente rappresentata dalla presenza del corpo stradale ferroviario, delle aree di localizzazione di tutte le opere accessorie, nonché delle opere viarie connesse, e di conseguenza l'effetto è ascrivibile alla dimensione fisica dell'opera in progetto.

Ciò premesso, pur nella consapevolezza di dette differenze di ordine concettuale, nell'economia della presente trattazione è stata operata la scelta di considerare l'effetto in esame come esito dell'attività di approntamento delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro, assunta nella sua totalità, con ciò prescindendo dall'essere dette aree restituite allo stato originario o interessate dall'opera in progetto. Per coerenza logica, tale differenza è stata quindi considerata sotto il profilo delle

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

caratteristiche dell'effetto, temporaneo e reversibile, nel primo caso, e definitivo ed irreversibile, nel secondo.

Chiarito l'approccio metodologico assunto ai fini della presente analisi, per quanto concerne gli aspetti strettamente operativi si precisa che le analisi nel seguito riportate sono l'esito della consultazione delle seguenti fonti conoscitive istituzionali:

- Uso e copertura del suolo 2018 (DUSAF 6.0). Fonte: Geoportale della Regione Lombardia;
- "Carta forestale (perimetro boschi), realizzata dalla "mosaicatura" delle carte dei tipi forestali dei Piani di Indirizzo Forestale redatti dalle Comunità montane, dai Parchi regionali e dalle Province e inviati a Regione Lombardia. Fonte: Geoportale della Regione Lombardia;
- Carta della copertura forestale e dei sistemi verdi del Piano di Indirizzo Forestale dei territori esterni ai Parchi e alle Comunità Montane. Fonte SIT Provincia di Bergamo.
- Carta degli habitat di interesse comunitario nei Siti Natura 2000, aggiornamento 2021. Fonte: Regione Lombardia - Osservatorio Regionale per la Biodiversità.

Le informazioni tratte dalle fonti conoscitive soprariportate sono state, inoltre, integrate con la consultazione delle ortofoto satellitari disponibili sul web, il cui aggiornamento, per quanto segnatamente riguarda quelle consultabili attraverso "Google Maps", è al 2021.

In termini generali, come emerge dall'analisi dell'elaborato cartografico "Analisi delle risorse naturali suolo, vegetazione, biodiversità", l'ambito di localizzazione delle opere in progetto è collocato all'interno di un contesto territoriale il cui soprassuolo è prevalentemente costituito da tessuto residenziale e aree agricole utilizzate, in particolare, seminativi semplici.

Le aree classificabili a vegetazione naturale presenti sono localizzate in prevalenza sui rilievi collinari e lungo le sponde dei fiumi Brembo e Serio ad una certa distanza dall'area di intervento mentre le aree naturali più prossime sono costituite da vegetazione delle aree urbane, vegetazione delle aree residuali e parchi urbani, e sono costituite, da vegetazione alloctona come robinia (*Robinia pseudoacacia*), ailanto (*Ailanthus altissima*) e da specie residuali delle formazioni originali quali rovere (*Quercus petraea*), ornielli (*Fraxinus ornus*), carpini e roverella (*Quercus pubescens*). Tutte le suddette aree a vegetazione naturale sono caratterizzate da una limitata estensione areale e un andamento discontinuo.

Per quanto attiene le superfici vegetate interessate dalle aree di cantiere fisso riconfigurate ed inserite a seguito della Variante Polaresco, le aree in cui sono presenti formazioni arboree e

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

arbustive sono rappresentate da elementi residuali al margine dei campi o delle infrastrutture viarie e ferroviarie e si compongono in prevalenza da robinia, sambuco, olmo e ailanto, dunque formazioni a bassa naturalità, e le aree a vegetazione seminaturale sono connotate per la maggior parte da seminativi semplici e in parte minore prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive, corrispondenti all'habitat 6510. La presenza effettiva di tale habitat deve essere soggetta a verifica, in quanto, essendo questo habitat semi-naturale, il suo mantenimento è legato intrinsecamente al mantenimento delle tradizionali attività gestionali, in particolare lo sfalcio (con allontanamento della biomassa), e una concimazione blanda. Se la pratica dello sfalcio viene completamente abbandonata si assiste all'insediamento di specie di orlo e di mantello che innescano processi dinamici che conducono, in tempi variabili, ad una completa sostituzione dell'habitat. Dove la concimazione aumenta, si ha al contrario la diffusione di specie nitrofile. La pratica della semina migliorativa, qualora effettuata con semi di provenienza non locale, potrebbe rappresentare un impatto legato alla diffusione di specie aliene.

Inoltre, occorre considerare che la sottrazione di vegetazione conseguente alla localizzazione delle citate aree di cantiere si connota quale effetto a carattere temporaneo in quanto, al termine delle lavorazioni, dette aree saranno restituite allo stato originario, ripristinando e potenziando l'habitat 6510 nel caso di un suo coinvolgimento e preferendo, nel caso di aree con formazioni arboree e arbustive, l'impianto di specie vegetazionali autoctone.

Entrando più nello specifico, rispetto alla superficie complessiva occupata dalle aree di cantiere fisso, pari a 41.172 m² circa, le superfici vegetate maggiormente interessate dalla cantierizzazione sono quelle ad uso agricolo, rappresentate da seminativi semplici per il 98,4% circa e da prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive per lo 0,5% circa. La restante quota parte è costituita da aree a vegetazione di tipo naturale quali cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree per lo 0,9% circa e cespuglieti in aree agricole abbandonate per lo 0,1% circa.

Tabella 5-5 Aree di cantiere fisso: Quadro riepilogativo tipologie vegetazionali interessate – Variante Polaresco

Tipologia vegetazionale		Aree vegetate interessate (m ²)	
		Parziale	Totale
Aree a vegetazione	Cespuglieti in aree di agricole abbandonate	50	440

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Tipologia vegetazionale		Aree vegetate interessate (m ²)	
		Parziale	Totale
naturale	Cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree	391	
Vegetazione seminaturale	Seminativi semplici	40.563	40.732
	Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	219	
Totale aree vegetate interessate dalle aree di cantiere			41.172

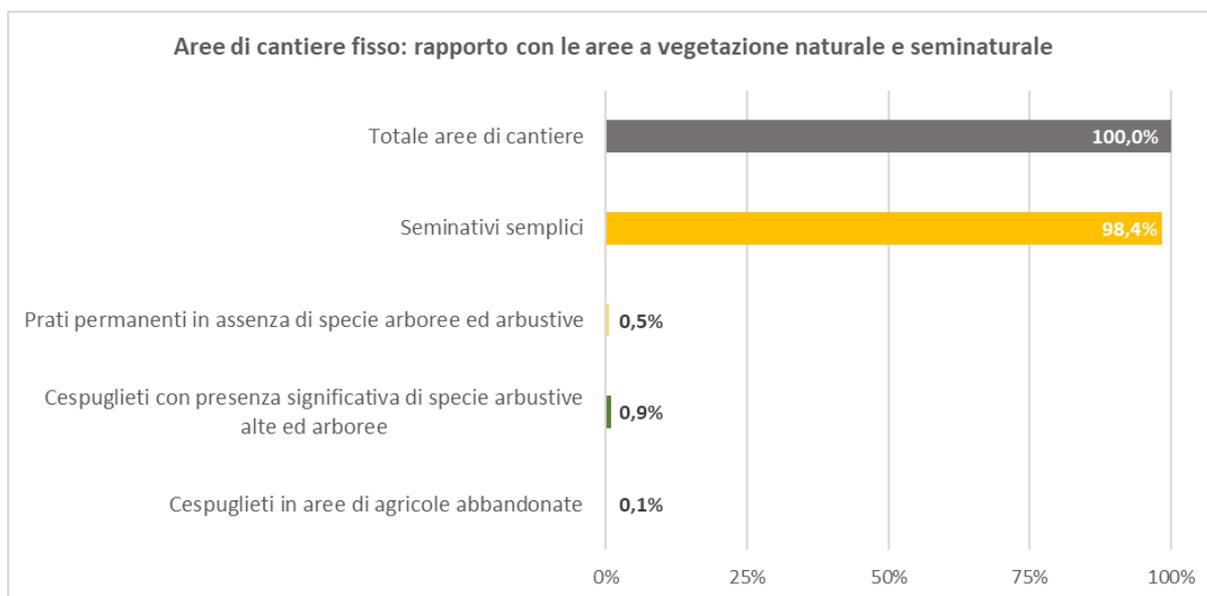


Figura 5-24 Aree di cantiere fisso: Quadro riepilogativo tipologie vegetazionali interessate – Variante Polaresco

Per quanto riguarda le superfici connotate dalla presenza di seminativi semplici, esse saranno principalmente interessate dai cantieri fissi 1.DT.01, 1.CO.01 e 1.AT.05.

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

Progetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	86 di 251



	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A



Figura 5-25 Aree di cantiere fisso 1.DT.01, 1.CO.02 e 1.AT.05 su foto aerea e rilievo fotografico

Per tali aree occorre considerare che una porzione, anche se molto limitata, sarà occupata dall'opera di raddoppio. Stante quanto appena detto, si precisa che al termine dei lavori la quota parte di superfici non occupate definitivamente dall'ingombro dell'opera in progetto, saranno ripristinate allo stato originario.

L'area tecnica 1.AT.05 secondo il DUSAF interessa anche un'area molto ristretta (50 m² circa) caratterizzata da vegetazione naturale e costituita da boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo. Dalla fotointerpretazione dell'area in esame, tale superficie in effetti non risulta essere rappresentata da un'area boscata, bensì la vegetazione presente rispecchia maggiormente dei cespuglieti in aree di agricole abbandonate, costituiti da vegetazione a diversa composizione floristica e strutturale di sostituzione di superfici soggette ad usi agricoli non utilizzate da più anni e che presenta in essa sia associazioni erbacee che arbustive ed arboree con quest'ultime che non superano il 10% della superficie.

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

Progetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	88 di 251



Figura 5-26 A sinistra l'area di cantiere fisso 1.AT.06 (in arancione) su foto aerea e a destra rilievo fotografico

Tale osservazione è confermata dalla Carta dei tipi forestali del Piano di Indirizzo Forestale (PIF) della Provincia di Bergamo che associa l'area a siepi arboree ed arbustive continue costituite da una composizione articolata di specie.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

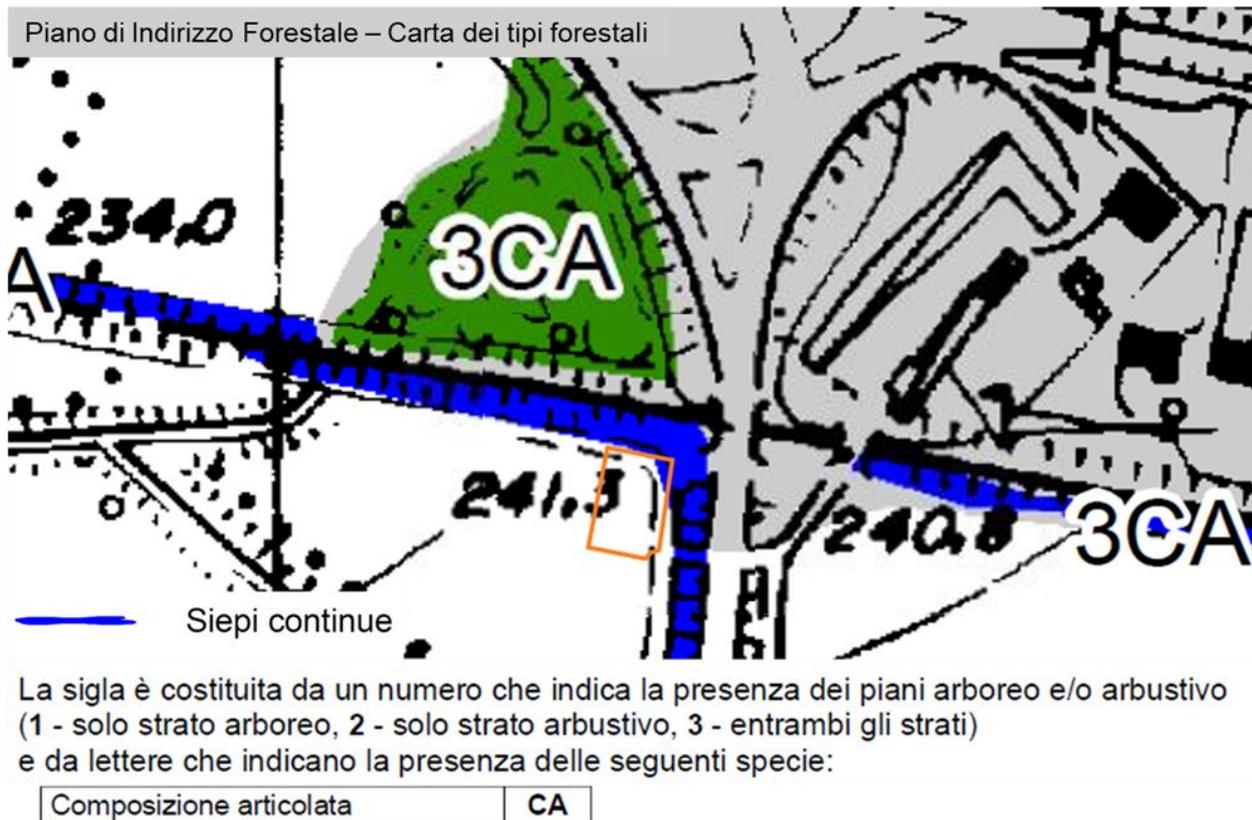


Figura 5-27 Rapporto tra l'area tecnica 1.AT.05 (in arancione) e la Carta dei tipi forestali del Piano di Indirizzo Forestale della Provincia di Bergamo

Inoltre, la composizione della compagine vegetale della superficie naturale interessata risulta essere costituita da formazioni antropogene tipiche degli ambiti degradati e di margine, connotate dalla prevalente presenza di *Robinia pseudoacacia*, specie alloctona ed altamente invasiva.

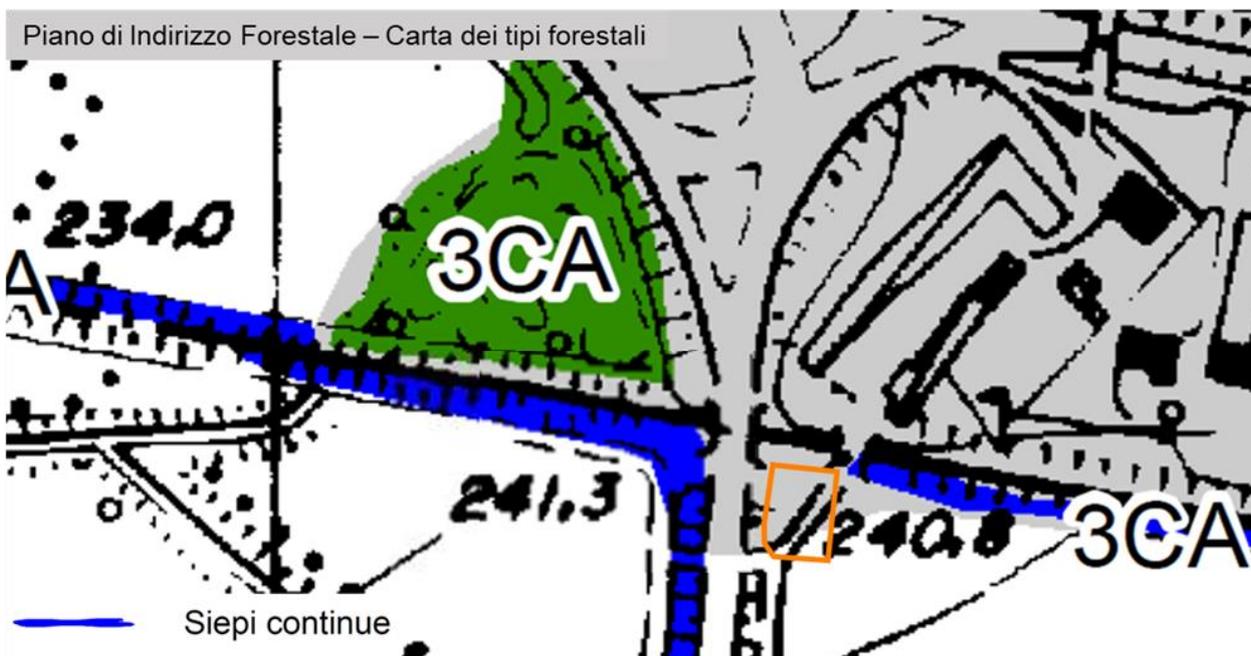
Stante quanto sin qui riportato, appare dunque evidente come l'estensione delle aree a vegetazione naturale interessate dall'approntamento dell'area tecnica 1.AT.05, sia limitata ad un'area ridotta a vegetazione per lo più sinantropica cresciuta spontaneamente ai margini della linea ferroviaria esistente.

Per quanto riguarda il cantiere 1.AT.06, l'area da esso interessata risulta in prevalenza occupata da cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree e prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive.

Mediante rilievo fotografico (cfr. Figura 5-28) si pone in evidenza come tali cespuglieti siano costituiti da vegetazione tipica delle aree residuali e marginali alle infrastrutture caratterizzata difatti

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

da specie alloctone infestanti quali la *Robinia pseudoacacia* dotate di uno scarso valore in termini di naturalità.



La sigla è costituita da un numero che indica la presenza dei piani arboreo e/o arbustivo (1 - solo strato arboreo, 2 - solo strato arbustivo, 3 - entrambi gli strati) e da lettere che indicano la presenza delle seguenti specie:

Composizione articolata	CA
-------------------------	----

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 91 di 251

Figura 5-28 In alto l'area di cantiere fisso 1.AT.06 (in arancione) su foto aerea e rilievo fotografico; in basso la medesima area di cantiere su Carta dei tipi forestali del Piano di Indirizzo Forestale della Provincia di Bergamo

Per quanto concerne la superficie connotata, secondo il DUSAF 6.0, dalla presenza di prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive, dalla consultazione della Carta degli habitat (aggiornamento 2021) è emerso che detta superficie risulta essere occupata dall'habitat 6510 Praterie magre da fieno a bassa altitudine (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*).

L'habitat 6510 risulta molto diffuso nel territorio regionale e, come riportato nel documento "Supporto tecnico-scientifico alle attività dell'Osservatorio Regionale per la Biodiversità della Lombardia"², disponibile sul sito dell'Osservatorio Regionale della Biodiversità di Regione Lombardia, nonché nel documento "Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: Habitat" di ISPRA, quando sottoposto a regolare gestione, l'habitat 6510 è molto ricco in specie e strutturalmente complesso.

Trattandosi di un habitat semi-naturale, come già anticipato precedentemente, il mantenimento di una adeguata struttura e composizione in specie è legato intrinsecamente al mantenimento delle tradizionali attività gestionali, in particolare lo sfalcio (con allontanamento della biomassa), e una concimazione blanda. Il rallentamento delle pratiche colturali determina accumulo di materia organica, modificazione dei rapporti di abbondanza tra le specie, e rapida diminuzione della ricchezza specifica.

Se la pratica dello sfalcio viene completamente abbandonata si assiste all'insediamento di specie di orlo e di mantello che innescano processi dinamici che conducono, in tempi variabili, ad una completa sostituzione dell'habitat. Dove la concimazione aumenta, si ha al contrario la diffusione di specie nitrofile. La pratica della semina migliorativa, qualora effettuata con semi di provenienza non locale, potrebbe rappresentare un impatto legato alla diffusione di specie aliene.

Effettuata questa premessa, dalla Figura 5-29 è possibile osservare come l'area interessata dalla presenza dell'habitat che sarà occupata temporaneamente dal cantiere fisso 1.AT.06 è molto

² Brusa G., Cerabolini B.E.L., Dalle Fratte M., De Molli C., 2017. Protocollo operativo per il monitoraggio regionale degli habitat di interesse comunitario in Lombardia. Versione 1.1. Università degli Studi dell'Insubria - Fondazione Lombardia per l'Ambiente, Osservatorio Regionale per la Biodiversità di Regione Lombardia.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

limitata, soprattutto considerando che la reale estensione dell'habitat non corrisponde perfettamente con la perimetrazione definita dalla Carta degli habitat, in quanto include al suo interno porzioni di cespuglieti e parte della strada.

In aggiunta a ciò, si evidenzia come al termine dei lavori le aree di cantiere fisso che interessano temporaneamente superfici caratterizzate dalla presenza dell'habitat 6510 saranno oggetto di interventi di ripristino e potenziamento dell'habitat stesso.



Figura 5-29 Area di cantiere fisso 1.AT.06 (in arancione) su stralcio della Carta degli habitat aggiornata al 2021. Fonte: Regione Lombardia - Osservatorio Regionale della Biodiversità

Oltre alle aree di cantiere fisso appena analizzate, bisogna effettuare una precisazione sull'area di cantiere fisso facente parte dell'1.AT.03 e impiegata per la realizzazione della VI05. Infatti, secondo la Carta degli habitat, anche questo interessa una superficie connotata dalla presenza dell'habitat 6510 (cfr. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Al termine dei lavori, il progetto della Variante di Polaresco prevede che il cantiere in questione sarà quasi totalmente occupato da un'area di laminazione e dispersione. Si precisa che la realizzazione di detta area non implica l'impermeabilizzazione del suolo e, di conseguenza, l'impossibilità dell'habitat di ristabilirsi. Per tale motivo, al termine dei lavori, l'area in esame sarà oggetto di ripristino e potenziamento dell'habitat.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

5.3.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Lo studio delle mitigazioni dell’impatto dei cantieri sulle componenti naturalistiche viene rivolto sia a contenere il fenomeno dell’alterazione della qualità visiva indotto dall’impianto dei cantieri sia il danno o l’alterazione alle componenti naturalistiche.

Al termine dei lavori le aree di cantiere saranno oggetto di opere a verde, ripristino e potenziamento dell’habitat 6510 e interventi di ripristino della situazione ante – operam.

Per quanto riguarda il disturbo generato dalle polveri e dal rumore si rimanda alle misure di mitigazione descritte nei rispettivi paragrafi.

5.4 MATERIE PRIME

5.4.1 Stima dei fabbisogni

Per la realizzazione delle opere previste si necessita di un fabbisogno complessivo di $113.379 m^3$ di materiali terrigeni, di cui l’approvvigionamento esterno ammonta a $84.877 m^3$. In particolare, i quantitativi di materiale previsti sono:

- 46.323 mc di inerti per calcestruzzi/anticapillare;
- 47.956 mc di rilevati/supercompattato;
- 5.097 mc di rinterri/ritombamenti sottoposti ad azioni ferroviarie e/o stradali;
- 14.004 mc di terreno vegetale.

Per quanto riguarda le wbs interessate dalla variante progettuale, sono previsti i seguenti quantitativi di materiale in approvvigionamento, confrontati con i quantitativi relativi al precedente Progetto Definitivo:

	Progetto definitivo [m ³]	Variante [m ³]	Variazione [m ³]
inerti per calcestruzzi/anticapillare	6.873	2.535	-4.338
rilevati/supercompattato	4.431	15.902	11.471
rinterri/ritombamenti sottoposti ad azioni ferroviarie e/o stradali	719	1.398	679
terreno vegetale	483	171	-312
TOTALE	12.506	20.006	7.500

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Si osserva che, a seguito della variante progettuale di Cascina Polaresco, i quantitativi di materiale in approvvigionamento aumentano di $7.500 m^3$ pari a circa il 7% del fabbisogno complessivo del progetto di raddoppio della linea pari a $113.379 m^3$. Parte del fabbisogno delle wbs in variante, inoltre, sarà coperto da riutilizzo interno al progetto dei materiali da scavo e nello specifico saranno riutilizzati $1.398 m^3$ di materiale provenienti da altre wbs con una riduzione netta del fabbisogno di circa il 6,5%.

5.4.2 Gestione dei materiali di fornitura

Premesso che il periodo di deposito in cantiere del materiale di fornitura sarà limitato nel tempo, ovvero che lo stesso sarà impiegato nell'immediato, è comunque previsto l'impiego di un telo di protezione del terreno.

5.4.3 Le aree estrattive

Gli impianti di seguito riportati sono stati selezionati in ragione dell'adeguatezza dei materiali estratti alle caratteristiche richieste dal progetto, della distanza intercorrente con l'area di intervento, nonché della dotazione di titoli autorizzativi in termini di validità.

Sarà comunque onere dell'Appaltatore qualificare in fase di esecuzione gli impianti di approvvigionamento, verificandone disponibilità ed attività, integrando eventualmente l'elenco di cui sotto.

La seguente Tabella 5-6 riporta l'elenco delle cave attive individuate in prossimità delle aree di intervento.

Tabella 5-6: Siti di approvvigionamento inerti

ID	SOCIETA'	LOCALITA' COMUNE PROVINCIA	LITOLOGIA	Det. Decreto	Volumetria (mq)	Dist (km)
C1	Cava Sabbionera S.r.l.	Loc. Cerro, Bottanuco, BG	Sabbia e Ghiaia	2909 del 20/12/2018	1260263	19,6
C2	Consorzio Dell'Isola	Loc. Facchinette e Loc. Molino, Medolago e Solza, BG	Sabbia e Ghiaia	3010 del 28/12/2018	362819	20,3
C3	Italcementi S.p.a.	Loc. Colle Pedrino, Caprino Bergamasco e Palazzago, BG	Calcare per cemento	1258 del 25/06/2019	4600000	31,8
C4	Nuova Demi S.p.a.	Loc. Arnichi, Brembate, BG	Sabbia e Ghiaia	1404 del 17/07/2019	164104	18,1
C5	Imprese Pesenti S.r.l.	Loc. Cascina Bellinzana, Covo, BG	Sabbia e Ghiaia	1857 del 20/09/2018	1529000	28,7

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

C6	Cava delle Capannelle S.r.l.	Loc. Capannelle, Grassobbio BG	Sabbia e Ghiaia	1796 del 11/10/2017	887500	13,6
C7	F.Ili Testa S.r.l.	Loc. Cascina Portico Nuovo, Ghisalba, BG	Sabbia e Ghiaia	1151 del 08/06/2018	535600	17,5
C8	Milesi geom. Sergio S.r.l.	Loc. Cascina Birond, Brusaporto, BG	Sabbia e Ghiaia	1195 del 15/06/2018	354000	9,8
C9	Cava di Palosco di Tiraboschi, Carrara e Morosini S.r.l.	Loc. Bettolino, Palosco, BG	Sabbia e Ghiaia	1117 del 07/06/2018	1250000	26,7
C10	Cava Francesca S.r.l.	Loc. Fornasetta, Pontirolo Nuovo, BG	Sabbia e Ghiaia	67 del 18/01/2018	602600	23,0
C11	Cava Santo Stefano S.r.l.	Loc. Cascina Campagna, Calcinate, BG	Sabbia e Ghiaia	1174 del 13/06/2018	256000	14,8
C12	CO.GEST S.r.l.	Loc. Ca' D'Arcene, Pontirolo Nuovo e Ciserano	Sabbia e Ghiaia	1958 del 06/11/2017	2232376	18,3

Per approfondimenti e dettagli circa le aree estrattive selezionate si rimanda all'elaborato specialistico e relativi elaborati cartografici "NB1R02D69RGCA0000001A_Siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione Generale".

5.4.4 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Come si evince dai quantitativi riportati al precedente paragrafo 5.4.1, a fronte di un fabbisogno di materiali terrigeni pari a $113.379 m^3$, in ragione delle previste modalità di gestione delle terre di scavo (gestione in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017; cfr. "Piano di utilizzo dei materiali di scavo" - NB1R02D69RGTA0000003B), l'approvvigionamento esterno è stimato in $84.877 m^3$, con ciò evitando un consumo di risorse non rinnovabili per $28.502 m^3$, pari a circa il 25% del fabbisogno totale.

Per quanto invece concerne l'offerta di siti estrattivi, la ricognizione condotta e documentata nell'elaborato "Siti approvvigionamento e smaltimento" (NB1R02D69RGCA0000001A), tutti i siti identificati in via preliminare sono dotati di titolo autorizzativo in corso di validità e sono posti entro un raggio massimo di distanza dall'area di interventi di ca. 40 chilometri, nonché – come ovvio – coerenti sotto il profilo delle tipologie di materiali estratti.

Per quanto riguarda la variante di Cascina Polaresco, sulla scorta delle considerazioni effettuate sulla variazione dei materiali in approvvigionamento rispetto al Progetto Definitivo, si può concludere che l'incidenza sull'aspetto in esame si possa ritenere trascurabile.

**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCOProgetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	96 di 251

Considerata la consistente riduzione dei fabbisogni e l'esistenza di offerta pianificata/autorizzata di siti estrattivi, l'effetto concernente l'uso di materie prime può essere ritenuto trascurabile (cfr. par. 1.2.3 – Livello di significatività B).

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

6 EMISSIONE E PRODUZIONE

6.1 DATI DI BASE

6.1.1 Ricettori

Il tracciato di progetto di lunghezza pari a circa 6 km di raddoppio la Linea Storica esistente si sviluppa dalla stazione di Curno a Bergamo e attraversa i territori comunali di Curno e Bergamo più interventi puntuali di rifacimento del PRG nella stazione di Ponte San Pietro. In particolare la presente relazione si concentra sugli effetti derivanti dalla realizzazione della variante di tracciato in corrispondenza della “Cascina Polaresco”.

Il territorio attraversato risulta prettamente a carattere abitativo, intramezzato da sporadici insediamenti industriali e terreni agricoli, l'intero tracciato presenta, quindi, ricettori diffusi contermini alle aree di cantiere fisse e mobili e anche ricettori sensibili.

Per il presente studio è possibile individuare e definire, quindi, un contesto ambientale nella quale sono localizzate le principali aree di cantiere fisse e/o mobili: il contesto cittadino, con presenza di ricettori ad alta densità e ricettori sensibili.

In riferimento alla tipologia individuata, a scopo illustrativo, si riporta uno stralcio delle aree di cantiere.

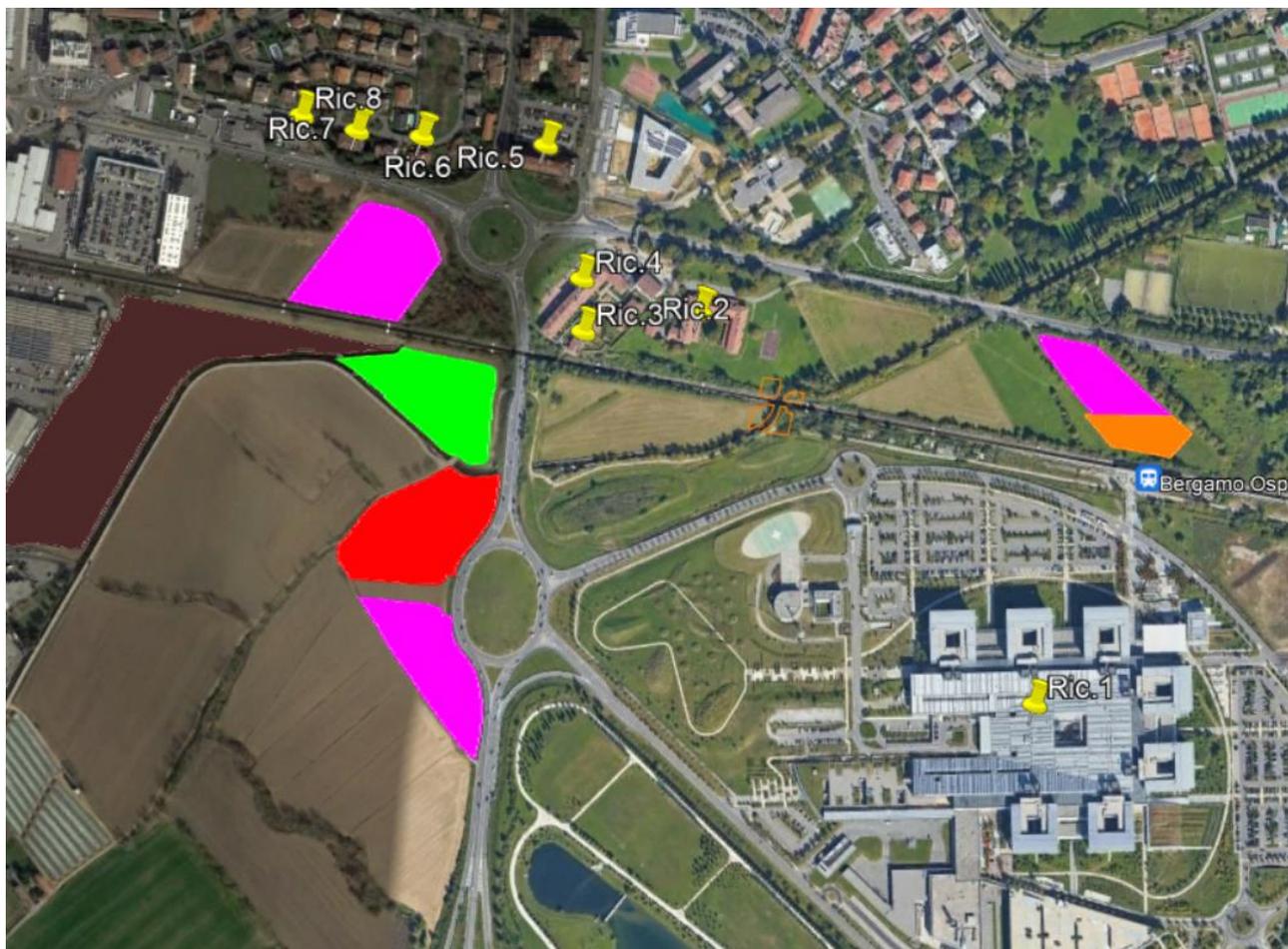


Figura 6-1 Contesto ambientale di riferimento - presenza di ricettori in prossimità delle aree di cantiere di tipo fisso e/o mobile

6.1.2 Identificazione delle aree di cantiere e degli scenari di simulazione

Sulla scorta delle valutazioni avanzate nel precedente paragrafo è possibile identificare le aree di cantiere fisso e/o mobile, che potrebbero interferire in termini di emissioni acustiche, vibrazionali e atmosferiche con i ricettori contermini.

Premettendo, quindi, che l'intero tracciato ferroviario si sviluppa in un contesto fortemente urbanizzato e che quindi tutte le aree di cantiere sono potenzialmente interferenti con ricettori contermini, sono stati individuati 2 scenari di simulazione.

Scenario base

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO					
LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO						
VARIANTE CASCINA POLARESCO						
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 99 di 251

Lo scenario base di simulazione si trova nel comune di Bergamo e concerne il Cantiere Operativo 1.CO.02, l'area è situata a circa 400 m di distanza da un ricettore sensibile come l'ospedale di Bergamo. Tale scenario è ritenuto rappresentativo della situazione in assenza di variante, in quanto si ritiene che il contributo dei lavori di linea possa essere ritenuto trascurabile rispetto all'impatto dovuto alla presenza del cantiere operativo



Figura 6-2 primo scenario oggetto di simulazione modellistica

Le caratteristiche principali delle aree di cantiere/lavoro oggetto di specifica valutazione modellistica sono di seguito riassunte, dapprima in funzione della descrizione e della superficie (cfr. Tabella 6-1).

Tabella 6-1 Elenco delle aree di cantiere/lavoro oggetto della valutazione

ID	Descrizione	Superficie Cantieri
1.CO.02	Cantiere Operativo	12.340 mq

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Scenario con presenza di cantieri mobili

Lo scenario di simulazione si trova nel comune di Bergamo e comprende il Cantiere Operativo 1.CO.02. e tre cantieri mobili per la realizzazione del rilevato, della trincea e della galleria artificiale. L'area è situata in prossimità di un ricettore sensibile come l'ospedale di Bergamo. Tale scenario rappresenta la situazione in presenza di variante, ovvero simula l'incremento dell'impatto sulla componente ambientale dovuto all'aggiunta di nuove wbs ovvero quelle che riguardano la galleria artificiale e le relative trincee e rilevati di approccio.

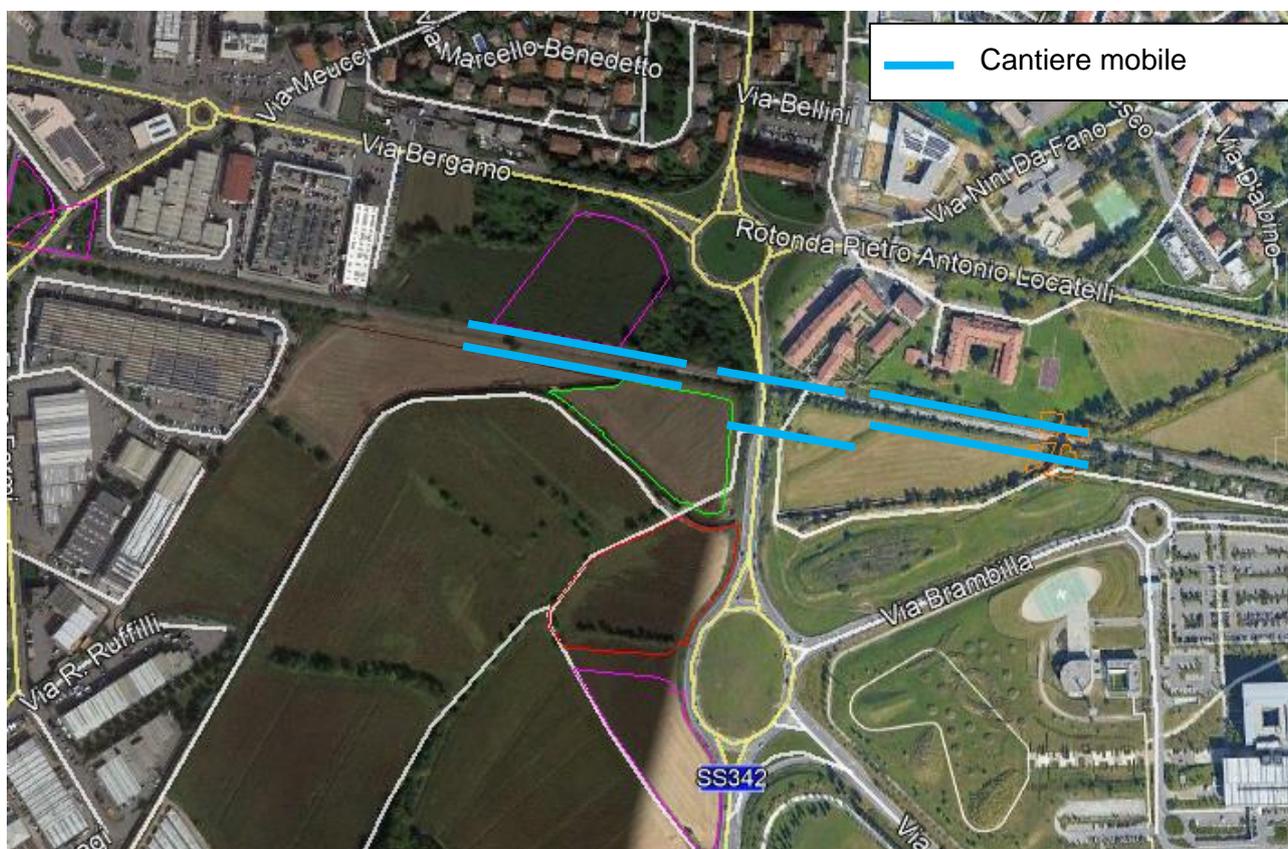


Figura 6-3 secondo scenario oggetto di simulazione modellistica

Le caratteristiche principali delle aree di cantiere/lavoro oggetto di specifica valutazione modellistica sono di seguito riassunte, dapprima in funzione della descrizione e della superficie (cfr. Tabella 6-1).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Tabella 6-2 Elenco delle aree di cantiere/lavoro oggetto della valutazione

ID	Descrizione	Superficie Cantieri
1.CO.02	Cantiere Operativo	12.340 mq
RI03	Cantiere mobile (rilevato)	4.800 mq
TR01	Cantiere mobile (trincea)	4.800 mq
GA02	Cantiere mobile (galleria artificiale)	2.600 mq

6.1.3 Quantità, tipologia e frequenza dei macchinari

Per le analisi acustiche e atmosferiche nelle tabelle seguenti sono illustrati i dati identificativi, ai fini della caratterizzazione delle due componenti, di ciascuna tipologia di cantiere considerate, comprendenti il tipo e il numero di mezzi operativi utilizzati all'interno dell'area di cantiere oggetto di simulazione.

Poiché la definizione del numero di macchinari non è in questa fase un dato certo si è operato in maniera quanto più realistica nel ricostruire i vari scenari, con ipotesi adeguatamente cautelative e pertanto a favore di sicurezza.

Si riportano di seguito il numero e la tipologia di mezzi di cantiere utilizzati all'interno delle aree di lavorazione.

Tabella 6-3 Numero e tipologia di mezzi di cantiere utilizzati all'interno di un cantiere mobile per la realizzazione del rilevato

Numero	Macchinari
1	Escavatore
1	Macchina per Pali
1	Pompa cls
1	Pala gommata

Tabella 6-4 Numero e tipologia di mezzi di cantiere utilizzati all'interno di un cantiere mobile per la realizzazione della galleria artificiale

Numero	Macchinari
1	Macchina Micropali

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Numero	Macchinari
1	Martello demolitore

Tabella 6-5 Numero e tipologia di mezzi di cantiere utilizzati all'interno di un Cantiere operativo

Numero	Macchinari
1	Gruppo elettrogeno
1	Impianto drenaggio acque
1	Impianto aria compressa
1	Gru leggera

*Tabella 6-7 Numero e tipologia di mezzi di cantiere utilizzati per la realizzazione della trincea**

Numero	Macchinari
1	Escavatore
1	Gru leggere
1	Pala gommata
1	Rullo compattatore

* mezzi operativi utilizzati per la sola componente "Rumore"

Si precisa che nel presente paragrafo sono state indicate il numero e la tipologia dei macchinari. Tuttavia nei paragrafi specifici "Clima Acustico", "Vibrazioni" e "Aria e Clima" verranno riportate le caratteristiche tecniche relative alle emissioni acustiche, vibrazionali e atmosferiche.

6.1.4 Viabilità di cantiere

In riferimento agli scenari di simulazione precedentemente individuati si è ritenuto opportuno considerare ai fini delle simulazioni modellistiche i traffici di cantieri.

Il traffico di cantiere circolante sulla viabilità esterna alle aree di cantiere/lavoro è stato stimato in funzione dei quantitativi di movimentazione del materiale scavato e in funzione del tipo di automezzi utilizzati per il trasporto dei materiali che per le simulazioni effettuate è stato ipotizzato l'impiego di autocarri con carico massimo di 15 mc.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

6.2 CLIMA ACUSTICO

6.2.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

6.2.1.1 Inquadramento normativo

Ai fini dell'inquadramento del clima acustico dell'ambito interessato dagli interventi, si evidenzia che il regolamento Comunale disciplina le competenze in materia di inquinamento acustico, come esplicitamente indicato alla lettera e), comma 1, art. 6 della Legge n. 447/1995.

Pertanto, si attribuisce, alle diverse aree del territorio comunale, la classe acustica di appartenenza in riferimento alla classificazione introdotta dal DPCM 1 Marzo 1991 e confermate nella Tab. A del DPCM 14 Novembre 1997 "Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore".

Tabella 6-6: Descrizione delle classi acustiche (DPCM 14/11/1997)

Classe	Aree
I	Aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc
II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.
III	Aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
IV	Aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.
V	Aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
VI	Aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

In relazione alla sopra descritte Classi di destinazione d'uso del territorio, il DPCM 14/11/1997 fissa, in particolare, i seguenti valori limite:

- i valori limiti di emissione - valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa;
- i valori limiti assoluti di immissione - il valore massimo di rumore, determinato con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale, che può essere immesso dall'insieme delle sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno misurato in prossimità dei ricettori.

Tabella 6-7: Valori limite di emissione - Leq in dBA

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

 Progetto ambientale della cantierizzazione
 Relazione Generale

PROGETTO
 NB1R

LOTTO
 02 Y 69

CODIFICA
 RG

DOCUMENTO
 CA0000001

REV.
 A

FOGLIO
 104 di
 251

Classi di destinazione d'uso del territorio	tempi di riferimento	
	diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 6-8: Valori limite assoluti di immissione- Leq in dBA

Classi di destinazione d'uso del territorio	tempi di riferimento	
	diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

il limiti sopra indicati vengono presi in considerazione per la valutazione dell'impatto acustico nei confronti dell'ambiente circostante l'area di intervento, fermo restando che per le aree di pertinenza ferroviaria valgono i limiti stabiliti dal D.P.R. 459/98 riportati nella seguente tabella.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Tabella 6-9: Valori limite assoluti di immissione previsti dal DPR 459/98

		VALORI LIMITE ASSOLUTI DI IMMISSIONE (dB(A))	
		Periodo diurno (6÷22)	Periodo notturno (22÷6)
Velocità di progetto non superiore a 200 km/h	scuole, ospedali, case di cura e case di riposo	50	40 (non si applica alle scuole)
	Fascia A (come definita alla lettera a del punto 1.3.1.1 delle presenti N.d.A.)	70	60
	Fascia B (come definita alla lettera a del punto 1.3.1.1 delle presenti N.d.A.)	65	55
Velocità di progetto superiore a 200 km/h	scuole, ospedali, case di cura e case di riposo	50	40 (non si applica alle scuole)
	Fascia (come definita alla lettera b del punto 1.3.1.1 delle N.d.A.)	65	55

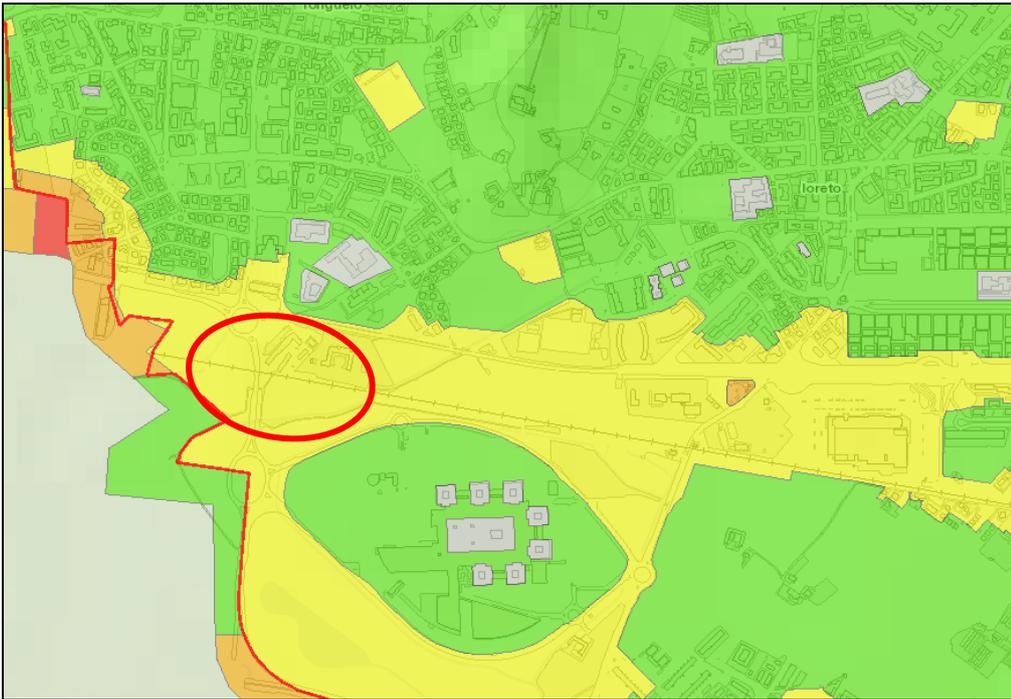
Con riferimento agli aspetti acustici che verranno trattati nei successivi paragrafi, il contesto ambientale e territoriale è descritto dai Piani di Zonizzazione Acustica dei comuni interessati dalle attività di lavorazione che si svolgeranno all'interno dei cantieri fissi e/o mobili. Per tali ragioni si riporta nella successiva tabella lo stato della pianificazione acustica, in riferimento al presente studio.

Tabella 6-10 Stato della pianificazione acustica nei Comuni di localizzazione delle aree di cantiere

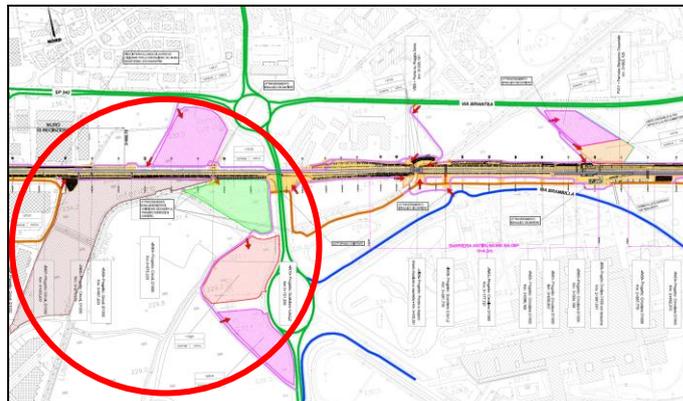
Codice	Tipologia	Localizzazione	PCCA
1.CO.02	Cantiere operativo	Bergamo	Classe III
Galleria artificiale	Cantiere lungolinea	Bergamo	Classe III

Come evidenziato in Tabella 6-10, tutti i comuni interessati dalle opere in progetto sono provvisti di un Piano di Zonizzazione Acustica.

Comune di Bergamo

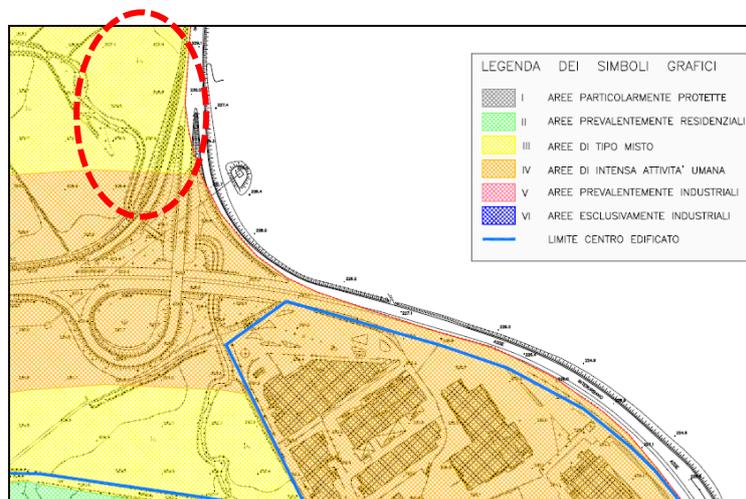


- Classe I - aree particolarmente protette
- Classe II - aree prevalentemente residenziali
- Classe III - aree di rispetto di tipo misto
- Classe IV - aree di intensa attivita' umana
- Classe V - aree prevalentemente industriali
- Classe VI - aree esclusivamente industriali



Comune di Treviolo

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A



6.2.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

6.2.2.1 Descrizione degli impatti potenziali

Caratteristiche fisiche del rumore

Il rumore è un fenomeno fisico, definibile come un'onda di pressione che si propaga attraverso un gas.

Nell'aria le onde sonore sono generate da variazioni della pressione sonora sopra e sotto il valore statico della pressione atmosferica, e proprio la pressione diventa quindi una grandezza fondamentale per la descrizione di un suono.

La gamma di pressioni è però così ampia da suggerire l'impiego di una grandezza proporzionale al logaritmo della pressione sonora, in quanto solamente una scala logaritmica è in grado di comprendere l'intera gamma delle pressioni.

In acustica, quando si parla di livello di una grandezza, si fa riferimento al logaritmo del rapporto tra questa grandezza ed una di riferimento dello stesso tipo.

Al termine livello è collegata non solo l'utilizzazione di una scala logaritmica, ma anche l'unità di misura, che viene espressa in decibel (dB). Tale unità di misura indica la relazione esistente tra due quantità proporzionali alla potenza.

Si definisce, quindi, come livello di pressione sonora, corrispondente ad una pressione p , la seguente espressione:

$$L_p = 10 \log (P/p_0)^2 \text{ dB} = 20 \log (P/p_0) \text{ dB}$$

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

dove p_0 indica la pressione di riferimento, che nel caso di trasmissione attraverso l'aria è di 20 micro pascal, mentre P rappresenta il valore RMS della pressione.

I valori fisici riferibili al livello di pressione sonora non sono, però, sufficienti a definire l'entità della sensazione acustica. Non esiste, infatti, una relazione lineare tra il parametro fisico e la risposta dell'orecchio umano (sensazione uditiva), che varia in funzione della frequenza.

A tale scopo, viene introdotta una grandezza che prende il nome di intensità soggettiva, che non risulta soggetta a misura fisica diretta e che dipende dalla correlazione tra livello di pressione e composizione spettrale.

I giudizi di eguale intensità a vari livelli e frequenze hanno dato luogo alle curve di iso-rumore, i cui punti rappresentano i livelli di pressione sonora giudicati egualmente rumorose da un campione di persone esaminate.

Dall'interpretazione delle curve iso-rumore deriva l'introduzione di curve di ponderazione, che tengono conto della diversa sensibilità dell'orecchio umano alle diverse frequenze; tra queste, la curva di ponderazione A è quella che viene riconosciuta come la più efficace nella valutazione del disturbo, in quanto è quella che si avvicina maggiormente alla risposta della membrana auricolare.

In acustica, per ricordare la curva di peso utilizzata, è in uso indicarla tra parentesi nell'unità di misura adottata, che comunque rimane sempre il decibel, vale a dire dB(A).

Allo scopo di caratterizzare il fenomeno acustico, vengono utilizzati diversi criteri di misurazione, basati sia sull'analisi statistica dell'evento sonoro, che sulla quantificazione del suo contenuto energetico nell'intervallo di tempo considerato.

Il livello sonoro che caratterizza nel modo migliore la valutazione del disturbo indotto dal rumore è rappresentato dal livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A, Leq , definito dalla relazione analitica:

$$Leq = 10 \cdot \text{Log} \left[\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{p(t)}{p_0} \right)^2 dt \right]$$

essendo:

$p(t)$ = valore istantaneo della pressione sonora secondo la curva A;

p_0 = valore della pressione sonora di riferimento, assunta uguale a 20 micro pascal in condizioni standard;

T = intervallo di tempo di integrazione.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Il Leq costituisce la base del criterio di valutazione proposto sia dalla normativa italiana che dalla raccomandazione internazionale I.S.O. n. 1996 sui disturbi arrecati alle popolazioni, ed inoltre viene adottato anche dalle normative degli altri paesi.

Il livello equivalente continuo costituisce un indice dell'effetto globale di disturbo dovuto ad una sequenza di rumore compresa entro un dato intervallo di tempo; esso corrisponde cioè al livello di rumore continuo e costante che nell'intervallo di tempo di riferimento possiede lo stesso "livello energetico medio" del rumore originario.

Il criterio del contenuto energetico medio è basato sull'individuazione di un indice globale, rappresentativo dell'effetto sull'organo uditivo di una sequenza di rumori entro un determinato intervallo di tempo; esso in sostanza commisura, anziché i valori istantanei del fenomeno acustico, l'energia totale in un certo intervallo di tempo.

Il Leq non consente di caratterizzare le sorgenti di rumore, in quanto rappresenta solamente un indicatore di riferimento; pertanto, per meglio valutare i fenomeni acustici è possibile considerare i livelli percentili, i livelli massimo e minimo, il SEL.

I livelli percentili (L1, L5, L10, L33, L50, L90, L95, L99) rappresentano i livelli che sono stati superati per una certa percentuale di tempo durante il periodo di misura:

- l'indice percentile L1 connota gli eventi di rumore ad alto contenuto energetico (livelli di picco);
- l'indice percentile L10 è utilizzato nella definizione dell'indicatore "clima acustico", che rappresenta la variabilità degli eventi di rumore rilevati;
- l'indice L50 è utilizzabile come indice di valutazione del flusso autoveicolare;
- l'indice percentile L95 è rappresentativo del rumore di fondo dell'area;
- il livello massimo (Lmax), connota gli eventi di rumore a massimo contenuto energetico;
- il livello minimo (Lmin), consente di valutare l'entità del rumore di fondo ambientale;
- il SEL rappresenta il livello sonoro di esposizione ad un singolo evento sonoro.

Cenni sulla propagazione

Nella propagazione del suono avvengono più fenomeni che contemporaneamente provocano l'abbassamento del livello di pressione sonora e la modifica dello spettro in frequenza.

Principale responsabile dell'abbassamento del livello di pressione sonora è la divergenza del campo acustico, che porta in campo libero (propagazione sferica) ad una riduzione di un fattore quattro dell'intensità sonora (energia per secondo per unità di area) per ogni raddoppio della

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

distanza. Di minore importanza, ma capace di grandi effetti su grandi distanze, è l'assorbimento dovuto all'aria, che dipende però fortemente dalla frequenza e dalle condizioni meteorologiche (principalmente dalla temperatura e dall'umidità).

Vi sono poi da considerare l'assorbimento da parte del terreno, differente a seconda della morfologia (suolo, copertura vegetativa e altimetria) dell'area in analisi, inoltre l'effetto dei gradienti di temperatura, della velocità del vento ed effetti schermanti vari causati da strutture naturali e create dall'uomo.

La differente attenuazione delle varie frequenze costituenti il rumore da parte dei fattori citati e la contemporanea tendenza all'equipartizione dell'energia sonora tra le stesse portano ad una modifica dello spettro sonoro "continua" all'aumentare della distanza da una sorgente, specialmente se questa è complessa ed estesa come una struttura stradale o ferroviaria.

Influenza dell'orografia sulla propagazione sonora

La presenza di ostacoli modifica la propagazione teorica delle onde sonore generando sia un effetto di schermo e riflessione, sia un effetto di diffrazione, ovvero di instaurazione di una sorgente secondaria. Quindi, come è nell'esperienza di tutti, colli o, in alcuni casi, semplici dossi o trincee sono in grado di limitare sensibilmente la propagazione del rumore, o comunque di variarne le caratteristiche. Tale attenuazione aumenta al crescere della dimensione dell'ostacolo e del rapporto tra dimensione dell'ostacolo e la distanza di questo dal ricettore; in particolare le metodologie di analisi più diffuse utilizzano il cosiddetto "numero di Fresnel" che prende in considerazione parametri come la lunghezza d'onda del suono e la differenza del cammino percorso dall'onda sonora in presenza o meno dell'ostacolo.

Infine, si segnala tra gli altri, il fenomeno della concentrazione dell'energia sonora che può essere determinato da riflessioni multiple su ostacoli poco fonoassorbenti. Tipicamente tale fenomeno può creare un effetto di amplificazione con le sorgenti poste nelle gole.

Metodologia per la valutazione dell'impatto acustico mediante il modello di simulazione SoundPlan

La determinazione dei livelli di rumore indotti è stata effettuata con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPLAN 8.0 della soc. Braunstein + BerntGmbH.

La scelta di applicare tale modello di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello, del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere e, inoltre, della sua affidabilità ampiamente garantita dalle applicazioni già effettuate in altri studi analoghi.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

SoundPLAN è un modello previsionale ad “ampio spettro” in quanto permette di studiare fenomeni acustici generati da rumore stradale, ferroviario, aeroportuale e industriale utilizzando di volta in volta gli standard internazionali più ampiamente riconosciuti.

Per quanto riguarda i cantieri per la realizzazione delle opere e dei manufatti in progetto, non essendo al momento possibile determinare le caratteristiche di dettaglio dei macchinari di cantiere, con le relative fasi di utilizzo (queste dipenderanno infatti dall’organizzazione propria dell’appaltatore), sono state eseguite le simulazioni ipotizzando quantità e tipologie di sorgenti standard.

6.2.2.2 Caratterizzazione acustica degli scenari di riferimento

Per le attività di cantiere, le sorgenti di emissione acustica sono rappresentate dai macchinari ed attrezzature utilizzate in cantiere.

L’entità dell’impatto è funzione della tipologia di macchinari utilizzati e, dunque, delle relative potenze sonore, del numero di macchinari e della loro contemporaneità, delle fasi di lavoro e delle percentuali di utilizzo.

Muovendo da tali considerazioni e sulla scorta del quadro conoscitivo riportato precedentemente, si è proceduto all’individuazione delle situazioni ritenute più significative sotto il profilo del potenziale impatto acustico, anche in ragione dei seguenti criteri:

- Tipologia delle attività e delle lavorazioni previste;
- Durata e contemporaneità delle lavorazioni;
- Prossimità a tessuti o ricettori residenziali e/o sensibili;
- Classe acustica nella quale ricadono le aree di cantiere e le zone ad esse contermini.

Nello specifico il presente studio si compone di due scenari di simulazione: il primo scenario (scenario base) stima gli effetti del cantiere operativo rappresentando, con buona approssimazione la situazione in assenza del variante, il secondo scenario analizza gli effetti del cantiere operativo connesso ai cantieri per la realizzazione dei rilevati, delle trincee e della galleria artificiale.

Scenario di simulazione 1 – Cantiere operativo

Si premette che saranno considerati nella seguente simulazione tipologica i cantieri operativi, perché potenzialmente più impattanti rispetto ai cantieri base e alle aree di stoccaggio e di deposito terre.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Nello specifico, l'area di cantiere 1.CO.02 si trova tra i comuni di Bergamo, Curno e Treviolo, a circa 400 metri da un ricettore sensibile (ospedale/casa di cura).

Per le analisi acustiche nelle tabelle seguenti sono illustrati i dati identificativi, ai fini della caratterizzazione acustica, di ciascuna delle tipologie di cantiere considerate, comprendenti:

- La natura della sorgente di rumore;
- La potenza sonora attribuita alla sorgente;
- Il numero di macchinari ipotizzati all'interno del cantiere;
- La percentuale di impiego;
- La potenza sonora complessiva, ottenuta moltiplicando il valore della potenza sonora di ciascuna sorgente per il numero di sorgenti presenti;
- La potenza sonora risultante attribuibile al singolo cantiere, ovvero, il valore della sorgente equivalente impiegata nelle analisi per rappresentare il cantiere.

Per i cantieri operativi sono da considerarsi i seguenti mezzi:

CANTIERI OPERATIVI:

- gruppo elettrogeno: 1 88 dBA
- impianto drenaggio acque: 1 87 dBA
- impianto aria compressa: 1 90 dBA
- gru leggera: 1 103 dBA

Le macchine, all'interno del modello di simulazione, sono poste ad un'altezza pari a 1,5 metri dal suolo. I valori di potenza sonora vengono associati al singolo mezzo d'opera, ipotizzandola, appunto, come una sorgente puntuale.

Scenario di simulazione 2 – Cantiere operativo e cantieri mobili connessi alla realizzazione del rilevato, trincea e galleria artificiale

Questa fase è finalizzata all'analisi e valutazione del rumore indotto dalla contemporaneità del cantiere operativo 1.CO.02 e dei cantieri fronte avanzamento dei lavori. I cantieri mobili considerano tutte le attività necessarie per la realizzazione delle opere in progetto.

Nello specifico, per il presente scenario di simulazione, sono stati definiti dei cantieri tipologici connessi alla realizzazione del rilevato, della trincea, della galleria artificiale.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Tale scelta è stata determinata tenendo conto della totalità delle lavorazioni previste e scegliendo quella più significativa sia dal punto di vista delle emissioni acustiche sia dalla ridotta distanza tra le attività di lavorazione considerata e i ricettori abitativi.

Laddove si è riscontrata la presenza di un ricettore abitativo, sono stati identificati gli opportuni interventi di mitigazione acustica, ovvero barriere antirumore di tipo mobile.

Per le analisi acustiche nelle tabelle seguenti sono illustrati i dati identificativi, ai fini della caratterizzazione acustica, della tipologia di cantiere considerata, comprendenti:

- La natura della sorgente di rumore;
- La potenza sonora attribuita alla sorgente;
- Il numero di macchinari ipotizzati all'interno del cantiere;
- La percentuale di impiego;
- La potenza sonora complessiva, ottenuta moltiplicando il valore della potenza sonora di ciascuna sorgente per il numero di sorgenti presenti;
- La potenza sonora risultante attribuibile al singolo cantiere, ovvero, il valore della sorgente equivalente impiegata nelle analisi per rappresentare il cantiere.

Poiché la definizione del numero di macchinari non è in questa fase un dato certo, né tantomeno lo è la potenza sonora dei macchinari (che dipende dal modello, dallo stato di manutenzione, dalle condizioni d'uso, ecc.) si è operato in maniera quanto più realistica nel ricostruire i vari scenari, con ipotesi adeguatamente cautelative.

Per tale fase sono utilizzati i macchinari indicati nella tabella seguente, con le relative potenze sonore, la percentuale di attività effettiva, la percentuale di impiego e il livello di potenza sonora. Come già descritto, le macchine, all'interno del modello di simulazione, sono poste ad un'altezza pari a 1,5 metri dal suolo. Si ricorda che le lavorazioni sono previste unicamente nel periodo diurno.

CANTIERI OPERATIVI:

- gruppo elettrogeno: 1 88 dBA
- impianto drenaggio acque: 1 87 dBA
- impianto aria compressa: 1 90 dBA
- gru leggera: 1 103 dBA

Pacchetto costruzione rilevato:

- escavatore: 1 106 dBA
- pala gommata: 1 110 dBA

**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCOProgetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	114 di 251

- macchina pali: 1 105 dBA
- pompa cls: 1 100 dBA

Pacchetto costruzione trincea:

- escavatore: 1 106 dBA
- gru leggere: 1 103 dBA
- pala gommata: 1 110 dBA
- rullo compattatore: 1 105 dBA

Pacchetto galleria artificiale:

- macchina pali: 1 105 dBA
- martello demolitore: 1 108 dBA

Si precisa che per tutte le attività ipotizzate è prevista la loro contemporaneità; la simulazione ha riguardato lo scenario più impattante.

Per quanto riguarda i macchinari di cantiere, in riferimento alle attività soprariportate, sono state effettuate le seguenti ipotesi di lavoro, intendendo per percentuale di impiego la potenza con cui la macchina è impegnata all'interno della attività considerata, e per percentuale di attività effettiva la quantità di tempo di effettivo funzionamento delle macchine considerate e quindi il tempo in cui viene prodotta l'emissione sonora nell'ambito del loro periodo di impiego. Dal manuale "Conoscere per Prevenire, n. 11" realizzato dal Comitato Paritetico Territoriale (CPT di Torino) per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia sono stati desunti i dati di potenza sonora delle macchine o da dati tecnici delle macchine laddove diversamente specificato.

6.2.2.3 Risultati delle simulazioni acusticheScenario di simulazione 1 – Cantiere Operativo 1.CO.02

Si riportano le mappe isolivello in planimetria, calcolate a 3 metri di altezza dal piano campagna, della pressione sonora simulata con le ipotesi indicate.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

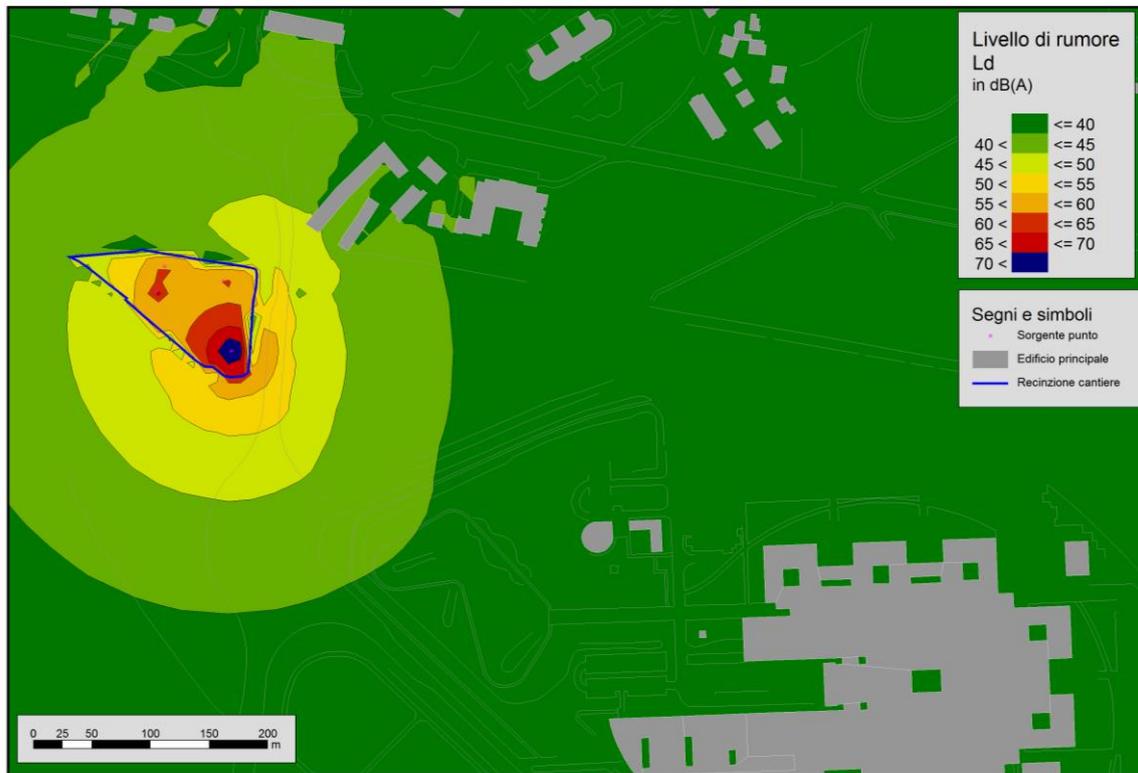


Figura 6-4 Output del modello di simulazione in planimetria

Scenario di simulazione 2 – Cantiere operativo e cantiere di tipo mobile connesso alla realizzazione del rilevato/trincea e galleria artificiale

Si riportano le mappe isolivello in planimetria, calcolate a 3 metri di altezza dal piano campagna, della pressione sonora simulata con le ipotesi indicate.

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

Progetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO
NB1R

LOTTO
02 Y 69

CODIFICA
RG

DOCUMENTO
CA0000001

REV.
A

FOGLIO
116 di
251

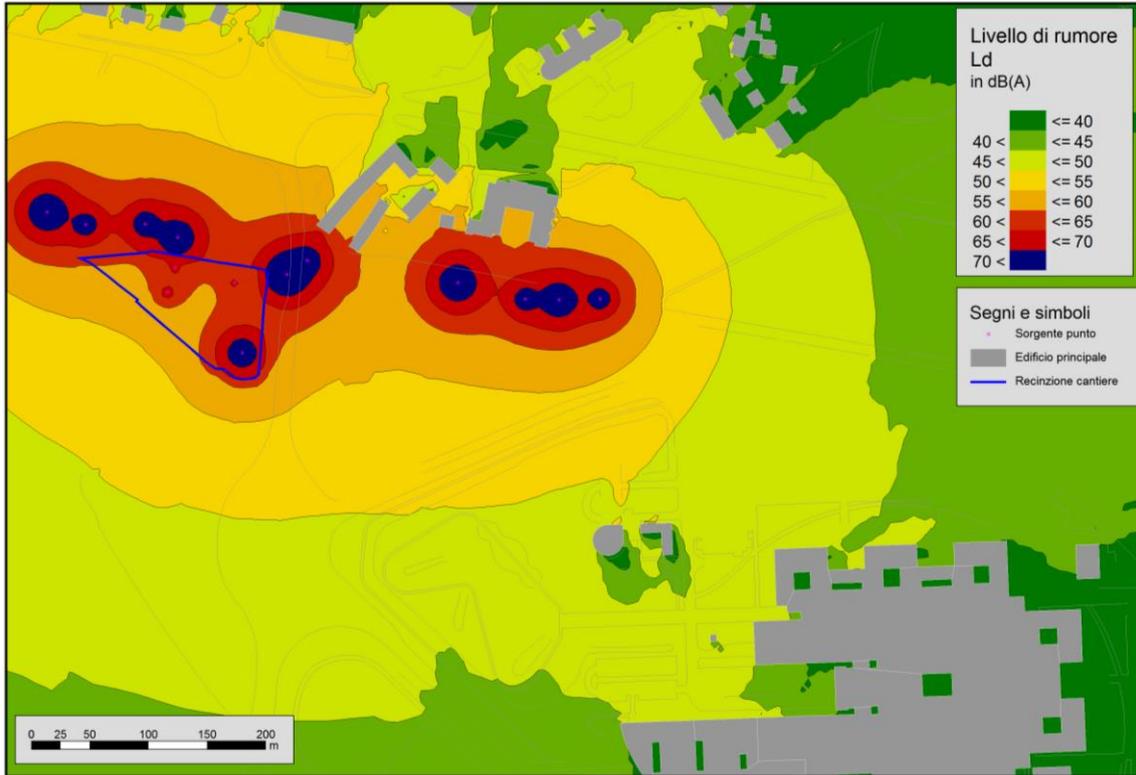


Figura 6-5 Output del modello di simulazione in planimetria

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

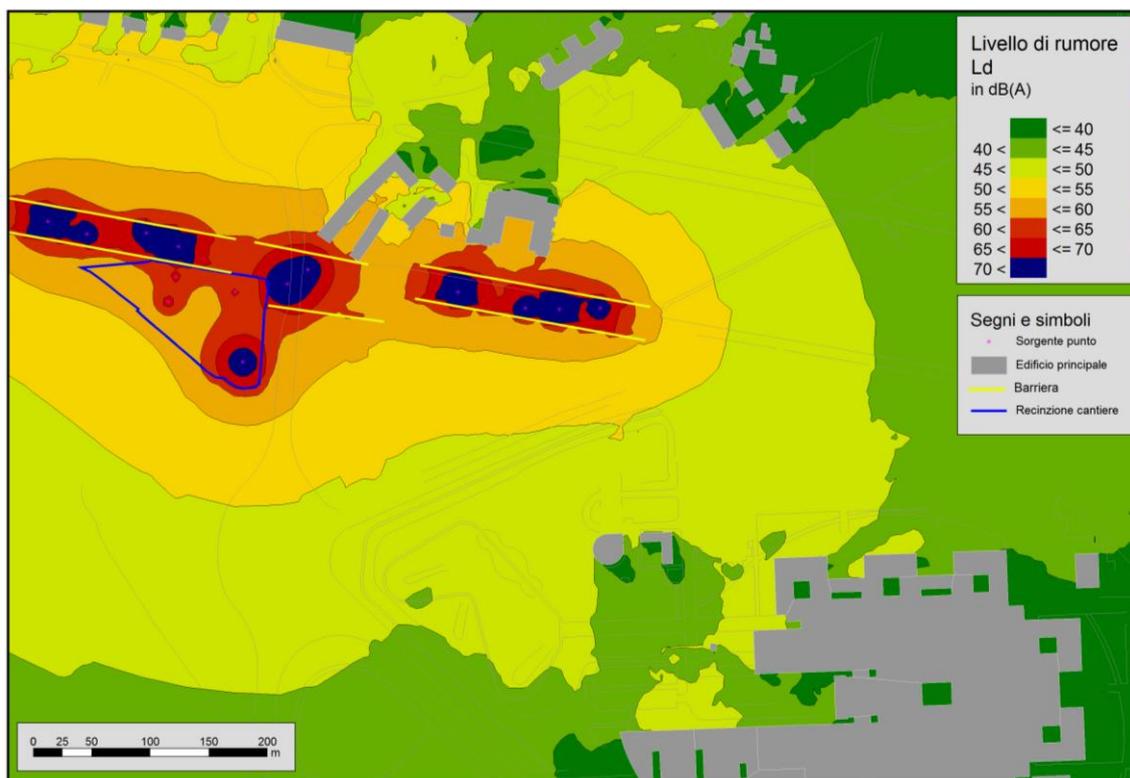


Figura 6-6 Output del modello con mitigazione $h=3m$ – periodo diurno

I soggetti esterni interessati per l'aspetto ambientale in questione sono rappresentati dalla popolazione che risiede in prossimità del cantiere.

A seguito delle mitigazioni non si sono riscontrati superamenti della soglia normativa; pertanto, si rende necessario ricorrere alla deroga ai valori limite dettati dal DPCM 14.12.1997.

Si ritiene che il primo scenario sia rappresentativo della situazione in assenza di variante, stimando che gli impatti delle lavorazioni lungolinea siano trascurabili rispetto a quelli del cantiere operativo, sia in termini di intensità che di durata (le lavorazioni lungolinea hanno carattere transitorio). Lo scenario 2, invece, considera la sovrapposizione degli effetti del cantiere operativo con le lavorazioni lungolinea in ragione dell'aggiunta di ulteriori wbs, più onerose rispetto all'impatto su tale componente, nonché di durata maggiore con riferimento al programma dei lavori.

Di seguito si riporta la tabella dei livelli di facciata per i due scenari di riferimento, evidenziando il Δ tra di essi. I valori dello scenario 2 sono già mitigati con barriere acustiche di cantiere che si rendono necessarie a seguito dell'introduzione delle suddette nuove wbs.

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

 Progetto ambientale della cantierizzazione
 Relazione Generale

 PROGETTO
 NB1R

 LOTTO
 02 Y 69

 CODIFICA
 RG

 DOCUMENTO
 CA0000001

 REV.
 A

 FOGLIO
 118 di
 251

PUNTO DI CALCOLO	ESPOSIZIONE	PIANO	LIMITE NORMATIVO	SCENARIO 1 [dBA]	SCENARIO 2 (MITIGATO) [dBA]	Δ
R.1	piano terra	O	50	46,9	46,9	0
R.1	piano 1	O	50	47,2	47,2	0
R.1	piano 2	O	50	47,3	47,3	0
R.1	piano 3	O	50	47,4	47,4	0
R.1	piano 4	O	50	47,6	47,6	0
R.1	piano 5	O	50	45	45	0
R.2	piano terra	S	60	59,9	59,9	0
R.2	piano 1	S	60	60,8	60,8	0
R.2	piano 2	S	60	64,2	64,1	0,1
R.3	piano terra	SW	60	58,9	58,9	0
R.3	piano 1	SW	60	62,2	62,1	0,1
R.3	piano 2	SW	60	63,6	63,5	0,1
R.4	piano terra	SW	60	61,6	61,6	0
R.4	piano 1	SW	60	65,2	65,1	0,1
R.4	piano 2	SW	60	65,9	65,9	0
R.5	piano terra	S	60	50,3	50,3	0
R.5	piano 1	S	60	50,7	50,7	0
R.5	piano 2	S	60	50,9	50,9	0
R.5	piano 3	S	60	48,6	48,6	0
R.6	piano terra	S	60	50,8	50,8	0
R.6	piano 1	S	60	51,2	51,2	0
R.6	piano 2	S	60	51,7	51,7	0
R.7	piano terra	S	60	51,3	51,3	0
R.7	piano 1	S	60	51,8	51,8	0
R.7	piano 2	S	60	52,1	52,1	0
R.8	piano terra	S	60	50,4	50,4	0
R.8	piano 1	S	60	50,9	50,9	0
R.8	piano 2	S	60	51,3	51,3	0

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Come si può osservare, a seguito dell'introduzione di barriere sul fronte avanzamento lavori delle wbs in questione, la differenza tra lo scenario 1 e lo scenario 2 è minima.

6.2.2.4 Conclusione

Per valutare il rumore prodotto per la realizzazione degli interventi in fase di cantiere è indispensabile individuare le tipologie di lavorazioni svolte, i macchinari impiegati, le loro modalità di utilizzo e l'entità dei livelli sonori da essi prodotti.

L'analisi dell'impatto acustico delle attività di cantiere è in generale complessa. La molteplicità delle sorgenti, degli ambienti e delle posizioni di lavoro, unitamente alla variabilità delle macchine impiegate e delle lavorazioni effettuate dagli addetti, nonché alla variabilità dei tempi delle diverse operazioni rendono infatti molto difficoltosa la determinazione dei livelli di pressione sonora.

Inoltre, le attività in corso nel cantiere cambiano con l'avanzamento dello stato dei lavori, e conseguentemente cambiano continuamente il tipo ed il numero dei macchinari impiegati contemporaneamente, generalmente in maniera non standardizzabile.

Sono stati identificati i seguenti scenari di riferimento, ossia quelli ritenuti più significativi sotto il profilo acustico, e le relative attività di lavorazione:

- Scenario 1 – Cantiere operativo 1.CO.02.
- Scenario 2 – Cantiere operativo 1.CO.02.Cantiere lungo linea - Realizzazione Rilevato/Trincea e Galleria Artificiale

Per tutti gli scenari individuati, con il supporto del modello previsionale di calcolo SoundPlan 8.0, sono stati determinati i livelli di rumore indotti dalle attività di cantiere sopracitate, con ipotesi adeguatamente cautelative. Infatti, nella costruzione dello scenario modellistico sono state operate le seguenti ipotesi di lavoro:

- Scelta delle lavorazioni più onerose dal punto di vista delle emissioni acustiche
Nell'ambito delle diverse attività e lavorazioni previste per le opere in progetto, sono state appositamente scelte quelle che, in ragione della potenza sonora dei macchinari utilizzati, risultavano le più critiche.
- Scelta del numero e delle caratteristiche dei mezzi d'opera impiegati
Non essendo possibile nella presente fase progettuale avere una chiara definizione del numero e delle caratteristiche tecniche dei mezzi d'opera che saranno impiegati, si è proceduto con ipotesi adeguatamente cautelative.
- Localizzazione delle sorgenti emmissive

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Trattando di sorgenti di tipo puntuali il loro posizionamento risulta sempre prossima ai ricettori abitativi.

In merito alle risultanze dello studio modellistico, è emerso che, per entrambi gli scenari considerati, pur con l'utilizzo di barriere di cantiere, sono presenti superamenti residui presso i ricettori più prossimi, in particolare presso i ricettori R.2, R.3 e R.4.

Per quanto concerne lo scenario di simulazione 1 (scenario base), è stata condotta un'analisi e una valutazione del rumore indotto dalle attività di lavoro all'interno della specifica area di cantiere 1.CO.02. Lo scenario di simulazione 2 è finalizzato alla stima dell'incremento degli effetti dei cantieri lungo linea.

Si deve tener conto che i cantieri sono in realtà operativi per otto ore diurne e spente nelle restanti otto, da cui le fasce di criticità si riducono sensibilmente.

In fase di costruzione, dopo avere messo in atto tutti i provvedimenti possibili, costituiti dalle barriere e dagli altri accorgimenti riportati nel successivo paragrafo, qualora non risulti possibile ridurre il livello di rumore al di sotto della soglia prevista, l'Appaltatore potrà richiedere al Comune una deroga ai valori limite dettati dal D.P.C.M. 14 dicembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

Il valore del livello di rumore da definire nella richiesta di deroga dovrà essere stabilito dall'Appaltatore a seguito di ulteriori approfondimenti in fase esecutiva, in funzione delle caratteristiche dei propri macchinari, delle modalità di lavoro, del programma lavori e dell'effettiva organizzazione interna dei cantieri.

In considerazione della vicinanza dei cantieri e dei limiti indicate nelle Classificazioni acustiche comunali (quasi tutti i ricettori sono in III, ma sono presenti anche ricettori di classe I), nella successiva fase progettuale è necessario uno studio approfondito, oltre a un significativo Piano di Monitoraggio, al fine di determinare puntualmente le mitigazioni e definire gli estremi delle deroghe acustiche.

**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCOProgetto ambientale della cantierizzazione
Relazione GeneralePROGETTO
NB1RLOTTO
02 Y 69CODIFICA
RGDOCUMENTO
CA0000001REV.
AFOGLIO
121 di
251**6.2.3 Misure di prevenzione e mitigazione****6.2.3.1 Barriere antirumore in corrispondenza dei ricettori prossimi alle aree di cantiere**

In relazione alle considerazioni cautelative effettuate nei precedenti paragrafi vi è la necessità di installare barriere antirumore. Infatti, a seguito della modellazione e simulazione acustica dei scenari di riferimento, i livelli di pressione non sempre risultano entro i limiti previsti.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa degli interventi di mitigazione acustica adottati per i cantieri fissi (per la variante Cascina Polaresco si è introdotta la barriera lungolinea GA02):

barriere altezza 3 m	
Barr. AR.02	170,00
Barr. CO.05	102,00
Barr. CO.03	208,00
Barr. AS.03	102,00
Barr. AS.12	150,00
Barr. DT.01	1.086,00
Barr. AS.11	395,00
Barr. AS.10	335,00
Barr. AS.07	380,00
Barr. AR.01	419,00

barriere altezza 5 m	
Barr. AS.01	120,00
Barr. CO.01	190,00
Barr. AS.02	323,00
Barr. AS.05	406,00
Barr. AS.06	112,00
Barr. AR.01	450,00
Barr. AS.08	492,00
Barr. Lungolinea GA02	216,00

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 122 di 251

La localizzazione planimetrica di tutti gli interventi di mitigazione, quali barriere antirumore di tipo fisso, è osservabile nell'elaborato grafico *“Planimetrie localizzazione interventi di mitigazione - NB1R02Y69P5CA0000001A”*.

La tipologia di barriera di cantiere, meglio dettagliato nell'elaborato grafico *“Tipologico barriera antirumore/antipolvere di cantiere - NB1R02D69PZCA0000001A”* è la seguente:

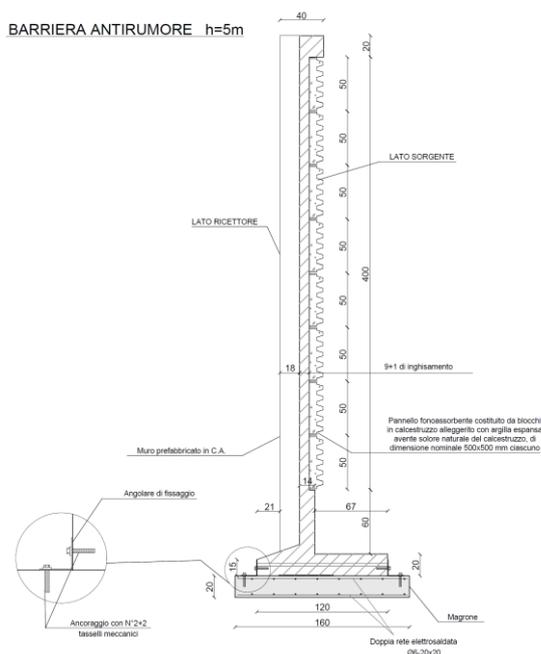


Figura 6-7 Barriera di cantiere, con altezza variabile da 3 a 5 metri

6.2.3.2 Procedure operative

Durante le fasi di realizzazione delle opere verranno applicate generiche procedure operative per il contenimento dell'impatto acustico generato dalle attività di cantiere. In particolare, verranno adottate misure che riguardano l'organizzazione del lavoro e del cantiere, verrà curata la scelta delle macchine e delle attrezzature e verranno previste opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature.

Dovranno essere previste misure di contenimento dell'impatto acustico da adottare nelle situazioni operative più comuni, misure che riguardano in particolar modo l'organizzazione del lavoro nel cantiere e l'analisi dei comportamenti delle maestranze per evitare rumori inutili. In particolare, è necessario garantire, in fase di programmazione delle attività di cantiere, che operino macchinari ed impianti di minima rumorosità intrinseca.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 123 di 251

Successivamente, ad attività avviate, sarà importante effettuare una verifica puntuale sui ricettori più vicini mediante monitoraggio, al fine di identificare le eventuali criticità residue e di conseguenza individuare le tecniche di mitigazione più idonee.

La riduzione delle emissioni direttamente sulla fonte di rumore può essere ottenuta tramite una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature, con opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e, infine, intervenendo quando possibile sulle modalità operazionali e di predisposizione del cantiere.

In tale ottica gli interventi attivi sui macchinari e le attrezzature possono essere sintetizzati come di seguito:

- scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali;
- selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea ed ai successivi recepimenti nazionali;
- impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate;
- installazione, se già non previsti ed in particolare sulle macchine di una certa potenza, di silenziatori sugli scarichi;
- utilizzo di impianti fissi schermati;
- utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione insonorizzati.

In particolare, i macchinari e le attrezzature utilizzate in fase di cantiere saranno silenziate secondo le migliori tecnologie per minimizzare le emissioni sonore in conformità al DM 01/04/04 "Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale": il rispetto di quanto previsto dal D.M. 01/04/94 è prescrizione operativa a carico dell'Appaltatore.

Le principali azioni di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature volte al contenimento del rumore sono:

- eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione;
- sostituzione dei pezzi usurati e che lasciano giochi;
- controllo e serraggio delle giunzioni;
- bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
- verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.

Fondamentale risulta, anche, una corretta definizione del lay-out del cantiere; a tal proposito le principali modalità in termini operazionali e di predisposizione del cantiere risultano essere:

- orientamento degli impianti che hanno una emissione direzionale in posizione di minima interferenza;
- localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori più vicini;
- imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati...).

6.2.3.3 Deroga

In fase di costruzione, dopo avere messo in atto tutti i provvedimenti possibili, costituiti dalle barriere e dagli altri accorgimenti riportati nel successivo paragrafo, qualora non risulti possibile ridurre il livello di rumore al di sotto della soglia prevista, l'Appaltatore potrà richiedere al Comune una deroga ai valori limite dettati dal D.P.C.M. 14 dicembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

Il valore del livello di rumore da definire nella richiesta di deroga dovrà essere stabilito dall'Appaltatore a seguito di ulteriori approfondimenti in fase esecutiva, in funzione delle caratteristiche dei propri macchinari, delle modalità di lavoro, del programma lavori e dell'effettiva organizzazione interna dei cantieri.

6.3 VIBRAZIONI

6.3.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

6.3.1.1 Inquadramento normativo

Norma UNI 9614 – Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo

Le norme tecniche di riferimento sono le DIN 4150 (tedesca) e la UNI 9614 che definiscono:

- i tipi di locali o edifici,

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- i periodi di riferimento,
- i valori che costituiscono il disturbo,
- il metodo di misura delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne.
- Le vibrazioni immesse in un edificio si considerano:
 - di livello costante: quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB
 - di livello non costante: quando il livello suddetto varia in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB
 - impulsive: quando sono originate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

La direzione lungo le quali si propagano le vibrazioni sono riferite alla postura assunta dal soggetto esposto. Gli assi vengono così definiti : asse z passante per il coccige e la testa, asse x passante per la schiena ed il petto, asse y passante per le due spalle. Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante, i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, corrispondenti ai più elevati riscontrati sui tre assi, possono essere confrontati con i valori di riferimento riportati nelle tabelle 34 e 35; tali valori sono espressi mediante l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza $a(w)$ e del suo corrispondente livello $L(w)$. Quando i valori delle vibrazioni in esame superano i livelli di riferimento, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto. Il giudizio sull'accettabilità (tollerabilità) del disturbo oggettivamente riscontrata dovrà ovviamente tenere conto di fattori quali la frequenza con cui si verifica il fenomeno vibratorio, la sua durata, ecc.

Tabella 6-11 - Valori e livelli di riferimento delle accelerazioni ponderate in frequenza validi per l'asse z

	a (m/s ²)	La,w (dB)
aree critiche	5.0 10 ⁻³	74

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

abitazioni (notte)	7.0 10 ⁻³	77
abitazioni (giorno)	10.0 10 ⁻³	80
uffici	20.0 10 ⁻³	86
fabbriche	40.0 10 ⁻³	92

Tabella 6-12 - Valori e livelli di riferimento delle accelerazioni ponderate in frequenza validi per l'asse x e y

	a (m/s ²)	La,w (dB)
aree critiche	3.6 10 ⁻³	71
abitazioni (notte)	5.0 10 ⁻³	74
abitazioni (giorno)	7.2 10 ⁻³	77
uffici	14.4 10 ⁻³	83
fabbriche	28.8 10 ⁻³	89

Norma UNI 9916 – Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici

Fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica. Altro scopo della norma è quello di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime. Per semplicità, la presente norma considera gamme di frequenza variabili da 0,1 a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale (vento, terremoti, ecc.), nonché ad eccitazione causata dall' uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.). In alcuni casi l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio (per esempio vibrazioni indotte da macchinari all' interno degli edifici): tuttavia eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio. Gli urti direttamente applicati alla struttura attraverso macchine industriali, gli urti

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

prodotti dalle esplosioni, dalla battitura dei pali e da altre sorgenti immediatamente a ridosso dei ristretti limiti della struttura non sono inclusi nella gamma di frequenza indicata, ma lo sono i loro effetti sulla struttura. In appendice A della norma stessa è riportata la classificazione degli edifici.

Nell'Appendice B della norma, che non costituisce parte integrante della norma stessa, sono indicate nel Prospetto IV le velocità ammissibili per tipologia di edificio, nel caso particolare di civile abitazione i valori di riferimento sono riportati nella Tabella 6-13.

Tabella 6-13 - Valori di riferimento delle velocità

	Civile abitazione			
	Fondazione	Pavimento		
frequenza	< 10 Hz	10-50 Hz	50 -100 Hz	diverse freq.
velocità (mm/s)	5	5-15	15-20	15

Norma UNI 11048 – Vibrazioni meccaniche ed urti – Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo

La norma, sperimentale, definisce i metodi di misurazione delle vibrazioni e degli urti trasmessi agli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi, al fine di valutare il disturbo arrecato ai soggetti esposti. Essa affianca la UNI 9614. La norma non si applica alla valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, in relazione a possibili danni strutturali o architettonici, per la quale si rimanda alla UNI 9916.

6.3.1.2 Modello di calcolo

Il modello di propagazione impiegato, valido per tutti i tipi di onde, si basa sull'equazione di Bornitz che tiene conto dei diversi meccanismi di attenuazione a cui l'onda vibrazionale è sottoposta durante la propagazione nel suolo.

$$w_2 = w_1 \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^n e^{-\alpha(r_2 - r_1)}$$

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

dove w_1 e w_2 sono le ampiezze della vibrazione alle distanze r_1 e r_2 dalla sorgente, n è il coefficiente di attenuazione geometrica e dipende dal tipo di onda e di sorgente, a è il coefficiente di attenuazione del materiale e dipende dal tipo di terreno.

Il primo termine dell'equazione esprime l'attenuazione geometrica del terreno. Questa oltre ad essere funzione della distanza, dipende dalla localizzazione e tipo di sorgente (lineare o puntuale, in superficie o in profondità) e dal tipo di onda vibrazionale (di volume o di superficie). Il valore del coefficiente n è determinato sperimentalmente secondo i valori individuati da Kim-Lee e, nel caso specifico in esame, equivale a 1 in quanto la sorgente è puntiforme e posta in profondità (le onde di volume sono predominanti).

Il secondo termine dell'equazione fa riferimento invece all'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno indotto dai fenomeni di dissipazione di energia meccanica in calore. Il coefficiente di attenuazione a è esprimibile secondo la seguente formula:

$$a = \frac{2\pi\eta f}{c}$$

dove f è la frequenza in Hz, c è la velocità di propagazione dell'onda in m/s e η il fattore di perdita del terreno. Questi dipendono dalle caratteristiche del terreno e i loro valori sono stati determinati dalla letteratura in ragione della natura del terreno. Nel caso in studio, il tratto oggetto interessato dalla realizzazione della trincea (TR.25) risulta essere un terreno costituito da depositi alluvionali recenti (sabbie, sabbie limose ecc.). (cfr. *Relazione Geologica, Geomorfologia e Idrogeologica, elaborato*, e Carta geologica con elementi di geomorfologia, elaborato CODIFICA).

Di seguito i valori assunti per la determinazione del coefficiente di attenuazione a :

- η (fattore di perdita): 0,1;
- c (velocità di propagazione): 1800 m/s.

Utilizzando tale metodologia, nota l'emissione vibrazionale del macchinario e la distanza tra ricettore-sorgente è possibile calcolare l'entità della vibrazione in termini accelerometrici in corrispondenza del potenziale edificio interferito.

Per quanto riguarda i valori di emissione, si è fatto riferimento a dati sperimentali desunti in letteratura.

La caratterizzazione delle emissioni di vibrazioni da parte di mezzi operativi non è soggetta alle stringenti normative e disposizioni legislative che normano invece l'emissione del rumore. Pertanto, in questo caso non si ha una caratterizzazione dell'emissione in condizioni

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

standardizzate, ed una garanzia del costruttore a non superare un preciso valore dichiarato. Non si hanno nemmeno valori limite da rispettare per quanto riguarda i livelli di accelerazione comunicati ai recettori, e quindi ovviamente non è possibile specificare la produzione di vibrazioni con lo stesso livello di dettaglio con cui si è potuto operare per il rumore.

6.3.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

6.3.2.1 Valutazione degli scenari

Prima di entrare nel merito delle risultanze, si sottolinea che per quanto riguarda le tipologie di attività/aree prese in esame, sono state prese in considerazione tutte le aree di lavoro interessate dalle operazioni di scavo.

Le analisi effettuate nei riguardi delle singole aree di cantiere hanno messo in luce un contesto localizzativo intensamente abitato.

Per l'area di Cascina Polaresco, si sono tenuti in considerazione gli scenari in presenza e in assenza di variante ovvero introducendo uno spettro emissivo diverso in relazione all'introduzione di nuove wbs e nuove macchine di cantiere.

Per la caratterizzazione emissiva della sorgente relativa allo scavo e movimentazione delle terre, che nello specifico nel primo caso (assenza di variante) si è considerato la contemporaneità di tre mezzi operativi, quali autocarro, escavatore e pala meccanica, mentre nel secondo caso (variante Cascina Polaresco) si è considerato la contemporaneità di tre mezzi operativi, quali martello demolitore, escavatore e palificatrice; si è fatto riferimento ai dati sperimentali desunti in letteratura e riferiti ad un rilievo ad una distanza di 5 m dalla sorgente.

Tabella 6-14 Spettro emissivo assunto per la caratterizzazione emissiva vibrazionale da autocarro, escavatore e pala meccanica calcolata a 5 m dalla sorgente (caso 1)

Hz	mm/s ²
1	1,8
1,25	1,8
1,6	1,5
2	1,2
2,5	1,3
3,15	1



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

Progetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	130 di 251

4	0,8
5	2,3
6,3	7,1
8	6,2
10	5,3
12,5	9,9
16	14
20	19,2
25	39,9
31,5	41,3
40	45,7
50	66
63	87,7
80	47

Tabella 15 Livelli di accelerazione assunta per la caratterizzazione emissiva vibrazionale da martello demolitore, escavatore e palificatrice – calcolata a 5 m dalla sorgente (caso 2)

Hz	mm/s ²
1	2,7
1,25	2,9
1,6	2,5
2	2,2
2,5	2,3
3,15	2,1
4	17,7
5	18,5
6,3	18,8
8	18,3
10	26,1
12,5	20,5
16	15,4
20	19,2

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

25	23,6
31,5	18,3
40	34,4
50	59
63	161
80	60,6

Attraverso la metodologia individuata, opportunamente tarata in funzione della localizzazione della sorgente e del terreno caratterizzante l'ambito di studio specifico, ed utilizzando la curva di ponderazione w_m secondo quanto previsto dalla normativa UNI 9614, è stato calcolato il livello di accelerazione complessivo in dB indotto dal macchinario a diverse distanze dal fronte di lavorazione.

Tabella 6-16 Livelli delle accelerazioni in dB in funzione della distanza dalla sorgente emissiva (caso 1)

Distanza	5 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	75 m	100 m
Lw	82,8	76,3	69,4	65,0	61,7	59,0	53,9	50,1

Tabella 6-17 Livelli delle accelerazioni in dB in funzione della distanza dalla sorgente emissiva (caso 2)

Distanza	5 m	10 m	17 m	20 m	30 m	40 m	50 m	75 m	100 m
Lw	87,8	81,5	76,6	75,0	71,1	68,3	66,0	61,8	58,7

Di seguito si riportano in forma tabellare i livelli vibrazionali attesi sui ricettori limitrofi all'intervento.

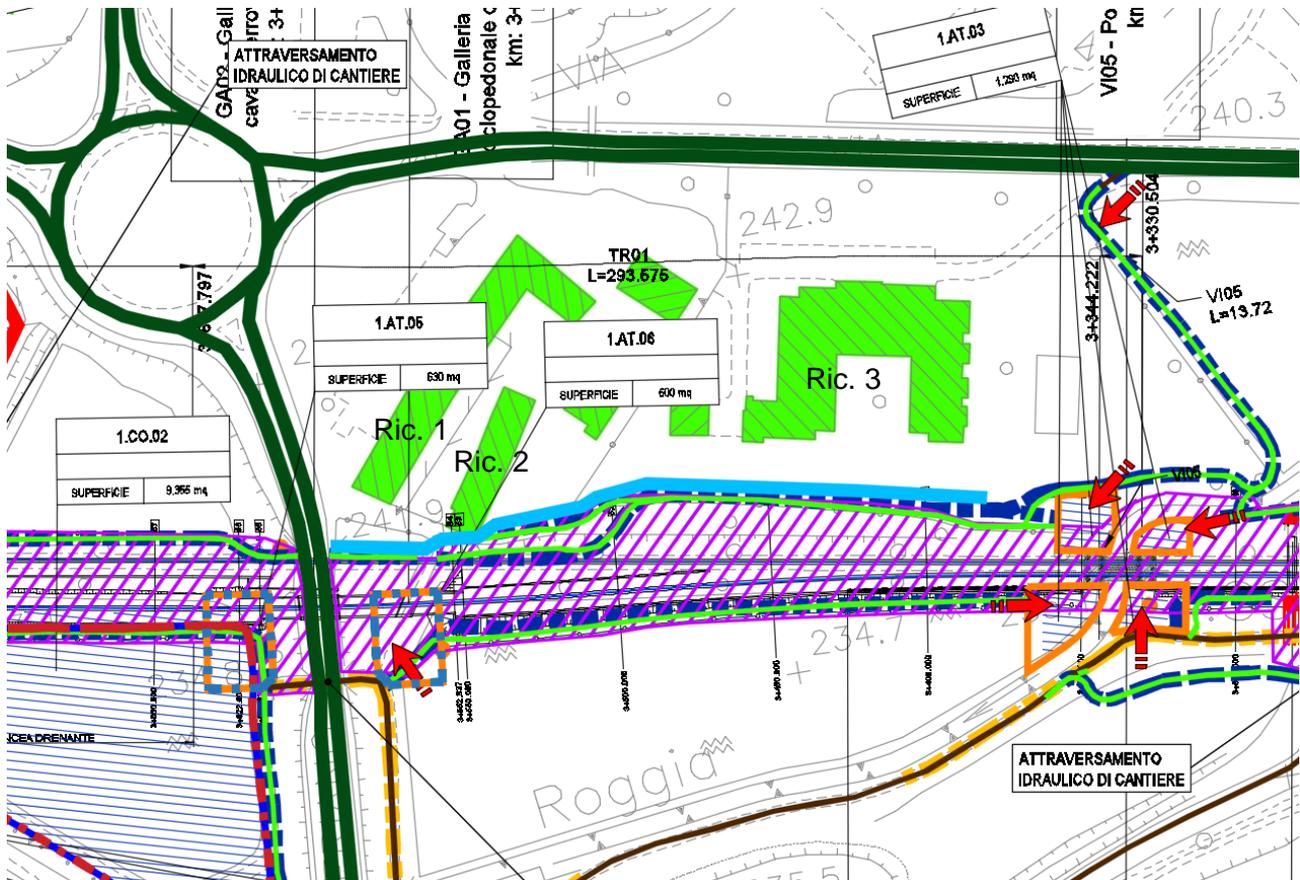


Figura 6-8 ricettori in prossimità dell'intervento

Ricettore	Destinazione d'uso	Distanza	Livello atteso caso 1	Livello atteso caso 2	Livello limite	Delta dB
Ric. 01	residenziale	30	65,0	71,1	77	+6,1
Ric. 02	residenziale	10	76,3	81,5	77	+5,2
Ric. 03	residenziale	40	61,7	68,3	77	+6,6

Inoltre, la norma UNI 9614 definisce i valori limite per il livello totale delle accelerazioni di tipo vibratorio, in funzione della tipologia dei fabbricati e del loro utilizzo. Si noti come i valori presenti nella norma si riferiscono a sorgenti di tipo continuo e risultano dunque conservativi rispetto ad una sorgente di tipo intermittente o addirittura transitoria quale costituita dalle attività di cantiere. I valori

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
VARIANTE CASCINA POLARESCO						
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 133 di 251

limite indicati nella UNI 9614 sono riportati nella tabella che segue:

Tabella 6-18 Norma UNI 9614 - Valori limite

<i>Luogo</i>	<i>L [dB]</i>
Aree critiche	71
Abitazione (notte)	74
Abitazione (giorno)	77
Uffici	83
Fabbriche	89

Lo scenario in esame è stato definito avendo come prima finalità quella di fornire i risultati sufficientemente cautelativi. Per tali ragioni si è ipotizzato che le attività di scavo e movimentazione è avvenuta nel periodo diurno per sette ore consecutive.

Con il supporto delle Tabella 6-16 e Tabella 6-18, si evince che per tali attività occorre verificare l'effettivo livello di disturbo generato dalle lavorazioni su tutti i ricettori che si trovano a distanza inferiore a circa 10 m dalla sorgente emissiva nel primo caso, mentre occorre verificare i livelli di disturbo a distanza di circa 15 m nel secondo caso.

Pur trattandosi di una situazione transitoria, è comunque necessario applicare una serie di misure di mitigazione e prevenzione consistenti essenzialmente nelle corrette modalità di utilizzo dei macchinari e sulla loro tipologia ed adottare semplici accorgimenti, quali quelli di tenere gli autocarri in stazionamento a motore acceso il più possibile lontano dai ricettori.

In conclusione si può osservare che l'introduzione di nuove lavorazioni relative alle opere connesse alla variante di Cascina Polaresco aumentano i livelli vibrazionali indotti nei ricettori circostanti. A seguito di tale considerazione, risultando a distanza ravvicinata il complesso residenziale di cascina Polaresco stesso, si può concludere che l'aspetto debba ritenersi oggetto di monitoraggio.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

6.3.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Al fine di contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari, è necessario agire sulle modalità di utilizzo dei medesimi e sulla loro tipologia ed adottare semplici accorgimenti, quali quelli di tenere gli autocarri in stazionamento a motore acceso il più possibile lontano dai ricettori.

La definizione di misure di dettaglio è demandata all'Appaltatore, che per definirle dovrà basarsi sulle caratteristiche dei macchinari da lui effettivamente impiegati e su apposite misure. In linea indicativa, l'Appaltatore dovrà:

- rispettare la norma di riferimento ISO 2631, recepita in modo sostanziale dalla UNI 9614, con i livelli massimi ammissibili delle vibrazioni sulle persone;
- contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari agendo sulle modalità di utilizzo dei medesimi e sulla loro tipologia;
- definire le misure di dettaglio basandosi sulle caratteristiche dei macchinari da lui effettivamente impiegati;
- per i ricettori sensibili, dove presumibilmente le attività legate alle lavorazioni più impattanti saranno incompatibili con la fruizione del ricettore, dovrà attuare procedure operative che consentano di evitare lavorazioni impattanti negli orari e nei tempi di utilizzo dei ricettori.

6.4 ARIA E CLIMA

6.4.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

6.4.1.1 Inquadramento normativo

Per quanto riguarda strettamente la trattazione si riporta di seguito i principali strumenti legislativi che compongono la cornice giuridica in materia atmosfera.

D.Lgs. n. 250 del 24.12.2012	<i>Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155;</i>
D.Lgs. n. 155 del 13.08.2010	<i>Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;</i>
D.Lgs. n. 152 del 03.04.2006	<i>Norme in materia ambientale. Parte quinta - Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera;</i>

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

D.Lgs. n. 133 del 11.05.2005

Attuazione della direttiva 2000/76/CE in materia di incenerimento dei rifiuti.

Regione Lombardia

D.G.R. n.2605 del 30.11.2011

Zonizzazione del territorio regionale in zone e agglomerati per la valutazione della qualità dell'aria ambiente ai sensi dell'art. 3 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155 - revoca della DGR n. 5290/07

6.4.1.2 Stato qualità dell'aria

Zonizzazione del territorio

La misura della qualità dell'aria è utile per garantire la tutela della salute della popolazione e la protezione degli ecosistemi. La legislazione italiana, costruita sulla base della direttiva europea Direttiva 08/50/CE recepita dal D.Lgs. 155/10 definisce che le Regioni sono l'autorità competente in questo campo, e prevede la suddivisione del territorio in zone e agglomerati sui quali valutare il rispetto dei valori obiettivo e dei valori limite. La zonizzazione deve essere rivista almeno ogni 5 anni. Il D. Lgs. 155/10 ha rivisto i criteri attraverso i quali realizzare la zonizzazione ai fini della valutazione della qualità dell'aria.

La Regione Lombardia con D.g.r. n. 2605 del 30 novembre 2011 (Allegato 1) ha recepito quanto previsto e modificato la precedente zonizzazione distinguendo il territorio in:

AGGLOMERATI URBANI

Agglomerato di Milano

Agglomerato di Bergamo

Agglomerato di Brescia

ZONA A

Pianura ad elevata urbanizzazione

ZONA B

Zona di pianura

ZONA C

Prealpi, Appennino e Montagna

ZONA D

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Fondovalle

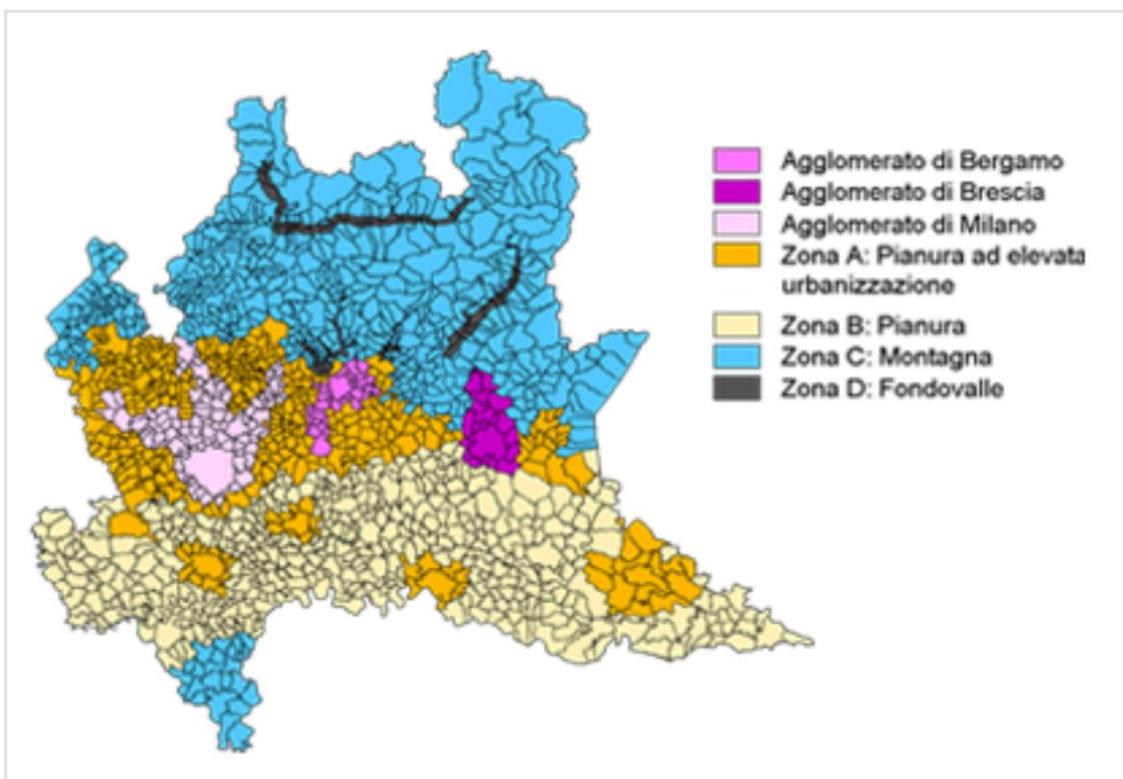


Figura 6-9 Zonizzazione ai sensi della D.G.R. n° 2605/11

Ai fini della valutazione dell'ozono, la nuova zonizzazione prevede una suddivisione della zona C zona C1 per Prealpi e Appennino e zona C2 per la Montagna.

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

Progetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO
NB1R

LOTTO
02 Y 69

CODIFICA
RG

DOCUMENTO
CA0000001

REV.
A

FOGLIO
137 di
251

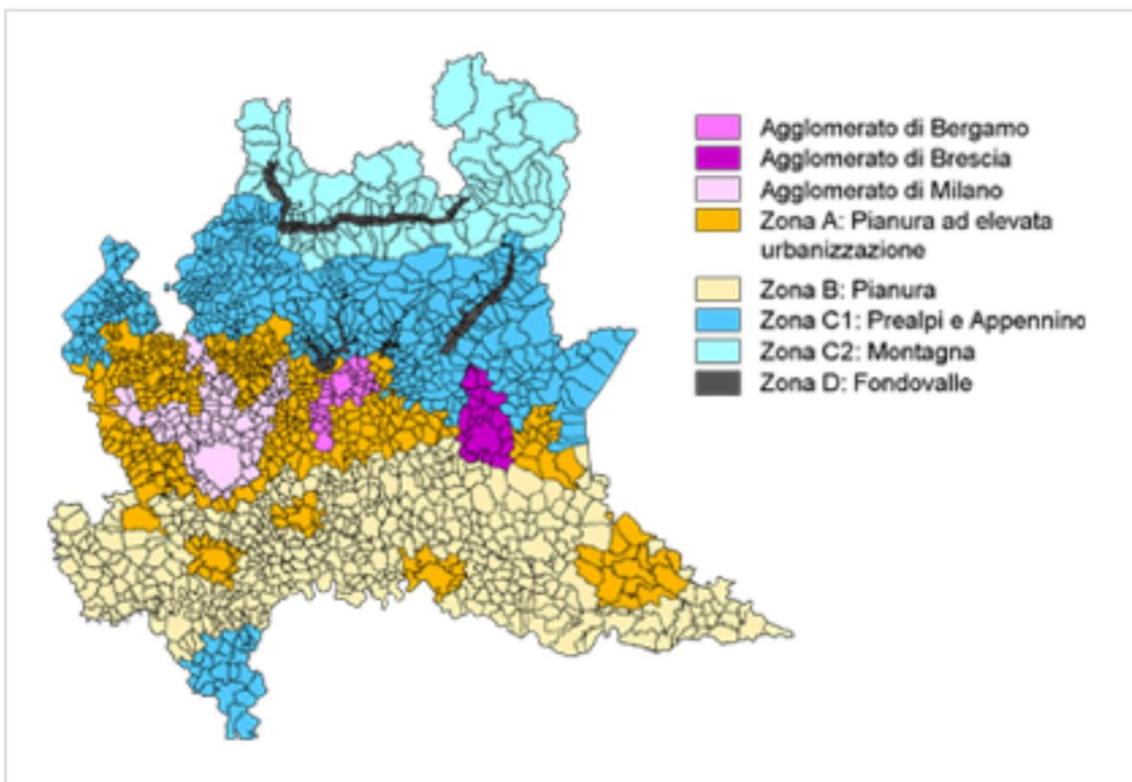


Figura 6-10 Zonizzazione ai sensi della D.G.R. n° 2605/11 (Valutazione Ozono)

Nella successiva figura viene riportato il dettaglio per la provincia di Bergamo.

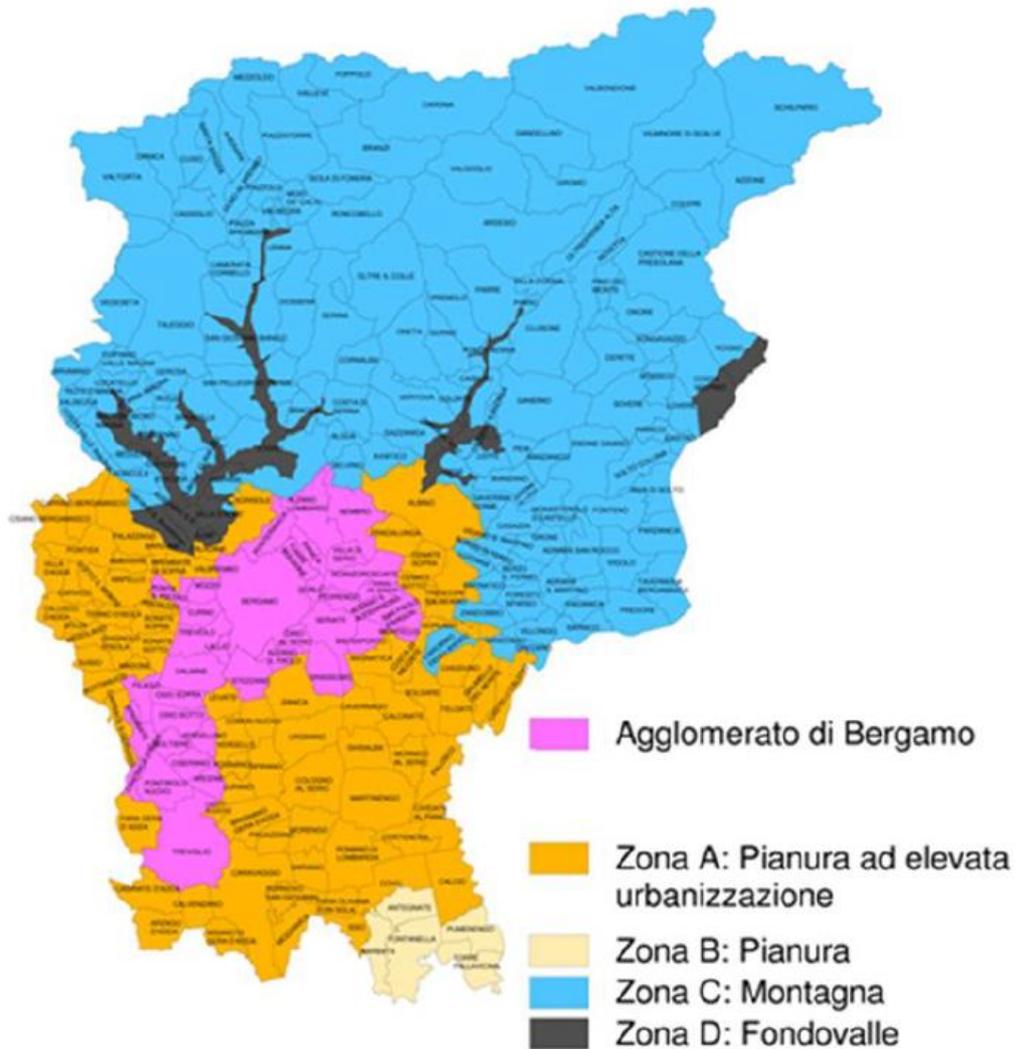


Figura 6-11 Zonizzazione della provincia di Bergamo (ai sensi della D.G.R. n° 2605/2011)

Nelle zone e negli agglomerati la valutazione della qualità dell'aria deve essere condotta in modo integrato, mediante le stazioni fisse, misure indicative e modelli matematici di dispersione. Per siti fissi si intendono le stazioni di misura ubicate presso siti fissi, con campionamento in continuo o discontinuo. Per misurazioni indicative si intendono le misurazioni degli inquinanti effettuate in stazioni ubicate o in siti fissi (ad esempio campionatori passivi) o mediante stazioni di misurazione mobili (fonte Arpa Lombardia).

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Caratterizzazione del contesto territoriale

La provincia di Bergamo è situata nella parte centro-orientale della Lombardia e conta oltre un milione di abitanti. Confina a nord con la provincia di Sondrio, a est con la provincia di Brescia, a ovest con la provincia di Milano e Lecco e la sud con la provincia di Cremona.

Il confine occidentale è segnato dallo spartiacque tra i bacini del Brembo e del Lago di Como a nord e dal fiume Adda a sud. Il confine settentrionale segue lo spartiacque principale delle Alpi Orobie. Il confine orientale segue prima lo spartiacque tra la Val di Scalve e la Val Camonica, quindi il Lago d'Iseo ed il fiume Oglio. Il confine meridionale è sostanzialmente convenzionale. La provincia di Bergamo occupa una superficie di 2722.86 kmq e possiede una morfologia variabile da 3.050 mt sul livello del mare a 82 mt.

La parte settentrionale della provincia è essenzialmente montuosa, occupa il 64% della superficie e qui si trovano le principali valli bergamasche: la Val Brembana (attraversata dal Brembo), la Val Seriana (Serio) e la Val Cavallina (Cherio). Altre valli più piccole sono la Valle Imagna, la Valle di Scalve (Dezzo) e la Val Serina, in passato strategico punto di collegamento tra le valli Seriana e Brembana. È da ricordare per il suo interesse turistico anche la Val Taleggio, diramazione della Val Brembana. Andando verso sud si trova una fascia collinare con una superficie del 12% che comprende la Val San Martino, i Colli di Bergamo e la Valcalepio, zona di produzione dei tipici vini bergamaschi. La zona collinare si estende per 70 km in larghezza, dall'Adda al lago di Iseo.

Dal punto di vista della qualità dell'aria, pertanto, parte del territorio è a pieno titolo inserita nel bacino aerologico della pianura padana ed è quindi caratterizzato dalle tipiche condizioni favorevoli all'accumulo degli inquinanti tipico di questo territorio. La parte prealpina e alpina è invece caratterizzata da fondovalle con possibili ristagni anche importanti e zone con condizioni meteorologiche normalmente più favorevoli alla dispersione.

I principali e più popolosi comuni della provincia di Bergamo sono riportati nella tabella seguente.

Stemma	Comune	Popolazione [ab.]	Superficie [km ²]	Densità [ab./km ²]	Altitudine [m s.l.m.]
	Bergamo	120783	40.16	3008	249
	Treviglio	30445	32.22	945	125
	Seriate	24928	12.53	1990	247
	Dalmine	23611	11.81	2000	207
	Romano di Lombardia	20426	19.38	1054	120
	Albino	17768	31.81	559	342
	Caravaggio	16262	33.39	487	111
	Alzano Lombardo	13532	13.68	989	304
	Stezzano	13184	9.37	1406	211
	Osio Sotto	1256	7.59	1656	182

Emissioni atmosferiche

In linea generale i principali inquinanti in aria possono essere suddivisi, schematicamente, in due gruppi: inquinanti primari e secondari. I primi vengono immessi nell'atmosfera direttamente dalle sorgenti, antropogeniche o naturali, mentre i secondi si formano in atmosfera successivamente, a seguito di reazioni chimiche o fisiche che coinvolgono altre specie, sia primarie che secondarie.

Nella tabella seguente sono riassunte, per ciascuno dei principali inquinanti atmosferici, le principali sorgenti di emissione.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
VARIANTE CASCINA POLARESCO						
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 141 di 251

Sorgenti emissive dei principali inquinanti			
Inquinante		Principali sorgenti di emissione	
Biossido di zolfo	SO ₂	*	Impianti riscaldamento, centrali di potenza, combustione di prodotti organici di origine fossile contenenti zolfo (gasolio, carbone, oli combustibili).
Biossido di azoto	NO ₂	*/**	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello pesante), centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione per la sintesi dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici).
Monossido di carbonio	CO	*	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili).
Ozono	O ₃	**	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera.
Particolato fine	PM10 PM2.5	*/**	È prodotto principalmente da combustioni e per azioni meccaniche (erosione, attrito, ecc.) ma anche per processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire da precursori anche in fase gassosa.
Idrocarburi non metanici	IPA C ₆ H ₆	*	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta, in particolare di combustibili derivati dal petrolio), evaporazione dei carburanti, alcuni processi industriali.

Figura 6-12 Sorgenti emissive dei principali inquinanti (Fonte: Rapporto annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Provincia di Bergamo - anno 2020)

Nella Figura 6-14 sono presentate le stime delle emissioni atmosferiche per fonte e si possono trarre le seguenti considerazioni circa le fonti che contribuiscono maggiormente alle emissioni delle seguenti sostanze inquinanti:

- SO₂: i maggiori contributi alle emissioni, quasi il 59%, sono dovuti alla combustione industriale, in particolare ai processi di combustione con contatto quali la produzione di calce ed alluminio di seconda fusione.
- NO_x: la principale fonte di emissione è il trasporto su strada (47%), la seconda sorgente è costituita dalla combustione in ambito industriale (30%), seguita dalle emissioni da macchine in agricoltura e riscaldamento domestico, che contribuiscono per un 10% ciascuno.
- COV: la principale sorgente è data dall'uso dei solventi (42%), seguito dal contributo delle foreste (22%) e dell'agricoltura per il 13%.

**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCOProgetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale**PROGETTO**
NB1R**LOTTO**
02 Y 69**CODIFICA**
RG**DOCUMENTO**
CA0000001**REV.**
A**FOGLIO**
142 di
251

- CH4: le emissioni di metano a livello provinciale sono dovute in larga parte al comparto agricoltura (53%). L'estrazione e la distribuzione dei combustibili contribuiscono in maniera minore (25%).
- CO: il maggior apporto alle emissioni di monossido di carbonio è dato dalla combustione non industriale (38%), seguito dai processi produttivi (28%) e dal trasporto su strada (24%), la combustione industriale determina un ulteriore 6%.
- CO2: il maggior contributo relativo alle emissioni di biossido di carbonio è dato dalla combustione industriale (35%) e dal trasporto su strada (29%). Il contributo della combustione in ambito civile è del 22%. Gli assorbimenti da parte della porzione di territorio a foresta sono stimati attorno al 13%.
- N2O: le emissioni di questo inquinante a livello provinciale sono dovute per il 77% al comparto agricoltura, in particolare per quanto attiene al trattamento dei reflui da allevamenti.
- NH3: è il comparto agricoltura a determinare quasi esclusivamente le emissioni di ammoniaca a livello provinciale (97%).
- PM2.5, PM10 e PTS: le polveri, sia fini che grossolane, sono emesse principalmente dal comparto relativo alla combustione non industriale (rispettivamente 57%, 49% e 41% in funzione della frazione considerata). Il trasporto su strada costituisce la seconda sorgente (17%, 19%, 20%). Il comparto agricoltura, considerando sia le emissioni da allevamenti che le emissioni da macchine operatrici, contribuisce per il 6% delle emissioni di PM2.5, tale contributo sale al 7% e al 8% all'aumentare del diametro della frazione considerata.
- CO2 eq (totale emissioni di gas serra in termine di CO2 equivalente): come per la CO2 il contributo principale è dovuto alle emissioni dal comparto relativo alla combustione industriale (28%) e dal trasporto su strada (24%). Assumono rilevanza le emissioni della combustione in ambito civile (18%) e del comparto agricolo (9%). Gli assorbimenti dovuti a foreste assommano a 11%.
- Precursori O3: le principali fonti di emissione di questa classe di inquinanti sono il trasporto su strada e l'uso dei solventi (23% ciascuno). La combustione nell'industria contribuisce per il 13%. Un ulteriore apporto (12%) è dovuto alle emissioni dalle foreste.
- Tot. Acidificanti (emissioni totali di sostanze in grado di contribuire all'acidificazione delle precipitazioni): la principale fonte di emissione è costituita dall'agricoltura (58%), in particolare per quanto attiene alla gestione dei reflui da allevamento. Un contributo del 17% e del 15% è rispettivamente dovuto al trasporto su strada e alla combustione nell'industria.



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

Progetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 143 di 251
-------------------------	-------------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	--------------------------------

Inventario delle Emissioni in Atmosfera della Provincia di Bergamo														
MACROSETTORI	SO ₂ t/anno	NO _x t/anno	COV t/anno	CH ₄ t/anno	CO t/anno	CO ₂ kt/anno	N ₂ O t/anno	NH ₃ t/anno	PM2.5 t/anno	PM10 t/anno	PTS t/anno	CO ₂ eq. kt/anno	Prec. O ₃ t/anno	Tot. acidif. (H+) kt/anno
Produzione energia e trasformazione combustibili	3	83	9	53	51	19	4	0	3	3	3	21	117	2
Combustione non industriale	67	1219	1221	733	9599	1566	74	132	1302	1335	1407	1606	3775	36
Combustione nell'industria	529	3600	396	112	1778	2074	57	39	99	122	145	2094	4986	97
Processi produttivi	374	440	800	14	20417	898	5	69	70	122	173	900	3582	25
Estrazione e distribuzione combustibili			1183	4825								121	1250	
Uso di solventi	0	68	9674	0	7	0		1	95	106	156	382	9757	2
Trasporto su strada	12	5992	1673	125	7975	1860	61	109	304	433	577	1882	9863	137
Altre sorgenti mobili e macchinari	29	1260	99	2	454	167	3	0	46	46	46	168	1686	28
Trattamento e smaltimento rifiuti	77	403	7	4485	215	208	43	46	4	4	5	333	585	14
Agricoltura		22	3352	16057			857	7671	32	80	156	657	3604	452
Altre sorgenti e assorbimenti	13	64	8947	329	1826	-430	0	20	120	151	196	-422	9231	3
Totale	1104	13151	27362	26736	42322	6361	1104	8088	2075	2403	2865	7740	48436	796

Figura 6-13 Stime delle emissioni atmosferiche per fonte (Fonte: Rapporto annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Provincia di Bergamo - anno 2020)

Stato della qualità dell'aria

La rete di rilevamento della qualità dell'aria di ARPA Lombardia è costituita da 85 stazioni fisse del programma di valutazione che, per mezzo di analizzatori automatici, forniscono dati in continuo ad intervalli temporali regolari (generalmente con cadenza oraria). Le specie di inquinanti monitorate in continuo sono NOX,SO2, CO, O3, PM10, PM2.5 e benzene. A seconda del contesto ambientale (urbano, industriale, da traffico, rurale, etc.) nel quale è attivo il monitoraggio, diversa è la tipologia di inquinanti che è necessario rilevare. Pertanto, non tutte le stazioni sono dotate della medesima strumentazione analitica. Le postazioni regionali sono distribuite su tutto il territorio regionale in funzione della densità abitativa e della tipologia di territorio rispettando i criteri di definiti dal D.Lgs. 155/2010.

I dati forniti dalle stazioni fisse vengono integrati con quelli rilevati durante campagne temporanee di misura mediante laboratori mobili e campionatori utilizzati per il rilevamento del

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

particolato fine, oltre che altra strumentazione avanzata quale ad esempio Contatori Ottici di Particelle e analizzatori di Black Carbon.

Il D.Lgs. 155/2010 (art. 5) prevede che le regioni e le province autonome predispongano un programma per la misura della qualità dell'aria con stazioni fisse coerente con le disposizioni introdotte dal decreto stesso. Il numero delle stazioni di misurazione previste dal programma di valutazione (PdV) deve essere individuato nel rispetto dei canoni di efficienza, efficacia ed economicità.

Rete di monitoraggio

Le postazioni sono distribuite su tutto il territorio regionale in funzione della densità abitativa e della tipologia di territorio.

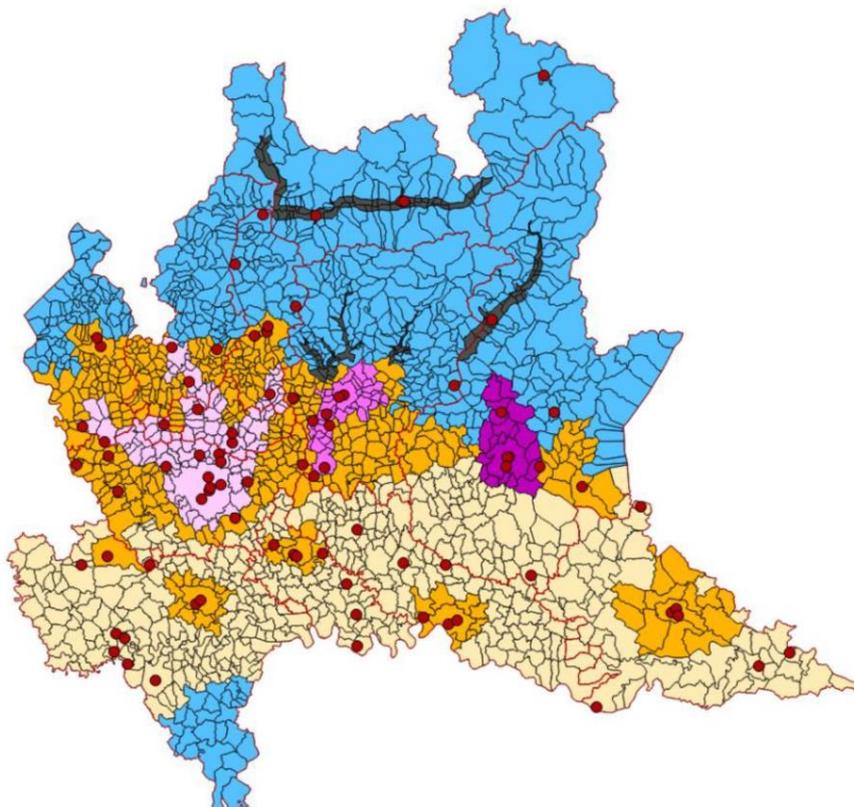


Figura 6-14 Distribuzione geografica delle stazioni di rilevamento del PdV (Fonte: Rapporto annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Provincia di Bergamo - anno 2018)

	PROGETTO DEFINITIVO				
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO				
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO				
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Nel 2013 è stato istituito il Centro Regionale per il Monitoraggio della Qualità dell’Aria e suddiviso in quattro aree territoriali che gestiscono, in termini di manutenzione e analisi dati, le stazioni dell’intera rete di rilevamento ARPA. Nello specifico la suddivisione è la seguente:

- AREA NORD: Bergamo Como, Lecco, Sondrio.
- AREA OVEST: Milano, Monza e Brianza, Varese.
- AREA EST: Brescia, Mantova.
- AREA SUD: Cremona, Lodi, Pavia

Nel territorio della provincia di Bergamo è presente una rete pubblica di rilevamento della qualità dell’aria (RRQA) di proprietà dell’ARPA e gestita dal CRMQA. La rete pubblica attualmente è costituita da 11 stazioni fisse. Di queste postazioni, 9 sono considerate ai fini del programma di valutazione della qualità dell’aria mentre le restanti sono considerate di interesse locale. La rete fissa è integrata dalle informazioni raccolte da postazioni mobili e campionatori gravimetrici per la misura delle polveri.

Stazioni fisse di misura poste nella provincia di Bergamo – Anno 2020				
Nome stazione	Rete	Tipo zona	Tipo stazione	Altitudine (m.s.l.m.)
<i>Stazioni del Programma di valutazione</i>				
Bergamo-Meucci	PUB	Urbana	Fondo	249
Bergamo-Garibaldi	PUB	Urbana	Traffico	249
Dalmine	PUB	Urbana	Traffico	207
Filago Centro	PRIV	Urbana	Fondo	190
Osio Sotto	PRIV	Suburbana	Fondo	182
Treviglio	PUB	Urbana	Traffico	125
Calusco d’Adda	PRIV	Suburbana	Ind./Fondo	273
Tavernola Bergamasca	PUB	Suburbana	Ind.	306
Casirate d’Adda	PRIV	Rurale	Fondo	100
<i>Altre stazioni</i>				
Lallio	PRIV	Urbana	Traffico	207
Filago Marne	PRIV	Suburbana	Ind.	190

Tabella 6-19 Stazioni fisse di misura nella provincia di Bergamo (Fonte: Rapporto annuale sullo stato della qualità dell’aria nella Provincia di Bergamo - anno 2020)

La successiva figura 6-16 mostra la mappa con i comuni che ospitano sul proprio territorio le stazioni di rilevamento fisse incluse nel Programma di Valutazione (rosso) e di interesse locale

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

(gialle) e i siti in cui sono state eseguite campagne di monitoraggio con il laboratorio mobile nel 2018 (blu).

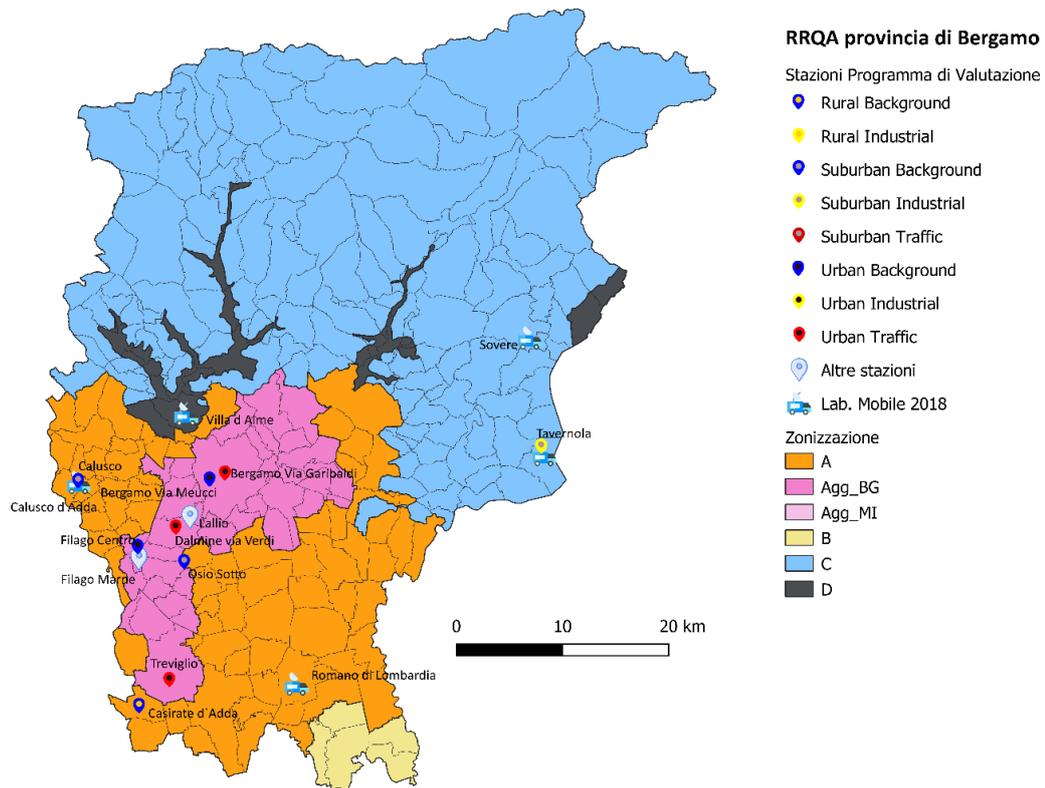


Figura 6-15 Localizzazione delle stazioni fisse e delle campagne di monitoraggio con laboratorio mobile della provincia di Bergamo (Fonte: Rapporto annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Provincia di Bergamo - anno 2018)

Nel seguito sono riportati trend e valori di concentrazione dei vari inquinanti per l'anno 2018 e confrontati con i limiti di legge. Nelle tabelle riepilogative, le statistiche come la concentrazione medie annuale e il numero di superamenti dei valori limiti annuali sono riportate in grassetto se non hanno rispettato il limite normativo, tra parentesi se il rendimento dello strumento di misura non è stato tale da rendere rappresentativa, secondo i parametri dettati dal D. Lgs. 155/10, la valutazione su scala annuale.

→ **Biossido di Azoto (NO₂)**

L'NO₂ è un inquinante per lo più secondario, che si forma in seguito all'ossidazione in atmosfera dell'NO, è un gas di colore rosso bruno, dall'odore forte e pungente, altamente tossico e irritante. È un forte agente ossidante e reagisce violentemente con materiali combustibili e riducenti mentre in

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

presenza di acqua è in grado di ossidare diversi metalli. Essendo più denso dell'aria tende a rimanere a livello del suolo.

NO ₂ : Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa				
Stazione	Protezione della salute umana			Protezione degli ecosistemi
	Rendimento (%)	N° superamenti del limite orario (200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte/anno)	Media annuale (limite: 40 µg/m ³)	NO _x Media annuale (limite: 30 µg/m ³)
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>				
Bergamo-Meucci	99	0	22	n.a.*
Bergamo-Garibaldi	95	0	31	n.a.*
Dalmine	97	0	26	n.a.*
Filago Centro	99	0	23	n.a.*
Osio Sotto	99	0	20	n.a.*
Treviglio	99	0	33	n.a.*
Tavernola	94	0	18	n.a.*
Casirate d'Adda	97	0	20	n.a.*
Calusco d'Adda	98	0	20	n.a.*
<i>Altre stazioni</i>				
Lallio	98	0	23	n.a.*

Tabella 6-20 Confronto con i limiti di riferimento (Fonte: Rapporto annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Provincia di Bergamo - anno 2020)

→ PM₁₀ e PM_{2.5} (Polveri fini)

Un aerosol è definito come la miscela di particelle solide o liquide e il gas nel quale esso sono sospese; il termine particolato (particulate matter, PM) individua l'insieme dei corpuscoli presenti nell'aerosol. Con particolato atmosferico si fa quindi riferimento al complesso e dinamico insieme di particelle, con l'esclusione dell'acqua, disperse in atmosfera per tempi sufficientemente lunghi da subire fenomeni di diffusione e trasporto.

Si definisce PM₁₀ la frazione di particelle raccolte con strumentazione avente efficienza di selezione e raccolta stabilita dalla norma e pari al 50% per il diametro aerodinamico di 10 µm. Spesso, sebbene in modo improprio, il PM₁₀ viene considerato come la frazione di particelle con diametro uguale o inferiore a 10 µm. In modo del tutto analogo viene definito il PM_{2.5} (UNI EN12341/2014).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

La legislazione europea e nazionale (D. Lgs. 155/2010) ha definito un valore limite sulle medie annuali per il PM10 e per il PM2.5 e un valore limite sulla concentrazione giornaliera per il PM10. Il PM10 ha un limite sulla concentrazione media annuale di 40 µg/m³ e uno sulla media giornaliera di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte all'anno. Il PM2.5 ha un valore limite sulla concentrazione media annuale di 25 µg/m³.

PM10: Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa			
Stazioni	Rendimento (%)	Media annuale (limite: 40 µg/m ³)	N° superamenti del limite giornaliero (50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte/anno)
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>			
Bergamo Garibaldi	98	30	46
Bergamo Meucci	98	27	39
Calusco d'Adda	99	26	38
Dalmine	93	29	47
Filago centro	89	28	47
Osio Sotto	98	29	48
Casirate d'Adda	95	30	60
Treviglio	98	31	62
<i>Altre stazioni</i>			
Lallio	95	28	42

Tabella 6-21 Confronto con i limiti di riferimento PM10 (Fonte: Rapporto annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Provincia di Bergamo - anno 2020)

PM2.5: Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa		
Stazioni	Rendimento (%)	Media annuale (limite: 25 µg/m ³)
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>		
Bergamo Meucci	97	22
Calusco d'Adda	95	19
Dalmine	95	24
Casirate d'Adda	90	24
Treviglio	100	19

Tabella 6-22 Confronto con i limiti di riferimento PM2.5 (Fonte: Rapporto annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Provincia di Bergamo - anno 2020)

→ **Monossido di carbonio (CO)**

	PROGETTO DEFINITIVO				
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO				
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO				
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Il monossido di carbonio (CO) è un gas inodore, incolore, infiammabile e molto tossico. La sua concentrazione in aria, soprattutto nelle aree urbane, è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, soprattutto ai veicoli a benzina. Le emissioni di CO dai veicoli sono maggiori in fase di accelerazione e di traffico congestionato.

CO: Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa				
Stazione	Rendimento (%)	Media annuale (mg/m ³)	N° superamenti del limite giornaliero (10 mg/m ³ come massimo della media mobile su 8 ore)	Massima media su 8 ore (mg/m ³)
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>				
Bergamo Garibaldi	99	0.5	0	2.0
Bergamo Meucci	98	0.4	0	2.0
Dalmine	98	0.5	0	1.9
Treviglio	100	0.5	0	2.2
<i>Altre stazioni</i>				
Calusco d'Adda	98	0.4	0	1.8

Tabella 6-23 Confronto con i limiti di riferimento (Fonte: Rapporto annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Provincia di Bergamo - anno 2020)

→ Benzene

Il benzene (C₆H₆) è un idrocarburo aromatico monociclico. A temperatura e pressione ambiente si presenta come un liquido volatile, incolore, con un odore caratteristico e altamente infiammabile. È un costituente naturale del petrolio e viene sintetizzato a partire da composti chimici presenti nel petrolio stesso. Possiede notevoli proprietà solventi: è miscibile in tutte le proporzioni con molti altri solventi organici, mentre è poco solubile in acqua. Il benzene viene utilizzato come materia prima per produrre plastiche, resine sintetiche e pesticidi e come antidetonante nelle benzine.

C ₆ H ₆ : Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa		
Stazione	Rendimento (%)	Media annuale (limite: 5 µg/m ³)
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>		
Bergamo Garibaldi	96	0.8
Calusco d'Adda	99	0.8
Dalmine	89	0.8

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 150 di 251

Tabella 6-24 Confronto con i limiti di riferimento (Fonte: Rapporto annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Provincia di Bergamo - anno 2020)

Scelta delle centraline

Le due centraline di Bergamo (Garibaldi/Meucci) possono essere prese a riferimento per lo stato di qualità dell'aria della zona sottoposta a cantierizzazione.

6.4.1.3 Meteorologia

Per la valutazione della qualità dell'aria è necessario considerare ed analizzare le variabili meteorologiche che più influenzano l'accumulo, il trasporto, la diffusione, la dispersione e la rimozione degli inquinanti nell'atmosfera.

Sono parametri rilevanti:

- l'altezza dello strato di rimescolamento (m), che dà la misura della turbolenza (di origine termica, dovuta al riscaldamento della superficie, e di origine meccanica, dovuta al vento) nello strato di atmosfera più vicino al suolo, esprimendo l'intensità dei meccanismi di dispersione verticale;
- la percentuale di condizioni atmosferiche stabili (%), che esprime con quale frequenza lo strato superficiale risulta stabile e quindi meno favorevole alla dispersione degli inquinanti;
- la velocità del vento (m/s), determinante per la dispersione, e la direzione del vento (gradi), utile per valutare il trasporto degli inquinanti.

Nel caso specifico si riportano le elaborazioni dei dati riferiti all'anno 2018 di Arpa Lombardia, rilevati presso le stazioni di Bergamo (su Via Stezzano, via Maffei e via Meucci).

Temperatura

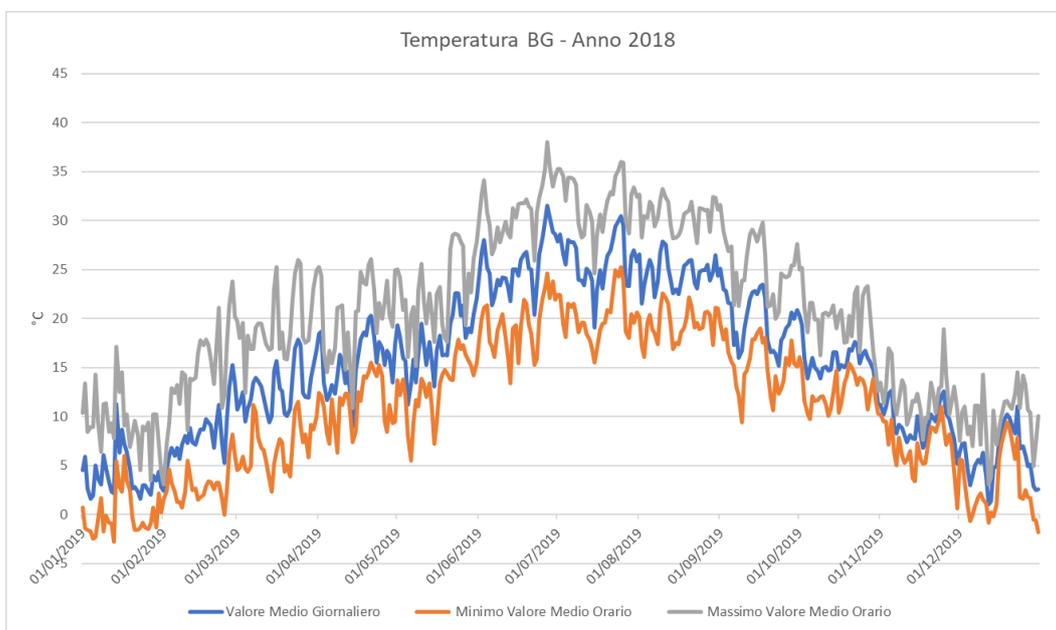
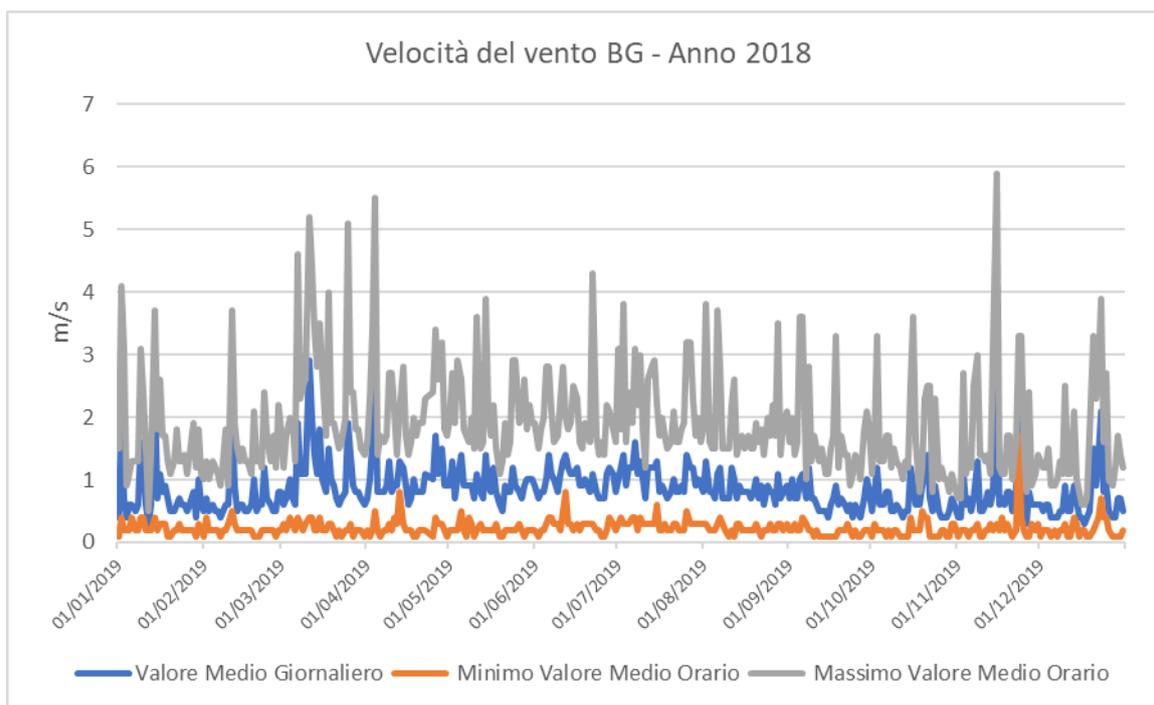


Figura 6-16 Andamento della temperatura minima, media, massima ed oraria registrate nel 2018 (fonte: elaborazione dati Arpa Lombardia – centraline Bergamo Stezzano/Maffei/Meucci)

Regime anemologico



	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Figura 6-17 Andamento della velocità del vento minima, media, massima ed oraria registrate nel 2018 (fonte: elaborazione dati Arpa Lombardia – centraline Bergamo Stezzano/Maffei/Meucci)

Il valore massimo di raffica si raggiunge nel mese di gennaio, con un valore pari a circa 14 m/s. Per quanto riguarda la direzione del vento, le direzioni di provenienza prevalenti sono N e NNE e in misura minore S e SSW.

6.4.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Al fine di caratterizzare correttamente il dominio spaziale e temporale per configurare le simulazioni per la stima dell'impatto sulla qualità dell'aria durante le lavorazioni, si è proceduto allo studio delle seguenti variabili e parametri:

- Caratteristiche tecniche dei singoli cantieri in programma;
- Cronoprogramma delle fasi e lavorazioni;
- Elaborati tecnici di progetto.

Le valutazioni effettuate, che si approssimano a favore di sicurezza, hanno permesso di individuare sull'intero arco temporale del P. L. dell'opera oggetto di studio, quello che è da considerarsi *l'anno tipo*, che identifica il periodo di potenziale massimo impatto sulle matrici ambientali ed in particolare sulla qualità dell'aria per le emissioni di polveri e gas.

Nei seguenti paragrafi si dettagliano le caratteristiche dei cantieri e la stima delle emissioni di polveri e gas necessarie alle simulazioni per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria.

6.4.2.1 Descrizione degli impatti potenziali

Si riporta di seguito la descrizione delle principali sorgenti connesse alle attività di cantiere previste in progetto. Lo scopo primario dell'individuazione delle sorgenti e la conseguente quantificazione dell'impatto è quello di valutare l'effettiva incidenza delle emissioni delle attività di cantiere sullo stato di qualità dell'aria complessivo.

Il controllo dell'effettivo impatto delle attività di cantiere verrà eseguito attraverso il monitoraggio ambientale della qualità dell'aria in corso d'opera, in corrispondenza delle aree di lavorazioni, secondo quanto previsto nel Piano di Monitoraggio Ambientale.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

In relazione alla natura delle sorgenti possono essere individuati, quali indicatori del potenziale impatto delle stesse sulla qualità dell'aria, i seguenti parametri:

- polveri: **PM10** (polveri inalabili, le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 µm) e PTS (polveri totali sospese). Le polveri sono generate sia dalla combustione incompleta all'interno dei motori, che da impurità dei combustibili, che dal sollevamento da parte delle ruote degli automezzi e da parte di attività di movimentazione di inerti;
- inquinanti gassosi generati dalle emissioni dei motori a combustione interna dei mezzi di trasporto e dei mezzi di cantiere in genere (in particolare **NOX**).

Le attività più significative in termini di emissioni sono costituite:

- dalle attività di movimento terra (scavi e realizzazione rilevati);
- dalla movimentazione dei materiali all'interno dei cantieri;
- dal traffico indotto dal transito degli automezzi sulle piste di cantiere.

In generale, la dimensione dell'impatto legato al transito indotto sulla viabilità esistente risulta essere direttamente correlato all'entità dei flussi orari degli autocarri e pertanto risulta stimabile in relazione sia ai fabbisogni dei cantieri stessi che al materiale trasportato verso l'esterno.

6.4.2.2 Inquinanti considerati nell'analisi modellistica

Le operazioni di lavorazione, scavo e movimentazione dei materiali, ed il transito di mezzi meccanici ed automezzi utilizzati per tali attività, possono comportare potenziali impatti sulla componente in esame in termini di emissione e dispersione di inquinanti.

In particolare nel presente studio, in riferimento alla loro potenziale significatività, sono stati analizzati:

- polveri (il parametro assunto come rappresentativo delle polveri è il PM10, ossia la frazione fine delle polveri, di granulometria inferiore a 10 µm, il cui comportamento risulta di fatto assimilabile a quello di un inquinante gassoso);
- ossidi di azoto (NOx).

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Nella presente analisi modellistica è stata analizzata la dispersione e la diffusione in atmosfera dei parametri sopra elencati, con riferimento alle attività di cantiere previste dal progetto, al fine di verificarne i potenziali effetti ed il rispetto dei valori limite sulla qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente. In particolare, con riferimento agli ossidi di azoto (NOx) è necessario fare delle precisazioni, per le quali si rimanda al paragrafo successivo.

Tuttavia, come precedentemente indicato, l'impatto potenzialmente più rilevante esercitato dai cantieri di costruzione sulla componente atmosfera è legato alla possibile produzione di polveri, provenienti direttamente dalle lavorazioni e, in maniera meno rilevante, quelle indotte indirettamente dal transito di mezzi meccanici ed automezzi sulla viabilità interna ed esterna.

Meccanismi di formazione del biossido di azoto

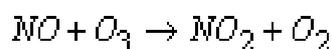
Gli ossidi di azoto NOx sono presenti in atmosfera sotto diverse specie, di cui le due più importanti, dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico sono l'ossido di azoto, NO, ed il biossido di azoto, NO2, la cui origine primaria nei bassi strati dell'atmosfera è costituita dai processi di combustione e, nelle aree urbane, dai gas di scarico degli autoveicoli e dal riscaldamento domestico. La loro somma pesata prende il nome di NOx e la loro origine deriva dalla reazione di due gas (N2 e O2) comunemente presenti in atmosfera.

L'inquinante primario (per quanto riguarda gli NOx) prodotto dalle combustioni dei motori è l'ossido di azoto (NO); la quantità di NO prodotta durante una combustione dipende da vari fattori:

- temperatura di combustione : più elevata è la temperatura di combustione maggiore è la produzione di NO;
- tempo di permanenza a tale temperatura dei gas di combustione: maggiore è il tempo di permanenza, più elevata è la produzione di NO;
- quantità di ossigeno libero contenuto nella fiamma: più limitato è l'eccesso d'aria della combustione, minore è la produzione di NO a favore della produzione di CO.

Il meccanismo di formazione secondaria di NO2 dai processi di combustione prevede che, una volta emesso in atmosfera, l'NO prodotto si converte parzialmente in NO2 (produzione di origine secondaria) in presenza di ozono (O3). L'insieme delle reazioni chimiche che intervengono nella trasformazione di NO in NO2 è detto ciclo fotolitico e può essere così schematizzato:

- l'O3 reagisce con l'NO emesso per formare NO2 e O2



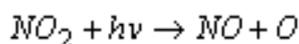
**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

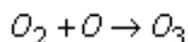
LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCOProgetto ambientale della cantierizzazione
Relazione GeneralePROGETTO
NB1RLOTTO
02 Y 69CODIFICA
RGDOCUMENTO
CA0000001REV.
AFOGLIO
155 di
251

- le molecole di NO₂ presenti nelle ore diurne e soleggiate assorbono energia dalla radiazione ultravioletta (fotoni $h\nu$ di lunghezza d'onda inferiore a 430 nm). L'energia assorbita scinde la molecola di NO₂ producendo una molecola di NO e atomi di ossigeno altamente reattivi.



- gli atomi di ossigeno sono altamente reattivi e si combinano con le molecole di O₂ presenti in aria per generare ozono (O₃) che quindi è un inquinante secondario:



Le reazioni precedenti costituiscono un ciclo che, però, rappresenta solo una porzione ridotta della complessa chimica che ha luogo nella parte bassa dell'atmosfera. Infatti, se in aria avessero luogo solo queste reazioni, tutto l'ozono prodotto verrebbe distrutto, e l'NO₂ si convertirebbe in NO per convertirsi nuovamente in NO₂ senza modifiche nella concentrazione delle due specie, mantenendo costante il rapporto tra NO₂ e NO in aria.

Tuttavia in condizioni di aria inquinata da scarichi veicolari (fonte di NO primario e NO₂ secondario) in presenza di COV incombusti e forte irraggiamento, il monossido d'azoto NO non interagisce più solo con ozono nel ciclo di distruzione, ma viene catturato e contemporaneamente trasformato in NO₂, con conseguente accumulo di NO₂ e O₃ in atmosfera.

I fattori di emissione per gli ossidi di azoto forniti dagli inventari delle emissioni sono espressi in termini di NO_x e non NO₂. Al contrario la vigente normativa sulla qualità dell'aria prevede dei valori limite (media annua e massima oraria) espressi come NO₂ e non come NO_x.

Poiché il modello di simulazione utilizzato per l'analisi della dispersione delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera non tiene conto dei vari meccanismi chimici di trasformazione che portano alla formazione secondaria degli NO₂ a partire dagli NO, l'analisi modellistica eseguita è stata effettuata per l'NO_x. E' difficile prevedere la percentuale di NO₂ contenuta negli NO_x, in quanto come riportato precedentemente questa dipende da molteplici fattori, come la presenza di Ozono (O₃) e di luce. Inoltre i casi in cui si verificano tali condizioni, generalmente sono caratterizzate da condizioni meteo tali da favorire la dispersione degli inquinanti.

Tuttavia, come è possibile riscontrare nei paragrafi che seguono, anche si assumesse che il rapporto NO₂/NO_x è pari a 1 (situazione limite poco probabile), ovvero che tutti gli NO_x sono

	PROGETTO DEFINITIVO				
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO				
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO				
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

costituiti interamente da NO₂, i valori di concentrazione degli ossidi di azoto stimati con il modello di dispersione in atmosfera risultano al di sotto dei valori limite previsti dalla normativa.

Se si assume che l'impatto più significativo esercitato dai cantieri sulla componente atmosfera sia generato dal sollevamento di polveri si ritiene che le aree di lavoro più impattanti siano quelle in corrispondenza delle quali avvengono le principali operazioni di scavo e movimentazione dei materiali terrigeni potenzialmente polverulenti e che presentino al loro interno aree per lo stoccaggio in cumulo dei materiali di risulta dalle lavorazioni.

Contestualmente è risultato fondamentale, come già specificato, l'individuazione degli elementi sensibili presenti al contorno dell'area interessata dalle operazioni di realizzazione dell'opera e per le quali l'impatto atmosferico risulta maggiormente critico. La significatività dell'esposizione alle polveri prodotte dalle attività di cantiere dipende dalla tipologia e dall'entità di dette attività, per quanto riguarda i parametri progettuali, e dalla tipologia e dalla localizzazione dei ricettori, ossia dall'entità di ricettori residenziali/sensibili e dalla distanza che intercorre tra questi e le aree di cantiere in cui avvengono le attività di scavo e di movimento delle terre e degli inerti, di stoccaggio e di trasporto di detti materiali.

Prima di entrare nel merito delle risultanze della prima fase di analisi, si sottolinea che, per quanto riguarda le tipologie di attività/aree di cantiere prese in considerazione, sono state prese in considerazione tutte le aree di cantiere interessate dalle operazioni di scavo, movimentazione e stoccaggio terre, accumulo e stoccaggio degli inerti provenienti dall'esterno.

Le Aree di stoccaggio (CO) e i Depositi Terre (DT) rappresentano le situazioni potenzialmente più critiche e saranno pertanto analizzate. I risultati che ne derivano saranno poi estesi anche al Cantiere Base (CB), alle Aree tecniche (AT) e ai Cantieri Operativi (CO), nonché le aree di lavoro. Operativamente le analisi effettuate nei riguardi delle singole aree di cantiere hanno messo in luce un contesto localizzativo spesso fortemente urbanizzato.

In particolare, è stata individuata l'area di cantiere 1.DT.01 come la più rappresentativa in termini di emissioni di NO_x e PM₁₀. I risultati ottenuti saranno quindi riportati per tutti gli altri cantieri fissi, considerando omogeneità di macchine, di orari di lavori e di condizioni meteorologiche per la diffusione degli inquinanti.

Si ritiene, infatti, che tale area abbia un'incidenza preponderante sull'aspetto ambientale in questione rispetto alle aree di lavoro, in quanto i quantitativi di materiale polverulento in gestione sono nettamente superiori, uniti ai flussi dei mezzi di cantiere per il deposito dei materiali da scavo.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

L'analisi effettuata sul Deposito Terre si ritiene rappresentativa della situazione in assenza di variante, in quanto verosimilmente le aree di lavoro lungolinea per la formazione di rilevati e trincee contribuiscono in maniera marginale alle emissioni di polveri in atmosfera.

Lo scopo del prosieguo del presente paragrafo è stimare l'incidenza sull'aspetto ambientale in questione dovuto all'aggiunta di nuove wbs e nuove lavorazioni relative alla variante Cascina Polaresco.



Figura 6-18 Area di cantiere 1.DT.01 (con retinatura marrone)

Una volta definite le aree di cantiere e di lavoro da valutare, relativamente alla localizzazione in prossimità di ricettori residenziali e sensibili ed in funzione della tipologia di attività svolta, si è provveduto all'analisi di dettaglio dei due fattori sinergici che contribuiscono alla definizione del cosiddetto scenario di massimo impatto: il cronoprogramma dei lavori e il bilancio dei materiali.

Il cronoprogramma dei lavori consente, infatti, di verificare la durata della singola lavorazione o opera e di valutarne le eventuali sovrapposizioni temporali (e, conseguentemente, le possibili sovrapposizioni degli effetti laddove le aree di lavorazione siano fra loro relativamente vicine e poste all'interno della cosiddetta area di potenziale influenza, soggetta agli impatti cumulativi).

Il bilancio dei materiali consente, di verificare le quantità di materiale movimentato, opportunamente suddivise in materiali di scavo, di demolizione e materiali movimentati.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 158 di 251

In tal modo si è dapprima associato il relativo quantitativo di materiale movimentato (espresso nella forma standardizzata sotto forma di mc/g) e successivamente si è provveduto, sulla base del cronoprogramma a verificare, il periodo di durata annuale corrispondente alla sequenza di mesi consecutivi caratterizzati dal maggior quantitativo di materiale movimentato al giorno.

Da ultimo, si è introdotto il criterio finale della localizzazione dell'area di cantiere e della relativa definizione dei domini di calcolo da introdurre all'interno delle simulazioni, aventi caratteristiche omogenee e requisiti dimensionali tali da comprendere, al loro interno, gli interi areali di impatti, definiti come la porzione di territorio compresa all'interno della curva di isoconcentrazione relativa all'incremento di impatto minimamente significativo.

Analizzando in dettaglio il processo valutativo volto alla definizione degli scenari di impatto da verificare mediante l'applicazione modellistica, il primo passo è stato, pertanto, quello di definire, per ciascuna area di cantiere/di lavoro, le volumetrie di materiale movimentato, scavato o approvvigionato nonché la durata delle attività, così da poter definire il volume giornaliero movimentato (indicatore idoneo a rendere fra loro confrontabili le varie aree di cantiere).

Sulla scorta di quanto detto, di seguito si forniscono i dettagli dei due scenari di simulazione modellistica aventi lo scopo di stimare l'impatto della variante Cascina Polaresco sulla componente atmosfera. Il primo scenario, ritenuto rappresentativo del maggior grado di emissione di polveri in assenza di variante è costituito dal solo cantiere fisso 1.DT.01 che gioca un ruolo preponderante sull'aspetto in questione rispetto agli altri cantieri e aree di lavoro, il secondo è costituito dallo stesso scenario a cui si aggiungono gli scavi e le lavorazioni per la realizzazione della variante "Cascina Polaresco".

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Scenario simulazione modellistica cantiere fisso

Tabella 6-25 Elenco dell'area di cantiere oggetto della valutazione

ID	Descrizione	Superficie Cantieri
1.DT.01	Deposito Terre	32.245 mq

Deposito Terre

Scenari di emissione:

- movimentazione terra;
- flusso di mezzi associati al trasporto dei materiali;
- definizione all'interno del cantiere delle zone di stoccaggio per le polveri.

Tabella 6-26 Sorgenti emissive areali

Sorgenti emissive areali
Unpaved Roads - Mezzi in transito su strade non pavimentate (EPA AP-13.2.2)
Aggregate Handling and Storage Piles – Cumuli di terra, carico e scarico (EPA AP-13.2.4)
Wind Erosion - Erosione delle aree di stoccaggio (EPA AP-13.2.5)
Emissioni dai gas di scarico di macchine e mezzi d'opera (S.C.A.Q.M.D. "Off road mobile Source Emission Factor")

Tabella 6-27 Macchine di cantiere

Macchine di cantiere	n° mezzi
Escavatore	2
Pala Gommata	2
Gruppo elettrogeno	1

Scenario simulazione modellistica cantiere fisso + cantieri di linea

Un secondo scenario di simulazione prevede, oltre al cantiere fisso, anche la presenza di macchine sul fronte di avanzamento di linea, nello specifico per la costruzione del rilevato, della trincea e della galleria artificiale. Rispetto a tale scenario sono da aggiungere le seguenti macchine di cantiere:

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
VARIANTE CASCINA POLARESCO						
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 160 di 251

	Macchine di cantiere	n° mezzi
Costruzione rilevato	Escavatore	1
	Pala gommata	1
	Macchina pali	1
	Pompa cls	1
Costruzione trincea	Escavatore	1
	Gru leggera	1
	Pala gommata	1
	Rullo compattatore	1
Galleria artificiale	Macchina pali	1
	Martello demolitore	1

6.4.2.3 Stima dei fattori di emissione

Per la valutazione degli impatti in fase di esercizio dei cantieri si è fatto riferimento al Draft EPA dell’Agenzia per la Protezione dell’Ambiente Statunitense (rif. <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>), il quale, nella sezione AP 42, Quinta Edizione, Volume I Capitolo 13 – “Miscellaneous Sources” Paragrafo 13.2 – “Introduction to Fugitive Dust Sources” presenta le seguenti potenziali fonti di emissione per le sorgenti di polvere:

- A1. Unpaved Roads: transito dei mezzi nell’ambito dell’area di cantiere e sulla viabilità non asfaltata di accesso al cantiere (EPA, AP-42 13.2.2);
- A2. Aggregate Handling and Storage Piles: accumulo e movimentazione delle terre nelle aree di deposito e nel cantiere operativo (EPA AP-42 13.2.4);
- A3. Wind Erosion: erosione del vento dai cumuli (EPA AP-42 13.2.5).

Sono state inoltre considerate:

- B1. Scarichi dei mezzi di cantiere (intesi come sorgenti di emissione *puntuali* ubicate sull’area di cantiere);
- B2. Scarichi dei mezzi di trasporto (intesi come sorgenti di emissione *lineari*).

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Per la stima delle emissioni si è fatto ricorso ad un approccio basato su un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente (A) e di un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente (E_i). Il fattore di emissione E_i dipende non solo dal tipo di sorgente considerata, ma anche dalle tecnologie adottate per il contenimento/controllo delle emissioni.

La relazione tra l'emissione e l'attività della sorgente è di tipo lineare:

$$Q(E)_i = A * E_i$$

dove:

Q(E)_i: emissione dell'inquinante i (ton/anno);

A: indicatore dell'attività (ad es. consumo di combustibile, volume terreno movimentato, veicolo-chilometri viaggiati);

E_i: fattore di emissione dell'inquinante i (ad es. g/ton prodotta, kg/kg di solvente, g/abitante).

La stima è tanto più accurata quanto maggiore è il dettaglio dei singoli processi/attività.

Come già accennato per la stima dei diversi fattori di emissione sono state utilizzate le relazioni in merito suggerite dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (E.P.A., AP-42, Fifth Edition, Compilation of air pollutant emission factors, Volume I, Stationary Points and Area Sources) e dall'Inventario Nazionale degli Inquinanti australiano (National Pollutant Inventory, N.P.I., Emission Estimation Technique Manual).

Per ogni tipologia di sorgente considerata si illustrano di seguito le stime dei fattori di emissione.

Per seguire tale approccio di valutazione è necessario conoscere diversi parametri relativi a:

- sito in esame (umidità del terreno, contenuto di limo nel terreno, regime dei venti);
- attività di cantiere (quantitativi di materiale da movimentare ed estensione delle aree di cantiere);
- mezzi di cantiere (n. di mezzi in circolazione).

Mentre alcune di queste informazioni sono desumibili dalle indicazioni progettuali, per altre è stato necessario fare delle assunzioni il più attinenti possibili alla realtà.

Le ipotesi cantieristiche assunte per la stima delle emissioni e l'analisi modellistica sono le seguenti:

- Simulazione delle aree di lavorazione previste;
- Aree di movimentazione e stoccaggio dei materiali;
- Attività di scavo e caricamento dei materiali sui camion;

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- Transito mezzi su piste non asfaltate: ai fini della simulazione si considera che tutte le piste di cantiere percorse dai mezzi di interne al cantiere siano non pavimentate, non è prevista asfaltatura delle strade interne al cantiere.
- N. ro 8 ore lavorative / giorno.

A1. Unpaved Roads: Mezzi su strade non pavimentate (EPA, AP-42 13.2.2)

Per quanto attiene il sollevamento delle polveri generato dai mezzi (escavatori, pale gommate, camion in carico e scarico dei materiali ecc.) in transito sulle piste interne al cantiere, si utilizzano le relazioni fornite dall'EPA. Il particolato è in questo caso originato dall'azione di polverizzazione del materiale superficiale delle piste, indotta dalle ruote dei mezzi. Le particelle sono quindi sollevate dal rotolamento delle ruote, mentre lo spostamento d'aria continua ad agire sulla superficie della pista dopo il transito.

Non avendo informazioni dettagliate sul numero di mezzi meccanici (escavatori, pale gommate, ecc.) in transito su tragitti interni alle aree di cantiere e sulle distanze esatte percorse da ognuno di essi su strade non asfaltate, è stato necessario ipotizzare dei dati verosimili per le opere in progetto.

Il particolato sollevato dal rotolamento delle ruote sulle piste non asfaltate è stimato dalla seguente equazione:

$$E = k \left(\frac{sL}{12} \right)^a \left(\frac{W}{3} \right)^b$$

dove:

E: fattore di emissione di particolato su strade non pavimentate in siti industriali, per veicolo-miglio viaggiato (lb/VMT);

k, a, b: costanti empiriche per strade industriali, rispettivamente pari a 1,5, 0,9 e 0,45 per il PM₁₀;

sL: contenuto in silt della superficie stradale, assunto pari al 4%;

W: peso medio dei veicoli in tonnellate, assunto pari a 18 tonnellate (calcolato come media tra il peso a pieno carico e una tara di 12 ton).

Il fattore di emissione così calcolato viene convertito nell'unità di misura g/VKT (VKT, veicolo-chilometro viaggiato) mediante un fattore di conversione pari a 281,9 (1lb/VMT = 281,9 g/VKT).

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

L'effetto di mitigazione naturale operato dalle precipitazioni viene considerato mediante l'assunzione semplificata che l'emissione media annua sia inversamente proporzionale al numero di giorni con precipitazione superiore a 0,2 mm (precipitazione misurabile):

$$E_{ext} = E[(365 - P)/365]$$

dove:

E_{ext}: fattore di emissione ridotto per mitigazione naturale (g/VKT);

P: numero di giorni all'anno con precipitazioni superiori a 0,2 mm, (assunto pari a 15 giorni piovosi in un anno).

Il sollevamento di particolato dalle strade non asfaltate è pari al prodotto del fattore di emissione E_{ext} per l'indicatore di attività A. Tale parametro, espresso come veicolo-chilometri viaggiati, è ricavato dal prodotto del numero di mezzi/ora per i chilometri percorsi.

A2. Aggregate Handling and Storage Piles – Cumuli di terra, carico e scarico (EPA AP-42 13.2.4)

La produzione totale di polvere legata all'attività di movimentazione e stoccaggio è legata alle seguenti singole attività:

- carico e scarico dei mezzi;
- traffico dei mezzi nelle aree di stoccaggio, carico e scarico;
- erosione del vento nella fase di carico e scarico.

La quantità di polveri generate da tali attività viene stimata utilizzando la seguente formula empirica:

$$E = k(0.0016) \left(\frac{U}{2.2} \right)^{1.3} \left(\frac{M}{2} \right)^{-1.4}$$

dove:

E = fattore di emissione di particolato (kg/Mg);

k = parametro dimensionale (dipende dalla dimensione del particolato);

U = velocità media del vento (m/s);

M = umidità del terreno (%).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Il parametro k varia a seconda della dimensione del particolato come riportato nella tabella sottostante:

Tabella 6-28 Valori coefficiente aerodinamico fonte: EPA AP42

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)				
<30 µm	<15 µm	<10 µm	<5 µm	<2.5 µm
0,74	0,48	0,35	0,20	0,053

Mentre per il range di validità degli altri parametri è possibile fare riferimento Tabella 6-29.

Tabella 6-29 Range di validità dei coefficienti per il calcolo di EF fonte: EPA AP42

Ranges Of Source Conditions			
Silt Content (%)	Moisture Content (%)	Wind speed	
		m/s	mph
0,44 – 19	0,25 – 4,8	0,6 – 6,7	1,3 – 15

Con riferimento ai valori dei coefficienti assunti per l'analisi si è considerato:

- U = velocità media del vento considerando la configurazione più frequente pari a 4,8 m/s (valore desunto dall'analisi meteorologica),
- M = percentuale di umidità considerata pari a 3,0%;
- k = pari a 0,35 per considerare l'apporto del PM10.

La diffusione di particolato legata alle attività di movimentazione e stoccaggio di materiale è pari al prodotto del fattore di emissione E per le tonnellate di materiale movimentate giornalmente.

A3. Wind Erosion: erosione del vento dai cumuli (EPA AP-42 13.2.5)

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion") queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento.

In considerazione nell'attività di erosione del vento sui cumuli, il modello fa dipendere il fattore di emissione da due fattori che concorrono alla possibile emissione di particolato da parte del cumulo:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- il numero di “movimentazioni” ovvero di interferenze intese come deposito e scavo di materiale sul/dal cumulo;
- la velocità del vento a cui è sottoposto il cumulo stesso.

La formula per il calcolo del fattore di emissione è data pertanto:

$$EF = k \sum_{i=1}^N P_i$$

dove k è la costante che tiene conto della grandezza della particella considerata, N è il numero di “movimentazioni” a cui è sottoposto il cumulo e P_i è pari all’erosione potenziale corrispondente alla velocità massima. Il valore di k è anche in questo caso tabellato.

Tabella 6-30 Valori coefficiente aerodinamico fonte: EPA AP42

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)			
30 µm	<15 µm	<10 µm	<2.5 µm
1,0	0,6	0,5	0,075

Il fattore N dipende dal numero di movimentazioni a cui è sottoposto un cumulo ogni anno. Nel caso in esame si è supposto, in via cautelativa, che tutti i cumuli fossero sottoposti ad almeno una movimentazione giornaliera, in considerazione delle diverse tempistiche con cui possono essere approvvigionati i diversi cumuli. In ultimo, l’erosione potenziale parte dal concetto di profilo di velocità del vento, per il quale è possibile utilizzare la seguente equazione:

$$u(z) = \frac{u^*}{0,4} \ln \frac{z}{z_0}$$

in cui u è la velocità del vento e u^* rappresenta la velocità di attrito.

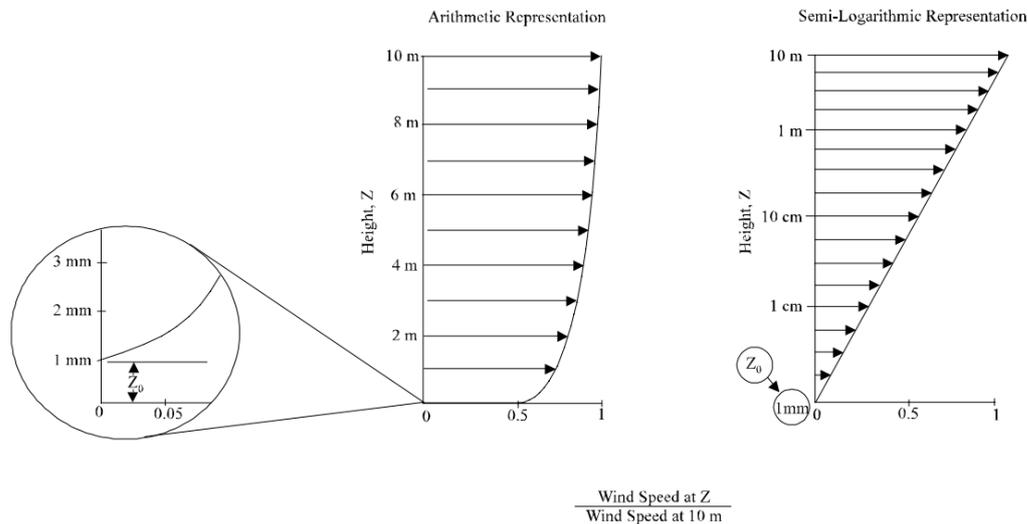


Figura 6-19 Illustrazione del profilo logaritmico della velocità fonte: EPA AP42

L'erosione potenziale pertanto dipende dalla velocità di attrito e dal valore soglia della velocità d'attrito secondo l'equazione:

$$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$$

Da tale espressione si evince come ci sia erosione potenziale solo qualora la velocità d'attrito superi il valore soglia. Per la determinazione di tale valore il modello individua una procedura sperimentale (cfr. 1952 laboratory procedure published by W. S. Chepil). Tuttavia, in mancanza di tali sperimentazioni è possibile fare riferimento ad alcuni risultati già effettuati e riportati in tabella.

Tabella 6-31 Valore di velocità di attrito limite

Material	Threshold Friction Velocity (m/s)	Roughness Height (cm)	Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)	
			Z0=act	Z0=0,5cm
Overburden	1,02	0,3	21	19
Scoria (roadbed material)	1,33	0,3	27	25
Ground coal (surrounding coal pile)	0,55	0,01	16	10
Uncrusted coal pile	1,12	0,3	23	21

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Material	Threshold Friction Velocity (m/s)	Roughness Height (cm)	Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)	
			Z0=act	Z0=0,5cm
Scraper tracks on coal pile	0,62	0,06	15	12
Fine coal dust on concrete pad	0,54	0,2	11	10

La velocità del vento massima tra due movimentazioni può essere determinata dai dati meteorologici utilizzati per le simulazioni. Tali dati, essendo riferiti ad un'altezza dell'anemometro pari a 10 metri, non hanno bisogno di alcuna correzione e pertanto è possibile determinare la relazione.

$$u^* = 0,053u_{10}^+$$

in cui u_{10}^+ è la massima intensità misurata nell'arco della giornata attraverso i dati sopracitati. Una volta individuati i valori di u^* si determinano i casi in cui u^* supera u^*_t assunto pari a 1,33.

Il fattore di emissione per PM10 è stimato applicando la formula sottostante in cui k è stato assunto pari a 0,5.

$$EF_v(PM10) = k \sum_{i=1}^N P_i$$

Nel caso in esame il valore di P è nullo poiché non si verifica alcun superamento del valore u^*_t e pertanto il fattore di emissione dovuto all'erosione dei cumuli risulta trascurabile.

La quantità di polveri generate dall'erosione da parte del vento nella fase di carico e scarico dei materiali viene stimata utilizzando una formula empirica che tiene conto della velocità media del vento. Il valore considerato è pari a 4,8 m/s e rappresenta la configurazione più frequente sulla base dell'analisi meteo climatica. Non è chiaro se si tratti di un valore medio giornaliero, perché nell'analisi meteorologica effettuata vengono mostrati valori orari dai quali non si evince tale valore. Chiarire quanto sopra.

B1. Scarichi dei mezzi d'opera

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Con riferimento all'emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi meccanici e degli automezzi in circolazione sulle piste di cantiere e sulla viabilità principale, oltre al parametro PM10 si aggiungono anche gli NOx, tipici inquinanti da traffico veicolare.

Per la stima dei fattori di emissione delle macchine e dei mezzi d'opera impiegati è stato fatto riferimento alle elaborazioni della *South Coast Air Quality Management District*, "Off road mobile Source emission Factor" che forniscono i fattori di emissione dei mezzi fuori strada. Questi fattori di emissione sono funzione della categoria dell'equipaggiamento (trattore, dozer, raschiatore, ecc.), del numero di veicoli in ciascuna categoria, della potenza e del fattore di carico.

Il calcolo delle emissioni si basa sulla seguente formula:

$$E = n \times H \times EF$$

E = massa di emissioni prodotta per unità di tempo [lb/g];

n = numero di veicoli in ciascuna categoria;

H = ore al giorno di funzionamento dell'apparecchiatura [h];

EF= il fattore di emissione della fonte mobile "Off road mobile Source Emission Factor" [lb/h].

Di seguito vengono riassunti i fattori di emissione per i diversi mezzi di cantiere previsti, in funzione dell'inquinante (NOx e PM10):

Tabella 6-32 Fattori di emissione fonte: South Coast Air Quality Management District - "Off road mobile Source emission Factor"

Macchine di cantiere	Potenza motore [KW]	EF del PM ₁₀ [lb/h]	EF del NO _x [lb/h]	EF del PM ₁₀ [g/s]	EF del NO _x [g/s]
Pala meccanica	175	0,0362	0,6571	0,0015	0,0276
Escavatore	175	0,0308	0,5783	0,0013	0,0243
Gruppo elettrogeno	120	0,0381	0,5629	0,0016	0,0236
Autocarro	19	0,0022	0,0583	0,0003	0,0074
Gru leggera	250	0,0235	0,6832	0,0010	0,0287
Pompa aggettamento	120	0,0329	0,5013	0,0014	0,0211
Rullo compattatore	120	0,0378	0,4749	0,0016	0,0199
Autobotte	19	0,0022	0,0583	0,0003	0,0074

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Macchine di cantiere	Potenza motore [KW]	EF del PM ₁₀ [lb/h]	EF del NO _x [lb/h]	EF del PM ₁₀ [g/s]	EF del NO _x [g/s]
Martello demolitore	186	0,0319	0,9900	0,0040	0,1247
Betoniera	19	0,0061	0,1381	0,0008	0,0174
Pompa CLS	186	0,0054	0,2000	0,0007	0,0252
Macchina per pali	186	0,0054	0,2000	0,0007	0,0252
Impianto di betonaggio	210	0,0305	0,5431	0,0038	0,0684

B2. Scarichi dei mezzi di trasporto

Anche i gas di scarico degli automezzi che transitano sulle piste esterne al cantiere costituiscono una potenziale sorgente di emissione di NO_x e di PM₁₀. Con riferimento ai dati utili al calcolo del fattore di emissione si è ipotizzato una gamma di mezzi di cantiere suddivisa omogeneamente tra veicoli con omologazione Euro IV, Euro V ed Euro VI prendendo in considerazione la categoria veicolare dei mezzi pesanti tra le 14 e le 20 tonnellate.

I fattori di emissioni corrispondenti per NO_x e PM₁₀ sono rispettivamente 3,59 g/km e 0,03 g/km. (fonte: Copert)

Il fattore di emissione espresso in [g/s] legato ad ogni tronco stradale considerato per ogni inquinante è dato dal prodotto tra il FE sopra indicato [g/ veic km], la lunghezza del tronco stradale ed il numero di veicoli in transito giornalmente sullo stesso.

Tabella 6-33 Fattore di emissione lineare PM₁₀ e NO_x

FLUSSO [veicoli/giorno]	LUNGHEZZA [km]	Fattore di emissione lineare	
		PM ₁₀ [g/s]	NO _x [g/s]
70 (max viaggi A/R)	1 (lunghezza di riferimento)	0,000024	0,0029

In riferimento alle altre emissioni, le suddette relative al transito dei mezzi di trasporto per gli NO_x e per i PM₁₀ sono rispettivamente uno e due ordini di grandezza inferiori, pertanto si ritengono trascurabili.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Si deve inoltre tener conto che sono stati previsti degli interventi di bagnatura delle piste con la finalità di ridurre l'entità delle emissioni di PM10 dovuto al sollevamento delle polveri. Secondo quanto proposto dalle "Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", l'efficienza di abbattimento delle polveri col sistema di bagnatura dipende dalla frequenza delle applicazioni e dalla quantità d'acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento, in relazione al traffico medio orario ed al potenziale medio di evaporazione giornaliera del sito.

Si assume di ottenere un'efficienza di abbattimento col sistema di bagnatura pari al 75%, effettuando il trattamento ogni 8 ore (ossia una volta al giorno) ed impiegando circa 1 l/m² per ogni trattamento.

Efficienza di abbattimento	Quantità media del trattamento applicato I (l/m ²)				
	50%	60%	75%	80%	90%
0.1	2	1	1	1	1
0.2	3	3	2	1	1
0.3	5	4	2	2	1
0.4	7	5	3	3	1
0.5	8	7	4	3	2
1	17	13	8	7	3
2	33	27	17	14	7

Figura 6-20 Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive per un valore di traffico medio orario > 10

Il fattore di emissione da utilizzare per le simulazioni modellistiche è allora dato dal fattore di emissione precedentemente calcolato, moltiplicato per il prodotto dei fattori di riduzione cioè:

$$FE_{tot\ ridotto} = FE_{tot} * \% * I$$

In considerazione della mitigazione, si conferma che il contributo rispetto alle altre tipologie di sorgenti può ritenersi trascurabile.

6.4.2.4 Parametri di calcolo

Simulazione sorgenti puntuali

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

La simulazione è eseguita con il software MMS WinDimula, che utilizza un modello gaussiano per il calcolo della diffusione e deposizione di inquinanti in atmosfera.

Al fine di dettagliare l'analisi, è utilizzato il preprocessore MMS LandUse per preparare per l'area di calcolo e le condizioni al contorno per la propagazione.

Infine, il postprocessore MMS RunAnalyzer consente di aggregare in dati in uscita da WinDimula e di renderli disponibili per il confronto con i limiti normativi.

Parametri meteorologici

I parametri meteo climatici sono stati impostati per l'anno 2019, tenendo conto delle prevalenze di ventosità sul sito considerato.

Parametri orografici

L'orografia del sito è stata ricostruita tramite il software Land use.

Parametri progettuali

Sono state considerate sia le sorgenti puntuali in azione sul sito per otto ore, sia la movimentazione del materiale sul sito specifico, il cui contributo influisce sulla concentrazioni delle polveri in uscita. Le macchine sono state ipotizzate come sorgenti puntuali, con emissioni all'altezza di 0,5 metri.

I mezzi d'opera sulle aree di cantiere sono così distribuiti:

Cantieri base:

- gruppo elettrogeno: 1
- centrale termica: 1

Cantieri operativi:

- gruppo elettrogeno: 1
- impianto drenaggio acque: 1
- impianto aria compressa: 1
- gru leggera: 1

Aree di stoccaggio e aree deposito terre:

- pala meccanica: 2
- escavatore: 2
- gruppo elettrogeno: 1

Pacchetto costruzione rilevato (RI02, RI03, RI04, RI05):

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- escavatore: 1
- pala gommata: 1
- macchina pali: 1
- pompa cls: 1

Pacchetto costruzione trincea (TR01, TR02, TR03):

- escavatore: 1
- gru leggere: 1
- pala gommata: 1
- rullo compattatore: 1

Gallerie artificiali per variante Cascina Polaresco

- macchina per micropali AT05/GA02: 1
- martellone per demolizione AT05/GA02: 1
- escavatore AT06/GA01: 1
- betoniera per getto cls AT06/GA01: 1
- pompa per cls AT06/GA01: 1
- vibratore per calcestruzzo AT06/GA01: 1
- gru leggera AT06/GA01: 1

Maglia di calcolo

Per il calcolo delle concentrazioni dovute alle macchine con il software WinDimula è stata ricostruita una maglia di calcolo centrata sul cantiere, comprendente i primi ricettori nell'intorno. La quota di calcolo delle concentrazioni è fissata a h=1 metro dal suolo.

Metodologia di modellazione per cumuli stoccati

Le quantità di materiale da movimentare per ogni sito sono le seguenti:

AREA DI STOCCAGGIO	SUPERFICIE [mq]	QUANTITA' [mc]	NOTE
AS.01	575	2500	
AS.02	6700	30000	
AS.03	1375	6200	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

AS.04	8750	40000	
AS.05	7000	40000	
AS.06	800	4000	
AS.07	2445	32000	
AS.08	9360	43000	
AS.09	965	4500	
AS.10	7000	31000	
DT.01	32345	64690	considerata 50% della superficie per il deposito, con cumulo di 4 metri

La stima della *diffusione* delle polveri prodotte per la movimentazione del materiale e per erosione del vento è stata condotta utilizzando il codice di calcolo SCREEN "Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources, Revised" versione 3 della US-EPA.

SCREEN è un codice di calcolo utilizzato frequentemente per la valutazione degli effetti di dispersione atmosferica degli inquinanti. Esso è progettato per la valutazione delle massime concentrazioni al suolo ad una certa distanza dalla sorgente di emissione ed è basato su equazioni gaussiane stazionarie.

Il parametro simulato sono le polveri PM10 che sono state quindi confrontate con il valore limite annuale di qualità dell'aria (ossia 40 µg/m³). Si deve tuttavia sottolineare che le stime della dispersione delle polveri sono state condotte a partire dai dati orari di emissione e al fine di permettere il confronto con i limiti di qualità dell'aria, sono stati utilizzati dei coefficienti suggeriti dall'US-EPA (Screening Procedure for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources, Revised – US-EPA 1992). Il coefficiente per ottenere la massima media annua risulta compreso tra 0,06 e 0,10.

Per le simulazioni condotte con SCREEN sono stati utilizzati i seguenti dati ed assunzioni:

- quantità di emissione specifica di ciascuna area di deposito;
- superficie di emissione pari all'area utile di ciascun cantiere (stima a favore di sicurezza);
- altezza di rilascio pari a 2 metri: l'altezza iniziale della particella può oscillare tra 1 e 10 metri in relazione alla modalità con la quale la particella viene rilasciata;
- codice applicato in ambiente suburbano;
- modalità "full meteorology (all stabilities & wind speed)": tale modalità di simulazione consente di stimare le massime concentrazioni al suolo considerando tutte le possibili condizioni meteorologiche (classi di stabilità atmosferica e velocità del vento), selezionando

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

automaticamente la peggiore e fornendo i risultati corrispondenti alla condizione più sfavorevole.

6.4.2.5 Risultati

Concentrazioni di PM10 da sorgenti puntuali – Scenario di cantiere fisso DT01



Figura 6-21 Concentrazioni di PM10 dovute agli scarichi dei mezzi d'opera per il cantiere 1.DT.01

Concentrazioni di NO2 da sorgenti puntuali – Scenario di cantiere fisso DT01

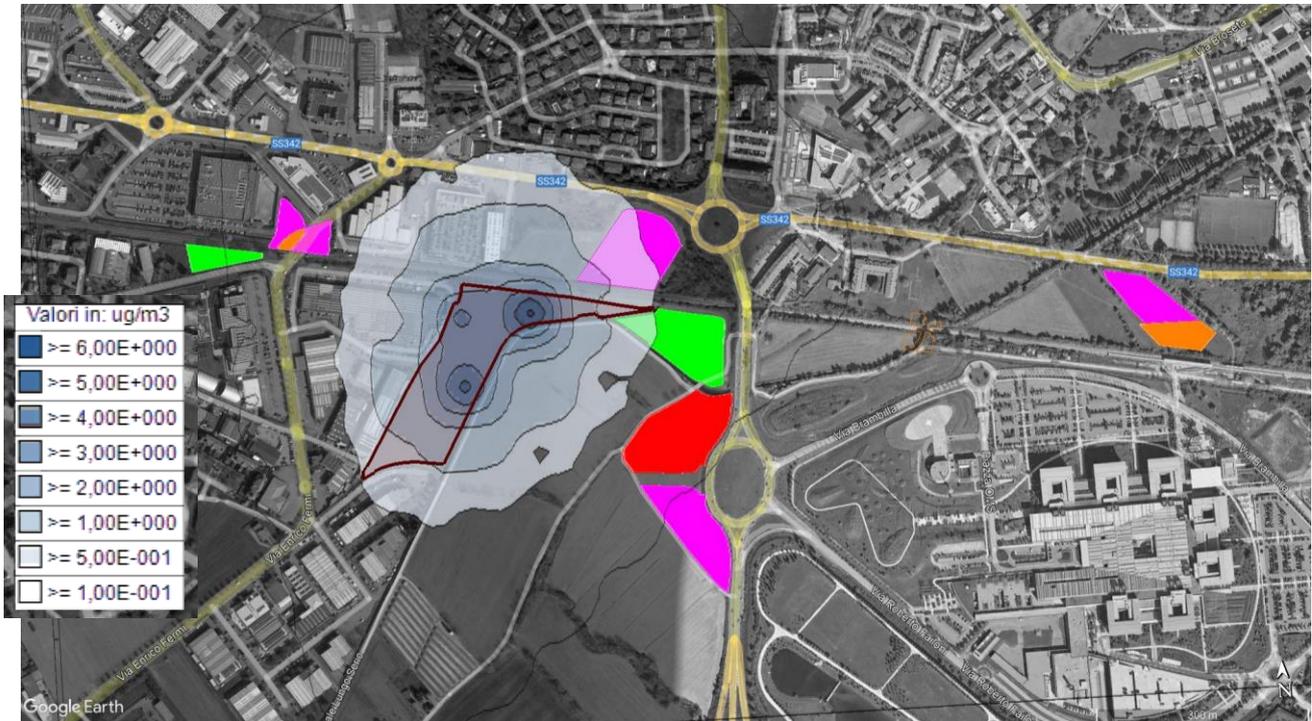


Figura 6-22 Concentrazioni di NO2 dovute agli scarichi dei mezzi d'opera per il cantiere 1.DT.01

Concentrazioni di PM10 da sorgenti puntuali – Scenario di cantiere fisso DT01 + cantieri mobili



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Figura 6-23 Concentrazioni di PM10 dovute agli scarichi dei mezzi d'opera per il cantiere 1.DT.01 e per i cantieri mobili (in lavorazione sul sedime evidenziato in giallo)

Concentrazioni di NO2 da sorgenti puntuali – Scenario di cantiere fisso DT01 + cantieri mobili

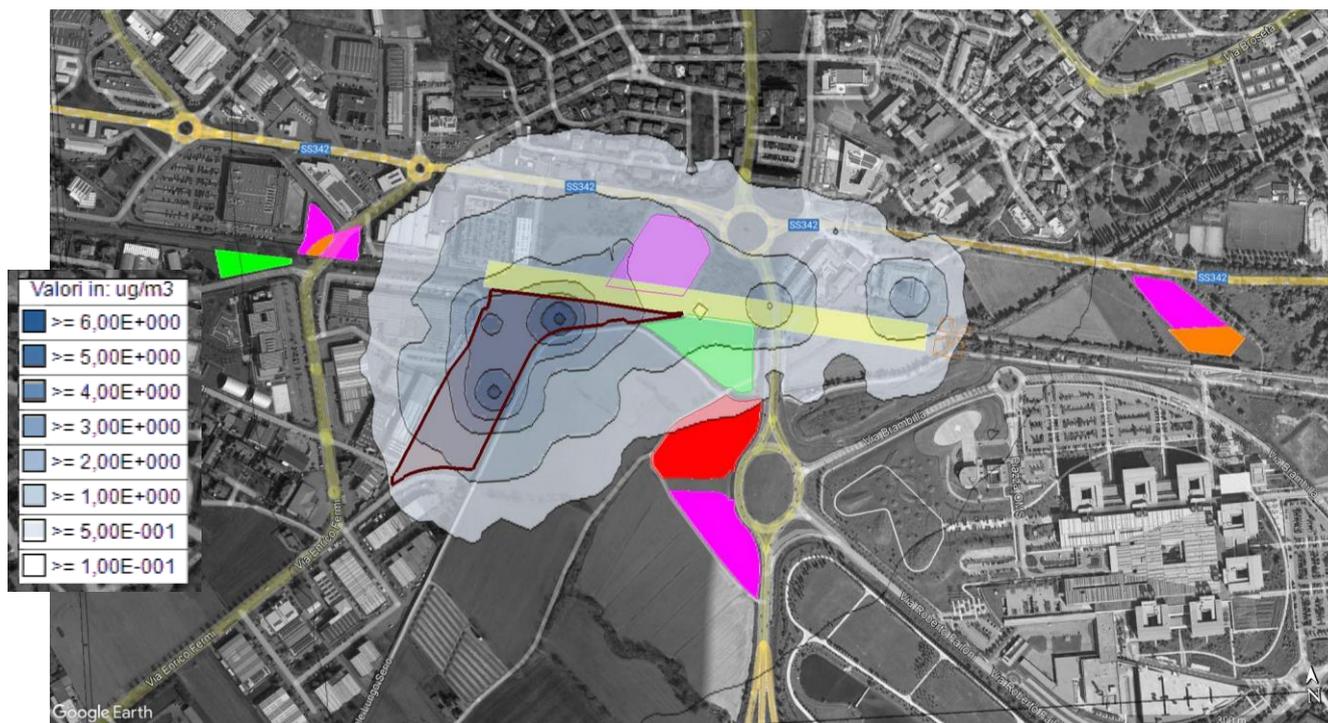
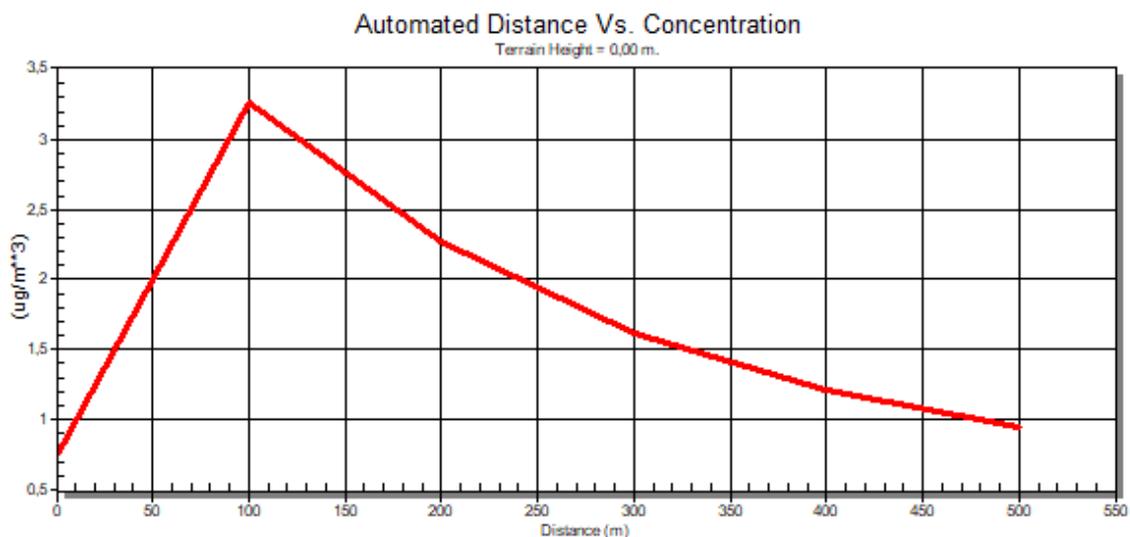


Figura 6-24 Concentrazioni di NO2 dovute agli scarichi dei mezzi d'opera per il cantiere 1.DT.01 e per i cantieri mobili (in lavorazione sul sedime evidenziato in giallo)

Concentrazioni di PM10 da cumuli (risultato ottenuto per 1.DT.01)



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Figura 6-25 Concentrazioni attese in prossimità del cantiere 1.DT.01 per movimentazione del materiale

6.4.2.6 Conclusione

Tenendo in considerazione che i valori risultanti dalle simulazioni rappresentano esclusivamente il contributo sull'atmosfera legato alle attività di cantiere e non tengono conto del livello di qualità dell'aria di fondo per un confronto efficace con le soglie normative, oltre al contributo dovuto alle lavorazioni, deve essere considerato anche il valore di fondo del contesto territoriale dove il progetto si inserisce.

A tale proposito è stato fatto riferimento alla centralina di via Meucci, prossima alle aree di cantiere, per la quale i valori sono:

- particolato PM₁₀: 27 µg/m³ (media annua)
- biossido di azoto NO₂: 22 µg/m³ (media annua)

Per quanto concerne il contributo dei cantieri si possono definire le seguenti tabelle, che definiscono le concentrazioni in funzione delle distanze dal perimetro di cantiere e il totale (applicando il valore di fondo); si è tenuto conto di due scenari, il primo tiene conto del solo cantiere fisso DT01 mentre il secondo include anche la presenza dei cantieri mobili per la costruzione del rilevato, della trincea e della galleria artificiale:

PM ₁₀					
Distanza dal cantiere [m]	Mezzi d'Opera [µg/m ³] Solo cantiere fisso DT01	Mezzi d'Opera [µg/m ³] Cantiere fisso DT01 + cantieri mobili	Movimentazione [µg/m ³]	Totale [µg/m ³] Solo cantiere fisso DT01	Totale [µg/m ³] Cantiere fisso DT01 + cantieri mobili
10	+0,15	+0,20	+1,00	28,15	28,20
25	+0,10	+0,13	+1,50	28,60	28,23
50	+0,05	+0,06	+2,00	29,05	29,06
100	+0,01	+0,01	+3,20	30,21	30,21

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

NO₂				
Distanza dal cantiere [m]	Mezzi d'Opera [µg/m ³] Solo cantiere fisso DT01	Mezzi d'Opera [µg/m ³] Cantiere fisso DT01 + cantieri mobili	Totale [µg/m³] Solo cantiere fisso DT01	Totale [µg/m³] Cantiere fisso DT01 + cantieri mobili
10	+4,00	+5,00	26,00	27,00
25	+2,50	+2,85	24,50	24,85
50	+1,00	+1,10	23,00	23,10
100	+0,50	+0,50	22,50	22,50

Come si evince dai risultati, il contributo del cantiere fisso è preponderante nella definizione della concentrazione degli inquinanti di zona (pur rimanendo entro i limiti annuali normativi): i cantieri di linea, alla luce anche della loro transitorietà e della tipologia di attività in essi prevista, non comportano un contributo significativo rispetto a quanto di base risultante dal cantiere fisso.

I valori di NO₂ sono stati ricavati considerando la condizione più cautelativa, ovvero ponendo il rapporto NO₂/NO_x pari a 1 (situazione limite poco probabile).

Come si può osservare, i valori di concentrazione sono tutti ampiamente sotto i limiti normativi pertanto non si evidenziano particolari situazioni significative.

In relazione ai livelli di concentrazione ottenuti dallo studio modellistico ed al loro confronto con i valori limite normativi, che, come detto, ha evidenziato per tutti gli scenari considerati livelli di concentrazione attesi ampiamente al di sotto di detti limiti normativi, la significatività dell'effetto in questione può essere ritenuta trascurabile.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

6.4.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Le principali problematiche indotte dalla fase di realizzazione delle opere in progetto sulla componente ambientale in questione riguardano essenzialmente la produzione di polveri che si manifesta principalmente nelle aree di cantiere.

In virtù della presenza di diversi ricettori nei pressi delle aree di intervento, si prevede la necessità di introdurre adeguate misure di mitigazione.

La definizione delle misure da adottare per la mitigazione degli impatti generati dalle polveri sui ricettori circostanti le aree di cantiere è stata basata sul criterio di impedire il più possibile la fuoriuscita delle polveri dalle stesse aree ovvero, ove ciò non riesca, di trattenerle al suolo impedendone il sollevamento tramite impiego di processi di lavorazione ad umido (sistematica bagnatura dei cumuli di materiale sciolto e delle aree di cantiere non impermeabilizzate) e pulizia delle strade esterne impiegate dai mezzi di cantiere.

6.4.3.1 Impianti di lavaggio delle ruote degli automezzi

Si tratta di impianti costituiti da una griglia sormontata da ugelli disposti a diverse altezze che spruzzano acqua in pressione con la funzione di lavare le ruote degli automezzi in uscita dai cantieri e dalle aree di lavorazione, per prevenire la diffusione di polveri, come pure l'imbrattamento della sede stradale all'esterno del cantiere.

L'appaltatore provvederà all'installazione di tali tipologie di impianti immediatamente all'uscita dalle aree di cantiere nelle quali le lavorazioni eseguite potrebbero comportare la diffusione di polveri, tramite le ruote degli automezzi, all'esterno delle aree stesse.

L'installazione di tali impianti è compresa e compensata negli oneri della cantierizzazione.

6.4.3.2 Bagnatura delle aree di cantiere

Saranno predisposti gli opportuni interventi di bagnatura delle superfici di cantiere e delle aree di stoccaggio terreni che consentiranno di contenere la produzione di polveri.

Tali interventi saranno effettuati tenendo conto del periodo stagionale con incremento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva. Si osserva che l'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente dalla frequenza delle applicazioni e dalla quantità d'acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento, in relazione al traffico medio orario ed

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

al potenziale medio di evaporazione giornaliera del sito. Si prevede di impiegare circa 1 l/m² per ogni trattamento di bagnatura.

In maniera indicativa, è possibile prevedere un programma di bagnature articolato su base annuale che tenga conto del periodo stagionale e della tipologia di pavimentazione dell'area di cantiere, per esempio:

- Gennaio 2 giorni / settimana
- Febbraio 2 giorni / settimana
- Marzo 3 giorni / settimana
- Aprile 4 giorni / settimana
- Maggio 5 giorni / settimana
- Giugno 5 giorni / settimana
- Luglio 5 giorni / settimana
- Agosto 5 giorni / settimana
- Settembre 4 giorni / settimana
- Ottobre 3 giorni / settimana
- Novembre 2 giorni / settimana
- Dicembre 2 giorni / settimana

Per contenere le interferenze dei mezzi di cantieri sulla viabilità sarà necessario prevedere la copertura dei cassoni dei mezzi destinati alla movimentazione dei materiali con teli in modo da ridurre eventuali dispersioni di polveri durante il trasporto dei materiali. Al fine di evitare il sollevamento delle polveri i mezzi di cantiere dovranno viaggiare a velocità ridotta.

Le aree destinate allo stoccaggio dei materiali dovranno essere bagnate o in alternativa coperte al fine di evitare il sollevamento delle polveri.

6.4.3.3 Spazzolatura del primo tratto di strada impegnato dal passaggio dei mezzi in uscita dal cantiere

Si prevede la periodica spazzolatura ad umido di un tratto della viabilità esterna in uscita dal cantiere per una estensione, calcolata dal punto di accesso del cantiere, di media 150 metri, per una sezione media di 7,5 m (per una superficie complessiva di intervento pari a 1125 mq) per tutto il periodo in cui tali viabilità saranno in uso da parte dei mezzi di cantiere.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Tale attività, finalizzata ad impedire il sollevamento di particelle di polvere di parte delle ruote dei mezzi finalizzate a rimuovere le particelle fini, sarà effettuata ogni 2 giorni lavorativi (mediamente, 11 volte al mese) e considerando la durata dei cantieri pari a circa 3,0 anni, circa 802 volte nell'arco della durata dei lavori.

I mezzi di cantiere dovranno essere provvisti di sistemi di abbattimento del particolato a valle del motore, di cui occorrerà prevedere idonea e frequente manutenzione e verifica dell'efficienza anche attraverso misure dell'opacità dei fumi;

Per i mezzi di cantiere dovranno, inoltre, essere adottate le idonee misure per la vigilanza sul rispetto delle regole di trasporto degli inerti, affinché sia sempre garantita la copertura dei cassoni quando caricati ed il rispetto delle velocità all'interno dell'area di cantiere.

6.4.3.4 Procedure operative

Oltre agli interventi di mitigazione sopra descritti, durante la fase di realizzazione delle opere verranno applicate misure a carattere generale e procedure operative che consentono una riduzione della polverosità in fase di cantiere, oltre ad una "buona prassi di cantiere". In particolare, verranno adottate misure che riguardano l'organizzazione del lavoro e del cantiere, verrà curata la scelta delle macchine e delle attrezzature e verranno previste opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature.

Organizzazione del cantiere

L'Appaltatore dovrà applicare tutte le misure possibili al fine di limitare la generazione di polveri durante le lavorazioni di cantiere e la diffusione di polveri all'esterno del cantiere.

A questo fine, in particolare:

- le aree interessate da lavorazioni che generano polveri dovranno essere periodicamente innaffiate: ciò vale in particolare per le aree dove si eseguono attività di movimento terra e di demolizione;
- i cumuli di terre di scavo verranno realizzati in aree lontane da possibili ricettori;
- i piazzali di cantiere verranno realizzati con uno strato superiore in misto cementato o misto stabilizzato al fine di ridurre la generazione di polveri;

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- gli stessi piazzali e le piste interne ai cantieri verranno sistematicamente irrorati con acqua; lo stesso verrà fatto anche per la viabilità immediatamente esterna ai cantieri, sulla quale si procederà anche a spazzolatura.

Prescrizioni per i mezzi di cantiere

I mezzi di cantiere dovranno essere provvisti di sistemi di abbattimento del particolato a valle del motore, di cui occorrerà prevedere idonea e frequente manutenzione e verifica dell'efficienza anche attraverso misure dell'opacità dei fumi.

I mezzi di cantiere destinati al trasporto di materiali di risulta dalle demolizioni, terre da scavo e inerti in genere dovranno essere coperti con teli aventi adeguate caratteristiche di impermeabilità e resistenza allo strappo.

I mezzi di cantiere dovranno tenere velocità ridotta sulle piste di servizio; a questo fine l'Appaltatore dovrà installare cartelli segnaletici indicanti l'obbligo di procedere a passo d'uomo all'interno dei cantieri.

Gli autocarri e gli altri macchinari impiegati nelle aree di cantiere dovranno risultare conformi ai limiti di emissione previsti dalle norme vigenti.

Misure di ottimizzazione per l'inquinamento atmosferico a carico dell'Appaltatore

Di seguito vengono prescritti provvedimenti, sotto forma di una lista di controllo, generali e specifici in funzione del metodo di costruzione per la riduzione delle emissioni di sostanze nocive nell'aria sui cantieri.

Altri provvedimenti ed altre soluzioni non sono esclusi purché sia comprovato che comportano una riduzione delle emissioni almeno equivalente.

La maggior parte dei provvedimenti comprende requisiti base e corrisponde ad una "buona prassi di cantiere", altri consistono in misure preventive specifiche.

Processi di lavoro meccanici

Le polveri e gli aerosol in cantieri prodotti da sorgenti puntuali o diffuse (impiego di macchine ed attrezzature, trasporti su piste di cantiere, lavori di sterro, estrazione, trattamento e trasbordo di materiale, dispersione tramite il vento ecc.) sono da ridurre alla fonte mediante l'adozione di adeguate misure. In particolare, per le attività che producono polvere, come smerigliatura – fresatura – foratura – sabbiatura – sgrossatura – lavorazione alla punta e allo scalpello, spaccatura

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

– frantumazione – macinatura – getto – deposizione – separazione -crivellatura – carico/scarico – presa con la benna – pulizia a scopa – trasporto, vanno adottati i seguenti provvedimenti:

MOVIMENTAZIONE DEL MATERIALE	M1	Agglomerazione della polvere mediante umidificazione del materiale, per esempio mediante un'irrorazione controllata.
	M2	Impiego di sminuzzatrici che causano scarsa abrasione di materiale e che riducono il materiale di carico mediante pressione anziché urto.
	M3	Ridurre al minimo i lavori di raduno, ossia la riunione di materiale sciolto nei luoghi di trasbordo, risp. proteggere i punti di raduno dal vento.

DEPOSITI DEL MATERIALE	M4	I depositi di materiale sciolto e macerie come materiale non bituminoso di demolizione delle strade, calcestruzzo di demolizione, sabbia ghiaiosa riciclata con frequente movimentazione del materiale vanno adeguatamente protetti dal vento per es. mediante una sufficiente umidificazione, pareti/valli di protezione o sospensione dei lavori in caso di condizioni climatiche avverse.
	M5	Proteggere adeguatamente i depositi di materiale sciolto con scarsa movimentazione dall'esposizione al vento mediante misure come la copertura con stuoie, teli o copertura verde.

AREE DI CIRCOLAZIONE NEI CANTIERI	M6	Sulle piste non consolidate legare le polveri in modo adeguato mediante autocisterna a pressione o impianto d'irrigazione.
	M7	Limitazione della velocità massima sulle piste di cantiere a per es. 30 km/h.
	M8	Munire le piste di trasporto molto frequentate con un adeguato consolidamento, per es. una pavimentazione o una copertura verde. Le piste vanno periodicamente pulite e le polveri legate per evitare depositi di materiali sfusi sulla pista.
	M9	Munire le uscite dal cantiere alla rete stradale pubblica con efficaci vasche di pulizia, come per esempio impianti di lavaggio delle ruote.

DEMOLIZIONE E SMANTELLAMENTO	M10	Gli oggetti da demolire o da smantellare vanno scomposti possibilmente in grandi pezzi con adeguata agglomerazione delle polveri (per es. umidificazione).
---	-----	--

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

OPERE DI PAVIMENTAZIONE E IMPERMEABILIZZAZIONE Mastice d' asfalto, materiale di tenuta a caldo, bitume a caldo (riscaldatore mobile)	T3	Impiego di mastice d'asfalto e bitume a caldo con bassa tendenza di esalazione di fumo. Le temperature di lavorazione non devono superare i seguenti valori: - mastice d'asfalto, posa a macchina: 220°C - mastice d'asfalto, posa a mano: 240°C - bitume a caldo: 190°C
	T4	Impiego di caldaie chiuse con regolatori della temperatura.

Processi di lavoro termici e chimici

Durante i processi di lavoro termici nei cantieri (riscaldamento - pavimentazione – taglio – rivestimento a caldo – saldatura) si sprigionano gas e fumi. Sono prioritarie misure in relazione alla lavorazione a caldo di bitume (pavimentazione stradale, impermeabilizzazioni, termoadesione) nonché ai lavori di saldatura.

Nella lavorazione di prodotti contenenti solventi (attività: rivestire – incollare – decapare – schiumare – pitturare – spruzzare) o nei processi chimici (di indurimento) vengono sprigionate sostanze solventi. L'Appaltatore valuterà le azioni di seguito proposte evidenziando se esistono impedimenti tecnici alla loro attuazione. Qualora così non fosse, sarà sua cura darne attuazione.

OPERE DI PAVIMENTAZIONE ED IMPERMEABILIZZAZIONE Trattamento di materiali per la pavimentazione stradale	T1	Impiego di bitume con basso tasso di emissione d'inquinanti atmosferici (tendenza all'esalazione di fumo).
	T2	Riduzione della temperatura di lavorazione mediante scelta di leganti adatti.

Opere di impermeabilizzazione	T5	Impiego di stuoie di bitume con scarsa tendenza all'esalazione di fumo.
	T6	Procedimento di saldatura: evitare il surriscaldamento delle stuoie di bitume.

Saldatura (ad arco ed autogena) di metalli	T7	I posti di lavoro di saldatura vanno attrezzati in modo che il fumo di saldatura possa essere captato, aspirato ed evacuato (per es. con un'aspirazione puntuale).
--	----	--

Processi di lavoro chimici	T8	Utilizzare prodotti ecologici per il trattamento delle superfici (mani di fondo, prime mani, strati isolanti, stucchi, vernici, intonaci, ponti di
----------------------------	----	--



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

Progetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	185 di 251

		aderenza, primer ecc.) come pure per incollare e impermeabilizzare i giunti.
--	--	--

Requisiti di macchine ed attrezzature	G1	Impiegare attrezzature di lavoro a basse emissioni, per es. con motore elettrico.
	G2	Equipaggiamento e periodica manutenzione di macchine e attrezzature con motore a combustione secondo le indicazioni del fabbricante.
	G3	Per macchine e attrezzature con motori a combustione <18 kW la periodica manutenzione deve essere documentata, per es. con un adesivo di manutenzione.
	G4	Tutte le macchine e tutti le attrezzature con motori a combustione ≥ 18 kW devono: - essere identificabili; - venire controllati periodicamente ed essere muniti di un corrispondente documento di manutenzione del sistema antinquinamento; - essere muniti di un adeguato contrassegno dei gas di scarico.
	G5	Le attrezzature di lavoro con motori a benzina a 2 tempi e con motori a benzina a 4 tempi senza catalizzatore vanno alimentati con benzina giusta.
	G6	Per macchine e attrezzature con motore diesel vanno utilizzati carburanti a basso tenore di zolfo (tenore in zolfo < 50ppm).
	G7	Per i lavori con elevata produzione di polveri con macchine e attrezzature per la lavorazione meccanica dei materiali (come per es. mole per troncatura, smerigliatrici), vanno adottate misure di riduzione delle polveri (come per es. bagnare, captare, aspirare, separare).

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

6.5 RIFIUTI E MATERIALI DI RISULTA

In questa sezione vengono esclusivamente presentati i dati di progetto e di variante. I relativi rapporti di prova delle indagini eseguite sono consultabili dagli elaborati specialistici di Raddoppio in quanto la presente variante non ha comportato la necessità di effettuare ulteriori analisi.

6.5.1 *Stima dei materiali prodotti*

La realizzazione delle opere previste determina la produzione complessiva dei seguenti quantitativi (in banco) di materiali di risulta:

- 124.432 mc terre così suddivisi tra le varie specialistiche:
 - o OOCC: 120.297 mc
 - o IS: 811 mc
 - o LFM: 94 mc
 - o TE: 2.600 mc
- 2.674 mc di materiale proveniente da attività di demolizione
- 10.998 mc di ballast
- 1,35 ton di lastre di amianto
- 1.450 traverse in legno (solo da dismettere ed accatastare in apposita area indicata da RFI, senza conferimento a discarica)

6.5.2 *Classificazione dei materiali di risulta prodotti*

Nell'ambito delle attività propedeutiche all'elaborazione del Progetto Definitivo del raddoppio Curno-Bergamo e del PRG di Ponte San Pietro (Appalto 2), sono state realizzate numerose indagini ambientali finalizzate alla caratterizzazione analitica dei terreni/materiali di scavo, del materiale da rilevato ferroviario e del ballast che saranno movimentati in corso d'opera.

Le indagini previste si sono svolte mediante il prelievo e le successive analisi di laboratorio di campioni di terreni/materiali/ballast prelevati all'interno delle aree oggetto di intervento, in corrispondenza dei tratti interessati dalla movimentazione dei materiali; in particolare sono state eseguite le seguenti analisi:

- caratterizzazione ambientale dei terreni con l'applicazione del set analitico minimale di parametri previsti dalla Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017, integrato con alcuni ulteriori parametri

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 187 di 251

previsti dalla Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V, Parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. (tenendo conto dello stato dei luoghi attraversati e delle indagini bibliografiche acquisite), al fine di avere un quadro qualitativo dei terreni, verificare la presenza di potenziali contaminazioni in posto e la possibilità di gestione degli stessi in qualità di sottoprodotti;

- caratterizzazione e omologa, su terreni, materiali da rilevato ferroviario e ballast, al fine della determinazione della pericolosità, della classificazione ed attribuzione del corretto codice CER, secondo gli allegati D, e I del D. Lgs. 152/06 e s.m.i., dei materiali che verranno movimentati, nel caso in cui si ritenga opportuno o si debba gestirli nel campo dei rifiuti;
- esecuzione del test di cessione, su terreni, materiali da rilevato ferroviario e ballast, al fine di determinare la possibilità del recupero ai sensi dell'Allegato 3 del D.M. 05/02/98 e s.m.i. o il corretto smaltimento ai sensi del D.M. 27/09/2010.

Le indagini, che sono state eseguite nel periodo giugno-dicembre 2019, si sono articolate come di seguito riportato:

- ✓ Prelievo di 53 campioni di terreno ai fini delle analisi ambientali di cui:
 - n. 5 prelevati in corrispondenza di pozzetti esplorativi;
 - n. 48 prelevati in corrispondenza di sondaggi geognostici eseguiti con criteri ambientali;
- ✓ Prelievo di 10 campioni di terreno ai fini delle analisi di caratterizzazione come rifiuti di cui:
 - n. 10 prelevati in corrispondenza di sondaggi geognostici eseguiti con criteri ambientali e carotaggi manuali da 1 metro di profondità: in particolare 3 campioni sono afferenti alle terre del rilevato esistente (carotaggi manuali) e 7 campioni sono stati prelevati da sondaggi geognostici al di fuori del sedime ferroviario.

Tabella 6-34 Riepilogo dei campioni di rifiuto

ID punto	Profondità criteri ambientali [m]	Campioni prelevati per la caratterizzazione Ambientali terreni (Tab. 4.1 D.P.R. 120/2017)		Campioni prelevati per la caratterizzazione Rifiuti (Parte IV D.Lgs. 152/06 e s.m.i., D.M. 27/09/2010 e D.M. 05/02/98 e s.m.i.)	
SONDAGGI					
S1 PFTE	3	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)	1	(0-3 m)
S2 PFTE	3	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)		
S3 PFTE	3	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)		
S4 PFTE	3	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)		
S5 PFTE	3	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)	2	(0-1 m, 1-2 m)


PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

 Progetto ambientale della cantierizzazione
 Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	188 di 251

ID punto	Profondità criteri ambientali [m]	Campioni prelevati per la caratterizzazione Ambientali terreni (Tab. 4.1 D.P.R. 120/2017)		Campioni prelevati per la caratterizzazione Rifiuti (Parte IV D.Lgs. 152/06 e s.m.i., D.M. 27/09/2010 e D.M. 05/02/98 e s.m.i.)	
S6 PFTE	3	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)		
S7 PFTE	3	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)		
S8 PFTE	3	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)		
S9 PFTE	3	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)	1	(0-3 m)
S10 PFTE	3	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)	1	(0-3 m)
S11 PFTE	3	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)	1	(0-3 m)
S12 PFTE	3	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)	1	(0-3 m)
S4 PD	3	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)		
S5 PD	3	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)		
S6 PD	3	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)		
S9 PD	3	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)		
B1				1	SUB BALLAST
B2				1	SUB BALLAST
B3				1	SUB BALLAST
TOTALE		48		10	
POZZETTI ESPLORATIVI					
P1	1	1	(0-1 m)		
P2	1	1	(0-1 m)		
P3	1	3	(0-1 m, 1-2 m, 2-3 m)		
TOTALE		5		0	

Tabella 6-35 Set analitico caratterizzazione terreno (rifiuto)

PARAMETRO	METODO	U.M.
METALLI		
Antimonio	UNI EN 13657:2004+UNI EN ISO 1188:2009	mg/kg
Arsenico	UNI EN 13657:2004+UNI EN ISO 1188:2009	mg/kg
Berillio	UNI EN 13657:2004+UNI EN ISO 1188:2009	mg/kg
Cadmio	UNI EN 13657:2004+UNI EN ISO 1188:2009	mg/kg
Cobalto	UNI EN 13657:2004+UNI EN ISO 1188:2009	mg/kg
Cromo	UNI EN 13657:2004+UNI EN ISO 1188:2009	mg/kg
Cromo esavalente (VI)	EPA3060A 1996+EPA7196A 1992	mg/kg
Mercurio	UNI EN 13657:2004+UNI EN ISO 1188:2009	mg/kg
Nichel	UNI EN 13657:2004+UNI EN ISO 1188:2009	mg/kg
Piombo	UNI EN 13657:2004+UNI EN ISO 1188:2009	mg/kg



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

Progetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	189 di 251

PARAMETRO	METODO	U.M.
Rame	UNI EN 13657:2004+UNI EN ISO 1188:2009	mg/kg
Selenio	UNI EN 13657:2004+UNI EN ISO 1188:2009	mg/kg
Stagno	UNI EN 13657:2004+UNI EN ISO 1188:2009	mg/kg
Tallio	UNI EN 13657:2004+UNI EN ISO 1188:2009	mg/kg
Vanadio	UNI EN 13657:2004+UNI EN ISO 1188:2009	mg/kg
Zinco	UNI EN 13657:2004+UNI EN ISO 1188:2009	mg/kg
COMPOSTI INORGANICI		
Cianuri	CNR IRSA 17 Q64 Vol3 1985	mg/kg
Fluoruri	EPA300.0 1993	mg/kg
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI		
Benzene	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
Toluene	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
Etilbenzene	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
Stirene	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
Xileni	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
Sommatoria composti organici aromatici	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI		
Benzo(a)antracene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Benzo(a)pirene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Benzo(b)fluorantene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Benzo(k)fluorantene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Benzo(g,h,i)perilene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Crisene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Dibenzo(a,e)pirene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Dibenzo(a,l)pirene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Dibenzo(a,i)pirene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Dibenzo(a,h)pirene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Dibenzo(a,h)antracene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Indenopirene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Pirene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI		
clorometano	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
diclorometano	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
triclorometano	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
cloruro di vinile	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
1,2-dicloroetano	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
1,1-dicloroetilene	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
tricloroetilene	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

Progetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	190 di 251

PARAMETRO	METODO	U.M.
tetracloroetilene	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI		
1,1-dicloroetano	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
1,2-dicloroetilene	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
1,1,1-tricloroetano	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
1,2-dicloropropano	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
1,1,2-tricloroetano	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
1,2,3-tricloropropano	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
1,1,2,2-tetracloroetano	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI		
tribromometano	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
1,2-dibromoetano	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
dibromoclorometano	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
bromodiclorometano	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
IDROCARBURI		
Idrocarburi leggeri C <12	EPA5021A 2014+EPA8015C 2007	mg/kg
Idrocarburi pesanti C >12 (C12-C40)	UNI EN 14039:2005	mg/kg
Idrocarburi pesanti (C10-C40)	UNI EN 14039:2005	mg/kg
NITROBENZENI		
Nitrobenzene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
1,2-Dinitrobenzene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Cloronitrobenzeni	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
CLOROBENZENI		
Monoclorobenzene	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
1,2-Diclorobenzene	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
1,4-Diclorobenzene	EPA5021A 2014+EPA8260D 2018	mg/kg
1,2,4,5-Tetraclorobenzene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Pentaclorobenzene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Esaclorobenzene (HCB)	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
FENOLI NON CLORURATI		
fenolo	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
metilfenolo	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
FENOLI CLORURATI		
2-clorofenolo	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
2,4-diclorofenolo	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
2,4,6-triclorofenolo	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
pentaclorofenolo	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
AMMINE AROMATICHE		


PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

 Progetto ambientale della cantierizzazione
 Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	191 di 251

PARAMETRO	METODO	U.M.
anilina	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
o-anisidina	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
m,p-anisidina	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
difenilammina	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
p-toluidina	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
FITOFARMACI		
Alaclor	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Aldrin	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Isodrin	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Atrazina	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
alfa-esacloroetano	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
beta-esacloroetano	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
gamma-esacloroetano	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Clordano	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
DDD, DDT, DDE	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Dieldrin	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Endrin	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Eptacloro	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Eptacloro epossido	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Clordecone	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Mirex	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Toxafene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Esabromodifeniletere	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
endosulfan	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
polibromodifenil eteri	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Tetrabromodifeniletere	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Pentabromodifeniletere	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Esabromodifeniletere	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
Eptabromodifeniletere	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
esaclorobutadiene	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
esteri dell'acido ftalico	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
POLICLOROBIFENILI		
PCB	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	mg/kg
DIOSINE E FURANI		
Sommatoria (PCDD) / (PCDF) WHO-TEQ	EPA3550C 2007+EPA 8270E 2018	ng/Kg
b) ANALITI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL RIFIUTO		
pH	CNR IRSA 1 Q 64 Vol 3 1985	u pH


PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

 Progetto ambientale della cantierizzazione
 Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	192 di 251

PARAMETRO	METODO	U.M.
Residuo secco a 105°C	UNI EN 14346:2007	%
TOC	UNI EN 13137:2002	mg/kg
ALTRE SOSTANZE		
Amianto (Analisi Quantitativa)	DM 06/09/1994 GU n°288 10/12/1994 All 1 B	mg/kg
Amianto (Analisi Qualitativa)	DM 06/09/1994 GU n°288 10/12/1994 All 3	Presenza/Assenza
PARAMETRI NELL'ELUATO		
Antimonio	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l
Arsenico	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l
Bario	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l
Berillio	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l
Cadmio	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l
Cobalto	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l
Cromo	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l
Mercurio	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l
Molibdeno	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l
Nichel	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l
Piombo	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l
Rame	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l
Selenio	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l
Vanadio	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l
Zinco	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l
Cloruro	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/l
Fluoruro	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/l
Cianuro	DM 05/02/1998 GU SO n° 88 16/04/1998 All 3 + UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003	mg/l
Nitrati	DM 05/02/1998 GU SO n° 88 16/04/1998 All 3 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/l
Solfato	UNI EN 12457-2:2004+UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/l
COD	DM 05/02/1998 GU SO n° 88 16/04/1998 All 3 + UNI EN 12457-2:2004 + ISO 15705:2002	mg/l
DOC	UNI EN 1247-2:2004+UNI EN 14841:1999	mg/l
Amianto	DM 05/02/1998 GU SO n° 88 16/04/1998 All 3 + UNI EN 12457-2:2004 + DM 06/09/1994 GU n° 288 10/12/1994 All 2A	mg/l
Indice di fenolo	UNI EN 1247-2:2004+UNI EN 15216:2008	mg/l
pH	DM 05/02/1998 GU SO n° 88 16/04/1998 All 3 + UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	Unità
TDS	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 15216:2008	mg/l

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Le analisi eseguite sul tal quale permettono di affermare che tutti i campioni analizzati, relativamente ai parametri ricercati, sono classificabili come **rifiuto speciale non pericoloso** ai quali potrebbe essere attribuito il codice CER 17.05.04 “terra e rocce diverse da quelle di cui alla voce 17.05.03” ad eccezione del campione B1 classificabile come **rifiuto speciale pericoloso** al quale potrebbe essere attribuito il codice CER 17.05.03.

Le analisi eseguite hanno evidenziato alcuni superamenti dei limiti imposti dal D.M. 27/09/2010 (Tabelle 2, 3 e 5). Nel dettaglio, si riscontra un superamento dei limiti della Tabella 2 dello stesso D.M. (accettabilità in discariche per rifiuti inerti) del parametro **PCB, Antimonio TC e Piombo TC** nel campione B1, inoltre, nello stesso campione, si rileva il superamento dei limiti di Tab. 3 (accettabilità in discariche per rifiuti inerti) per il parametro TOC. Si riscontrano due superamenti delle concentrazioni limite riportate nella Tabella 3 del D.M. 27/09/2010 (accettabilità in discariche per rifiuti inerti), nel campione B2, uno per il parametro **Idrocarburi pesanti (C10-C40)** e uno per il parametro **TOC**, inoltre, nello stesso campione si rileva la presenza di **amianto SEM**. Nel campione B3 si ha il superamento del parametro **TOC** e si rileva la presenza di **amianto SEM**.

Le analisi effettuate sull'eluato ottenuto dal test di cessione non hanno evidenziato superamenti dei limiti imposti dal D.M. 27/09/2010 Tabella 5 (accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi).

In ragione di quanto detto, dalle analisi eseguite si evince che **potrebbero essere smaltiti sia in discarica per rifiuti inerti che in discarica per rifiuti non pericolosi** i materiali derivanti dagli scavi relativi ai punti di indagine S1 (0-3), S10 (0-3m), S11 (0-3m), S12 (0-3m), S9 (0-3m), S5 (0-1m) e S5 (1-2m), mentre **potrebbero essere smaltiti esclusivamente presso discariche per rifiuti non pericolosi** i materiali derivanti dagli scavi relativi ai punti di indagine B1, B2 e B3.

Oltre ai risultati di cui sopra, nel presente documento, sono riportati anche i risultati delle analisi effettuate sull'eluato ottenuto dal test di cessione al fine della verifica della conformità ai criteri per il recupero (Allegato 3 DM 186 del 05/04/2006). In questo caso le analisi svolte sull'eluato hanno evidenziato il superamento dei limiti di legge relativamente ai parametri **Piombo TC, Rame TC e COD TC** per quanto riguarda il campione B1, del parametro **COD TC** per quanto riguarda il campione B3 e S10.

In ragione di ciò, dalle analisi eseguite si evince che i materiali derivanti dagli scavi relativi ai punti B1, B3 e S10 **non potrebbero essere recuperati in nessuna tipologia di impianto**, mentre i materiali derivanti dai restanti punti di indagine **potrebbero essere recuperati in qualsiasi impianto autorizzato per la tipologia 7.31-bis**.

In allegato 2 si riporta una tabella riepilogativa dei risultati delle determinazioni analitiche confrontati con i limiti di legge e i certificati analitici dei campioni analizzati.

	PROGETTO DEFINITIVO				
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO				
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO				
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

L'ubicazione dei punti di indagine, i rapporti di prova e i risultati delle analisi sono riportati, rispettivamente, nell'Allegato 1 e Allegato 2 del presente documento.

In riferimento al pietrisco ferroviario, le attività di caratterizzazione mediante campionamento e successive analisi di laboratorio sono state finalizzate a determinare lo stato qualitativo dei materiali. L'attività di campionamento dei n. 3 campioni di pietrisco ferroviario (ballast) è stata eseguita in data Giugno-Dicembre 2019.

Il campionamento è stato eseguito prelevando i n. 3 sub-campioni secondo lo schema riportato di seguito.

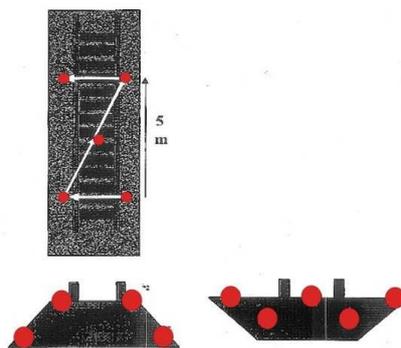


Figura 6-26 – Disposizione dei punti di campionamento (sub campioni di 3 kg) in massicciata

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei 3 campioni prelevati.

Tabella 6-36 Riepilogo dei campioni di ballast prelevati

TIPO	ID PUNTO	N° CAMPIONI	DENOMINAZIONE CAMPIONE
Sondaggio	B1	1	Ballast_01
Sondaggio	B2	1	Ballast_02
Sondaggio	B3	1	Ballast_03

Nella tabella seguente è riportato l'elenco dei parametri analizzati e l'indicazione del metodo di analisi utilizzato.

Tabella 6-37 - Campioni di ballast e terreno sotto ballast: profilo per la caratterizzazione e omologa rifiuti

PARAMETRO	METODO	U.M.
-----------	--------	------



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

Progetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	195 di 251

PARAMETRO	METODO	U.M.
METALLI		
Antimonio	UNI EN 13657 11885	mg/kg
Arsenico	UNI EN 13657 11885	mg/kg
Berillio	UNI EN 13657 11885	mg/kg
Cadmio	UNI EN 13657 11885	mg/kg
Cobalto	UNI EN 13657 11885	mg/kg
Cromo	UNI EN 13657 11885	mg/kg
Cromo esavalente (VI)	EPA3060 7196	mg/kg
Mercurio	UNI EN 13657 11885	mg/kg
Nichel	UNI EN 13657 11885	mg/kg
Piombo	UNI EN 13657 11885	mg/kg
Rame	UNI EN 13657 11885	mg/kg
Selenio	UNI EN 13657 11885	mg/kg
Stagno	UNI EN 13657 11885	mg/kg
Tallio	UNI EN 13657 11885	mg/kg
Vanadio	UNI EN 13657 11885	mg/kg
Zinco	UNI EN 13657 11885	mg/kg
COMPOSTI INORGANICI		
Cianuri	CNR 17 Q 64 Vol3	mg/kg
Fluoruri	EPA300	mg/kg
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI		
Benzene	EPA5021 8260	mg/kg
Toluene	EPA5021 8260	mg/kg
Etilbenzene	EPA5021 8260	mg/kg
Stirene	EPA5021 8260	mg/kg
Xileni	EPA5021 8260	mg/kg
Sommatoria composti organici aromatici	EPA5021 8260	mg/kg
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI		
Benzo(a)antracene	EPA3550 8270	mg/kg
Benzo(a)pirene	EPA3550 8270	mg/kg
Benzo(b)fluorantene	EPA3550 8270	mg/kg
Benzo(k)fluorantene	EPA3550 8270	mg/kg
Benzo(g,h,i)perilene	EPA3550 8270	mg/kg
Crisene	EPA3550 8270	mg/kg
Dibenzo(a,e)pirene	EPA3550 8270	mg/kg
Dibenzo(a,l)pirene	EPA3550 8270	mg/kg
Dibenzo(a,i)pirene	EPA3550 8270	mg/kg
Dibenzo(a,h)pirene	EPA3550 8270	mg/kg



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

Progetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	196 di 251

PARAMETRO	METODO	U.M.
Dibenzo(a,h)antracene	EPA3550 8270	mg/kg
Indenopirene	EPA3550 8270	mg/kg
Pirene	EPA3550 8270	mg/kg
IDROCARBURI		
Idrocarburi leggeri C <12	EPA5021 8015	mg/kg
Idrocarburi pesanti C >12 (C12-C40)	UNI14039	mg/kg
Idrocarburi pesanti (C10-C40)	UNI14039	mg/kg
CLOROBENZENI		
Monoclorobenzene	EPA5021 8260	mg/kg
1,2-Diclorobenzene	EPA5021 8260	mg/kg
1,4-Diclorobenzene	EPA5021 8260	mg/kg
1,2,4,5-Tetraclorobenzene	EPA3550 8270	mg/kg
Pentaclorobenzene	EPA5021 8260	mg/kg
Esaclorobenzene (HCB)	EPA5021 8260	mg/kg
FITOFARMACI		
Alaclor	EPA3550 8270	mg/kg
Aldrin	EPA3550 8270	mg/kg
Isodrin	EPA3550 8270	mg/kg
Atrazina	EPA3550 8270	mg/kg
alfa-esacloroesano	EPA3550 8270	mg/kg
beta-esacloroesano	EPA3550 8270	mg/kg
gamma-esacloroesano	EPA3550 8270	mg/kg
Clordano	EPA3550 8270	mg/kg
DDD, DDT, DDE	EPA3550 8270	mg/kg
Dieldrin	EPA3550 8270	mg/kg
Endrin	EPA3550 8270	mg/kg
Eptacloro	EPA3550 8270	mg/kg
Eptacloro epossido	EPA3550 8270	mg/kg
Clordecone	EPA3550 8270	mg/kg
Mirex	EPA3550 8270	mg/kg
Toxafene	EPA3550 8270	mg/kg
Esabromobifenile	EPA3550 8270	mg/kg
endosulfan	EPA3550 8270	mg/kg
polibromodifenil eteri	EPA3550 8270	mg/kg
Tetrabromodifenilettere	EPA3550 8270	mg/kg
Pentabromodifenilettere	EPA3550 8270	mg/kg
Esabromodifenilettere	EPA3550 8270	mg/kg
Eptabromodifenilettere	EPA3550 8270	mg/kg



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

Progetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	197 di 251

PARAMETRO	METODO	U.M.
esaclorobutadiene	EPA3550 8270	mg/kg
esteri dell'acido ftalico	EPA3550 8270	mg/kg
POLICLOROBIFENILI		
PCB	EPA3550 8270	mg/kg
DIOSSINE E FURANI		
Sommatoria (PCDD) / (PCDF) WHO-TEQ	EPA8280B DM 27/09/2010	ng/Kg
b) ANALITI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL RIFIUTO		
pH	UNI12457 10523	u pH
Residuo secco a 105°C	UNI14346	%
TOC	UNI EN 13137:2002	mg/kg
ALTRE SOSTANZE		
Amianto (Analisi Quantitativa)	DM 06/09/1994 All 1B	mg/kg
Amianto (Analisi Qualitativa)	DM 06/09/1994 All 1B	Presenza/Assenza
Indice di rilascio	DM 14/05/1996	
PARAMETRI NELL'ELUATO		
Antimonio	UNI12457 17294	mg/l
Arsenico	UNI12457 17294	mg/l
Bario	UNI12457 17294	mg/l
Berillio	UNI12457 17294	mg/l
Cadmio	UNI12457 17294	mg/l
Cobalto	UNI12457 17294	mg/l
Cromo	UNI12457 17294	mg/l
Mercurio	UNI12457 17294	mg/l
Molibdeno	UNI12457 17294	mg/l
Nichel	UNI12457 17294	mg/l
Piombo	UNI12457 17294	mg/l
Rame	UNI12457 17294	mg/l
Selenio	UNI12457 17294	mg/l
Vanadio	UNI12457 17294	mg/l
Zinco	UNI12457 17294	mg/l
Cloruro	UNI12457 10304-1	mg/l
Fluoruro	UNI12457 10304-1	mg/l
Cianuro	DM5Feb UNI12457 APAT4070	mg/l
Nitrati	DM5Feb UNI12457 10304-1	mg/l
Solfato	UNI12457 10304-1	mg/l
COD	DM5Feb UNI12457 15705	mg/l
DOC	UNI12457 1484	mg/l
Amianto	DM05/02/98 UNI12457 DM 06/09/1994All2	mg/l

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

PARAMETRO	METODO	U.M.
Indice di fenolo	UNI12457 6439	mg/l
pH	DM5Feb UNI12457 APAT2060	unità
TDS	UNI12457 15216	mg/l

Le analisi effettuate hanno dimostrato che il ballast è gestibile nel regime rifiuti come rifiuto speciale non pericoloso.

Pertanto, allo stato attuale ed in considerazione dei risultati ottenuti nelle caratterizzazioni eseguite ai fini progettuali, si può ipotizzare di gestire i materiali di risulta degli scavi come rifiuti con codice CER 17.05.08 per il quale si possono prevedere tre diverse modalità di gestione a seconda dei risultati delle analisi di caratterizzazione (sul tal quale e sull'eluato da test di cessione) che l'Appaltatore dovrà eseguire in fase di realizzazione dell'opera per la corretta scelta degli impianti di destinazione finale che, nella presente fase di progettazione, potrebbero essere identificati in:

- Impianto di recupero;
- Discarica per rifiuti inerti;
- Discarica per rifiuti non pericolosi.

L'ubicazione dei punti di indagine, i rapporti di prova e i risultati delle analisi sono riportati, rispettivamente, nell'Allegato 3 e Allegato 4 del presente documento.

Sono state inoltre eseguite delle indagini di caratterizzazione di campioni di top soil lungo linea e sulle aree di stoccaggio, sempre nell'ambito di quanto previsto dal D.P.R 120/2017.

A tali analisi relative alle aree oggetto di intervento si aggiungono, infine, delle analisi eseguite in corrispondenza dei potenziali siti di conferimento dei materiali di scavo che si prevede di gestire in qualità di sottoprodotti.

Per il dettaglio sui risultati di tutte le indagini eseguite si rimanda all'elaborato "*NB1R02D69RGTA0000003B_Piano di utilizzo dei materiali da scavo – Relazione generale*".

6.5.3 Modalità di gestione e stoccaggio dei materiali di risulta prodotti

I materiali da scavo che verranno prodotti dalla realizzazione delle opere previste nell'appalto in questione, nell'ottica del rispetto dei principi ambientali di favorire il riutilizzo piuttosto che lo smaltimento, ove possibile, saranno reimpiegati nell'ambito delle lavorazioni a fronte di un'ottimizzazione negli approvvigionamenti esterni o, in alternativa, conferiti a siti esterni. Quota parte delle terre e dei materiali prodotti saranno invece gestiti nel regime rifiuti.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Si precisa che, in riferimento ai fabbisogni delle opere in progetto, solo quota parte dei materiali di scavo prodotti dalle lavorazioni presentano caratteristiche geotecniche e chimiche idonee per possibili utilizzi interni quali produzione di cls, formazione di rilevati, rinterri, riempimenti e coperture vegetali, previo trattamento di normale pratica industriale dove necessario.

Pertanto, in riferimento alla tabella riportata di seguito la realizzazione dell'opera in oggetto porterà alla produzione di un quantitativo complessivo di **120.297 mc** (in banco) di terre suddivisi nel seguente modo:

- **Riutilizzo interno all'opera** nell'ambito del D.P.R. 120/2017: **28.502 mc** di cui **7.362 mc** riutilizzabile all'interno della stessa WBS e **21.140 mc** utilizzabili in WBS diverse da quelle di produzione;
- **Utilizzo esterno** per attività di rimodellamento di cave dismesse nell'ambito del D.P.R. 120/2017: **85.268 mc**.
- **Smaltimento 6.528 mc**.

Inoltre, oltre a quanto precedentemente descritto, saranno prodotte le seguenti quantità di materiale da gestire nel regime rifiuti:

OCCC

- 1,35 ton di lastre di amianto da coperture esistenti in demolizione da conferire in idoneo impianto
- 811 mc di ballast
- 2.345 mc di materiale proveniente da attività di demolizione

AM

- 1.450 traverse in legno (solo da dismettere ed accatastare in apposita area indicata da RFI, senza conferimento a discarica)
- 10.186 mc di ballast

IS

- 811 mc di terre
- 1 mc di ballast
- 199 mc di materiale proveniente da attività di demolizione

LFM

- 94 mc di terre

TE

- 2.600 mc di terre
- 130 mc di materiale proveniente da attività di demolizione

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Complessivamente, sommando i contributi provenienti dalle varie specialistiche si ha che il quantitativo di terre da gestire nel regime dei rifiuti è pari a 10.033 mc.

Tabella 6-38 Quadro riepilogativo bilancio complessivo dei materiali

Produzione complessiva (mc in banco)	Fabbisogno (mc in banco)	Approvv. Utilizzo interno dalla stessa WBS (mc in banco)	Approvv. Utilizzo interno da diversa WBS (mc in banco)	Approvv. Esterno (mc in banco)	Utilizzo esterno (mc in banco)	Materiali di risulta in esubero (mc)
120.297	113.379	7.362	21.140	84.877	85.268	6.528

Per i dettagli sulle modalità di gestione dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti, si rimanda all'elaborato specialistico "NB1R02D69RGTA0000003B_Piano di utilizzo dei materiali da scavo – Relazione generale".

I quantitativi sopra riportati fanno riferimento all'intero progetto di raddoppio ferroviario: con riferimento alla variante di Cascina Polaresco, analizzando nel dettaglio la differenza di produzione di materiali destinati alla gestione nel regime dei rifiuti si ha che:

	Progetto definitivo [m ³]	Progetto di variante [m ³]	Differenza [m ³]
Terre a rifiuto	11.289	10.033	-1.256
Demolizioni	2.429	2.674	+245
Ballast	10.998	10.998	0

Si prevede rimangano inalterati tutti gli altri quantitativi di materiale da gestire nel regime dei rifiuti.

Sulla scorta di quanto osservato si conclude che la variante Cascina Polaresco determina una riduzione di materiali terrigeni da gestire nel regime dei rifiuti pari a 1.256 m³, ed un aumento dei materiali da demolizione di circa 245 m³, pari a circa il 10% del totale.

Complessivamente il progetto di variante incide in diminuzione sui quantitativi di materiale da gestire a rifiuto per 1.011 m³ pari al 4% del quantitativo complessivo di rifiuti in assenza di variante.

Tutti i materiali di risulta provenienti dalle attività previste a progetto che si prevede di gestire nel regime dei rifiuti ai sensi della Parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i., verranno classificati ed inviati

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

ad idoneo impianto di recupero/smaltimento, privilegiando il conferimento presso siti autorizzati al recupero, e solo secondariamente prevedendo lo smaltimento finale in discarica.

In particolare, i materiali di risulta che si prevede di gestire in regime rifiuti saranno opportunamente caratterizzati ai sensi della normativa vigente, presso il sito di produzione o all'interno delle aree di stoccaggio previste. A tal fine tali aree saranno adeguatamente allestite ai sensi di quanto prescritto dall'art. 183 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. (opportunamente perimetrate, impermeabilizzate, stoccaggio con materiale omogeneo, etc.). Anche per le modalità di trasporto si dovrà necessariamente far riferimento alla normativa ambientale vigente.

In ogni caso, nella presente fase progettuale, sulla base delle risultanze analitiche riportate nei precedenti paragrafi, si può ipotizzare di conferire i materiali che si intende gestire in qualità di rifiuti alle seguenti tipologie di impianti di destinazione finale:

Terre da scavo (nel caso in cui non sia possibile gestirle come sottoprodotto)

- il 80% presso impianti di recupero;
- il 10% presso discarica per rifiuti inerti;
- il 10% presso discarica per rifiuti non pericolosi

Terreni provenienti dalla gradonatura del rilevato esistente, da conferire presso le seguenti tipologie di impianti:

- il 10% presso discarica per rifiuti inerti;
- il 20% presso discarica per rifiuti non pericolosi;
- il 60% presso discarica per rifiuti pericolosi
- il 10% presso impianti di recupero

Materiali provenienti dalle **demolizioni** di cls, di fabbricati e di pavimentazioni stradali, da conferire presso le seguenti tipologie di impianti:

- il 100% presso impianti di recupero;

Pietrisco ferroviario, da conferire presso le seguenti tipologie di impianti:

- il 20% presso impianti di recupero
- il 70% presso discarica per rifiuti inerti;
- il 10% presso discarica per rifiuti non pericolosi.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Le destinazioni ipotizzate sopra potranno essere confermate solo dai risultati delle analisi di caratterizzazione (sul tal quale e sull'eluato da test di cessione) che l'Appaltatore dovrà eseguire nella fase di realizzazione dell'opera per individuare la corretta modalità di gestione dei materiali di risulta ai sensi della normativa ambientale vigente.

Si ricorda, infatti, che in fase di esecuzione lavori, l'Appaltatore è il produttore dei rifiuti e come tale a lui spetta tanto la corretta attribuzione del codice CER quanto la gestione degli stessi, pertanto le considerazioni riportate nel presente documento si riferiscono alla presente fase di progettazione e allo stato ante operam dei luoghi.

6.5.4 Campionamento in corso d'opera dei materiali di risulta prodotti

Per quanto riguarda le procedure e le modalità operative di campionamento e di formazione dei campioni di sottoprodotti o di rifiuti da avviare ad analisi, si farà riferimento alla normativa ambientale vigente.

Al fine di ottemperare a quanto previsto dalla normativa vigente in materia ambientale, in generale l'Appaltatore dovrà promuovere in via prioritaria la prevenzione e la riduzione della produzione e della nocività dei rifiuti privilegiando, ove possibile, il conferimento presso siti esterni autorizzati al recupero rifiuti e, solo secondariamente, prevedendo lo smaltimento finale in discarica.

Sarà cura dell'Appaltatore, in fase di realizzazione dell'opera, effettuare tutti gli accertamenti necessari (sul tal quale e sull'eluato da test di cessione ai sensi del D.M. 186/06 e del D.M. 27/09/2010) ad assicurare la completa e corretta modalità di gestione dei materiali di risulta ai sensi della normativa ambientale vigente e la corretta scelta degli impianti di destinazione finale, al fine di una piena assunzione di responsabilità in fase realizzativa.

In particolare, ricordando che in fase di esecuzione lavori l'Appaltatore è il produttore dei rifiuti e come tale a lui spetta la corretta gestione degli stessi, si riportano di seguito le indicazioni generali sulle modalità di caratterizzazione dei materiali di risulta per la gestione degli stessi in regime di rifiuti.

Il campionamento sarà effettuato in modo tale da ottenere un campione rappresentativo secondo i criteri, le procedure, i metodi e gli standard di cui alla norma UNI 10802 del 2004 e UNI 14899 del 2006 "Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi - Campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati".

Per quanto concerne il quantitativo dei campioni di rifiuti da prelevare ed analizzare si dovrà fare riferimento alla normativa vigente, prevedendo il prelievo e l'analisi di almeno n. 1 campione

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

representativo per ogni tipologia di rifiuto prodotto e per ogni sito di provenienza. Ipotizzando un campionamento minimo ogni 5.000 mc di materiali, il numero indicativo di campioni/cumuli che allo stato attuale si prevede di formare, nonché la tipologia di analisi da svolgere, sono riepilogati nella Tabella 6-39.

Tabella 6-39 Riepilogo analisi sui campioni di materiali di risulta in corso d'opera

	Quantitativo prodotto (mc in banco)	Prelievo del campione	Omologa rifiuti	Test di cessione ai fini del recupero/smaltimento
Terre e rocce derivanti dagli scavi	10.033	3	3	3
Materiali provenienti da attività di demolizione	2.674	1	1	1
Ballast	10.998	3	3	3
TOTALE	23.705	7	7	7

Per quanto concerne, invece, le modalità e le frequenze di campionamento dei materiali di scavo da gestire in qualità di sottoprodotti (da riutilizzare nell'ambito del progetto e/o da conferire ai siti esterni), saranno adottati i criteri definiti dall'Allegato 9 del D.P.R. 120/2017, per i dettagli del quale si rimanda all'elaborato specialistico "NB1R02D69RGTA0000003B_Piano di utilizzo dei materiali da scavo – Relazione generale".

In riferimento al bilancio dei materiali riportato nei paragrafi precedenti, si riporta di seguito una tabella riepilogativa del numero di cumuli che si prevede di produrre dai materiali di scavo prodotti da ciascuna macrocategoria di opera.

Tabella 6-40 – Tabella riepilogativa cumuli di materiali di scavo [1 ogni 5.000 mc]

TEMATICA	TOTALE SOTTOPRODOTTI [mc]	NUMERO ANALISI PUT [1 ogni 5.000 mc]
FABBRICATI	16.602	4
IDRAULICA	7.456	2
MURI + BARRIERE	12.112	3
RILEVATI	24.025	5
TRINCEE	12.924	3
GALLERIE ARTIFICIALI	11.965	3

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

TEMATICA	TOTALE SOTTOPRODOTTI [mc]	NUMERO ANALISI PUT [1 ogni 5.000 mc]
VIABILITÀ + OPERE D'ARTE	28.686	6
	113.770	26

Rispetto ai **n. 26** cumuli complessivamente realizzabili, il numero dei cumuli da campionare (che verranno scelti in modo casuale) sarà determinato mediante la formula:

$$m = k \cdot n^{1/3}$$

dove:

m = numero totale dei cumuli da campionare;

n = numero totale dei cumuli realizzabili dall'intera massa;

k = costante, pari a 5

Applicando la formula, dei n = 26 cumuli realizzabili dall'intera massa di materiali di scavo da verificare per le opere all'aperto si prevede di analizzarne m ~ 15.

Il campionamento, come previsto dallo stesso Allegato 9 al D.P.R.120/17, sarà effettuato in modo tale da ottenere un campione rappresentativo secondo i criteri, le procedure, i metodi e gli standard. In particolare si prevede di formare, per ciascun cumulo omogeneo di volume pari a 5.000 mc, un campione medio composito prelevando almeno 8 incrementi di cui 4 da prelievi profondi e altrettanti da prelievi superficiali da più punti sparsi sullo stesso cumulo a mezzo di escavatore meccanico a benna rovescia. Gli incrementi prelevati dovranno essere miscelati tra loro al fine di ottenere un campione medio composito rappresentativo dell'intera massa da sottoporsi alle determinazioni analitiche previste.

Sulla base di quanto riportato nell'Allegato 4 "Procedure di caratterizzazione chimico-fisiche e accertamento delle qualità ambientali" del D.P.R.120/17, i campioni da portare in laboratorio saranno privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche saranno condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione sarà determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm). In caso di terre e rocce da scavo provenienti da scavi di sbancamento in roccia massiva, la caratterizzazione ambientale è eseguita previa porfirizzazione dell'intero campione.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Le analisi chimico-fisiche saranno condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.

Nell'impossibilità di raggiungere tali limiti di quantificazione saranno utilizzate le migliori metodologie analitiche ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale che presentino un limite di quantificazione il più prossimo ai valori di cui sopra.

Su tutti i campioni prelevati saranno ricercati i parametri di cui alla Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017.

Per approfondimenti e dettagli in merito alle modalità di gestione dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti (da riutilizzare nell'ambito dell'appalto) si rimanda agli elaborati specialistici "NB1R02D69RGTA0000003B _Piano di utilizzo dei materiali di scavo".

6.5.5 Siti di conferimento del materiale prodotto

Per quanto concerne i materiali di risulta in esubero, i quali non sono riutilizzabili né nell'ambito delle lavorazioni né esternamente in qualità di sottoprodotti, si prevede una gestione in qualità di rifiuti. A tale scopo, è stata effettuata l'analisi della disponibilità sul territorio di siti di recupero e di smaltimento a cui potessero essere conferiti i quantitativi di materiale di risulta derivanti dalle lavorazioni della tratta in progetto.

Sulla base delle verifiche condotte e delle risposte ottenute sono stati identificati i siti di recupero e di smaltimento, sintetizzati rispettivamente in Tabella 6-41 ed in Tabella 6-42, mentre per il dettaglio sugli impianti individuati si rimanda al documento "Siti di approvvigionamento e smaltimento - NB1R02D69RGCA0000001A".

Tabella 6-41 Elenco impianti siti di recupero

ID	Società	Località Comune Provincia	Scadenza autorizzazione	Attività e Quantità autorizzate	Dist (Km)
R1	Cava Ghisalba S.r.l.	Loc. Portico Nuovo 2, Ghisalba (BG)	05/04/2027	R5, R13 – 150.000 t/anno	17,7
R2	Eco-Trass S.r.l.	Via Don Pedrinelli 53, Carvico (BG)	30/09/2027	R12, R13 – 47.450 t/anno	18,2
R3	ESTRI S.r.l.	Via Campo Romano 2, Spirano (BG)	06/07/2031	R12, R13 – 34.000 t/anno	13,1


PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

 Progetto ambientale della cantierizzazione
 Relazione Generale

PROGETTO
 NB1R

LOTTO
 02 Y 69

CODIFICA
 RG

DOCUMENTO
 CA0000001

REV.
 A

FOGLIO
 206 di
 251

ID	Società	Località Comune Provincia	Scadenza autorizzazione	Attività e Quantità autorizzate	Dist (Km)
R4	Ri. ECO. S.r.l.	Via F.lli Beltrami, 50/52, Novate Milanese (MI)	18.06.2027	R12, R13 – 190.000 t/anno	55,1
R5	Roncelli Costruzioni S.r.l.	Via Lesina 1/A, Brembate di Sopra (BG)	07/03/2022	R5, R12, R13 – 235.000 t/anno	10,6
R6	F.lli Scaburri di Maurizio Scaburri & C.	Via Canale 80, Vertova (BG)	12/04/2027	R12, R13 – 31.000 t/anno	21,1
R7	F.lli Salvetti e C. S.r.l.	Via Lungo Serio 45, Grassobbio (BG)	14/08/2019	R5, R12, R13 – 35.000	11,4

Tabella 6-42 Elenco discariche per rifiuti inerti e rifiuti non pericolosi

ID	Società	Tip.	Località Comune Provincia	Scadenza autorizzazione	Volume autorizzato (mc)	CER	Dist (km)
D1	Bergamelli S.r.l.	Non pericolosi	Via Sandro Pertini 13, Albino (BG)	06/07/2031	49.000 t/anno	17.05.04, 17.09.04, 17.01.07	15,0
D2	Systema Ambiente S.r.l.	Non pericolosi	Loc. Cascina Redenta, Inzago (MI)	30/06/2022	228.468 t/anno	17.05.04, 17.01.01, 17.01.07 17.09.04, 17.05.08	27,9
D3	ECO. R. O. E. service srl	Pericolosi/non pericolosi	Via Amoretti 75, Milano	11/09/2025	185.000 t/anno	17.05.04, 17.09.04, 17.05.08	49,9
D4	Tecnoservizi Ambientali S.r.l.	Pericolosi/non pericolosi	Località Casette 4, Cortenuova (BG)	18/03/2028	84.150 t/anno	17.05.04, 17.01.01, 17.01.07 17.09.04, 17.05.08, 17.06.05*	26,9
D5	Viter S.r.l.	Pericolosi/non pericolosi	Via E.H. Grieg, 87, Saronno (VA)	14/08/2022	70.000 t/anno	17.05.04, 17.05.08, 17.09.04	69,3
D6	Bettoni S.p.a.	Inerti	Loc. Cascina Rinascnte, Travagliato (BS)	24/02/2021	-	17.01.01, 17.01.07, 17.05.04, 17.09.04	46,5
D7	Inertika S.r.l.	Inerti	Loc. Le Guardie, Paderno Franciacorta (BS)	15/01/2021	-	17.01.01, 17.01.07, 17.05.04, 17.09.04, 17.05.08	38,6
D8	R.G.F. Servizi Ambientali S.r.l.	Pericolosi/non pericolosi	Via Da Vinci Caravaggio, BG	18/05/2021	18.000 t/anno	17.01.01, 17.01.07, 17.05.04, 17.09.04, 17.06.05*	28,6

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Per approfondimenti e dettagli circa gli impianti di recupero e smaltimento selezionate si rimanda all'elaborato specialistico e relativi elaborati cartografici "NB1R02D69RGCA0000001A_Siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione Generale".

Per quanto riguarda i materiali di risulta in esubero non riutilizzati nell'ambito dell'appalto, verranno gestiti come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017 e trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito terre e infine ai siti di rimodellamento morfologico individuati e di seguito riportati, previa verifica del rispetto dei limiti di cui alla Tabella 1, Allegato A alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., compatibilmente con la destinazione d'uso futura degli stessi.

Le modalità di individuazione dei siti di conferimento idonei, sono state definite sulla base di quanto prescritto dalla normativa ambientale vigente ed in linea con le procedure societarie di riferimento, nonché di quanto adottato anche nell'ambito della predisposizione di progetti analoghi. In particolare, il numero dei siti selezionato è stato commisurato - garantendo cautelativamente capienze comunque eccedenti rispetto al fabbisogno desumibile dai dati progettuali - alle volumetrie di progetto e alle caratteristiche dei siti selezionati per ciascun sito di produzione dei materiali di scavo.

I siti di destinazione finale idonei al conferimento dei materiali da scavo individuati sono riportati in Tabella 6-43.

Tabella 6-43 Caratteristiche dei siti di destinazione finale

Sito/Società	Localizzazione	Capacità	Distanza media (km)
Appalti Vitali S.p.a.	Medolago (BG)	500.000	21,5
Bettoni S.p.a.	Castegnato (BS)	500.000	40,0
Boschini Franco	Osio Sopra (BG)	200.000	12,9
Ecologica Camuna	Cazzago San Martino (BS)	250.000	34,9
Ecologica Camuna	Cazzago San Martino (BS)	250.000	34,9

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Si fa presente che, coerentemente a quanto riportato nel documento “Piano di utilizzo dei materiali di scavo – NB1R02D69RGTA0000003A”, i siti individuati presentano una capacità ricettiva adeguata alle volumetrie di materiale di scavo stimate provenienti dalla realizzazione della tratta in progetto.

6.5.6 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Come indicato nel precedente paragrafo 6.5.1 della presente relazione e come meglio descritto nel documento “Piano di utilizzo dei materiali di scavo” (NB1R02D69RGTA0000003A) rispetto ad una produzione complessiva di 120.297 m³ (in banco) di terre e rocce da scavo, il quantitativo pari a 113.770 m³ saranno gestiti in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017.

A fronte del modello gestionale assunto e fondato sulla base delle risultanze delle campagne di caratterizzazione ambientale condotte nell’ambito della progettazione e riportate nel dettaglio nel citato Piano di utilizzo dei materiali di scavo, i quantitativi in esubero, ossia quelli che saranno gestiti in regime di rifiuto ai sensi della Parte IV del DLgs 152/2006 e smi, ammonteranno complessivamente a 6.528 mc (in banco).

Per quanto riguarda la gestione degli esuberanti sarà privilegiato il conferimento presso siti esterni autorizzati al recupero e, solo secondariamente, ne sarà previsto lo smaltimento finale in discarica.

Con riferimento alla variante di Cascina Polaresco, osservando che essa determina una diminuzione della produzione dei materiali di risulta complessivi, si conclude che incide in maniera positiva rispetto agli impatti ambientali su tale componente.

Stante tale significativa riduzione degli esuberanti, che in termini percentuali ammonta al 95% dell’intero volume prodotto nel corso delle lavorazioni, in relazione alla produzione di rifiuti e materiali di risulta la significatività dell’effetto può essere considerata trascurabile (cfr. par. 1.3.2 – Livello di significatività B).

6.6 SCARICHI IDRICI E SOSTANZE NOCIVE

6.6.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

Per le attività previste all’interno delle diverse aree di lavorazione e di cantiere è possibile avere la necessità di utilizzare e stoccare sostanze pericolose quali sostanze chimiche, olii, vernici,

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

solventi, carburanti. Gli impatti relativi a questo aspetto ambientale sono più apprezzabili in corrispondenza delle aree di cantiere ove vengono stoccate le sostanze stesse.

6.6.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Secondo quanto riportato dall'elaborato specialistico *“Relazione di Cantierizzazione – Relazione Generale”*, le acque trattate potranno essere riciclate per gli usi interni al cantiere, limitando così i prelievi da acquedotto. Inoltre, lo scarico finale delle acque trattate verrà realizzato, in ottemperanza alle norme vigenti.

Per quanto riguarda i lubrificanti, gli olii ed i carburanti utilizzati dagli automezzi di cantiere, questi verranno stoccati in un'apposita area recintata, dotata di soletta impermeabile in calcestruzzo e di sistema di recupero e trattamento delle acque.

Inoltre, sempre dall'elaborato specialistico *“Relazione di Cantierizzazione – Relazione Generale”* al par. 7.4 *“Raccolta e smaltimento delle acque nei cantieri”*, risulta che prima della realizzazione delle pavimentazioni dei piazzali del cantiere saranno predisposte tubazioni e pozzetti della rete di smaltimento delle acque meteoriche. Le acque meteoriche saranno convogliate nella rete di captazione costituita da pozzetti e caditoie collegati ad un cunettone in c.a. e da una tubazione interrata che convoglia tutte le acque nella vasca di accumulo di prima pioggia, dimensionata per accogliere i primi 15 minuti dell'evento meteorico. Un deviatore automatico, collocato all'ingresso della vasca di raccolta dell'acqua di prima pioggia, invia l'acqua in esubero (oltre i primi 15 minuti) direttamente al recapito finale.

Per quanto concerne le acque nere, gli impianti di trattamento delle acque assicureranno un grado di depurazione tale da renderle idonee allo scarico secondo le norme vigenti.

Per tali ragioni, vista la tipologia di opere da realizzare e l'assenza di depositi di grandi dimensioni per lo stoccaggio di sostanze pericolose, nonché la dotazione impiantistica prevista a corredo delle aree di cantiere, la probabilità di effetti legati alla dispersione al suolo e nelle acque superficiali e sotterranee di sostanze nocive è da considerarsi solo limitatamente ad eventuali sversamenti accidentali di tali sostanze. Detti effetti potranno essere efficacemente prevenuti e, nell'eventualità di loro determinarsi, mitigati, attraverso il ricorso alle misure gestionali ed operative riportate al successivo paragrafo 6.6.3.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Nel complesso la significatività dell'effetto può essere considerata trascurabile (cfr. par. 1.2.3 – Livello di significatività B).

6.6.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Gli effetti connessi all'utilizzo di sostanze pericolose non costituiscono impatti "certi" e di dimensione valutabile in maniera precisa a priori, ma piuttosto impatti potenziali. Una riduzione del rischio di impatti significativi connessi all'utilizzo di sostanze pericolose in fase di costruzione dell'opera può essere ottenuta applicando adeguate procedure operative nelle attività di cantiere, relative alla gestione e lo stoccaggio delle sostanze inquinanti e dei prodotti di natura cementizia, alla prevenzione dallo sversamento di oli ed idrocarburi. Tali procedure operative sono dettagliate nel paragrafo delle mitigazioni riferito alle "Acque superficiali e sotterranee".

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

7 RISORSE ANTROPICHE E PAESAGGIO

7.1 PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI

7.1.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

Il patrimonio culturale

L'area di studio, qui intesa come la porzione territoriale all'interno della quale è collocata la tratta ferroviaria oggetto di intervento, presenta, sia beni culturali di cui alla parte seconda del D.Lgs. 42/2004 e smi, ovvero «*le cose immobili e mobili che, ai sensi degli articoli 10 e 11, presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e le altre cose individuate dalla legge o in base alla legge quali testimonianze aventi valore di civiltà*», sia beni paesaggistici di cui alla parte terza del citato decreto, costituiti dagli «*immobili e le aree indicati all'articolo 134, costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio, e gli altri beni individuati dalla legge o in base alla legge*».

La ricognizione dei beni del patrimonio culturale ai sensi del Dlgs 42/2004 e smi, è stata condotta facendo riferimento alle fonti conoscitive di seguito elencate:

Beni di interesse culturale dichiarato Regione Lombardia – Geoportale –
Tavola delle previsioni di Piano dei PGT redatti dai Comuni
– Agg. 2022.03.08
Regione Lombardia – Geoportale –
Architetture vincolate MiBACT
Regione Lombardia – Geoportale – Architetture storiche
SIRBeC

Beni paesaggistici Regione Lombardia – Geoportale –
Vincoli paesaggistici Agg. 2017.12.31

Con riferimento a dette tipologie di beni, l'area di studio, qui intesa come la porzione territoriale all'interno della quale è collocata la tratta ferroviaria oggetto di intervento presenta, sia beni culturali di cui alla parte seconda del D.Lgs 42/2004 e smi, sia beni paesaggistici di cui alla parte terza del citato decreto.

Stante quanto premesso, la sintetica descrizione di detti beni, riportata nel presente paragrafo, è stata espressamente riferita, per quanto attiene ai beni culturali, a quelli il cui interesse culturale

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

sia stato dichiarato e, per quelli paesaggistici, a quelli oggetto di vincoli dichiarativi, ossia tutelati ai sensi dell'articolo 136 del Codice del paesaggio e dei beni culturali. Inoltre, nel condurre detta descrizione, è stata centrata l'attenzione sulle ragioni alla base del riconoscimento dell'interesse pubblico di tali beni, per come riportate nei relativi decreti di vincolo, così da poter offrire una chiara rappresentazione della loro rilevanza.

L'ambito territoriale indagato è connotato da numerose aree oggetto di tutela paesaggistica rivolta principalmente a due diversi ambiti di paesaggio: l'ambito collinare e pedecollinare del Bergamasco, e l'ambito urbano della città capoluogo.

A fronte di tale constatazione la descrizione a seguire sarà divisa a seconda dei caratteri paesaggistici prevalenti individuati riportando prima i provvedimenti espressi a tutela del paesaggio delle colline bergamasche, per concentrarsi, poi, sulla città di Bergamo, intesa come l'insieme degli immobili e le aree tutelate ai sensi dell'articolo 136 co1 lett. c) e d) DLgs 42/2004.

La Valle d'Astino nel comune di Bergamo e la zona pedecollinare del comune di Mozzo afferiscono alla tipologia di paesaggio delle colline di frangia bergamasca, ultime propaggini delle Prealpi degradanti sulla pianura urbanizzata. Rispettivamente sottoposte a tutela paesaggistica con DM del 4 luglio 1966 e DM del 16 novembre 1966.

La città di Bergamo, perno urbano dell'ambito territoriale indagato, racchiude all'interno dei tessuti più antichi la quasi totalità dei beni culturali oggetto della presente trattazione. Le numerose emergenze architettoniche e la peculiare strutturazione dei tessuti dei borghi esterni le mura costituiscono le basi per il riconoscimento del notevole interesse pubblico di queste parti di città. Nell'economia del presente documento si ritiene utile condurre la descrizione a partire dai provvedimenti alla base del vincolo paesaggistico ai sensi dell'articolo 136 DLgs 42/2004, ponendo l'accento sui beni culturali di cui alla Parte II del Codice dei beni culturali e del paesaggio che connotano gli aspetti storico-culturali delle aree descritte.

Con Decreto Ministeriale del 4 gennaio 1957 sono dichiarate di notevole interesse pubblico la zona di Porta Nuova, tra gli ex caselli daziari, e la zona lungo la provinciale di Ponte San Pietro in località San Matteo. La visuale su Bergamo Alta è stata oggetto di ampliamento del vincolo con DM del 14 marzo 1967.

	PROGETTO DEFINITIVO				
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO				
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO				
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

La zona denominata La Benaglia è oggetto di tutela paesaggistica con provvedimento ministeriale DM del 30 aprile 1964 in quanto caratterizzata da antichi edifici, torri, ville e case ben ambientate nel paesaggio reso interessate dal viale di cipressi e dalla copiosa flora dei giardini. L'insieme costituisce un caratteristico complesso avente valore estetico e tradizionale dal quale si gode la visuale dei colli della città e della pianura circostante. Il complesso architettonico sopra descritto è costituito dal giardino e la Villa Benaglia e dalla chiesa di San Matteo con la Casa del Cappellano, tutti beni culturali tutelati ai sensi del Codice dei Beni culturali e del paesaggio.

Tabella 7-1 Beni culturali connotanti la zona denominata La Benaglia (Immagine tratte da PGT Bergamo, Piano delle Regole, Allegato 2 IBCAA).



VILLA BENAGLIA

art. 10 co.1 DLgs42/2004
DM del 27/07/1987



**GIARDINO DELLA VILLA
BENAGLIA**

art. 136 co.1 lett. b)
DLgs 42/2004
DM del 12/06/1957



**CHIESA DI SAN MATTEO ALLA
BENAGLIA E CASA DEL
CAPPELLANO**

art. 10 co.1 DLgs 42/2004
DM del 9/03/1999

La configurazione dei tessuti, nonché la presenza di numerosi beni culturali e architettonici di particolare rilevanza costituiscono le motivazioni alla base del vincolo paesaggistico di parte dei borghi di antica formazione della Città Bassa bergamasca.

In Borgo S. Alessandro la zona di via Nullo e via S. Alessandro è sottoposta a vincolo paesaggistico con DM del 25 agosto 1965. Borgo San Leonardo con DM del 4 luglio 1966 viene riconosciuto parte integrante dell'area di Borgo S. Alessandro già vincolata.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Il 22 aprile 2009 con Deliberazione della Giunta Regionale è stata vincolata ai sensi dell'art. 136 co1 lett. c) DLgs 42/2004 l'area sita in via Broseta angolo via Palma il Vecchio adiacente Borgo San Leonardo.

Alla descrizione dei beni di interesse culturale dichiarato tutelati ai sensi dell'articolo 10 del DLgs 42/2004 nell'ambito del contesto paesaggistico tutelato a cui fanno riferimento, si riporta la descrizione di ulteriori manufatti architettonici e relative pertinenze.

Tabella 7-2 A sinistra Castello della Marigolda a Curno, a destra Cascina Polaresco in Bergamo.



CASCINA POLARESCO

Art.10 co.1 DLgs 42/2004, con DM del 4/07/2005

(Immagini tratte PGT Bergamo, PdR, All. 2 Art.10 co.1 DLgs 42/2004, con DM del 26/04/2022 IBCAA)



**PONTE FERROVIARIO IN PROSSIMITÀ DELLA
CASCINA POLARESCO**

(Immagini tratte dall'Allegato B Documentazione fotografica al DM del 26/04/2022)

Cascina Polaresco è un complesso architettonico rurale costituito da abitazioni coloniche ed accessori agricoli, costruita nel XVIII secolo intorno ad una preesistente torre medioevale. Rispetto le più tradizionali cascine bergamasche, quella di Polaresco si presenta con impianto planimetrico di tipo aperto determinando due corti dette *are* contrapposte e opportunamente recintate.

Il Ponte è un manufatto in blocchi in pietra a due spalle con arco a tutto sesto, la cui realizzazione risale intorno al 1860, presumibilmente in occasione della costruzione della linea ferroviaria, per permettere ai coloni che abitavano la Cascina Polaresco di raggiungere la tenuta agricola che si sviluppava verso sud.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Il patrimonio storico-testimoniale

Come noto, il D.Lgs 42/2004 e smi, all'articolo 131, individua nel "paesaggio" «il territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni» e, sulla base di detta definizione, nel definire le finalità proprie della parte terza del Codice, le individua nel «tutela[re] il paesaggio relativamente a *quegli aspetti e caratteri che costituiscono rappresentazione materiale e visibile dell'identità nazionale, in quanto espressione di valori culturali*». Nel patrimonio storico-testimoniale si è inteso identificare quell'insieme di manufatti edilizi che, a prescindere dal regime di tutela al quale sono soggetti, rappresentano chiara manifestazione, ossia – come recita il citato articolo del D.Lgs 42/2004 e smi - «rappresentazione materiale e visibile», di modelli insediativi, tipologie edilizie, tecniche costruttive o stilemi che sono espressione dell'identità locale di un determinato contesto territoriale.

Stante tale accezione, nel caso in specie, una fondamentale base conoscitiva ai fini del riconoscimento degli elementi costitutivi il patrimonio storico-testimoniale, è rappresentata dal dato in formato *shapefile* relativo alle Architetture di particolare interesse segnalate dalla Guida Rossa "Lombardia" del TCI (Agg. 05/10/2011), alla Tavola delle previsioni di Piano dei PGT redatti dai Comuni (Agg. 08/03/2022), infine il portale vincoliinrete.benicultari.it realizzato dall'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro del MiC al fine di individuare beni con procedimento di verifica di interesse culturale in corso.

Come più diffusamente illustrato in precedenza, Bergamo e le colline bergamasche preservano tra le bellezze panoramiche e paesaggistiche numerose architetture e manufatti che contribuiscono al riconoscimento dei caratteri storico-testimoniali dei luoghi e dell'abitare bergamasco. Sovente, tra le motivazioni alla base del vincolo paesaggistico vi è la presenza di nuclei di antica formazione, ben riconoscibili nell'assetto della tessitura urbana e caratterizzati da manufatti edilizi costruiti secondo i criteri e le tipologie della tradizione edilizia.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato "*NB1R02Y22RGSA0001001A_Studio di impatto ambientale – Relazione Generale*".

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

7.1.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Il quadro degli effetti ai quali, nell'ambito della seguente trattazione, si è fatto riferimento può essere schematicamente identificato, da un lato, nella compromissione dei beni appartenenti al patrimonio culturale, così come identificato dall'articolo 2 co. 1 del DLgs 42/2004 e smi, e/o aventi valenza storico testimoniale, e, dall'altro, nella riduzione del patrimonio edilizio, a prescindere da qualsiasi considerazione in merito al pregio architettonico di tali manufatti.

Entrando nel merito del primo profilo di analisi, ossia dell'alterazione fisica dei beni del patrimonio culturale, in primo luogo si evidenzia che alcun bene tutelato a termini della parte seconda del DLgs 42/2004 e smi, è interessato dalle aree di cantiere fisso o di lavoro.

A tal proposito il progetto della Variante Polaresco del primo lotto di interventi inerenti al progetto definitivo di raddoppio Ponte San Pietro-Bergamo-Montello già oggetto di procedura di VIA conclusa con giudizio positivo di compatibilità ambientale con DM n.13 del 24 marzo 2022 risponde alle condizioni definite nei pareri della CTVIA e, in particolare, del Ministero della Cultura che a seguito della verifica dell'interesse culturale decreta quale oggetto di tutela ai sensi dell'articolo 10 del DLgs 42/2004 il bene denominato Ponte ferroviario in prossimità della Cascina Polaresco con DM del 26/04/2022.

A fronte della necessità di conservazione e salvaguardia del ponte ciclopedonale di accesso alle aree di pertinenza della Cascina Polaresco il progetto di variante prevede la realizzazione delle gallerie artificiali di sottoattraversamento ferroviario GA02 e GA01 e relative aree di cantiere 1.AT.05 e 1.AT.06.

Ciò premesso gli unici beni appartenenti al patrimonio culturale e, in particolare, beni paesaggistici che risultano interessati dalle aree di cantierizzazione sono costituiti dai territori coperti da boschi o foreste di cui alla lettera g) dell'articolo 142 co.1 DLgs 42/2004. Nella fattispecie l'area tecnica 1.AT05 introdotta a seguito della variante interessa una assai limitata porzione di territori boscati.

L'analisi condotta è stata rivolta a verificare l'esistenza e la consistenza, all'interno delle aree interessate dalla localizzazione di detta area di cantiere, di elementi rappresentativi della tipologia di paesaggio che la norma ha inteso tutelare. Tale verifica effettuata tramite ricognizione fotografica ha evidenziato la presenza di una formazione vegetazionale popolata da specie alloctone al paesaggio boschivo lombardo, nella fattispecie come più volte evidenziato nel corso

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

delle analisi del presente Studio trattasi di formazioni boschive con prevalenza di *Robinia pseudoacacia*.



Figura 7-1 Individuazione delle nuove aree di cantiere fisso in relazione alle aree tutelate per legge (art. 142 co.1 lett. g DLgs 42/2004) e rappresentazione dello stato dei luoghi

Stante quanto sopra emerso si ritiene che potenziali alterazioni fisiche a beni del patrimonio culturale siano da ritenersi trascurabili.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 218 di 251

In merito ai beni a valenza storico testimoniale ed alla seconda tipologia di effetto oggetto di indagine, ossia l'alterazione fisica dei beni materiali, il contesto territoriale nel quale si colloca l'opera in progetto coincide con la città di Bergamo e la sua valle. Le valli della bergamasca, segnate dalla ferrovia e dalle maggiori vie di comunicazione stradali e tecnologiche, hanno visto, negli ultimi anni, una maggiore densità del costruito e processi di saldatura dei tessuti residenziali, commerciali e industriali, con profonde modificazioni nell'assetto strutturale e nel rapporto con il paesaggio circostante.

Per quanto specificatamente attiene alle attività di cantierizzazione previste per la Variante Polaresco non si registrano attività di demolizione diverse da quelle previste nel primo lotto di interventi del progetto definitivo del raddoppio ferroviario già oggetto di decreto di compatibilità ambientale (DM 13/2022).

Stante quanto sopra riportato, si ritiene che l'effetto in esame possa ritenersi assente.

7.2 TERRITORIO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

7.2.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

L'ambito territoriale in esame, ricompreso nella Provincia di Bergamo, si caratterizza per la presenza di aree di frangia destrutturate e di neo-urbanizzazione, intese come parti del territorio periurbano costituite da piccoli e medi agglomerati, dove spazi aperti urbanizzati e oggetti architettonici molto eterogenei fra loro, privi di relazioni spaziali significative, alterano fortemente le regole dell'impianto morfologico preesistente fino a determinarne la sua totale cancellazione e la sostituzione con un nuovo assetto privo di alcun valore paesaggistico ed ecosistemico, che presenta situazioni in essere o a rischio.

Sotto il profilo del sistema degli usi in atto, il tracciato esistente oggetto di raddoppio attraversa ambiti territoriali differenti in particolare attraversa l'area urbana di Bergamo, connotata da tessuti residenziali e commerciali, contornati da campi agricoli, mentre il sistema naturale si rinviene nella zona collinare e in corrispondenza dei corridoi fluviali.



PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCO

Progetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO
NB1R

LOTTO
02 Y 69

CODIFICA
RG

DOCUMENTO
CA0000001

REV.
A

FOGLIO
219 di
251



Figura 7-2 Aree agricole



Figura 7-3 Aree urbana residenziale



Figura 7-4 Aree commerciale

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Da una lettura di tutte le aree attraversate dal progetto di raddoppio della linea ferroviaria si evidenzia che le tessere di uso del suolo attraversate sono rispettivamente: per il 70% circa aree urbane, per il 18% circa aree agricole utilizzate e per il 12% circa aree naturali.

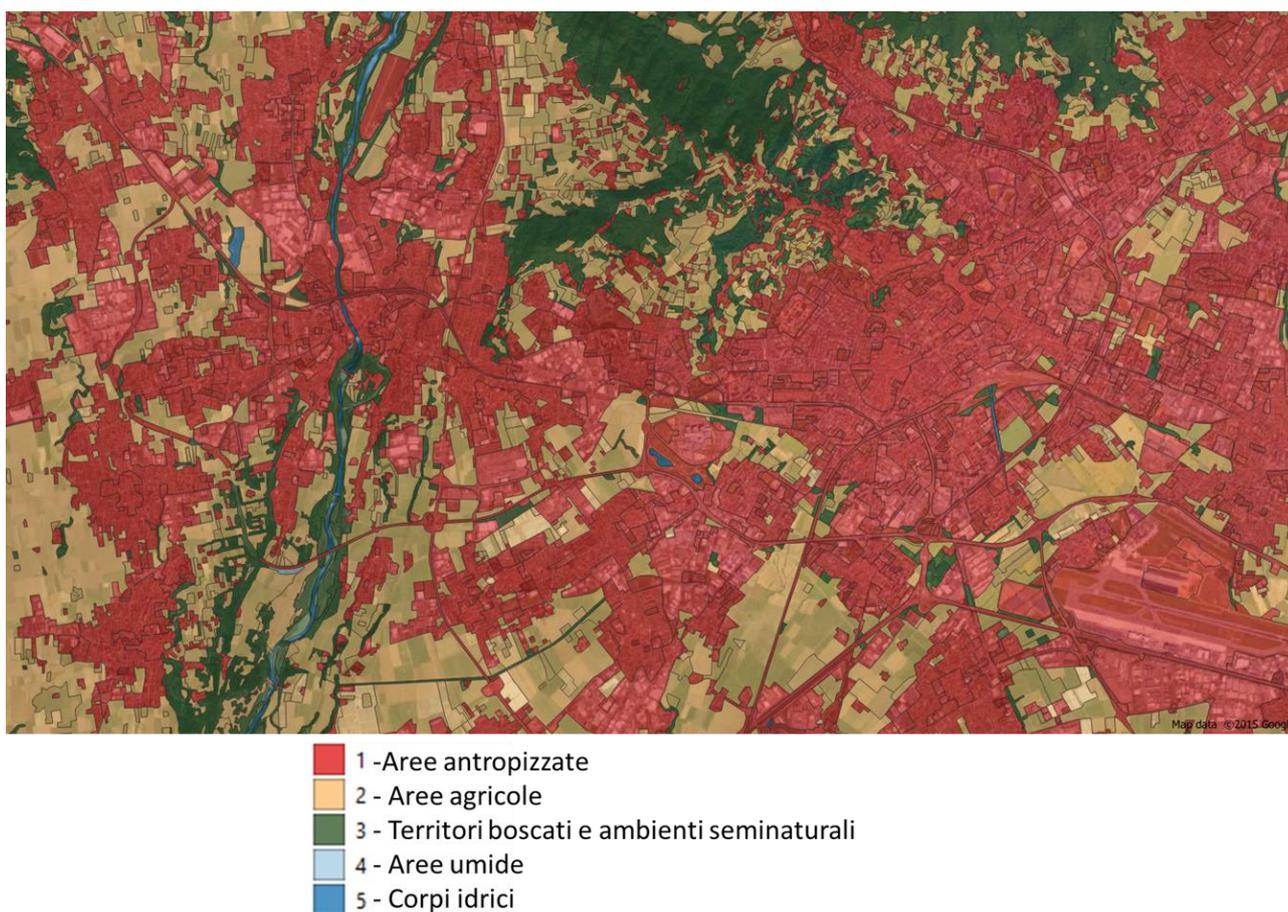


Figura 7-5 Sistema degli usi in atto (Livello 1 del DUSAF 6.0 – Regione Lombardia)

Per quanto riguarda gli aspetti legati al comparto agroalimentare, la Provincia di Bergamo si caratterizza per l'uso a bosco e a seminativo preponderanti rispetto alle altre forme di utilizzo del territorio. I seminativi si localizzano prevalentemente nella porzione di pianura mentre il bosco caratterizza la parte collinare e le fasce fluviali. Tra le colture presenti riconducibili alla componente seminativo troviamo cereali, colture industriali e colture foraggere. Dai dati del DUSAF si conferma questa vocazione del territorio con come elemento più rappresentativo quello naturale, con le aree boschive, seguito da seminativi e prati stabili. Le aree boschive appartengono a un ambito abbastanza omogeneo in cui la principale criticità è rappresentata dall'espansione di specie

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

alloctone mentre la pianura appare molto frammentata e costituita dai seminativi e dalle aree urbane.

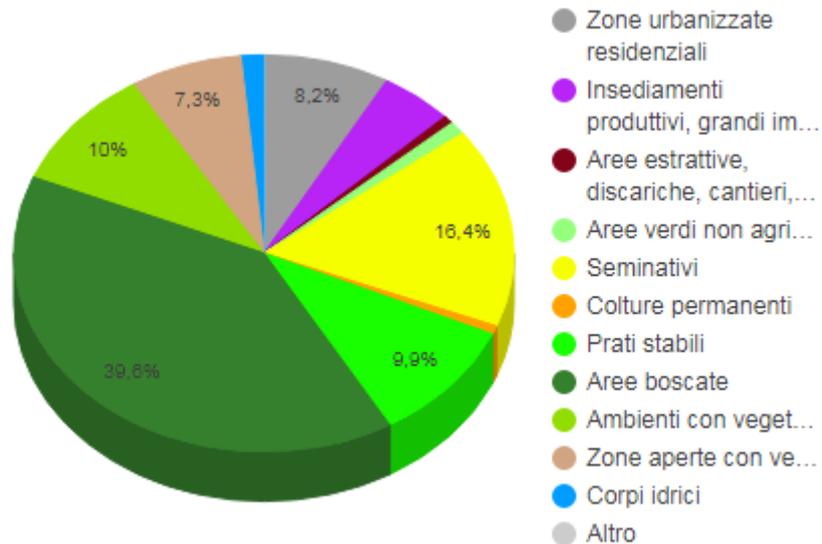


Figura 7-6 Percentuali di copertura del suolo della Provincia di Bergamo, anno 2015

Secondo i dati riportati sul Rapporto 2017 sulle produzioni agroalimentari e vitivinicole italiane DOP/IGP/STG realizzato da Ismea e Fondazione Qualivita, emerge che grossomodo i due terzi del valore economico totale dei prodotti DOP/IGP della Lombardia sono realizzati nelle tre province orientali: Mantova (29,0%), Brescia (21,7%) e Sondrio (15,5%). Ciò dimostra che, sebbene le certificazioni DOP/IGP siano molto diffuse, il loro valore rimane concentrato in specifiche zone geografiche.

Per quanto riguarda il settore Food della provincia di Bergamo, i prodotti certificati legati al territorio di Bergamo sono riportati nella tabella che segue (cfr. Tabella 7-3).

Tabella 7-3 Elenco prodotti certificati territorio di Bergamo

Prodotto	Denominazione	Marchio	Provincia di produzione
formaggi	Bitto	DOP	Lecco e Bergamo
	Gorgonzola	DOP	Alessandria, Bergamo, Brescia, Como, Cremona, Cuneo, Milano, Novara, Pavia, Vercelli
	Grana Padano	DOP	Alessandria, Asti, Cuneo, Novara, Torino, Vercelli, Bergamo, Brescia, Como, Cremona, Mantova, Milano, Pavia, Sondrio, Varese, Padova, Trento, Rovigo, Treviso,

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

<i>Prodotto</i>	<i>Denominazione</i>	<i>Marchio</i>	<i>Provincia di produzione</i>
			Venezia, Verona, Vicenza, Bologna, Ferrara, Forlì Piacenza, Ravenna
	Quartirolo lombardo	DOP	Brescia, Bergamo, Como, Cremona, Milano, Pavia, Varese
	Salva Cremasco	DOP	Bergamo, Brescia, Cremona, Lecco, Lodi, Milano
	Strachitunt	DOP	Bergamo
	Taleggio	DOP	Bergamo, Brescia, Como, Cremona, Milano, Pavia, Treviso, Novara
Olio	Olio extravergine di oliva laghi lombardi	DOP	Brescia, Bergamo, Como, Lecco
Salumi	Cotechino Modena	IGP	Tutto il territorio regionale
	Mortadella bologna	IGP	Tutto il territorio regionale
	Salame cremona	IGP	Tutto il territorio regionale
	Salumi italiani alla cacciatora	IGP	Tutto il territorio regionale
Vini	Valcalepio	DOC	Bergamo
	Terre del Colleoni	DOC	Bergamo
	Moscato di Scanzo	DOCG	Bergamo
	Bergamasca	IGT	Bergamo

7.2.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Con riferimento agli aspetti legati al territorio ed al patrimonio agroalimentare, gli effetti potenziali connessi alla fase di cantierizzazione possono essere individuati nella modifica degli usi in atto conseguente all'approntamento ed alla presenza delle aree di cantiere.

L'uso del suolo è un concetto collegato, ma distinto da quello di copertura del suolo. Secondo quanto riportato da ISPRA nell'edizione 2021 del rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici", per copertura del suolo si intende «la presenza di una copertura biofisica artificiale del terreno di tipo permanente (edifici, fabbricati, infrastrutture pavimentate o ferrate, altre aree pavimentate o dove sia avvenuta un'impermeabilizzazione permanente del suolo) o di tipo reversibile (aree non pavimentate con rimozione della vegetazione e asportazione o compattazione del terreno dovuta alla presenza di infrastrutture, cantieri, piazzali, parcheggi, cortili,

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 223 di 251

campi sportivi o depositi permanenti di materiale; impianti fotovoltaici a terra; aree estrattive non rinaturalizzate; altre coperture artificiali non connesse alle attività agricole in cui la rimozione della copertura ripristini le condizioni naturali del suolo)³»

A questo riguardo, la modifica degli usi in atto viene intesa come il processo di transizione tra le diverse categorie di uso del suolo che, generalmente, determina una trasformazione da un uso naturale ad un uso semi-naturale sino ad un uso artificiale.

Stante quanto sopra sinteticamente richiamato ne consegue che, con riferimento alla dimensione Costruttiva, nel caso in specie, la modifica degli usi in atto è determinata dalle operazioni condotte per l'approntamento delle aree di cantiere fisso e pertanto legata all'occupazione di suolo da parte di dette aree di cantiere.

Operativamente i parametri principali che, in termini generali, concorrono a determinare la stima dell'effetto in parola sono rappresentati dalla estensione delle aree di cantiere fisso e dal tipo di uso del suolo interessato. Le tipologie di uso del suolo interessate dalle aree di cantiere sono state desunte dall'ultimo aggiornamento dell'uso e copertura del suolo 2018 (DUSAF 6.0), integrato – in particolare – mediante la consultazione della Carta della copertura forestale e dei sistemi verdi del Piano di Indirizzo Forestale, nonché l'analisi dei rilievi satellitari disponibili sul web, il cui aggiornamento, per quanto segnatamente riguarda quelle consultabili attraverso “Google Maps”, è al 2021.

Per quanto concerne le tipologie di uso in atto, come già evidenziato in precedenza, l'opera in progetto è collocata in un territorio connotato dalla prevalente presenza di aree antropiche e agricole. Le aree agricole sono caratterizzate dalla prevalenza di seminativi semplici ed in misura minore da colture orticole.

Entrando nel merito, per quanto concerne le aree di cantiere fisso relative al Lotto 2 già oggetto di DM 13/2022, la superficie complessiva dei cantieri fissi ammonta a circa 132.510 m², la maggior parte della quale risulta connotata dall'uso agricolo del suolo e da aree urbane e, in misura minore, da aree naturali (cfr. Tabella 7-4).

³ ISPRA, “Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2021”

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Tabella 7-4 Usi in atto interessati dalle aree di cantiere fisso di Lotto 2 oggetto di DM 13/2022

Usi in atto		Superficie (m²)	
		Parziale	Totale
Uso residenziale	Tessuto residenziale	3.554	3.554
Uso produttivo ed infrastrutturale	Uso produttivo ed infrastrutturale	11.478	13.276
	Uso ricreativo all'aperto (parchi e giardini)	1.798	
Uso agricolo	Seminativi semplici	96.490	104.892
	Orti familiari	110	
	Praterie permanenti in assenza di specie arboree e arbustive	8.292	
Aree naturali	Boschi di latifoglie a media e alta densità governati a ceduo	3.062	10.788
	Cespuglieti in aree agricole abbandonate	7.726	
TOT aree di cantiere fisso		132.510	

Esprimendo i dati sopra riportati in termini percentuali, risulta che rispetto alla totalità della superficie occupata dalle aree di cantiere relative al Lotto 2 già oggetto di DM 13/2022, per il 79,2% ricadono in aree ad uso agricolo, per il 12,7% interessano aree urbane e infrastrutturali e l'8,1% riguardano porzioni di territorio naturale.

Con specifico riferimento alle aree di cantiere fisso riconfigurate ed inserite a seguito della Variante Polaresco, ammontanti a circa 41.170 m², quasi la totalità di dette aree occupa superfici ad uso agricolo (circa 40.730 m²) e in minor parte aree naturali (circa 440 m²).

Tabella 7-5 Usi in atto interessati dalle aree di cantiere fisso riconfigurate e inserite con la Variante Polaresco

Usi in atto		Superficie (m²)	
		Parziale	Totale
Uso agricolo	Seminativi semplici	40.513	40.732
	Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	219	
Aree naturali	Cespuglieti con presenza significativa di specie	391	441

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

	arbustive alte ed arboree		
	Cespuglieti in aree di agricole abbandonate	50	
TOT aree di cantiere fisso			41.173

La Variante Polaresco rispetto alla totalità delle superfici temporaneamente occupate dalle aree di cantiere fisso, vede il 99% circa di queste ricadere su superfici ad uso agricolo, mentre le aree naturali costituiscono l'1% del totale.

In particolare, nell'ambito dell'uso agricolo, nel quale come detto ricade la quasi totalità delle aree di cantiere, l'uso in atto principale è costituito dai seminativi, che difatti rappresentano circa il 98,4% del totale, mentre i prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive costituiscono lo 0,5%.



	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A



Figura 7-7 Ubicazione e contesto aree di cantiere su seminativi semplici - Variante Polaresco

Il restante 1% delle superfici di cantiere fisso ricade su aree naturali costituite principalmente da cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree (0,9%) e da cespuglieti in aree agricole abbandonate (0,1%).



	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A



Figura 7-8 Ubicazione e contesto aree di cantiere su cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree

A fronte di tali considerazioni si ritiene lecito ritenere che la durata temporanea della modifica degli usi in atto, unitamente alla possibilità di ripristinare allo stato originario gli usi delle aree interessate dai cantieri fissi a conclusione della fase costruttiva, fa sì che il presente effetto possa essere stimato trascurabile.

Si rimanda alla Relazione generale (NB1R02Y22RGSA000001001A) dello Studio di impatto ambientale per una più approfondita trattazione di tale specifico caso.

7.3 PAESAGGIO

7.3.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

Contesto paesaggistico di riferimento

L'intervento ferroviario in progetto si colloca lungo l'ambito urbano pedemontano appartenente all'ambito geografico della Pianura bergamasca per come è stato definito dal Piano Paesaggistico Regionale della Lombardia.

L'assetto del paesaggio agrario discende dalle bonifiche operate in epoca storica con la scomparsa delle aree boscate primigenie a favore delle coltivazioni irrigue e seccagne. Sporadici

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

elementi di sopravvivenza del paesaggio naturale sussistono solo in coincidenza dei solchi fluviali dei maggiori fiumi (Adda, Serio, Oglio).

Ma anche il disegno del paesaggio agrario presenta, specie seguendo l'evoluzione recente, una notevole dinamica evolutiva che configura assetti agrari sempre meno caratterizzati nel loro disegno distributivo e sempre più rivolti a una organizzazione di tipo estensivo monocolturale.

A tali considerazioni si aggiunge la forza eversiva del fenomeno urbano tale da configurare una larga porzione della Pianura Padana, ed anche quella bergamasca, nei termini di campagna urbanizzata.

Approfondendo il dettaglio di analisi, l'ambito della pianura bergamasca attraversato dalla linea ferroviaria oggetto di intervento risulta costituito dalle seguenti unità tipologiche di paesaggio:

- Paesaggi urbanizzati - Aree urbanizzate delle frange metropolitane
- Paesaggi urbanizzati - Urbanizzazione diffusa a bassa densità
- Fascia dell'alta pianura
- Fascia della bassa pianura
- Paesaggi delle fasce fluviali

Struttura del paesaggio

Come descritto al precedente paragrafo, l'area all'interno della quale si inserisce l'opera in progetto è ricompresa all'interno della pianura bergamasca che, a sua volta, gli strumenti della pianificazione territoriale hanno articolato in sub-ambiti secondo caratteristiche abiotiche e biotiche prevalenti.

Partendo dalla struttura del paesaggio così definita dalla pianificazione a valenza paesaggistica, le cui considerazioni descrittive sono state interpolate e rielaborate tramite osservazioni desunte per fotointerpretazione, sono state individuate le unità di paesaggio interessate dalle opere in progetto.

L'infrastruttura ferroviaria oggetto degli interventi attraversa un contesto paesaggistico variegato, connotato dalla predominante presenza di ambiti urbanizzati di frangia metropolitana appartenente a Bergamo, circondati da frammentati e marginali ambiti agricoli a prevalente coltura intensiva, dove l'unico elemento naturale più rilevante è costituito dal Fiume Brembo e la sua vegetazione ripariale, presente solo laddove l'urbanizzazione pedemontana non si è spinta sino alle sponde del corso d'acqua.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Nel quadro così delineato, al fine di descrivere la struttura del mosaico paesaggistico in cui si colloca l'opera, una prima lettura interpretativa della struttura paesaggistica dell'area si fonda sulla individuazione delle caratteristiche e delle componenti che possono essere ricondotte alle seguenti tre categorie prevalenti che, a loro volta sono state articolate in Unità di paesaggio secondo categorie di interpretazione della conformazione.

- Sistema degli insediamenti urbani
 - UdP della città storica
 - UdP del tessuto consolidato e compatto ad impianto a regolare, per tipi edilizi in linea e puntuali
 - UdP del tessuto consolidato connotato da eterogeneità di impianto e di tipi edilizi
 - UdP del tessuto ad impianto aperto per tipi edilizi prevalentemente in linea
 - UdP del tessuto per tipi edilizi puntuali ed in linea
 - UdP del tessuto ad impianto compatto con tipi edilizi in linea e minuti e sistema del verde pertinenziale
 - UdP del tessuto di frangia urbana per tipi edilizi puntuali e minuti
 - UdP dei servizi e delle attività metropolitane
 - UdP degli insediamenti produttivi e commerciali
 - UdP delle infrastrutture
 - UdP del verde urbano e di svago
- Sistema agricolo
 - UdP delle colture intensive di pianura
 - UdP delle colture intensive di collina
- Sistema naturale e semi-naturale
 - UdP delle pendici boscate
 - UdP fluviale

Caratteri percettivi del paesaggio

Il progetto in esame si inserisce in un territorio con caratteristiche strutturali variegata che rende necessario analizzare l'inserimento dell'intervento sul paesaggio interessato in relazione agli elementi morfologici, naturali e artificiali dei luoghi.

Nel caso specifico, il tratto ferroviario oggetto di intervento attraversa un ambito della alta pianura lombarda compreso tra la bassa pianura padana ed i rilievi collinari prealpini che, sulla scorta delle caratteristiche strutturali appena descritte, lo si può definire come ambito di transizione del

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

paesaggio pedemontano, connotato dai caratteri urbani veri e propri che si alternano ad aree a prevalente uso agricolo, poste a margine del paesaggio rurale tipico della bassa pianura padana. Di conseguenza, per tale struttura paesaggistica avente caratteristiche distinte, che da un punto di vista percettivo offre differenti tipologie di visibilità in ordine alle connotazioni che prevalgono di un determinato ambito territoriale, sono stati individuati due macro ambiti:

- Ambiti urbani consolidati ad alta densità
- Ambiti urbani della frangia metropolitana
- Ambiti della campagna urbanizzata

La prima tipologia di ambito, riguardante gli ambiti urbani consolidati ad alta densità, comprende tutti i centri storici maggiori e gran parte dei minori e sono caratterizzati da un'intensa utilizzazione di suolo, dove l'urbanizzazione e l'edificazione prevalgono sugli spazi vuoti e liberi che assumono, in questo contesto, carattere di rarità o residualità.

Il paesaggio urbano viene in primo luogo percepito attraverso vedute limitate e chiuse. Le uniche fughe prospettiche verso viste più lontane si hanno dagli assi delle direttrici che si dipartono dal centro della città. Lungo queste radiali la città racconta la sua storia edilizia con le sue espansioni avvenute nel corso della storia.

All'interno di tale paesaggio le viste sono spesso ostacolate anche nelle brevi distanze dall'edificato circostante; solo i margini più esterni dell'abitato possono offrire visuali generalmente più aperte verso il paesaggio circostante che varia in base alla ubicazione dell'abitato urbano rispetto all'andamento morfologico del territorio.

La seconda tipologia di ambito è costituita dalla frangia metropolitana, ove la densità dell'urbanizzazione man mano che si allarga si riduce, si frammenta o si organizza altrimenti ed anche i vuoti modificano i loro caratteri. Lo sguardo coglie con frequenza sempre maggiore, visuali più ampie e più lontane. È una periferia metropolitana punteggiata di nuclei ed elementi storici, spesso difficilmente percepibili e riconoscibili, che si colloca per lo più nell'alta pianura e nella fascia pedemontana verso le valli prealpine.

L'abitato di frangia è costituito da manufatti isolati o raggruppati in nuclei da cui le viste sono spesso ostacolate anche nelle brevi distanze dall'edificato circostante; solo i margini più esterni dell'abitato possono offrire visuali generalmente più aperte verso il paesaggio circostante. Tali visuali possono variare in base alla ubicazione degli edifici rispetto all'andamento morfologico del territorio.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Il terzo ambito è quello della campagna urbanizzata, contrassegnata da forti processi di crescita, caratterizzati dalla presenza dei primi segni della dispersione metropolitana con nodi, spesso edifici polifunzionali o centri commerciali, sempre accostati a una direttrice stradale, che fanno da volano all'urbanizzazione.

Ne consegue che, tale ambito risulta connotato dalle configurazioni insediative metropolitane che prevalgono su quelle agricole, dove le espansioni recenti hanno coinvolto progressivamente i centri minori, fino alla formazione di un paesaggio urbano con forti connotati di continuità. All'interno del paesaggio della pianura urbanizzata, sono ancora presenti le aree agricole interstiziali che, insieme alla presenza dei corsi d'acqua, costituiscono una importante componente naturale di cerniera tra la pianura ed i rilievi retrostanti.

La tipologia di paesaggio presente in questa area permette vedute generalmente profonde fino a notevoli distanze; in tale contesto, gli elementi che possono costituire delle barriere visive, sono rappresentati dagli elementi verticali che spiccano sul paesaggio pianeggiante e agricolo circostante, costituiti in prevalenza dall'edificato e dai filari di alberi.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato "RS3Z02Y22RGSA0001001A Studio di impatto ambientale – Relazione Generale".

7.3.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Modifica della struttura del paesaggio

Con il concetto di modifica della struttura del paesaggio ci si è intesi riferire ad un articolato insieme di trasformazioni relative alle matrici naturali ed antropiche che strutturano e caratterizzano il paesaggio. Tale insieme, nel seguito descritto con riferimento ad alcune delle principali azioni che possono esserne all'origine, è composto dalle modifiche dell'assetto morfologico, vegetazionale, culturale e insediativo.

Per quanto riguarda la fase di cantierizzazione, i principali parametri che concorrono alla significatività dell'effetto in esame possono essere identificati, sotto il profilo progettuale, nella localizzazione delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro, nonché nell'entità delle lavorazioni previste che, nel caso in specie attengono all'approntamento delle aree di cantiere, agli scavi di terreno ed alla demolizione di manufatti.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 232 di 251

Per quanto concerne il contesto di intervento, detti parametri possono essere identificati nella valenza rivestita dagli elementi interessati dalle attività di cantierizzazione, quali fattori di sua strutturazione e caratterizzazione; a tale riguardo si specifica che, in tal caso, il riconoscimento di detta valenza, ossia della capacità di ciascun componente del paesaggio di configurarsi come elemento di sua strutturazione o caratterizzazione, non deriva dal regime normativo al quale detto elemento è soggetto, quanto invece dalle risultanze delle analisi condotte.

Per quanto riguarda la localizzazione delle aree di cantiere fisso, la relazione tra l'opera, intesa nella sua dimensione costruttiva, e la struttura del paesaggio non determina, nel complesso, un effetto rilevante sul paesaggio in considerazione del fatto che, rispetto alla complessiva superficie occupata dalle aree di cantiere fisso, circa l'11% ricade in ambito urbano, ferroviario e stradale, la maggior parte di dette aree, circa l'87%, ricade in ambito agricolo e solo il 2% coinvolge aree connotate da valenza naturale, costituite da aree boscate.

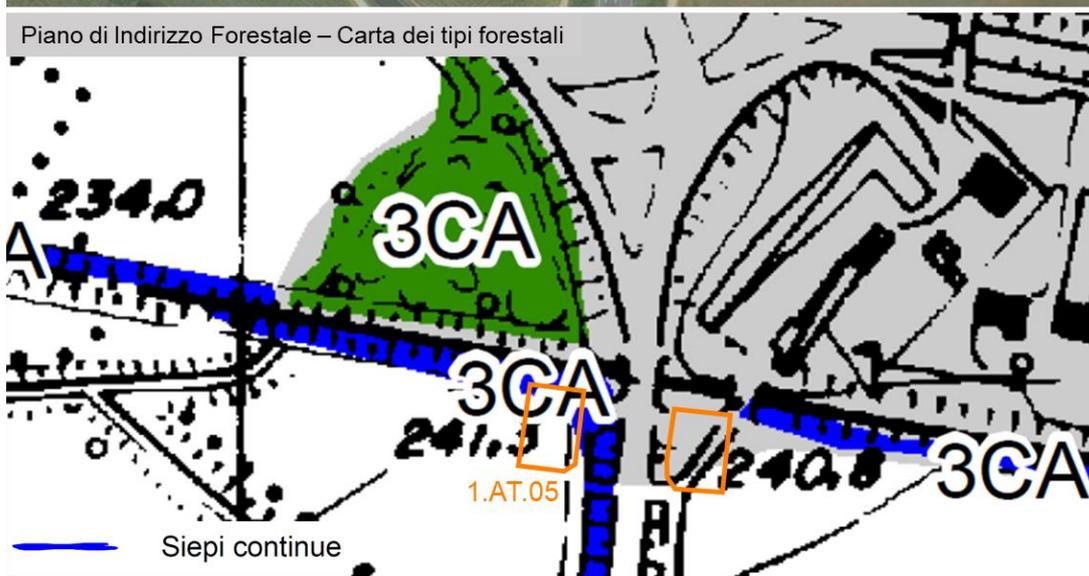
Occorre inoltre evidenziare che, unitamente al carattere temporaneo dell'opera nella sua dimensione costruttiva, per le aree occupate dai cantieri fissi è previsto il ripristino degli stati originari al termine delle lavorazioni.

Con specifico riferimento alle aree di cantiere fisso riconfigurate o inserite in seguito alla Variante Polaresco, quelle ricadenti in aree connotate da elementi naturali risultano rappresentate esclusivamente dall'area tecnica 1.AT.05.

Come si evince dalla figura che segue, che inquadra i rapporti intercorrenti tra detta area di cantiere ed i tipi forestali individuati dal Piano di Indirizzo Forestale (PIF) della Provincia di Bergamo, l'area tecnica 1.AT.05 è prevista in un ambito connotato dalla presenza di siepi arboree ed arbustive continue costituite da una composizione articolata di specie.



Piano di Indirizzo Forestale – Carta dei tipi forestali



La sigla è costituita da un numero che indica la presenza dei piani arboreo e/o arbustivo (1 - solo strato arboreo, 2 - solo strato arbustivo, 3 - entrambi gli strati) e da lettere che indicano la presenza delle seguenti specie:

Composizione articolata	CA
-------------------------	----

Figura 7-9 Rapporto tra aree di cantiere fisso 1.AT.05 e la Carta dei tipi forestali del Piano di Indirizzo Forestale della Provincia di Bergamo

Rispetto a tali ambiti naturali interessati, un utile elemento ai fini della stima dell'effetto atteso è dato dalla considerazione delle specie vegetali che costituiscono le aree boscate in questione e dai rapporti intercorrenti con le aree boscate caratterizzate da specie autoctone poste al suo intorno. In tal senso, le formazioni boscate sottratte, peraltro di una superficie assai limitata, sono costituite da formazioni antropogene tipiche degli ambiti degradati e di margine, connotate dalla prevalente

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

presenza di *Robinia pseudoacacia*, specie alloctona ed altamente invasiva e, in quanto tale in contrasto con la vegetazione naturale autoctona circostante.

In ragione di tali considerazioni è possibile affermare che, a fronte della eliminazione di tale compagine vegetale, che non si configura in alcun modo come una riduzione di elementi di matrice naturale caratterizzanti il paesaggio, il ripristino delle aree di cantiere sarà effettuato mediante la piantumazione di specie autoctone e pertanto coerenti con il paesaggio circostante.

A fronte delle considerazioni sin qui esposte, le potenziali modifiche della struttura del paesaggio, riferite alla dimensione costruttiva, possono ragionevolmente considerarsi trascurabili.

Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo

Gli effetti in esame fanno riferimento alla accezione cognitiva del paesaggio, intendendo con ciò sia gli aspetti percettivi che quelli interpretativi; in entrambi i casi le tipologie di effetti potenziali ad essi relativi riguardano la modifica delle relazioni intercorrenti tra “fruitore” e “paesaggio scenico” determinata dalla presenza di manufatti ed impianti tecnologici nelle fasi di realizzazione delle opere.

Il discrimine esistente tra dette due tipologie di effetti, ossia tra la modifica delle condizioni percettive, da un lato, e la modifica del paesaggio percettivo, dall’altro, attiene alla tipologia di relazioni alle quali queste sono riferite.

In breve, nel primo caso, la tipologia di relazioni prese in considerazione sono quelle visive; ne consegue che il fattore causale d’effetto conseguente alla presenza dell’opera in realizzazione si sostanzia nella conformazione delle visuali esperite dal fruitore, ossia nella loro delimitazione dal punto di vista strettamente fisico. Nel secondo caso, ossia in quello della modifica del paesaggio percettivo, la tipologia di relazioni alle quali ci si riferisce è invece di tipo concettuale; la presenza dell’opera in realizzazione, in tal caso, è all’origine di una differente possibilità di lettura ed interpretazione, da parte del fruitore, del quadro scenico osservato.

Stanti dette fondamentali differenze, nel caso della modifica delle condizioni percettive riferiti alla dimensione costruttiva il principale fattore casuale è rappresentato dalla presenza delle aree di cantiere ed il loro rapporto rispetto ai principali punti di osservazione visiva. In altre parole, la presenza di mezzi d’opera e, più in generale, quella delle diverse tipologie di manufatti tipici delle aree di cantiere (quali baraccamenti, impianti, depositi di materiali) potrebbe costituire un elemento

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

di intrusione visiva, originando ciò una modificazione delle condizioni percettive e, con essa, quella del significato dei luoghi, determinando una modificazione del paesaggio percettivo.

Entrando nel merito del caso in specie, occorre evidenziare che, unitamente al carattere temporaneo dell'opera nella sua dimensione costruttiva, per le aree di cantiere fisso è prevista la installazione di barriere fisse di altezza pari a 5 metri che, oltre a contrastare una azione di mitigazione nei confronti delle emissioni sonore e di polveri, rappresentano una valida schermatura degli impianti e macchinari presenti all'interno di ciascun cantiere.

I caratteri connotanti il paesaggio sono attribuibili a quelli della porzione di alta pianura lombarda posta in corrispondenza della città di Bergamo, dai caratteri marcatamente urbani, e della sua cinta urbana che si sviluppa tra le prime propaggini collinari e la bassa pianura padana, ove la frangia urbana si diffonde all'interno di un paesaggio dai caratteri rurali ancora ben percepibili. In ragione delle diverse caratteristiche paesaggistiche, dovute all'assetto strutturale ed alla copertura vegetazionale, tale diversità territoriale offre differenti condizioni di visibilità che nella presente analisi sono state distinte secondo i seguenti tre ambiti:

- Ambito urbano consolidato ad alta densità,
- Ambito urbano della frangia metropolitana,
- Ambito della campagna urbanizzata.

Operativamente un parametro utile ai fini della stima dell'effetto atteso è dato dalla localizzazione delle aree di cantiere fisso rispetto ai differenti ambiti paesaggistici aventi differenti caratteristiche percettive.

Pertanto le tabelle che seguono riportano gli esiti delle analisi relative alle condizioni percettive delle aree di cantiere fisso site in ambito urbano consolidato ad alta densità (cfr. Tabella 7-6), delle aree di cantiere fisso site in ambito urbano della frangia metropolitana (cfr. Tabella 7-7) e delle aree di cantiere fisso site in ambito della campagna urbanizzata (cfr. Tabella 7-8).

Tabella 7-6 Rapporti intercorrenti tra ambito urbano consolidato ad alta densità e aree di cantiere fisso
AMBITO URBANO CONSOLIDATO AD ALTA DENSITÀ

L'ambito urbano consolidato ad alta densità riguarda l'area metropolitana della città di Bergamo, costituita dal nucleo storico, accerchiato da una intensa edificazione ampliata nel corso dei secoli

AMBITO URBANO CONSOLIDATO AD ALTA DENSITÀ

secondo necessità e regole differenti, e dal nucleo urbano di Curno, caratterizzato anch'esso da un nucleo di antica formazione circondato da tessuti urbani compatti a prevalente destinazione residenziale e commerciale.

Tale ambito viene in primo luogo percepito attraverso vedute limitate e chiuse. Le uniche fughe prospettiche verso viste più lontane si hanno dagli assi delle direttrici che si dipartono dal centro della città. All'interno di tale ambito il campo di osservazione, limitato da margini costituiti dal fronte dell'edificato, offre pertanto visuali limitate e spesso ostacolate anche nelle brevi distanze.


TIPOLOGIA DI CANTIERE
Aree di stoccaggio

1.AS.01 - 1.AS.02 - 1.AS.03 -
 1.AS.06 - 1.AS.08 - 1.AS.12

Cantieri armamento

1.AR.01 - 1.AR.01bis

Aree tecniche

1.AT.01 - 1.AT.02

Cantieri operativi

1.CO.01 - 1.CO.03

Con riferimento all'ambito consolidato ad alta densità di Bergamo, le aree di cantiere fisso previste attengono ai cantieri di armamento, che contengono gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività lavorative, ed alle aree di stoccaggio. All'interno di tale ambito, gli unici assi prioritari di fruizione percettiva sono costituiti da Via Moroni, che consente di percepire la presenza dell'area di stoccaggio 1.AS.06, e dalla SS591, che offre visuali verso le aree di armamento 1.AR.01, 1.AR.01bis e dell'area di stoccaggio 1.AS.08, ubicate all'interno del sedime ferroviario della stazione di Bergamo.

Con riferimento all'ambito consolidato ad alta densità di Curno, le aree di cantiere fisso previste attengono alle aree di stoccaggio, alle aree tecniche, finalizzate alla realizzazione delle opere, ed

	PROGETTO DEFINITIVO				
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO				
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO				
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

ai cantieri operativi, che contengono la logistica a supporto delle maestranze e gli impianti. Nell'ambito della città consolidata di Curno gli assi di fruizione percettiva prioritari sono costituiti dalla SS342 e da Via Roma, le cui condizioni a contorno non consentono di percepire la presenza delle aree di cantiere, fatta eccezione dell'area tecnica 1.AT.01 ubicata lungo il tracciato di Via Roma. Le restanti aree di cantiere sono percepibili esclusivamente dai tratti della viabilità locale minore più prossimi ad esse.

In linea generale, le caratteristiche strutturali di tale tipologia di ambito consentono di percepire la presenza delle aree di cantiere fisso solo in loro prossimità. Infatti, man mano che la distanza intercorrente tra tali aree di cantiere ed il punto di osservazione aumenta, nuovi elementi entrano a far parte del campo visivo, quali le volumetrie dell'edificato circostante, rendendo frammentata sino impossibile la visuale verso i cantieri.

*Tabella 7-7 Rapporti intercorrenti tra ambito urbano della frangia metropolitana e aree di cantiere fisso
AMBITO URBANO DELLA FRANGIA METROPOLITANA*

All'ambito urbano della frangia metropolitana appartiene l'estesa periferia costituita dagli innumerevoli complessi residenziali e commerciali sorti intorno ai principali nuclei urbani, primi fra tutti quello di Bergamo. Tale ambito è caratterizzato da una densità più ridotta, l'urbanizzazione si frammenta lasciando alcuni vuoti caratterizzati da lembi di territorio rurale o connotati da elementi naturali.

All'interno di tale ambito le visuali sono chiuse e limitate all'interno dell'edificato, lo sguardo coglie con frequenza sempre maggiore, visuali più ampie e più lontane laddove le volumetrie lasciano spazio alle aree agricole; analogamente, visuali ampie si possono ritrovare lungo i margini più esterni dell'edificato.



TIPOLOGIA DI CANTIERE

Cantieri armamento

1.AR.02

Cantieri operativi

1.CO.05

Aree di stoccaggio

1.AS.09

Aree tecniche

1.AT.07

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Le aree di cantiere fisso previste all'interno dell'ambito urbano della frangia metropolitana attengono alle aree di stoccaggio, ai cantieri armamento, alle aree tecniche ed ai cantieri operativi. La presenza delle aree di cantiere (1.AR.02, 1.AS.09, 1.AT.07 e 1.CO.05) previste in corrispondenza della nuova stazione di Ponte San Pietro risulta possibile solo dalla viabilità più prossima ad esse, rappresentata dalla SS342 e da Via XI Febbraio. In tale caso, punti di osservazione ubicati ad una distanza maggiore non rendono possibile di percepire la presenza delle aree di cantiere in ragione della presenza di vegetazione arborea e volumetrie prossime all'ambito ferroviario.

Tabella 7-8 Rapporti intercorrenti tra ambito della campagna urbanizzata e aree di cantiere fisso

AMBITO DELLA CAMPAGNA URBANIZZATA

All'interno della campagna urbanizzata predominano i territori agricoli della piana rispetto ai manufatti che si diffondono con un'immagine rarefatta permettendo allo sguardo di cogliere con frequenza sempre maggiore, visuali più ampie e più lontane. Si passa da nuclei o insiemi di manufatti ad altri, percorrendo ampi brani di paesaggi rurali e/o naturali.

La tipologia di paesaggio presente in questa area permette vedute generalmente profonde fino a notevoli distanze; in tale contesto, gli elementi che possono costituire delle barriere visive, sono rappresentati dagli elementi verticali che spiccano sul paesaggio pianeggiante e agricolo circostante, costituiti in prevalenza dall'edificato e dai filari di alberi.



TIPOLOGIA DI CANTIERE

Aree di stoccaggio

1.AS.04 - 1.AS.05 - 1.AS.07 -
1.AS.10 - 1.AS.11

Cantieri operativi

1.CO.02

Aree tecniche

1.AT.03 - 1.AT.04 - 1.AT.05 -
1.AT.06

Deposito terre

1.DT.01

Cantieri base

1.CB.01

**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCOProgetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	02 Y 69	RG	CA0000001	A	239 di 251

Le aree di cantiere fisso previste all'interno di tale tipologia di ambito attengono alle aree di stoccaggio e deposito terre, alle di cantiere operativo e base ed alle aree tecniche. L'ambito in questione riguarda la porzione di campagna urbanizzata attraversata dal tratto ferroviario oggetto di interventi compreso tra l'abitato urbano consolidato ad alta densità di Bergamo e Curno, i cui assi di fruizione percettiva prioritari sono costituiti dalla SS342, SS671 e dall'asse urbano Via Martin Luther King.

Lungo tali ambiti di fruizione, gli unici elementi che possono costituire delle barriere visive verso le aree di cantiere fisso sono rappresentanti dagli elementi caratterizzati la campagna urbanizzata, quali le volumetrie dei manufatti isolati ed i tipici filari alberati che accompagnano le viabilità poderali o i piccoli rii di scolo dell'acqua posti tra un lotto e l'altro.

Centrando l'attenzione sulle aree di cantiere fisso riconfigurate o inserite in seguito alla Variante Polaresco, rispetto alle tre categorie di condizioni percettive appena illustrate, esse risultano rientrare all'interno dell'ambito della campagna urbanizzata, il cui quadro scenico è generalmente caratterizzato da vedute ampie e profonde fino a notevoli distanze, e dove gli unici elementi verticali percepibili sono l'edificato della frangia urbana ed i filari alberati.



Figura 7-10 Aree di cantiere fisso funzionali alla realizzazione della Variante Polaresco

In tale contesto, in relazione alla variazione delle relazioni visive tra fruitore e quadro scenico derivante dall'intrusione visiva operata dalla presenza dei cantieri, è evidente come di manufatti ed impianti funzionali alle operazioni, nonché le barriere fisse presenti lungo il perimetro, possano costituire un elemento di occlusione visiva delle fasce di vegetazione arborea che, in tal zona, segnano la partizione fondiaria, nonché della stessa Cascina Polaresco.

Detti elementi possono essere considerati, a tutti gli effetti, come elementi identitari del paesaggio della pianura lombarda e, come tali, fattori in grado di promuovere le funzioni psicologiche dell'“orientamento” e dell'“identificazione” che, secondo Christian Norberg Schulz⁴, sono implicite nell'abitare.

⁴ Per approfondire: Christian Norberg Schulz, (1981) “Genius Loci” Electa Editrice.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 241 di 251

A tale riguardo occorre tuttavia ribadire che l'effetto in questione sarà, oltre a temporaneo, anche parziale, essendo ragionevole ritenere che detta occlusione, in ragione della dimensione ed in particolare dell'altezza di dette barriere, mai superiore a 5 metri, non determinerà la totale occlusione di detti elementi vegetazionali e culturali.

In tal senso, considerando la Circonvallazione Leuceriano quale asse di fruizione percettiva prioritario si hanno prevalentemente due tipologie di condizioni percettive, nel seguito descritte:

- la prima si presenta percorrendo Circonvallazione Leuceriano in direzione sud, ovvero percorrendo l'asse da Cascina Polaresco verso la campagna urbanizzata (cfr. Figura 7-11). L'asse stradale, sviluppandosi a quota sopraelevata rispetto alla linea ferroviaria oggetto di interventi per consentirne lo scavalco, permette visuali aperte verso il paesaggio della campagna urbanizzata posta ad una quota inferiore. In tale condizione di visuali aperte verso il paesaggio circostante, la presenza temporanea dei cantieri fissi non può considerarsi elemento di occlusione degli elementi strutturanti la campagna urbanizzata di Bergamo;
- la seconda condizione percettiva si ha percorrendo Circonvallazione Leuceriano in direzione nord, vale a dire dalla campagna urbanizzata verso la Cascina Polaresco (cfr. Figura 7-12).

All'interno della campagna urbanizzata, l'asse stradale indagato, prima di acquistare quota per consentire lo scavalco della linea ferroviaria, si sviluppa alla quota del terreno. Le relative visuali fruibili possono risultare quindi più suscettibili della presenza di elementi verticali che possono fungere da barriere visive.

In tale contesto, infatti, la presenza temporanea dei cantieri fissi non può incidere sulle attuali condizioni percettive che, allo stato attuale sono già diffusamente oggetto alla presenza dei filari alberati che non consentono di percepire pienamente la presenza della Cascina Polaresco

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A



Figura 7-11 Condizioni percettive dal punto di vista P01 lungo Circonvallazione Leuceriano



Figura 7-12 Condizioni percettive dal punto di vista P02 lungo Circonvallazione Leuceriano

A fronte di tali condizioni, ai fini della analisi della potenziale modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo è opportuno prendere in considerazione due ordini di fattori.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Un primo fattore da tenere in considerazione ai fini suddetti è rappresentato dal contesto di localizzazione delle aree di cantiere. In tal senso, come si è avuto modo di osservare sin qui, la struttura paesaggistica fortemente urbanizzata, unitamente alla presenza di vegetazione arborea in prossimità degli assi di fruizione visiva, limitano la possibilità di percepire chiaramente le aree di cantiere fisso.

La loro percezione diviene possibile lungo i tratti stradali più prossimi ad esse o in ambito rurale, ove le colture a seminativo permettono una percezione ampia e profonda verso il paesaggio circostante e, inevitabilmente, verso le aree di cantiere fisso.

Un secondo fattore da considerare ai fini della stima della sua rilevanza è rappresentato dalla durata e dalla reversibilità, che sono rispettivamente limitate nel tempo e totalmente reversibili. In tal senso è possibile affermare che, anche qualora la presenza delle aree di cantiere e dei mezzi d'opera potesse determinare una qualche intrusione visiva, tale effetto sarà esclusivamente limitato al periodo di esecuzione dei lavori e che, alla loro conclusione, le condizioni percettive torneranno ad essere quelle iniziali.

Stante le considerazioni sin qui riportate, unitamente alla possibilità di ripristinare allo stato originario il quadro scenico nelle aree interessate dai cantieri fissi a conclusione della dimensione costruttiva, l'effetto in questione può essere ritenuto trascurabile.

7.3.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Dato il contesto paesaggistico e la scarsa facilità di percepire le modifiche apportate dall'intervento in esame, per l'aspetto ambientale in esame non sono previsti interventi di mitigazione propriamente detti.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO VARIANTE CASCINA POLARESCO					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione Generale	PROGETTO NB1R	LOTTO 02 Y 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

8 ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI

Si riportano nella tabella che segue, a scopo di riepilogativo, i risultati della fase di valutazione di significatività degli aspetti ambientali.

Ai fini di una corretta interpretazione della seguente tabella si precisa che le valutazioni in essa riportate fanno riferimento al livello di significatività dell'effetto ritenuto più rilevanti tra quelli presi in considerazione nell'ambito di ciascuno dei fattori ambientali indagati.

In altri termini, in tutti i casi in cui le analisi condotte hanno portato ad una stima della significatività diversificata per i diversi effetti potenziali considerati nell'ambito di un medesimo fattore ambientale, le valutazioni riportate nella tabella successiva hanno fatto sempre riferimento al maggiore dei livelli tra quelli stimati.

Tabella 8-1 Livelli significatività effetti

LIVELLI SIGNIFICATIVITÀ EFFETTI	Risorse naturali		Emissione e produzione									Risorse antropiche e paesaggio		
	Pianificazione e tutela ambientale	Popolazione e salute umana	Suolo	Acque superficiali e sotterranee	Biodiversità	Materie prime	Clima acustico	Vibrazioni	Aria e clima	Rifiuti e materiali di risulta	Scarichi idrici e sostanze nocive	Patrimonio culturale e beni materiali	Territorio e Patrimonio agroalimentare	Paesaggio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A		•										•		
B	•		•		•				•	•	•		•	•
C						•								
D				•			•	•						
E														

Legenda	
A	Effetto assente, stima attribuita sia nei casi in cui si ritiene che gli effetti individuati in via teorica non possano determinarsi, quanto anche laddove è possibile considerare che le scelte progettuali operate siano riuscite ad evitare e/o prevenire il loro determinarsi
B	Effetto trascurabile, stima espressa in tutti quei casi in cui l'effetto potrà avere una rilevanza non significativa, senza il ricorso ad interventi di mitigazione
C	Effetto mitigato, giudizio assegnato a quelle situazioni nelle quali si ritiene che gli interventi di mitigazione riescano a ridurre la rilevanza. Il giudizio tiene quindi conto dell'efficacia delle misure e degli interventi di mitigazione previsti, stimando con ciò che l'effetto residuo e, quindi, l'effetto nella sua globalità possa essere considerato trascurabile
D	Effetto oggetto di monitoraggio, stima espressa in quelle particolari circostanze laddove si è ritenuto che le risultanze derivanti dalle analisi condotte dovessero in ogni caso essere suffragate mediante il riscontro derivante dalle attività di monitoraggio
E	Effetto residuo, stima attribuita in tutti quei casi in cui, pur a fronte delle misure ed interventi per evitare, prevenire e mitigare gli effetti, la loro rilevanza sia sempre significativa

**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCOProgetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale**PROGETTO**
NB1R**LOTTO**
02 Y 69**CODIFICA**
RG**DOCUMENTO**
CA0000001**REV.**
A**FOGLIO**
246 di
251**ALLEGATI**

**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCOProgetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale**PROGETTO**
NB1R**LOTTO**
02 Y 69**CODIFICA**
RG**DOCUMENTO**
CA0000001**REV.**
A**FOGLIO**
247 di
251**ALLEGATO 1**
QUADRO NORMATIVO

INDICE

SEZIONE I	2
<i>I.1 SCOPO</i>	2
I.1.1 Quando si applica	2
I.1.2 Chi è interessato	2
<i>I.2 CAMPO DI APPLICAZIONE</i>	2
<i>I.3 RIFERIMENTI</i>	2
I.3.1 Documenti Referenziati	2
I.3.2 Documenti correlati	2
I.3.3 Documenti superati	2
<i>I.4 ACRONIMI</i>	2
IL SEZIONE II - PRESCRIZIONI NORMATIVE	3
<i>II. 1 LEGGI E NORMA TIVE COGENTI</i>	3
II.1.1 Norme Generali	3
II.1.2 Norme di settore	5
II.1.3 Circolari/norme tecniche	9

SEZIONE I

I.1 SCOPO

Il presente documento contiene l'elenco delle principali norme ambientali di riferimento, nonché ulteriori riferimenti correlati alle tematiche specifiche in campo ambientale.

Tale quadro di adempimenti, riportato nel seguito, è rappresentato a titolo indicativo e non esaustivo.

I.1.1 Quando si applica

Questo documento si applica ogni qualvolta si debba redigere uno studio o progetto ambientale/ archeologico; esso costituisce l'elenco dei riferimenti normativi dal quale estrarre quelli da prendere a riferimento per ogni singolo progetto/studio. Per specifiche esigenze è possibile che i riferimenti normativi elencati debbano essere integrati con ulteriori norme non contenute nel presente documento.

Questo documento costituisce parte integrante del presidio normativo di cui al Manuale di Progettazione di Italferr (Rif. [2]) ed è compilato nel rispetto della Specifica Tecnica per i documenti aventi la funzione sopra citata (Rif. [1]). Esso deve sempre essere applicato unitamente agli omologhi documenti emessi dalle altre U.O.della Direzione Tecnica, costituenti il presidio normativo di cui al Manuale di Progettazione.

I.1.2 Chi è interessato

Questo documento costituisce un riferimento per tutti coloro che operano nell'ambito definito al paragrafo 1.2.

I.2 CAMPO DI APPLICAZIONE

Studi e Progetti ambientali ed archeologici di opere infrastrutturali.

I.3 RIFERIMENTI

I.3.1 Documenti Referenziati

Per i documenti referenziati è necessario riportare sia la data che la revisione in quanto le informazioni, a partire dalle quali il presente documento è stato sviluppato, potrebbero variare nelle revisioni successive.

Rif. [1] Italferr, documento n° PPA.0000969, intitolato "Modalità di compilazione dei documenti che compongono il presidio normativo", datato 09/03/2010.

I.3.2 Documenti correlati

I documenti correlati sono documenti la cui lettura è consigliata per allargare la conoscenza dell'ambito nel quale il presente documento si inquadra.

Non si riporta la revisione e la data in quanto si fa riferimento all'ultima revisione del documento citato.

Rif. [2] Italferr, documento n° PRO.0000689, intitolato "Manuale di Progettazione".

I.3.3 Documenti superati

Il presente documento modifica il documento intitolato "Quadro Normativo per la Progettazione Ambientale e l'Archeologia delle opere infrastrutturali" emesso in revisione A il 20/10/2010 per tenere conto degli aggiornamenti normativi sopraggiunti in tema di Ambiente e Archeologia.

I.4 ACRONIMI

RFI: Rete Ferroviaria Italiana

UO: Unità Organizzativa

II SEZIONE II - PRESCRIZIONI NORMATIVE

Si evidenzia la necessità di integrare il quadro normativo generale di seguito riportato con eventuali prescrizioni locali emanate da Autorità Competenti in relazione ad esempio agli aspetti ambientali Acque, Terre e Rifiuti, Materie Prime, Programmazione - Pianificazione Territoriale - Aree Protette - VIA e VAS, Rumore, come peraltro indicato nelle note riportate negli appositi paragrafi.

II. 1 LEGGI E NORMATIVE COGENTI

II.1.1 Norme Generali

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	Titolo	Data
Governo	Decreto legislativo	42	Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio	2004
Governo	Decreto legislativo	163	Codice dei Contratti Pubblici	2006
Governo	DPR	207	Regolamento di esecuzione del Codice dei contratti pubblici	5/10/2010
Governo	Decreto legislativo	152	Norme in materia Ambientale	03/04//2006
Governo	LEGGE	98	Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 21 giugno 2013, n. 69 Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia	9/08/2013
Governo	Legge	164	"Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 12 settembre 2014, n. 133 (c.d. Decreto Sblocca Italia) - "Misure urgenti per l'apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la	11/11/ 2014

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	Titolo	Data
			semplificazione burocratica, l'emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa delle attività produttive"	
Governo	Legge	116	"Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea"	11/08/2014
Governo	Decreto del Ministero dell'Ambiente	120	Regolamento per la definizione delle attribuzioni e delle modalità di organizzazione dell'Albo nazionale dei gestori ambientali, dei requisiti tecnici e finanziari delle imprese e dei responsabili tecnici, dei termini e delle modalità di iscrizione e dei relativi diritti annuali	3/06/2014
Governo	Legge	106	Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 31 maggio 2014, n. 83 "Disposizioni urgenti per la tutela del patrimonio culturale, lo sviluppo della cultura e il rilancio del turismo" (c.d. Decreto cultura)	29/07/2014
Governo	Legge	15	Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 31 dicembre 2013, n. 150 Proroga di termini previsti da disposizioni legislative (c.d. mille proroghe)	27/02/2014
Governo	Legge	98	"Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 21 giugno 2013, n. 69 (c.d. Del Fare), recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia"	9/08/2013
Governo	Legge	71	"Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 26 aprile 2013, n. 43 recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'area industriale di Piombino, di contrasto ad emergenze ambientali, in favore delle zone terremotate del maggio 2012 e per accelerare la ricostruzione in Abruzzo e la realizzazione degli interventi per Expo 2015. Trasferimento di funzioni in materia di turismo e disposizioni sulla composizione del CIPE"	24/06/2013
Governo	Decreto del Ministero dell'Ambiente	-	Disciplina delle modalità di applicazione a regime del SISTRI del trasporto intermodale nonché specificazione delle categorie di soggetti obbligati ad aderire, ex articolo 188-ter, comma 1 e 3 del decreto legislativo n. 152 del 2006.	24/04/2014
Governo	Decreto del Ministero dell'Ambiente	22	"Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di determinate tipologie di combustibili solidi secondari (CSS), ai sensi dell'articolo 184 -ter, comma 2, del decreto	14/02/2013

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	Titolo	Data
			legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni"	
Governo	Decreto del Ministero dell'Ambiente	-	Approvazione dell'elenco dei siti che non soddisfano i requisiti di cui ai commi 2 e 2-bis dell'art. 252 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e che non sono più ricompresi tra i siti di bonifica di interesse nazionale.	11/01/2013
Governo	Decreto del Ministero dell'Ambiente	141	Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 18 febbraio 2011, n. 52, avente ad oggetto «Regolamento recante istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti, ai sensi dell'articolo 189, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modifiche e integrazioni, e dell'articolo 14-bis del decreto-legge 1° luglio 2009, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2009, n. 102».	25/05/2012
Governo	Legge	35	"Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 9 febbraio 2012, n. 5, recante disposizioni urgenti in materia di semplificazione e di sviluppo" (cd. "Semplificazioni")	4/04/2012
Governo	Legge	28	"Conversione, con modificazioni, del D.L. 25 gennaio 2012, n. 2, recante Misure straordinarie e urgenti in materia di ambiente"	24/03/2012
Governo	Decreto del Ministero dell'Ambiente	219	Regolamento recante modifiche e integrazioni al decreto del 18 febbraio 2011, n. 52, concernente il regolamento di istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti (SISTRi)	10/11/2011
Governo	Decreto del Ministero dell'Ambiente	52	Regolamento recante istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti, ai sensi dell'articolo 189 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e dell'articolo 14-bis del decreto-legge 1° luglio 2009, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2009, n. 102	18/02/2011
Governo	Decreto legislativo	205	"Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive"	3/12/2010

II.1.2 Norme di settore

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	disciplina	Titolo	Data
Governo	Decreto Ministero Ambiente	161	Gestione terre e rocce da scavo	Regolamento recante la disciplina dell'utilizzo delle terre e rocce da scavo	10/08/2012

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	disciplina	Titolo	Data
Governo	DPCM	-	Paesaggio	Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42	12/12/2005
Governo	DPR	139	Paesaggio	Regolamento recante procedimento semplificato di autorizzazione paesaggistica per gli interventi di lieve entità, a norma dell'articolo 146, comma 9, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, e successive modificazioni.	09/07/2010
Governo	Decreto Ministeriale	-	Rifiuti	Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica	27/09/2010
Governo	Decreto Ministeriale	186	Rifiuti	Regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998 «Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22	05/04/2006

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	disciplina	Titolo	Data
Governo	Legge	447	Rumore	Legge quadro sull'inquinamento acustico	1995
Governo	Decreto del presidente della repubblica	459	Rumore	Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario	1998
Governo	Decreto Ministeriale	-	Rumore	Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore	29/11/2000
Governo	DPCM	-	Rumore	Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore	14/11/97
Governo	Decreto Ministeriale		Rumore	Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico	16/3/98
Governo	Decreto Legislativo	152	Archeologia	Ulteriori disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante il Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture, a norma dell'articolo 25, comma 3, della legge 18 aprile 2005, n. 62.	11/09/2008

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	disciplina	Titolo	Data
Governo	Decreto Legislativo	156	Archeologia	Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, in relazione ai beni culturali	24/03/2006
Governo	Decreto Ministeriale	248	Amianto	Regolamento relativo alla determinazione e disciplina delle attività di recupero dei prodotti e beni di amianto e contenenti amianto	29/07/2004
Governo	Decreto Ministeriale	-	Amianto	Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della legge 27 marzo 1992, n. 257, recante: "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto"	14/05/1996
Comunità Europea	Direttiva Comunità Europea	2009/147/CE	Conservazione della Natura, vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi	Direttiva 2009/147/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 novembre 2009, concernente la conservazione degli uccelli selvatici	30/11/2009
Presidenza della Repubblica	Decreto del Presidente della Repubblica	120	Conservazione della Natura, vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi	Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.	12/03/2003

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	disciplina	Titolo	Data
Autorità governativa	Regio Decreto	3267	Conservazione della Natura, vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi	Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.	30/12/1923
Comunità Europea	Direttiva Comunità Europea	92/43/CEE	Conservazione della Natura, vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi	Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche	21/05/1992
Comunità Europea	Direttiva Comunità Europea	2014/52/UE	VIA	Direttiva 2014/52/UE recante modifiche alla direttiva 2011/92/UE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati	16/04/2014
Governo	Legge	394	Programmazione, pianificazione territoriale, Aree protette, VIA e VAS*	Legge quadro sulle aree protette.	06/12/1991

*: la pianificazione territoriale in ambito locale o sovraordinato è demandata ai singoli strumenti urbanistici e territoriali vigenti; per le normative regionali specifiche in materia di Aree protette, VIA e VAS occorre far riferimento ai testi vigenti nelle singole regioni.

II.1.3 Circolari/norme tecniche

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	disciplina	Titolo	Data
RFI	Circolare	RFI/DMA\A\0011\ P\2003\0000203	Traverse in legno tolte d'opera	Gestione delle traverse in legno creosotate tolte d'opera	13/03/2003

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	disciplina	Titolo	Data
RFI	Circolare	RFI/DPR/SIGS/P/11/1/0	Amianto	Gestione dell'Amianto e dei materiali contenenti amianto	27/07/2011
UNI	norma tecnica	9614	Vibrazioni	Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo	
UNI	norma tecnica	9916	Vibrazioni	Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici	
Italferr	Linee guida	DT.0037286.10.U	Rumore	Linee guida per il dimensionamento delle opere di mitigazione acustica per le linee di nuova realizzazione e per il piano di risanamento acustico	
FS	disciplinare	DT FS '98 e s.m.i.	Rumore	Disciplinare Tecnico FS "Barriere Antirumore per impieghi ferroviari"	
RFI	Tipologico progettuale	RFI-DTC-INCVA0011\P\2010\0000600	Rumore	Tipologico Standard RFI - Progetto Esecutivo	6/10/2010
UNI	Norma tecnica	10802	Rifiuti	Campionamento manuale, preparazione del campione ed analisi degli eluati	2014
UNI EN ISO	norma tecnica	14001	Ambiente	" Sistemi di Gestione Ambientale – Requisiti e guida per l'uso"	Dicembre 2004

**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCOProgetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale**PROGETTO**
NB1R**LOTTO**
02 Y 69**CODIFICA**
RG**DOCUMENTO**
CA0000001**REV.**
A**FOGLIO**
248 di
251**ALLEGATO 2**
MAPPE DIFFUSIONALI

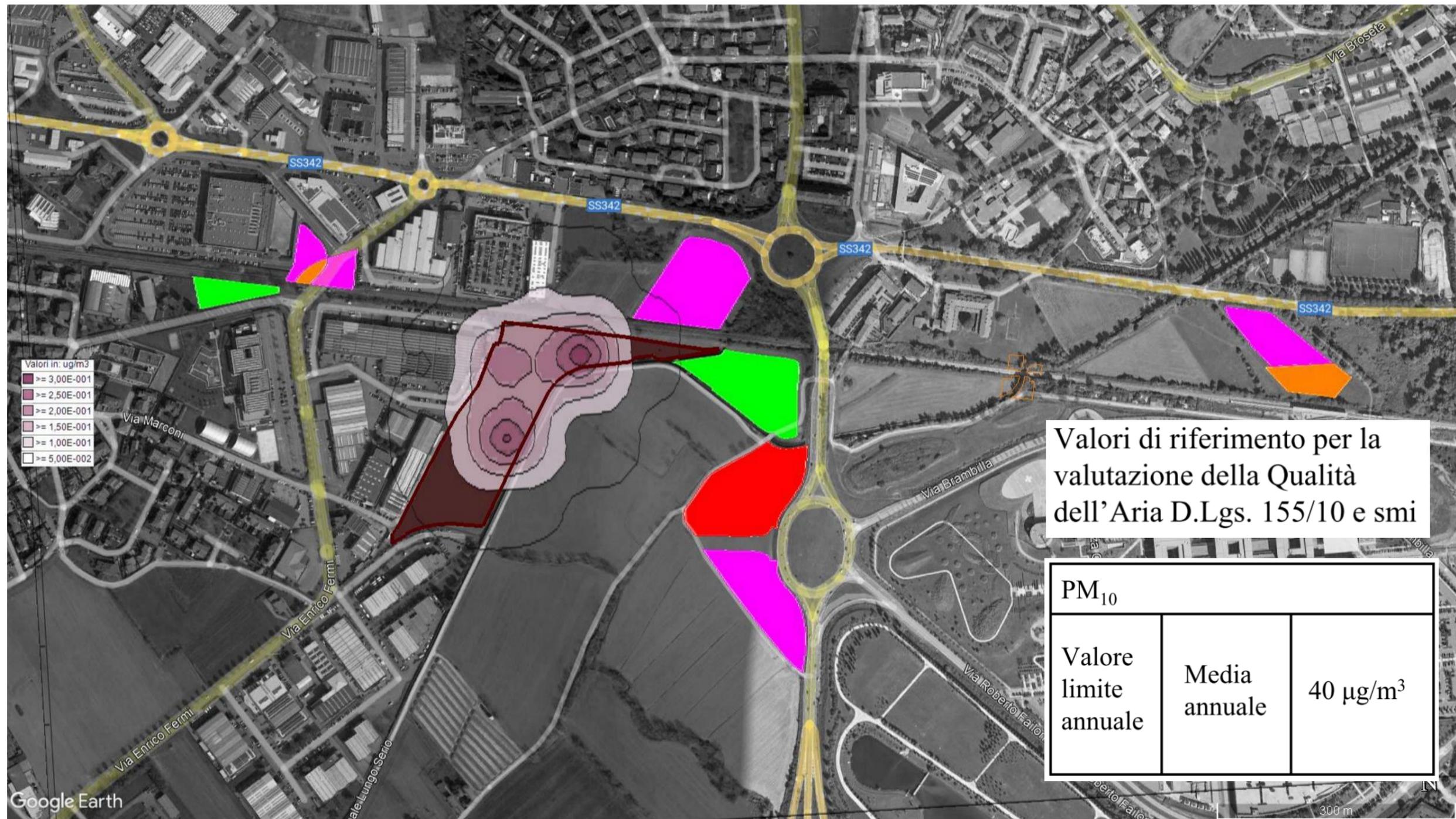


Figura **Errore**. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-1 Concentrazioni di PM10 dovute agli scarichi dei mezzi d'opera per il cantiere 1.DT.01

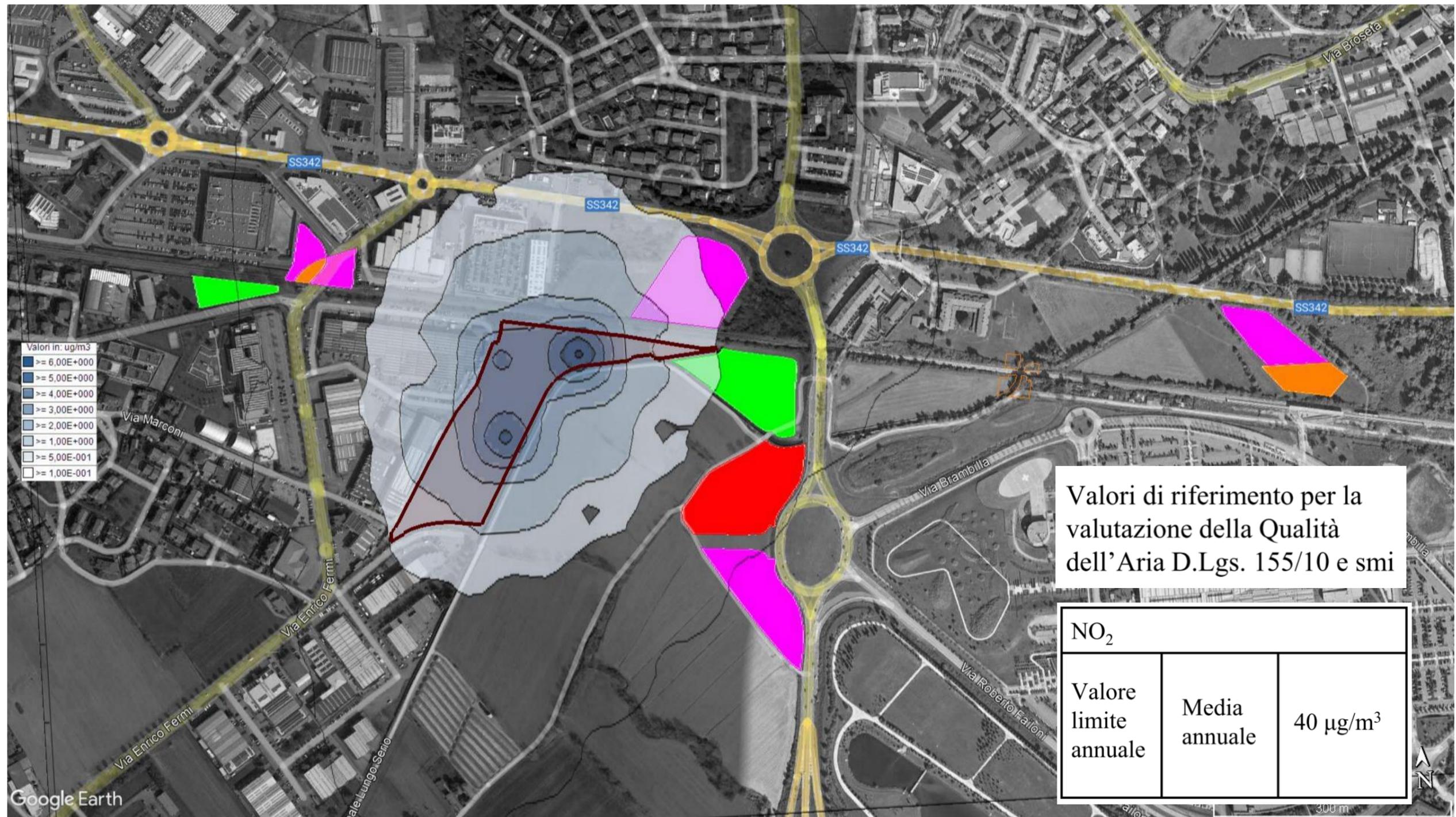


Figura Errone. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-2 Concentrazioni di NO2 dovute agli scarichi dei mezzi d'opera per il cantiere 1.DT.01

Concentrazioni di PM10 da sorgenti puntuali – Scenario di cantiere fisso DT01 + cantieri mobili

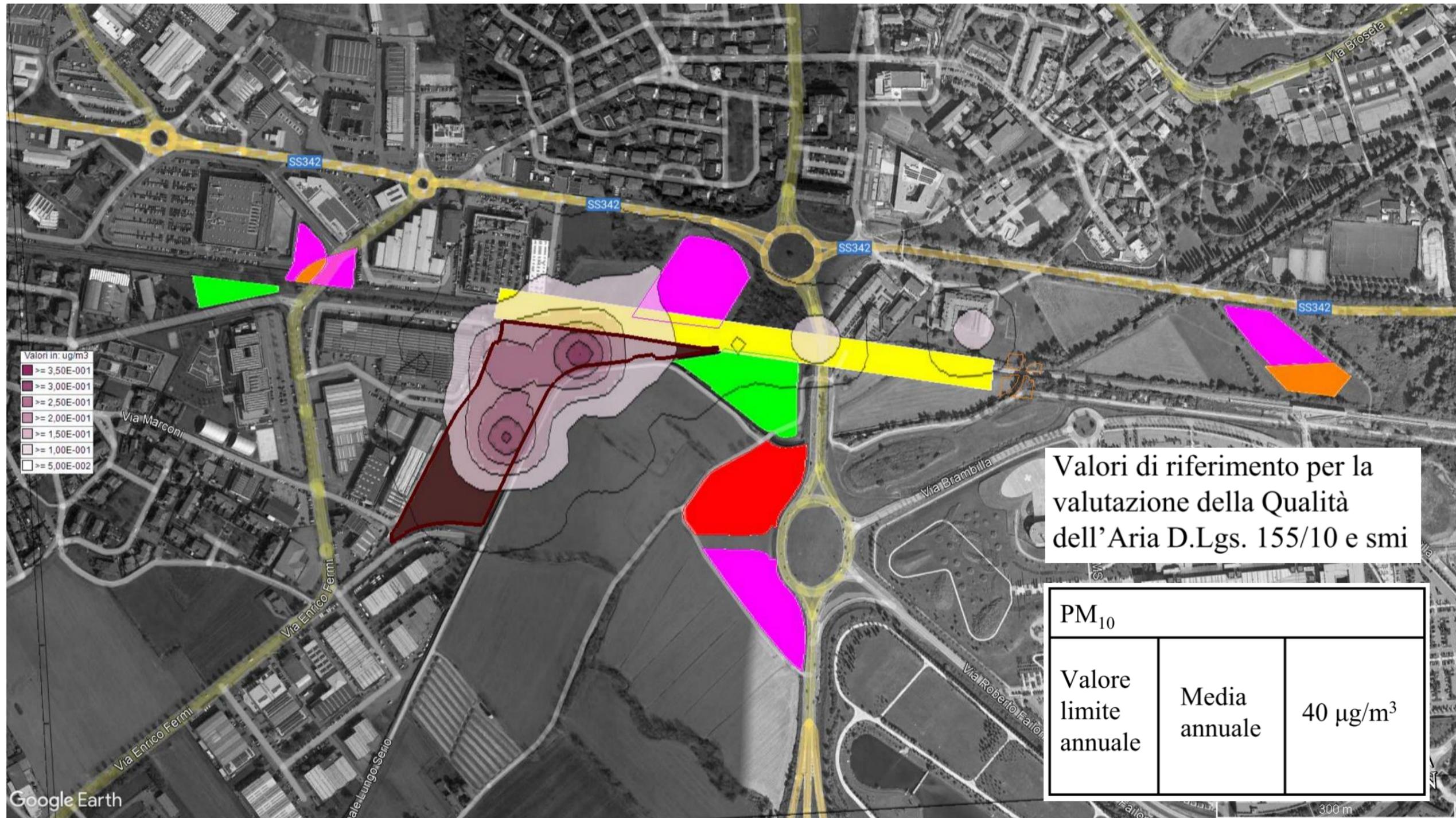


Figura **Errore**. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-3 Concentrazioni di PM10 dovute agli scarichi dei mezzi d'opera per il cantiere 1.DT.01 e per i cantieri mobili (in lavorazione sul sedime evidenziato in giallo)

Concentrazioni di NO2 da sorgenti puntuali – Scenario di cantiere fisso DT01 + cantieri mobili

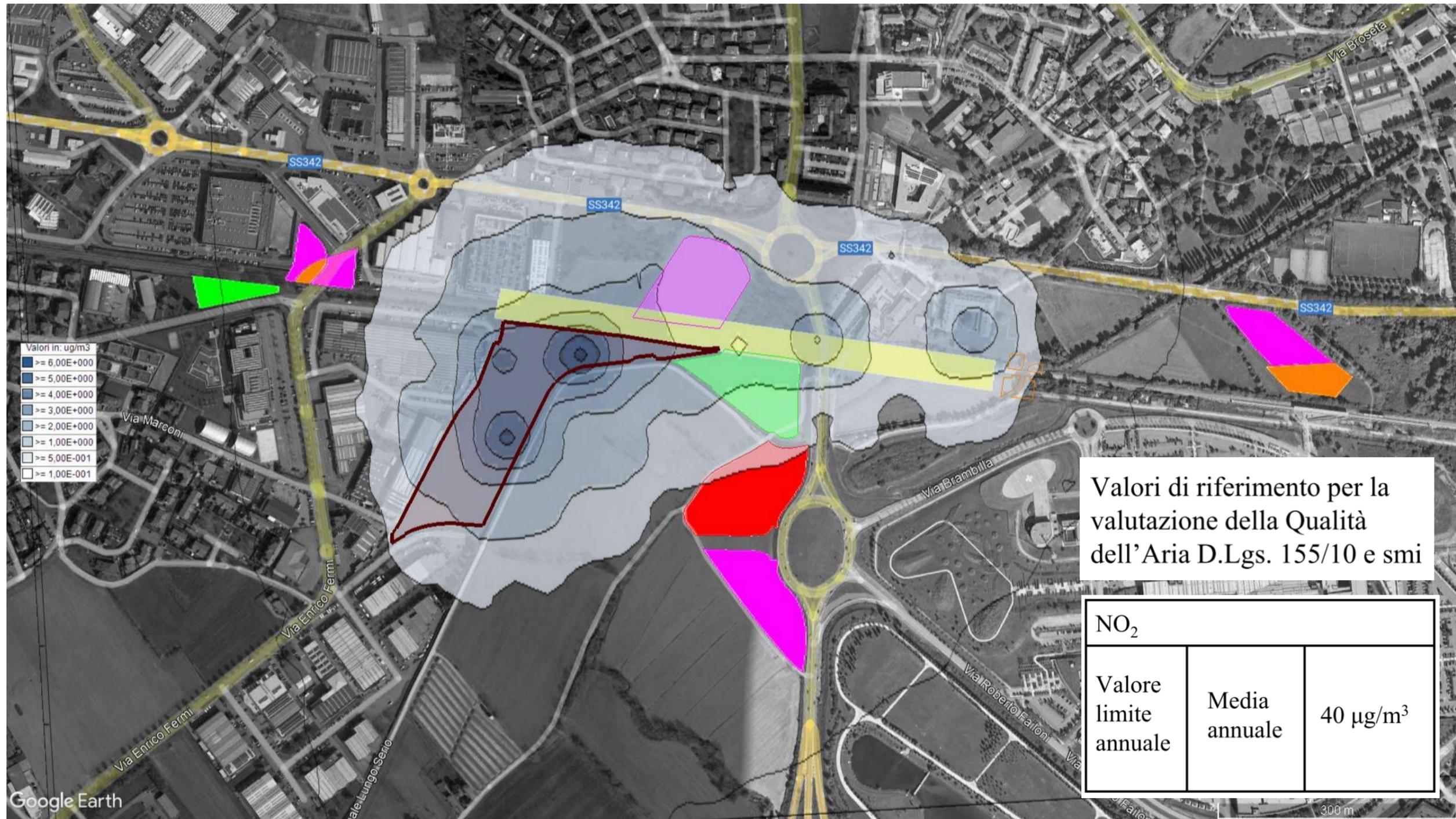


Figura Errone. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-4 Concentrazioni di NO2 dovute agli scarichi dei mezzi d'opera per il cantiere 1.DT.01 e per i cantieri mobili (in lavorazione sul sedime evidenziato in giallo)

**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCOProgetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale**PROGETTO**
NB1R**LOTTO**
02 Y 69**CODIFICA**
RG**DOCUMENTO**
CA0000001**REV.**
A**FOGLIO**
249 di
251**ALLEGATO 3**
CALCOLO PRODUZIONE POLVERI

Unpaved Roads: Mezzi su strade non pavimentate (EPA, AP-42 13.2.2)

Equazione:

$$E = k \left(\frac{sL}{12} \right)^a \left(\frac{W}{3} \right)^b$$

Dove:

- E: fattore di emissione per veicolo-miglio viaggiato (lb/VMT) convertito nell'unità di misura g/VKT con fattore pari a 281,9 (1lb/VMT = 281,9 g/VKT);
- k, a, b: costanti empiriche, assunte pari a 1,5, 0,9 e 0,45 per il PM₁₀;
- sL: contenuto in silt della superficie stradale, assunto pari al 4%;
- W: peso medio dei veicoli in tonnellate, assunto pari a 18 tonnellate (media tra il peso a pieno carico e una tara di 12 ton).
- E: 0,019808 lb/VMT, ovvero 5,583998184 g/VKT

Effetto di mitigazione naturale operato dalle precipitazioni

Equazione:

$$E_{ext} = E \left[\frac{365 - P}{365} \right]$$

Dove:

- E_{ext}: fattore di emissione ridotto per mitigazione naturale (g/VKT);
- P: numero di giorni all'anno con precipitazioni superiori a 0,2 mm, assunto pari a 15 giorni piovosi/anno.

Da cui:

$$E_{ext} = 5,354518806 \text{ g/VKT}$$

Il sollevamento di particolato dalle strade non asfaltate è pari al prodotto del fattore di emissione E_{ext} per l'indicatore di attività A. Tale parametro, espresso come veicolo-chilometri viaggiati, è ricavato dal prodotto del numero di mezzi/ora per i chilometri percorsi.

Pertanto considerando un ipotesi di flusso medio di mezzi lungo una pista di cantiere non asfaltata

$$E_{ext} = 0,0000007 \text{ g/s}$$

Tale valore è di entità trascurabile rispetto al fattore di emissione totale.

Aggregate Handling and Storage Piles – Cumuli di terra, carico e scarico (EPA AP-42 13.2.4)

Equazione:

$$E = k(0,001) \left(\frac{U}{2,2} \right)^{1,3} \left(\frac{M}{2} \right)^{-1,4}$$

Dove:

- E: fattore di emissione di particolato (kg/Mg);
- k: parametro dimensionale (dipende dalla dimensione del particolato), per il PM₁₀ assunto pari a 0,35;
- U: velocità media del vento (m/s) assunta pari a 1,44 m/s (valore desunto dall'analisi meteorologica);
- M: umidità del terreno (%) assunta pari a 2,5%.

Da cui:

$$E = 0,000236176 \text{ kg/Mg}$$

La diffusione di particolato legata alle attività di movimentazione e stoccaggio di materiale è pari al prodotto del fattore di emissione (E) per le tonnellate di materiale movimentate giornalmente nella singola area di cantiere.

Considerando il valore medio giornaliero di camion in uscita da ciascun cantiere, pari a circa 44, e assumendo che il 75% di essi esca a pieno carico con 6 m³ di materiale di scavo con peso specifico di 1,66 t/m³, si ottiene una produzione giornaliera di PM₁₀ stimabile in circa 328 g, equivalente a 0,0009 g/s, come di seguito calcolata

$$E = 0,236 \times 44 \times 0,75 \times 6 \times 1,66 = \frac{77,4 \text{ g}}{86400 \text{ s}} = 0,000896 \frac{\text{g}}{\text{s}} \approx 0,0009 \text{ g/s}$$

Wind Erosion: erosione del vento dai cumuli (EPA AP-42 13.2.5)

Equazione:

$$EF = k \sum_{i=1}^N P_i$$

Dove:

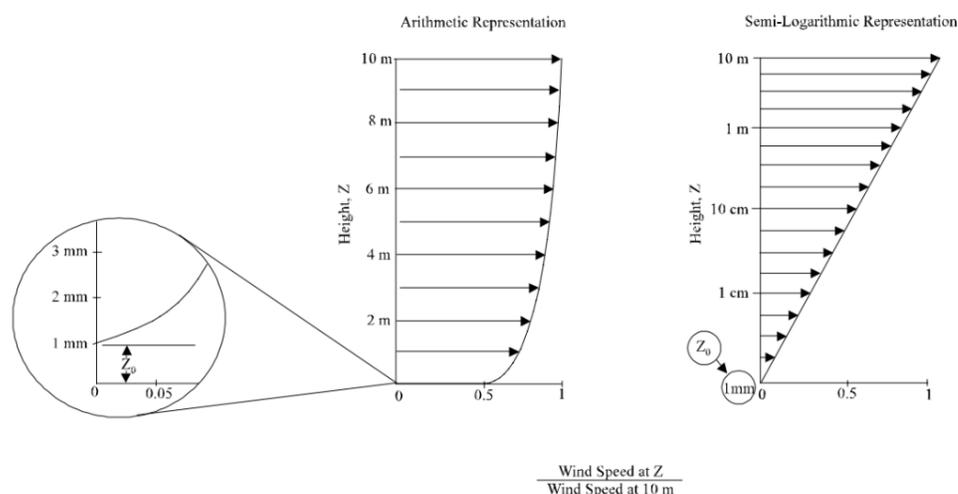
- E: fattore di emissione di particolato (kg/Mg)
- k: costante che tiene conto della grandezza della particella considerata, per il PM₁₀ assunto pari a 0,5
- N: numero di movimentazioni a cui è sottoposto il cumulo nell'anno, nel caso in esame è stato assunto cautelativamente che i cumuli fossero sottoposti ad almeno una movimentazione giornaliera
- P_i: erosione potenziale ricavata dalla seguente equazione:

$$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$$

Dove:

$$u(z) = \frac{u^*}{0,4} \ln \frac{z}{z_0}$$

in cui u è la velocità del vento e u^* rappresenta la velocità di attrito fatta pari a $0,053u_{10}^+$ dove u_{10}^+ è la massima intensità misurata nell'arco della giornata.



Dall'espressione si evince come ci sia erosione potenziale solo qualora la velocità d'attrito superi il valore soglia. Per la determinazione di tale valore il modello individua una procedura sperimentale (cfr. 1952 laboratory procedure published by W. S. Chepil). Tuttavia, in mancanza di tali sperimentazioni è possibile fare riferimento ad alcuni risultati già effettuati e riportati in tabella.

TABELLA 1
VALORE DI VELOCITÀ DI ATTRITO LIMITE

MATERIAL	THRESHOLD FRICTION VELOCITY (M/S)	ROUGHNESS HEIGHT (CM)	THRESHOLD WIND VELOCITY AT 10 M (M/S)	
			Z0=act	Z0=0,5cm
Overburden	1,02	0,3	21	19
Scoria (roadbed material)	1,33	0,3	27	25
Ground coal (surrounding coal pile)	0,55	0,01	16	10
Uncrusted coal pile	1,12	0,3	23	21
Scraper tracks on coal pile	0,62	0,06	15	12
Fine coal dust on concrete pad	0,54	0,2	11	10

Nel calcolo in esame è stato assunto u_t^* pari a 1,33.

Nel caso in esame il valore di P è nullo poiché non si verifica alcun superamento del valore u^*t e pertanto il fattore di emissione dovuto all'erosione dei cumuli risulta trascurabile.

Emissioni dai gas di scarico di macchine e mezzi d'opera

Sorgenti areali

È stato fatto riferimento alle elaborazioni della South Coast Air Quality Management District, "Off road mobile Source emission Factor" che forniscono i fattori di emissione dei mezzi fuori strada.

TABELLA 2
FATTORI DI EMISSIONE

Macchine di cantiere	Potenza motore [KW]	EF del PM ₁₀ [lb/h]	EF del NO _x [lb/h]	EF del PM ₁₀ [g/s]	EF del NO _x [g/s]
Pala gommata	186	0,0218	0,6366	0,0028	0,0802
Escavatore	186	0,0176	0,5187	0,0022	0,0654
Gruppo elettrogeno	131	0,0299	0,6719	0,0223	0,5010
Autocarro	19	0,0022	0,0583	0,0003	0,0074
Autogru	373	0,0286	0,7861	0,0036	0,0991
Autobotte	19	0,0022	0,0583	0,0003	0,0074
Rullo compattatore	131	0,0320	0,5929	0,0040	0,0747
Frantoio	186	0,0319	0,9900	0,0040	0,1247
Betoniera	19	0,0061	0,1381	0,0008	0,0174
Carro ponte TBM	559	0,0490	1,3678	0,0062	0,1723
Perforazione	186	0,0054	0,2000	0,0007	0,0252
Trivella	186	0,0054	0,2000	0,0007	0,0252
Impianto di betonaggio	210*	0,0305	0,5431	0,0038	0,0684

* Valore calcolato come somma di "Cement and Mortar Mixers (Max HP 25)" e di "Excavators (Max HP 120)"

Sorgenti lineari

È stata ipotizzata una gamma di mezzi di cantiere suddivisa omogeneamente tra veicoli con omologazione Euro IV, Euro V ed Euro VI prendendo in considerazione la categoria veicolare dei mezzi pesanti tra le 14 e le 20 tonnellate.

I fattori di emissioni corrispondenti per NO_x e PM₁₀ sono rispettivamente 3,59 g/km e 0,03 g/km.

Il fattore di emissione espresso in [g/s] legato ad ogni tronco stradale considerato per ogni inquinante è dato dal prodotto tra il FE sopra indicato [g//veic/km], la lunghezza del tronco stradale ed il numero di veicoli in transito giornalmente sullo stesso.

**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCOProgetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale**PROGETTO**
NB1R**LOTTO**
02 Y 69**CODIFICA**
RG**DOCUMENTO**
CA0000001**REV.**
A**FOGLIO**
250 di
251**ALLEGATO 4**
CALCOLO EMISSIONE MACCHINARI

Macchine di cantiere	Potenza motore [KW]	EF del PM ₁₀ [lb/h]	EF del NO _x [lb/h]	EF del PM ₁₀ [g/s]	EF del NO _x [g/s]
Pala meccanica	175	0,0362	0,6571	0,0015	0,0276
Escavatore	175	0,0308	0,5783	0,0013	0,0243
Gruppo elettrogeno	120	0,0381	0,5629	0,0016	0,0236
Autocarro	19	0,0022	0,0583	0,0003	0,0074
Gru leggera	250	0,0235	0,6832	0,0010	0,0287
Pompa aggotamento	120	0,0329	0,5013	0,0014	0,0211
Rullo compattatore	120	0,0378	0,4749	0,0016	0,0199
Autobotte	19	0,0022	0,0583	0,0003	0,0074
Martello demolitore	186	0,0319	0,9900	0,0040	0,1247
Betoniera	19	0,0061	0,1381	0,0008	0,0174
Pompa CLS	186	0,0054	0,2000	0,0007	0,0252
Macchina per pali	186	0,0054	0,2000	0,0007	0,0252
Impianto di betonaggio	210	0,0305	0,5431	0,0038	0,0684

Cantieri base:

- gruppo elettrogeno: 1
- centrale termica: 1

Cantieri operativi:

- gruppo elettrogeno: 1
- impianto drenaggio acque: 1
- impianto aria compressa: 1
- gru leggera: 1

Aree di stoccaggio e aree deposito terre:

- pala meccanica: 2
- escavatore: 2
- gruppo elettrogeno: 1

Pacchetto costruzione rilevato (RI02, RI03, RI04, RI05):

- escavatore: 1
- pala gommata: 1
- macchina pali: 1
- pompa cls: 1

Pacchetto costruzione trincea (TR01, TR02, TR03):

- escavatore: 1
- gru leggere: 1
- pala gommata: 1
- rullo compattatore: 1

Gallerie artificiali per variante Cascina Polaresco

- macchina per micropali AT05/GA02: 1
- martellone per demolizione AT05/GA02: 1
- escavatore AT06/GA01: 1
- betoniera per getto cls AT06/GA01: 1
- pompa per cls AT06/GA01: 1
- vibratore per calcestruzzo AT06/GA01: 1
- gru leggera AT06/GA01: 1

**PROGETTO DEFINITIVO**

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO/RADDOPPIO CURNO – BERGAMO

VARIANTE CASCINA POLARESCOProgetto ambientale della cantierizzazione
Relazione Generale**PROGETTO**
NB1R**LOTTO**
02 Y 69**CODIFICA**
RG**DOCUMENTO**
CA0000001**REV.**
A**FOGLIO**
251 di
251**ALLEGATO 5**
RISULTATI GRID

CONCENTRAZIONI PM10 – CANTIERE 1.DT.01

MICROGRAMMI/MC SULL'AREA DI CALCOLO

	548106	548206	548306	548406	548506	548606	548706	548806	548906	549006	549106	549206	549306	549406	549506	549606	549706	549806	549906	550006
5061026	8,72E-04	9,12E-04	9,54E-04	9,82E-04	1,02E-03	1,09E-03	1,16E-03	1,21E-03	1,27E-03	1,29E-03	1,23E-03	1,15E-03	1,06E-03	9,81E-04	9,31E-04	9,00E-04	8,65E-04	8,11E-04	7,36E-04	6,56E-04
5060926	9,78E-04	1,02E-03	1,07E-03	1,11E-03	1,16E-03	1,24E-03	1,33E-03	1,39E-03	1,46E-03	1,47E-03	1,39E-03	1,28E-03	1,17E-03	1,09E-03	1,05E-03	1,01E-03	9,45E-04	8,56E-04	7,57E-04	6,67E-04
5060826	1,10E-03	1,16E-03	1,22E-03	1,28E-03	1,33E-03	1,43E-03	1,54E-03	1,62E-03	1,70E-03	1,69E-03	1,57E-03	1,44E-03	1,31E-03	1,24E-03	1,19E-03	1,12E-03	1,01E-03	8,85E-04	7,72E-04	6,88E-04
5060726	1,25E-03	1,32E-03	1,39E-03	1,48E-03	1,55E-03	1,66E-03	1,81E-03	1,92E-03	2,01E-03	1,96E-03	1,79E-03	1,62E-03	1,49E-03	1,42E-03	1,34E-03	1,21E-03	1,05E-03	9,07E-04	8,01E-04	7,27E-04
5060626	1,41E-03	1,53E-03	1,62E-03	1,73E-03	1,83E-03	1,97E-03	2,16E-03	2,31E-03	2,41E-03	2,29E-03	2,07E-03	1,87E-03	1,74E-03	1,64E-03	1,48E-03	1,27E-03	1,08E-03	9,46E-04	8,54E-04	7,85E-04
5060526	1,60E-03	1,76E-03	1,92E-03	2,05E-03	2,20E-03	2,37E-03	2,64E-03	2,84E-03	2,94E-03	2,72E-03	2,43E-03	2,20E-03	2,06E-03	1,86E-03	1,58E-03	1,32E-03	1,14E-03	1,02E-03	9,29E-04	8,48E-04
5060426	1,78E-03	2,05E-03	2,29E-03	2,49E-03	2,71E-03	2,94E-03	3,30E-03	3,60E-03	3,67E-03	3,30E-03	2,90E-03	2,66E-03	2,42E-03	2,03E-03	1,65E-03	1,40E-03	1,25E-03	1,12E-03	1,00E-03	8,95E-04
5060326	1,91E-03	2,36E-03	2,75E-03	3,11E-03	3,41E-03	3,76E-03	4,28E-03	4,73E-03	4,68E-03	4,08E-03	3,60E-03	3,26E-03	2,70E-03	2,14E-03	1,78E-03	1,56E-03	1,38E-03	1,20E-03	1,05E-03	9,03E-04
5060226	1,93E-03	2,58E-03	3,30E-03	3,92E-03	4,45E-03	5,04E-03	5,81E-03	6,51E-03	6,18E-03	5,24E-03	4,64E-03	3,80E-03	2,89E-03	2,36E-03	2,01E-03	1,72E-03	1,46E-03	1,23E-03	1,04E-03	9,03E-04
5060126	1,85E-03	2,62E-03	3,73E-03	4,97E-03	6,10E-03	7,12E-03	8,42E-03	9,60E-03	8,55E-03	7,17E-03	5,78E-03	4,17E-03	3,28E-03	2,70E-03	2,21E-03	1,79E-03	1,47E-03	1,24E-03	1,08E-03	9,67E-04
5060026	1,75E-03	2,53E-03	3,82E-03	5,93E-03	8,58E-03	1,09E-02	1,35E-02	1,56E-02	1,28E-02	9,96E-03	6,64E-03	4,92E-03	3,78E-03	2,89E-03	2,26E-03	1,85E-03	1,58E-03	1,39E-03	1,24E-03	1,12E-03
5059926	1,64E-03	2,41E-03	3,81E-03	6,24E-03	1,10E-02	1,86E-02	2,61E-02	2,99E-02	2,14E-02	1,25E-02	8,20E-03	5,59E-03	4,02E-03	3,14E-03	2,59E-03	2,20E-03	1,90E-03	1,65E-03	1,44E-03	1,27E-03
5059826	1,33E-03	1,94E-03	3,19E-03	6,25E-03	1,28E-02	2,87E-02	7,57E-02	8,28E-02	3,30E-02	1,63E-02	9,72E-03	6,77E-03	5,06E-03	3,92E-03	3,12E-03	2,53E-03	2,09E-03	1,75E-03	1,49E-03	1,28E-03
5059726	1,29E-03	1,88E-03	3,04E-03	5,34E-03	1,35E-02	4,15E-02	2,38E-01	3,44E-01	4,99E-02	2,01E-02	1,11E-02	7,14E-03	4,99E-03	3,69E-03	2,85E-03	2,27E-03	1,85E-03	1,54E-03	1,30E-03	1,12E-03
5059626	1,73E-03	2,36E-03	3,40E-03	5,40E-03	1,06E-02	7,34E-02	3,15E-01	7,02E-02	2,23E-02	1,10E-02	6,65E-03	4,66E-03	3,46E-03	2,67E-03	2,12E-03	1,73E-03	1,44E-03	1,22E-03	1,05E-03	9,13E-04
5059526	1,72E-03	2,23E-03	3,06E-03	4,84E-03	1,04E-02	5,18E-02	5,95E-02	2,39E-02	1,15E-02	6,52E-03	4,37E-03	3,10E-03	2,27E-03	1,79E-03	1,49E-03	1,27E-03	1,10E-03	9,63E-04	8,48E-04	7,52E-04
5059426	1,29E-03	1,74E-03	2,72E-03	4,67E-03	9,18E-03	2,65E-02	2,15E-02	1,21E-02	7,24E-03	4,75E-03	3,18E-03	2,33E-03	1,85E-03	1,48E-03	1,19E-03	9,78E-04	8,39E-04	7,42E-04	6,68E-04	6,07E-04
5059326	1,28E-03	1,89E-03	2,54E-03	4,02E-03	8,67E-03	1,43E-02	1,15E-02	7,49E-03	4,78E-03	3,66E-03	2,56E-03	1,95E-03	1,54E-03	1,26E-03	1,06E-03	8,88E-04	7,47E-04	6,35E-04	5,53E-04	4,94E-04
5059226	1,35E-03	1,62E-03	2,31E-03	4,06E-03	7,23E-03	8,84E-03	7,14E-03	4,95E-03	3,55E-03	2,74E-03	2,18E-03	1,62E-03	1,31E-03	1,09E-03	9,33E-04	8,07E-04	7,02E-04	6,10E-04	5,27E-04	4,58E-04
5059126	1,13E-03	1,52E-03	2,39E-03	3,84E-03	5,67E-03	5,96E-03	4,88E-03	3,61E-03	2,65E-03	2,13E-03	1,81E-03	1,44E-03	1,13E-03	9,45E-04	8,12E-04	7,14E-04	6,36E-04	5,69E-04	5,09E-04	4,52E-04

CONCENTRAZIONI NOX – CANTIERE 1.DT.01

MICROGRAMMI/MC SULL'AREA DI CALCOLO

	548106	548206	548306	548406	548506	548606	548706	548806	548906	549006	549106	549206	549306	549406	549506	549606	549706	549806	549906	550006
5061026	1,53E-02	1,60E-02	1,68E-02	1,73E-02	1,80E-02	1,92E-02	2,05E-02	2,13E-02	2,23E-02	2,28E-02	2,18E-02	2,02E-02	1,87E-02	1,73E-02	1,64E-02	1,59E-02	1,52E-02	1,43E-02	1,30E-02	1,15E-02
5060926	1,72E-02	1,79E-02	1,89E-02	1,96E-02	2,04E-02	2,18E-02	2,34E-02	2,45E-02	2,57E-02	2,60E-02	2,44E-02	2,26E-02	2,07E-02	1,93E-02	1,84E-02	1,77E-02	1,67E-02	1,51E-02	1,33E-02	1,17E-02
5060826	1,94E-02	2,03E-02	2,14E-02	2,25E-02	2,34E-02	2,51E-02	2,71E-02	2,86E-02	3,00E-02	2,98E-02	2,77E-02	2,53E-02	2,32E-02	2,18E-02	2,09E-02	1,97E-02	1,78E-02	1,56E-02	1,36E-02	1,21E-02
5060726	2,19E-02	2,33E-02	2,45E-02	2,60E-02	2,72E-02	2,92E-02	3,18E-02	3,37E-02	3,54E-02	3,46E-02	3,17E-02	2,87E-02	2,64E-02	2,51E-02	2,37E-02	2,14E-02	1,85E-02	1,60E-02	1,41E-02	1,28E-02
5060626	2,47E-02	2,69E-02	2,85E-02	3,05E-02	3,22E-02	3,46E-02	3,81E-02	4,06E-02	4,26E-02	4,05E-02	3,66E-02	3,30E-02	3,07E-02	2,90E-02	2,62E-02	2,25E-02	1,91E-02	1,67E-02	1,51E-02	1,38E-02
5060526	2,80E-02	3,10E-02	3,38E-02	3,61E-02	3,88E-02	4,17E-02	4,64E-02	5,01E-02	5,21E-02	4,82E-02	4,29E-02	3,88E-02	3,64E-02	3,29E-02	2,79E-02	2,33E-02	2,01E-02	1,80E-02	1,64E-02	1,49E-02
5060426	3,12E-02	3,60E-02	4,03E-02	4,39E-02	4,78E-02	5,17E-02	5,82E-02	6,35E-02	6,50E-02	5,84E-02	5,14E-02	4,71E-02	4,27E-02	3,58E-02	2,92E-02	2,48E-02	2,20E-02	1,98E-02	1,77E-02	1,58E-02
5060326	3,34E-02	4,14E-02	4,83E-02	5,48E-02	6,01E-02	6,63E-02	7,55E-02	8,36E-02	8,31E-02	7,25E-02	6,38E-02	5,77E-02	4,78E-02	3,78E-02	3,15E-02	2,75E-02	2,43E-02	2,12E-02	1,84E-02	1,59E-02
5060226	3,33E-02	4,51E-02	5,79E-02	6,91E-02	7,86E-02	8,89E-02	1,03E-01	1,16E-01	1,10E-01	9,32E-02	8,24E-02	6,74E-02	5,13E-02	4,17E-02	3,56E-02	3,05E-02	2,57E-02	2,16E-02	1,84E-02	1,59E-02
5060126	3,18E-02	4,52E-02	6,50E-02	8,75E-02	1,08E-01	1,26E-01	1,49E-01	1,71E-01	1,53E-01	1,28E-01	1,03E-01	7,41E-02	5,82E-02	4,79E-02	3,90E-02	3,15E-02	2,59E-02	2,19E-02	1,91E-02	1,71E-02
5060026	3,01E-02	4,33E-02	6,57E-02	1,03E-01	1,52E-01	1,94E-01	2,41E-01	2,80E-01	2,30E-01	1,78E-01	1,18E-01	8,76E-02	6,71E-02	5,10E-02	3,99E-02	3,27E-02	2,79E-02	2,46E-02	2,19E-02	1,98E-02
5059926	2,83E-02	4,15E-02	6,49E-02	1,07E-01	1,93E-01	3,31E-01	4,67E-01	5,39E-01	3,84E-01	2,24E-01	1,46E-01	9,92E-02	7,13E-02	5,57E-02	4,59E-02	3,90E-02	3,36E-02	2,92E-02	2,56E-02	2,25E-02
5059826	2,25E-02	3,28E-02	5,42E-02	1,05E-01	2,17E-01	5,05E-01	1,37E+00	1,51E+00	5,96E-01	2,93E-01	1,74E-01	1,21E-01	9,03E-02	6,98E-02	5,53E-02	4,48E-02	3,69E-02	3,09E-02	2,62E-02	2,25E-02
5059726	2,24E-02	3,23E-02	5,15E-02	8,97E-02	2,21E-01	6,92E-01	4,33E+00	6,31E+00	9,03E-01	3,61E-01	1,98E-01	1,26E-01	8,79E-02	6,49E-02	4,99E-02	3,97E-02	3,23E-02	2,69E-02	2,28E-02	1,95E-02
5059626	3,06E-02	4,15E-02	5,95E-02	9,38E-02	1,81E-01	1,14E+00	5,41E+00	1,22E+00	3,86E-01	1,91E-01	1,15E-01	8,06E-02	6,00E-02	4,63E-02	3,69E-02	3,01E-02	2,51E-02	2,13E-02	1,83E-02	1,59E-02
5059526	2,93E-02	3,78E-02	5,17E-02	8,18E-02	1,74E-01	8,19E-01	1,01E+00	4,19E-01	2,03E-01	1,14E-01	7,63E-02	5,39E-02	3,93E-02	3,10E-02	2,58E-02	2,21E-02	1,92E-02	1,68E-02	1,48E-02	1,31E-02
5059426	2,22E-02	2,99E-02	4,70E-02	7,90E-02	1,54E-01	4,35E-01	3,73E-01	2,11E-01	1,27E-01	8,33E-02	5,58E-02	4,11E-02	3,25E-02	2,59E-02	2,07E-02	1,70E-02	1,46E-02	1,29E-02	1,16E-02	1,06E-02
5059326	2,23E-02	3,27E-02	4,34E-02	6,85E-02	1,46E-01	2,42E-01	2,00E-01	1,31E-01	8,36E-02	6,45E-02	4,49E-02	3,41E-02	2,70E-02	2,21E-02	1,86E-02	1,57E-02	1,31E-02	1,11E-02	9,64E-03	8,59E-03
5059226	2,32E-02	2,78E-02	3,96E-02	6,93E-02	1,23E-01	1,52E-01	1,24E-01	8,68E-02	6,15E-02	4,81E-02	3,84E-02	2,84E-02	2,29E-02	1,91E-02	1,63E-02	1,42E-02	1,24E-02	1,07E-02	9,28E-03	8,04E-03
5059126	1,96E-02	2,62E-02	4,11E-02	6,56E-02	9,69E-02	1,03E-01	8,51E-02	6,34E-02	4,63E-02	3,71E-02	3,19E-02	2,53E-02	1,98E-02	1,66E-02	1,42E-02	1,25E-02	1,11E-02	9,97E-03	8,94E-03	7,96E-03