

## S.S.45 DELLA VAL DI TREBBIA

### AMMODERNAMENTO DELLA STRADA STATALE N. 45 DELLA VAL TREBBIA NEL TRATTO CERNUSCA-RIVERGARO

## PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS DPRL

SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE:

I PROGETTISTI:

ing. Antonio SCALAMANDRÉ  
Ordine Ing. di Frosinone n.1063



IL GEOLOGO:

geol. Maurizio MARTINO  
Ordine Geol. del Lazio ES n.457



IL RESPONSABILE DEL SIA:

Ing. Laura TROIANI  
Ordine Arch. di Roma n.A-31890



IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

geom. E PAIELLA



VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

ing. Anna Maria NOSARI

PROTOCOLLO

DATA

DOTT. GEOL.  
DANILO GALLO

ING. RENATO  
DEL PRETE

EA02

**E - AMBIENTE, PAESAGGIO E TERRITORIO**  
**EA - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE - RELAZIONI**  
Capitolo 4 "Analisi e valutazioni ambientali"

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

BO0067 D 1801

NOME FILE

EA02 - T00EA00AMBRE02\_F.dwg

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB. T00EA00AMBRE02

F

-

F

EMISSIONE A SEGUITO RICHIESTA INTEGRAZIONE MINISTERO

NOVEMBRE  
2022

C

REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA COMMITTENZA

MARZO 2021

B

REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA COMMITTENZA

FEBBRAIO 2021

A

EMISSIONE

APRILE 2020

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

## SOMMARIO

<b>4.</b>	<b>ANALISI E VALUTAZIONI AMBIENTALI</b> .....	<b>6</b>
4.1	PREMESSA.....	6
4.2	ATMOSFERA – QUALITÀ DELL’ARIA .....	7
4.2.1	<i>Premessa</i> .....	7
4.2.2	<i>Stato attuale del fattore ambientale</i> .....	7
4.2.2.1	Inquadramento climatico e condizioni metereologiche .....	8
4.2.2.1.1	I dati climatici relativi all’annualità per le simulazioni modellistiche – Anno 2015 .....	21
4.2.2.1.2	I dati climatici relativi all’annualità più aggiornata – Anno 2021 .....	27
4.2.2.1.3	Il confronto tra le annualità 2021 e 2015 e conferma della validità del dato meteo utilizzato nelle simulazioni modellistiche.....	32
4.2.2.2	Descrizione dello stato della qualità dell’aria .....	36
4.2.2.2.1	Riferimenti normativi per la tutela della qualità dell’aria .....	36
4.2.2.2.2	I dati esistenti sulla qualità dell’aria: la rete di rilevamento provinciale .....	39
4.2.2.2.3	Analisi dei principali inquinanti atmosferici.....	41
4.2.2.2.4	Le stazioni relative alla qualità dell’aria della Rete ARPA e confronto con i dati di riferimento delle simulazioni modellistiche.....	62
4.2.2.2.5	Il PAIR 2020.....	66
4.2.2.2.6	Aggiornamento del quadro emissivo.....	71
4.2.2.2.7	Caratterizzazione dell’area in termini di sorgenti emmissive .....	73
4.2.2.3	Individuazione di ricettori puntuali .....	77
4.2.3	<i>Fase di esercizio</i> .....	81
4.2.3.1	Output tabellari del modello diffusionale .....	86
4.2.4	<i>Misure di bilancio della CO<sub>2</sub></i> .....	88
4.2.5	<i>Fase di costruzione</i> .....	91
4.2.5.1	Scelta del fondo di riferimento per la modellazione .....	91
4.2.5.2	Simulazioni della fase di cantiere: il modello utilizzato .....	92
4.2.5.3	Simulazioni della fase di cantiere: La metodologia del worst case scenario e punti di calcolo .....	99
4.2.5.4	Simulazioni della fase di cantiere: i Fattori di emissione.....	106
4.2.5.5	Simulazioni della fase di cantiere: i risultati delle simulazioni.....	113
4.2.5.6	Interventi di mitigazione .....	130
4.3	RUMORE E VIBRAZIONI.....	131
4.3.1	<i>Rumore</i> .....	131
4.3.1.1	Premessa .....	131
4.3.1.2	Stato della componente nello scenario ante operam .....	131
4.3.1.3	Stato della componente nello scenario futuro di esercizio .....	132
4.3.1.4	Fase di cantiere.....	146
4.3.1.5	Valutazione di potenziale impatto.....	151
4.3.2	<i>Vibrazioni</i> .....	153
4.3.2.1	Inquadramento normativo .....	153
4.3.2.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere .....	157
4.3.2.3	Caratterizzazione degli scenari considerati .....	158
4.3.2.4	Risultati.....	159
4.3.2.5	Conclusioni .....	160
4.4	BIODIVERSITÀ.....	167
4.4.1	<i>Identificazione dell’area di studio</i> .....	167
4.4.2	<i>Zona fitoclimatica di appartenenza</i> .....	167

4.4.3	<i>Aree protette e Siti della Rete Natura 2000</i> .....	169
4.4.4	<i>Vegetazione naturale potenziale</i> .....	170
4.4.5	<i>Usi del suolo in atto e vegetazione naturale reale</i> .....	171
4.4.6	<i>Capacità d’uso del suolo</i> .....	178
4.4.7	<i>Ecosistemi e connessioni ecologiche</i> .....	179
4.4.8	<i>Inquadramento faunistico</i> .....	180
4.4.9	<i>Fase di costruzione – Identificazione e valutazione dei potenziali impatti</i> .....	182
4.4.9.1	Potenziali impatti.....	182
4.4.9.2	Interventi di mitigazione.....	186
4.4.9.2.1	Conservazione della risorsa pedologica .....	187
4.4.9.2.2	Opere a verde di inserimento paesaggistico e ambientale .....	189
4.4.9.2.2.1	Areale di riferimento per il reperimento del materiale vegetale di previsto impiego.....	189
4.4.9.2.2.2	Caratteristiche generali delle tipologie d’intervento di prevista applicazione .....	189
4.4.9.2.2.3	Scelta del materiale vegetale di previsto impiego .....	190
4.4.9.2.2.4	Caratteristiche delle specie di previsto impiego.....	191
4.4.9.2.2.5	Caratteristiche delle tipologie d’intervento di prevista applicazione .....	199
4.4.9.2.2.6	Metodica di messa a dimora delle piante.....	209
4.4.9.2.2.7	Calendario del verde.....	212
4.4.9.2.3	Interventi di prevenzione e mitigazione delle potenziali emissioni di inquinanti .....	212
4.4.9.2.4	Interventi di prevenzione del sollevamento di polveri .....	214
4.4.9.3	Interventi di monitoraggio.....	215
4.4.9.3.1	Monitoraggio in fase di cantiere del terreno di scotico .....	215
4.4.9.3.2	Monitoraggio relativo alla presenza di specie vegetali esotiche invasive .....	215
4.4.10	<i>Fase di esercizio – Identificazione e valutazione dei potenziali impatti</i> .....	216
4.4.10.1	Potenziali impatti.....	216
4.4.10.2	Interventi di mitigazione.....	216
4.4.10.2.1	Prevenzione “dell’effetto barriera” .....	216
4.4.10.2.2	Presenza residua di specie vegetali esotiche invasive .....	217
4.4.10.2.3	Persistenza in campo degli interventi a verde di inserimento paesaggistico e ambientale .....	217
4.4.10.3	Interventi di monitoraggio.....	217
4.4.10.3.1	Prosecuzione del monitoraggio relativo alla presenza di specie vegetali esotiche invasive .....	217
4.4.10.3.2	Monitoraggio e manutenzione degli interventi a verde di inserimento paesaggistico e ambientale ..	217
4.5	<b>ACQUE SUPERFICIALI E ACQUE SOTTERRANEE</b> .....	222
4.5.1	<i>Stato attuale del fattore ambientale</i> .....	222
4.5.1.1	Inquadramento acque superficiali .....	222
4.5.1.2	Reticolo idrico in comune di Rivergaro .....	224
4.5.1.3	Reticolo idrico in comune di Travo .....	225
4.5.1.4	Qualità delle acque superficiali.....	227
4.5.1.5	Qualità delle acque superficiali: Il report ARPA 2014 - 2019 .....	231
4.5.1.6	Inquadramento acque sotterranee .....	235
4.5.2	<i>Presenza di sorgenti di inquinamento indipendenti dal progetto</i> .....	246
4.5.3	<i>Stabilimenti e/o industrie a rischio di incidente rilevante</i> .....	246
4.5.4	<i>Siti contaminati ed aree di bonifica</i> .....	247
4.5.5	<i>Impianti di smaltimento e recupero rifiuti</i> .....	247
4.5.6	<i>Ambiti di cava</i> .....	247
4.5.7	<i>Attraversamenti del reticolo idrografico secondario</i> .....	248
4.5.7.1	Rio Savignano .....	249
4.5.7.2	Rio dell’Acqua Rossa .....	250
4.5.7.3	Rio Mortale .....	251

4.5.7.4	Rio senza nome (pk 0+748,73 ÷ 0+773,73 in località Cisiano di sotto) .....	252
4.5.7.5	Rio San Michele .....	253
4.5.7.6	Rio degli Amadei .....	254
4.5.7.7	Rio delle Piane/Fontana Cavalla .....	255
4.5.7.8	Rio della Colombarola .....	257
4.5.7.9	Rio Bargello .....	257
4.5.7.10	Rio di Signano .....	258
4.5.7.11	Rio Molini .....	259
4.5.7.12	Rio d'Andrea .....	260
4.5.7.13	Rio Cernusca .....	262
4.5.8	<i>Fase di costruzione</i> .....	267
4.5.8.1	Potenziali impatti.....	267
4.5.8.2	Interventi di mitigazione .....	268
4.5.8.3	Valutazione degli impatti.....	268
4.5.8.4	Interventi di monitoraggio.....	268
4.5.9	<i>Fase di esercizio</i> .....	268
4.5.9.1	Potenziali impatti.....	268
4.5.9.2	Valutazione degli impatti.....	274
4.6	<b>SUOLO – GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA</b> .....	275
4.6.1	<i>Stato attuale del fattore ambientale</i> .....	275
4.6.2	<i>Descrizione di inquadramento pedologico</i> .....	276
4.6.3	<i>Uso del suolo</i> .....	288
4.6.4	<i>Geomorfologia</i> .....	301
4.6.5	<i>Assetto geologico</i> .....	304
4.6.6	<i>Inquadramento tettonico</i> .....	318
4.6.7	<i>Sismicità</i> .....	321
4.6.8	<i>Caratteristiche delle diverse parti del tracciato</i> .....	327
4.6.8.1	1° tratto: Rivergaro – Rotatoria 1 .....	329
4.6.8.2	2° tratto: Rotatoria 1 – Rotatoria 2.....	340
4.6.8.3	3° tratto: Rotatoria 2 – Rotatoria 3.....	350
4.6.8.4	4° tratto: Rotatoria 3 – Rotatoria 4.....	359
4.6.8.5	5° tratto: Rotatoria 4 – Rotatoria 5.....	370
4.6.8.6	6° tratto: Rotatoria 5 – Rotatoria 6.....	382
4.6.8.7	7° tratto: Rotatoria 6 – Rotatoria 7.....	395
4.6.8.8	8° tratto: Rotatoria 7 – Rotatoria 8 (esistente).....	405
4.6.9	<i>Fase di costruzione</i> .....	416
4.6.9.1	Potenziali Impatti .....	416
4.6.9.2	Interventi di mitigazione .....	417
4.6.9.3	Valutazione degli impatti.....	419
4.6.9.4	Interventi di monitoraggio.....	419
4.6.10	<i>Fase di esercizio</i> .....	419
4.6.10.1	Potenziali impatti.....	419
4.6.10.2	Valutazione degli impatti.....	421
4.6.10.3	Interventi di monitoraggio.....	421
4.7	<b>PAESAGGIO E BENI STORICO – CULTURALI</b> .....	422
4.7.1	<i>Stato attuale del fattore ambientale</i> .....	422
4.7.1.1	Ambiti di paesaggio dell'area di studio.....	422
4.7.1.2	Beni culturali.....	431
4.7.1.3	Assi di fruizione visuale dinamica e fronti statici .....	450

4.7.1.4	Elementi detrattori della qualità visuale.....	458
4.7.2	<i>Identificazione e valutazione dei potenziali impatti</i> .....	459
4.7.2.1	Definizione della sensibilità paesaggistica delle aree .....	459
4.7.2.2	Ambito di influenza potenziale .....	460
4.7.2.3	Valutazione della compatibilità paesaggistica .....	461
4.7.2.3.1	Fase di cantiere – identificazione e valutazione dei potenziali impatti.....	461
4.7.2.3.2	Fase di esercizio – identificazione e valutazione dei potenziali impatti.....	465
4.7.3	<i>Opere di inserimento paesaggistico ambientale</i> .....	473
4.8	SALUTE PUBBLICA.....	481
4.8.1	<i>Premessa</i> .....	481
4.8.2	<i>Il contesto demografico</i> .....	481
4.8.3	<i>Profili delle condizioni socio ed economiche della popolazione</i> .....	485
4.8.4	<i>Il profilo epidemiologico sanitario</i> .....	487
4.8.5	<i>Mortalità</i> .....	490
4.8.6	<i>Morbosità</i> .....	500
4.8.7	<i>Analisi delle potenziali interferenze</i> .....	503
4.8.8	<i>Conclusioni</i> .....	508
4.8.9	<i>INCIDENTALITA'</i> .....	508
4.8.9.1	Premessa .....	508
4.8.9.2	Sicurezza stradale .....	509
4.8.9.2.1	Asse Principale .....	509
4.8.9.2.2	Rotatorie .....	511
4.8.9.3	Valutazione di potenziale impatto.....	513
4.8.9.3.1	Fase di costruzione .....	513
4.8.9.3.2	Fase di esercizio .....	513
5.	<b>QUADRO RIEPILOGATIVO DI VALUTAZIONE</b> .....	<b>514</b>

Elaborati cartografici allegati

T	00	EB	01	AMB	PL	01	COROGRAFIA
T	00	EB	01	AMB	PL	02	PLANIMETRIA E PROFILO DI PROGETTO - TAVOLA 1 DI 2
T	00	EB	01	AMB	PL	03	PLANIMETRIA E PROFILO DI PROGETTO - TAVOLA 2 DI 2
T	00	EB	01	AMB	DC	01	SEZIONI TIPO DEL CORPO STRADALE - TAVOLA 1 DI 3
T	00	EB	01	AMB	DC	02	SEZIONI TIPO DEL CORPO STRADALE - TAVOLA 2 DI 3
T	00	EB	01	AMB	DC	03	SEZIONI TIPO DEL CORPO STRADALE - TAVOLA 3 DI 3
T	00	EB	01	AMB	DC	04	SEZIONI TIPO DELLE OPERE D'ARTE
T	00	EB	01	AMB	PL	04	PTCP DI PIACENZA
T	00	EB	01	AMB	PL	05	PIANO REGOLATORE COMUNALE DI RIVERGARO
T	00	EB	01	AMB	PL	06	PIANO REGOLATORE COMUNALE DI RIVERGARO
T	00	EB	01	AMB	PL	07	PIANO REGOLATORE COMUNALE DI TRAVO
T	00	EB	01	AMB	PL	08	PIANO REGOLATORE COMUNALE DI TRAVO
T	00	EB	01	AMB	PL	09	VINCOLI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI
T	00	EB	01	AMB	PL	10	GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGRAFIA
T	00	EB	01	AMB	PL	11	CAPACITA' D'USO DEI SUOLI
T	00	EB	01	AMB	PL	12	USI DEL SUOLO IN ATTO
T	00	EB	01	AMB	PL	13	CARTA DELLA VEGETAZIONE
T	00	EB	01	AMB	PL	14	ECOSISTEMI
T	00	EB	01	AMB	PL	15	PAESAGGIO VISUALE E PERCEPITO
T	00	EB	01	AMB	PL	16	INTERVISIBILITA'
T	00	EB	01	AMB	PL	17	RICETTORI E OPERE DI MITIGAZIONE ACUSTICA
T	00	EB	01	AMB	PL	18	INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE - TAVOLA 1 DI 3
T	00	EB	01	AMB	PL	19	INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE - TAVOLA 2 DI 3
T	00	EB	01	AMB	PL	20	INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE - TAVOLA 3 DI 3
T	00	EB	01	AMB	DC	05	INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE - SEZIONI E DETTAGLI
T	00	EB	01	AMB	DC	06	INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE - TIPOLOGIE INTERVENTI A VERDE - SEZIONI E DETTAGLI
T	00	EB	01	AMB	PL	21	ATMOSFERA - QUALITA' DELL'ARIA - EMISSIONI DA TRAFFICO - LIVELLI DI CONCENTRAZIONE
T	00	EB	01	AMB	PL	22	PLANIMETRIA DELLE AREE DI CANTIERE
T	00	EB	01	AMB	PL	23	COROGRAFIA LOCALIZZAZIONE CAVE
T	00	EB	01	AMB	PL	24	PLANIMETRIA ORGANIZZAZIONE CANTIERE BASE - B1 E CANTIERE DI SERVIZIO - CS1
T	00	EB	01	AMB	PL	25	PLANIMETRIA ORGANIZZAZIONE CANTIERE BASE - B2
T	00	EB	01	AMB	PL	26	PLANIMETRIA ORGANIZZAZIONE CANTIERE BASE - B3
T	00	EB	01	AMB	PL	27	PLANIMETRIA ORGANIZZAZIONE CANTIERE DI SERVIZIO - CS2
T	00	EB	01	AMB	PL	28	PLANIMETRIA ORGANIZZAZIONE CANTIERE DI SERVIZIO - CS3
T	00	EB	01	AMB	PL	29	FASI DI LAVORO

## 4. ANALISI E VALUTAZIONI AMBIENTALI

### 4.1 PREMESSA

Nei capitoli di seguito presentati si fornisce una descrizione delle caratteristiche ambientali delle aree interessate dalle opere in progetto e vengono identificati e valutati gli impatti ambientali che derivano dalla realizzazione di tali opere.

Con il termine impatto viene indicata una modificazione dello stato attuale del fattore ambientale in esame.

Nella definizione e valutazione degli impatti si distingue tra:

- Fase di costruzione e fase di esercizio dell'opera;
- Impatti reali e situazioni di rischio (impatti potenziali);
- Impatti permanenti e impatti temporanei (perché connessi solo alla fase di costruzione o perché le condizioni di qualità ambientale preesistente possono essere recuperate in tempo breve);
- Livelli di impatto: alto, medio, basso, non significativo, nullo.

Per gli impatti negativi e le situazioni di potenziale rischio vengono indicate le opere di mitigazione o prevenzione.

Ove necessario vengono previsti interventi di monitoraggio.

In relazione alle caratteristiche delle opere in progetto e del territorio esaminato, si sono considerate i seguenti fattori ambientali:

- atmosfera – qualità dell'aria,
- rumore,
- acque superficiali e acque sotterranee,
- suolo, geologia e geomorfologia,
- biodiversità;
- paesaggio e beni storico – culturali;
- salute pubblica – incidentalità.

## 4.2 ATMOSFERA – QUALITÀ DELL'ARIA

### 4.2.1 PREMESSA

Si evidenzia che il capitolo 4.2.2, riprende la descrizione dello stato attuale del fattore ambientale atmosfera-qualità dell'aria riportata nel Quadro di Riferimento Programmatico del S.I.A. 2018, resosi disponibile dalla Committente, predisposto a cura dello Studio Zanni (dott. Filippo Zanni). Tale paragrafo è stato poi integrato in base ai più recenti dati in relazione agli aspetti climatici, alle emissioni ed alla qualità dell'aria in relazione al PAIR 2020 della Regione Emilia Romagna ed ai più recenti dati di qualità dell'aria registrati dalle centraline della rete Arpa Emilia Romagna.

### 4.2.2 STATO ATTUALE DEL FATTORE AMBIENTALE

Le considerazioni seguenti sono desunte dal Quadro Conoscitivo (Volume B) del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Piacenza, adottato con Atto di Consiglio n° 17 del 16/02/2009 ed approvato con atto C.P. n. 69 del 2 luglio 2010. Le informazioni riportate nel documento si riferiscono in particolare ai dati di monitoraggio 1958/1983 (profilo termico, regime pluviometrico) e ai dati risalenti agli anni 2003-2004 (venti e brezze).

Per la caratterizzazione climatologica i dati sono derivati dall'Atlante Idroclimatico elaborato dal Servizio Idro-Meteo-Clima dell'ARPA Emilia Romagna per il periodo 1991-2008 (Arpa-Simc - Regione Emilia Romagna, 2009).

L'Atlante idroclimatico evidenzia i cambiamenti climatici e idrologici in atto in Emilia-Romagna e riferisce di due periodi distinti, il trentennio 1961-1990 e l'arco dei diciotto anni successivi 1991-2008. Il primo periodo è un riferimento di base, secondo le convenzioni dell'OMM (Organizzazione Meteorologica Mondiale, organismo delle Nazioni Unite), il secondo rappresenta una porzione rilevante e maggioritaria dell'attuale trentennio climatologico, che si concluderà nel 2020. I dati termopluviometrici utilizzati per redigere l'Atlante si riferiscono a 66 stazioni per la temperatura e 169 stazioni per le precipitazioni.

Le figure riportate, al fine della caratterizzazione del clima, prendono a riferimento esclusivamente i dati elaborati relativi al periodo più recente 1991-2008.

Le informazioni sullo stato della qualità dell'aria riportate nei paragrafi successivi sono derivate dai documenti<sup>1</sup> citati nell'elenco a seguire:

- La qualità dell'aria nella provincia di Piacenza - anno 2015 (ARPAE Sez. Piacenza, 2016);
- Monitoraggio della Qualità dell'aria in Comune di Rivergaro nell'anno 2015 (ARPAE Sez. Piacenza, 2016);
- Indagine sull'inquinamento atmosferico con stazione mobile in Comune di Travo nell'anno 2009 (ARPA Sez. Piacenza, 2010);
- Fonti di inquinamento da traffico veicolare (ARPAE Sez. Piacenza, 2002)<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>[https://www.arpae.it/dettaglio\\_generale.asp?id=930&idlivello=1788](https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=930&idlivello=1788)

<sup>2</sup>[https://www.arpae.it/dettaglio\\_generale.asp?id=2496&idlivello=1788](https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=2496&idlivello=1788)



#### 4.2.2.1 Inquadramento climatico e condizioni metereologiche

Il **clima** del territorio piacentino può essere descritto come un clima temperato o di tipo “C” secondo Köppen (temperatura media del mese più freddo compresa tra -3°C e +18°C).

Più in particolare il territorio di pianura e collina risulta caratterizzato da un clima temperato subcontinentale (temperatura media annua compresa tra 10°C e 14,4°C, temperatura media del mese più freddo compresa tra - 1°C e +3,9°C, da uno a tre mesi con temperatura media >20°C, escursione annua superiore a 19°C), mentre il territorio di montagna è caratterizzato da un clima temperato fresco (temperatura media annua compresa tra 6°C e 10°C, temperatura media del mese più freddo compresa tra 0°C e +3°C, media mese più caldo tra 15 e 20°C, escursione annua tra 18 e 20°C).

I **fattori geografici** che contribuiscono maggiormente a determinare le caratteristiche termiche del clima del territorio piacentino sono essenzialmente due: la sua collocazione nel cuore della Val Padana occidentale (lontano dalle masse d’acqua mediterranee) che determina soprattutto il carattere di continentalità (elevate escursioni termiche giornaliere e annuali); la presenza del rilievo appenninico il quale, come confine meridionale della Val Padana contribuisce a fornire alla collina le caratteristiche climatiche di “versante”, mentre come spartiacque con il versante ligure fa giungere alla fascia più alta della montagna piacentina l’influenza del clima sublitoraneo e temperato caldo della Liguria.

Le conseguenze climatiche di questi fattori geografici, assieme alla configurazione orografica più generale della Valle Padana, sono estremamente rilevanti per il territorio piacentino.

Il carattere di continentalità è infatti accentuato nella fascia di pianura, ma si riduce con la diminuzione della latitudine e con l’avvicinamento al crinale ligure; le valli piacentine più prossime alla regione ligure godono pertanto di un clima decisamente più temperato e meno continentale. Si può inoltre ben osservare che la fascia di media collina, indicativamente compresa tra i 200 m e i 400 m di altitudine, collocata al di sopra della sommità media delle inversioni termiche della Valle Padana, gode di un regime termico più temperato e mite sia di quello della pianura che di quello della montagna. In questa fascia infatti si hanno escursioni termiche annuali più ridotte e più basse escursioni giornaliere medie.

L’orografia caratteristica della valle Padana favorisce sulla pianura lombardo emiliana l’accentuarsi del fenomeno delle **inversioni termiche**, soprattutto durante il semestre freddo. Mentre normalmente la temperatura dell’aria decresce con l’altezza con un gradiente di circa - 0.5/-1°C ogni 100 m (a seconda del suo contenuto di umidità), durante le notti serene e asciutte e con bassa velocità del vento, il suolo si raffredda più velocemente dell’atmosfera sovrastante, raffreddando per conduzione anche gli strati d’aria a contatto. Si verifica così il caso in cui la temperatura dell’aria è più bassa a livello del suolo e tende a crescere fino ad una certa quota (in generale, nel nostro caso, qualche centinaio di metri), dopo la quale riprende normalmente a decrescere. Lo strato interessato da questa crescita della temperatura con l’altezza viene chiamato “strato di inversione termica” (si tratta in questo caso di inversione termica da irraggiamento). La formazione delle inversioni termiche al suolo nelle ore notturne è molto frequente nel periodo invernale nel territorio di pianura della valle Padana, con frequenze comprese in genere tra l’80 e il 95% delle notti, mentre nel semestre primaverile – estivo tende a ridursi drasticamente.

Nel corso della giornata, a causa del riscaldamento del terreno prodotto dalla radiazione solare, lo strato di inversione si riduce a partire dal basso: con l'aumento della temperatura del terreno la base dello strato di inversione si innalza progressivamente fino a raggiungere la sommità, lasciando nella zona sottostante uno strato più instabile in cui la temperatura tende normalmente a diminuire con l'altezza; in gennaio, il mese più freddo, nel 50% dei casi le inversioni termiche con base al suolo tendono a persistere per l'intera giornata, mentre negli altri mesi invernali questa frequenza si riduce sensibilmente fino ad annullarsi all'inizio della primavera.

Lo spessore dello strato di inversione che si forma nel corso della notte sulla pianura padana mediamente non supera i 300-400 m., ma può raggiungere anche altezze significativamente maggiori e si incunea nei fondovalle riuscendo a risalirli a quote leggermente superiori in virtù del drenaggio verso il basso di aria fredda, più densa e pesante, che si verifica lungo i versanti nelle ore notturne. Oltre ad essere più freddo, lo strato di inversione termica risulta anche più stabile, e quindi anche meno capace di disperdere, attraverso il trasporto e la diffusione, gli inquinanti atmosferici che vi vengono immessi. La formazione delle inversioni termiche al suolo è all'origine della formazione di foschie e nebbie nelle zone di pianura e di fondovalle che caratterizza tutta la pianura padana nel periodo invernale, così come dei fenomeni di accumulo e di intensificazione dell'inquinamento atmosferico, fino a giungere alle situazioni più pericolose della "fumigazione", in cui lo strato di inversione, prima di sciogliersi definitivamente nelle ore più calde delle giornate invernali serene, galleggia a 200-300 m di altezza e costituisce una sorta di coperchio alla dispersione degli inquinanti, favorendo un rapido e pericoloso aumento delle concentrazioni al suolo.

Sotto il **profilo pluviometrico**, il clima del territorio piacentino è caratterizzato dal tipico regime sublitoraneo appenninico o padano, che presenta due valori massimi delle precipitazioni mensili in primavera e in autunno e due minimi in inverno e in estate: di questi, il massimo autunnale e il minimo estivo sono più accentuati degli altri due. L'altezza totale annua delle precipitazioni è pari a circa 850-900 mm nella fascia della pianura piacentina distribuiti su 80-85 giorni piovosi, mentre sale a 1000-1500 mm nella fascia della media collina su circa 100 giorni piovosi, subendo un incremento mediamente proporzionale all'aumento di altitudine; a partire da questa fascia (intorno ai 400-600 m di quota), l'altezza delle precipitazioni subisce a parità di quota un incremento inverso alla latitudine, in quanto fortemente influenzata dai sistemi frontali che traggono origine dalle depressioni che si vanno formando con elevata frequenza sul Mar Ligure e sull'alto Tirreno. Le intensità giornaliere medie di precipitazione sono più basse in pianura rispetto alle zone più interne della fascia di montagna e quindi alla montagna.

Nel periodo 1991-2008 il regime pluviometrico sembra essersi progressivamente modificato rispetto al periodo 1961-1990, a favore di una riduzione delle precipitazioni invernali, primaverili ed estive e di un aumento di quelle autunnali. L'inverno tende ora a diventare, almeno nella fascia della pianura piacentina, la stagione più asciutta dell'anno, portandosi così appresso più elevate frequenze di inversioni termiche e condizioni più sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti.

Anche il **regime anemologico** del territorio piacentino è fortemente influenzato dall'orografia locale e dell'intera valle Padana. Come in tutti i fondovalle, le grandi correnti sinottiche vengono sollevate dai rilievi montuosi circostanti e interessano solo marginalmente gli strati atmosferici di superficie.

Stagionalmente si riscontrano velocità medie leggermente più elevate in primavera e più basse in inverno, ma la variabilità stagionale risulta comunque molto modesta.

La velocità media del vento tende ad aumentare con l'altitudine e già nella fascia della prima collina a 200-300 m di quota si osservano valori mediamente superiori del 20-30% a quelli della pianura: questa fascia del territorio risulta pertanto non solo termicamente più temperata della pianura, ma anche maggiormente ventilata e di conseguenza più favorevole alla diluizione dell'inquinamento atmosferico.

La distribuzione delle frequenze di provenienza del vento vede nella pianura centrale e in prossimità dell'asse del Po una caratteristica distribuzione in cui prevalgono le direzioni orientali (da Est-Nord-Est, Est ed Est-Sud-Est) ed occidentali (da Ovest-Nord-Ovest, Ovest ed Ovest-Sud-Ovest), con una lieve prevalenza delle prime.

Approssimandosi invece alla fascia pedemontana, la distribuzione di frequenza inizia a risentire del regime delle brezze appenniniche, maggiormente evidente nella stagione estiva. Le brezze di monte e di valle sono venti locali a ciclo giornaliero, originati dall'interazione tra l'orografia montuosa, il riscaldamento solare diurno e il raffreddamento radiativo notturno che interessano localmente il solo strato atmosferico superficiale; l'aria al suolo, riscaldata dal sole durante il giorno, tende a risalire lungo i versanti più soleggiate e più in generale lungo l'intero asse della valle dando origine ad un vento locale diurno (brezza di valle) di intensità modesta e correlata alla dimensione e all'orientamento della valle stessa. Viceversa, di notte l'aria che si raffredda per irraggiamento del terreno tende a scivolare verso il basso lungo i crinali, ad accumularsi nel fondovalle e quindi a scendere lentamente lungo il suo asse (brezza di monte). La brezza di valle è maggiormente visibile nella stagione estiva, mentre la brezza di monte si osserva chiaramente anche in Inverno. L'influenza dei regimi di brezza è ben visibile dal confronto delle diverse distribuzioni di frequenza che si osservano in situazioni di pianura centrale, di pianura prossima al pedemonte e all'interno di una valle appenninica. Nel contesto della pianura piacentina dunque in prossimità della fascia del Po risulteranno prevalentemente sottovento ai punti di emissione inquinante le località posizionate ad est e ad ovest di questi, mentre approssimandosi all'area pedemontana risulteranno più a rischio le località posizionate nel quadrante di sud-ovest (nelle ore diurne, brezze di valle) rispetto ai punti di emissione, e nel quadrante di nord-est (nelle ore notturne, brezze di monte); all'interno delle valli appenniniche infine le località sottovento ai punti di emissione si troveranno prevalentemente lungo i rispettivi assi vallivi.

I parametri meteorologici che più influenzano i meccanismi di accumulo, trasporto, diffusione, dispersione e trasformazione degli inquinanti nell'atmosfera, possono essere considerati la Temperatura, la Precipitazione cumulata (mm di pioggia), la Direzione e la Velocità del vento ed infine l'Altezza di rimescolamento.

L'altezza dello strato di rimescolamento (m) rappresenta la distanza dal suolo alla zona d'inversione termica, all'interno della quale avviene la dispersione degli inquinanti per effetto di moti turbolenti (di origine termica, dovuti al riscaldamento della superficie, e di origine meccanica, dovuti al vento).

Tale parametro influenza significativamente la concentrazione degli inquinanti, per cui maggiore è l'altezza di rimescolamento minore è la concentrazione.

Le tabelle di seguito riportate evidenziano per il Comune di Rivergaro ed il Comune di Travo l'andamento della temperatura media annua e delle precipitazioni totali annue così come desunte dall'atlante idroclimatico citato in premessa.

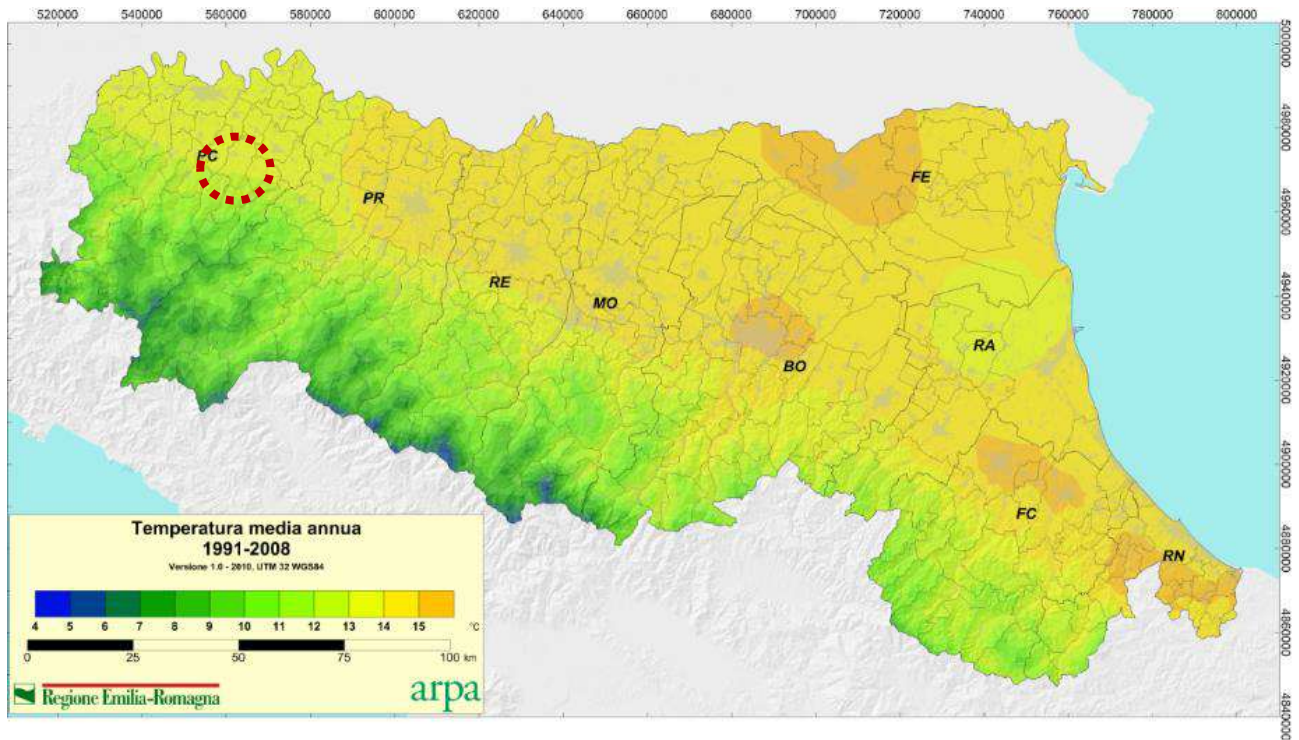
Tabella 4-1: Andamento della temperatura e delle precipitazioni nel Comune di Rivergaro.

Comune	Area (kmq)	Temperatura media annua (°C)			Precipitazioni totali annue (mm)		
		1961-1990	1991-2008	Var. °C	1961-1990	1991-2008	Var. mm
Rivergaro	43,1	11,9	13,8	+ 1,1	889	779	- 111

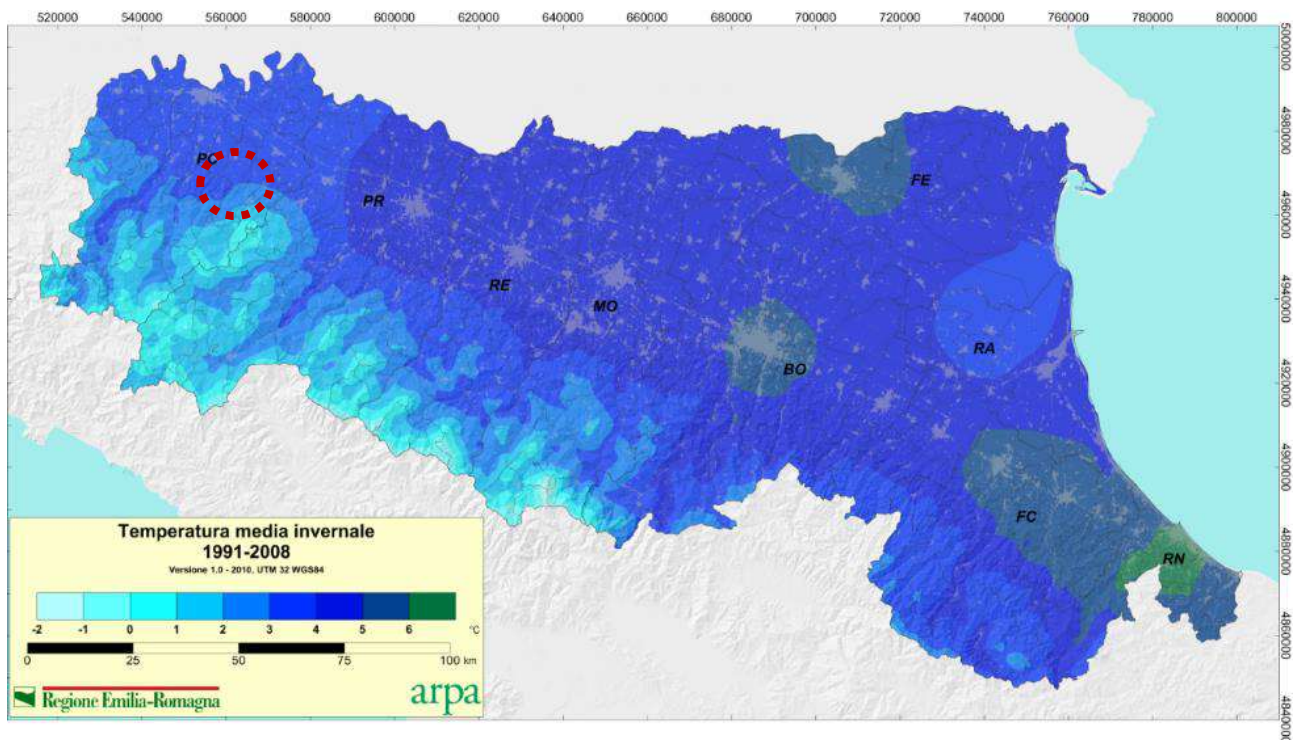
Tabella 4-2: Andamento della temperatura e delle precipitazioni nel Comune di Travo.

Comune	Area (kmq)	Temperatura media annua (°C)			Precipitazioni totali annue (mm)		
		1961-1990	1991-2008	Var. °C	1961-1990	1991-2008	Var. mm
Travo	80,6	11,0	12,0	+ 1	899	772	- 127

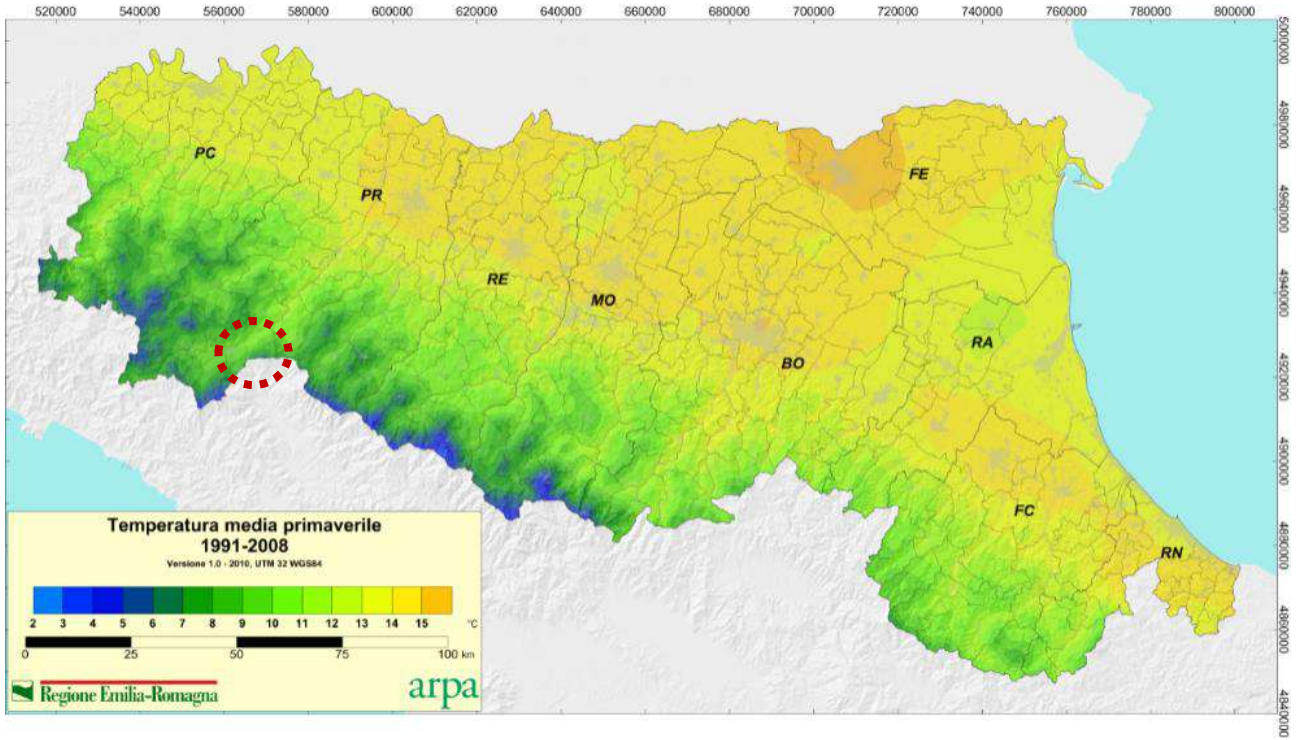
A scala regionale vengono quindi rappresentate graficamente l'andamento della temperatura media, delle precipitazioni e del vento(media annua, media invernale, media primaverile, media estiva, media autunnale), l'evapotraspirazione potenziale e il bilancio idroclimatico.



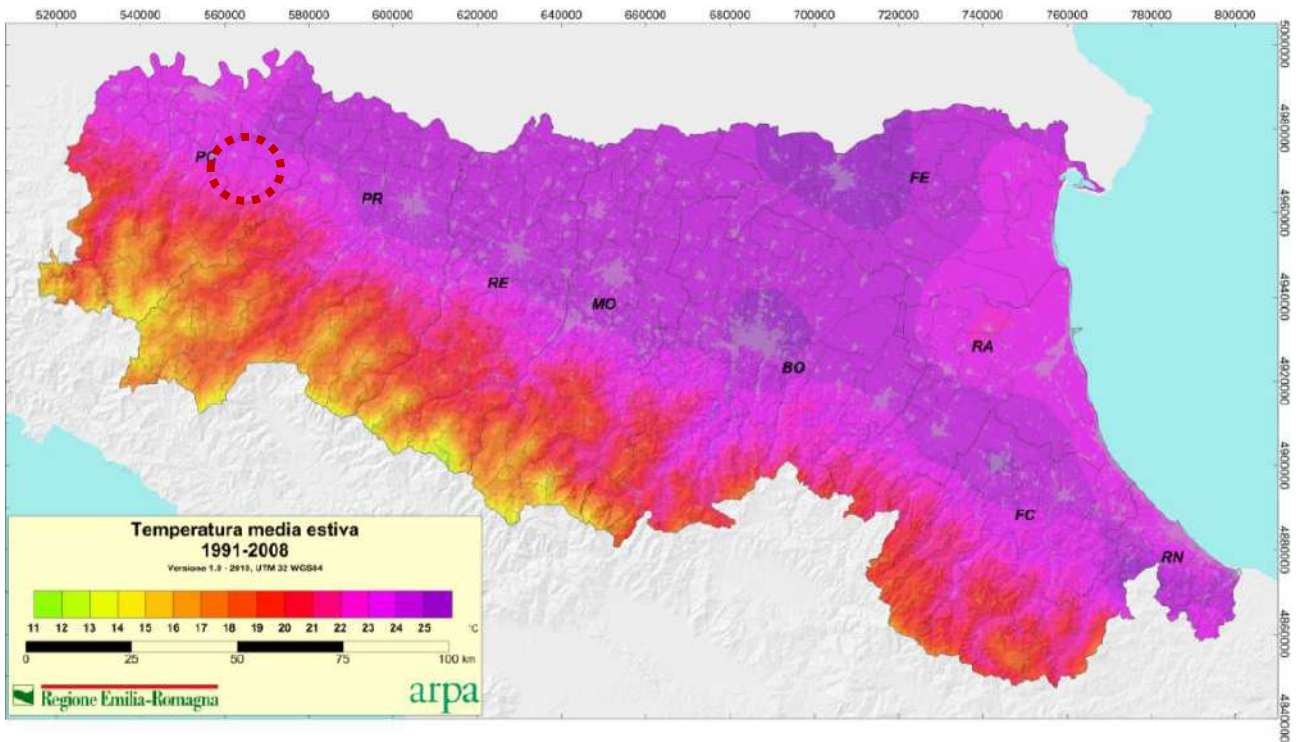
(a)



(b)



(c)



(d)

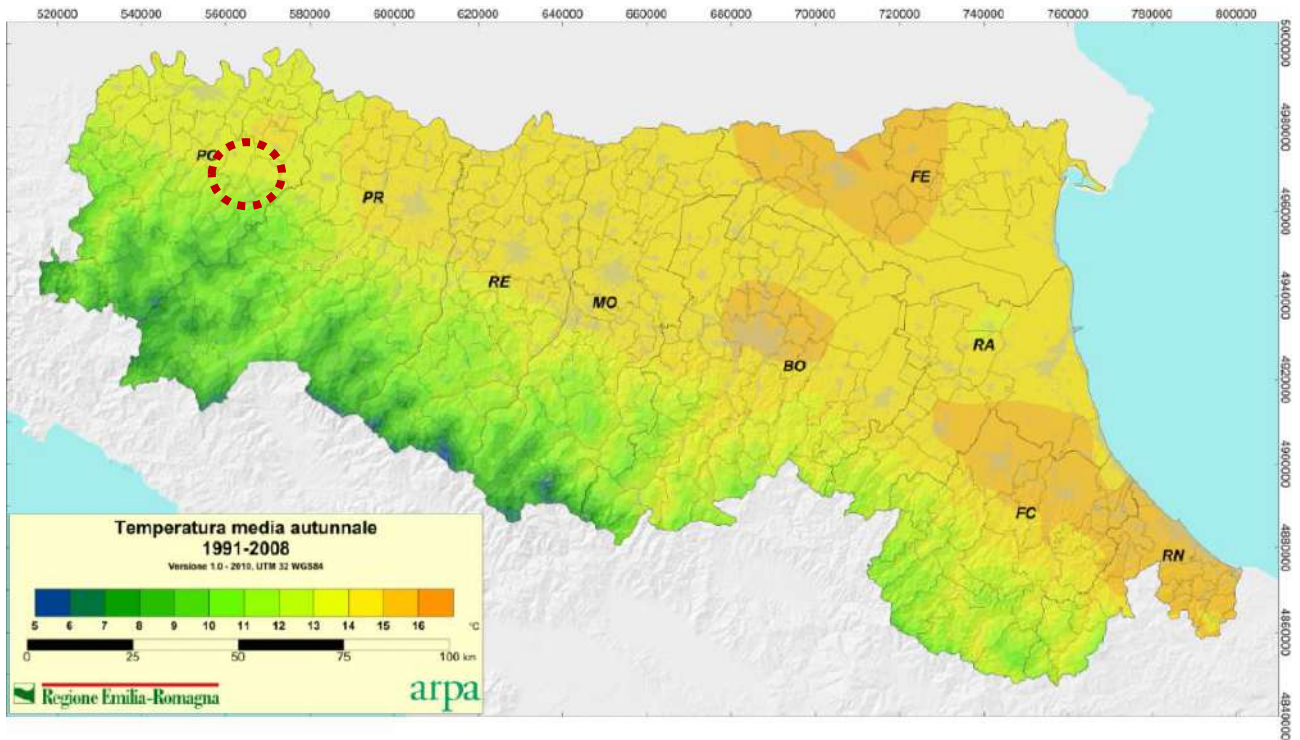
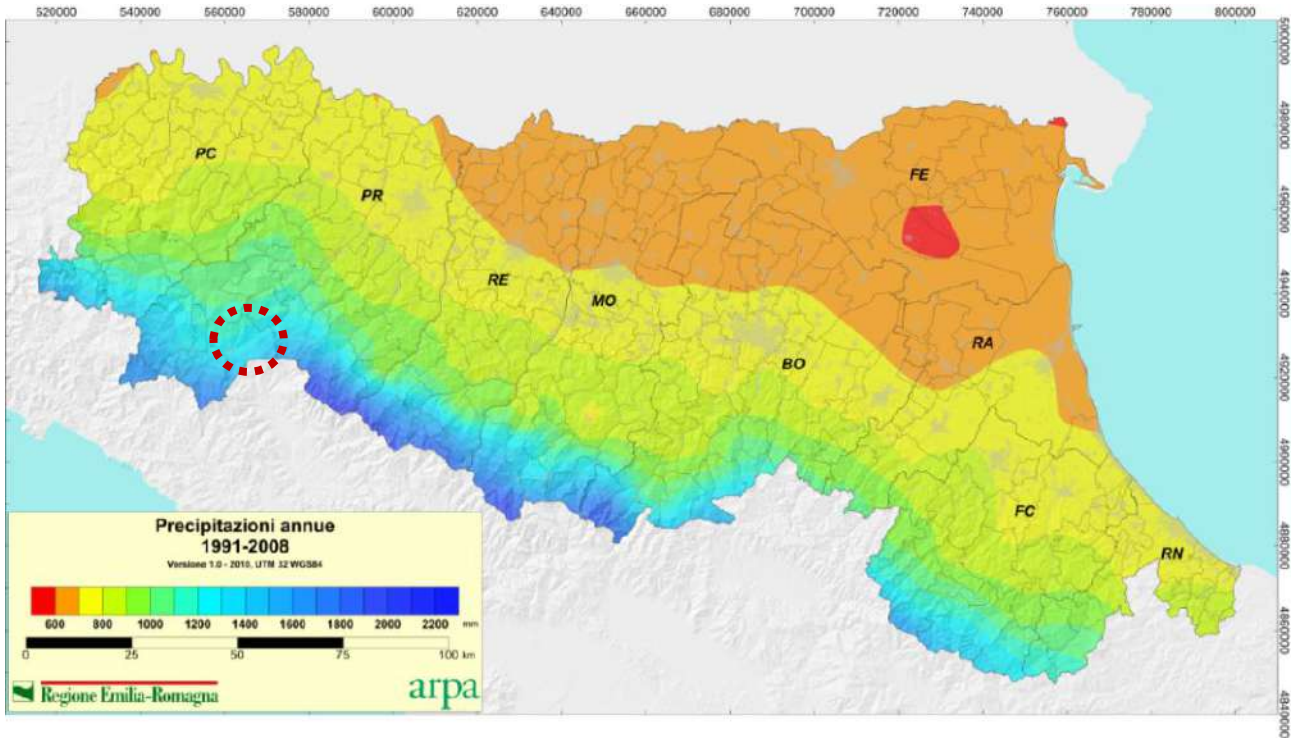
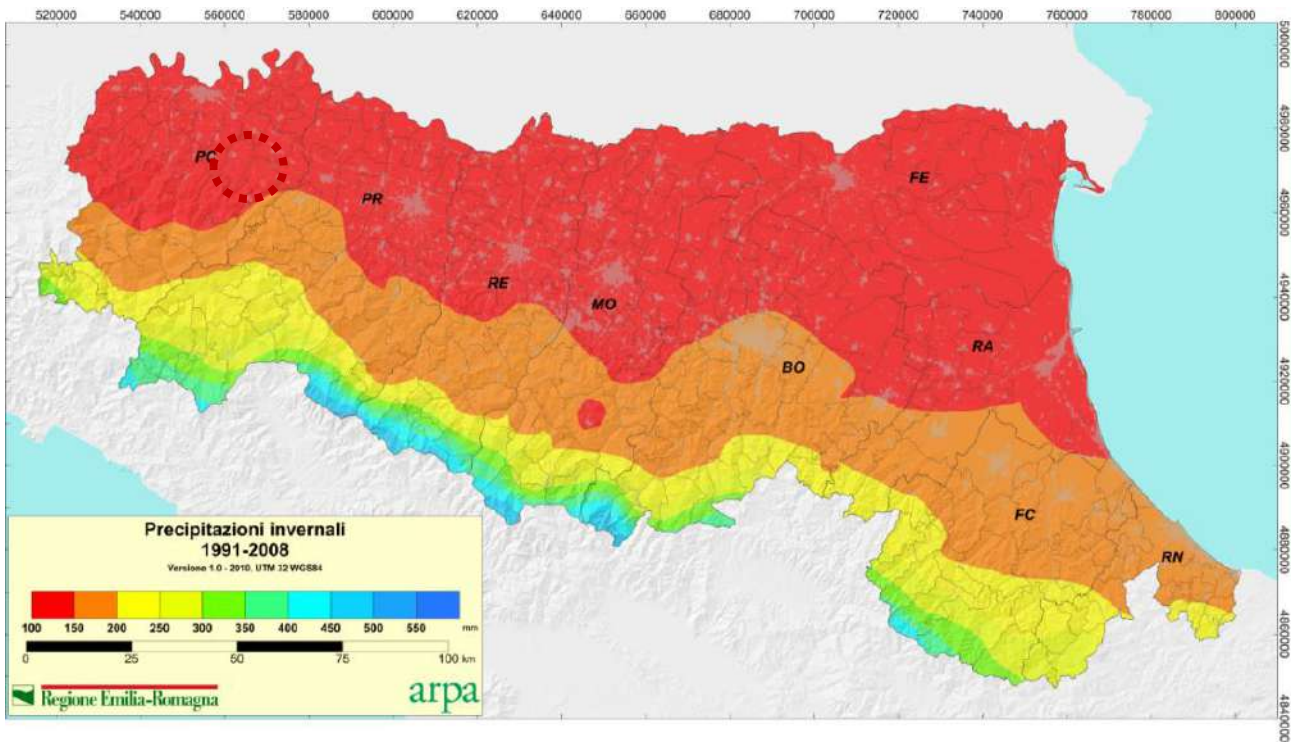


Figura 4-1: Temperatura media (a) annua, (b) invernale, (c) primaverile, (d) estiva, (e) autunnale (°C)  
 Periodo 1991-2008

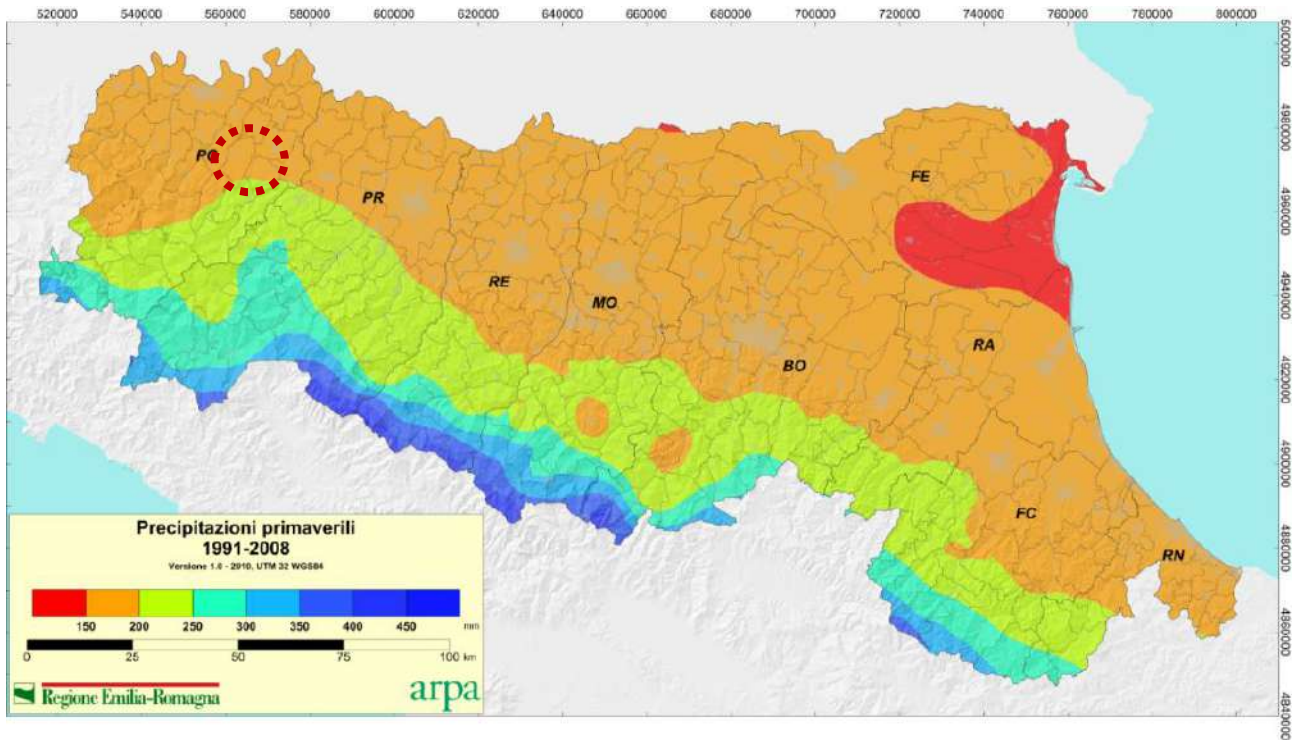


(f)

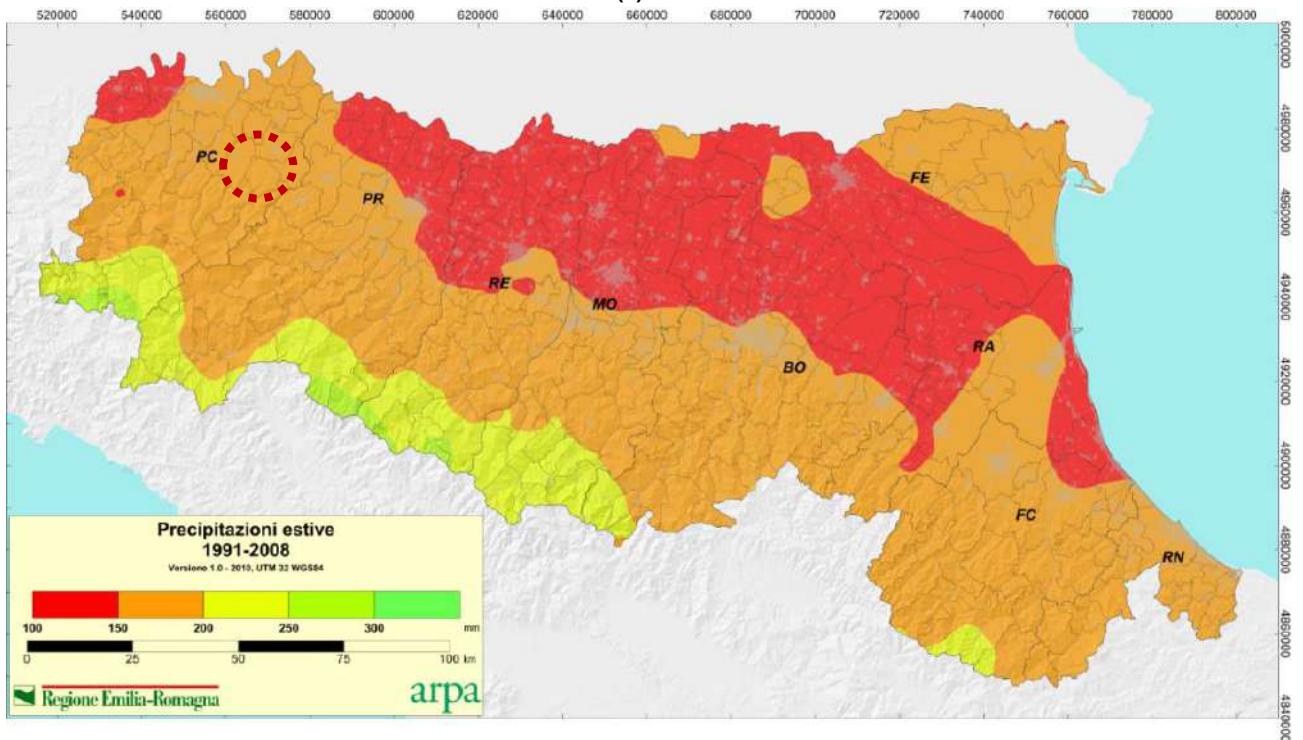


(g)

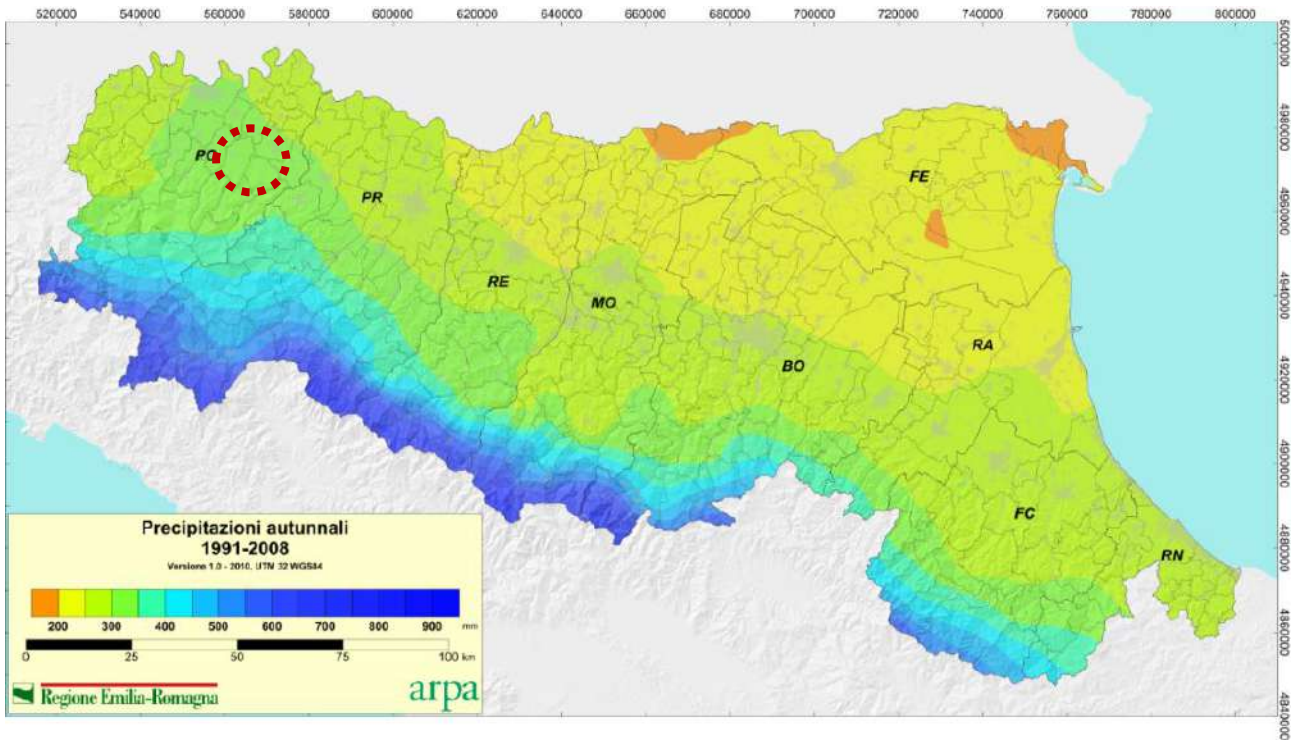




(h)

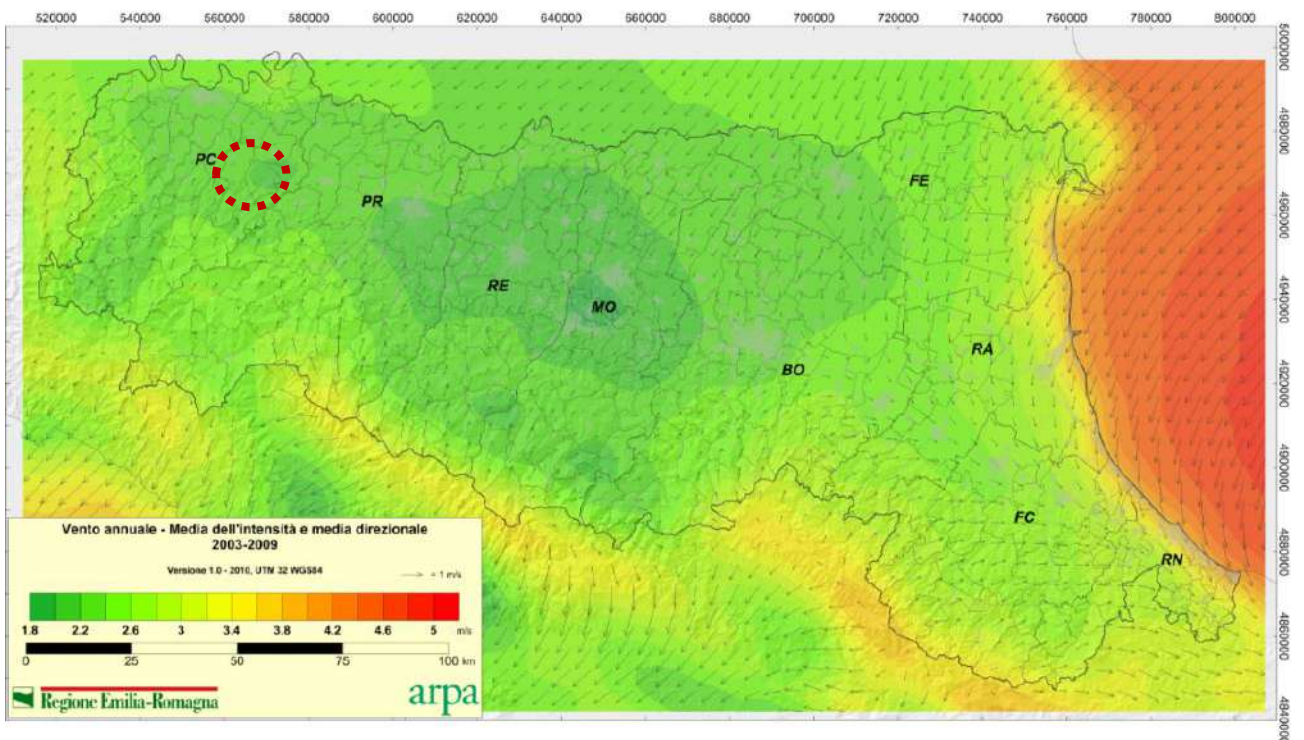


(i)

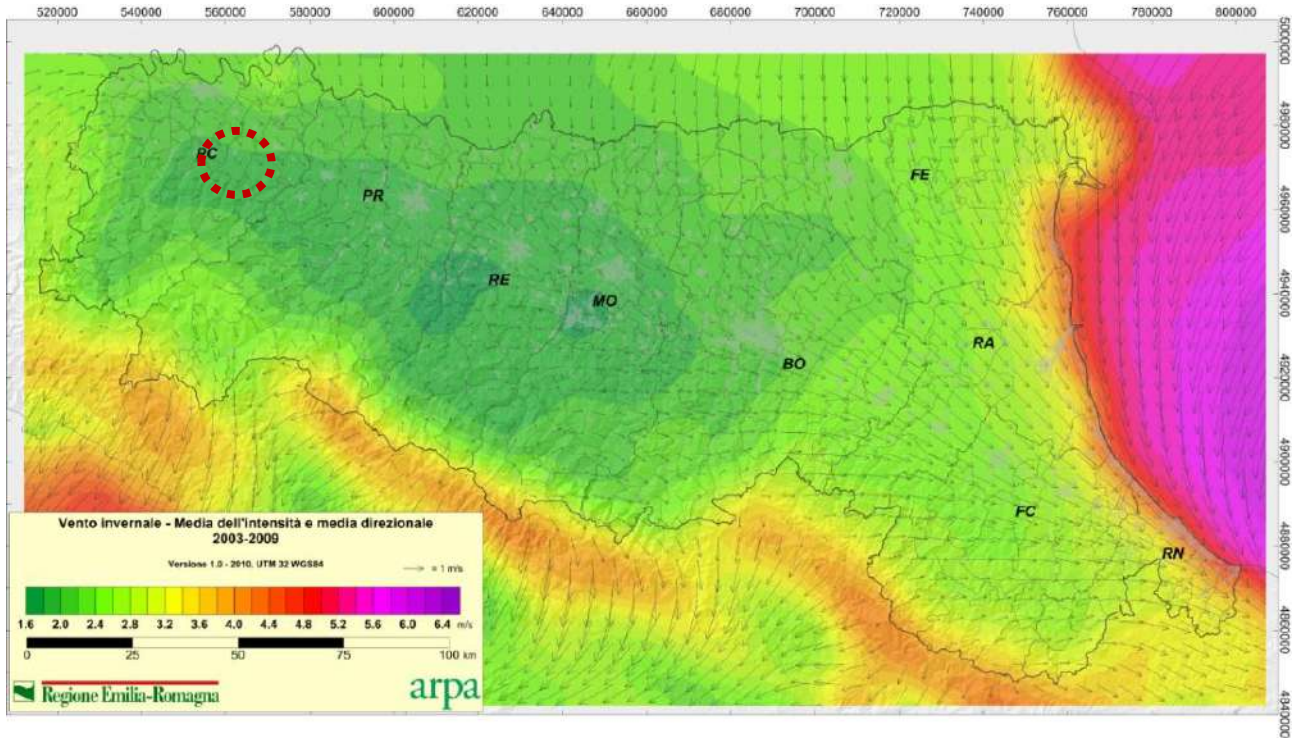


(l)

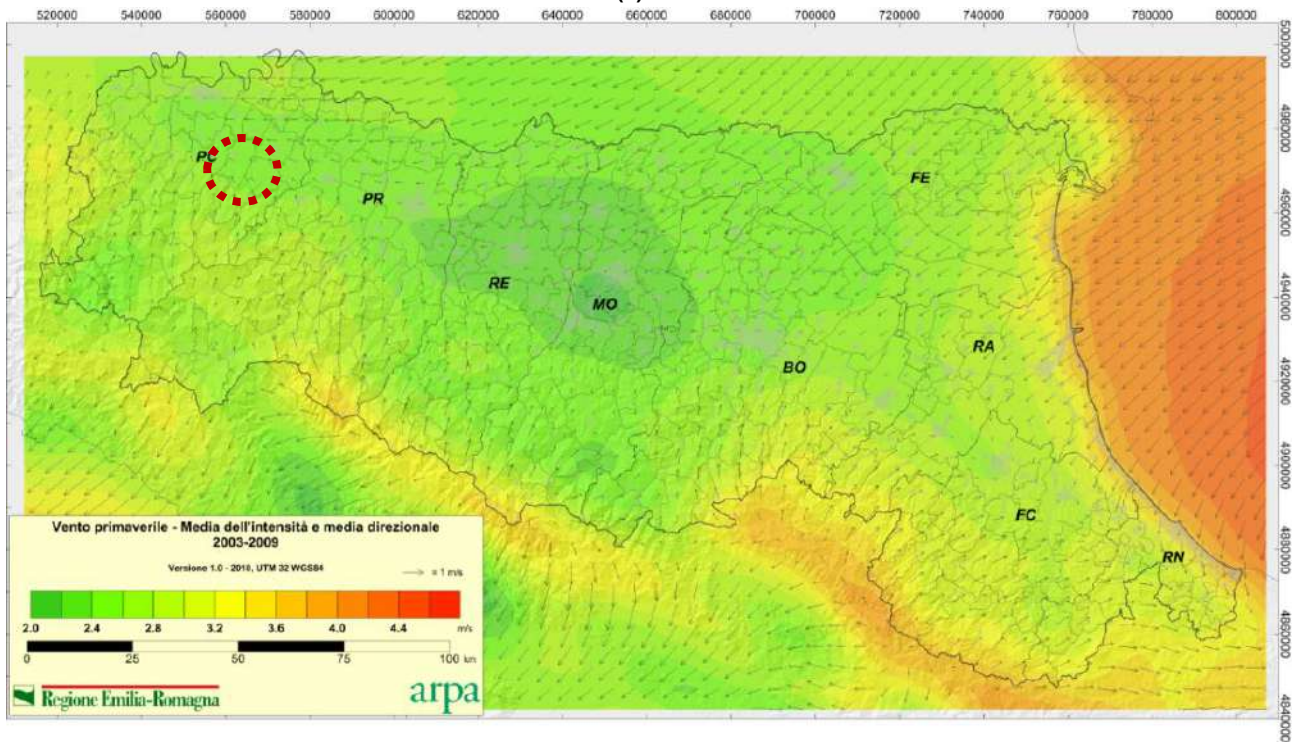
Figura 4-2: Precipitazioni medie(f) annue, (g) invernali, (h) primaverili, (i) estive, (l) autunnali(mm)Periodo 1991-2008



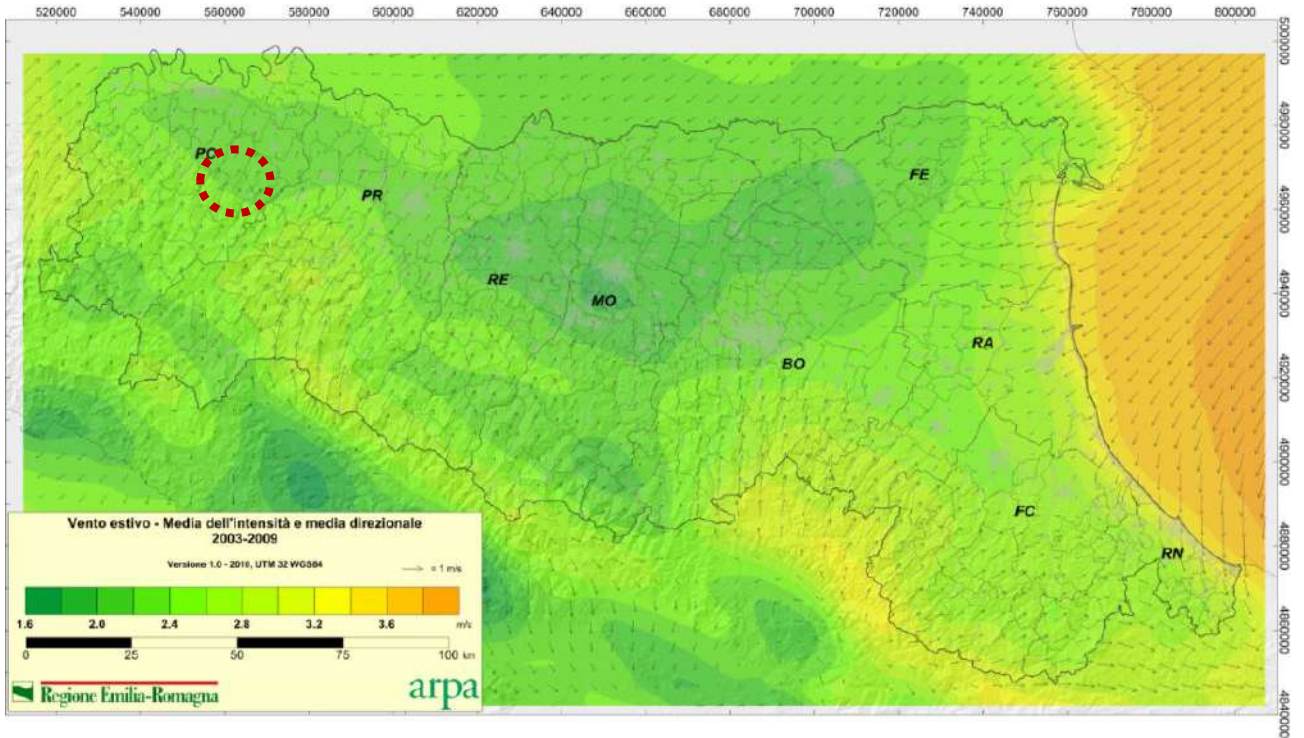
(m)



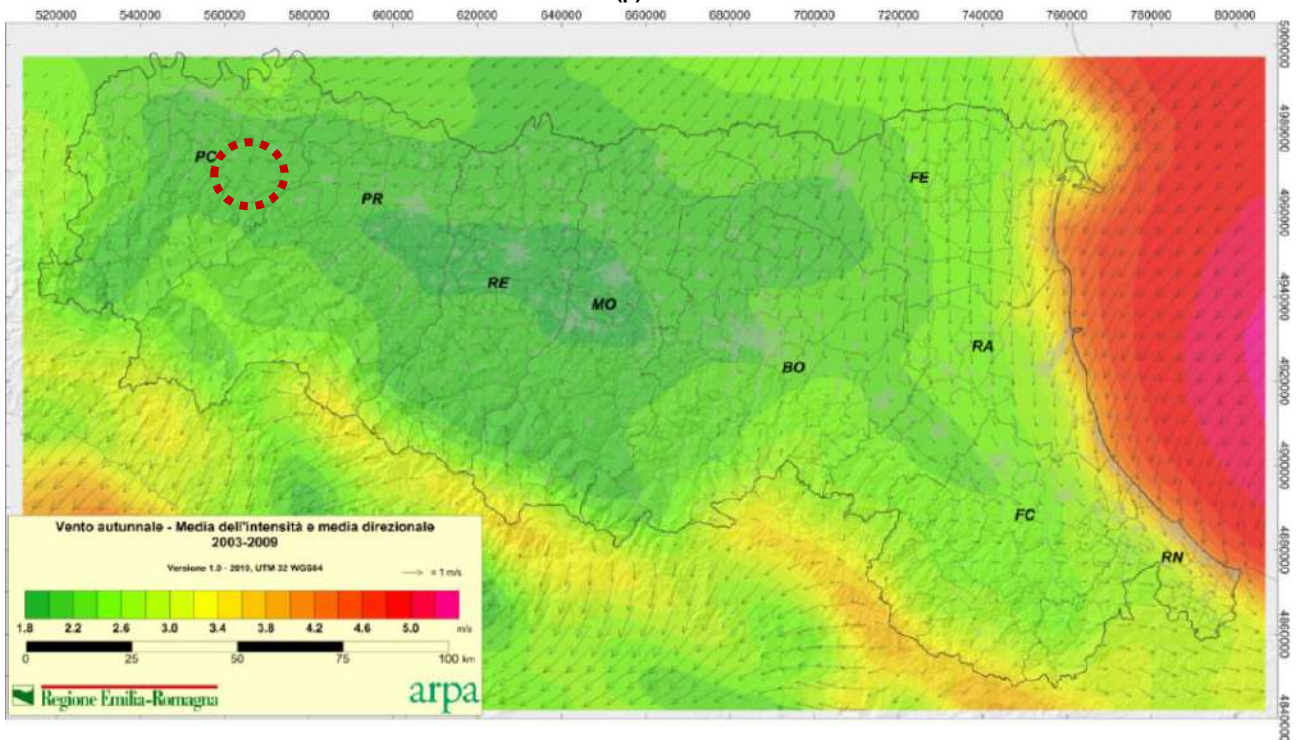
(n)



(o)



(p)



(q)

Figura 4-3: Intensità, avvezione vento media(m) annua, (n) invernale, (o) primaverile, (p) estiva, (q) autunnale(m/s)Periodo 2003-09

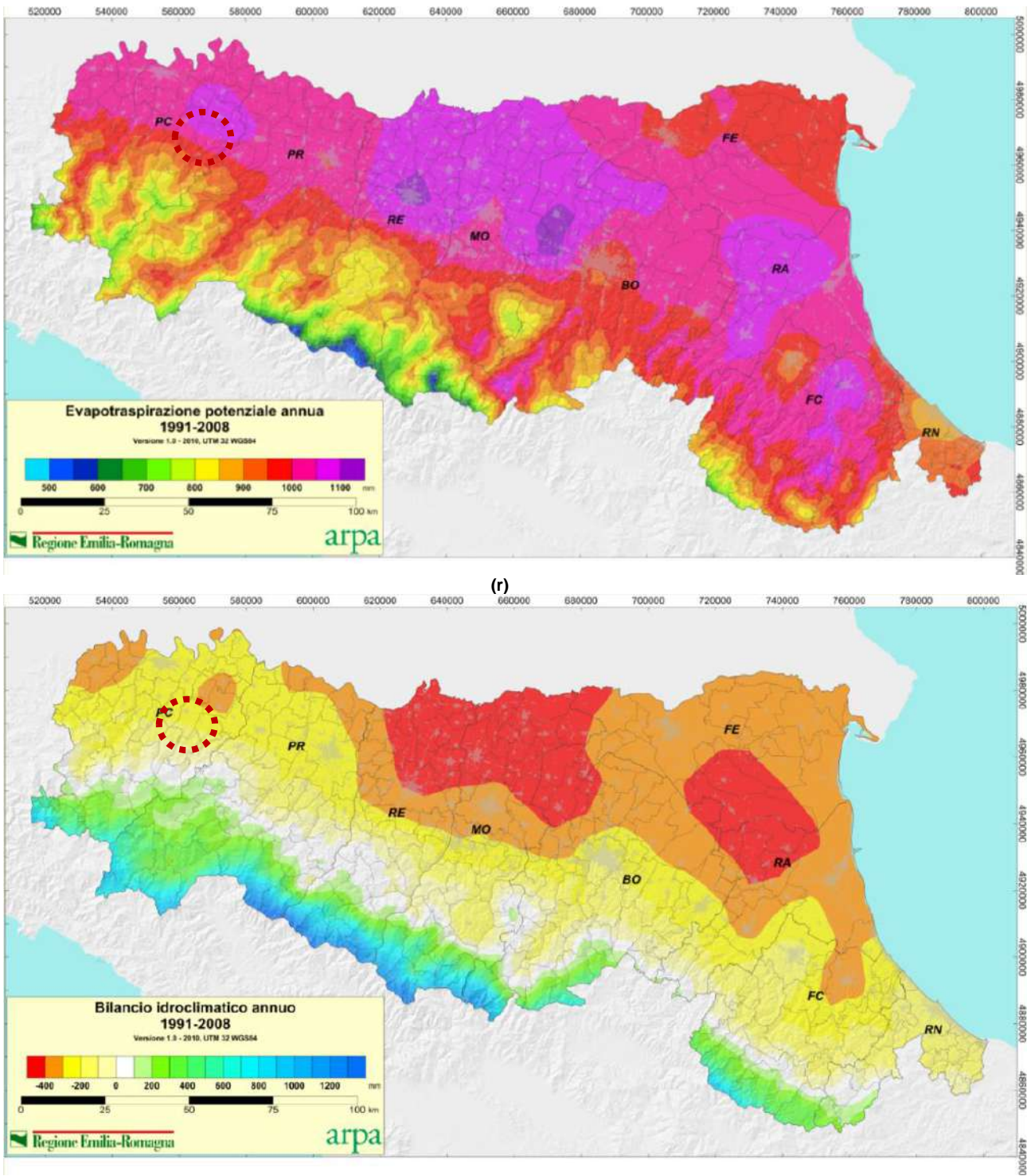


Figura 4-4: (r) Evapotraspirazione potenziale totale annua e (s) bilancio idroclimatico (mm) Periodo 1991 – 2008

#### 4.2.2.1.1 I dati climatici relativi all'annualità per le simulazioni modellistiche – Anno 2015

##### Regime termico

Per quanto riguarda le temperature medie mensili registrate del 2015, come visibile in Tabella 4-3, si registrano temperature più basse nel mese di febbraio, pari a 1,5°C.

Le temperature maggiori sono state invece registrate nei mesi di luglio con un massimo di 33,3 °C. In generale, la media annua è pari a circa 15°C.

Anno 2015			
Mese	T min (°C)	T media (°C)	T max (°C)
Gen	1,9	4,9	8,6
Feb	1,5	4,5	7,9
Mar	6,3	10,5	14,9
Apr	9,6	14,8	19,8
Mag	14,8	19,6	24,4
Giu	18,8	23,8	28,9
Lug	23,5	28,5	33,3
Ago	20,1	25,0	30,0
Sett	15,7	20,1	24,7
Ott	11,0	14,0	17,4
Nov	6,1	9,4	13,6
Dic	3,2	5,3	7,6

Tabella 4-3 Temperature minime, medie e massime mensili del 2015 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

In Figura 4-5 è possibile che il minimo assoluto si registra nel mese di febbraio pari a -6 °C e il massimo assoluto nel mese di luglio, pari a 37 °C.

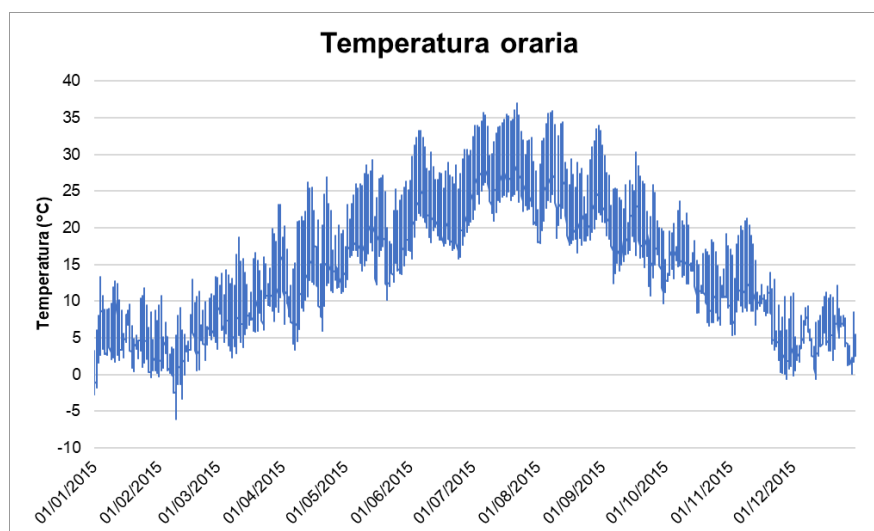


Figura 4-5 Temperatura oraria -2015 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

### Umidità relativa

Nella seguente figura è possibile osservare l'andamento dell'umidità relativa nel 2015, misurata come il rapporto tra la quantità di vapore acqueo effettivamente presente nella massa d'aria e la quantità massima che essa può contenere a quella temperatura. Come si nota, sono stati registrati valori maggiori del 90% in tutti i mesi, ad eccezione di luglio (cfr. Tabella 4-4). Invece, il valore minimo è stato registrato ad aprile, pari all'11%.

Anno 2015			
Mese	Umidità min (%)	Umidità media (%)	Umidità max (%)
Gen	16,0	70,7	96,0
Feb	21,0	75,1	95,0
Mar	14,0	59,6	95,0
Apr	11,0	50,9	94,0
Mag	21,0	60,2	94,0
Giu	20,0	52,8	92,0
Lug	23,0	46,6	83,0
Ago	22,0	54,4	94,0
Sett	18,0	51,7	94,0
Ott	30,0	75,4	94,0
Nov	32,0	78,1	95,0
Dic	61,0	89,2	96,0

Tabella 4-4 Valori di umidità minima, media e massima registrati nel 2015 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

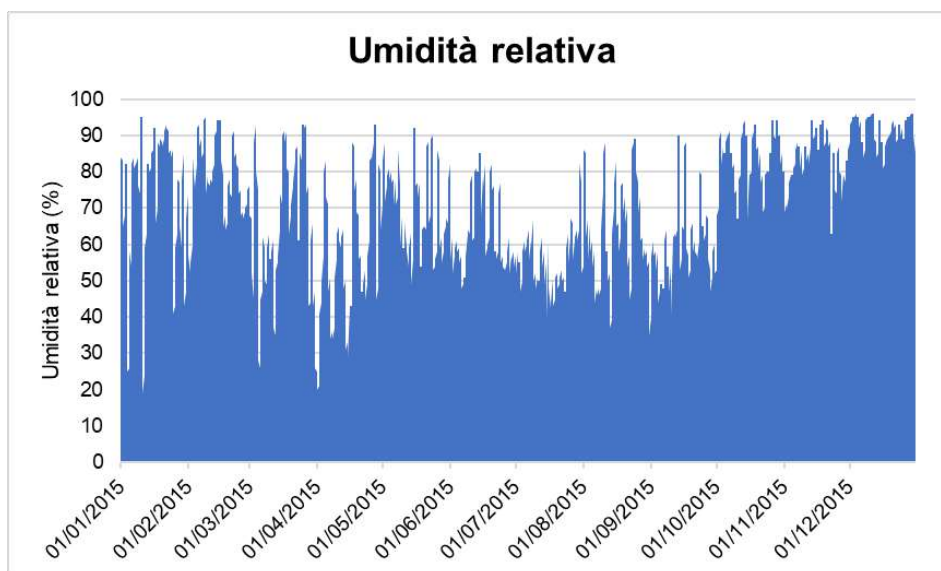


Figura 4-6 Umidità relativa percentuale - 2015 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

### Regime anemometrico

L'intensità del vento mensile registrata, mostrata in Tabella 4-5 e in Figura 4-7, assume dei picchi nel mese di maggio arrivando a valori di circa 7,7 m/s. La media annua è di circa 1,5 m/s.

Anno 2015			
Mese	V min (m/s)	V media (m/s)	V max (m/s)
Gen	0,0	1,4	5,7
Feb	0,0	1,4	5,2
Mar	0,0	1,7	5,7
Apr	0,0	1,8	7,4
Mag	0,0	1,7	7,7
Giu	0,0	1,8	6,4
Lug	0,0	1,8	5,5
Ago	0,0	1,5	4,3
Sett	0,0	1,8	5,0
Ott	0,0	1,3	5,6
Nov	0,0	1,1	5,6
Dic	0,0	1,0	2,4

Tabella 4-5 Velocità del vento minime, medie e massime mensili del 2015 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

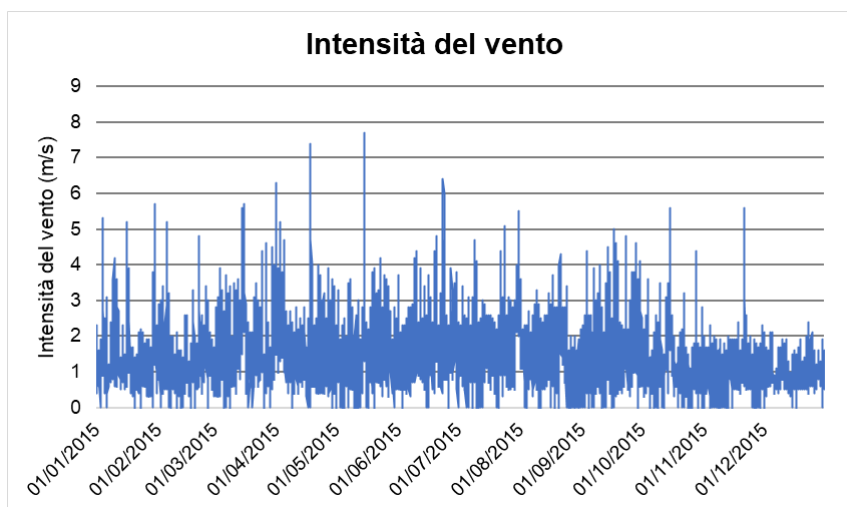


Figura 4-7 Intensità del vento – 2015 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)



Più in dettaglio, in Figura 4-8 è mostrata la frequenza millesimale della velocità del vento. Si può osservare che i valori di calma di vento sono stati registrati nel 44,8 ‰ dei casi, mentre la frequenza maggiore è stata registrata per valori di velocità compresi tra 1 e 2 m/s, pari al 499,3‰.

Classi di velocità	Frequenza (‰)
< 0,5 m/s	44,8
0,5 - 1 m/s	213,5
1-2 m/s	499,3
2-3 m/s	180,1
3-4 m/s	44,3
> 4 m/s	18,0

Tabella 4-6 VALORI MILLESIMALI DELLA VELOCITÀ ORARIA DEL VENTO – 2015 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

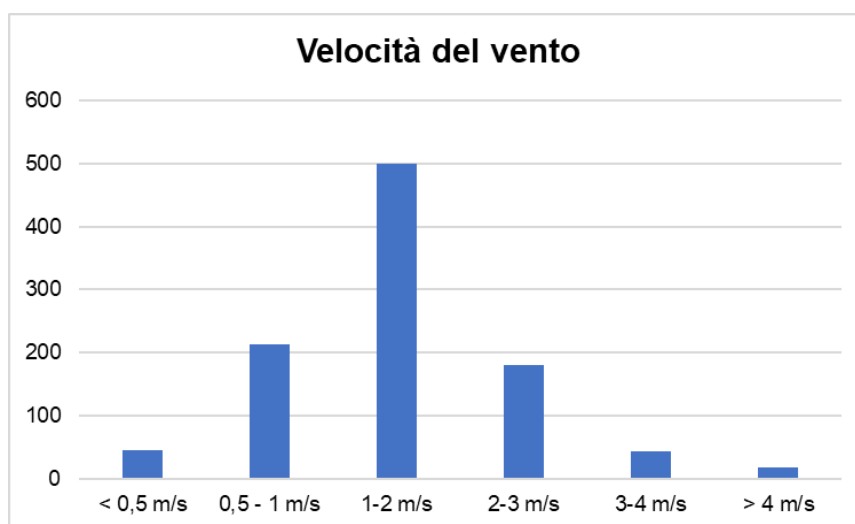


Figura 4-8 Valori millesimali della velocità oraria del vento – 2015 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

In relazione alla frequenza percentuale per direzione del vento (cf. Tabella 4-7 e Figura 4-9), si nota come le direzioni prevalenti, siano state registrate a Nord (116,4 ‰) e a Est – Sud Est (102,8 ‰).

Direzione vento	Frequenza per direzione di vento (‰)
N	116,4
NNE	52,4
NE	61,5
ENE	42,3
E	66,6
ESE	102,8
SE	55,0

Direzione vento	Frequenza per direzione di vento (‰)
SSE	39,6
S	80,8
SSW	60,7
SW	44,3
WSW	45,3
W	46,4
WNW	80,8
NW	63,4
NNW	41,7

Tabella 4-7 Frequenza per direzione di vento, espressa in millesimi - 2015 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

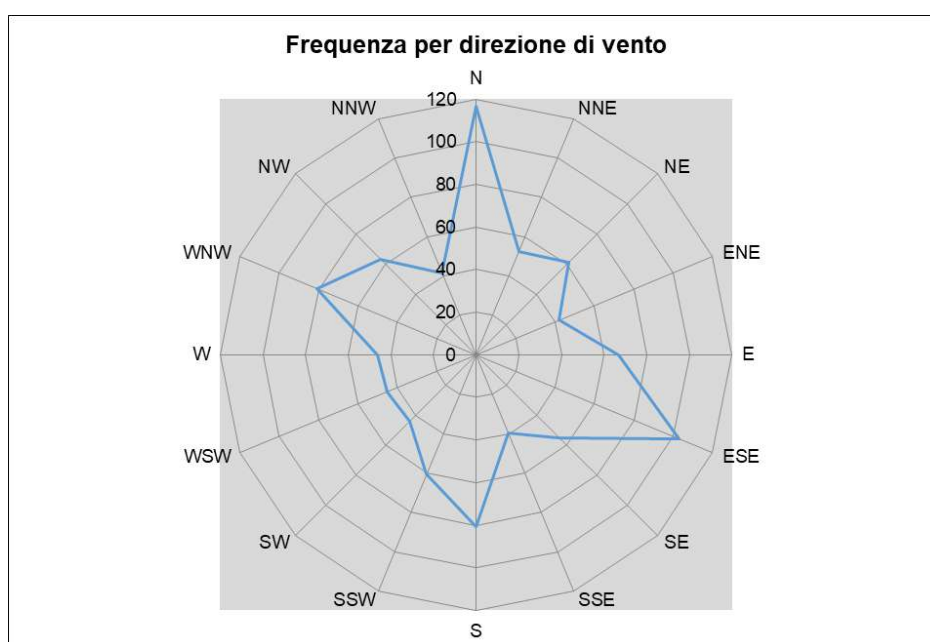


Figura 4-9 frequenza per direzione di vento, espressa in millesimi - 2015 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

### Nuvolosità

Il grado di nuvolosità viene calcolato in ottavi, dove, ad esempio, il valore 8 risulta essere quello in cui si ha il più alto grado di copertura. La seguente tabella descrive nel dettaglio tale parametro.

Aspetto del cielo	Descrizione e intensità
Sereno	copertura 0 ottavi
Poco nuvoloso	copertura 1-2 ottavi
Nuvoloso	copertura 3-4 ottavi
Molto nuvoloso	copertura 5-7 ottavi
Coperto	copertura 8 ottavi

Tabella 4-8 Grado di nuvolosità

Dal grafico riguardante la frequenza del grado di nuvolosità, Figura 4-10, si nota una bassa frequenza di grado di nubi della classe 8, mentre la frequenza più alta è registrata nella classe 1 o 2 che corrisponde al cielo poco nuvoloso.

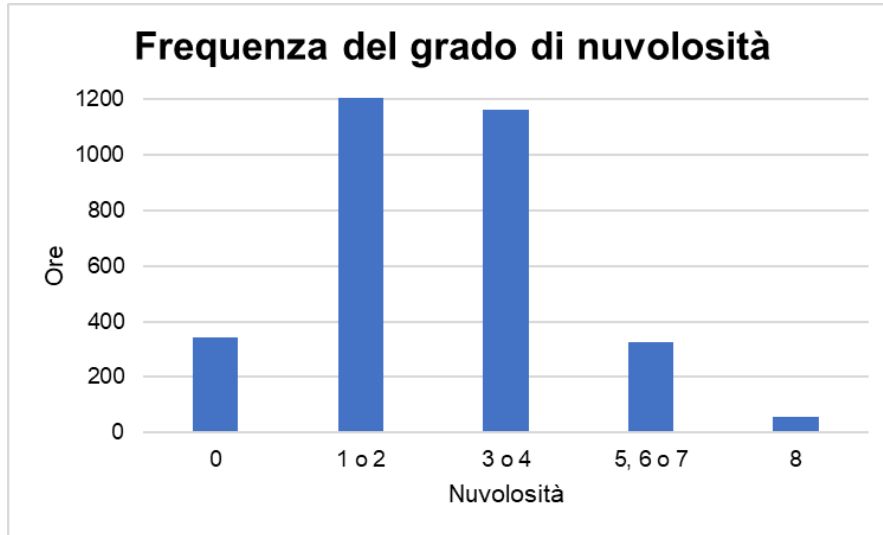


Figura 4-10 Frequenza del grado di nuvolosità – 2015 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

#### 4.2.2.1.2 I dati climatici relativi all'annualità più aggiornata – Anno 2021

##### Regime termico

Per quanto riguarda le temperature medie mensili registrate del 2021, come visibile in Tabella 4-9, si registrano temperature più basse nel mese di gennaio e dicembre, pari a 0,8°C.

Le temperature maggiori sono state invece registrate nel mese di luglio con un massimo di 30,5 °C. In generale, la media annua è pari a circa 14,6°C.

Anno 2021			
Mese	T min (°C)	T media (°C)	T max (°C)
Gen	0,8	2,9	5,7
Feb	4,7	7,7	11,1
Mar	5,2	10,5	15,8
Apr	8,2	12,7	17,2
Mag	12,8	17,7	22,6
Giu	19,5	25,0	30,3
Lug	20,3	25,5	30,5
Ago	19,9	24,9	29,9
Sett	17,2	22,1	27,2
Ott	10,2	14,1	18,7
Nov	6,8	8,9	11,4
Dic	0,8	2,9	5,4

Tabella 4-9 Temperature minime, medie e massime mensili del 2021 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

In Figura 4-11 è possibile che il minimo assoluto si registra nel mese di dicembre pari a -3,5 °C e il massimo assoluto nel mese di agosto, pari a 35,4 °C.

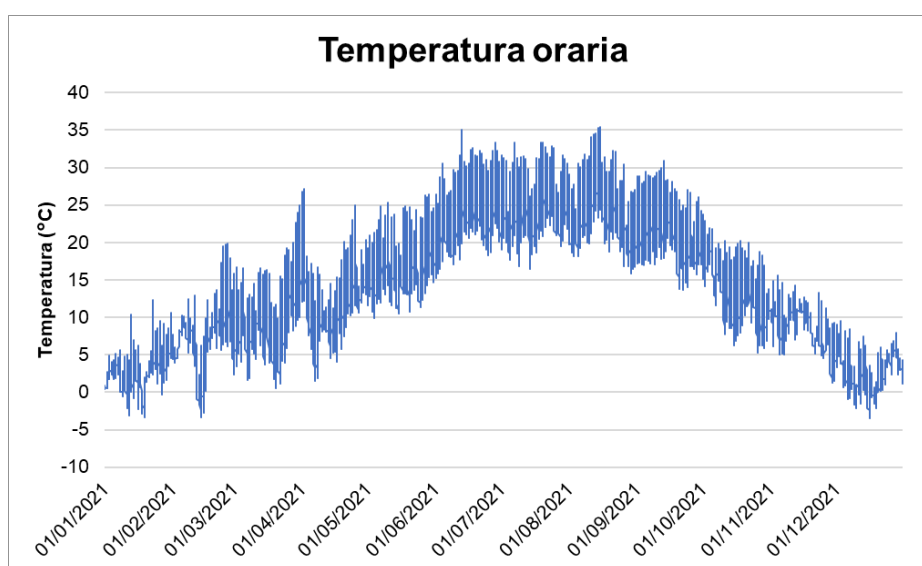


Figura 4-11 Temperatura oraria -2021 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

### Umidità relativa

Nella seguente figura è possibile osservare l'andamento dell'umidità relativa nel 2021, misurata come il rapporto tra la quantità di vapore acqueo effettivamente presente nella massa d'aria e la quantità massima che essa può contenere a quella temperatura. Come si nota, i valori maggiori sono stati registrati nei mesi da ottobre a febbraio, maggiori del 90% (cfr. Tabella 4-10). Invece, i valori minimi sono stati registrati nei mesi di marzo e aprile, pari rispettivamente al 9 e all'8%.

Anno 2021			
Mese	Umidità min (%)	Umidità media (%)	Umidità max (%)
Gen	24,0	76,6	95,0
Feb	19,0	70,4	93,0
Mar	9,0	46,7	80,0
Apr	8,0	53,0	90,0
Mag	11,0	52,8	90,0
Giu	18,0	46,0	87,0
Lug	15,0	52,2	90,0
Ago	18,0	48,7	86,0
Sett	20,0	52,3	90,0
Ott	28,0	64,0	91,0
Nov	30,0	79,7	94,0
Dic	44,0	83,1	95,0

Tabella 4-10 Valori di umidità minima, media e massima registrati nel 2021 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

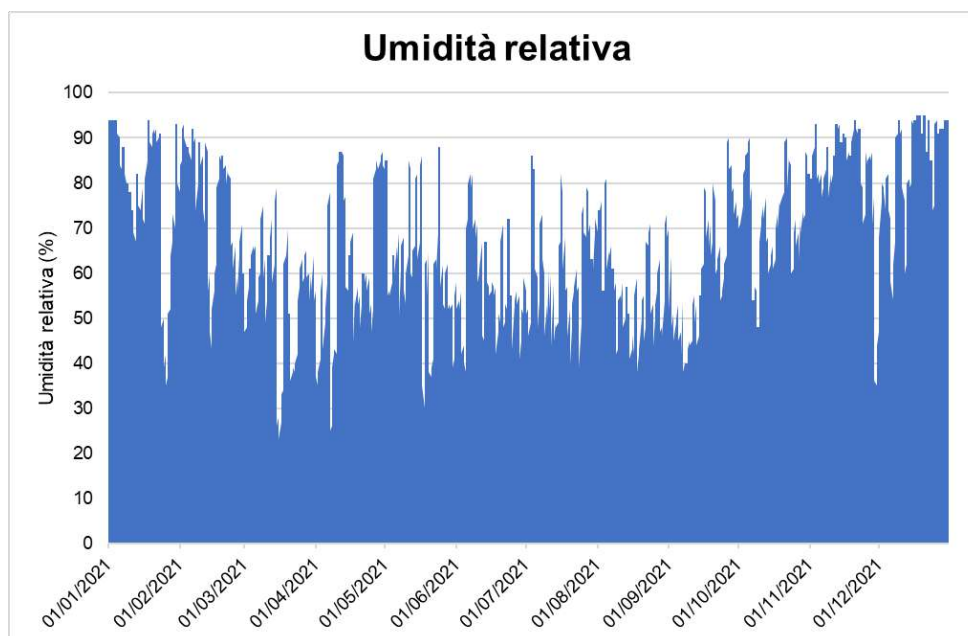


Figura 4-12 Umidità relativa percentuale – 2021 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

### Regime anemometrico

L'intensità del vento mensile registrata, mostrata in Tabella 4-11 e in Figura 4-13, assume dei picchi nel mese di aprile arrivando a valori di circa 8,3 m/s. La media annua è di circa 1,5 m/s.

Anno 2021			
Mese	V min (m/s)	V media (m/s)	V max (m/s)
Gen	0,4	1,2	4,0
Feb	0,0	1,5	5,1
Mar	0,0	1,6	6,3
Apr	0,0	1,7	8,3
Mag	0,4	1,9	5,9
Giu	0,3	1,8	5,9
Lug	0,0	1,7	6,3
Ago	0,0	1,7	5,5
Sett	0,0	1,5	5,4
Ott	0,0	1,3	4,0
Nov	0,0	1,4	4,2
Dic	0,0	1,1	4,6

Tabella 4-11 Velocità del vento minime, medie e massime mensili del 2021 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

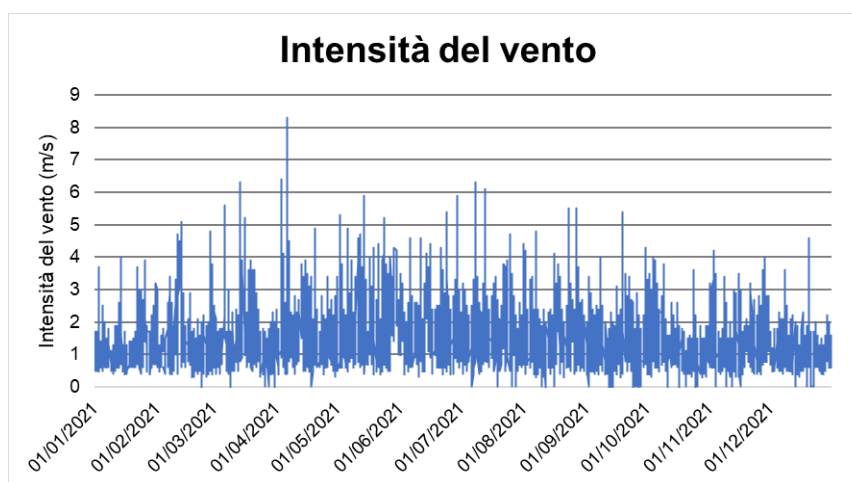


Figura 4-13 Intensità del vento – 2021 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

Più in dettaglio, in Figura 4-14 è mostrata la frequenza millesimale della velocità del vento. Si può osservare che i valori di calma di vento sono stati registrati nel 20,2 % dei casi, mentre la frequenza maggiore è stata registrata per valori di velocità compresi tra 1 e 2 m/s, pari al 510,8‰.

Classi di velocità	Frequenza (‰)
< 0,5 m/s	20,2
0,5 - 1 m/s	235,4

1-2 m/s	510,8
2-3 m/s	166,8
3-4 m/s	47,9
> 4 m/s	18,9

Tabella 4-12 VALORI MILLESIMALI DELLA VELOCITÀ ORARIA DEL VENTO – 2021 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

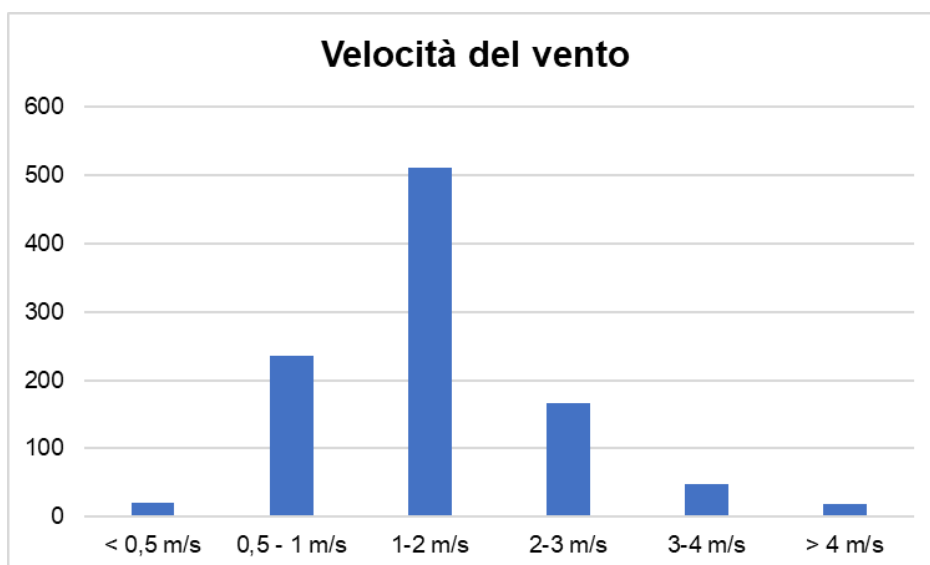


Figura 4-14 Valori millesimali della velocità oraria del vento – 2021 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

In relazione alla frequenza percentuale per direzione del vento (cf. Tabella 4-13 e Figura 4-15), si nota come le direzioni prevalenti, siano state registrate a Est – Sud Est (105,7 %), a Nord (93,5 %) e a Ovest – Nord Ovest (88,8 %).

Direzione vento	Frequenza per direzione di vento (%)
N	93,5
NNE	50,0
NE	62,1
ENE	58,3
E	80,9
ESE	105,6
SE	48,5
SSE	34,0
S	67,0
SSW	59,8
SW	43,8
WSW	47,2
W	55,1

Direzione vento	Frequenza per direzione di vento (‰)
WNW	88,8
NW	61,8
NNW	43,5

Tabella 4-13 Frequenza per direzione di vento, espressa in millesimi - 2021 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)



Figura 4-15 frequenza per direzione di vento, espressa in millesimi - 2021 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

### Nuvolosità

Il grado di nuvolosità viene calcolato in ottavi, dove, ad esempio, il valore 8 risulta essere quello in cui si ha il più alto grado di copertura. La Tabella 4-14 descrive nel dettaglio tale parametro.

Aspetto del cielo	Descrizione e intensità
Sereno	copertura 0 ottavi
Poco nuvoloso	copertura 1-2 ottavi
Nuvoloso	copertura 3-4 ottavi
Molto nuvoloso	copertura 5-7 ottavi
Coperto	copertura 8 ottavi

Tabella 4-14 Grado di nuvolosità

Dal grafico riguardante la frequenza del grado di nuvolosità, Figura 4-16, si nota una bassa frequenza di grado di nubi della classe 8, mentre la frequenza più alta è registrata nella classe 1 o 2 che corrisponde al cielo poco nuvoloso.



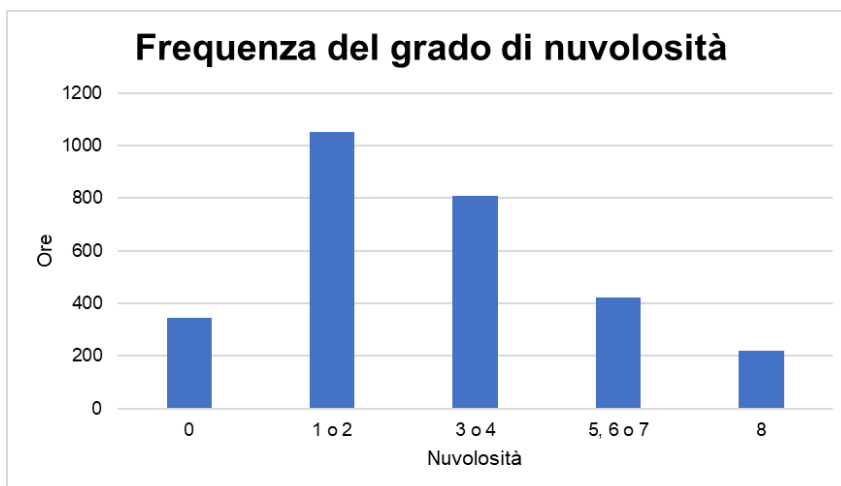


Figura 4-16 Frequenza del grado di nuvolosità – 2021 (Fonte: elaborazione dati stazione di Piacenza - Arpae)

#### 4.2.2.1.3 Il confronto tra le annualità 2021 e 2015 e conferma della validità del dato meteo utilizzato nelle simulazioni modellistiche

##### Parametri di confronto

Al fine di mostrare la coerenza dei dati meteorologici del 2015 con quelli del 2021, di seguito saranno analizzati e confrontati i principali parametri meteorologici, quali il regime termico ed il regime anemometrico.

##### Regime termico

Per quanto riguarda il regime termico il confronto è stato effettuato in primis tra le temperature medie mensili (cfr. Figura 4-17). Tale grafico mostra un andamento pressoché invariato tra i due differenti anni. In particolare, si può osservare un delta massimo nei mesi di febbraio e luglio pari a 3°C.

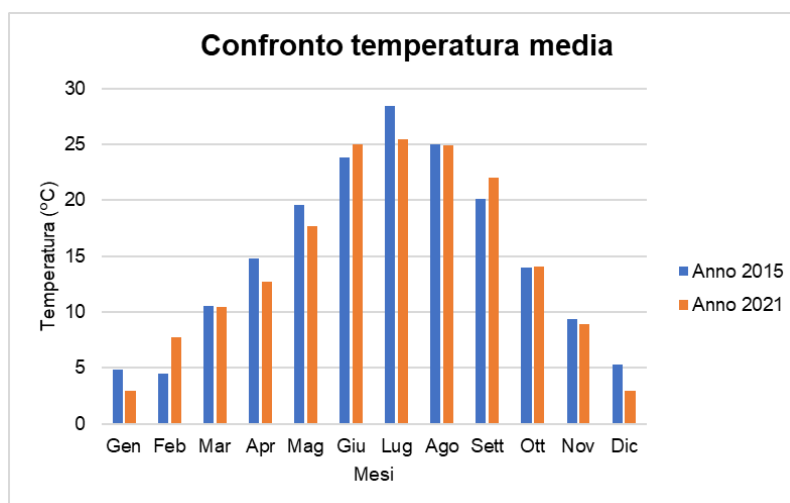
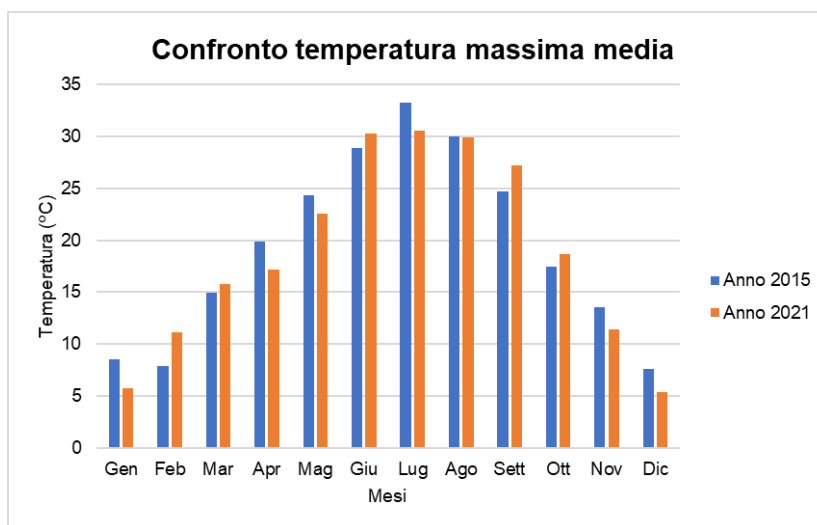
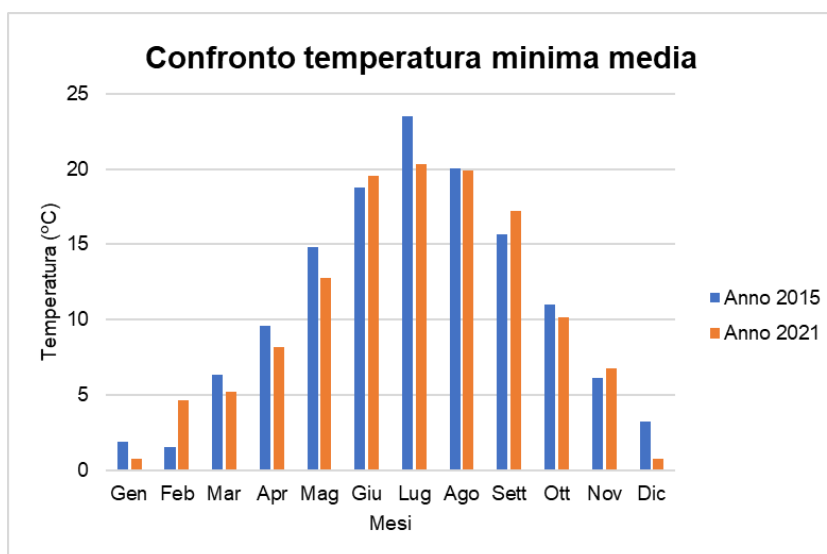


Figura 4-17 Confronto temperatura media

Anche nel confronto della temperatura massima media (cfr. Figura 4-18) e la temperatura minima media (cfr. Figura 4-19) il trend rimane analogo. In particolare, analogamente a quanto affermato per la temperatura media, si può osservare un delta massimo nei mesi di febbraio e luglio pari a 3°C.



**Figura 4-18 Confronto temperatura massima media**



**Figura 4-19 Confronto temperatura minima media**

### Regime anemometrico

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in m/s. Tale analisi è stata effettuata per il 2015 e per il 2021 in modo tale da poter effettuare un confronto.

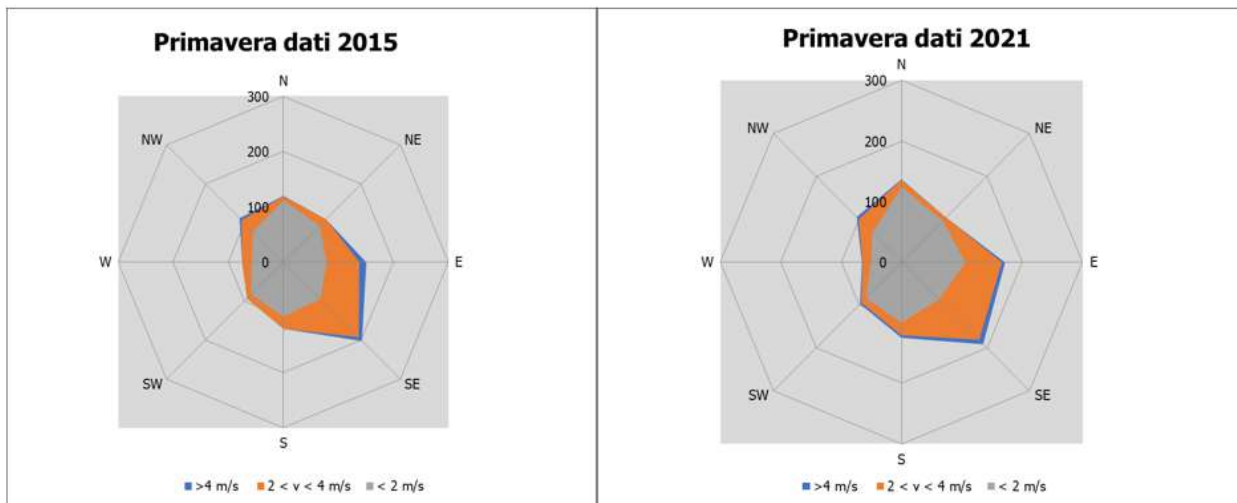
I grafici sotto illustrati mostrano tre classi di intensità:

- la prima classe comprende i valori di velocità inferiore a 2 m/s (in grigio);
- la seconda i valori tra 2 e 4 m/s (in arancione);
- la terza i valori superiori a 4 m/s (in blu).

Dalle figure seguenti si può effettuare il confronto tra i dati anemometrici dei due anni analizzati, suddivisi per stagioni. La prima stagione analizzata è la stagione invernale.



**Figura 4-20 Confronto dati anemometrici stagione invernale**



**Figura 4-21 Confronto dati anemometrici stagione primaverile**

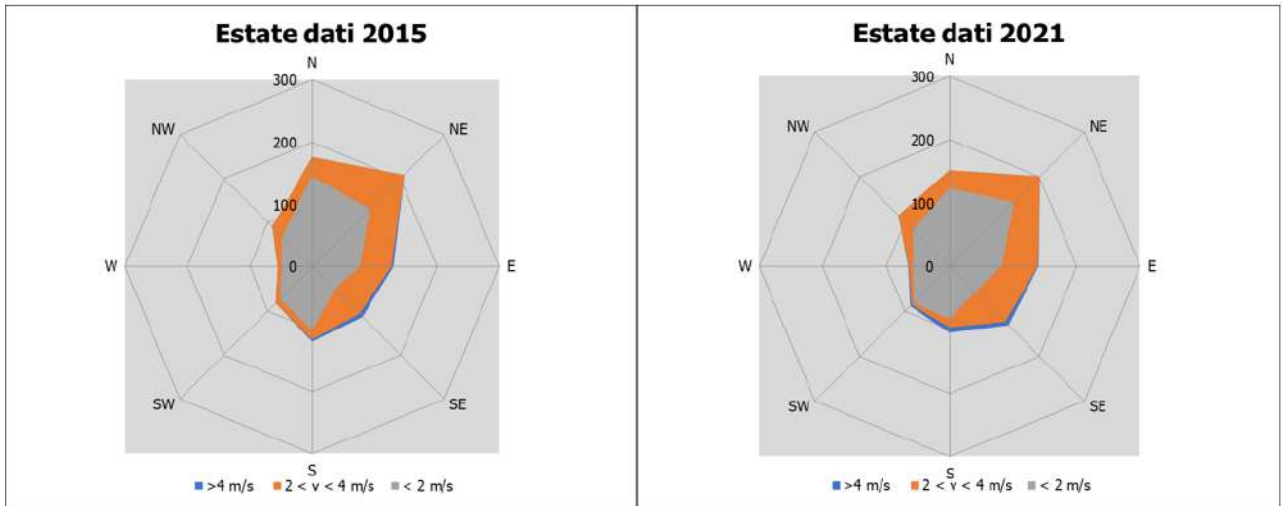


Figura 4-22 Confronto dati anemometrici stagione estiva

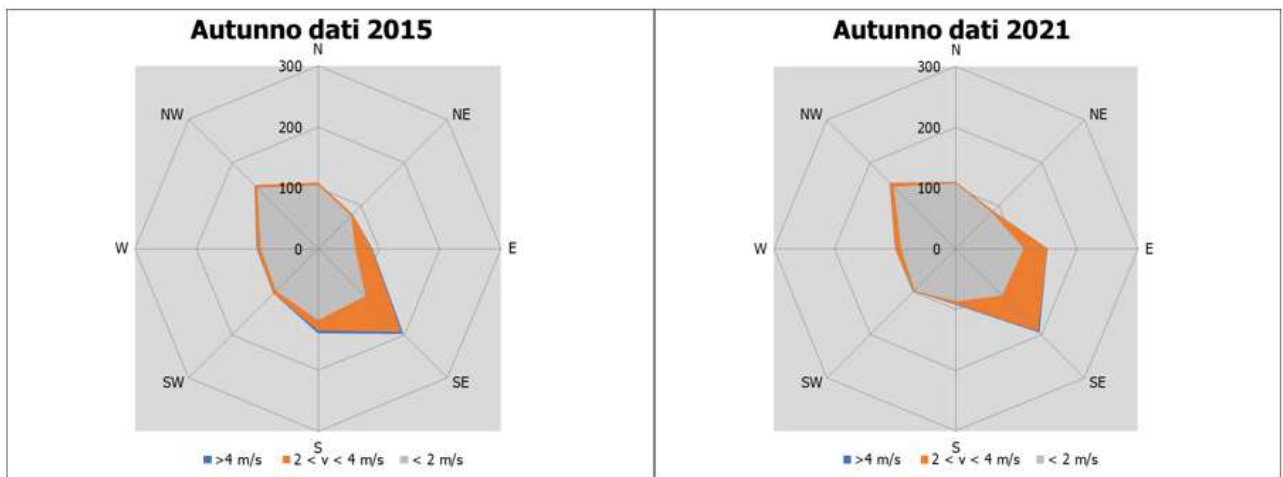


Figura 4-23 Confronto dati anemometrici stagione autunnale

Dal confronto risulta come le direzioni principali dei venti siano simili nei due anni presi in esame, infatti, le direzioni prevalenti nelle rose dei venti del 2015 risultano essere le medesime del 2021.

### Conclusioni

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti in relazione all'aspetto meteorologico, è possibile evidenziare in generale, sia in termini anemometrici che termici, una buona corrispondenza del dato attuale relativo al 2021 con i dati del 2015, anno di riferimento considerato nello Studio di Impatto Ambientale, ai fini dell'approfondimento meteo-climatico effettuato nell'elaborato "Analisi e valutazioni ambientali".

#### 4.2.2.2 Descrizione dello stato della qualità dell'aria

##### 4.2.2.2.1 Riferimenti normativi per la tutela della qualità dell'aria

La normativa di riferimento per la tutela della qualità dell'aria affronta la tematica secondo due aspetti fondamentali; da una parte agisce mediante il controllo delle emissioni dalle fonti inquinanti, attraverso limiti di emissione, dall'altra individua gli obiettivi di qualità dell'aria e valuta questa, predisponendone il monitoraggio e fissando standard di qualità, con metodi e criteri comuni, con lo scopo di proteggere la salute umana e l'ambiente nel suo complesso<sup>3</sup>.

Per quanto riguarda il “**Monitoraggio e la gestione della qualità dell'aria**” la definizione di obiettivi e standard di qualità dell'aria, ai fini della protezione della salute umana e dell'ambiente nel suo complesso, nonché la valutazione per il monitoraggio del rispetto degli standard ed il raggiungimento degli obiettivi preposti sono indicati nel **D. Lgs.13 agosto 2010 n. 155 e ss.mm.ii.** (in particolare D.Lgs. 250/2012) “*Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*”.

Nella normativa quadro trovano attuazione la Direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 21/5/2008, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, e le nuove disposizioni di attuazione nazionale della Direttiva 2004/107/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 15/12/2004, concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria in ambiente.

Il D.lgs.13 agosto 2010 n. 155 regola la gestione della qualità dell'aria, per biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, PM10, PM2.5, piombo, benzene, monossido di carbonio, ozono, oltre che gli inquinanti citati riferibili alla Direttiva 2004/107/CE, andando per questi a definire i valori limite, i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di informazione e di allarme, i livelli critici, l'obbligo di concentrazione e l'obiettivo di riduzione delle esposizioni.

Il decreto indica quali strumenti attraverso cui deve essere effettuata la valutazione della qualità dell'aria, la zonizzazione e la classificazione del territorio in zone e agglomerati, la rilevazione ed il monitoraggio dei livelli di inquinamento atmosferico, effettuati mediante reti di monitoraggio e l'impiego di tecniche modellistiche, l'inventario delle emissioni e gli scenari emissivi.

Indica inoltre, in caso di superamento dei valori limite, dei livelli critici, dei valori obiettivo, delle soglie di informazione e allarme, le competenze (Regioni, Province autonome, Stato) e le modalità affinché siano intraprese misure che non comportino costi sproporzionati, necessarie per agire sulle principali sorgenti di emissione per raggiungere gli standard e gli obiettivi (Piani) nonché i provvedimenti per informare il pubblico in modo adeguato e tempestivo.

Infine disciplina l'attività di comunicazione di informazioni relative alla qualità dell'aria.

Le soglie individuate per ogni agente inquinante sono riassunte nelle tabelle che seguono.

Dal momento che il particolato è un inquinante di grande rilevanza anche sotto il profilo sanitario, si riportano nella tabella che segue i valori guida definiti dall'OMS (WHO-AQG, 2006, *W h o A i r q u a l i t y g u i d e l i n e s f o r p a r t i c u l a t e m a t t e r, o z o n e, n i t r o g e n d i o x i d e a n d s u l f u r d i o x i d e* Global update 2005 ).

<sup>3</sup>[https://www.arpae.it/dettaglio\\_generale.asp?id=2926&idlivello=1640](https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=2926&idlivello=1640)

Tabella 4-15: Soglie agenti inquinanti (fonte D. Lgs 155/2010).

Inquinante	Riferimenti
Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	Valore limite orario: 200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile
	Valore limite annuale: 40 µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme: 400 µg/m <sup>3</sup> per tre ore consecutive in una stazione con rappresentatività ≥ 100 km <sup>2</sup>
Inquinante	Riferimenti
Monossido di carbonio (CO)	Valore limite (massimo giornaliero della media mobile di 8 ore): 10 mg/m <sup>3</sup>
Inquinante	Riferimenti
Polveri fini PM <sub>10</sub>	Valore limite giornaliero: 50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile
	Valore limite annuale: 40 µg/m <sup>3</sup>
Inquinante	Riferimenti
Polveri fini PM <sub>2,5</sub>	Valore limite annuale: 25 µg/m <sup>3</sup>
Inquinante	Riferimenti
Ozono (O <sub>3</sub> )	Valore obiettivo per la protezione della salute: 120 µg/m <sup>3</sup> massimo giornaliero della media mobile di 8 ore da non superare più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni
	Soglia di informazione: 180 µg/m <sup>3</sup> (media oraria)
	Soglia di allarme: 240 µg/m <sup>3</sup> (media oraria) per tre ore consecutive
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 <sup>L</sup> : 18000 µg/m <sup>3</sup> · h calcolato sulla base dei valori di 1 ora, da maggio a luglio, come media su 5 anni
Inquinante	Riferimenti
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Valore limite orario: 350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile
	Valore limite giornaliero: 125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per anno civile
	Soglia di allarme: 500 µg/m <sup>3</sup> per tre ore consecutive in una stazione con rappresentatività ≥ 100 km <sup>2</sup>
Inquinante	Riferimenti
Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Valore limite annuale: 5 µg/m <sup>3</sup>

Tabella 4-16: Soglie PM<sub>2,5</sub> (fonte D. Lgs 155/2010).

Inquinante	Valore Guida
PM <sub>10</sub>	20 µg/m <sup>3</sup> – media annuale
	50 µg/m <sup>3</sup> – media giornaliera (24 h)
PM <sub>2,5</sub>	10 µg/m <sup>3</sup> – media annuale
	25 µg/m <sup>3</sup> – media giornaliera (24 h)

Il **D.M. Ambiente 29 novembre 2012** individua sul territorio nazionale stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria (di fondo e non) per inquinanti quali PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, idrocarburi policiclici aromatici, metalli pesanti, ozono e suoi precursori, previste dal D.Lgs. 155/2010.

La regione Emilia-Romagna ha parallelamente sviluppato una propria disciplina giuridica che è andata ad affiancare e attuare quella nazionale.

In particolare, per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico, ha affidato ad ARPA Emilia Romagna la gestione della Rete Regionale della Qualità dell'Aria (D.G.R. n°1614 del 26/10/2009, D.G.R. n° 2278 del 28/12/2009, D.G.R. n°10082 del 16/09/2010) e ha provveduto ad attuare a livello regionale il D.Lgs. 155/2010 attraverso la D.G.R. n° 2001 del 27/12/2011, procedendo anche ad una revisione della rete di rilevamento (Allegato DGR 2001/2011- Revisione del sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria) e ad operare una nuova suddivisione del territorio in unità sulle quali eseguire la valutazione e applicare le misure gestionali (Allegato DGR 2001/2011- Zonizzazione della Regione Emilia-Romagna).

In seguito al superamento dei valori limite di biossido di azoto e PM10, rispondendo alle esigenze normative pervenute dal D.Lgs. 155/2010, la Regione Emilia-Romagna ha provveduto a chiedere proroga del termine per il conseguimento e deroga all'obbligo di applicare determinati valori limite per il Biossido di azoto e per il PM10 (D.G.R. n° 344 del 14/03/2011). Ai fini del risanamento delle qualità dell'aria la Regione Emilia Romagna ha risposto agli adempimenti richiesti anche mediante il programma di interventi attivato dagli Accordi di programma sulla qualità dell'aria fra Regione, Comuni capoluogo e Comuni con popolazione superiore ai 50000 abitanti, sottoscritti a partire dal 2002 (D.G.R. n° 988 del 16/7/2012, D.P.G.R. n°223 del 13/10/2010).

Per quanto riguarda le **“Emissioni in atmosfera”** queste sono regolamentate dai seguenti riferimenti normativi.

- **D.Lgs. n° 171 del 21/05/2004**, provvedimento che attua quanto previsto dalla **Direttiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23/10/2001** (Direttiva NEC), che prevede la limitazione delle emissioni di sostanze inquinanti ad effetto acidificante ed eutrofizzante e dei precursori dell'ozono, stabilendo un sistema di limiti massimi nazionali (tetti) in merito alle emissioni di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), composti organici volatili (COV) ed ammoniacca (NH<sub>3</sub>) da raggiungere entro il 2010;
- **D.Lgs n° 152 del 3/4/2006 e ss. mm. ii. (D.Lgs. 128/2010)** che nella Parte V - Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera, affronta la prevenzione e limitazione delle emissioni in atmosfera, attraverso prescrizioni e valori limite relativi ad emissioni generate da determinate attività, impianti e combustibili, riformulando il precedente regime autorizzatorio (dall'ambito di applicazione rimangono esclusi gli impianti di incenerimento e coincenerimento dei rifiuti e quelli sottoposti ad autorizzazione integrata ambientale – AIA, disciplinati da specifica normativa);
- **Direttiva 2010/75/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 24/11/2010** relativa alle emissioni industriali (prevenzione e riduzione dell'inquinamento) che riunisce in un solo provvedimento varie direttive in materia, al fine di ridurre le emissioni delle suddette attività nelle diverse matrici ambientali, tra cui l'aria, allargando il sistema Ippc a nuove tipologie di impianti, dando disposizioni di controllo maggiormente stringenti e maggiore importanza alle BAT (Best Available Techniques);

- **D.Lgs. n° 30 del 13/3/2013** che attua quanto previsto dalla **Direttiva 2009/29/CE del Parlamento europeo e del Consiglio 23/4/2009**, modificante la precedente Direttiva 2003/87/CE per il perfezionamento ed estensione del sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione di gas a effetto serra (Emission Trading) nell'ambito dell'applicazione del Protocollo di Kyoto per la riduzione dei gas ad effetto serra.

Sono poi presenti numerosi provvedimenti e norme di settore riguardanti la regolamentazione di emissioni di taluni inquinanti per specifiche fonti emmissive.

A livello locale la Regione Emilia Romagna ha emanato diversi provvedimenti legati alle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera ai sensi del D. Lgs. 152/2006: D.G.R. n° 2236 del 28/12/2009 e ss.mm.ii. (D.G.R. n° 1769 del 22/11/2010, D.G.R. n° 335 del 14/3/2011, D.G.R. n° 1496 del 24/10/2011, D.G.R. n° 1681 del 21/11/2011); D.G.R. n° 1497 e D.G.R. n° 1498 del 24/10/2011.

#### **4.2.2.2 I dati esistenti sulla qualità dell'aria: la rete di rilevamento provinciale**

Il territorio regionale è suddiviso in 4 zone ("Agglomerato" di Bologna, "Appennino", "Pianura Ovest" e "Pianura Est") e sulla base di questa zonizzazione è stato definito l'assetto della Rete regionale di monitoraggio (RRQA), che prevede sul territorio 47 stazioni fisse di misura, 5 delle quali in provincia di Piacenza.

Il Comune di Rivergaro si inserisce nell'ambito della "Pianura Ovest" mentre il Comune di Travo si inserisce nell'ambito dell'"Appennino".

Nel territorio della Provincia di Piacenza la rete di monitoraggio della qualità dell'aria è costituita da 5 stazioni fisse:

- Piacenza-Giordani Farnese;
- Piacenza-Parco Montecucco;
- Besenzone;
- Lugagnano;
- Corte Brugnatella (località Carana).

Sono presenti inoltre 2 stazioni locali (stazioni collocate sul territorio con l'obiettivo di valutare eventuali impatti sulla qualità dell'aria prodotti nelle aree circostanti da specifiche fonti di emissione, come impianti industriali):

- Piacenza-Ceno;
- Piacenza-Gerbido.

La Figura 4-24 mostra la mappa della localizzazione delle stazioni fisse (configurazione 2015). La stazione caratterizzante più prossima all'area di intervento risulta essere "Corte Brugnatella". La configurazione per l'anno 2015 in termini di localizzazione, classificazione e appartenenza alla rete regionale, nonché di dotazione strumentale è riportata nella tabella seguente.



I dati della rete fissa sono stati integrati con indagini mediante laboratorio mobile ed un'unità mobile per la rilevazione del particolato fine, che consentono la realizzazione di specifiche campagne di misura.

I dati da laboratorio mobile per il Comune di Travo ed il Comune di Rivergaro sono disponibili rispettivamente per gli anni 2009 e 2015.

Tabella 4-17: Stazioni di rilevamento aria (fonte ARPAE, 2016).

STAZIONE	TIPO	LOCALIZZAZIONE	NO <sub>2</sub>	CO	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	O <sub>3</sub>	BTEX	NMHC
Piacenza Giordani – Farnese	Regionale Traffico	Pianura Ovest	X	X	X			X	
Piacenza Parco Montecucco	Regionale Fondo Urbano	Pianura Ovest	X		X	X	X		
Lugagnano	Regionale Fondo Suburbano	Pianura Ovest	X		X		X		
Besenzone	Regionale Fondo Rurale	Pianura Ovest	X			X	X		
Corte Brugnatella	Regionale Fondo Rurale Remoto	Appennino	X		X		X		
Piacenza Ceno	Locale	Area inceneritore	X	X	X	X			
Piacenza Gerbido	Locale	Area inceneritore	X	X	X	X			X

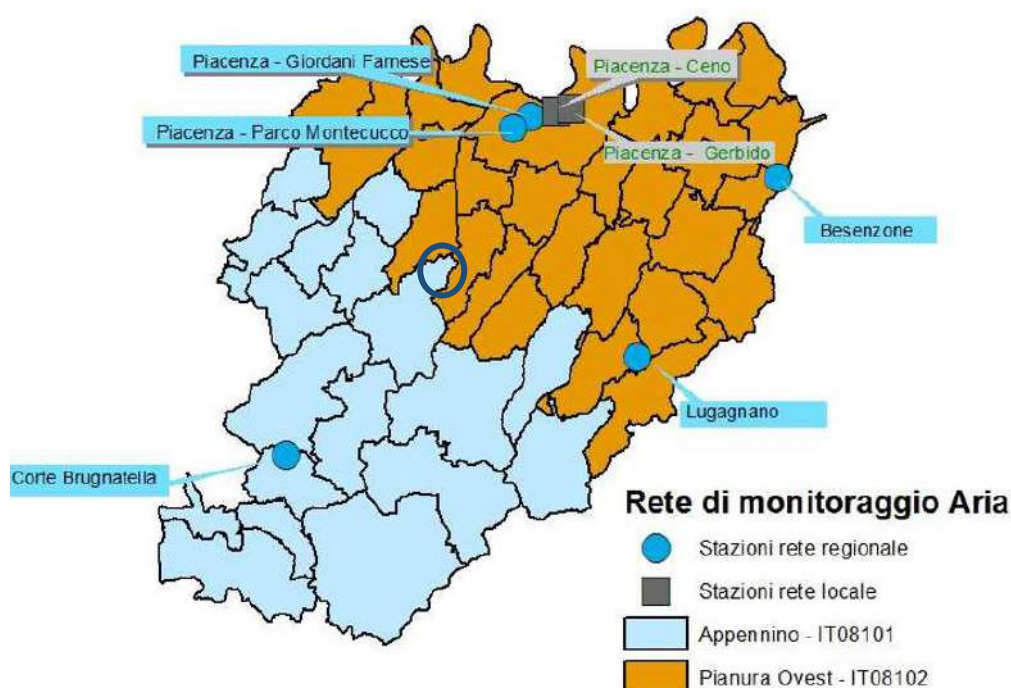


Figura 4-24: Localizzazione delle stazioni fisse di misura della qualità dell'aria (PQRA, 2006).

#### 4.2.2.2.3 Analisi dei principali inquinanti atmosferici

Il Piano Provinciale di Risanamento e Tutela della Qualità dell'Aria (PPRTQA) di Piacenza approvato dal Consiglio Provinciale con delibera n.77 del 15 ottobre 2007 approfondisce la situazione della qualità dell'aria sul territorio di competenza e mette in evidenza gli elementi generali di seguito discussi.

A causa della sua collocazione geografica, l'area centrale della pianura rappresenta il crocevia delle più importanti infrastrutture di comunicazione della pianura padana centro-occidentale: le Autostrade A1 e A21, le linee ferroviarie Milano-Bologna e Bologna-Torino, le Statali 9 (Emilia Parmense), 10 (Emilia Pavese e Caorsana), 587 (Cortemaggiore), 45 (Val Trebbia) e 654 (Val Nure), la Provinciale 6 (Castellarquato) e le altre numerose provinciali; in particolare le principali vie di comunicazione stradale intersecano a stella il comune capoluogo, concentrando nell'area centrale della pianura elevati flussi di traffico veicolare.

I flussi di traffico che si generano sulle infrastrutture stradali della provincia sono molto elevati; il traffico veicolare rappresenta quindi una delle fonti di inquinamento principali dell'aria.

Allo stato di fatto dei fattori di pressione antropica sul territorio e quindi sulla qualità dell'aria devono essere aggiunti al traffico veicolare in particolare gli insediamenti produttivi (concentrati in particolare nel comune di Piacenza e lungo le principali direttrici di traffico, ossia la SS n. 9 via Emilia e la ex SS n. 10 Padana Inferiore), gli ambiti commerciali, gli insediamenti residenziali ed infine i mezzi agricoli operanti nel territorio e gli allevamenti zootecnici.

Per quanto concerne il traffico emerge che il maggior carico inquinante da traffico sia distribuito nella fascia dei comuni di pianura, attraversati dalle principali arterie di traffico (via Emilia, Padana Inferiore e autostrade), nonché in quelli vicini a Piacenza o Cremona, città con forti caratteristiche centripete.

Il traffico coinvolge pesantemente il territorio provinciale, attraversato da un fitto reticolo di strade di ogni livello, tra cui si contano circa 138 km di autostrade, 438 km di strade statali, 942 km di strade provinciali e 3610 km di strade comunali; su questo fitto reticolo stradale, ma in particolare sugli assi stradali statali e autostradali della pianura, il traffico veicolare raggiunge punte particolarmente elevate.

**I valori massimi si rilevano quindi sulla autostrada A1 ed a seguire sulla A21, sulla SS 9 (Emilia Parmense), sulla SS 10 direzione Pavia (Emilia Pavese), sulla SS 654, sulla SS 45 ed infine sulla SP 6.**

Il maggior carico inquinante di polveri per unità di superficie comunale da insediamenti produttivi si registra nei Comuni sede di importanti impianti quali centrali elettriche (Piacenza e Castel San Giovanni), cementifici (Piacenza e Vernasca), impianti di produzione pannelli in truciolati di legno (Caorso), mangimifici ed altre attività manifatturiere (Sarmato e Podenzano). Per quanto riguarda gli ossidi di azoto risulta evidente la differenza tra i Comuni che ospitano le due principali centrali di produzione energia (Piacenza, Sarmato e Castel San Giovanni), i cementifici (Piacenza e Vernasca) o gli impianti di stoccaggio gas (Cortemaggiore), rispetto a tutti gli altri Comuni.

Per quanto riguarda il riscaldamento e gli impianti civili, Piacenza presenta le emissioni più elevate, coerentemente con la propria maggiore densità di popolazione, seguono i comuni maggiori quali Fiorenzuola d'Arda e Castel San Giovanni.

Nella figura seguente sono riportati in un istogramma i carichi percentuali dovuti alle varie sorgenti emissive; nelle figure successive sono riportate le emissioni annue totali in kg per i principali inquinanti considerati, nonché i carichi inquinanti totali per singolo comune.

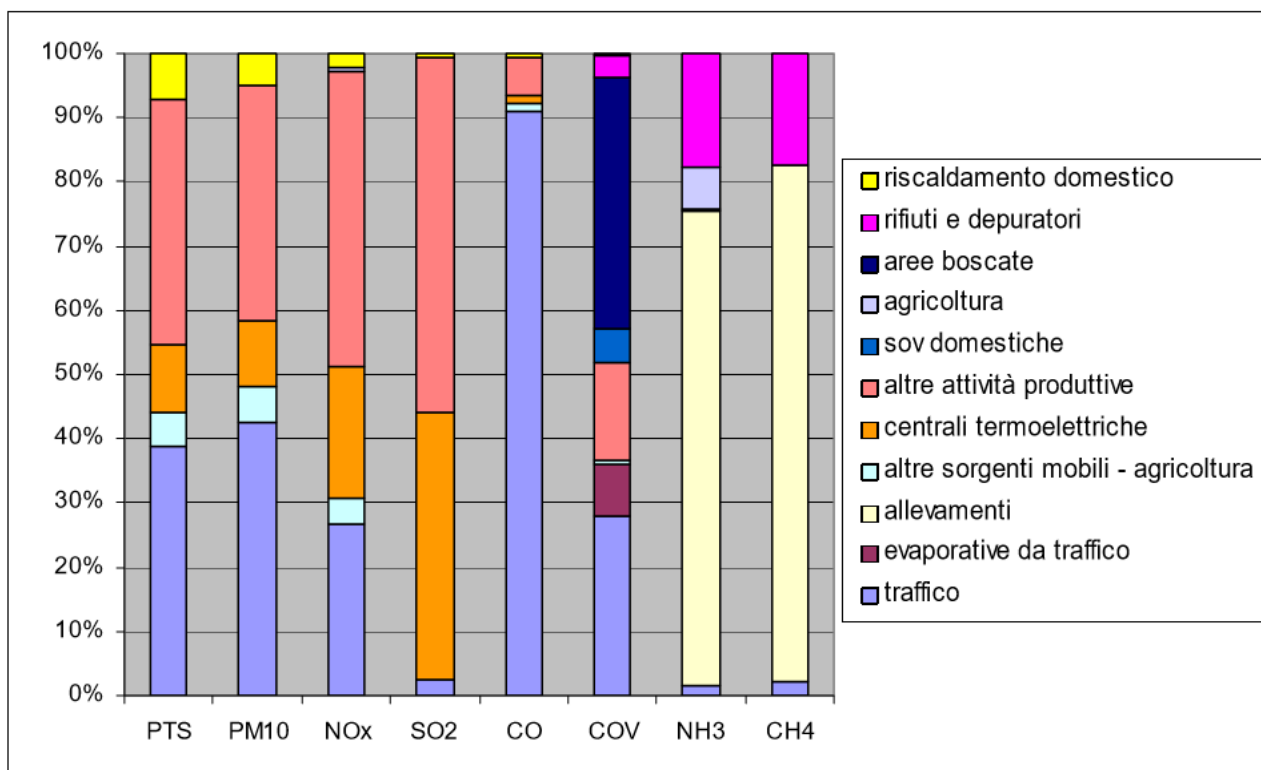


Figura 4-25: Ripartizione dei carichi inquinanti tra le varie fonti. (PPRTQA, 2007).

settore	PTS	PM10	NOx	SO2	CO	COV	NH3	CH4
traffico	408.503	408.503	5.171.326	102.018	22.704.392	3.580.960	85.220	256.671
evaporative da traffico						1.005.352		
allevamenti						8.164	3.917.925	10.237.926
altre sorgenti mobili - agricoltura	55.573	52.794	757.135		347.810	79.719		
centrali termoelettriche	109.260	98.334	3.985.400	1.806.210	314.820	9.580		
altre attività produttive	403.108	350.015	8.922.204	2.388.376	1.425.850	1.938.527	9.550	5.222
sov domestiche						682.050		
agricoltura			97.649				341.644	
aree boscate						4.998.530		
rifiuti e depuratori						440.596	942.105	2.204.559
riscaldamento domestico	74.785	48.254	441.821	22.557	188.036	36.263		
<b>totale</b>	<b>1.051.230</b>	<b>957.901</b>	<b>19.375.536</b>	<b>4.319.161</b>	<b>24.980.908</b>	<b>12.779.739</b>	<b>5.296.445</b>	<b>12.704.378</b>

Figura 4-26: Emissioni annue a scala provinciale ripartite per fonte [kg/anno]. (PPRTQA, 2007).

Comune	MP_tot	PM10_tot	NOx_tot	SO2_tot	CO_tot	COV_tot	NH3_tot	CH4_tot
Agazzano	2.912	2.657	51.119	2.486	74.614	36.910	86.083	199.626
Aiseno	18.989	18.336	353.167	4.464	733.350	194.245	172.754	372.573
Besenzone	6.510	6.208	94.025	2.184	83.169	20.326	209.263	470.613
Bettola	6.973	6.527	83.567	2.519	259.079	666.448	52.014	147.229
Bobbio	6.694	6.371	74.848	2.757	377.816	406.998	31.286	77.895
Borgonovo	17.735	16.691	249.702	77.444	469.065	112.946	135.477	366.546
Cadeo	29.827	27.881	359.825	18.215	846.549	245.655	218.079	479.672
Calendasco	12.956	12.005	135.961	6.343	262.526	106.047	66.452	176.897
Caminata	187	166	2.415	78	1.818	8.994	4.329	4.753
Cacorso	58.591	54.774	410.090	36.175	853.138	275.210	62.191	146.516
Carpaneto	19.216	17.505	182.178	39.319	592.695	221.780	344.768	911.081
Castel_San_Giovanni	41.910	36.854	2.544.776	72.379	914.379	227.985	149.270	324.510
Castell'Arquato	9.595	8.980	222.668	13.243	392.829	142.930	143.145	313.233
Castelvetro	23.325	22.672	313.889	5.370	848.232	245.895	160.412	399.321
Cerignale	427	412	6.762	247	8.164	66.148	5.852	7.761
Coli	3.111	3.009	36.381	1.040	157.654	228.686	16.613	38.188
Corte_Brugnetella	1.721	1.662	23.273	549	38.604	155.260	17.797	45.809
Cortemaggiore	17.230	16.004	929.220	6.546	502.550	120.536	287.020	665.896
Farini	3.412	3.167	40.890	17.252	108.825	523.035	50.319	117.234
Ferriere	3.147	3.039	49.139	2.433	101.690	814.106	45.732	82.381
Fiorenzuola_d'Arda	52.385	48.626	613.300	144.079	1.792.772	472.230	391.602	836.374
Gazzola	5.964	5.637	83.285	3.210	276.478	110.003	114.267	316.488
Gossolongo	9.536	9.034	113.818	7.616	454.759	136.442	94.557	271.267
Gragnano_Trebbiense	17.491	15.953	1.089.925	119.610	754.429	107.952	105.211	282.029
Gropparello	5.700	4.935	35.474	1.416	83.258	205.349	28.509	65.959
Lugagnano	9.939	8.804	134.213	22.145	317.513	111.189	40.193	112.040
Monticelli_d'Ongina	13.518	13.157	194.151	11.974	498.816	189.799	92.826	203.075
Morfasso	2.404	2.295	69.288	1.339	87.748	284.157	33.702	75.263
Nibbiano	4.871	4.499	62.825	2.005	117.986	77.732	24.166	49.816
Ottone	1.030	1.010	15.010	863	42.655	82.576	17.425	38.948
Pecorara	1.579	1.469	21.420	673	37.191	193.182	26.512	73.100
Piacenza	348.235	306.278	6.321.913	2.751.195	7.026.604	3.173.596	1.002.433	2.531.734
Pianello	3.330	3.054	36.467	866	58.342	104.181	33.615	94.674
Piozzano	1.901	1.796	25.050	369	24.660	163.593	35.191	98.299
Podenzano	52.154	45.793	1.244.678	544.245	1.240.108	313.993	122.210	329.890
Pontedell'Olio	7.436	6.789	74.997	2.856	203.817	190.829	58.153	139.172
Pontenure	23.775	22.719	337.520	7.954	787.041	218.739	74.797	131.053
Rivergaro	16.324	15.171	174.082	13.115	487.106	199.193	61.326	163.642
Rottofreno	30.610	28.705	336.809	49.413	850.536	288.781	56.958	150.761
San_Giorgio	12.842	11.672	126.963	36.866	431.776	125.999	110.233	244.746
San_Pietro_in_Cerro	10.511	10.258	106.825	1.641	261.744	73.784	136.133	277.274
Sarmato	31.846	25.827	657.002	5.217	519.750	156.117	60.303	135.820
Travo	4.841	4.581	59.906	1.239	174.660	306.632	21.923	54.282
Vernasca	77.756	75.300	1.043.233	253.679	161.759	397.141	49.823	98.365
Vigolzone	9.321	8.766	82.388	17.449	402.190	150.068	64.967	159.529
Villanova_sull'Arda	5.092	4.704	59.460	1.418	74.217	92.654	169.955	368.711
Zerba	27	24	642	115	735	9.273	1.910	678
Ziano_Piacentino	6.244	5.916	81.992	1.450	65.512	23.396	14.655	33.657
<b>totale</b>	<b>1.051.230</b>	<b>957.901</b>	<b>19.375.536</b>	<b>4.319.161</b>	<b>24.980.908</b>	<b>12.779.739</b>	<b>5.296.445</b>	<b>12.704.378</b>

Figura 4-27: Emissioni annue a scala comunale [kg/anno]. (PPRTQA, 2007).

Come premesso la dispersione degli inquinanti è legata alle condizioni dell'atmosfera in cui vengono immessi, pertanto si riporta in sintesi l'andamento nel corso del 2015 delle grandezze meteorologiche che più influenzano l'accumulo, la diffusione, la dispersione, il trasporto, la rimozione e le eventuali trasformazioni fotochimiche degli inquinanti in atmosfera, desunte dal report "La qualità dell'aria nella provincia di Piacenza - anno 2015" (ARPAE Sez. Piacenza, 2016).

### Direzione del vento e velocità

La distribuzione di frequenza della direzione di provenienza e della velocità del vento (a 16 settori) rilevate presso la stazione meteorologica urbana di Piacenza, per l'anno 2015, mostra un diagramma con le direzioni del vento prevalenti lungo l'asse ONO-ESE, asse della circolazione dei venti lungo la valle del Po, cui si sovrappongono le componenti N e S legate al regime locale di brezza dei venti per la presenza delle valli appenniniche.

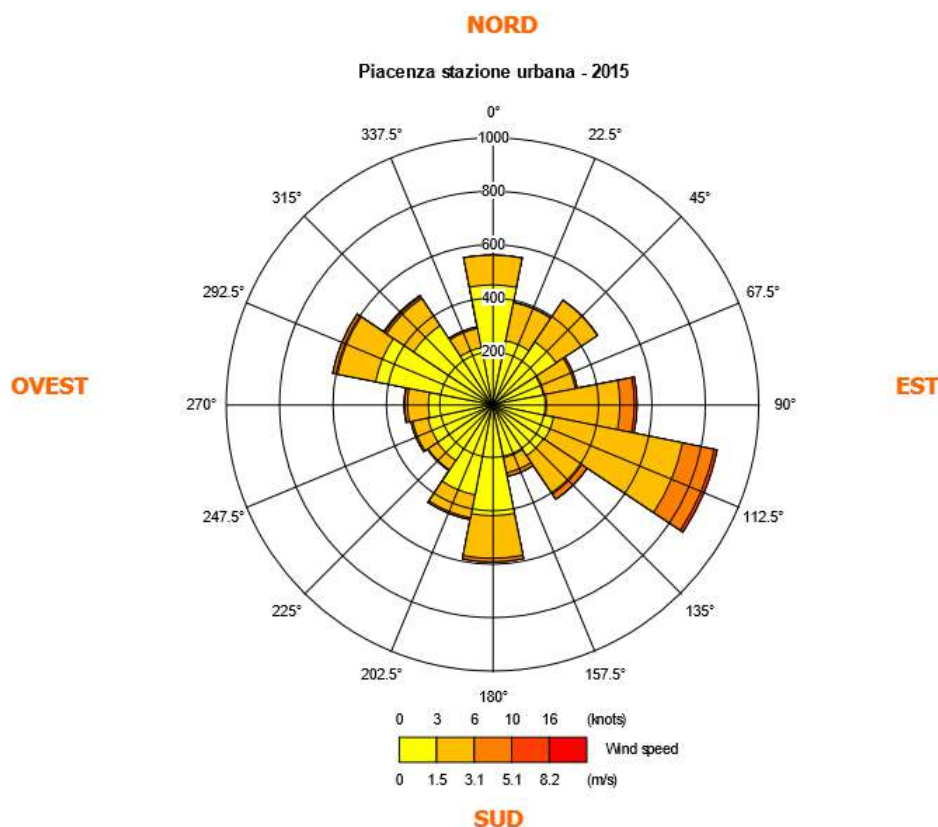


Figura 4-28: Vento rilevato nella stazione urbana di Piacenza (ARPA, 2016).

Per quanto riguarda l'intensità del vento, nel corso del 2015 la velocità media oraria è stata di 1,5 m/s e nell'arco dell'anno non si osservano valori orari superiori a 7,7 m/s (valore massimo misurato). Le velocità medie giornaliere registrano il valore massimo pari a 4 m/s il 1/4/2015 ed il 15/5/2015 ed il valore minimo di 0,6 m/s il 25/10/2015. Relativamente ai valori medi mensili le medie più elevate sono state registrate in primavera/estate, in particolare durante i mesi di aprile, giugno, luglio e settembre (1,8 m/s), mentre la velocità media più bassa è quella del mese di dicembre (1 m/s).

### Temperatura

Le temperature medie mensili sono comprese fra un minimo di 4,5 °C nel mese di febbraio ed un massimo di 28,5 °C nel mese di luglio 2015, con un valore medio annuale di 15 °C.

### Precipitazioni

Nel corso del 2015 le precipitazioni sono state più scarse rispetto al biennio precedente (sono caduti 590 mm di pioggia rispetto ai 1103 mm del 2014 e i 948 del 2013) ritornando, come per gli anni 2011 e 2012, su valori dell'ordine dei 600 mm. Il 40% delle precipitazioni si sono verificate nel semestre estivo ed il 60 % nel semestre invernale; il mese più piovoso è risultato febbraio (142 mm), mentre giugno è stato il mese caratterizzato dalle minori precipitazioni (7 mm).

### Altezza strato di rimescolamento

Il grafico riporta l'andamento dei valori medi mensili dell'altezza dello strato di rimescolamento (cioè lo spessore dello strato di atmosfera più vicino al suolo - strato limite - all'interno del quale l'aria è rimescolata; quanto più questo strato è sottile, tanto più sono favoriti i fenomeni di ristagno), calcolata con il modello COSMO (analisi LAMA), emerge come il periodo invernale risulti critico per l'inquinamento atmosferico, in quanto il volume d'aria all'interno del quale le sostanze inquinanti si diluiscono risulta molto minore rispetto a quello estivo.

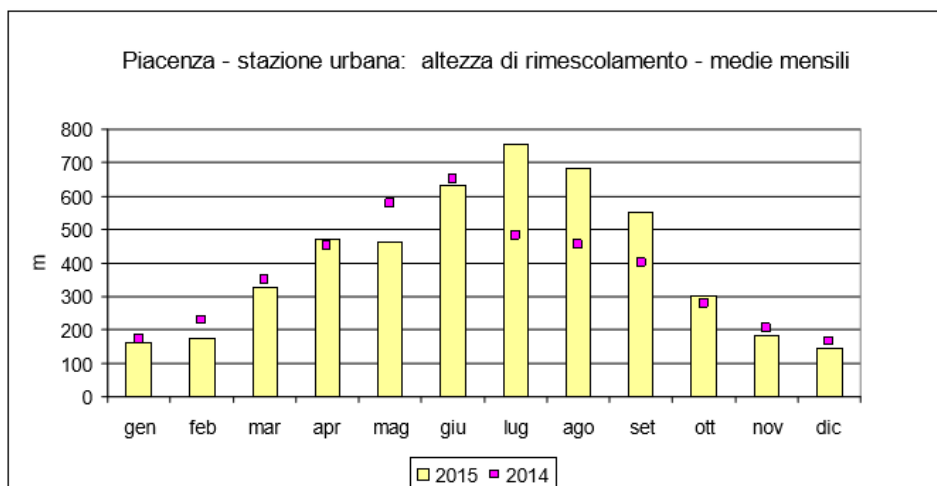


Figura 4-29: Altezze strato di rimescolamento – dati Stazione urbana di Piacenza (ARPA, 2016).

### Giorni critici

Al fine di valutare la criticità dal punto di vista meteorologico rispetto all'accumulo locale di PM10 ed alla formazione di ozono nei bassi strati dell'atmosfera, il Servizio IdroMeteoClima di Arpa elabora, sulla base dei dati meteorologici, l'indicatore "numero di giorni critici mensili" per PM10 e O3. I giorni critici sono definiti come segue:

- sono favorevoli all'accumulo di PM 10 le giornate senza pioggia (precipitazione < 0,3 mm) in cui l'indice di ventilazione (definito come prodotto dell'altezza di rimescolamento media e dell'intensità media del vento) assume valori al di sotto della soglia di 800 m<sup>2</sup>/s (calcolo effettuato per i mesi invernali);
- sono favorevoli alla formazione di ozono le giornate la cui temperatura massima è maggiore di 29°C (calcolo effettuato per i mesi estivi).

Per quanto riguarda l'accumulo di polveri PM10 si può osservare che, dal punto di vista meteorologico, il 2015 è risultato più critico rispetto agli anni del decennio precedente: infatti il numero di giorni critici per l'accumulo di polveri, fatta eccezione per il mese di ottobre, risulta mensilmente sempre superiore alla mediana del periodo 2005-2014; gennaio e marzo eguagliano i massimi del decennio e novembre e dicembre li superano abbondantemente.

Per l'inquinamento da ozono il numero di giorni favorevoli alla formazione dell'inquinante si colloca mensilmente tra il 25° ed il 75° percentile, tranne per il mese di luglio che risulta il peggiore del decennio precedente.

L'anno 2015 ha registrato relativamente alle polveri fini PM10 le condizioni più critiche, mentre la percentuale di giorni critici per formazione di ozono durante la stagione estiva si assesta sul valore medio del decennio.

Premesso quanto sopra a titolo di inquadramento, si riportano di seguito i dati derivati dai documenti citati in narrativa ovvero rispettivamente il Monitoraggio della Qualità dell'aria in Comune di Rivergaro nell'anno 2015 (ARPAE Sez. Piacenza, 2016) e l'Indagine sull'inquinamento atmosferico con stazione mobile in Comune di Travo nell'anno 2009 (ARPA Sez. Piacenza, 2010).

### **Monitoraggio della Qualità dell'aria in Comune di Rivergaro**

Tra il Comune di Rivergaro e la Sezione Provinciale Arpa di Piacenza (dal 1/1/2016 Arpa Sezione di Piacenza) è stata siglata, per il triennio 2015-2017, una convenzione che, fra le altre attività, prevede anche la realizzazione di una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria. Nello specifico, l'accordo stabilisce l'esecuzione, di una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria di durata pari a 3 settimane, per ogni anno di validità della convenzione.

Il punto di misura è stato individuato in accordo con l'Amministrazione Comunale e conseguentemente il laboratorio mobile è stato collocato dal 14/07 al 05/08/2015 nel capoluogo comunale, in Piazzale Saint Julien les Villas (lato ingresso della biblioteca comunale), punto già precedentemente monitorato nell'estate del 2009, del 2011 e nell'inverno del 2012.

Inoltre, è stata valutata, tramite l'utilizzo di un campionatore passivo posizionato in prossimità del laboratorio mobile per tutta la durata della campagna di monitoraggio, la presenza di Sostanze Organiche Volatili (SOV, quali benzene, toluene, ecc.), originate dal traffico autoveicolare, oltre che da sorgenti specifiche come la produzione e l'utilizzo di vernici.

Tutti i parametri sono determinati su base oraria, ad esclusione del particolato fine per il quale il campionamento è giornaliero. Gli orari sono riferiti all'ora solare. La normativa di riferimento è costituita dal D.lgs. n. 155 del 13/08/2010 di recepimento della normativa europea, successivamente modificato dal D.lgs. n. 250 del 24/12/2012 in vigore dal 12/02/2013.

Nel corso della campagna si è verificata un'anomalia strumentale sull'analizzatore di monossido di carbonio (CO) che ha comportato un rendimento pari all'89%. L'elaborazione dei dati dei parametri chimici è subordinata all'acquisizione di almeno il 75% dei valori teoricamente disponibili rispetto al periodo d'osservazione considerato (che può essere di 1 ora, 8 ore, 24 ore in base al tipo d'inquinante). Le elaborazioni fanno riferimento a tutte le concentrazioni rilevate, anche nel caso in cui, come per CO e SO<sub>2</sub>, risultino inferiori al limite di quantificazione strumentale (pari a 0,6 mg/ m<sup>3</sup> per il CO e a 14 µg/m<sup>3</sup> per SO<sub>2</sub>).



Tabella 4-18:

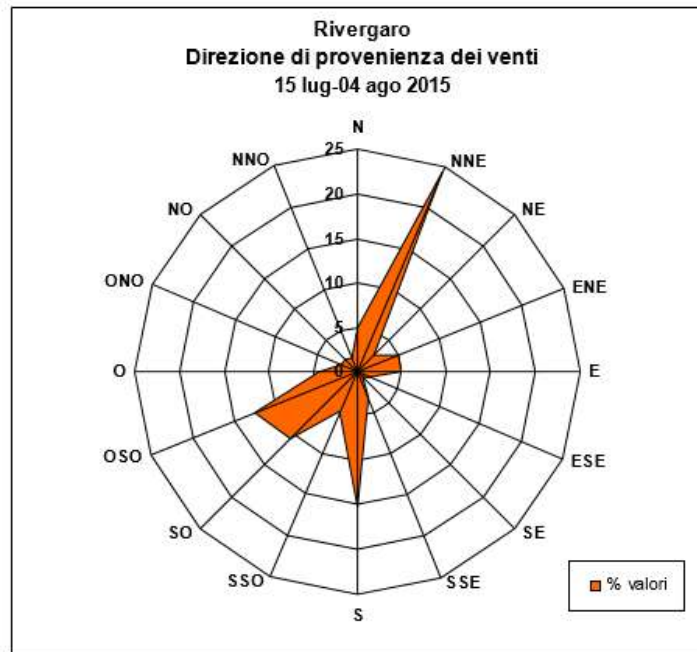
Stazione di rilevamento mobile Comune di Rivergaro (fonte ARPAE, 2016).

Località	Rivergaro
Postazione	piazzale Saint Julien les Villas
Tipologia di area	area urbana prevalentemente residenziale, prospiciente la SS 45
Periodo di monitoraggio	14/07 - 05/08/2015
Inquinanti misurati	<ul style="list-style-type: none"> <li>• particolato fine con diametro aerodinamico non superiore a 10 micrometri (<math>PM_{10} - \mu g/m^3</math>)</li> <li>• ossidi di azoto (<math>NO, NO_2 - \mu g/m^3</math>)</li> <li>• monossido di carbonio (<math>CO - mg/m^3</math>)</li> <li>• biossido di zolfo (<math>SO_2 - \mu g/m^3</math>)</li> <li>• ozono (<math>O_3 - \mu g/m^3</math>)</li> <li>• sostanze organiche volatili (SOV): benzene (<math>C_6H_6 - \mu g/m^3</math>) e omologhi superiori (campionatore passivo)</li> </ul>
Parametri meteorologici misurati	<ul style="list-style-type: none"> <li>• temperatura (<math>^{\circ}C</math>)</li> <li>• umidità relativa (%)</li> <li>• pressione (mbar)</li> <li>• radiazione solare totale (<math>mW/cm^2</math>)</li> <li>• velocità del vento, direzione del vento (m/s, <math>^{\circ}</math>)</li> <li>• precipitazioni al suolo totali giornaliere (mm)</li> </ul>



### PARAMETRI METEREOLGICI

La rosa del vento elaborata evidenzia venti prevalenti da NNE; la velocità media del vento durante l'intera campagna è pari a 1,1 m/s, il valore massimo orario pari a 2,6 m/s è stato registrato il giorno 22/7 alle ore 16.



Rivergaro: 2015  
Velocità del vento: valori medi e massimi giornalieri

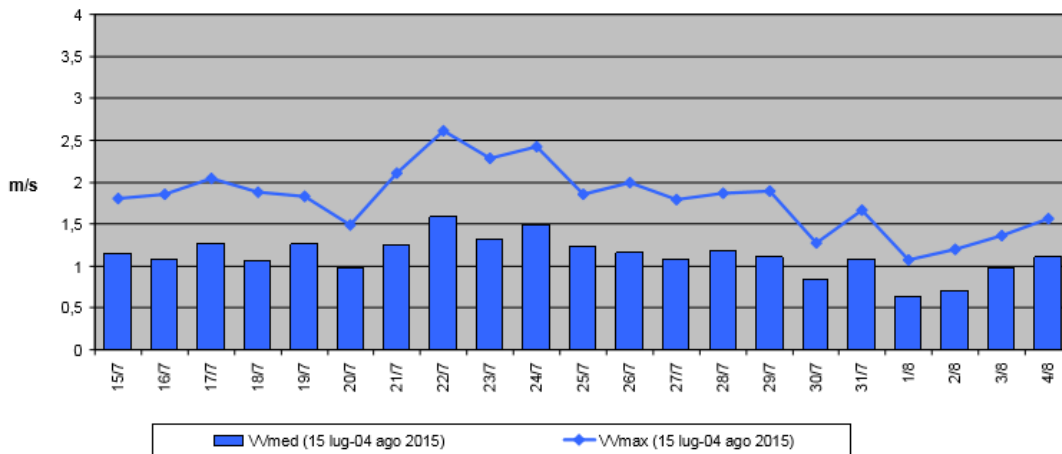


Figura 4-30: Vento rilevato a Rivergaro (ARPAE, 2016).

Le temperature medie giornaliere risultano comprese tra 19,8 °C (il 01/08) e 30,3 °C (il 18 e il 21/07); la temperatura minima assoluta (16,7 °C) è stata registrata il 02/08 alle ore 04:00, mentre la massima assoluta (37,1 °C) il giorno 22/07 alle ore 15:00.

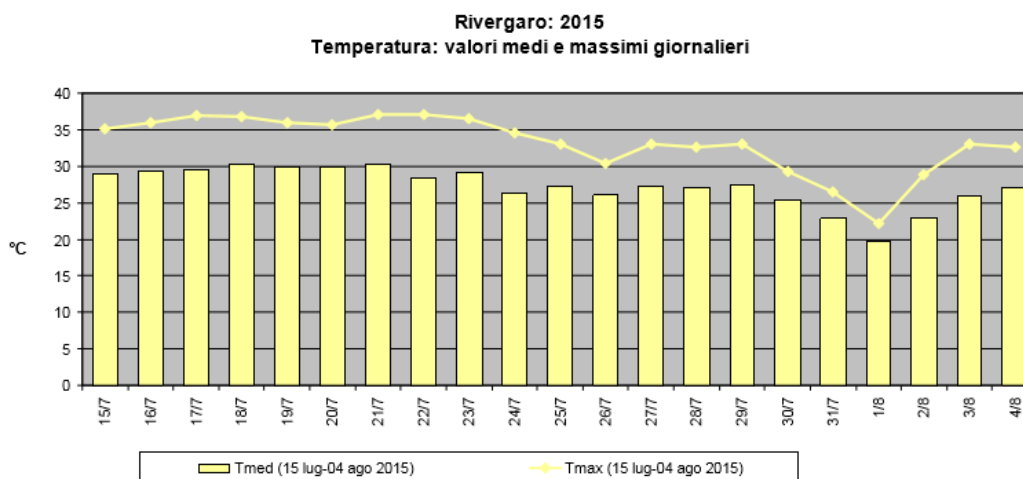


Figura 4-31: Temperature a Rivergaro (ARPAE, 2016).

Nel corso della campagna si sono registrati solo alcuni giorni di pioggia: le precipitazioni totali del periodo risultano pari a 11 mm.

### PARAMETRI CHIMICI

I risultati della campagna di monitoraggio sono riassunti nella tabella seguente.

RIVERGARO 15/07 – 04/08/2015		
INDICATORE	VALORE RILEVATO	VALORE DI RIFERIMENTO SU BASE ANNUALE
PM <sub>10</sub> - Media (µg/m <sup>3</sup> )	24	40
PM <sub>10</sub> - N° superamenti Limite giornaliero (50 µg/m <sup>3</sup> )	0	35
NO <sub>2</sub> - Media (µg/m <sup>3</sup> )	< 12	40
NO <sub>2</sub> - Max orario (µg/m <sup>3</sup> )	37	200
SO <sub>2</sub> - Max orario (µg/m <sup>3</sup> )	58	350
SO <sub>2</sub> - Max media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	21	125
CO - Max media mobile di 8 ore (mg/m <sup>3</sup> )	< 0,6	10*
O <sub>3</sub> - Max media mobile di 8 ore (µg/m <sup>3</sup> )	149	120
O <sub>3</sub> - Max orario (µg/m <sup>3</sup> )	178	180*
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> - Media (µg/m <sup>3</sup> )	0,5	5,0

\* valori di riferimento assoluti, che non implicano una valutazione su base annuale

Figura 4-32: Indicatori chimici rilevati a Rivergaro (ARPAE, 2016).

### Particolato fine PM10

Il materiale particolato (PM) è una miscela di particelle solide e liquide di diverse caratteristiche chimico-fisiche, che si trova in sospensione nell'aria. Con il termine PM10 si indicano le particelle con diametro aerodinamico non superiore a 10 µm (frazione inalabile). Il particolato può derivare da fenomeni naturali (come gli incendi, l'erosione del suolo, ecc.) oppure da attività antropiche, in particolar modo traffico veicolare e processi di combustione; può essere emesso direttamente in atmosfera (inquinante primario), oppure formarsi a seguito di reazioni chimiche o processi di condensazione (particelle secondarie). La permanenza del particolato in atmosfera dipende anche dalla dimensione delle particelle: le più fini tendono a rimanere in sospensione per diverso tempo e quindi a distribuirsi uniformemente su aree vaste.

La campagna è stata eseguita nel periodo estivo, di norma favorevole alla dispersione degli inquinanti, pertanto non sono state rilevate criticità per il particolato fine, le cui concentrazioni mostrano una buona corrispondenza con quelle misurate nelle stazioni fisse ubicate a Piacenza in area urbana e presso la stazione di Lugagnano in area suburbana, tutte all'interno della Pianura Ovest in cui ricade anche Rivergato. Il dato medio sul periodo (24 µg/m<sup>3</sup>) è compreso fra le medie delle due stazioni cittadine (rispettivamente 27 e 25 µg/m<sup>3</sup> per Giordani Farnese e Parco Montecucco) e la media calcolata per Lugagnano (20 µg/m<sup>3</sup>).

Polveri Fini PM <sub>10</sub> : elaborazione dati giornalieri									
Periodo 15 luglio - 4 agosto 2015									
Stazioni di monitoraggio	Numero di dati validi	Media (µg/m <sup>3</sup> )	Minimo (µg/m <sup>3</sup> )	Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	50° P (µg/m <sup>3</sup> )	90° P (µg/m <sup>3</sup> )	95° P (µg/m <sup>3</sup> )	98° P (µg/m <sup>3</sup> )	N° sup. [>50 µg/m <sup>3</sup> ]
RIVERGARO	21	24	18	33	24	28	28	31	0
Piacenza - GIORDANI FARNESE	21	27	17	36	28	33	35	36	0
Piacenza - PARCO MONTECUCCO	20	25	14	40	26	32	36	38	0
Lugagnano	21	20	15	28	20	24	27	28	0

Limite di quantificazione = 5 µg/m<sup>3</sup>

Figura 4-33: PM10 confronto tra la stazione mobile di Rivergato e altre stazioni (ARPAE, 2016).

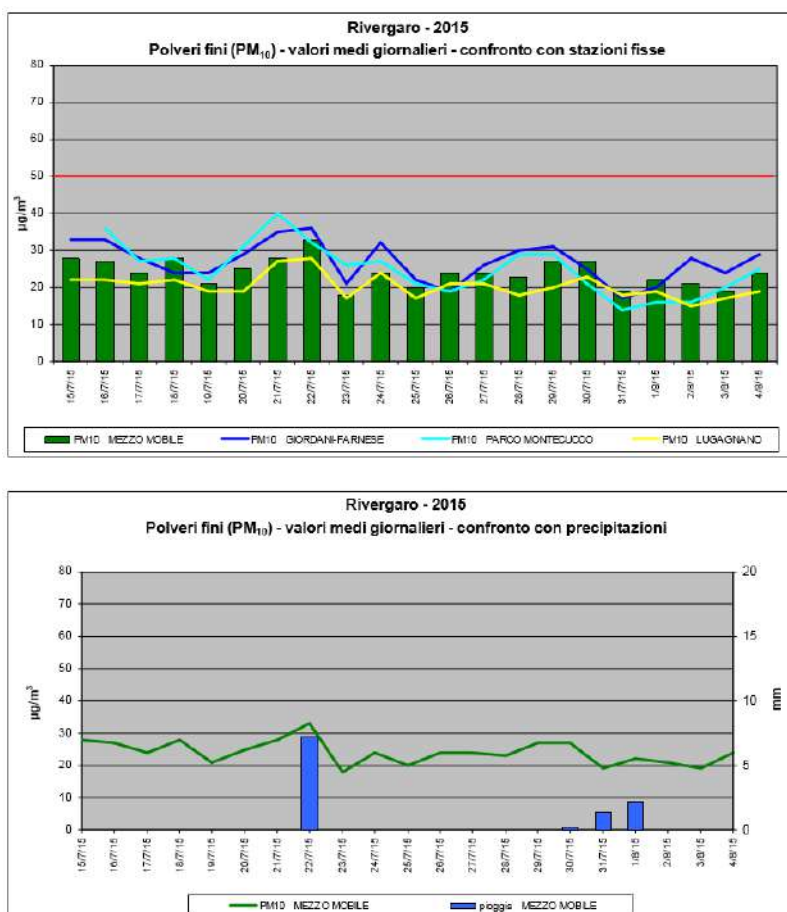


Figura 4-34: PM10 confronto tra la stazione mobile di Rivergato, altre stazioni e precipitazioni (ARPAE, 2016).

### Biossido di azoto

Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) è un inquinante prevalentemente secondario che si forma a seguito dell'ossidazione dell'ossido di azoto (NO): l'insieme dei due composti viene indicato con il termine di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>). Gli ossidi di azoto vengono prodotti durante i processi di combustione ad elevata temperatura e quindi dal traffico veicolare, dagli impianti di riscaldamento, dalle combustioni industriali. Il biossido d'azoto contribuisce alla formazione dello smog fotochimico e quindi dell'ozono ed è uno dei precursori del particolato atmosferico secondario.

Nel periodo di indagine sono stati registrati valori ampiamente inferiori ai limiti di riferimento; l'andamento delle concentrazioni rilevate a Rivergaro risulta piuttosto simile a quello dei dati misurati contestualmente a Lugagnano e una buona corrispondenza si osserva anche dall'analisi dei principali indici statistici.

Biossido d'Azoto - NO <sub>2</sub> : elaborazione dati orari									
Periodo: 15 luglio - 4 agosto 2015									
Stazioni di monitoraggio	Numero di dati validi	Media (µg/m <sup>3</sup> )	Minimo (µg/m <sup>3</sup> )	Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	50° P (µg/m <sup>3</sup> )	90° P (µg/m <sup>3</sup> )	95° P (µg/m <sup>3</sup> )	98° P (µg/m <sup>3</sup> )	N° sup. (>200 µg/m <sup>3</sup> )
RIVERGARO	459	<12	<12	37	<12	<12	13	17	0
Piacenza - GIORDANI FARNESE	479	20	<12	65	18	33	40	49	0
Piacenza - PARCO MONTECUCCO	481	15	<12	56	13	28	33	38	0
Lugagnano	481	<12	<12	31	<12	16	20	24	0

Limite di quantificazione = 12 µg/m<sup>3</sup>

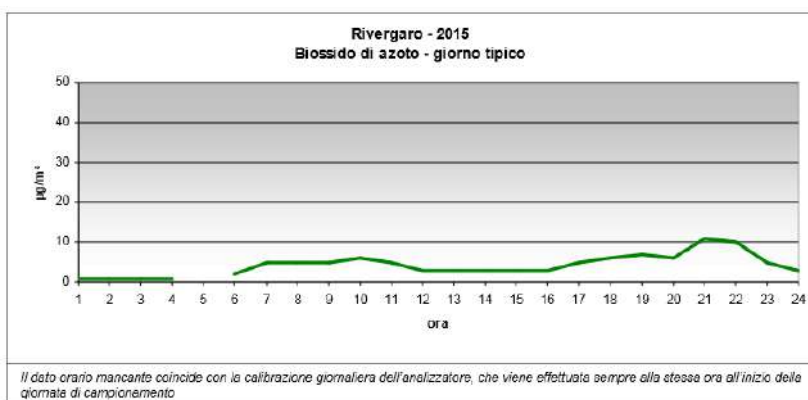
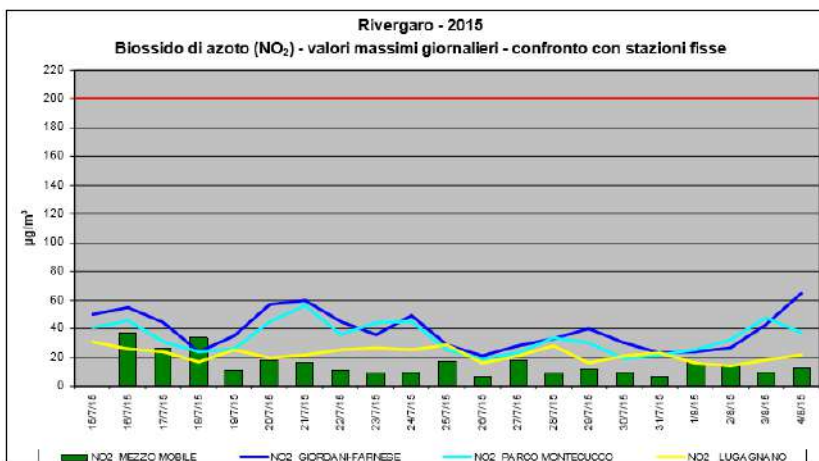


Figura 4-35: NO<sub>2</sub> confronto tra la stazione mobile di Rivergaro, altre stazioni e giorno tipico (ARPAE, 2016).

### Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo è un gas prodotto nella combustione di sostanze in cui sia presente zolfo (gasolio, nafta, carbone, ecc.): è emesso prevalentemente da impianti di riscaldamento (industriali e domestici) e motori alimentati a gasolio, nonché da impianti chimici, in particolare quelli destinati alla produzione di acido solforico. Rappresenta una delle cause principali delle piogge acide. Alla luce dei dati rilevati nel corso degli ultimi anni che hanno evidenziato concentrazioni sempre ampiamente al di sotto dei limiti di legge, la configurazione definitiva della rete regionale di monitoraggio ha previsto la sospensione delle misure di questo inquinante nelle stazioni fisse e la sua misura esclusivamente tramite la stazione mobile.

Biossido di Zolfo - SO <sub>2</sub> : elaborazione dati orari								
Periodo 15 luglio - 4 agosto 2015								
Stazioni di monitoraggio	Numero di dati validi	Media (µg/m <sup>3</sup> )	Minimo (µg/m <sup>3</sup> )	Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	50° P (µg/m <sup>3</sup> )	90° P (µg/m <sup>3</sup> )	95° P (µg/m <sup>3</sup> )	98° P (µg/m <sup>3</sup> )
RIVERGARO	467	<14	<14	58	<14	16	22	32

Limite di quantificazione = 14 µg/m<sup>3</sup>

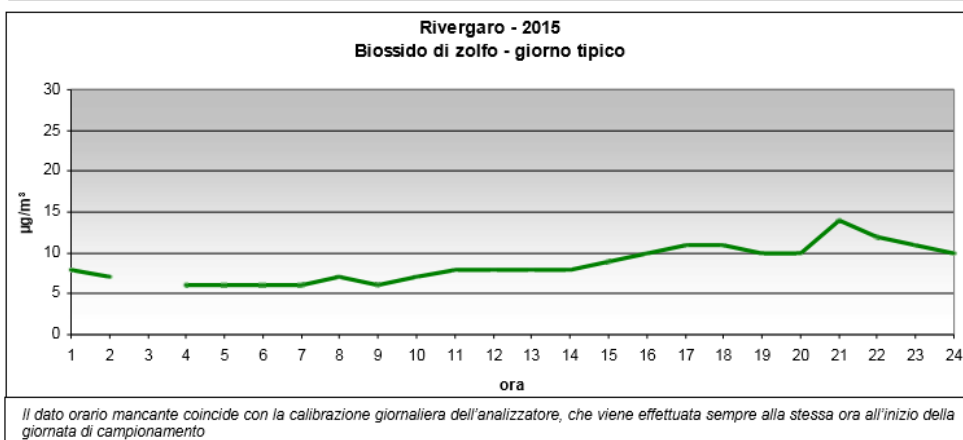
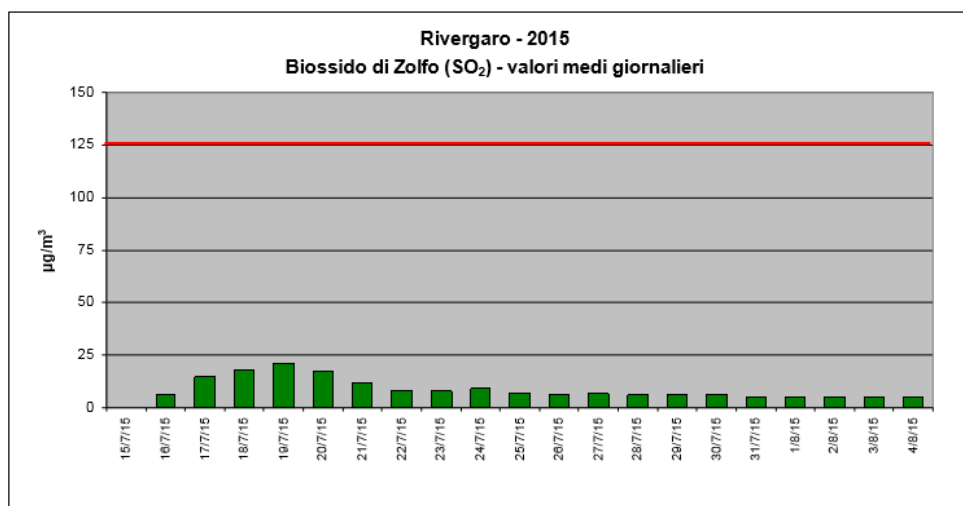


Figura 4-36: SO<sub>2</sub> confronto tra la stazione mobile di Rivergaro, altre stazioni e giorno tipico (ARPAE, 2016).

Per il Biossido di Zolfo si sono registrati valori ampiamente inferiori ai limiti di riferimento. Dall'andamento del giorno tipico calcolato per gli inquinanti gassosi NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub> si può osservare che è presente un massimo intorno alle 21.00 (ora solare), presumibilmente da correlare alla minore capacità diffusiva dell'atmosfera, legata all'altezza dello strato di rimescolamento che diminuisce proprio al tramonto, contribuendo così agli incrementi serali delle concentrazioni.

### Monossido di Carbonio

Il Monossido di carbonio (CO) è un gas emesso nello scarico dei veicoli a motore e in altri tipi di propulsore dove vi è combustione incompleta di carburanti fossili. Le principali fonti sono automobili, autocarri, ciclomotori e alcuni processi industriali. Alte concentrazioni si possono rilevare in spazi chiusi come garage, tunnel poco ventilati o lungo le strade nei momenti di grande traffico.

Monossido di Carbonio - CO: elaborazione dati medi di 8 ore								
Periodo 15 luglio - 4 agosto 2015								
Stazioni di monitoraggio	Numero di dati validi	Media (mg/m <sup>3</sup> )	Minimo (mg/m <sup>3</sup> )	Massimo (mg/m <sup>3</sup> )	50° P (mg/m <sup>3</sup> )	90° P (mg/m <sup>3</sup> )	95° P (mg/m <sup>3</sup> )	98° P (mg/m <sup>3</sup> )
RIVERGARO	448	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Piacenza - GIORDANI FARNESE	483	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6

Limite di quantificazione = 0,6 mg/m<sup>3</sup>

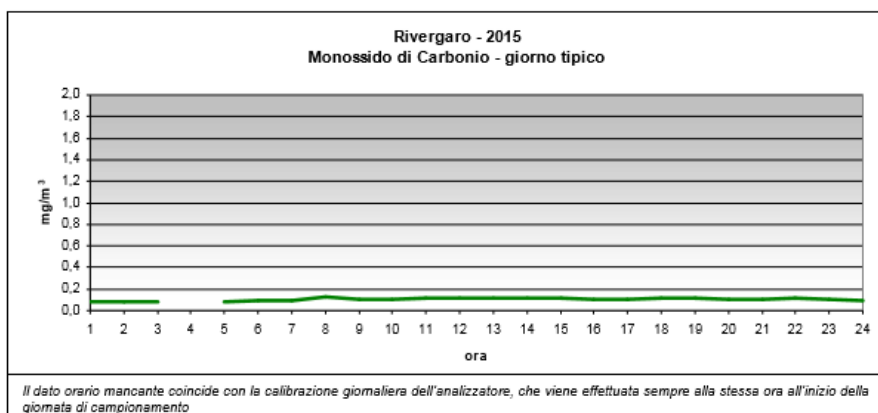
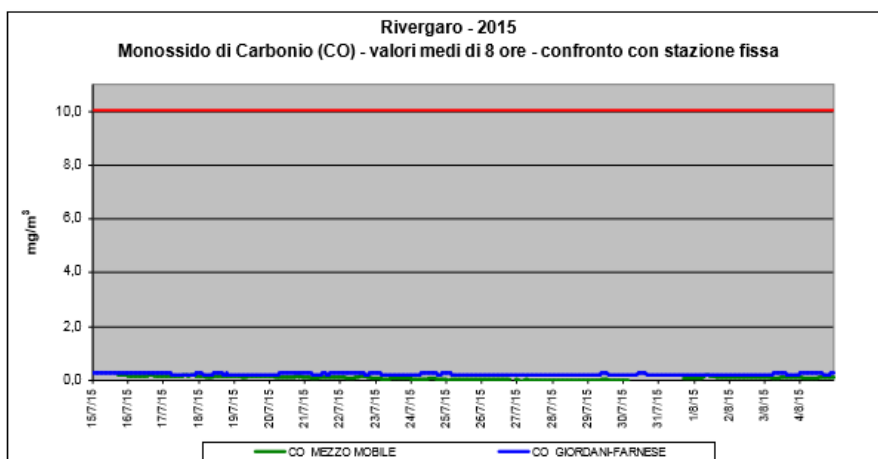


Figura 4-37: CO confronto tra la stazione mobile di Rivergaro, altre stazioni e giorno tipico (ARPAE, 2016).

Per il CO si sono registrati valori ampiamente inferiori ai limiti di riferimento: nel caso del CO il confronto con i dati rilevati dalla stazione urbana da traffico Piacenza – Giordani Farnese evidenzia andamenti sovrapponibili.

### Ozono

L'Ozono (O<sub>3</sub>) troposferico è un inquinante secondario che si forma a seguito di reazioni chimiche che avvengono in atmosfera a partire dai precursori (in particolare ossidi di azoto e composti organici volatili). Queste reazioni sono favorite dal forte irraggiamento solare e dalle alte temperature e portano alla formazione di diversi inquinanti (smog fotochimico). L'inquinamento da ozono è un fenomeno caratteristico del periodo estivo e le concentrazioni più elevate solitamente si rilevano nelle ore pomeridiane e nelle aree suburbane poste sottovento rispetto alle aree urbane principali.

Essendo l'ozono un inquinante caratteristico della stagione estiva, nel periodo in esame i valori rilevati sono piuttosto elevati. L'andamento dei valori massimi, sia sull'ora che sulla media di otto ore, riproduce l'andamento rilevato presso la stazione di Lugagnano, con valori più contenuti: la media sul periodo è pari a 87 µg/m<sup>3</sup> contro i 106 µg/m<sup>3</sup> di Lugagnano. Anche il numero di superamenti dei valori di riferimento è più contenuto: a Rivergaro non si sono avuti superamenti della soglia di informazione, 180 µg/m<sup>3</sup> (a Lugagnano 9 superamenti) e si sono registrati 11 giorni di superamento del valore obiettivo di 120 µg/m<sup>3</sup>, mentre nel medesimo periodo a Lugagnano ve ne sono stati 14. Dall'analisi del grafico del giorno tipico si può osservare il tipico innalzamento dei valori nelle ore pomeridiane, in corrispondenza del periodo di maggior irraggiamento solare e innalzamento delle temperature.

Ozono - O <sub>3</sub> : elaborazione dati orari										
Periodo 15 luglio - 4 agosto 2015										
Stazioni di monitoraggio	Numero di dati validi	Media (µg/m <sup>3</sup> )	Minimo (µg/m <sup>3</sup> )	Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	50° P (µg/m <sup>3</sup> )	90° P (µg/m <sup>3</sup> )	95° P (µg/m <sup>3</sup> )	98° P (µg/m <sup>3</sup> )	N° sup. [>180 µg/m <sup>3</sup> ]	N° giorni sup. (media 8 ore) [>120 µg/m <sup>3</sup> ]
RIVERGARO	471	87	11	178	80	135	148	157	0	11
Piacenza - PARCO MONTECUCCO	483	98	<10	205	89	168	180	185	22	18
Lugagnano	482	106	29	198	103	159	172	179	9	14

Limite di quantificazione = 10 µg/m<sup>3</sup>

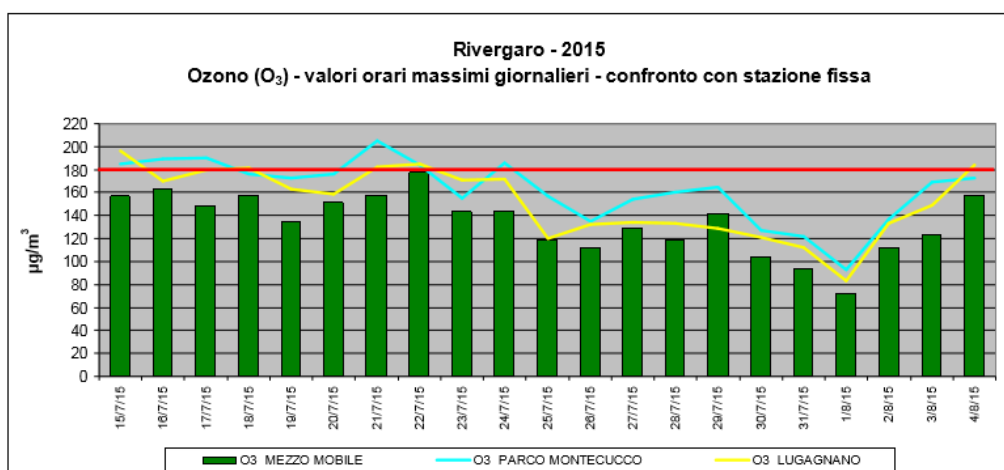


Figura 4-38: O<sub>3</sub> confronto tra la stazione mobile di Rivergaro, altre stazioni (ARPAE, 2016).



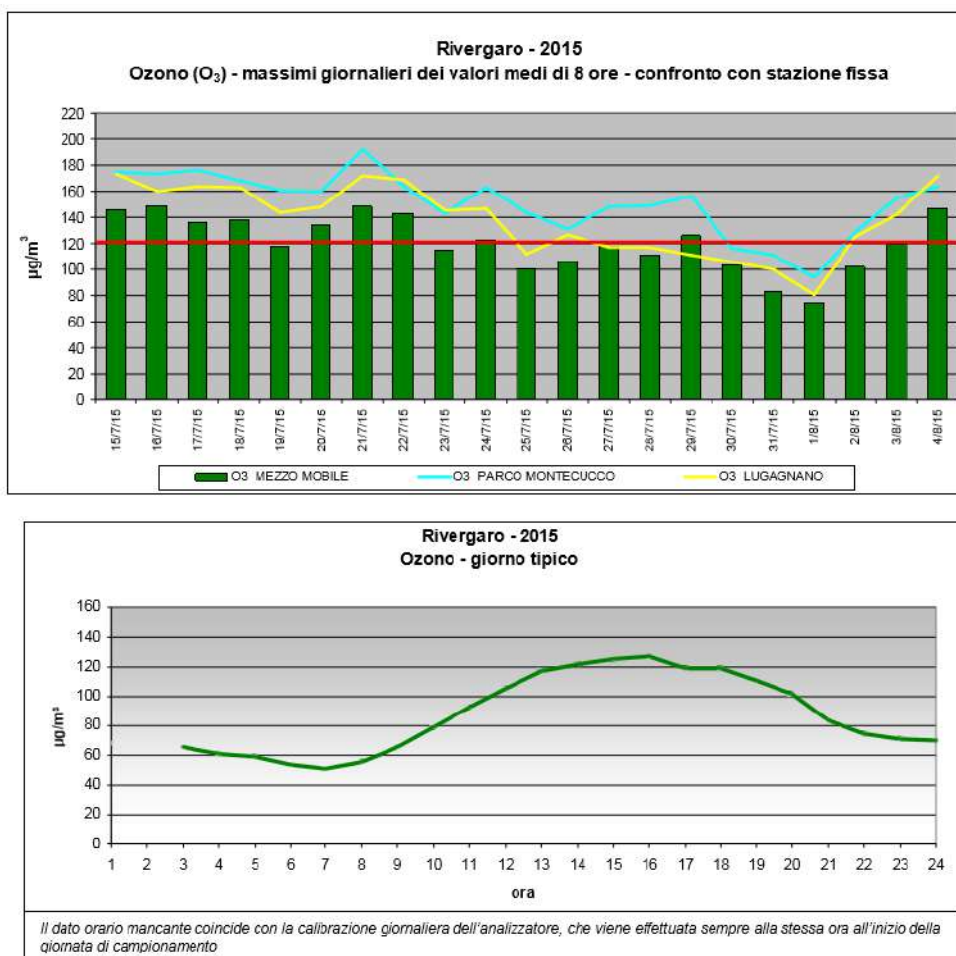


Figura 4-39: O<sub>3</sub> confronto tra la stazione mobile di Rivergaro, altre stazioni e giorno tipico (ARPAE, 2016).

### Sostanze organiche volatili (Benzene ed omologhi superiori)

Il Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) è il composto organico aromatico più semplice, volatile anche a temperatura ambiente, dal caratteristico odore pungente. La sua presenza in atmosfera è dovuta quasi esclusivamente alle attività umane. La sorgente più importante in ambito urbano sono i gas di scarico degli autoveicoli alimentati a benzina; un ulteriore contributo si ha dall'evaporazione del combustibile e durante le operazioni di rifornimento. Associati al Benzene, sono presenti in atmosfera anche altri idrocarburi aromatici suoi omologhi superiori quali Toluene, Etilbenzene e Xileni che presentano una tossicità inferiore rispetto al Benzene e con quest'ultimo sono compresi nell'elenco dei precursori dell'Ozono.

La metodica di campionamento e misura applicata a Rivergaro differisce da quella utilizzata nella stazione fissa, in quanto nel primo caso è stato impiegato un campionatore passivo (che fornisce un dato medio sull'intero periodo di esposizione, in questo caso circa 22 giorni), mentre la stazione di Giordani-Farnese è dotata di un analizzatore in continuo (che fornisce valori medi orari). Ciò premesso, si osserva che a Rivergaro la concentrazione di benzene calcolata sul periodo di misura è sostanzialmente coincidente con la media delle concentrazioni orarie rilevate dalla stazione da traffico.

Per le altre sostanze organiche volatili (toluene, etilbenzene e xileni) i valori misurati a Rivergaro, pur se contenuti, sono più elevati di quelli contestualmente registrati nella stazione cittadina: i dati acquisiti nelle campagne di monitoraggio già previste per il successivo biennio 2016-2017 consentiranno di valutare se si sia trattato di un riscontro casuale o di una situazione stabile, legata alla presenza di una qualche sorgente specifica.

Periodo: 14/07-05/08/2015	Rivergaro	Piacenza Giordani-Farnese
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Benzene	0,5	0,3
Toluene	3,3	1,3
Etilbenzene	1,2	0,3
Xileni totali	4,5	1,7

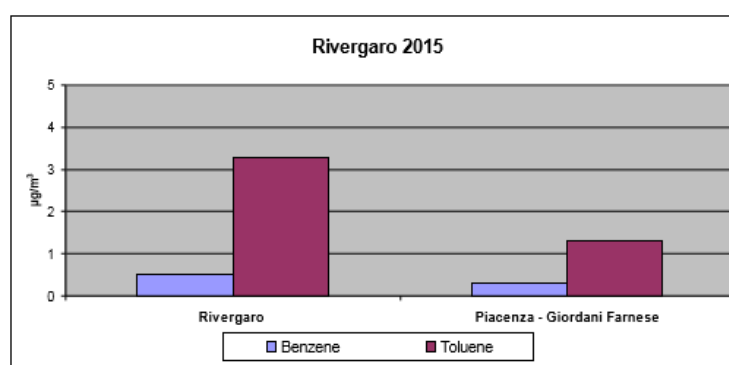


Figura 4-40: Benzene e omologhi stazione mobile di Rivergaro (ARPAE, 2016).

A completamento dell'analisi dei dati, segue la tabella che pone a confronto i risultati registrati per i principali inquinanti, nel corso delle tre campagne di monitoraggio realizzate nel periodo estivo negli ultimi anni (2009-2015).

È necessario precisare che il confronto tra le campagne condotte in un determinato arco temporale ha un valore indicativo, in considerazione del fatto che le misure, seppure realizzate in periodi dell'anno confrontabili, hanno una durata limitata nel tempo, e dunque i relativi risultati risentono della diversità di condizioni, soprattutto sotto il profilo meteorologico, dello specifico periodo indagato.

Ciò è particolarmente evidente per l'ozono: durante la campagna 2015, caratterizzata perlopiù da tempo bello e soleggiato, si è rilevata una situazione piuttosto critica per questo inquinante, diversamente da quanto accaduto nel monitoraggio 2011, quando condizioni di tempo perturbato ed eventi temporaleschi avevano contraddistinto la prima parte della campagna.

Rivergaro - P.zza Saint Julien-les-Villas	10 - 25/06	07 - 26/06	15/07 - 04/08
<b>PM<sub>10</sub> µg/m<sup>3</sup> (valori medi giornalieri)</b>	<b>2009</b>	<b>2011</b>	<b>2015</b>
Media	17	18	24
Massimo	25	34	33
<b>NO<sub>2</sub> µg/m<sup>3</sup> (valori medi orari)</b>	<b>2009</b>	<b>2011</b>	<b>2015</b>
Media	16	15	< 12
Massimo	46	39	37
<b>Ozono µg/m<sup>3</sup> (valori medi orari)</b>	<b>2009</b>	<b>2011</b>	<b>2015</b>
Media	92	66	87
Massimo	182	161	178
N° sup. soglia di informazione [180 µg/m <sup>3</sup> ] (h/h tot)	2/384	0/480	0/504
N° sup. soglia di informazione [180 µg/m <sup>3</sup> ] (h/h tot) - Lugagnano	0/384	0/480	9/504
N° sup. valore obiettivo [120 µg/m <sup>3</sup> -media mobile 8 h] (gg/gg tot)	8/16	3/20	11/21
N° sup. valore obiettivo [120 µg/m <sup>3</sup> -media mobile 8 h] (gg/gg tot) - Lugagnano	6/16	3/20	14/21
<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> µg/m<sup>3</sup> (valore medio sul periodo)</b>	<b>2009</b>	<b>2011</b>	<b>2015</b>
Media			0,5
<b>Precipitazioni totali (mm)</b>	<b>2009</b>	<b>2011</b>	<b>2015</b>
Somma sul periodo	14	51	11

Figura 4-41: Confronto parametri chimici 2009, 2011, 2015 - stazione mobile di Rivergaro (ARPAE, 2016).

### Monitoraggio della Qualità dell'aria in Comune di Travo

Nell'ambito del piano di monitoraggio annuale 2009 per la verifica delle caratteristiche ambientali del territorio "Natural Valley", prevista dalla convenzione stipulata tra la Provincia di Piacenza e Arpa Sezione di Piacenza (Repertorio 3293), per la matrice aria sono state programmate anche due campagne di monitoraggio con il laboratorio mobile a Travo, centro significativo per traffico ed incremento della popolazione nel periodo estivo e rappresentativo della media Val Trebbia.

In accordo con l'Amministrazione Provinciale di Piacenza e con l'Amministrazione Comunale di Travo le indagini con il laboratorio mobile della rete di monitoraggio della qualità dell'aria sono state effettuate nel periodo estivo e nel periodo autunnale.

Il punto di misura concordato, vista la possibilità di allaccio alla rete elettrica resa disponibile dall'Amministrazione Comunale, è lo stesso monitorato nel corso delle indagini effettuate nell'anno 2005: Val Trebbia: Travo – Via Artigianato (area di sosta del cimitero).

**La citata Stazione di rilevamento è localizzata in sponda sinistra Trebbia, dalla parte opposta del tracciato della S.S. 45 in valutazione.**

Nel capoluogo comunale sono stati eseguiti i monitoraggi nei seguenti periodi: ESTATE, dal 12/08/09 al 02/09/09; AUTUNNO, dal 11/11/09 al 02/12/09.

- **particolato fine con diametro aerodinamico inferiore a 10 micron** ( $PM_{10}$  -  $\mu g/m^3$ )
  - **biossido di zolfo** ( $SO_2$  -  $\mu g/m^3$ )
  - **ossidi di azoto** ( $NO$ ,  $NO_2$  -  $\mu g/m^3$ )
  - **monossido di carbonio** ( $CO$  -  $mg/m^3$ )
  - **ozono** ( $O_3$  -  $\mu g/m^3$ )
- e per la misura dei seguenti parametri meteorologici:
- **temperatura** ( $^{\circ}C$ )
  - **umidità relativa** (%)
  - **pressione** (mbar)
  - **radiazione solare globale** ( $mW/cm^2$ )
  - **velocità del vento** (m/sec)

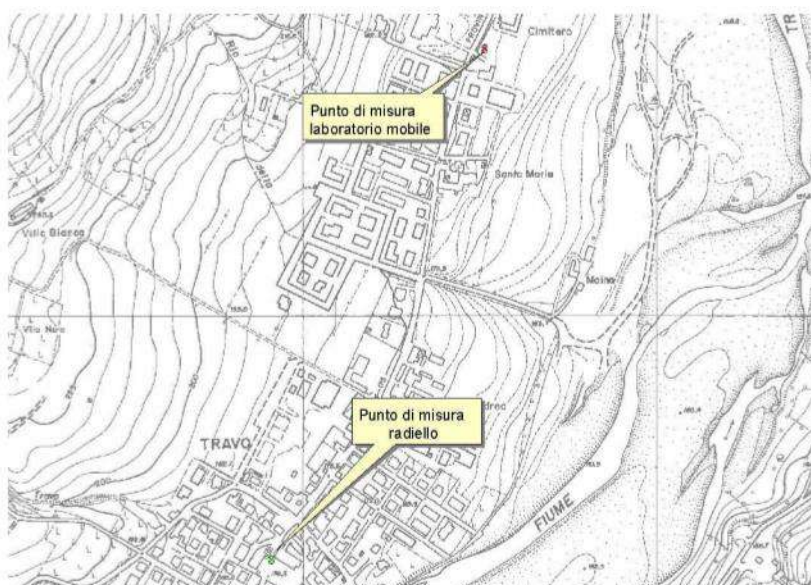


Tabella 4-19: Stazione di rilevamento mobile Comune di Travo (fonte ARPAE, 2010).

Per quanto riguarda le precipitazioni al suolo espresse in mm di pioggia totali giornalieri durante le campagne, causa malfunzionamenti del pluviometro a corredo del laboratorio mobile, sono stati utilizzati i dati rilevati dalla stazione di Bobbiano della rete regionale RIRER affidata a Arpa-SIMC (Servizio Idro Meteo Clima), archivio Dexter. Tutti i parametri sono determinati su base oraria, escluso le polveri fini per le quali il campionamento è giornaliero. Gli orari sono riferiti all'ora solare.

La normativa di riferimento era costituita da: D.P.R. 203/88, D.M. 20/05/91, D.M. 25/11/94, dal recepimento della Direttiva 1999/30/CE - D.M. 60 del 02/04/2002 e dal recepimento della direttiva 2002/3/CE – D.L.gs. n. 183 del 21/05/2004.

## **PARAMETRI METEOROLOGICI**

### *Campagna estiva*

Il mese di agosto 2009 si è distinto per il clima più caldo e asciutto della norma: la pressione al suolo è aumentata sull'area provinciale arrivando al valore massimo mensile il giorno 20/08 portando condizioni di ottima insolazione e temperature particolarmente elevate. Il successivo indebolimento dell'area di alta pressione ha consentito il transito di una prima perturbazione fredda il giorno 22/08, associata a precipitazioni a carattere temporalesco e ad una progressiva diminuzione delle temperature, e ad una seconda perturbazione nei giorni 29 e 30 agosto associata a piogge deboli o assenti ma ad un drastico abbassamento termico. L'ultimo giorno di agosto la pressione si è ristabilita riportando condizioni tipicamente estive sul territorio provinciale. La ventilazione per tutto il periodo di monitoraggio si mantiene mediamente su valori di brezza leggera con un moderato rinforzo nella giornata del 21/08. Relativamente ai parametri meteorologici rilevati, le temperature medie giornaliere risultano comprese tra 19,4 °C (il 30/08) e 28,6 °C (il 18-19/08); la temperatura minima assoluta (14,8°C) è stata registrata il 31/08 alle ore 06.00, mentre la massima assoluta (38,2 °C) il giorno 18/08 alle ore 16.00.

### *Campagna autunnale*

La permanenza dell'alta pressione a partire dalla seconda decade del mese di novembre 2009 assicura un periodo di tempo stabile con estesa copertura per strati di nubi basse sulla pianura e di conseguenza nebbie non persistenti che producono saltuariamente locali e brevi pioviggini. La situazione meteorologica si sblocca a fine mese per l'arrivo di correnti sud-occidentali che provocano la caduta di ingenti quantitativi d'acqua. Le temperature sono state in generale superiori alla norma del periodo, soprattutto nei valori notturni, mantenute tali dalla persistente copertura nuvolosa dovuta all'alta pressione. La ventilazione per tutto il periodo di monitoraggio si mantiene mediamente su valori di brezza leggera con un modesto rinforzo nella giornata del 24/11. Relativamente ai parametri meteorologici rilevati, le temperature medie giornaliere risultano comprese tra 5,6 °C (il 01/12) e 12,1 °C (il 17/11); la temperatura minima assoluta (3,4°C) è stata registrata il 12/11 alle ore 06.00, mentre la massima assoluta (15,8 °C) il giorno 18/11 alle ore 13.00.

## **PARAMETRI CHIMICI**

### **Particolato fine PM10**

Per le polveri fini PM10, il valore limite giornaliero per la protezione della salute era quello previsto dal D.M. n. 60 del 02/04/2002.

Nel corso della campagna di misura autunnale il valore limite giornaliero per la protezione della salute è stato superato per 7 volte; inoltre, in un giorno è stato raggiunto ma non superato.

Stazione	PM <sub>10</sub> media del periodo µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> n. superamenti del limite giornaliero
Travo	41	7
Lugagnano	44	8
Piacenza Parco Montecucco	46	9
Piacenza Pubblico Passeggio	48	9

Tabella 4-20: Medie e numero di giorni di superamento del limite giornaliero (fonte ARPAE, 2010).

L'andamento registrato dal laboratorio mobile trova sostanziale corrispondenza con i valori registrati dalle stazioni fisse della rete regionale qualità dell'aria.

Quando l'attività anemologica è ridotta ed in assenza di precipitazioni, si osserva un accumulo dell'inquinante; al contrario, l'inquinante si disperde in presenza di rinforzi nella ventilazione e/o di precipitazioni significative.

### Biossido di azoto, Biossido di zolfo, Monossido di Carbonio

Per quanto riguarda i parametri monitorati con il laboratorio mobile NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, durante le due campagne di monitoraggio, questi sono risultati ampiamente nella norma.

### Ozono

I valori di riferimento per questo parametro erano normati ai sensi del D.L.gs. n. 183 del 21/05/2004.

Durante la campagna estiva di Travo si sono evidenziati alcuni superamenti per il parametro ozono (O<sub>3</sub>): 7 ore di superamento complessive della soglia di informazione suddivise in 2 giorni (18,19 e 21 agosto 2009). La soglia di allarme non è stata mai superata.

Per quanto riguarda le medie mobili di 8 ore calcolate per il periodo di monitoraggio sono stati registrati 18 giorni di superamento del valore bersaglio di 120 µg/m<sup>3</sup>, per un totale di 133 intervalli di 8 ore; solo in 3 giorni non si sono verificati superamenti di questo valore bersaglio.

Dai dati del laboratorio mobile confrontati con i dati della stazione fissa della rete regionale della qualità situate nella Zona A in area urbana Piacenza Parco Montecucco emerge una buona corrispondenza sia degli andamenti che dei valori rilevati. L'andamento del giorno tipico dell'ozono è stato messo a confronto con il giorno tipico della radiazione solare totale (in mW/cm<sup>2</sup>). Si può osservare che all'aumento della radiazione solare corrisponde un aumento ritardato di qualche ora delle concentrazioni di ozono che raggiungono i massimi superiori a 120 µg/m<sup>3</sup> tra le 12.00 e le 19.00.

#### 4.2.2.2.4 Le stazioni relative alla qualità dell'aria della Rete ARPA e confronto con i dati di riferimento delle simulazioni modellistiche

Le stazioni fisse previste di ARPAE non risultano poste in posizione significativa per il loro utilizzo nel progetto in esame. Sono infatti presenti n.2. Stazioni a Piacenza e n.1 diversi km più a sud di Bobbio.

Informazioni sulle stazioni fisse di monitoraggio della qualità dell'aria (tipologia, posizionamento, ecc.) in Emilia-Romagna.

Qualità dell'aria - rete di monitoraggio

Cerca per nome, comune, indirizzo

Selezionare tipo stazione

PC PR RE MO FE  
BO RA FC RN

L'attuale rete è composta da **47 stazioni di monitoraggio** distribuite sul territorio regionale (vedi mappa). Le stazioni possono essere di diversa tipologia:

**Dati di qualità dell'aria**

I monitoraggi delle stazioni mobili sono invece stati eseguite in vari punti e in varie annualità presso i siti di Rivergaro centro (2 postazioni caratterizzate rispettivamente da 2 rilevamenti e 6 rilevamenti, in quest'ultimo caso anche piuttosto datati nel tempo) e di Travo centro (2 rilevamenti) Si riportano i risultati degli stessi in allegato alla presente nota (sono stati presi in considerazioni i rilevamenti post 2016).

Preme immediatamente sottolineare che tutte le misure della qualità dell'aria eseguite durante il periodo pandemico (annualità 2019 / 2020) risentono ovviamente delle restrizioni alla mobilitazione e in generale di momentanei cambiamenti delle abitudini dei singoli soggetti (ad esempio tendenza durante i picchi di casi a non prendere i mezzi pubblici a favore del ricorso a mezzi privati per minimizzare i rischi di contagio). Ciò non di meno sono stati eseguiti i necessari confronti fra i dati utilizzati in progetto e quelli ad oggi disponibili. Da tale confronto si evince chiaramente che i dati utilizzati sono sostanzialmente conformi allo scopo di studio e in generale leggermente cautelativi



	PROGETTO	RIVERGARO 09/08/2017 31/08/2017	RIVERGARO 08/08/2018 28/08/2018	RIVERGARO 10/08/2019 02/09/2019	RIVERGARO 06/08/2020 27/08/2020	RIVERGARO 27/05/2021 06/06/2021
PM <sub>10</sub> - Media (µg/m <sup>3</sup> )	24	17	17	18	16	17
PM <sub>10</sub> - N° superamenti Limite giornaliero (50 µg/m <sup>3</sup> )	0	0	0	0	0	0
NO <sub>2</sub> - Media (µg/m <sup>3</sup> )	<12	15	12	10	9	<8
NO <sub>2</sub> - Max orario (µg/m <sup>3</sup> )	37	55	46	91	59	29
SO <sub>2</sub> - Max orario (µg/m <sup>3</sup> )	58	< 14	< 14	10	8	12
SO <sub>2</sub> - Max media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	21	<14	<14	5	8	10
CO - Max media mobile di 8 ore (mg/m <sup>3</sup> )	< 0,6	0,9	< 0,6	< 0,4	0,2	< 0,4
O <sub>3</sub> - Max media mobile di 8 ore (µg/m <sup>3</sup> )	149	155	138	136	141	141
O <sub>3</sub> - Max orario (µg/m <sup>3</sup> )	178	170	149	154	149	152
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> - Media (µg/m <sup>3</sup> )	0,5	0,3	0,1	0,3	0,3	0,3

Come si nota i valori utilizzati in progetto sono sicuramente rappresentativi di tutte le misurazioni effettuate anche in tempi successivi e comunque sempre sufficientemente cautelativi anche e soprattutto rispetto alle rilevazioni di Maggio/Giugno 2021.

Il dato è anche conforme alle misurazioni effettuate presso il Comune di Travo (comunque ubicato sulla sponda opposto del Trebbia)

	PROGETTO	TRAVO 27/05/2021 06/07/2021
PM <sub>10</sub> - Media (µg/m <sup>3</sup> )	24	17
PM <sub>10</sub> - N° superamenti Limite giornaliero (50 µg/m <sup>3</sup> )	0	0
NO <sub>2</sub> - Media (µg/m <sup>3</sup> )	<12	<8
NO <sub>2</sub> - Max orario (µg/m <sup>3</sup> )	37	29
SO <sub>2</sub> - Max orario (µg/m <sup>3</sup> )	58	12
SO <sub>2</sub> - Max media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	21	10
CO - Max media mobile di 8 ore (mg/m <sup>3</sup> )	< 0,6	< 0,4
O <sub>3</sub> - Max media mobile di 8 ore (µg/m <sup>3</sup> )	149	141
O <sub>3</sub> - Max orario (µg/m <sup>3</sup> )	178	152
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> - Media (µg/m <sup>3</sup> )	0,5	0,3

Per tutte le misurazioni (nessuna esclusa) l'unico superamento è quello del parametro O3 – Max media mobile di 8 ore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

#### 4.2.2.2.5 Il PAIR 2020

In adempimento a quanto stabilito dalla direttiva europea 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa e dal decreto legislativo 155/2010 emanato in sua attuazione, le Regioni hanno il compito di predisporre ed approvare i Piani regionali di qualità dell'aria, con l'obiettivo principale di individuare azioni concrete per il risanamento della qualità dell'aria e la riduzione dei livelli di inquinanti presenti sui territori regionali.

Il Piano Aria Integrato Regionale (PAIR 2020) dell'Emilia-Romagna è stato approvato con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 115 dell'11 aprile 2017 ed è entrato in vigore il 21 aprile 2017.

Esso prevede di raggiungere entro il 2020 importanti obiettivi di riduzione delle emissioni dei principali inquinanti rispetto al 2010: del 47% per le polveri sottili (PM10), del 36% per gli ossidi di azoto, del 27% per ammoniaca e composti organici volatili e del 7% per l'anidride solforosa) che permetteranno di ridurre la popolazione esposta al rischio di superamento del limite giornaliero consentito di PM10, dal 64% al 1%.

La parola chiave del PAIR 2020 è "integrazione", nella convinzione che per rientrare negli standard di qualità dell'aria sia necessario agire su tutti i settori che contribuiscono all'inquinamento atmosferico oltre che al cambiamento climatico e sviluppare politiche e misure coordinate ai vari livelli di governo (locale, regionale, nazionale) e di bacino padano.

Meno traffico e più aree verdi, ciclabili e pedonali nelle città, risorse per il trasporto pubblico, con un parco autobus rinnovato, 'ecoincentivi' per rottamare i veicoli commerciali leggeri più inquinanti e la promozione della mobilità elettrica, puntando anche a ridurre l'inquinamento prodotto dalle attività industriali e agricole. Il PAIR2020 per raggiungere gli obiettivi fissati , prevede ben 94 misure per il risanamento della qualità dell'aria.



Figura 4-42 Obiettivi e ambiti di intervento del PAIR2020

Per quanto riguarda in particolare il traffico, le principali azioni che riguardano la gestione sostenibile delle città interessano i centri abitati dei Comuni con più di 30.000 e dei Comuni con meno di 30.000 abitanti che fanno parte dell'agglomerato di Bologna, non rientranti pertanto nei comuni interessati dal presente intervento.

L'obiettivo è la riduzione del 20% dei flussi di traffico veicolare privato nei centri abitati dei Comuni in cui si applicano le limitazioni alla circolazione. Un traguardo da raggiungere mediante incentivi per la mobilità elettrica (biciclette a pedalata assistita, motocicli elettrici e autovetture elettriche) e per il potenziamento della rete pubblica di ricarica, in particolare per i veicoli elettrici nelle città, in modo da raggiungere almeno il 10% delle nuove immatricolazioni di veicoli elettrici e ibridi; con l'aumento del numero di stazioni di rifornimento di metano e biometano; con l'ampliamento delle aree pedonali, a traffico limitato e delle 'zone 30'; con l'armonizzazione delle regole di accesso e sosta nelle Ztl e altre misure simili che i Comuni devono individuare nei Piani urbani per la mobilità sostenibile.

In termini di zonizzazione i comuni ricadono rispettivamente in:

- Rivergaro: Pianura Ovest IT0892
- Travo: Appennino IT0891

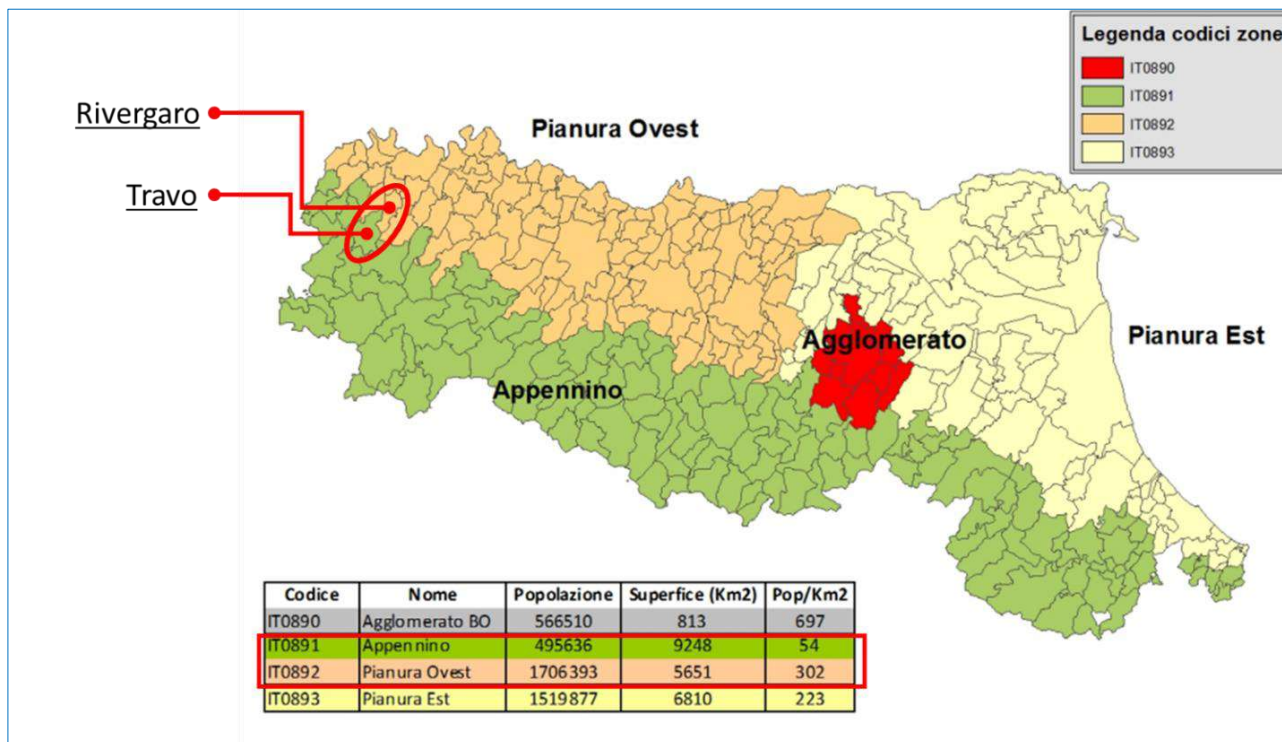


Figura 4-43 Zonizzazione territoriale fonte: PIAR 2020

Nell'Articolo 12 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano sono descritti i seguenti obiettivi:

1. "al fine di tutelare la salute dei cittadini emiliano-romagnoli, nel rispetto della normativa vigente, il Piano persegue la finalità di tutela della qualità dell'aria attraverso la riduzione, rispetto ai valori emissivi del 2010, dei livelli degli inquinanti di seguito elencati:
  - a. riduzione del 47% delle emissioni di PM10 al 2020;
  - b. riduzione del 36% delle emissioni di ossidi di azoto (NOx) al 2020;
  - c. riduzione del 27% delle emissioni di ammoniaca (NH<sub>3</sub>) al 2020;
  - d. riduzione del 27% delle emissioni di composti organici volatili (COV) al 2020;
  - e. riduzione del 7% delle emissioni di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) al 2020";
2. "il Piano, anche in attuazione dell'articolo 13 del D.Lgs. 155/2010, è volto a perseguire il raggiungimento, al 2020, dei valori obiettivo di cui all'allegato VII del D.Lgs. 155/2010 agendo sulla riduzione delle emissioni dei precursori dell'ozono, ovvero sulle principali sorgenti di emissione, attraverso misure che non comportino costi sproporzionati rispetto agli obiettivi attesi".

Altro elemento centrale nelle norme tecniche del Piano è contenuto nell'Articolo 20 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano sono riportati i seguenti punti per il raggiungimento del "Saldo zero":

1. "nelle aree di superamento si possono realizzare nuovi impianti finalizzati alla produzione di energia elettrica da biomasse di potenza termica nominale superiore a 250 kWt a condizione che sia assicurato il saldo pari almeno a zero a livello di emissioni inquinanti per il PM10 ed NO<sub>2</sub>, ferma restando la possibilità di compensazione con altre fonti emmissive";
2. "la Valutazione d'impatto ambientale (VIA) relativa a progetti ubicati in aree di superamento si può concludere positivamente qualora il progetto presentato preveda le misure idonee a mitigare o compensare l'effetto delle emissioni introdotte, con la finalità di raggiungere un impatto sulle emissioni dei nuovi interventi ridotto al minimo, così come specificato al paragrafo 9.7.1 del Piano";
3. "il proponente del progetto sottoposto alle procedure di cui ai commi 1 e 2, ha l'obbligo di presentare una relazione relativa alle conseguenze in termini di emissioni per gli inquinanti PM10 ed NO<sub>x</sub> del progetto presentato";

*"gli enti pubblici, le imprese e le associazioni di categoria possono stipulare accordi territoriali volontari per il conseguimento di un impatto emissivo pari a zero per gli impianti non ricompresi nel comma 1. L'accordo potrà costituire requisito preferenziale per i fini di cui all'art. 19 comma 5 ed essere positivamente valutato ai fini della concessione di misure premianti, da definire nell'accordo stesso in collaborazione con gli enti sottoscrittori, per la semplificazione e accelerazione dei procedimenti di autorizzazione".*

**In relazione a quanto di seguito specificato relativamente alle tipologie di aree in cui si sviluppa il progetto (aree senza superamenti) si evidenzia come i punti sopra riportati non sono applicati.**

**Appare tuttavia importante evidenziare che, secondo quanto affermato nel paragrafo 9.7.1 sopracitato del Piano, per i progetti sottoposti a procedura di VAS e VIA vi è l'obbligo da parte del proponente del progetto di valutare le conseguenze in termini di emissioni per gli inquinanti PM10 e ossidi di azoto.**

La valutazione degli effetti degli interventi sulla qualità dell'aria comprende tutte le misure idonee a compensare e/o mitigare l'effetto delle emissioni introdotte.

Nelle aree di superamento e a rischio di superamento, riportate in allegato 2-A, nell'ambito dei procedimenti di VIA dovranno essere proposte e adottate nel provvedimento conclusivo le misure idonee a mitigare o compensare l'effetto delle emissioni introdotte con la finalità di raggiungere un impatto sulle emissioni dei nuovi interventi ridotto al minimo.

Per "ridotto al minimo" s'intende il fatto che siano adottate tutte le possibili misure di mitigazione che comportano la minimizzazione dell'impatto sulla qualità dell'aria. Le eventuali misure di compensazione dovranno essere prescritte tenuto conto anche della sostenibilità economica.

**Nel caso in esame si specifica come i Comuni di Rivergaro e Travo rientrano nelle “aree senza superamenti” e pertanto escluse dalla necessità di adottare le misure idonee a mitigare o compensare l’effetto delle emissioni introdotte.**

**ALLEGATO 2 – ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO REGIONALE E AREE DI SUPERAMENTO DEI VALORI LIMITE PER PM10 E NO2**

Allegato 2 - A – Cartografia delle aree di superamento (DAL 51/2011, DGR 362/2012) - anno di riferimento 2009

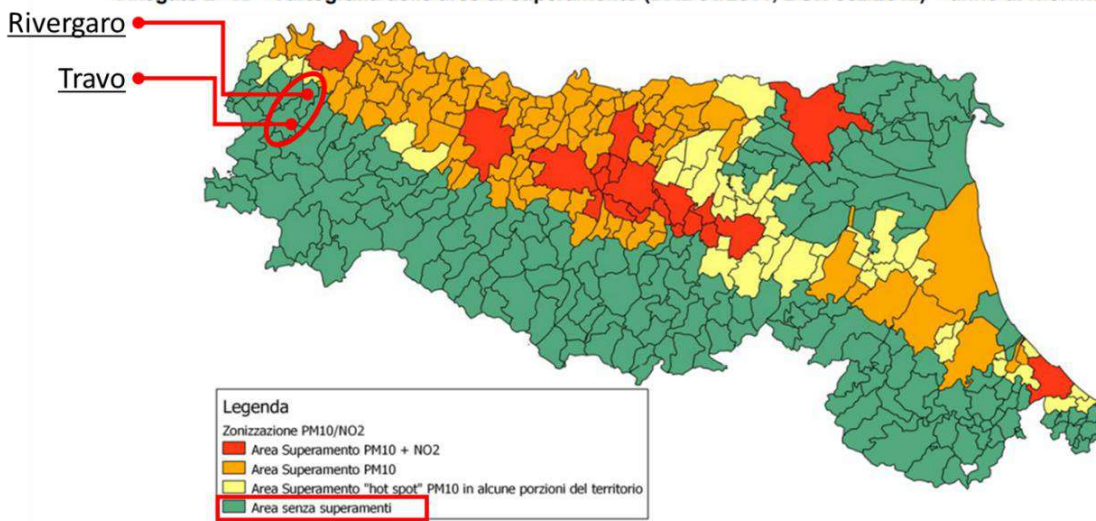


Figura 4-44 Carte delle aree di superamento fonte: PIAR 2020

Dalla disamina del Piano sopra riportato si ritengono gli obiettivi del progetto coerenti con gli obiettivi del Piano. Infatti l’intervento in oggetto ha l’obiettivo principale quello di incrementare la sicurezza e conseguentemente la scorrevolezza del traffico circolante. Detti obiettivi risultano coerenti in quanto non prevedono un incremento del traffico attualmente presente sull’infrastruttura stradale e conseguentemente non prevedono un incremento di traffico significativo una volta conclusi i lavori. L’incremento di traffico stimato alla data di progetto, utilizzato principalmente ai fini delle verifiche trasportistiche, prevede un incremento annuo modesto e coerente con il trend incrementale storico infrastrutturale, non prevedendo incrementi di traffico correlabili al progetto in esame.

Inoltre si evidenzia che proiettando detta condizione al medio-lungo periodo, in considerazione del miglioramento del parco veicolare circolante, che nel tempo vede la sostituzione dei veicoli con sistemi di abbattimento delle emissioni meno efficienti (Euro 0, Euro 1, Euro 2) e l’introduzione di veicoli ibridi ed elettrici (dal 2035 saranno prodotti unicamente veicoli elettrici secondo le attuali disposizioni normative), comporterà una riduzione delle emissioni complessive correlate all’infrastruttura, assorbendo anche eventuali (comunque non previsti) lievi incrementi di traffico.

Si specifica inoltre, come meglio riportato nei paragrafi successivi, che il progetto prevede la realizzazione di opere a verde con impianti di tipo arboreo arbustivi, che contribuiranno

## ad assorbire la CO<sub>2</sub>, in coerenza agli obiettivi del Piano, bilanciando completamente la produzione di CO<sub>2</sub>.

Ai soli fini conoscitivi si specifica in ultimo che l'attuale Piano Aria Integrato Regionale (PAIR 2020) ha consentito di raggiungere risultati significativi in termini di riduzione dell'inquinamento atmosferico e di miglioramento della qualità dell'aria. Il PAIR2020, prorogato fino all'approvazione di un nuovo Piano, continua a dispiegare i suoi effetti anche attraverso le misure straordinarie approvate nel corso del 2021.

Tali misure danno attuazione alla sentenza di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea del novembre 2020, che vede coinvolta la Regione Emilia-Romagna per il superamento del valore limite giornaliero di PM<sub>10</sub>, al fine di raggiungerne il rispetto nel più breve tempo possibile.

Nel frattempo, nel corso del 2021, la Regione ha iniziato il percorso di pianificazione che porterà all'approvazione del nuovo Piano Aria Integrato Regionale (PAIR 2030).

Il percorso, ai sensi della normativa in materia di pianificazione, si è avviato con la presentazione all'Assemblea Legislativa del Documento strategico contenente gli obiettivi e le scelte generali del Piano Aria Integrato Regionale (PAIR 2030). Proseguirà con la fase di VAS (Valutazione Ambientale Strategica) e con la consultazione di tutti i soggetti interessati.

### 4.2.2.2.6 Aggiornamento del quadro emissivo

In merito alla richiesta di aggiornare il quadro Emissivo, facendo riferimento a quanto contenuto nel PIAR si specifica che detti dati sono desunti dal database INEMAR con riferimento all'annualità 2010. Di seguito si riporta la Tabella 6.1.1 del Piano con riportate le emissioni a livello Regionale.

Macrosettore	CO	CO <sub>2</sub>	COV	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>								
M1: Prod. energia	6003	3%	9956	25%	1534	2%	79	1%	0	0%	9482	9%	86	1%	430	2%
M2: Combustione non industriale	83256	47%	10093	26%	28309	29%	956	11%	154	0%	8729	8%	5395	40%	1194	7%
M3: Combustione nell'industria	4501	3%	6468	17%	1770	2%	391	4%		0%	12207	11%	993	7%	9773	56%
M4: Processi produttivi	8333	5%	3920	10%	7645	8%	30	0%	1106	2%	3077	3%	617	5%	4540	26%
M5: Estraz/distrib comb		0%		0%	5187	5%		0%		0%		0%		0%		0%
M6: Uso solventi		0%		0%	39883	40%		0%	1	0%	15	0%	4	0%	2	0%
M7: Trasporto su strada	68266	39%	12697	32%	12498	13%	356	4%	832	2%	60675	57%	4593	34%	370	2%
M8: Altre sorgenti mobili	6231	4%	934	2%	2055	2%	306	3%	2	0%	11300	11%	1524	11%	1005	6%
M9: Tratt./smallim rifiuti	255	0%	550	1%	62	0%	156	2%	128	0%	622	1%	6	0%	183	1%
M10: Agricoltura	0	0%		0%	59	0%	6785	75%	49299	96%	637	1%	418	3%		0%
M11: Altre sorg. emi/assorb.			-5455 <sup>66</sup>	-14%												
<b>totale RER 2010</b>	<b>176846</b>	<b>100%</b>	<b>39163</b>	<b>100%</b>	<b>99002</b>	<b>100%</b>	<b>9059</b>	<b>100%</b>	<b>51522</b>	<b>100%</b>	<b>106745</b>	<b>100%</b>	<b>13637</b>	<b>100%</b>	<b>17498</b>	<b>100%</b>
Totale dominio Nord Italia 2010					589131	17%			321504	16%	663679	16%	105994	13%	147573	12%

Tabella 6.1.1 - Ripartizione delle emissioni dell'Emilia-Romagna (t/anno; CO<sub>2</sub> kton/anno) per macrosettore Corinar

Figura 4-45 Tabella delle Emissioni Regionali contenuta nel PIAR 2020

Essendo tali informazioni ormai datate si è proceduto ad aggiornare detto quadro sulla base delle informazioni più recenti disponibili sul database INEMAR. In particolare le tabelle seguenti riportano il quadro aggiornato al 2017 (ultimo anno disponibile) per la Regione Emilia Romagna e per la Provincia di Piacenza



Stime delle emissioni dei principali inquinanti per i diversi macrosettori (t) – Regione Emilia-Romagna								
Macrosettori	NOx	PTS	PM10	PM2,5	SO <sub>2</sub>	CO	NH <sub>3</sub>	COVnm
MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili	4129	61	42	37	402	2706	13	135
MS2 - Combustione non industriale	6507	6759	6423	6355	248	59448	133	6677
MS3 - Combustione industriale	6297	565	387	308	7610	2702	22	349
MS4 - Processi Produttivi	2117	1142	706	481	2435	2415	139	2069
MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili	2	0	0	0	2	1	0	2845
MS6 - Uso di solventi	111	420	282	248	15	16	4	29431
MS7 - Trasporto su strada	38778	3230	2405	1711	60	54177	525	10939
MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari	9668	532	433	432	79	3260	2	991
MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti	706	17	7	7	38	233	143	49
MS10 - Agricoltura	405	872	515	232	0	0	45880	36723
MS11 - Altre sorgenti e assorbimenti	0	0	0	0	0	0	0	34958
<b>Totali</b>	<b>68720</b>	<b>13598</b>	<b>11200</b>	<b>9811</b>	<b>10889</b>	<b>124958</b>	<b>46861</b>	<b>125166</b>

Tabella 4-21 Ripartizione delle emissioni per i macrosettori della Regione Emilia-Romagna (Fonte: elaborazione dati INEMAR, Inventario regionale delle emissioni in atmosfera 2017, ARPAE Emilia-Romagna)

Stime delle emissioni dei principali inquinanti per i diversi macrosettori (t) – Provincia di Bologna								
Macrosettori	NOx	PTS	PM10	PM2,5	SO <sub>2</sub>	CO	NH <sub>3</sub>	COVnm
MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili	652	8	8	8	7	1454	0	36
MS2 - Combustione non industriale	418	610	580	574	20	5400	12	564
MS3 - Combustione industriale	1202	33	20	15	166	834	2	49
MS4 - Processi Produttivi	271	30	16	15	56	49	0	30
MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili	0	0	0	0	0	0	0	162
MS6 - Uso di solventi	16	8	5	4	1	13	0	2700

Stime delle emissioni dei principali inquinanti per i diversi macrosettori (t) – Provincia di Bologna								
Macrosettori	NOx	PTS	PM10	PM2,5	SO <sub>2</sub>	CO	NH <sub>3</sub>	COVnm
MS7 - Trasporto su strada	3506	273	202	146	5	4155	47	778
MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari	1162	58	58	58	3	363	0	112
MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti	56	0	0	0	2	4	11	2
MS10 - Agricoltura	44	55	25	9	0	0	5157	4319
MS11 - Altre sorgenti e assorbimenti	0	0	0	0	0	0	0	4729
<b>Totali</b>	<b>7327</b>	<b>1075</b>	<b>914</b>	<b>829</b>	<b>260</b>	<b>12272</b>	<b>5229</b>	<b>13481</b>

Tabella 4-22 Ripartizione delle emissioni per i macrosettori della Provincia di Piacenza (Fonte: elaborazione dati INEMAR, Inventario regionale delle emissioni in atmosfera 2017, ARPAE Emilia-Romagna)

Per il progetto in esame, è possibile far riferimento al macrosetto re “Trasporto su strada” che comprende tutte le emissioni dovute alle automobili, ai veicoli leggeri e pesanti, ai motocicli e agli altri mezzi di tra-sporto su strada, comprendendo sia le emissioni dovute allo scarico che quelle da usura dei freni, delle ruote e della strada.

Relativamente agli inquinanti presi come riferimento principale anche dal PIAR, ossia gli ossidi di azoto (NOX) ed il particolato (PM10 e PM2,5), di seguito si riassumono le emissioni prodotte dal traffico veicolare nella regione Emilia-Romagna e nella provincia di Piacenza.

Trasporti stradali	NOx (t/anno)	PM10 (t/anno)	PM2,5 (t/anno)
Emissioni Regione Emilia-Romagna	38778	2405	1711
Emissioni Provincia di Piacenza	7327	914	829

Tabella 4-23 Emissioni a livello regionale e provinciale per il macrosetto re “Trasporto su strada” degli inquinanti di interesse (Fonte: elaborazione dati INEMAR, Inventario regionale delle emissioni in atmosfera 2017, ARPAE Emilia-Romagna)

#### 4.2.2.2.7 Caratterizzazione dell'area in termini di sorgenti emissive

Il progetto presentato prevede per le modellazioni in fase di esercizio come fonte emissiva per la fase di esercizio il traffico veicolare lungo la S.S.45 di Val Trebbia. Al punto 4.2.3. della relazione EA02 si precisa che “gli impatti sulla componente aria sono causati principalmente dai motori dei mezzi di trasporto i quali possono essere classificati, a seconda del tipo di combustione.”

Come si nota dall'ortofoto a seguito riportata il grafo stradale di zona è un grafo stradale scarsamente connesso per il quale la via principale (se non l'unica) è proprio rappresentata dalla S.S.45 che cammina in sponda destra del Fiume Trebbia

Sul lato opposto del Fiume Trebbia è presente la S.P.63 la quale tuttavia presenta caratteristiche prestazionale assolutamente scadenti e percorsi tortuosi che non possono rappresentare percorsi alternativi

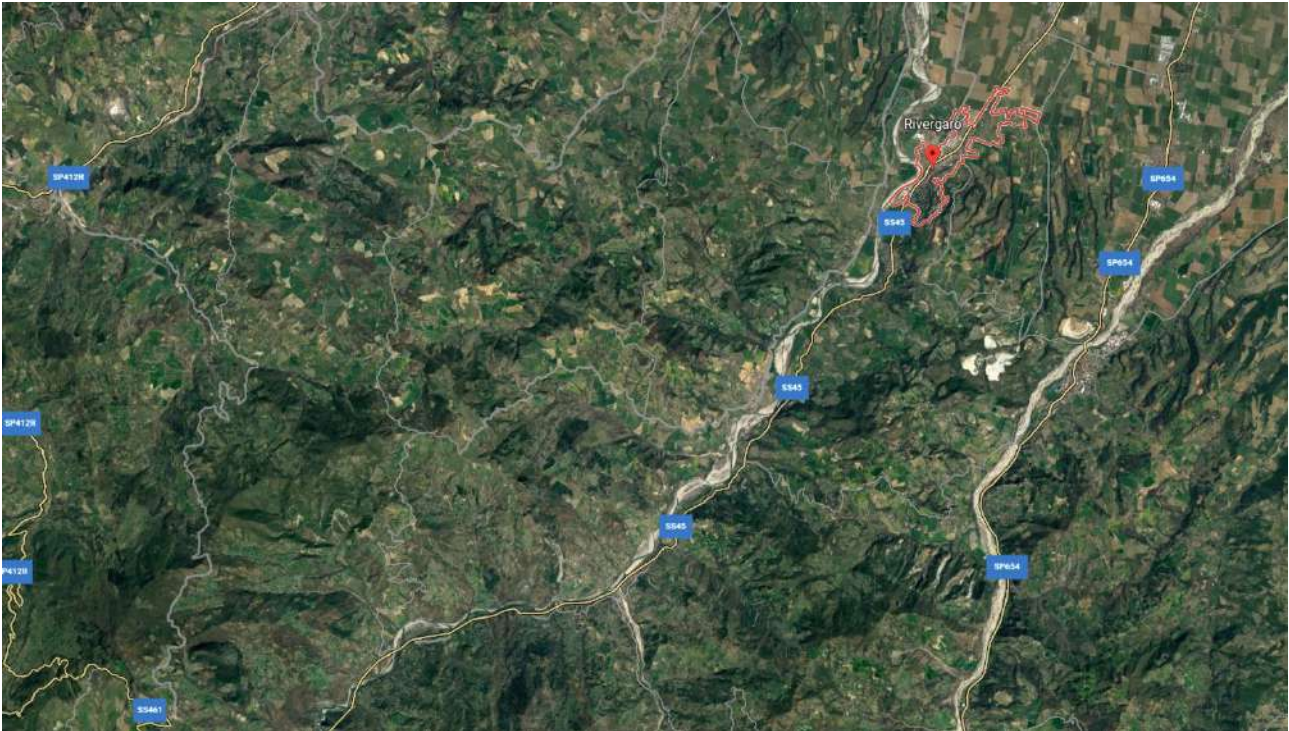


Figura 4-46 Ortofoto area di intervento

Quanto sopra definito è testimoniato anche dall'analisi della carta del suolo "EC19-T00EC02AMBPL09".

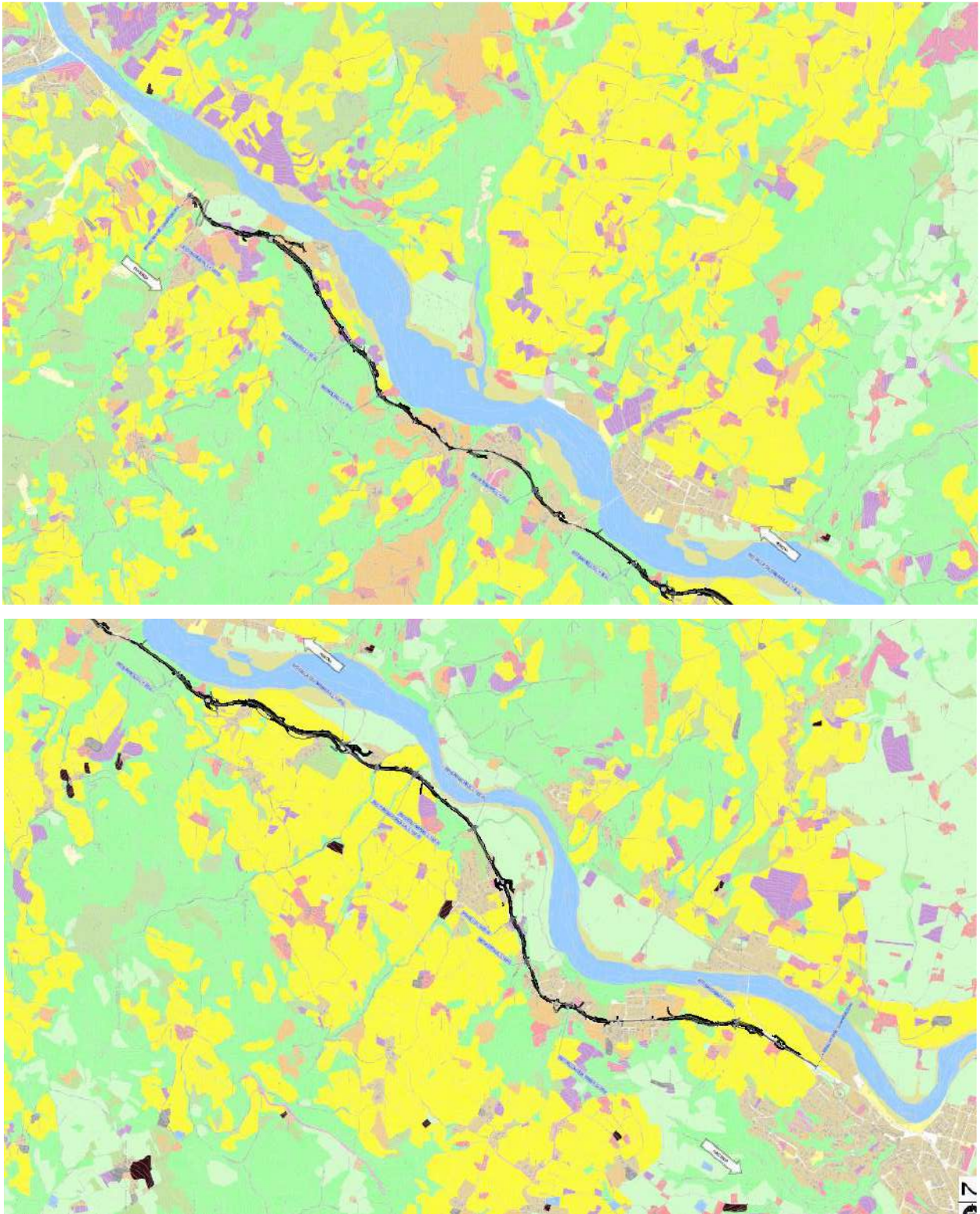




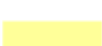



Figura 4-47 Stralcio Carta uso del suolo (alto riquadro 1 basso Riquadro 2) EC19- T00EC02AMBPL09\_C

## LEGENDA

### Categorie CORINE LAND COVER 2018

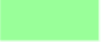
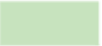
#### 1. SUPERFICI ARTIFICIALI (CORINE L.C., livello 1; di seguito le categorie di livello 3)

	1.1.1 Zone residenziali a tessuto continuo
	1.1.2 Zone residenziali a tessuto rado
	1.2.2 Reti stradali, ferrovie e infrastrutture tecniche
	1.3.1 Aree estrattive
	1.4.1 Aree verdi urbane
	1.4.2 Aree ricreative sportive

#### 2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE (CORINE L.C. livello 1; di seguito le categorie di livello 3)

	2.1.1 Seminativi in aree non irrigue
	2.1.2 Seminativi in aree irrigue
	2.2.1 Vigneti
	2.2.2 Frutteti e frutti minori
	2.3.1 Prati stabili
	2.4.4 Aree agroforestali

#### 3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI (CORINE L.C., livello 1; di seguito le categorie di livello 3)

	3.1.1 Boschi di latifoglie
	3.2.2 Brughiere e cespuglieti

#### 5. CORPI IDRICI (CORINE L.C. livello 1; di seguito le categorie di livello 3)

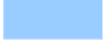
	5.1.1 Corsi d'acqua, canali e idrovie
-------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------

Figura 4-48 Legenda Carta Uso del suolo EC19- T00EC02AMBPL09\_C

Come si può notare dalla carta l'intorno territoriale è prevalentemente composto da Territori Boscati e Ambienti semi-naturali di cui al punto 3 del CLC e superfici agricole di cui al punto 2 del CLC, le quali non rappresentano delle sorgenti emmissive rilevanti.

Le sorgenti presenti dal punto di vista emissivo sono quindi unicamente gli agglomerati urbani che rappresentano, stante la densità abitativa dei comuni, così come anche specificato nel PIAR, sorgenti minori.

Non sono presenti aree industriali rilevanti nell'area. Dal punto di vista delle altre sorgenti infrastrutturali, la sorgente più prossima è l'aeroporto di Piacenza (Aeroporto militare) che dista comunque a 10 km dall'infrastruttura.

Stante la diffusione degli inquinanti dell'infrastruttura stradale (valori non rilevanti a distanza di qualche centinaia di metri dall'infrastruttura) e di quella aeroportuale (che generalmente è concentrata in prossimità dell'aeroporto in termini di valori più elevati) non si ritiene significativa la sovrapposizione delle due infrastrutture.

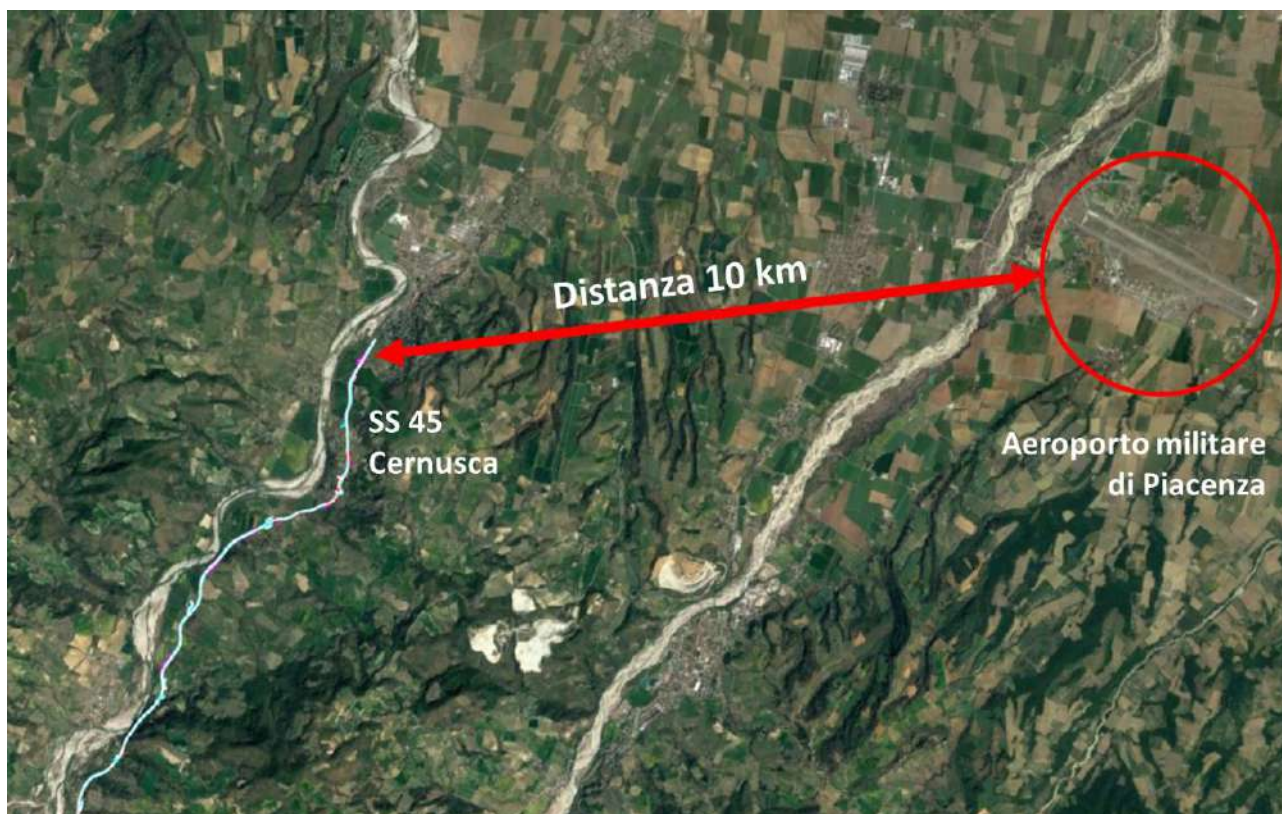


Figura 4-49 Altre sorgenti infrastrutturali

#### 4.2.2.3 Individuazione di ricettori puntuali

In merito ai ricettori intercettati dal progetto in esame si specifica, che in coerenza a quanto visto per la componente Rumore, e più specificatamente nell'elaborato censimento dei ricettori EC08 - T00EC02AMBRE08\_A sono assenti ricettori sensibili quali scuole, case di cura, cimiteri ecc.

Gli unici ricettori a cui si è fatto riferimento dal punto di vista puntuale sono pertanto quelli relativi alle abitazioni.

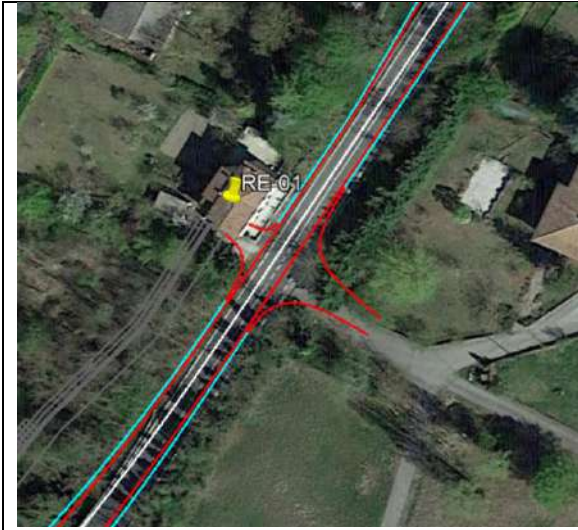
Sono stati individuati tre ambiti di analisi diffusionali principali:

1. Abitati di quadrelli e canova ponte;
2. Abitati di Monte Travaso e Mulinazzo
3. Abitato di Fabbiano

Per ognuno di ambiti sono stati individuati due ricettori puntuali come di seguito individuato.

##### Abitato 1:

<b>Codice</b>	RE-01	<b>Abitato</b>	Canova Ponte	<b>Tipologia</b>	Residenziale
<b>Coord. X</b>	543152.00 m E		<b>Coord. Y</b>	4966999.00 m N	
<b>Planimetria</b>			<b>Foto</b>		



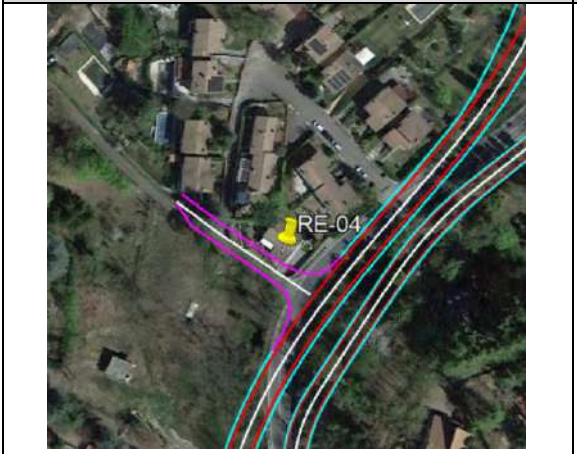
<b>Codice</b>	RE-02	<b>Abitato</b>	Quadrelli	<b>Tipologia</b>	Residenziale
<b>Coord. X</b>	542778.00 m E		<b>Coord. Y</b>	4966682.00 m N	
<b>Planimetria</b>			<b>Foto</b>		

Abitato 2:

<b>Codice</b>	RE-03	<b>Abitato</b>	Monte Travaso	<b>Tipologia</b>	Residenziale/ produttivo
<b>Coord. X</b>	545296.00 m E		<b>Coord. Y</b>	4970224.00 m N	
<b>Planimetria</b>			<b>Foto</b>		






<b>Codice</b>	RE-04	<b>Abitato</b>	Mulinazzo	<b>Tipologia</b>	Residenziale
<b>Coord. X</b>	546124.00 m E	<b>Coord. Y</b>	4970765.00 m N		
<b>Planimetria</b>			<b>Foto</b>		





Abitato 3:

<b>Codice</b>	RE-05	<b>Abitato</b>	Fabbiano	<b>Tipologia</b>	Residenziale/ produttivo
<b>Coord. X</b>	546234.00 m E		<b>Coord. Y</b>	4971245.00 m N	
<b>Planimetria</b>			<b>Foto</b>		
					

<b>Codice</b>	RE-06	<b>Abitato</b>	Fabbiano	<b>Tipologia</b>	Residenziale
<b>Coord. X</b>	546202.00 m E		<b>Coord. Y</b>	4971288.00 m N	
<b>Planimetria</b>			<b>Foto</b>		
					

### 4.2.3 FASE DI ESERCIZIO

Le opere in progetto riguardano l'ammodernamento di un tratto della SS45 "Della Val Trebbia" che collega le provincie di Genova e Piacenza. Gli interventi si estendono complessivamente per circa 11 km e ricadono nei Comuni di Rivergaro e Travo, in Provincia di Piacenza, nel tratto della SS 45 compreso tra il margine sud dell'abitato di Rivergaro e la località Cernusca in Comune di Travo.

Le suddette opere sono finalizzate a ripristinare adeguati livelli di sicurezza della circolazione migliorando nel contempo le condizioni di scorrevolezza del traffico e di conseguenza l'impatto sulla componente in esame. Infatti il tracciato in linea generale prevede un allontanamento dalle zone abitate che permette di avere effetti benefici prevedibili in termini di fluidificazione del traffico. In fase di esercizio gli impatti sulla componente aria sono causati principalmente dai motori dei mezzi di trasporto i quali possono essere classificati, a seconda del tipo di combustione.

Ad esempio i veicoli dotati di motore a benzina sono una importante sorgente di emissioni di idrocarburi (HC) e di ossidi di azoto, inoltre sono la causa principale degli alti livelli di emissione di monossido di carbonio nelle aree urbane. I veicoli a motore Diesel sono invece importanti sorgenti di emissione di fuliggine e fumi, idrocarburi e ossidi di azoto.

I veicoli con motore a combustione interna emettono sostanze inquinanti da quattro sorgenti diverse: il basamento del motore, il serbatoio del combustibile, il carburatore (solo nei veicoli con motore ad accensione comandata), il tubo di scappamento. Le sostanze emesse dal basamento del motore e dallo scappamento provengono dall'interno del cilindro dove hanno preso parte, almeno parzialmente, alle fasi che caratterizzano il funzionamento del motore. Le rimanenti sono semplicemente il prodotto del processo di evaporazione del combustibile contenuto nel sottosistema di alimentazione.

La stima delle emissioni di inquinanti atmosferici da trasporti stradali si avvale di un modello di calcolo denominato COPERT (*COmputer Programme to calculate Emissions from Road Traffic*) basato su un ampio insieme di parametri che tengono conto delle caratteristiche generali del fenomeno e delle specifiche realtà di applicazione. Questa metodologia è stata indicata dall'EEA (European Environment Agency, Agenzia Europea per l'Ambiente) come lo strumento da utilizzare per la stima delle emissioni da trasporto stradale nell'ambito del programma CORINAIR per la realizzazione dell'inventario nazionale delle emissioni.

Le emissioni da veicoli su strada si possono esprimere come la somma di tre tipologie di contributi:

$$E = E_{hot} + E_{cold} + E_{evap}$$

dove:

**E<sub>hot</sub>** sono le emissioni a caldo, ovvero alla temperatura di esercizio del motore;

**E<sub>cold</sub>** sono le emissioni a freddo, ovvero durante il riscaldamento del veicolo;

**E<sub>evap</sub>** sono le emissioni evaporative costituite dai soli COVNM (composti organici volatili non metanici) .

Le emissioni a caldo sono stimate per tutte le tipologie di veicoli, le emissioni a freddo per i veicoli leggeri, quelle evaporative sono rilevanti per i soli veicoli a benzina.

Ai fini della presente valutazione sono stati utilizzati i valori delle emissioni legati al ciclo di guida extra-urbano, a caldo poiché le situazioni in cui possono verificarsi le emissioni a freddo nel tratto di viabilità in oggetto sono talmente limitate da non incidere in alcun modo sul bilancio complessivo.

Per quanto concerne i dati relativi al parco circolante, che costituiscono la base delle elaborazioni del modello COPERT la fonte di riferimento è l'ACI (Automobile Club d'Italia), che fornisce - su richiesta diretta - i dati sui veicoli secondo la suddivisione in categorie di cilindrata e/o portata e data di immatricolazione necessarie per costituire la base dati del modello.

I fattori di emissione sono stati calcolati per ciclo di guida extraurbano e rappresentano dei valori cautelativi in quanto si prevede nel futuro un abbassamento dei livelli di emissione legato al rinnovamento del parco autoveicolare.

I livelli di emissione in atmosfera legati alla viabilità di progetto sono stati stimati con l'ausilio dello standard internazionale Austal 2000, sviluppato dal Dott. Joachim Eichhorn dell'Istituto per la Fisica dell'Atmosfera all'Università tedesca di Mainz, implementato nel modello di simulazione SoundPLAN. Tale modello di dispersione è basato sull'equazione Euleriana del moto non-idrostatico e su un'equazione di trasporto per gli inquinanti che permette di calcolare la distribuzione spaziale sul territorio delle concentrazioni dell'inquinante considerato.

Le simulazioni sono state effettuate in modo da visualizzare il valore medio di concentrazione riscontrabile all'interno di uno strato ideale compreso tra 0 m e 3 m da terra, in quanto è all'interno di esso che si può supporre stazionino le persone.

Le informazioni necessarie al modello sono: le condizioni meteorologiche, il numero di sorgenti e le loro coordinate sul territorio, le emissioni in unità di massa al metro per le sorgenti lineari.

L'output della simulazione viene reso in forma di mappe a curve di iso-concentrazione che si possono confrontare con gli standard di qualità dell'aria.

L'applicazione del modello previsionale ha richiesto l'acquisizione dei dati sulle caratteristiche dei flussi di traffico sul tronco stradale. A tale scopo sono stati presi a riferimento i dati di traffico desunti dai rilievi effettuati sul tracciato della SS45 nel 2016 e dal servizio di monitoraggio della Regione Emilia Romagna (RER).

In particolare sono stati analizzati come flussi di progetto i due scenari di traffico:

- 1) scenario flussi rilevati in dicembre 2016, considerato come medio annuo
- 2) scenario giorno feriale agosto di massimo carico

La tabella seguente riporta i flussi di traffico dei due scenari citati.

Sezione di rilievo		1-Medie orarie rilievi Dicembre				2-Medie orarie feriale Agosto			
		Diurno		Notturmo		Diurno		Notturmo	
		totali	% pes	totali	% pes	totali	% pes	totali	% pes
T1	Dir. N	114	13,8%	14	13,8%	228	33,3%	29	33,3%
	Dir. S	115	11,7%	14	11,7%	206	14,0%	26	14,0%
T2	Dir. N	152	7,7%	19	7,7%	274	20,5%	34	20,5%
	Dir. S	194	5,4%	24	5,4%	344	6,6%	43	6,6%
307 RER	Dir. N	125	4,6%	16	4,6%	213	13,1%	27	13,1%
	Dir. S	124	5,0%	16	5,0%	220	6,0%	28	6,0%

Dove:

T1: sezione di rilievo situata al chilometro 111,500 in prossimità dell'abitato di Quadrelli

T2: sezione situata la chilometro 118,200 in località Fabbiano

307 RER: postazione posizionata al chilometro 114 della S.S. n. 45, in comune di Travo

E' stato quindi scelto di stimare il potenziale impatto degli inquinanti in coerenza con lo scenario di massimo carico del giorno feriale di Agosto utilizzato per il progetto delle barriere acustiche in un'ottica cautelativa considerando che il traffico stimato al 2019 e al 2045 nella relazione stradale risulta mediamente di minor impatto in termini di emissione di inquinanti atmosferici.

Sono state di conseguenza valutate le emissioni di inquinanti sulla base del traffico massimo del giorno feriale di agosto. Di seguito si riportano nelle tabelle le emissioni di inquinanti considerate.

SEZIONE T1 - SCENARIO MASSIMO CARICO				
Tipo di veicolo	TGM	NO <sub>x</sub>	CO	PM10
	n.ro	g/km	g/km	g/km
<b>Veicoli leggeri &lt; 3.5 t</b>	5.601	799	2.409	112
<b>Veicoli pesanti &gt; 3.5 t e autobus</b>	1783	6.328	1.973	250
<b>TOT</b>	<b>7.384</b>	<b>7.127</b>	<b>4.382</b>	<b>362</b>

SEZIONE T2 - SCENARIO MASSIMO CARICO				
Tipo di veicolo	TGM	NO <sub>x</sub>	CO	PM10
	n.ro	g/km	g/km	g/km
<b>Veicoli leggeri &lt; 3.5 t</b>	9.164	1.307	3.940	183
<b>Veicoli pesanti &gt; 3.5 t e autobus</b>	1340	4.759	1.484	188
<b>TOT</b>	<b>10.504</b>	<b>6.066</b>	<b>5.424</b>	<b>371</b>

SEZIONE 307 RER - SCENARIO MASSIMO CARICO				
Tipo di veicolo	TGM	NO <sub>x</sub>	CO	PM10
	n.ro	g/km	g/km	g/km
<b>Veicoli leggeri &lt; 3.5 t</b>	6.669	951	2.868	133
<b>Veicoli pesanti &gt; 3.5 t e autobus</b>	699	2.483	774	98
<b>TOT</b>	<b>7.368</b>	<b>3.434</b>	<b>3.642</b>	<b>231</b>

Per quanto riguarda la stima delle emissioni di NO<sub>2</sub> in genere circa il 10% dell'NO, una volta immesso in atmosfera, viene trasformato in biossido di azoto per azione della radiazione solare. In condizioni di forte irraggiamento, inoltre, gli ossidi di azoto partecipano a reazioni fotochimiche che originano inquinanti secondari (ozono, smog fotochimico).

E' stato quindi valutato il rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> con delle ipotesi semplificative, poiché il processo di trasformazione NO - NO<sub>2</sub> per permanenza di NO<sub>x</sub> in atmosfera è piuttosto complesso e soprattutto fortemente legato alle condizioni ambientali sito-specifiche.

Il tipico approccio di primo livello in uno studio di diffusione modellistico è quello cautelativo cioè assumere che l'NO<sub>x</sub> emesso sia da considerarsi totalmente come NO<sub>2</sub> (cioè NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> = 1); sempre in questo contesto si può inquadrare anche la procedura EPA ARM (Ambient Ratio Method) secondo la quale il rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> è un valore costante pari a 0,8 per la valutazione dei valori orari e 0,75 per la valutazione dei valori annuali. Tale procedura è stata utilizzata per le stime suddette nella presente valutazione.

Questa metodologia in genere sovrastima il valore orario di NO<sub>2</sub> però l'ipotesi cautelativa che ne è alla base, in assenza di superamenti degli indicatori di qualità dell'aria, garantisce la robustezza dell'analisi regolatoria.

Per quanto riguarda i dati meteorologici la situazione impostata nelle simulazioni è relativa alla *worst condition*, ossia lo scenario peggiore con la minore possibilità di accadimento.

Si è scelto di far riferimento ai dati forniti dalla stazione di Piacenza (2016) riferiti al monitoraggio dell'anno 2015, poiché rispetto ai dati forniti dalle stazioni di Rivergaro e Travo, sebbene più recenti e più vicini, restituisce delle informazioni che caratterizzano l'intero anno e non pochi mesi. E' stata quindi considerata come direzione del vento prevalente E-SE asse della circolazione dei venti lungo la valle del Po.

Per quanto riguarda l'intensità del vento, nel corso del 2015 le velocità medie giornaliere registrate sono di valore massimo pari a 4 m/s, mentre relativamente ai valori medi mensili le medie più elevate sono misurate pari a 1,8 m/s.

In considerazione della *worst condition* le simulazioni sono state effettuate con la velocità del vento massima giornaliera pari a 4m/s. Questa intensità si riscontra anche in media nel monitoraggio di Travo che registra una brezza leggera (vento tra 2 e 6 m/s), mentre sovrastima quella monitorata a Rivergaro di 1,1 m/s.

Per quanto riguarda la classe di stabilità che rappresenta il grado di turbolenza dell'atmosfera il quale è correlato alla capacità di dispersione degli inquinanti, è stata valutata utilizzando le Classi di stabilità di Pasquill. Tale metodo distingue la stabilità dell'atmosfera in sette classi (A,B,C,D,E,F,G) ricavate in base a diverse classi di vento in corrispondenza della superficie, dell'insolazione e degli strati di nuvolosità durante le ore notturne.

Le classi A, B, e C rappresentano situazioni di instabilità dell'atmosfera e quindi situazioni in cui è facilitata la dispersione degli inquinanti, le classi da E a G rappresentano condizioni di stabilità ovvero situazioni in cui gli inquinanti rimangono confinati. Infine la classe D costituisce una situazione di neutralità dell'atmosfera, situazione intermedia rispetto alle due precedenti. Nella tabella seguente sono riportate le diverse classi di stabilità definite da Pasquill.

Grado di stabilità	Categorie di Pasquill
Instabilità forte	A
Instabilità moderata	B
Instabilità debole	C
Neutralità	D
Stabilità debole	E
Stabilità moderata	F
Stabilità forte	G

Nelle simulazioni è stata considerata una condizione di neutralità/adiabaticità, identificata dalla classe di stabilità D della classificazione di Pasquill, che indica una situazione negativa ai fini della dispersione per gli inquinanti in atmosfera, per cui si è cautelativamente considerato un gradiente termico verticale medio pari a  $0^{\circ}\text{K} / 100 \text{ m}$ .

I risultati delle simulazioni sono riportati nelle tavole riportate in allegato EB 23, "Atmosfera - Qualità dell'aria - Emissioni da traffico - Livelli di concentrazione", che mostrano i livelli di concentrazione media annuale di  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$ , CO e PM10.

Le curve isolivello si riferiscono alle situazioni di maggiore significatività riscontrate lungo il tracciato in relazione alla vicinanza degli abitati all'infrastruttura. Sono stati quindi analizzati gli abitati di Quadrelli, Canova Ponte, Monte Travaso, Mulinazzo e Fabbiano.

I risultati sono stati confrontati con il principale riferimento legislativo per la valutazione di impatto delle emissioni di inquinanti in ambiente ossia il Decreto del ministero dell'Ambiente 13 agosto 2010 n.155.

Dai dati riportati si desume quanto segue:

- $\text{NO}_x$  - Non vi sono criticità. I livelli si mantengono al di sotto dei limiti di norma ( $30 \mu\text{g}/\text{mc}$ ) a protezione della vegetazione.
- $\text{NO}_2$  - Non vi sono criticità. I livelli si mantengono di gran lunga al di sotto dei limiti di norma ( $40 \mu\text{g}/\text{mc}$ ) a protezione della salute umana.
- CO – Monossido di carbonio: Non vi sono criticità. I livelli si mantengono di gran lunga al di sotto dei limiti di norma ( $10 \text{ mg}/\text{mc}$ ).
- PM10 – Polveri sottili: Non vi sono criticità. I livelli si mantengono di gran lunga al di sotto dei limiti di norma ( $40 \text{ mg}/\text{mc}$ ) a protezione della salute umana.

Le simulazioni effettuate fanno escludere significativi rischi di impatto per quanto concerne il comparto atmosfera. Vi è inoltre da considerare che in realtà i dati da attendersi saranno certamente di molto inferiori per i seguenti motivi:

1. il modello non ha tenuto conto della fitta vegetazione presente nell'area;
2. in mancanza di precisi dati meteo nell'area le simulazioni sono state effettuate considerando una condizione di worst condition che difficilmente si realizzerà nella realtà.

#### 4.2.3.1 Output tabellari del modello diffusionale

Gli output puntuali del modello sono riportati nella tabella sottostante

Ambito	Codice	Media Annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
		Nox	No2	CO ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	PM10
Ambito 1	RE-01	19,8	14,8	0,010	0,90
Ambito 1	RE-02	16,4	12,3	0,012	0,82
Ambito 2	RE-03	7,5	5,6	0,009	0,45
Ambito 2	RE-04	8,0	6,0	0,0085	0,43
Ambito 3	RE-05	11,2	8,4	0,008	0,65
Ambito 3	RE-06	14,7	11,0	0,011	0,85

Tabella 4-24 Valori puntuali ai ricettori

In merito a quanto riportato e dall'analisi della dispersione effettuata nelle cartografie riportanti le curve di isoconcentrazione, è quindi possibile confermare il contributo stradale sia localizzato principalmente al sedime stradale con un decremento in termini di concentrazioni di inquinanti che decresce rapidamente allontanandosi dall'intervento a valori trascurabili.



Figura 4-50 Stralcio Tavola EB27 T00EB01AMBPL21\_A

Inoltre anche sommando i valori simulati con i valori di qualità dell'aria misurati dalle centraline (cfr. Risposta 4.4 e risposta 4.7), con particolare riferimento a quelli assunti in fase di progetto in quanto maggiormente cautelativi (cfr. Risposta 4.4 e risposta 4.7), si avrebbero i seguenti valori.

Codice	Media Annua ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						
	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> con fondo progetto	CO (mg/m <sup>3</sup> )	CO con fondo progetto	PM <sub>10</sub>	PM <sub>10</sub> con fondo progetto
RE-01	19,8	14,8	26,7	0,010	0,4	0,90	24,9
RE-02	16,4	12,3	24,2	0,012	0,402	0,82	24,82
RE-03	7,5	5,6	17,5	0,009	0,399	0,45	24,45
RE-04	8,0	6,0	17,9	0,0085	0,3985	0,43	24,43
RE-05	11,2	8,4	20,3	0,008	0,398	0,65	24,65
RE-06	14,7	11,0	22,9	0,011	0,401	0,85	24,85

Figura 4-51 Contributo fase di esercizio e livello di qualità dell'aria locale



Come si nota dalle tabelle soprastanti i valori di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>, principali inquinanti correlati al traffico veicolare sono al di sotto dei limiti normativi per la media annua (40 µg/m<sup>3</sup>). Inoltre, in relazione ai valori calcolati per le medie annue, nonché agli scenari altamente cautelativi assunti con la metodologia del worst case è possibile affermare come non siano attesi superamenti per i valori giornalieri (per PM<sub>10</sub>) ed orari (per NO<sub>2</sub>) correlabili all'infrastruttura stradale.

Dette conclusioni sono anche coerenti con quanto definito nel PIAR per le aree in esame non vengono evidenziati superamenti.

#### 4.2.4 MISURE DI BILANCIO DELLA CO<sub>2</sub>

Come espresso nei paragrafi precedenti, un primo miglioramento in termini emissivi sarà fornito dal progressivo miglioramento del parco veicolare circolante e dall'introduzione di veicoli ibridi ed elettrici a fronte di una sostanziale invarianza dei flussi veicolari circolanti sull'infrastruttura ammodernata.

Volendo comunque effettuare una stima cautelativa del delta emissivo da bilanciare tra lo scenario attuale 2019 e lo scenario di fine vita dell'opera 2045 si può effettuare una prima stima delle emissioni prodotte annualmente ed il relativo bilancio proveniente dalle opere a verde impiantate.

In particolare secondo quanto definito dalla relazione di progetto è possibile fare riferimento ai seguenti dati di traffico:

- TGM 2019 : 5509 veicoli/giorno → TGM Annuo: 2.010.785 veicoli
- TGM 2045: 7979 veicoli/giorno → TGM Annuo: 2.912.335 veicoli

Quanto si intende bilanciare nell'annualità peggiore è quindi il delta tra il 2019 ed il 2045 ovvero le emissioni prodotte da 901.550 veicoli lungo il tratto di percorrenza in oggetto. La percentuale di veicoli pesanti correlata all'annualità è modesta e circa pari al 3.4%.

Un ulteriore assunto cautelativo è quello di considerare quale fattore di emissione costante quello relativo all'emissione di CO<sub>2</sub> attuale dai veicoli circolanti, nonostante, come già definito nel presente paragrafo, è previsto un miglioramento della flotta anche in considerazione delle normative comunitarie e nazionali che vedono dal 2035 l'abolizione della produzione dei veicoli a combustione interna a favore di quelli elettrici.

Il valore di CO<sub>2</sub> medio emesso è stato assunto pari a 107.5 gCO<sub>2</sub>/km<sup>4</sup>.

Considerando la lunghezza dell'intervento ed il numero di veicoli la CO<sub>2</sub> da compensare derivante dal delta di traffico annuale tra i due scenari (con l'ipotesi altamente cautelativa che il fattore di emissione rimanga invariato al 2045) è pari a 1.012 tonnellate.

<sup>4</sup> <https://www.eea.europa.eu/ims/co2-performance-of-new-passenger>

Si è quindi valutato il bilancio in termini di CO<sub>2</sub> assorbita all'anno attraverso la realizzazione di opere a verde. Al fine di avere una valutazione sommaria e speditiva del beneficio di detti sestii di impianto si è applicata la metodologia Benefits (Benefici ecosistemici dell'infrastruttura verde urbana) Sviluppata da REBUS (Renovation of Public Buildings and Urban Spaces - Servizio Pianificazione Territoriale e Urbanistica, dei Trasporti e del Paesaggio | Regione Emilia-Romagna).

Detta metodologia è stata considerata con i seguenti assunti:

- In relazione all'utilizzo di specie a pronto effetto nonché all'orizzonte di verifica (2045) sono stati considerati gli esemplari come maturi;
- In via cautelativa l'analisi è stata effettuata unicamente sulle specie arboree trascurando il contributo delle specie arbustive;

La tabella seguente riporta i dati relativi all'assorbimento della CO<sub>2</sub>

NOME LATINO	NUMERO PIANTE	Potenziale CO <sub>2</sub> stoccata esemplare maturo (kg):	Potenziale CO <sub>2</sub> assimilata esemplare maturo (kg/y):	TOTALE CO <sub>2</sub> STOCCATA (kg)	TOTALE CO <sub>2</sub> ASSIMILATA (kg/y)
<i>Acer campestre</i>	435	499	120	217065	52200
<i>Carpinus betulus</i>	816	1644	358	1341504	292128
<i>Fraxinus excelsior</i>	364	1828	135	665392	49140
<i>Populus alba</i>	364	1631	219	593684	79716
<i>Prunus serrulata</i> <sup>5</sup>	435	599	77	260565	33495
<i>Quercus robur</i> <sup>6</sup>	878	6918	436	6074004	382808
<i>Tilia cordata</i>	364	3606	599	1312584	218036

Tabella 4-25 Applicazione della metodologia Benefits ai sestii di impianto di tipo arboreo

Il totale della CO<sub>2</sub> stoccata ed assimilata dai nuovi impianti di individui arborei (considerati come individui giovani all'interno della metodologia) è riportato nella tabella sottostante.

	Quantità	Unità di misura
<b>ALBERI DI NUOVO IMPIANTO</b>	3660	

<sup>5</sup> Specie presa per similitudine in quanto nella metodologia Benefits non è presente il **Prunus Avium** utilizzato nei sestii di impianto.

<sup>6</sup> Specie presa per similitudine in quanto nella metodologia Benefits non è presente il **Quercus Petraea** utilizzato nei sestii di impianto.

CO2 STOCCATA PIANTE MATURE	10465358	kg
CO2 ASSIMILATA PIANTE MATURE	1107595	kg/y

**Tabella 4-26 CO2 stoccata ed assimilata dagli individui di nuovo impianto**

Nonostante gli assunti altamente cautelativi effettuati si può valutare come l'assorbimento annuo risulta pari a 1.107 tonnellate a fronte di 1.012 tonnellate di CO2 prodotte dal traffico veicolare.

## 4.2.5 FASE DI COSTRUZIONE

### 4.2.5.1 Scelta del fondo di riferimento per la modellazione

Al fine di ottenere dei valori di fondo di qualità dell'aria da sommare ai valori di concentrazione stimati dalle simulazioni modellistiche effettuate per la fase di cantiere, sono state considerate le concentrazioni medie di PM10 e NO<sub>2</sub> rilevate dall'ultima campagna di monitoraggio effettuata nel 2021 presso Rivergaro, i cui risultati sono mostrati di seguito.

	PROGETTO	RIVERGARO 09/08/2017 31/08/2017	RIVERGARO 08/08/2018 28/08/2018	RIVERGARO 10/08/2019 02/09/2019	RIVERGARO 06/08/2020 27/08/2020	RIVERGARO 27/05/2021 06/06/2021
PM10 - Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24	17	17	18	16	17
PM10 – N° superamenti Limite giornaliero (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0	0	0	0	0	0
NO <sub>2</sub> - Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<12	15	12	10	9	<8
NO <sub>2</sub> – Max orario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	37	55	46	91	59	29
SO <sub>2</sub> – Max orario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	58	< 14	< 14	10	8	12
SO <sub>2</sub> – Max media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	21	<14	<14	5	8	10
CO – Max media mobile di 8 ore ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	< 0,6	0,9	< 0,6	< 0,4	0,2	< 0,4
O <sub>3</sub> – Max media mobile di 8 ore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	149	155	138	136	141	141
O <sub>3</sub> – Max orario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	178	170	149	154	149	152
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> - Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,5	0,3	0,1	0,3	0,3	0,3

Tabella 4-27 Dati rilevati dalle campagne di monitoraggio

In particolare, per il PM10 è stata considerata la concentrazione media di 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre per l'NO<sub>2</sub> la concentrazione di 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Inoltre, al fine di avere valori di concentrazione medi annui, sono stati presi in considerazione i valori degli inquinanti di interesse rilevati dalla centralina fissa di ARPAE di Corte Brugnatella, situata a circa 20 km dall'area di intervento e classificata come di fondo rurale, da cui sono state

prese in considerazione le concentrazioni medie annue di PM10 e NO<sub>2</sub>, pari rispettivamente a 11,59 µg/m<sup>3</sup> e 3,67 µg/m<sup>3</sup>.

In Tabella 4-28 si riassumono i valori considerati come fondo di qualità dell'aria da sommare ai valori di concentrazione ottenuti dalle simulazioni modellistiche.

Inquinante	Media registrata a Rivergaro – anni 2017 - 2021 (µg/m <sup>3</sup> )	Media annua registrata dalla centralina Corte Brugnatella di fondo rurale - 2021
Particolato – PM10	17 µg/m <sup>3</sup>	11,59 µg/m <sup>3</sup>
Biossido di Azoto – NO <sub>2</sub>	7 µg/m <sup>3</sup>	3,67 µg/m <sup>3</sup>

Tabella 4-28 Quadro sinottico della qualità dell'aria

#### 4.2.5.2 Simulazioni della fase di cantiere: il modello utilizzato

L'obiettivo della presente analisi è stato quello di stimare le potenziali interferenze sulla qualità dell'aria legate alle attività di cantiere per la realizzazione delle opere previste nell'ambito del progetto oggetto di studio.

A tale scopo, è stata sviluppata una modellazione previsionale attraverso il software di Aermod che ha consentito di stimare le concentrazioni degli inquinanti considerati (PM10 e NO<sub>2</sub>) legate alle attività di cantiere.

Il modello di simulazione matematico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera a cui si è fatto riferimento per le simulazioni del cantiere è il software AERMOD View, distribuito dalla Lakes Environmental, il quale, partendo dalle informazioni sulle sorgenti e sulle condizioni meteorologiche, fornisce la dispersione degli inquinanti in atmosfera e i relativi livelli di concentrazione al suolo.

AERMOD View incorpora i principali modelli di calcolo utilizzati dall'U.S. EPA attraverso un'interfaccia integrata. Si distinguono, in particolare, tre modelli:

- Aermod;
- ISCST3;
- ISC-PRIME.

In particolare, AERMOD è un modello di tipo Gaussiano (Steady-state Gaussian plume air dispersion model) basato su un modello di stabilità atmosferica di tipo "Planetary boundary layer theory"<sup>7</sup>, che consente di valutare, attraverso algoritmi di calcolo, i fattori di deflessione degli

<sup>7</sup> AERMOD Tech Guide – Gaussian Plume Air Dispersion Model. Version 7.6

edifici, i parametri di deposizione al suolo degli inquinanti, l'effetto locale dell'orografia del territorio ed in ultimo i calcoli relativi alle turbolenze meteorologiche.

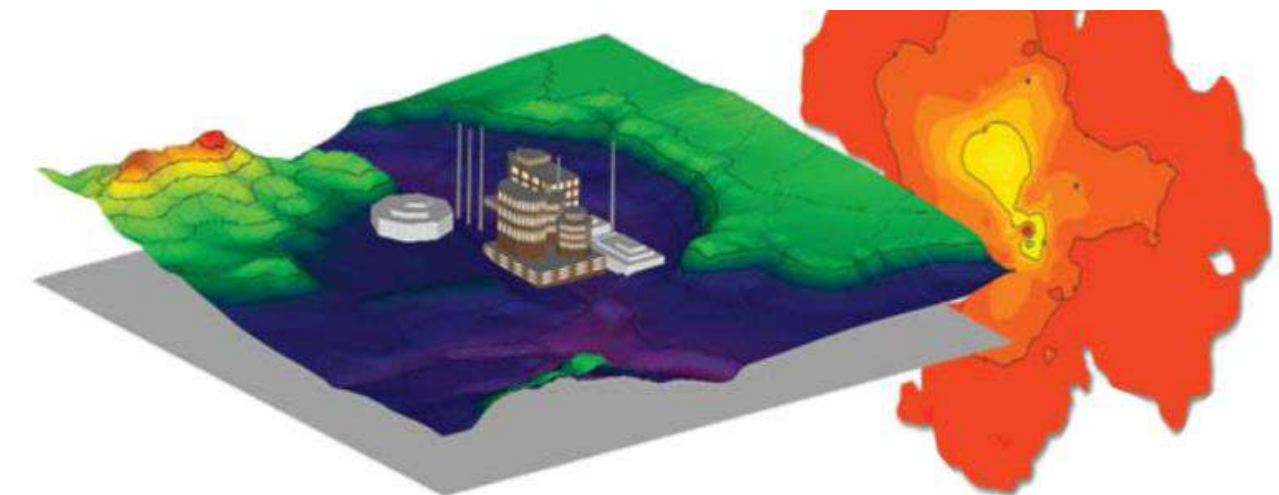


Figura 4-52 Aermod view esempio di modellazione grafica 3d delle curve di isoconcentrazione

Il codice AERMOD è stato sviluppato dall'American Meteorological Society – EPA, quale evoluzione del modello gaussiano ISC3. La dispersione in atmosfera della sostanza inquinante è funzione delle condizioni di stabilità atmosferica dell'area di riferimento stessa<sup>8</sup>:

- strato limite dell'atmosfera stabile: la distribuzione è di tipo gaussiano sia in direzione orizzontale che in direzione verticale;
- strato limite dell'atmosfera instabile: la distribuzione è di tipo gaussiano in direzione orizzontale e bi-gaussiano in direzione verticale.

Questa impostazione supera le tipologie di modelli precedenti (ISC3) permettendo di superare i limiti dei modelli gaussiani, i quali non erano in grado di simulare, in maniera sufficientemente rappresentativa, le condizioni di turbolenza dello strato limite atmosferico. Il codice prende in considerazione diversi tipi di sorgente:

- puntuali;
- lineari;
- areali;
- volumiche.

Per ognuna di queste sorgenti il modello fa corrispondere un diverso algoritmo di calcolo delle concentrazioni. Il modello, pertanto, calcola il contributo di ciascuna sorgente nel dominio d'indagine, in corrispondenza dei punti recettori, i quali possono essere punti singoli, o una maglia di punti con passo definito dall'utente.

Poiché il modello è di tipo stazionario, le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione, tuttavia, è possibile fornire al modello stesso una differenziazione relativa ai fattori

<sup>8</sup> US EPA, User Guide for the AMS EPA regulatory model AERMOD – USA (2004)

di emissioni calcolati nel giorno, ovvero definire per ogni ora del giorno un fattore di emissione relativo alla sorgente i-esima differente. Questa opzione di calcolo risulta particolarmente utile per la definizione delle concentrazioni derivanti da sorgenti che non utilizzano cicli di lavoro continui relativi alle 24h.

Infine, vengono considerati anche gli effetti derivanti dalla conformazione degli edifici. Grazie al modellatore 3D è possibile avere una rappresentazione grafica dell'area d'intervento sia in termini di terreno che in termini di edifici e sorgenti.

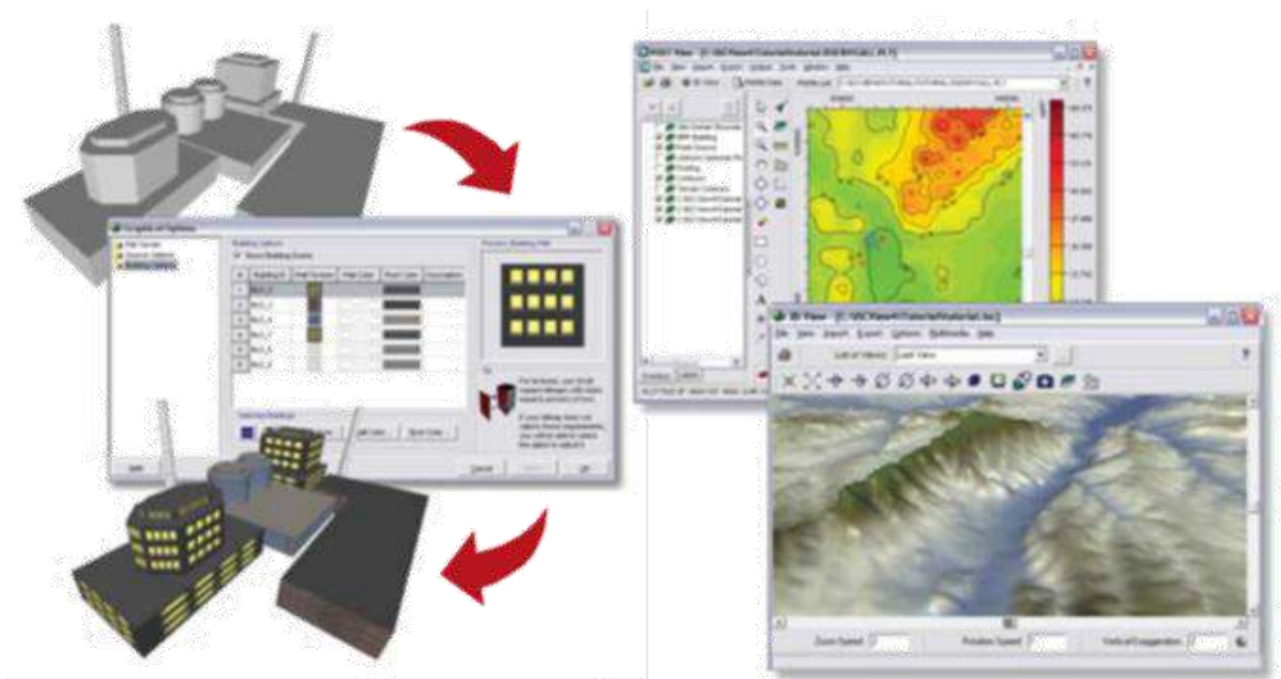


Figura 4-53 Esempio di modulo di visualizzazione 3D integrato nel modello di calcolo

In ultimo, il modello si avvale di due ulteriori modelli per la definizione degli input meteorologici e territoriali. Il primo modello, AERMET, consente di elaborare i dati meteorologici rappresentativi dell'area d'intervento, al fine di calcolare i parametri di diffusione dello strato limite atmosferico. Esso permette, pertanto, ad AERMOD di ricavare i profili verticali delle variabili meteorologiche più influenti. Il secondo modello, AERMAP, invece, consente di elaborare le caratteristiche orografiche del territorio in esame.

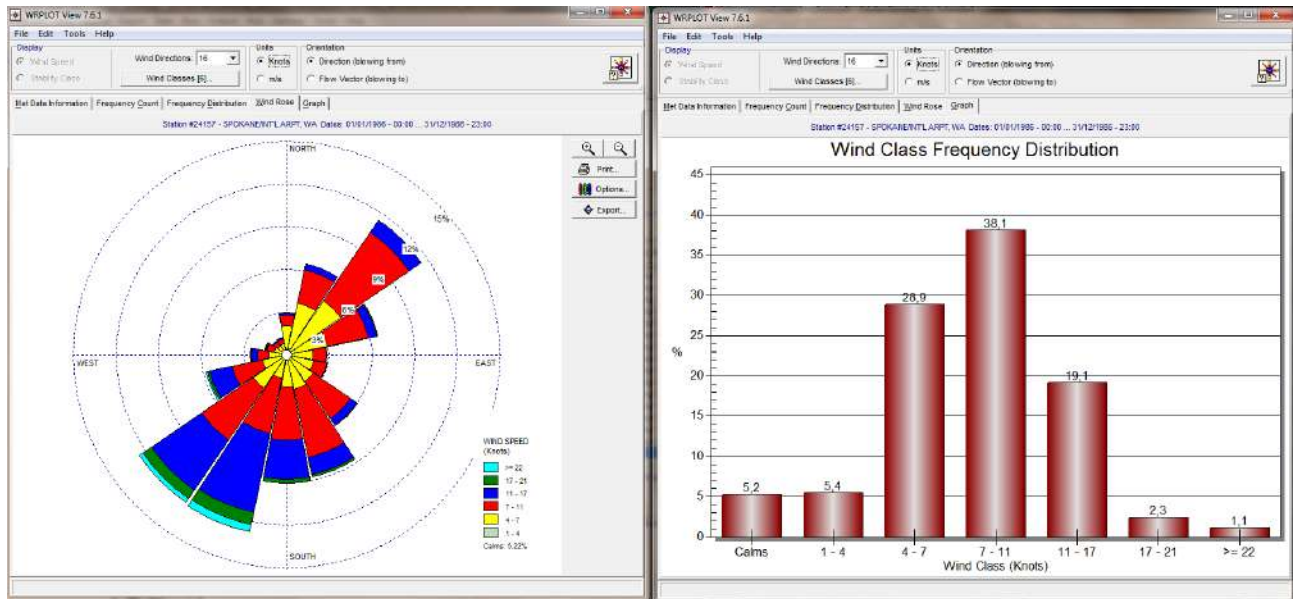


Figura 4-54 Esempio di applicazione del modulo AERMET

Come accennato, l'output del modello è rappresentato dalla stima delle concentrazioni di inquinanti in riferimento ai recettori scelti. Qualora si scelga di rappresentare i risultati attraverso una maglia, il software, grazie ad algoritmi di interpolazione è in grado di ricostruire le curve di isoconcentrazione, al fine di determinare una mappa di isoconcentrazione degli inquinanti.

Per maggiore chiarezza si può fare riferimento ad una struttura semplificata dell'intero processo di simulazione del software che può essere rimandata a due famiglie di parametri:

- parametri territoriali;
- parametri progettuali.

La prima famiglia di parametri è rappresentata da tutti i parametri propri del territorio ed in particolare i parametri meteorologici ed i parametri orografici. È evidente come i parametri appena citati possano essere assunti costanti nel tempo, per quello che riguarda la parte orografica, e come invece debbano essere considerati variabili nel tempo, anche se affetti da un andamento periodico, i parametri meteorologici.

Questi due parametri, computati in maniera contemporanea, determinano le modalità di diffusione, definendo, ad esempio, i diversi campi di vento a cui è sottoposta l'area in esame nei diversi periodi dell'anno.

La seconda famiglia di parametri, definisce, invece, il quadro "Emissivo" del progetto, ovvero definisce tutti i fattori di emissione relativi alle differenti attività effettuate all'interno del processo realizzativo dell'opera.

Una volta stimate le due famiglie di parametri, il modello di simulazione ne analizza le diverse correlazioni possibili, andando a valutare gli effetti relativi alla presenza della sorgente atmosferica i-esima situata in un'area territoriale e attiva in uno specifico arco temporale, considerando le condizioni meteorologiche relative alla stessa area e nello stesso arco temporale,



definendo le curve di isoconcentrazione necessarie alle valutazioni degli impatti dell'opera sui recettori sensibili.

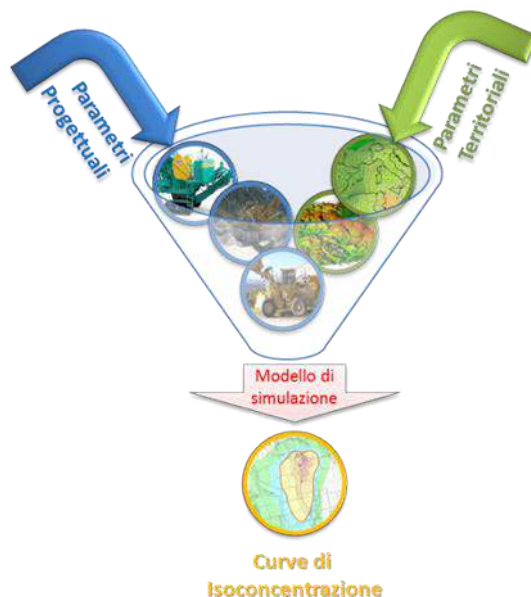


Figura 4-55 Definizione logica del modello adottato

## Input territoriali

### I dati meteorologici

Uno degli input fondamentali per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera è il dato meteo. Per ricreare lo scenario diffusivo caratteristico del sito simulato, quindi, è stato necessario costruire adeguati file meteorologici in formati compatibili con il preprocessore meteorologico utilizzato dal modello di simulazione utilizzato, Aermod, denominato Aermet.

I file meteorologici necessari sono due, uno descrittivo delle condizioni meteoroclimatiche registrate al suolo nel sito di studio, l'altro descrittivo dell'andamento verticale dei principali parametri meteorologici.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i dati registrati nel 2021 dalla stazione meteorologica di Piacenza urbana, per la costruzione del primo file suddetto, mentre i dati profilometrici sono stati calcolati attraverso l'applicazione del "Upper Air Estimator" sviluppato dalla Lakes Environmental e citato quale metodo applicabile dalla stessa FAA.

Per descrivere la condizione meteoroclimatica al suolo, il software Aermet richiede di inserire un file, con estensione ".dat", contenente le informazioni caratterizzanti i giorni di cui si voglia studiare la dispersione.

Il formato con cui deve essere scritto tale file deve essere uno dei seguenti:

- TD 3280 Variable-Length Blocks,
- TD 3280 Fixed-Length Blocks,
- TD 3505-ISHD,
- CD-144,
- HUSWO,

- SCRAM,
- SAMSON.

I dati grezzi descritti e commentati precedentemente sono quindi stati riorganizzati nel formato "SCRAM", che caratterizza le condizioni superficiali con intervalli di 60 minuti

```
1234521010100035300020330707
1234521010101035290020330707
1234521010102035270030330707
```

Tabella 4-29 Esempio di alcune righe di un file scritto in formato "SCRAM"

Per leggere il file, il software associa ad ogni posizione di un carattere all'interno della stringa di testo un preciso significato; di seguito viene indicato il significato di ogni cifra a secondo della casella che occupa:

- 1-5: indicano il codice della postazione meteorologica che ha registrato i dati; nell'esempio mostrato è stata denominata "12345";
- 6-7: indicano l'anno che si sta considerando; l'esempio riguarda l'anno 2021 che viene indicato con le ultime due cifre "21";
- 8-9: viene specificato il mese, nell'esempio siamo a gennaio: "01";
- 10-11: anche il giorno viene indicato con due cifre, nell'esempio siamo al primo giorno di gennaio: "01";
- 12-13: si specifica l'ora, lasciando vuota la prima casella nel caso di numeri ad una sola cifra;
- 14-16: viene indicata l'altezza a cui si trovano le nuvole, espressa in centinaia di piedi;
- 17-18: indicano la direzione del vento, espressa come decine di gradi (esempio  $130^\circ=13$ );
- 19-21: si indica la velocità del vento, espressa in nodi (001 Knot= 1853 m/h);
- 22-24: la temperatura espressa in questa tre caselle è indicata in gradi Fahrenheit (si ricorda la relazione:  $T^{\circ}f = 9/5 (T^{\circ}c + 32)$ );
- 25-28: si indica la quantità di nuvole: le prime due cifre, in una scala che va da zero a dieci, indicano la percentuale di nuvole presenti su tutta la zona, mentre le seconde due cifre, con la medesima scala, indicano la foschia presente sopra il sedime.

Il file così costruito è poi trattato mediante il preprocessore meteorologico Aermet, che analizza i dati e li riordina in modo da poter essere utilizzati dal software di simulazione.

Per inserire il file caratterizzante la situazione in quota, come definito in precedenza, si è scelto di utilizzare l'upper air estimator fornito dalla Lakes Environmental. Tale strumento consente di fornire, attraverso leggi di regressione, il profilo meteorologico in quota. Tale sistema è riconosciuto dalla FAA<sup>9</sup> ed alcune analisi sperimentali hanno dimostrato una buona approssimazione tra le concentrazioni stimate a partire dai dati in quota rispetto a quelle stimate

<sup>9</sup> [http://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/apl/research/models/edms\\_model/](http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/research/models/edms_model/)

attraverso l'uso dell'Upper Air Estimator<sup>10</sup>.

### I dati orografici

Il secondo gruppo di parametri territoriali da definire è legato all'orografia del territorio in cui l'opera si innesta. Il software Aermod View, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare essenzialmente tre tipologie di territorio così come mostrato in Figura 4-56.

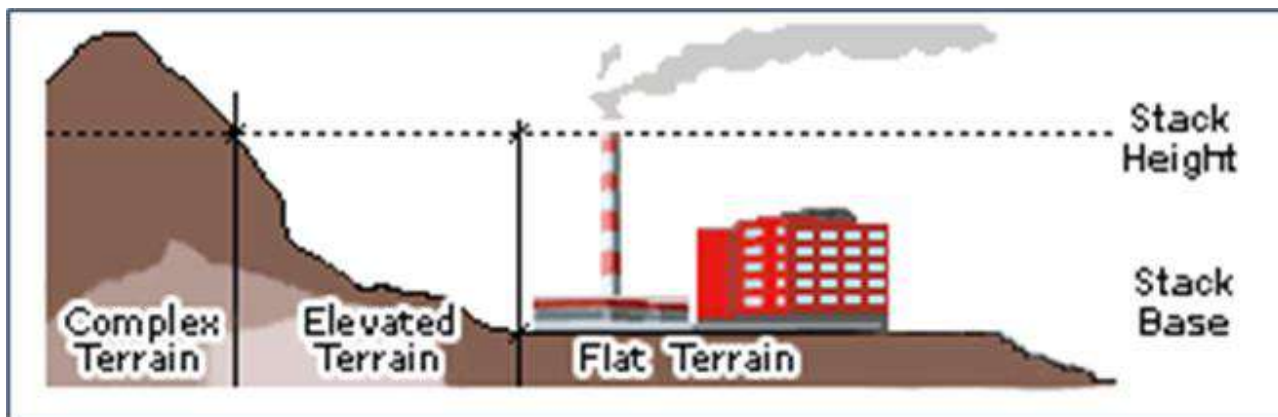


Figura 4-56 Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area in esame interessata dall'opera in progetto, si è adottata una conformazione del territorio di tipo "elevated" al fine di rendere la modellazione il più possibile fedele alla realtà.

<sup>10</sup> Worldwide Data Quality Effects on PBL Short-Range Regulatory Air Dispersion Models – Jesse L. Thé, Russell Lee, Roger W. Brode



Figura 4-57 Esempio di territorio di tipo "elevated" sul software Aermod

#### 4.2.5.3 Simulazioni della fase di cantiere: La metodologia del worst case scenario e punti di calcolo

La metodologia che è stata seguita per la definizione degli input di progetto e quindi delle sorgenti emissive presenti durante la fase di cantiere dell'opera in esame è quella del "Worst Case Scenario". Tale metodologia, ormai consolidata ed ampiamente utilizzata in molti campi dell'ingegneria civile ed ambientale, consiste, una volta definite le variabili che determinano gli scenari, nel simulare la situazione peggiore possibile tra una gamma di situazioni "probabili". Pertanto, il primo passo sta nel definire le variabili che influenzano lo scenario, che nel caso in esame sono le variabili che influenzano il modello di simulazione.

Una volta valutati gli scenari è possibile fare riferimento ad uno o più scenari, ritenuti maggiormente critici, nell'arco di una giornata.

A titolo esemplificativo, al fine di comprendere la logica del processo di simulazione si può fare riferimento allo schema di processo sottostante.

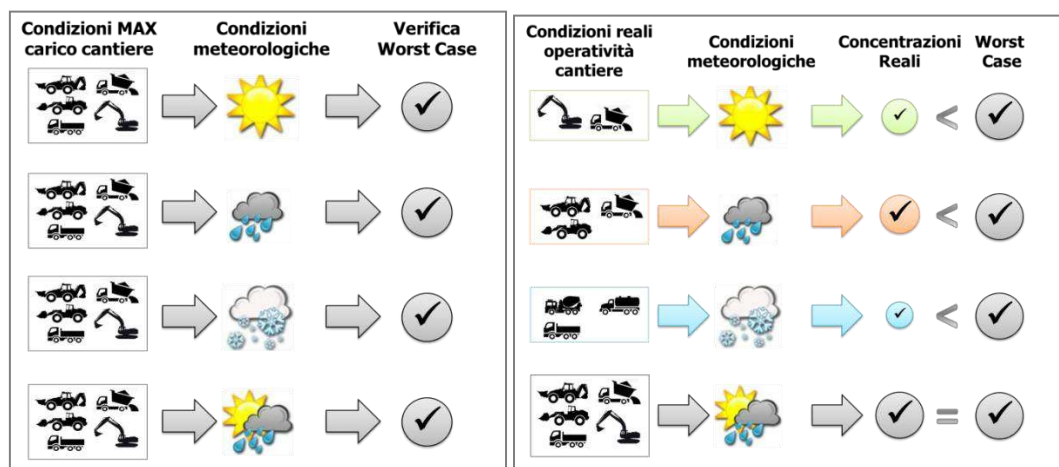


Figura 4-58 Logica delle verifiche con il worst case scenario

Volendo esplicitare la logica della Figura 4-58, dal punto di vista metodologico, occorre simulare lo scenario più critico dal punto di vista atmosferico. È infatti possibile definire le attività maggiormente critiche all'interno di un singolo cantiere, analizzandone le emissioni, ed assumere che tale attività si svolga per tutta la durata del cantiere. Tale ipotesi risulta molto conservativa, permettendo di avere elevati margini di sicurezza rispetto anche ai possibili scarti temporali e variazioni meteorologiche che negli scenari futuri sono difficilmente valutabili.

Oltre all'aspetto relativo alla singola attività all'interno del cantiere occorre valutare anche la contemporaneità delle diverse attività in relazione al cronoprogramma del cantiere.

In ultimo, al fine di realizzare gli scenari di analisi occorre definire la tipologia di inquinante considerato. Tale aspetto influenza l'arco temporale di riferimento (ovvero l'intervallo di mediazione di riferimento) con il quale effettuare le verifiche normative e, al tempo stesso, l'operatività del cantiere che deve essere considerata all'interno della metodologia Worst Case implementata. Come meglio verrà esplicitato in seguito, gli inquinanti da tenere in considerazione sono funzione delle attività effettuate all'interno del cantiere.

Verificando, quindi, il rispetto di tutti i limiti normativi per il Worst Case Scenario, è possibile assumere in maniera analoga il rispetto dei limiti normativi per tutti gli scenari differenti dal peggiore, scenari nei quali, il margine di sicurezza sarà ancora maggiore.

### Definizione degli scenari di simulazione

Con riferimento alle attività di cantiere previste per il progetto in esame, il presente paragrafo è volto all'individuazione degli scenari più critici in termini di movimentazione di terra e gas di scarico dei mezzi di cantiere. Infatti, queste rappresentano le attività che maggiormente concorrono alle emissioni di inquinanti in atmosfera.

In considerazione dell'eventuale vicinanza di centri abitati e dalla visione del cronoprogramma è stato possibile selezionare quelle attività ritenute più critiche in termini di tempistiche di realizzazione e vicinanza di più lavorazioni contemporanee che potrebbero generare la sovrapposizione degli effetti di dispersione delle concentrazioni di inquinanti.

Perciò, in considerazione di tali tematiche, sono stati individuati due scenari di riferimento per le analisi modellistiche in fase di cantiere, descritti di seguito.

### Scenario 1

Per quanto riguarda questo scenario, come sorgenti emmissive sono state considerate due aree di cantiere:

- Area di cantiere di servizio 1, considerando anche la realizzazione della Rotatoria 2 (AL.01), di superficie pari a circa 12500 m<sup>2</sup>, all'interno della quale è stato ipotizzato l'utilizzo di un escavatore, di un autocarro e di una pala gommata;
- Area di lavorazione per la realizzazione del Ponte Rio (AL.02), di superficie pari a circa 1400 m<sup>2</sup>, nella quale è stato ipotizzato l'utilizzo di un escavatore, di un autocarro e di una macchina per pali.

Le lavorazioni che maggiormente concorrono all'emissione di polveri in atmosfera sono rappresentate dalle attività di movimentazione della terra e dai macchinari utilizzati in cantiere.



Figura 4-59 Sorgenti emmissive considerate - Scenario 1

### Definizione punti di calcolo

Per poter definire le curve di isoconcentrazione è necessaria la definizione di una maglia di punti di calcolo. A tale scopo occorre soddisfare la duplice necessità di avere una maglia di calcolo spazialmente idonea a poter descrivere una porzione di territorio sufficientemente ampia e dall'altro di fissarne un passo adeguato al fine di non incrementare inutilmente l'onerosità dei calcoli.

Seguendo tali principi è stata definita una maglia regolare, le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella.

<b>Coordinate del centro della maglia Asse X</b>	545291,42
<b>Coordinate del centro della maglia Asse Y</b>	4970155,31
<b>Passo lungo l'asse X</b>	50
<b>Passo lungo l'asse Y</b>	40
<b>N° di punti lungo l'asse X</b>	20
<b>N° di punti lungo l'asse Y</b>	20
<b>N° di punti di calcolo totali</b>	400

Tabella 4-30 Coordinate maglia dei punti di calcolo – Scenario 1

Al fine di poter effettuare, la sovrapposizione degli effetti tra i valori di fondo di qualità dell'aria ed il contributo del progetto in esame, si è fatto riferimento a 7 punti recettori rappresentativi degli edifici più vicini alle aree di cantiere simulate, descritti in tabella e figura seguenti.

<b>Recettore</b>	<b>Coordinata X (m)</b>	<b>Coordinata Y (m)</b>
R1	545215	4970277
R2	545267	4970216
R3	545512	4970186
R4	545257	4970154
R5	545235	4970088
R6	545079	4970064
R7	545131	4970311

Tabella 4-31 Coordinate recettori – Scenario 1

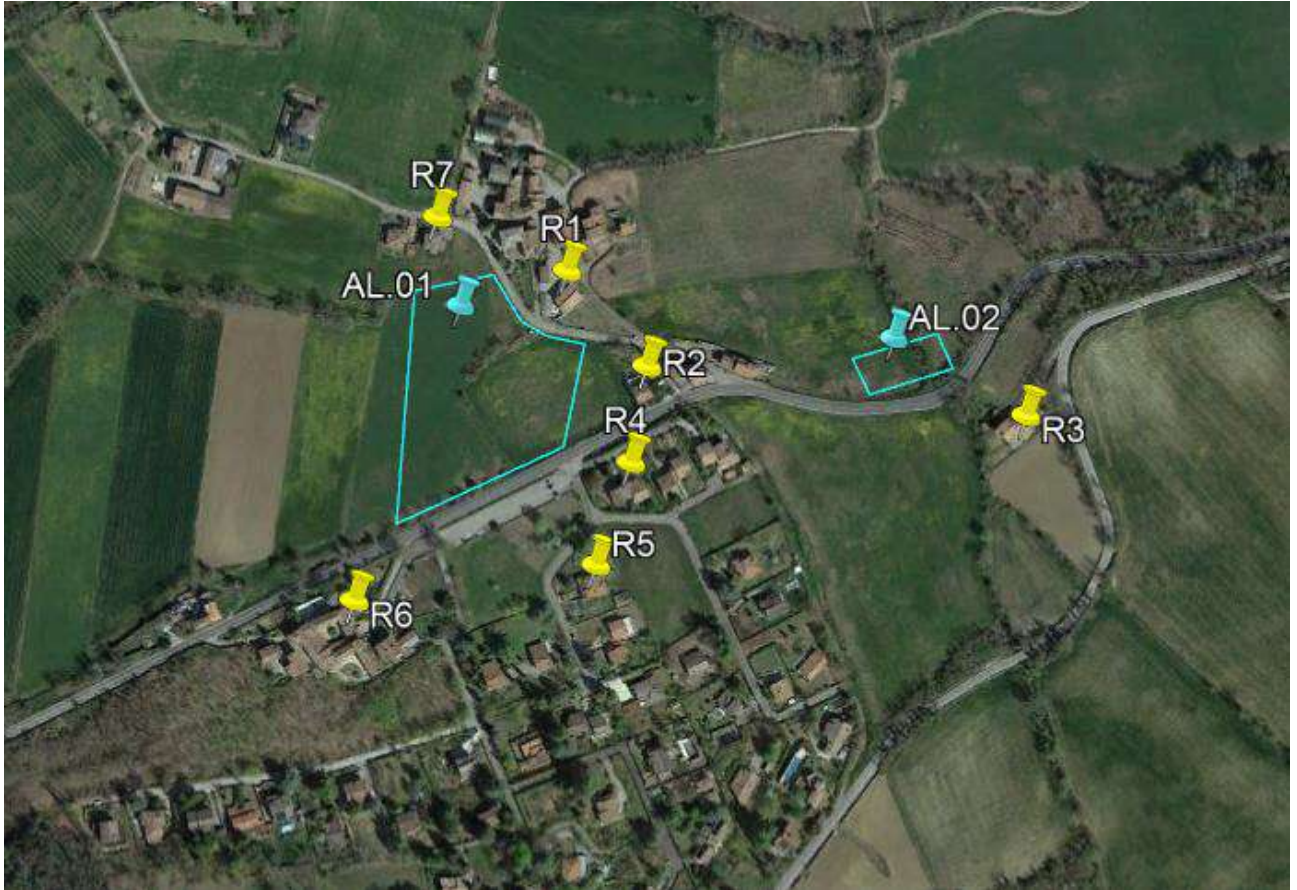


Figura 4-60 Localizzazione recettori - Scenario 1



### Scenario 2

In questo scenario, sono state considerate due sorgenti emissive:

- Area di lavorazione per la realizzazione della Rotatoria 1 (AL.03), di superficie pari a circa 4400 m<sup>2</sup>, all'interno della quale è stato ipotizzato l'utilizzo di un escavatore, di un autocarro e di una pala gommata;
- Area per la realizzazione del Ponte Rio Molini (AL.04), di superficie pari a circa 1000 m<sup>2</sup>, nella quale è stato ipotizzato l'utilizzo di un escavatore, di un autocarro e di una macchina per pali.

Le lavorazioni che maggiormente concorrono all'emissione di polveri in atmosfera sono rappresentate dalle attività di movimentazione della terra e dai macchinari utilizzati in cantiere.

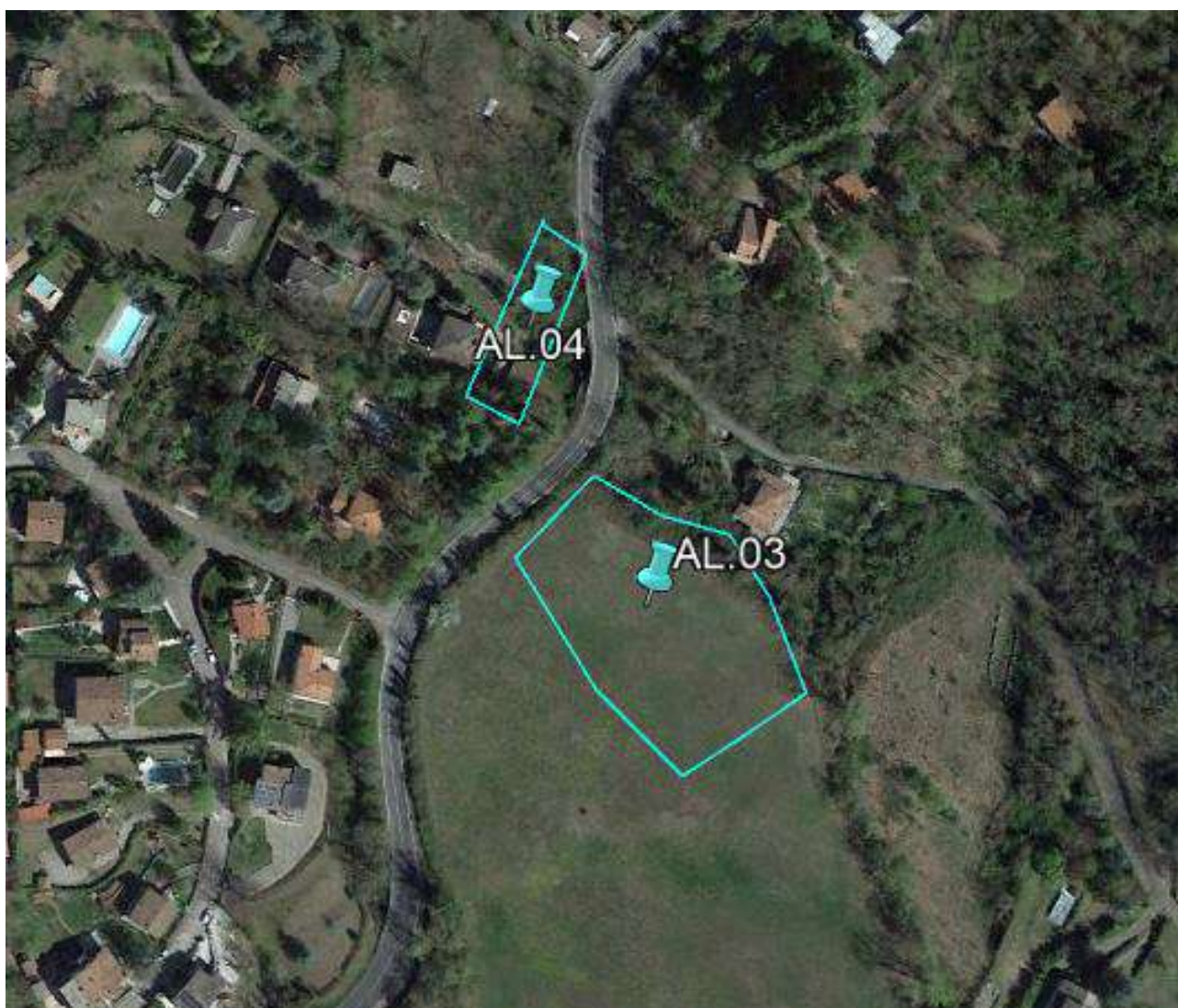


Figura 4-61 Sorgenti emissive considerate - Scenario 2

Definizione punti di calcolo

Nelle seguenti tabelle sono riportate le caratteristiche della maglia che è stata definita sul software Aermod e i punti recettori residenziali che sono stati considerati.

<b>Coordinate del centro della maglia Asse X</b>	546141,97
<b>Coordinate del centro della maglia Asse Y</b>	4970618,47
<b>Passo lungo l'asse X</b>	25
<b>Passo lungo l'asse Y</b>	25
<b>N° di punti lungo l'asse X</b>	20
<b>N° di punti lungo l'asse Y</b>	20
<b>N° di punti di calcolo totali</b>	400

Tabella 4-32 Coordinate maglia dei punti di calcolo – Scenario 2

Al fine di poter effettuare, la sovrapposizione degli effetti tra i valori di fondo di qualità dell'aria ed il contributo del progetto in esame, si è fatto riferimento a 6 punti recettori rappresentativi degli edifici più vicini alle aree di cantiere simulate, descritti in tabella e figura seguenti.

<b>Recettore</b>	<b>Coordinata X (m)</b>	<b>Coordinata Y (m)</b>
R8	546124	4970769
R9	546175	4970702
R10	546180	4970618
R11	546042	4970564
R12	546054	4970615
R13	546084	4970670

Tabella 4-33 Coordinate recettori discreti considerati - Scenario 2

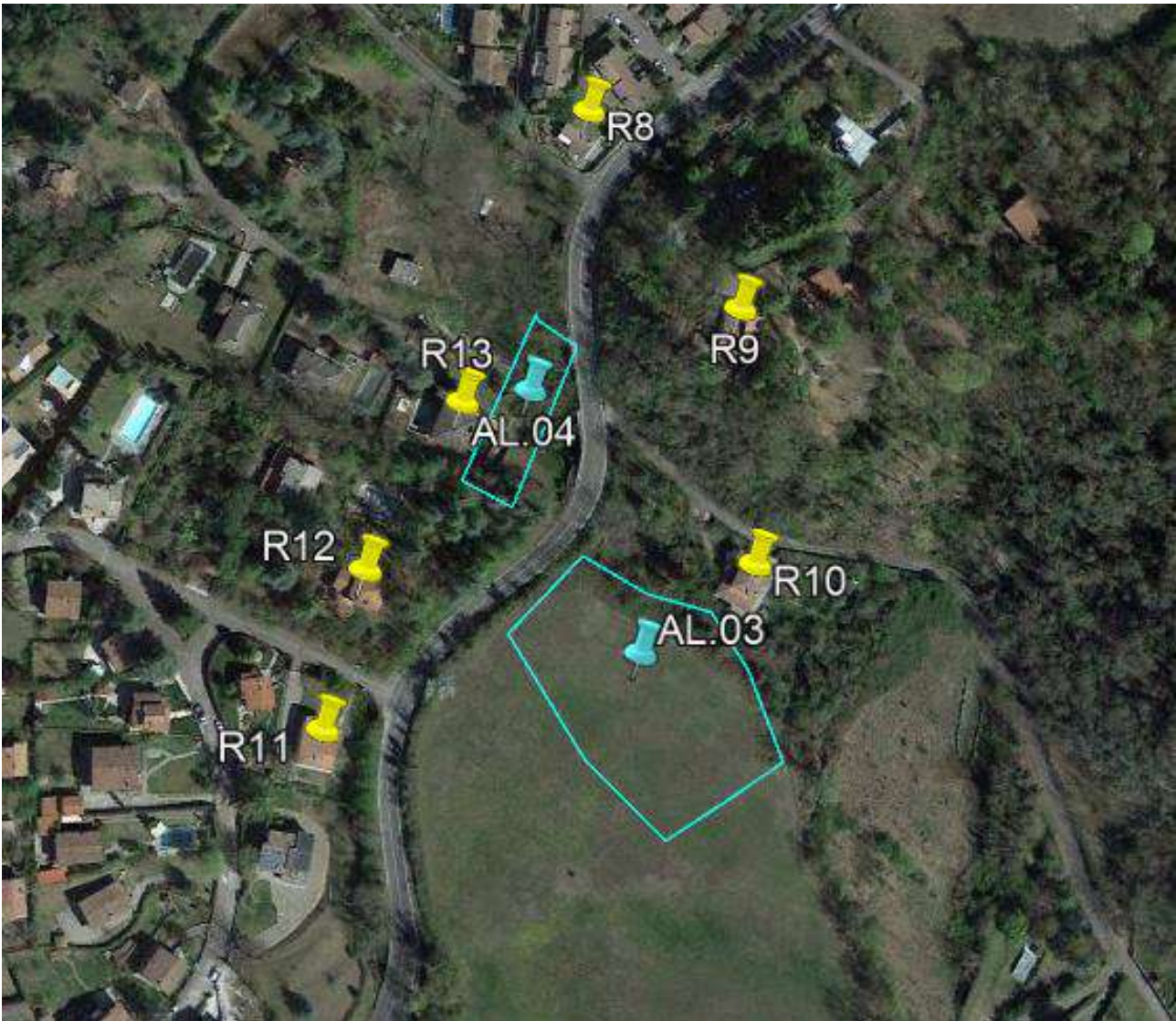


Figura 4-62 Localizzazione recettori - Scenario 2

#### 4.2.5.4 Simulazioni della fase di cantiere: i Fattori di emissione

Il fattore di emissione rappresenta la parte unitaria delle emissioni che, moltiplicata per l'unità di area e di tempo in cui la sorgente rimane in condizione "attiva", permette il calcolo delle emissioni di inquinanti totali "uscanti" dalla sorgente.

Per la stima di tale valore si è fatto riferimento a dati e modelli dell'Agenzia di protezione ambientale degli Stati Uniti (US-EPA: AP-42 "Compilation of Air Pollutant Emission Factors"). All'interno del documento AP-42 sono riportati tutti i fattori di emissione riguardanti le principali sorgenti, dagli impianti industriali, agli impianti estrattivi, sino alle operazioni di costruzioni civili.

In particolare, per la presente analisi, sono stati presi in considerazione i fattori di emissione relativi al PM10 (il principale inquinante generato nelle fasi di cantiere), legati alla formazione e allo stoccaggio dei cumuli (AP-42 13.2.4), all'erosione del vento dai cumuli (AP-42 13.2.5), alle attività di scotico e sbancamento del materiale superficiale (AP-42 13.2.3).

Inoltre, per il calcolo delle emissioni dovute ai gas di scarico dei mezzi di cantiere, saranno considerati i fattori di emissione SCAB (South Coast Air Basin) Fleet Average Emission Factors (Diesel) aggiornati al 2021.

#### I fattori di emissione relativi alla formazione e stoccaggio dei cumuli

Nel presente paragrafo vengono calcolati i fattori di emissione generati dall'attività di carico e scarico del materiale movimentato. È stata applicata la formula fornita dall'E.P.A. relativa alle attività di carico e scarico, di seguito riportata.

$$EF_c = k(0.0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} [kg/t]$$

Il fattore di emissione sopra definito dipende da una costante k che tiene conto della dimensione del particolato che si intende analizzare (che per il PM10 è pari a 0,35), della velocità media del vento espressa in metri al secondo, e della % M di umidità del materiale.

Per il valore di k si può fare riferimento ai valori di tabella seguente.

< 30 µm	<15 µm	<10 µm	<5 µm	<2,5 µm
0,74	0,48	0,35	0,20	0,053

Tabella 4-34 Valori coefficiente aerodinamico (Fonte: EPA AP42)

Per il range di validità dei parametri è possibile fare riferimento alla tabella seguente.

Silt Content	Moisture Content	Wind speed	
		m/s	mph
(%) 0,44 – 19	(%) 0,25 – 4,8	0,6 – 6,7	1,3 - 15

Tabella 4-35 Range di validità dei coefficienti per il calcolo di EF (Fonte: EPA AP42)

Con riferimento ai valori dei coefficienti, assunti per l'analisi in esame, si è considerato:

- U = velocità media del vento considerando la configurazione più frequente pari in media a 1,53 m/s (valore desunto dai dati meteorologici registrati dalla stazione meteorologica di Piacenza);
- M = percentuale di umidità considerata pari a 4,8;
- k = pari a 0,35 per considerare l'apporto del PM10.

I fattori di emissione relativi all'erosione del vento dai cumuli

Oltre all'attività di carico e scarico del materiale è stata considerata, come attività che genera emissioni di PM10, anche l'erosione del vento sui cumuli di materiale depositati.

Al fine di poter determinare il fattore di emissione di tale azione è possibile riferirsi alla già citata guida dell'EPA. In questo caso il modello fa dipendere il fattore di emissione da due fattori che concorrono alla possibile emissione di particolato da parte del cumulo:

- 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 da:

$$EF = k \sum_{i=1}^N P_i$$

dove k è la costante che tiene conto della grandezza della particella considerata, N è il numero di giorni l'anno in cui la superficie è sottoposta a "movimentazioni" e Pi è pari all'erosione potenziale corrispondente alla velocità massima del vento al giorno. Il valore di k è, anche in questo caso, tabellato.

30 µm	<15 µm	<10 µm	<2,5 µm
1,0	0,6	0,5	0,075

Tabella 4-36 Valori coefficiente aerodinamico (Fonte: EPA AP42)

L'erosione potenziale, Pi, 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.

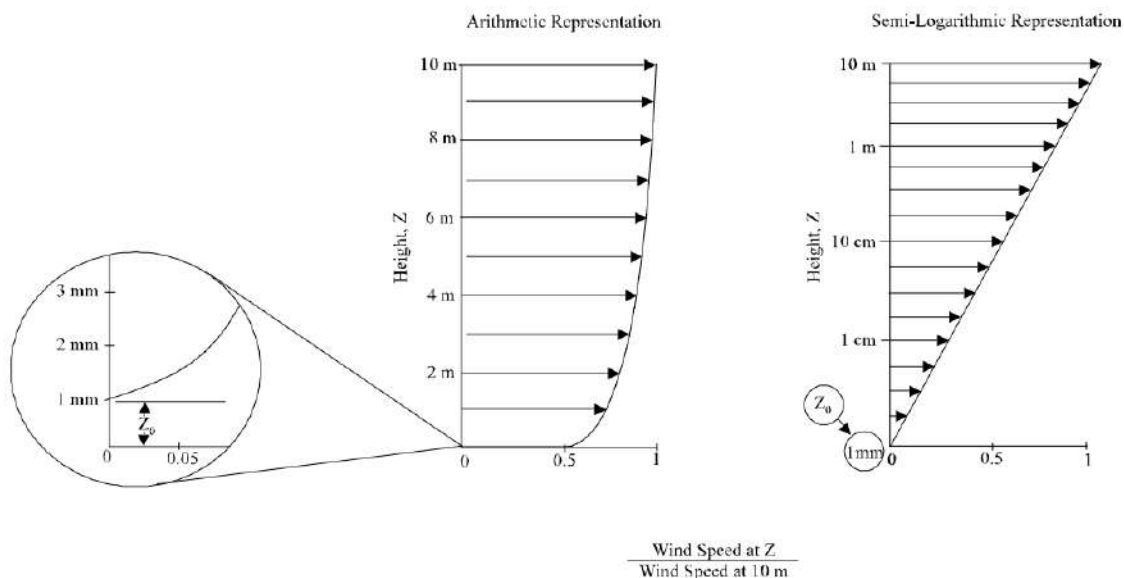


Figura 4-63 Illustrazione del profilo logaritmico della velocità (Fonte EPA AP42)

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 procedures published by W. S. Chepil). Tuttavia, in mancanza di tali sperimentazioni è possibile fare riferimento ad alcuni risultati già effettuati e riportati in Tabella 4-37.

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

Tabella 4-37 Valori di velocità di attrito limite

La velocità del vento massima tra due movimentazioni può essere determinata dai dati meteorologici ricavati dalla stazione di Piacenza. 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.

È importante, inoltre, evidenziare come tale formulazione sia valida per cumuli "bassi", ovvero cumuli per cui il rapporto altezza su diametro sia inferiore a 0,2. Nel caso in esame, in relazione all'operatività del cantiere si è ipotizzata la realizzazione di tali tipologie di cumuli. Non si necessita pertanto di ulteriori correzioni ed è quindi possibile determinare i casi in cui il valore di  $u^*$  supera il valore di  $u^*$ . A tale proposito si è scelto di fare riferimento per il valore di  $u^*$  alla classe "roadbed material", pari a 1,33.

Nel calcolo di  $u_{10}^+$  è stata considerata anche la presenza di eventuali raffiche. Ordinando i valori in senso decrescente in funzione dei diversi giorni dell'anno è possibile determinare il grafico di Figura 4-64.

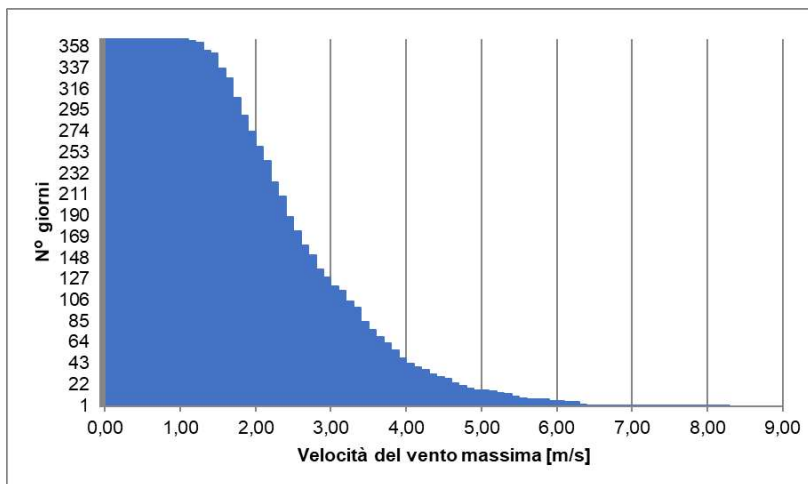


Figura 4-64 Velocità del vento massima ordinata in senso crescente

Da tali valori è quindi stato possibile determinare i valori di  $u^*$  così come riportato in Figura 4-65.

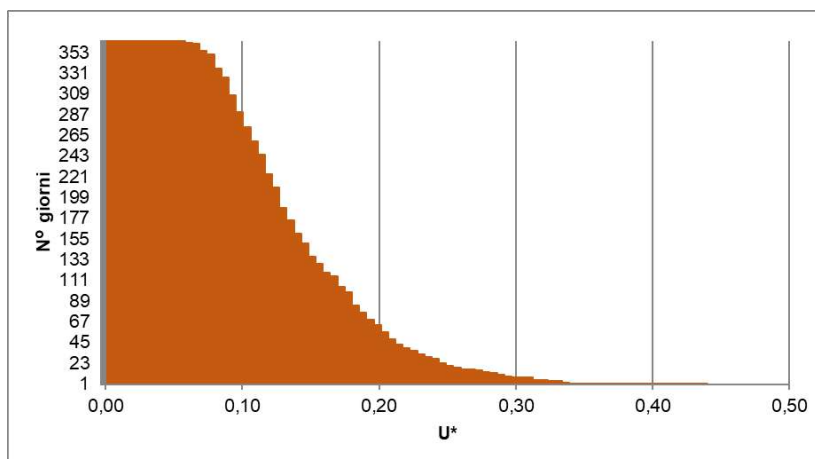


Figura 4-65 Valori di  $u^*$  ordinati in senso crescente

Dall'analisi dei risultati emerge come  $u^*$  non assuma mai valori soglia superiori a  $u^*_t$ , pertanto, l'effetto dell'erosione del vento sui cumuli di materiale depositato nelle aree di stoccaggio risulta trascurabile e di conseguenza non verrà considerato all'interno della simulazione modellistica.

#### I fattori di emissione relativi allo scotico e sbancamento del materiale superficiale

L'attività di rimozione degli strati superficiali del terreno, nota anche come scotico e sbancamento del materiale, è eseguita di norma da ruspe o escavatori. Secondo quanto indicato dal paragrafo 13.2.3 "Heavy Constructions Operations" produce un rateo emissivo di 5,7 kg/km di PTS.

Nella figura seguente sono riportate le azioni riferite al trattamento del materiale superficiale.

Operation	Material	Emissions By Particle Size Range (Aerodynamic Diameter) <sup>b,c</sup>				Units	EMISSION FACTOR RATING
		Emission Factor Equations		Scaling Factors			
		TSP $\leq 30 \mu\text{m}$	$\leq 15 \mu\text{m}$	$\leq 10 \mu\text{m}^d$	$\leq 2.5 \mu\text{m}/\text{TSP}^e$		
Blasting <sup>f</sup>	Coal or overburden	$0.00022(A)^{1.5}$	ND	$0.52^e$	0.03	kg/blast	C_DD
Truck loading	Coal	$\frac{0.580}{(M)^{1.2}}$	$\frac{0.0596}{(M)^{0.5}}$	0.75	0.019	kg/Mg	BBCC
Bulldozing	Coal	$\frac{35.6 (s)^{1.2}}{(M)^{1.3}}$	$\frac{8.44 (s)^{1.5}}{(M)^{1.4}}$	0.75	0.022	kg/hr	CCDD
	Overburden	$\frac{2.6 (s)^{1.2}}{(M)^{1.3}}$	$\frac{0.45 (s)^{1.5}}{(M)^{1.4}}$	0.75	0.105	kg/hr	BCDD
Dragline	Overburden	$\frac{0.0046 (d)^{1.1}}{(M)^{0.3}}$	$\frac{0.0029 (d)^{0.7}}{(M)^{0.3}}$	0.75	0.017	kg/m <sup>3</sup>	BCDD
Vehicle traffic <sup>g</sup>							
Grading		$0.0034 (S)^{2.5}$	$0.0056 (S)^{2.0}$	0.60	0.031	kg/VKT	CCDD
Active storage pile <sup>h</sup> (wind erosion and maintenance)	Coal	1.8 u	ND	ND	ND	$\frac{\text{kg}}{(\text{hectare})(\text{hr})}$	C_---

Figura 4-66 Fattori di emissione per il PM10 relativi alle operazioni di trattamento del materiale superficiale

Ai fini del calcolo delle emissioni di PTS derivanti da scotico e sbancamento di materiale, è stata presa in considerazione l'operazione di Bulldozing: Overburden. Nello specifico, ipotizzando che



le dimensioni di particolato emesso siano inferiori ai 15 µm, il fattore di emissione relativo al PM10 è stato calcolato attraverso la seguente equazione.

$$E_f(kg/h) = \frac{0.45s^{1.5}}{M^{1.4}} * 0.75$$

Dove M indica il contenuto di umidità (%), pari a 4,8 e s il contenuto di limo (%). In mancanza di informazioni precise riguardo la stima di s, è stato utilizzato ai fini del calcolo un contenuto di limo del 2,5% (fonte: Tabella 11.9-4, Capitolo 11.9 del documento AP-42).

Alla luce di tali considerazioni, il fattore di emissione riferito alle attività di scotico e sbancamento è stato calcolato, indipendentemente dall'attività di cantiere considerata, pari a 0,0412 g/s.

#### I fattori di emissione relativi ai gas di scarico dei mezzi di cantiere

Per il calcolo dell'emissione dei gas di scarico relativa ai mezzi presenti in cantiere è stato fatto riferimento ai fattori di emissione SCAB (South Coast Air Basin) Fleet Average Emission Factors (Diesel, aggiornati al 2021) dei mezzi di cantiere (riportati nella seguente tabella) tenendo conto del numero dei mezzi impiegati e del numero di ore di lavoro giornaliero di ciascuno di essi.

Mezzi di cantiere	Potenza motore (KW)	NOx (g/s)	PM (g/s)
Autocarro	250	0,055	0,0019
Escavatore	175	0,043	0,0021
Pala gommata	175	0,053	0,0028
Macchina per pali	175	0,019	0,0005

Tabella 4-38 Fattori di emissione relativi ai gas di scarico dei mezzi di cantiere considerati

#### Sintesi dei fattori di emissione

Nella seguente tabella sono riportati i fattori di emissione che sono stati utilizzati nelle simulazioni modellistiche per le aree emissive considerate nei due scenari.

Area emissiva	Fattori di emissione	
	PM10 (g/s)	NOx (g/s)
AL.01	0,0486	0,151
AL.02	0,0049	0,116

Tabella 4-39 Sintesi dei Fattori di emissione dello Scenario 1

Area emissiva	Fattori di emissione	
	PM10 (g/s)	NOx (g/s)
AL.03	0,0484	0,151
AL.04	0,0048	0,116

Tabella 4-40 Sintesi dei Fattori di emissione dello Scenario 2

#### I fattori di emissione relativi al traffico di cantiere

In merito al traffico di cantiere si riportano le considerazioni effettuate nel Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo:

*La previsione di durata del cantiere è di 4,14 anni; considerando la fasizzazione degli interventi, si stima che le attività di movimentazione dei materiali inerti avverranno nel 90% del tempo previsto da cronoprogramma, cioè pari a circa 3,72 anni. In questo periodo si stima che la quantità di materiali di scavo destinato ad uscire dal cantiere e di materiale proveniente dall'esterno per la formazione dei rilevati sarà di circa 1.097.000 mc. Considerando i mezzi d'opera con capacità di 20 mc, si ha un traffico cava/discarica-cantiere di  $1.097.000 / (3,72 * 220 * 20) = 67$  viaggi al giorno in andata (A) e 67 viaggi in ritorno (R), ma valutando che, in ragione di una ottimizzazione dei trasporti, la metà dei viaggi di ritorno non avvenga a vuoto si avranno pertanto 34 viaggi al giorno in ritorno (R). In totale si possono considerare 101 viaggi giornalieri. Per quanto riguarda i dati di traffico essi sono stati desunti dallo studio di traffico riportato nel cap. 6.1 "Traffico atteso" della Relazione Tecnica Stradale (elaborato DA001). In particolare, dalla tabella 21 risulta che il volume di traffico giornaliero medio sulla SS45 è di 5.273 veicoli/giorno con un'incidenza media dei veicoli pesanti del 3.2% (169 veicoli pesanti).*

*Con il traffico dei mezzi pesanti generato dal cantiere il volume di traffico si eleva a 5.374 veic/gg (5.273 veic/gg + 101 veic/gg), con incidenza di incremento del traffico totale del 1.9%*

Stante detti volumi di traffico si ritiene l'influenza del trasporto trascurabile rispetto agli altri fattori di emissione.

#### **4.2.5.5 Simulazioni della fase di cantiere: i risultati delle simulazioni**

##### Scenario 1

I risultati delle simulazioni condotte hanno portato alla stima delle concentrazioni di PM10 e NO<sub>2</sub>. In particolare, sono stati analizzati:

- le medie annue di PM10;
- il 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10;
- le medie annue dell'NO<sub>2</sub>;
- il 99,8° percentile delle concentrazioni orarie dell'NO<sub>2</sub>.

##### PM10

### Concentrazioni medie annue di PM10

Di seguito sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di media annua di PM10.

In Tabella 4-41 i valori ottenuti dalla simulazione sono stati sommati al valore ricavato dalla campagna di rilevamento effettuata nel 2021 presso Rivergaro, mentre in Tabella 4-42 sono stati sommati al valore rilevato dalla centralina ARPAE di Corte Brugnatella nel 2021 (cfr. Tabella 4-28).

Recettore	Concentrazione media annua di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media di PM10 registrata a Rivergaro - 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Qualità dell'aria complessiva ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite normativo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
R1	0,30	17,00	17,30	40
R2	0,23	17,00	17,23	40
R3	0,05	17,00	17,05	40
R4	0,19	17,00	17,19	40
R5	0,09	17,00	17,09	40
R6	0,06	17,00	17,06	40
R7	0,16	17,00	17,16	40

Tabella 4-41 Concentrazione media annua di PM10 con fondo campagne di rilevamento – Scenario 1

Recettore	Concentrazione media annua di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media di PM10 registrata dalla centralina Corte Brugnatella di fondo rurale - 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Qualità dell'aria complessiva ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite normativo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
R1	0,30	11,59	11,89	40
R2	0,23	11,59	11,82	40
R3	0,05	11,59	11,64	40
R4	0,19	11,59	11,78	40
R5	0,09	11,59	11,68	40
R6	0,06	11,59	11,66	40
R7	0,16	11,59	11,76	40

Tabella 4-42 Concentrazione media annua di PM10 con fondo centralina arpae – Scenario 1

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R1 ed è pari a  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Nella seguente immagine è mostrata la mappa delle isoconcentrazioni relativa alla concentrazione media annua di PM10 valutata mediante la simulazione modellistica.



Figura 4-67 Curve di isoconcentrazione della media annua di PM10 – scenario 1

### 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10

Di seguito sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 (in considerazione del limite normativo relativo alla concentrazione giornaliera di PM10 da non superare più di 35 giorni all'anno).

Nella seguente tabella i valori ottenuti dalla simulazione sono stati sommati al valore ricavato dalla campagna di rilevamento effettuata nel 2021 presso Rivergaro, mentre in Tabella 4-44 sono stati sommati al valore rilevato dalla centralina ARPAE di Corte Brugnatella nel 2021.

Recettore	Concentrazione media annua di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media di PM10 registrata a Rivergaro - 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Qualità dell'aria complessiva ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite normativo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
R1	0,89	17,00	17,89	50
R2	0,74	17,00	17,74	50
R3	0,15	17,00	17,15	50
R4	0,61	17,00	17,61	50
R5	0,24	17,00	17,24	50
R6	0,19	17,00	17,19	50
R7	0,42	17,00	17,42	50

Tabella 4-43 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 con fondo campagne di rilevamento – Scenario 1

Recettore	90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media annua di PM10 registrata dalla centralina Corte Brugnatella di fondo rurale - 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Qualità dell'aria complessiva ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite normativo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
R1	0,89	11,59	12,48	50
R2	0,74	11,59	12,33	50
R3	0,15	11,59	11,75	50
R4	0,61	11,59	12,20	50
R5	0,24	11,59	11,83	50
R6	0,19	11,59	11,79	50
R7	0,42	11,59	12,01	50

Tabella 4-44 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 con fondo centralina arpae – Scenario 1

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R1 ed è pari a  $0,89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superare più di 35 giorni all'anno, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Nella seguente immagine è mostrata la mappa delle isoconcentrazioni relativa al 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 valutata mediante la simulazione modellistica.

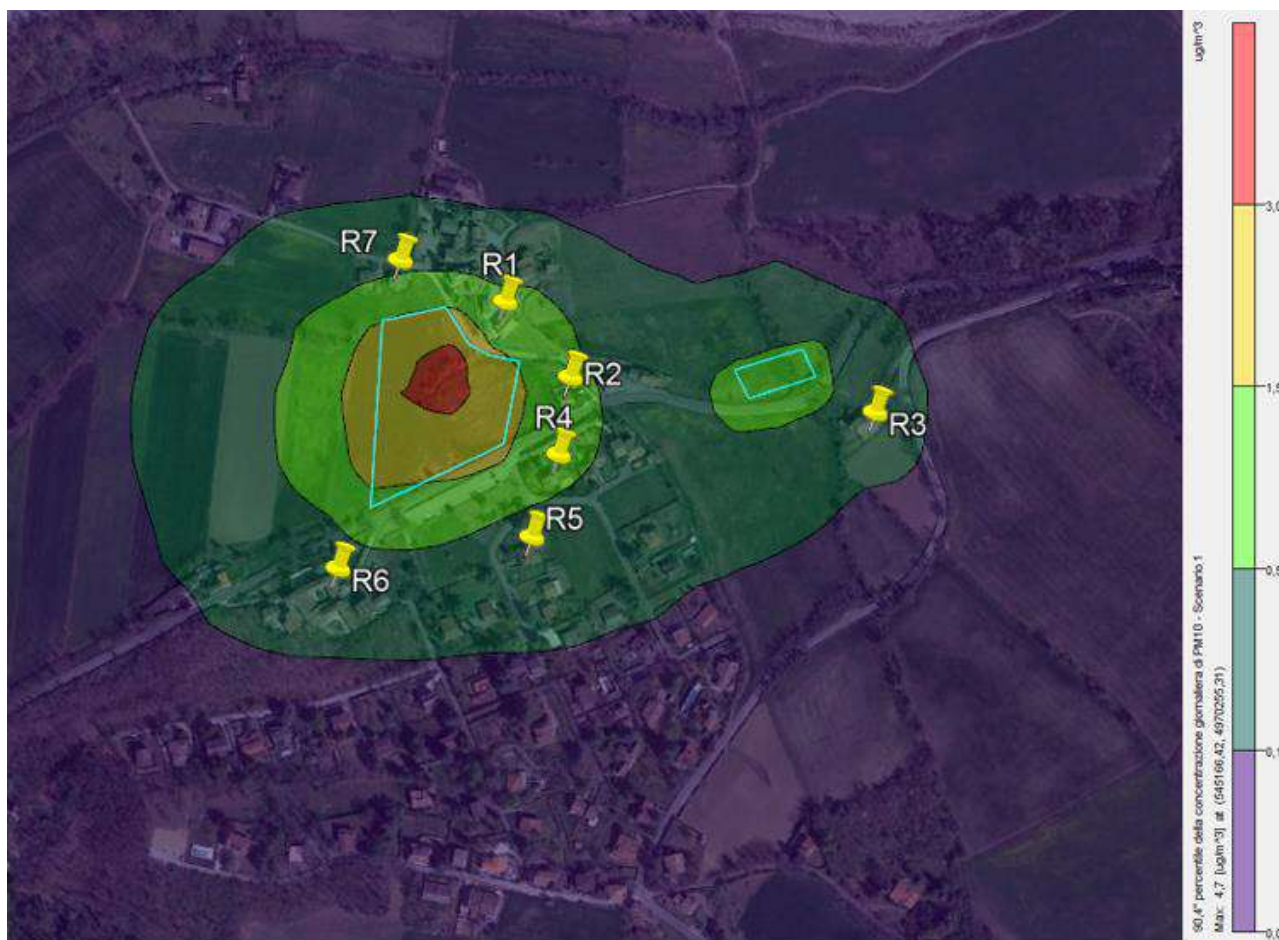


Figura 4-68 Curve di isoconcentrazione del 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di pm10 – scenario 1

## NO<sub>2</sub>

### Concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub>

Il limite normativo riguardante la salute umana è relativo all'NO<sub>2</sub>, per tale ragione nella seguente tabella sono riportati i valori medi annui dell'NO<sub>x</sub>, trasformati in NO<sub>2</sub>, considerando il rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> pari a 0,75, come descritto precedentemente.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori in termini di media annua di NO<sub>2</sub>.

Analogamente a quanto fatto per il PM10, i valori ottenuti dalla simulazione sono stati sommati ai valori mostrati in Tabella 4-28, ottenuti dalla campagna di rilevamento effettuata nel 2021 presso Rivergaro e dalla centralina ARPAE di Corte Brugnatella nel 2021.

Recettore	Concentrazione media annua di NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Media di NO <sub>2</sub> registrata a Rivergaro - 2021 (µg/m <sup>3</sup> )	Qualità dell'aria complessiva (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (µg/m <sup>3</sup> )
R1	0,75	7,00	7,75	40
R2	0,64	7,00	7,64	40
R3	0,59	7,00	7,59	40
R4	0,52	7,00	7,52	40
R5	0,25	7,00	7,25	40
R6	0,16	7,00	7,16	40
R7	0,41	7,00	7,41	40

Tabella 4-45 Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> con fondo campagne di rilevamento – Scenario 1

Recettore	Concentrazione media annua di NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Media annua di NO <sub>2</sub> registrata dalla centralina Corte Brugnatella di fondo rurale - 2021 (µg/m <sup>3</sup> )	Qualità dell'aria complessiva (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (µg/m <sup>3</sup> )
R1	0,75	3,67	4,42	40
R2	0,64	3,67	4,31	40
R3	0,59	3,67	4,26	40
R4	0,52	3,67	4,19	40
R5	0,25	3,67	3,92	40
R6	0,16	3,67	3,83	40
R7	0,41	3,67	4,08	40

Tabella 4-46 Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> con fondo centralina arpae – Scenario 1

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R1 ed è pari a  $0,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Nella seguente immagine è mostrata la mappa delle isoconcentrazioni relativa alla concentrazione media annua di  $\text{NO}_x$  valutata mediante la simulazione modellistica.

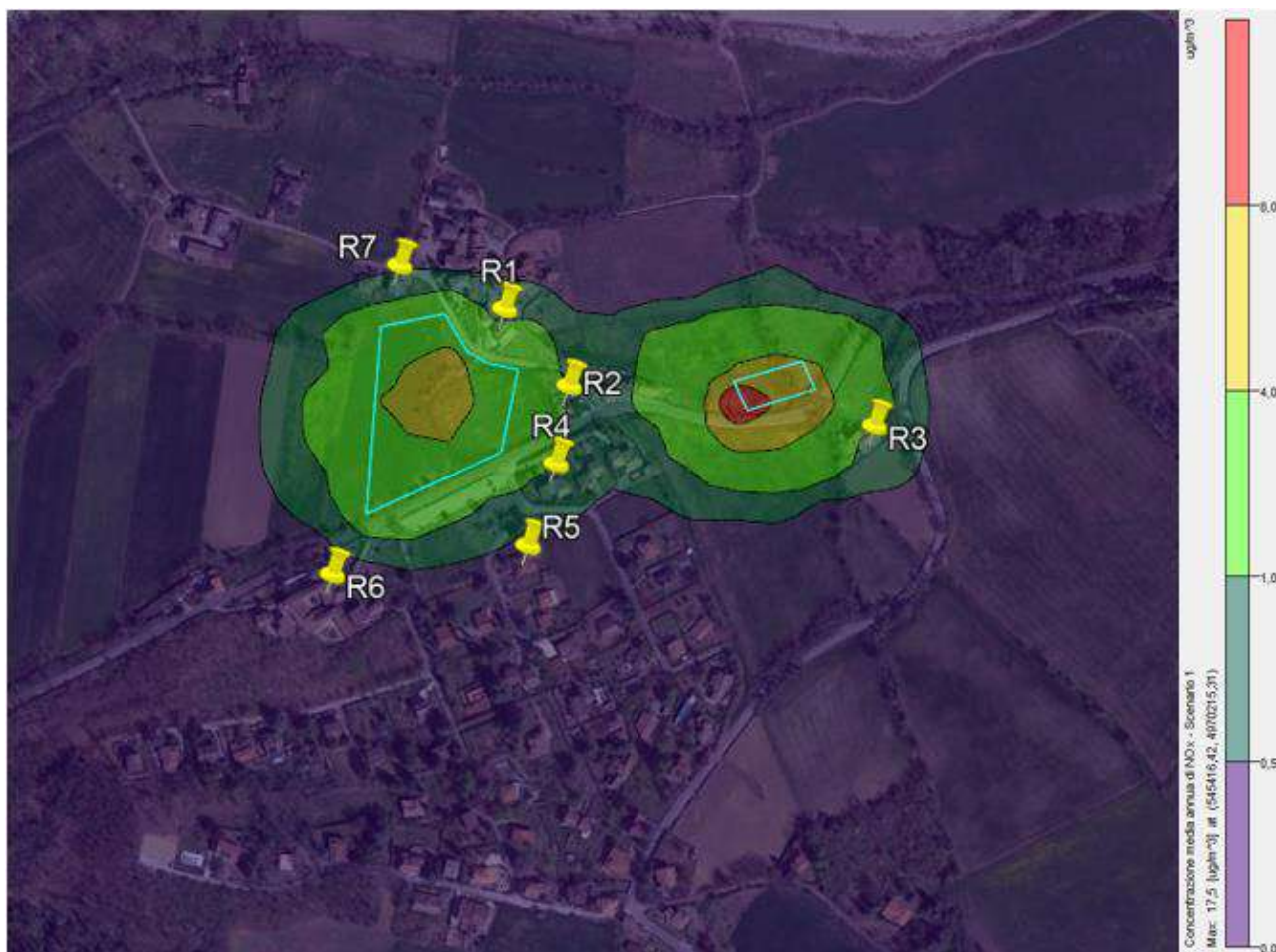


Figura 4-69 Curve di isoconcentrazione della media annua di  $\text{NO}_x$  – scenario 1

Dalla trasformazione di tali valori di  $\text{NO}_x$ , con l'equazione precedentemente descritta, si può affermare che la concentrazione massima mostrata in Figura 4-69, pari a  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{NO}_x$ , corrisponde a circa  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{NO}_2$ .



### 99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub>

Di seguito sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori considerati in termini di 99,8° percentile della concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> (in considerazione del limite normativo relativo alla concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> da non superare più di 18 volte).

In questo caso, i valori orari dell'NO<sub>x</sub> sono stati trasformati in NO<sub>2</sub>, considerando il rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> pari a 0,8, come descritto precedentemente.

Analogamente a quanto fatto precedentemente, i valori ottenuti dalla simulazione sono stati sommati ai valori mostrati in Tabella 4-28, ottenuti dalla campagna di rilevamento effettuata nel 2021 presso Rivergaro e dalla centralina ARPAE di Corte Brugnatella nel 2021.

Recettore	99,8° percentile della concentrazione oraria di NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Media di NO <sub>2</sub> registrata a Rivergaro - 2021 (µg/m <sup>3</sup> )	Qualità dell'aria complessiva (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (µg/m <sup>3</sup> )
R1	37,56	7,00	44,56	200
R2	33,14	7,00	40,14	200
R3	23,29	7,00	30,29	200
R4	13,81	7,00	20,81	200
R5	6,70	7,00	13,70	200
R6	3,94	7,00	10,94	200
R7	14,56	7,00	21,56	200

Tabella 4-47 99,8° percentile della concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> con fondo campagne di rilevamento – Scenario 1

Recettore	99,8° percentile della concentrazione oraria di NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Media annua di NO <sub>2</sub> dalla centralina Corte Brugnatella di fondo rurale - 2021 (µg/m <sup>3</sup> )	Qualità dell'aria complessiva (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (µg/m <sup>3</sup> )
R1	37,56	3,67	41,23	200
R2	33,14	3,67	36,81	200
R3	23,29	3,67	26,96	200
R4	13,81	3,67	17,48	200
R5	6,70	3,67	10,37	200
R6	3,94	3,67	7,61	200
R7	14,56	3,67	18,23	200

Tabella 4-48 99,8° percentile della concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> con fondo centralina arpae – Scenario 1

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R1 ed è pari a  $37,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Nella seguente immagine è mostrata la mappa delle isoconcentrazioni relativa al 99,8° della concentrazione oraria di  $\text{NO}_2$  valutata mediante la simulazione modellistica.



Figura 4-70 Curve di isoconcentrazione del 99,8° percentile della concentrazione oraria di  $\text{NO}_x$  – Scenario 1

Dalla trasformazione di tali valori di  $\text{NO}_x$ , con l'equazione precedentemente descritta, si può affermare che la concentrazione massima mostrata in Figura 4-70, pari a  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{NO}_x$ , corrisponde a circa  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{NO}_2$ .

## Scenario 2

I risultati delle simulazioni condotte hanno portato alla stima delle concentrazioni di PM10 e NO<sub>2</sub>. In particolare, sono stati analizzati:

- le medie annue di PM10;
- il 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10;
- le media annue dell'NO<sub>2</sub>;
- il 99,8°percentile delle concentrazioni orarie dell'NO<sub>2</sub>.

## PM10

### Concentrazioni medie annue di PM10

Di seguito sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di media annua di PM10.

Analogamente a quanto fatto per lo Scenario 1, in Tabella 4-49 i valori ottenuti dalla simulazione sono stati sommati al valore ricavato dalla campagna di rilevamento effettuata nel 2021 presso Rivergaro, mentre in Tabella 4-50 sono stati sommati ai valori rilevati dalla centralina ARPAE di Corte Brugnatella nel 2021.

Recettore	Concentrazione media annua di PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Media di PM10 registrata a Rivergaro – anni 2017 - 2021 (µg/m <sup>3</sup> )	Qualità dell'aria complessiva (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (µg/m <sup>3</sup> )
R8	0,04	17,00	17,04	40
R9	0,05	17,00	17,05	40
R10	0,60	17,00	17,60	40
R11	0,21	17,00	17,21	40
R12	0,27	17,00	17,27	40
R13	0,43	17,00	17,43	40

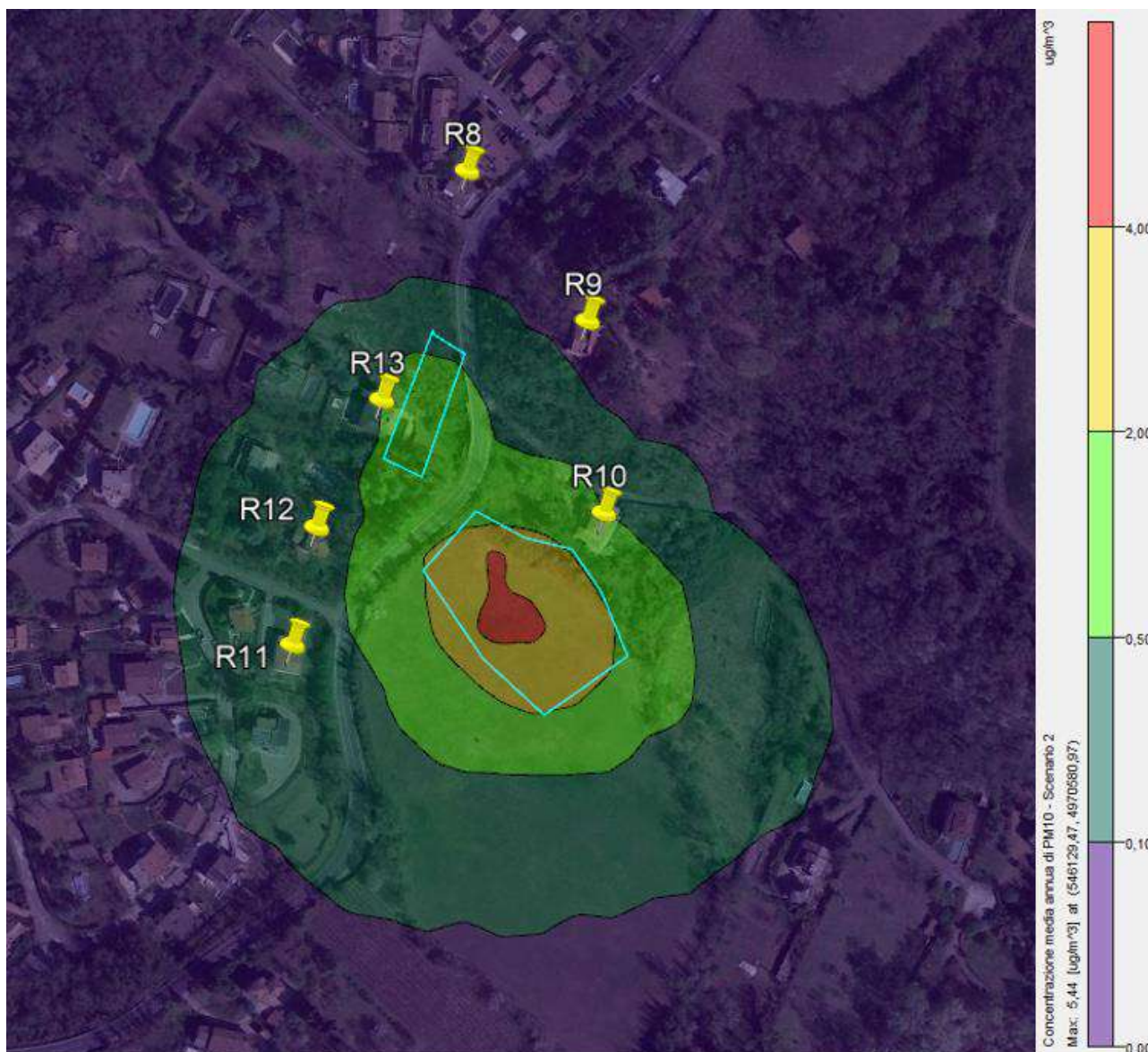
Tabella 4-49 Concentrazione media annua di PM10 con fondo campagne di rilevamento – Scenario 2

Recettore	Concentrazione media annua di PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Media annua di PM10 registrata dalla centralina Corte Brugnatella di fondo rurale - 2021 (µg/m <sup>3</sup> )	Qualità dell'aria complessiva (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (µg/m <sup>3</sup> )
R8	0,04	11,59	11,63	40
R9	0,05	11,59	11,65	40
R10	0,60	11,59	12,19	40
R11	0,21	11,59	11,80	40
R12	0,27	11,59	11,87	40
R13	0,43	11,59	12,03	40

**Tabella 4-50 Concentrazione media annua di PM10 con fondo centralina arpaee – Scenario 2**

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R10 ed è pari a  $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Nella seguente immagine è mostrata la mappa delle isoconcentrazioni relativa alla concentrazione media annua di PM10 valutata mediante la simulazione modellistica.



**Figura 4-71 Curve di isoconcentrazione della media annua di pm10 – scenario 2**

### 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10

Di seguito sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 (in considerazione del limite normativo relativo alla concentrazione giornaliera di PM10 da non superare più di 35 giorni all'anno).

Nella seguente tabella i valori ottenuti dalla simulazione sono stati sommati al valore ricavato dalla campagna di rilevamento effettuata a Rivergaro nel 2021, mentre in Tabella 4-52 sono stati sommati al valore rilevato dalla centralina ARPAE di Corte Brugnatella.

Recettore	90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media di PM10 registrata a Rivergaro – anni 2017 - 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Qualità dell'aria complessiva ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite normativo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
R8	0,07	17,00	17,07	50
R9	0,14	17,00	17,14	50
R10	1,95	17,00	18,95	50
R11	0,55	17,00	17,55	50
R12	0,70	17,00	17,70	50
R13	1,03	17,00	18,03	50

Tabella 4-51 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 con fondo campagne di rilevamento – Scenario 2

Recettore	90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media annua di PM10 registrata dalla centralina Corte Brugnatella di fondo rurale - 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Qualità dell'aria complessiva ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite normativo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
R8	0,07	11,59	11,66	50
R9	0,14	11,59	11,73	50
R10	1,95	11,59	13,54	50
R11	0,55	11,59	12,14	50
R12	0,70	11,59	12,29	50
R13	1,03	11,59	12,62	50

Tabella 4-52 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 con fondo centralina arpae – Scenario 2

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R1 ed è pari a  $0,89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superare più di 35 giorni all'anno, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Nella seguente immagine è mostrata la mappa delle isoconcentrazioni relativa alla 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 valutata mediante la simulazione modellistica.

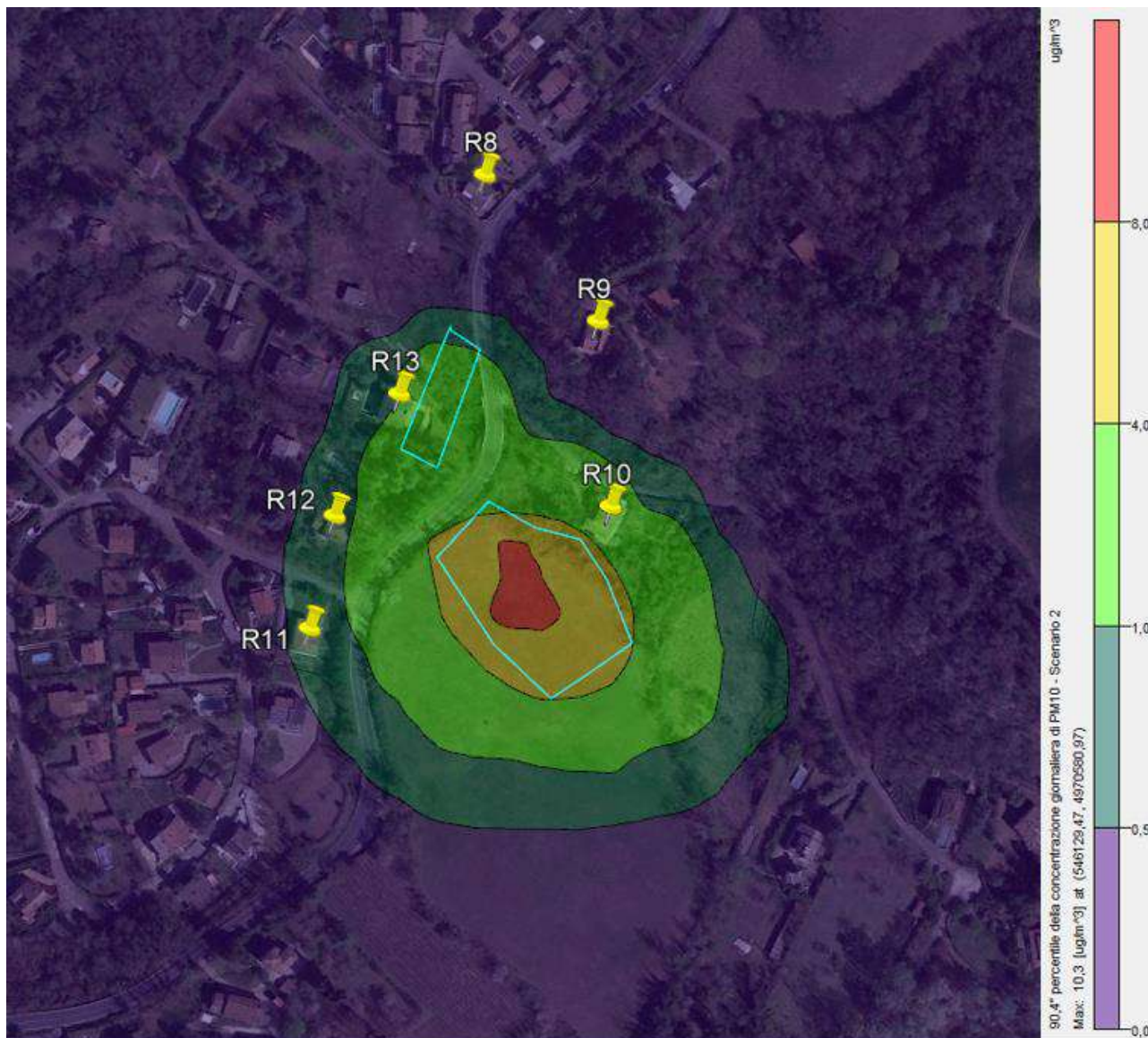


Figura 4-72 Curve di isoconcentrazione del 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di pm10 – scenario 2

## NO<sub>2</sub>

### Concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub>

Analogamente a quanto fatto per lo Scenario 1, di seguito sono riportati, presso i recettori considerati, i valori dell'NO<sub>x</sub> trasformati in NO<sub>2</sub>, considerando il rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> pari a 0,75.

Inoltre, i valori ottenuti dalla simulazione sono stati sommati ai valori mostrati in Tabella 4-28, ottenuti dalla campagna di rilevamento effettuata nel 2021 presso Rivergaro e dalla centralina ARPAE di Corte Brugnatella nel 2021.

Recettore	Concentrazione media annua di NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Media di NO <sub>2</sub> registrata a Rivergaro – anni 2017 - 2021 (µg/m <sup>3</sup> )	Qualità dell'aria complessiva (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (µg/m <sup>3</sup> )
R8	0,25	7,00	7,25	40
R9	0,39	7,00	7,39	40
R10	1,87	7,00	8,87	40
R11	0,70	7,00	7,70	40
R12	1,32	7,00	8,32	40
R13	5,87	7,00	12,87	40

Tabella 4-53 Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> con fondo campagne di rilevamento – Scenario 2

Recettore	Concentrazione media annua di NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Media annua di NO <sub>2</sub> registrata dalla centralina Corte Brugnatella di fondo rurale - 2021 (µg/m <sup>3</sup> )	Qualità dell'aria complessiva (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (µg/m <sup>3</sup> )
R8	0,25	3,67	3,92	40
R9	0,39	3,67	4,06	40
R10	1,87	3,67	5,54	40
R11	0,70	3,67	4,37	40
R12	1,32	3,67	4,99	40
R13	5,87	3,67	9,54	40

Tabella 4-54 Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> con fondo centralina arpae – Scenario 2

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R13 ed è pari a 5,87 µg/m<sup>3</sup>, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 40 µg/m<sup>3</sup>, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Nella seguente immagine è mostrata la mappa delle isoconcentrazioni relativa alla concentrazione media annua di NOx valutata mediante la simulazione modellistica.

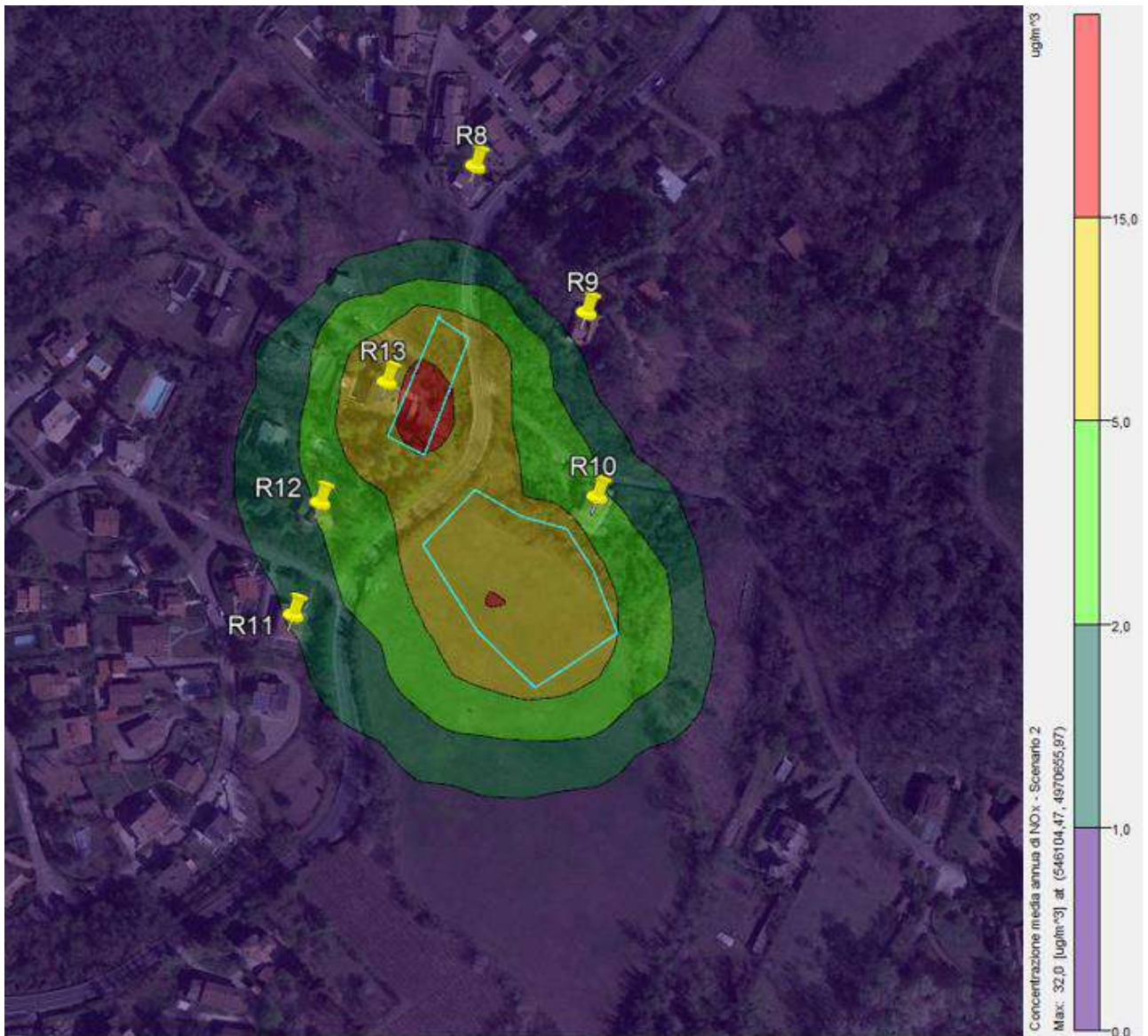


Figura 4-73 Curve di isoconcentrazione della media annua di Nox – scenario 2

Dalla trasformazione di tali valori di NOx, con l'equazione precedentemente descritta, si può affermare che la concentrazione massima mostrata in Figura 4-73, pari a 15 µg/m³ di NOx, corrisponde a circa 11 µg/m³ di NO<sub>2</sub>.



### 99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub>

Analogamente a quanto fatto per lo Scenario 1, nella seguente tabella sono riportati, presso i recettori considerati, i valori dell'NO<sub>x</sub> trasformati in NO<sub>2</sub>, considerando il rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> pari a 0,8.

Inoltre, i valori ottenuti dalla simulazione sono stati sommati ai valori mostrati in Tabella 4-28, ottenuti dalla campagna di rilevamento effettuata nel 2021 presso Rivergaro e dalla centralina ARPAE di Corte Brugnatella nel 2021.

Recettore	99,8° percentile della concentrazione oraria di NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Media di NO <sub>2</sub> registrata a Rivergaro – anni 2017 - 2021 (µg/m <sup>3</sup> )	Qualità dell'aria complessiva (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (µg/m <sup>3</sup> )
R8	10,95	7,00	17,95	200
R9	19,17	7,00	26,17	200
R10	83,52	7,00	90,52	200
R11	11,62	7,00	18,62	200
R12	22,12	7,00	29,12	200
R13	115,30	7,00	122,30	200

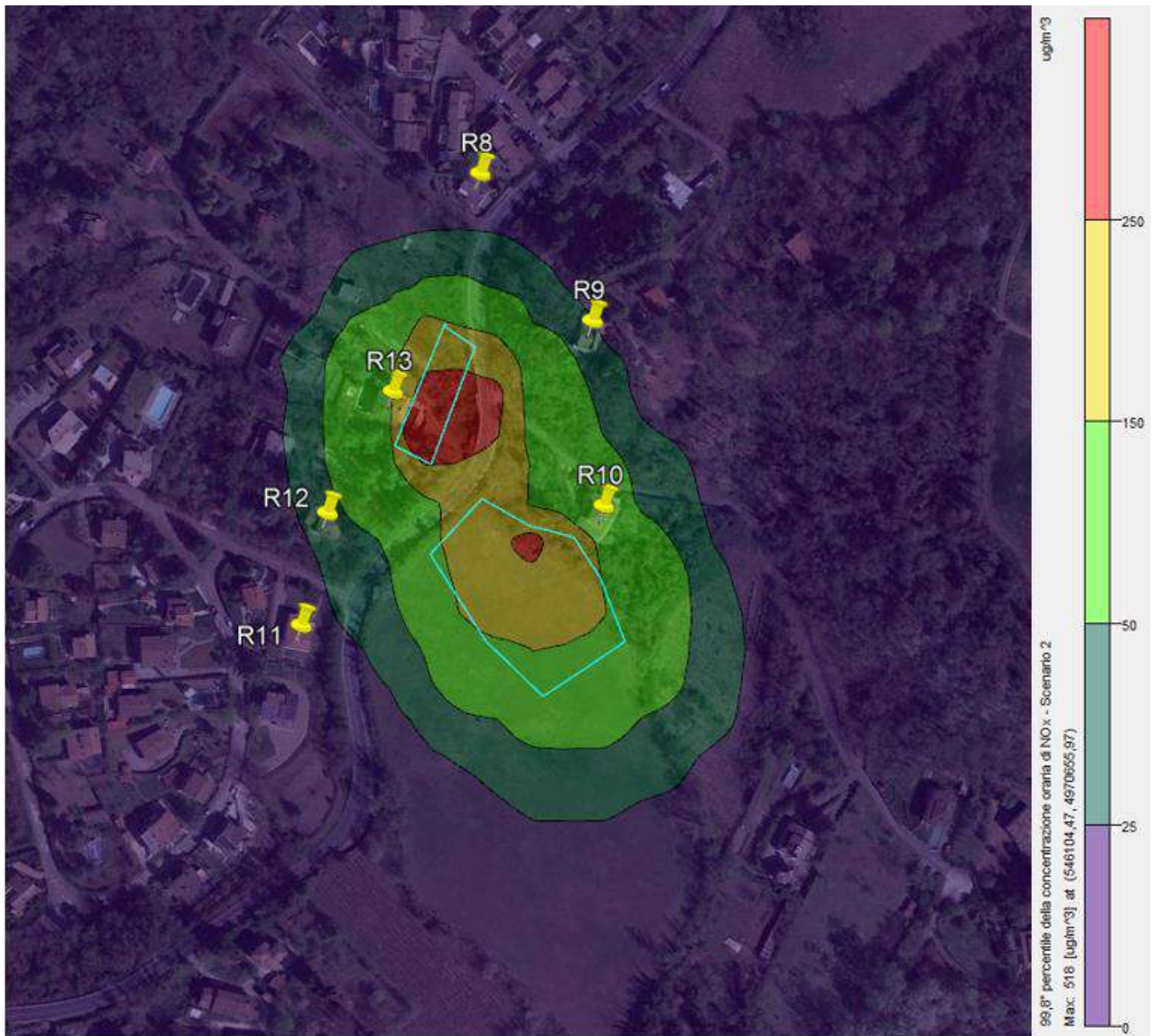
Tabella 4-55 99,8° percentile della concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> con fondo campagne di rilevamento – Scenario 2

Recettore	99,8° percentile della concentrazione oraria di NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Media annua di NO <sub>2</sub> dalla centralina Corte Brugnatella di fondo rurale - 2021 (µg/m <sup>3</sup> )	Qualità dell'aria complessiva (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (µg/m <sup>3</sup> )
R8	10,95	3,67	14,62	200
R9	19,17	3,67	22,84	200
R10	83,52	3,67	87,19	200
R11	11,62	3,67	15,29	200
R12	22,12	3,67	25,79	200
R13	115,30	3,67	118,97	200

Tabella 4-56 99,8° percentile della concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> con fondo centralina arpae – Scenario 2

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R13 ed è pari a 115,30 µg/m<sup>3</sup>, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 200 µg/m<sup>3</sup>, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Nella seguente immagine è mostrata la mappa delle isoconcentrazioni relativa al 99,8° della concentrazione oraria di NO<sub>x</sub> valutata mediante la simulazione modellistica.



**Figura 4-74 Curve di isoconcentrazione del 99,8° percentile della concentrazione oraria di NOx – Scenario 2**

Dalla trasformazione di tali valori di NOx, con le equazioni precedentemente descritte, si può affermare che la concentrazione di 250 µg/m<sup>3</sup> di NOx corrisponde a circa 200 µg/m<sup>3</sup> di NO<sub>2</sub>, localizzata all'interno dell'area di cantiere.

#### 4.2.5.6 Interventi di mitigazione

Gli interventi volti a limitare le emissioni di polveri possono essere distinti in:

- interventi per la riduzione delle emissioni di polveri nelle aree di attività;
- interventi per la riduzione delle emissioni di polveri nel trasporto degli inerti e del materiale di scavo, e per limitare il risollevarimento di polveri.

Per quanto riguarda il primo aspetto, al fine di contenere la produzione di polveri generata dal passaggio dei mezzi di cantiere si prevede di effettuare la bagnatura periodica della superficie di cantiere di fronte avanzamento lavori e delle strade di servizio. Tale intervento sarà effettuato tenendo conto dei fattori meteorologici sopra richiamati, ovvero in particolare dell'assenza di precipitazioni atmosferiche e delle condizioni di vento.

L'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente dalla frequenza con cui è applicato e di conseguenza nelle situazioni di attenzione dovrà essere opportunamente reiterato nell'arco del periodo giornaliero di attività.

Per il contenimento delle emissioni di polveri nel trasporto degli inerti e del materiale di scavo si prevede l'adozione di opportuna copertura dei mezzi adibiti al trasporto. Questa misura gestionale, che verrà applicata in funzione del grado di polverosità potenziale del materiale trasportato, riguarderà comunque la totalità dei trasporti del materiale da demolizione di calcestruzzi.

Si prevede inoltre l'inerbimento o la copertura dei cumuli di terreno e l'imposizione di velocità ridotte agli automezzi pesanti in movimento nell'ambito del cantiere.

Nella situazione di demolizione di opere in calcestruzzo localizzate in prossimità di abitazioni, potrà essere prevista la presenza di un cannone nebulizzatore per abbattimento polveri; in questi cantieri, aventi durata limitata, l'impianto di lavaggio ruote degli automezzi sarà costituito da un sistema automatico mobile posto nelle immediate prossimità

Per quanto riguarda le aree di cantiere gli interventi di mitigazione riguardano:

- la pavimentazione della superficie di transito degli automezzi, eventualmente ricorrendo a pavimentazioni di tipo lapideo per i settori non interessati da percorrenze continue;
- Il trattamento dei cumuli di inerti temporaneamente stoccati con gli interventi di bagnatura descritti per il fronte avanzamento lavori;
- l'inerbimento dei cumuli di terreno di scavo depositati per periodi prolungati;
- l'imposizione di velocità ridotta agli automezzi di cantiere, che dovranno inoltre essere lavati giornalmente in un'apposita platea di lavaggio;
- l'installazione di cunette lava-ruote agli ingressi del cantiere;
- la pulizia dei tratti viari interessati dal passaggio dei mezzi.

## 4.3 RUMORE E VIBRAZIONI

### 4.3.1 RUMORE

#### 4.3.1.1 Premessa

Il presente elaborato riprende in sintesi le indicazioni dello Studio di Impatto Acustico predisposto da AIRIS Ingegneria per l'ambiente Srl – Bologna, e coordinato dalla Dott.ssa Francesca Rametta. (Elaborati da EC01\_T00EC02AMBRE01\_A a EC06\_T00EC02AMBRE06\_A del presente progetto) a cui si rimanda per un dettagliato esame delle analisi e valutazioni condotte.

Lo Studio di impatto acustico ha fatto riferimento ai seguenti scenari:

- stato della componente nello scenario ante operam;
- stato della componente nello scenario futuro di esercizio;

È inoltre stata effettuata una valutazione dello stato della componente nello scenario futuro di cantiere, sulla base delle informazioni disponibili in merito alla fase realizzativa dell'opera.

#### 4.3.1.2 Stato della componente nello scenario ante operam

Per la definizione dello scenario di riferimento ante operam, ha fatto riferimento alla caratterizzazione dell'ambito di analisi mediante indagine acustica strumentale e contemporanei rilievi di traffico, effettuata dalla Società Airis S.r.l. in occasione del precedente studio acustico redatto dagli stessi nel 2017 relativamente ad una precedente versione del progetto. La situazione acustica è stata poi analizzata in base agli scenari di riferimento tramite simulazioni modellistiche adottando una serie di ricettori posizionati in corrispondenza di aree o edifici in grado di restituire elementi descrittivi e di verifica particolarmente significativi, soprattutto in riferimento alle previste modificazioni che coinvolgeranno l'ambito di analisi.

Le figure che seguono illustrano la localizzazione dei ricettori in relazione al tracciato attuale della SS45 ed al tracciato di progetto; nel complesso vengono considerati 135 ricettori.

I ricettori considerati corrispondono nella quasi totalità a residente o edifici residenziali con attività di servizio. Si rimanda in merito all'elaborato EC 08 "Censimento dei ricettori".

Già nello scenario attuale emergono una serie di superamenti dei limiti di norma; nello scenario di esercizio, grazie alle modifiche progettuali, alcuni superamenti vengono eliminati (ricettori 11, 14, 70, 81, 92), alcuni vengono ridotti (ricettore 85) altri rimangono sostanzialmente invariati. In ogni caso, le modifiche progettuali non generano in alcun caso incrementi delle criticità acustiche esistenti, né tantomeno l'insorgere di nuove criticità.

#### 4.3.1.3 Stato della componente nello scenario futuro di esercizio

Lo studio ha analizzato soluzioni mitigative per tutte le situazioni di superamento dei limiti ancora in essere nello scenario di esercizio, pur se già presenti nella situazione ante-operam. È stata effettuata una verifica dei possibili miglioramenti del clima acustico sui ricettori, ipotizzando la realizzazione di una serie di barriere acustiche verticali. A causa della morfologia dell'area e della vicinanza degli edifici alla sede stradale, l'inserimento di barriere è possibile solo in pochissimi casi.

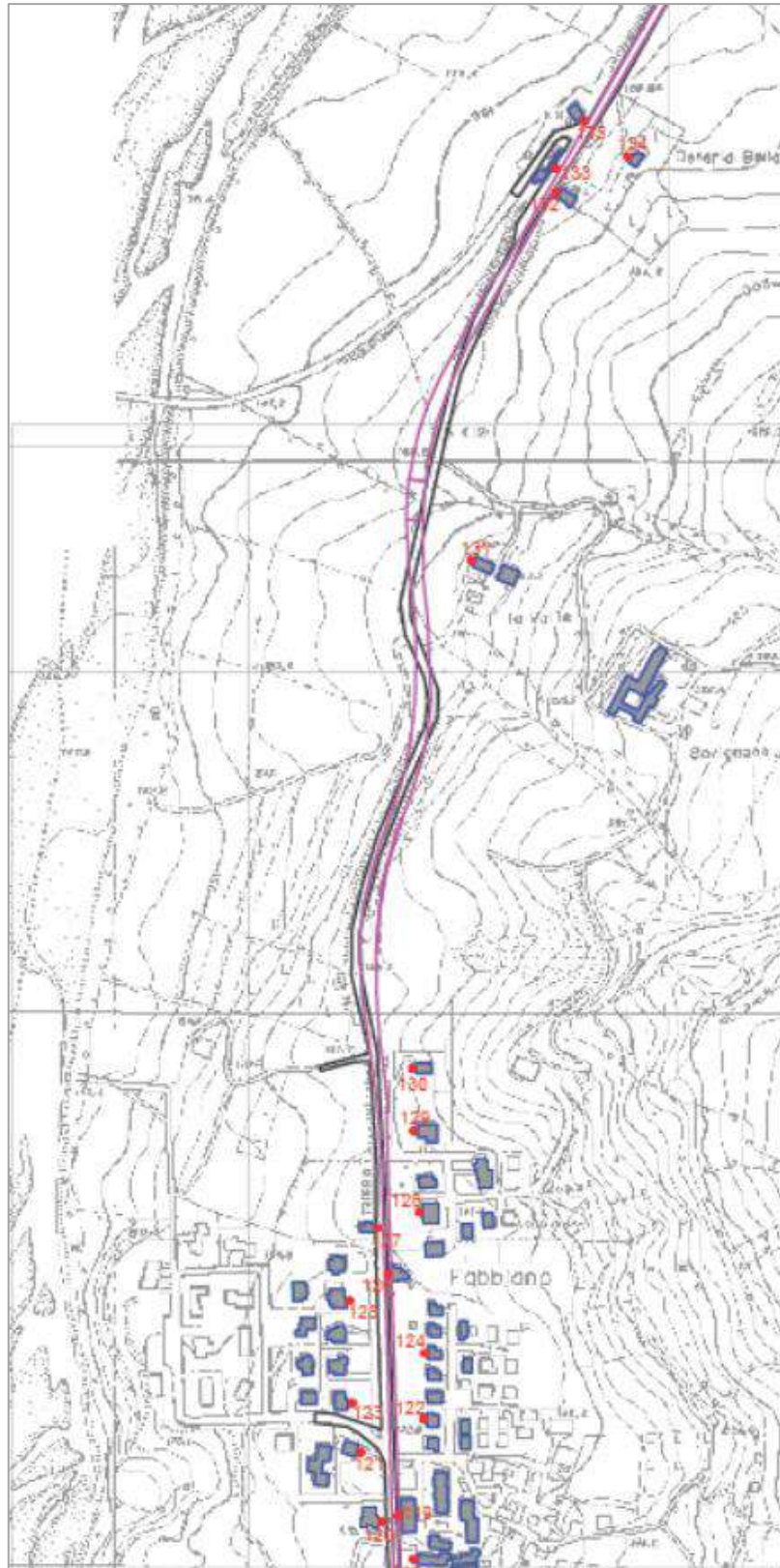


Figura 4-75: Localizzazione ricettori in relazione alla viabilità attuale e di progetto

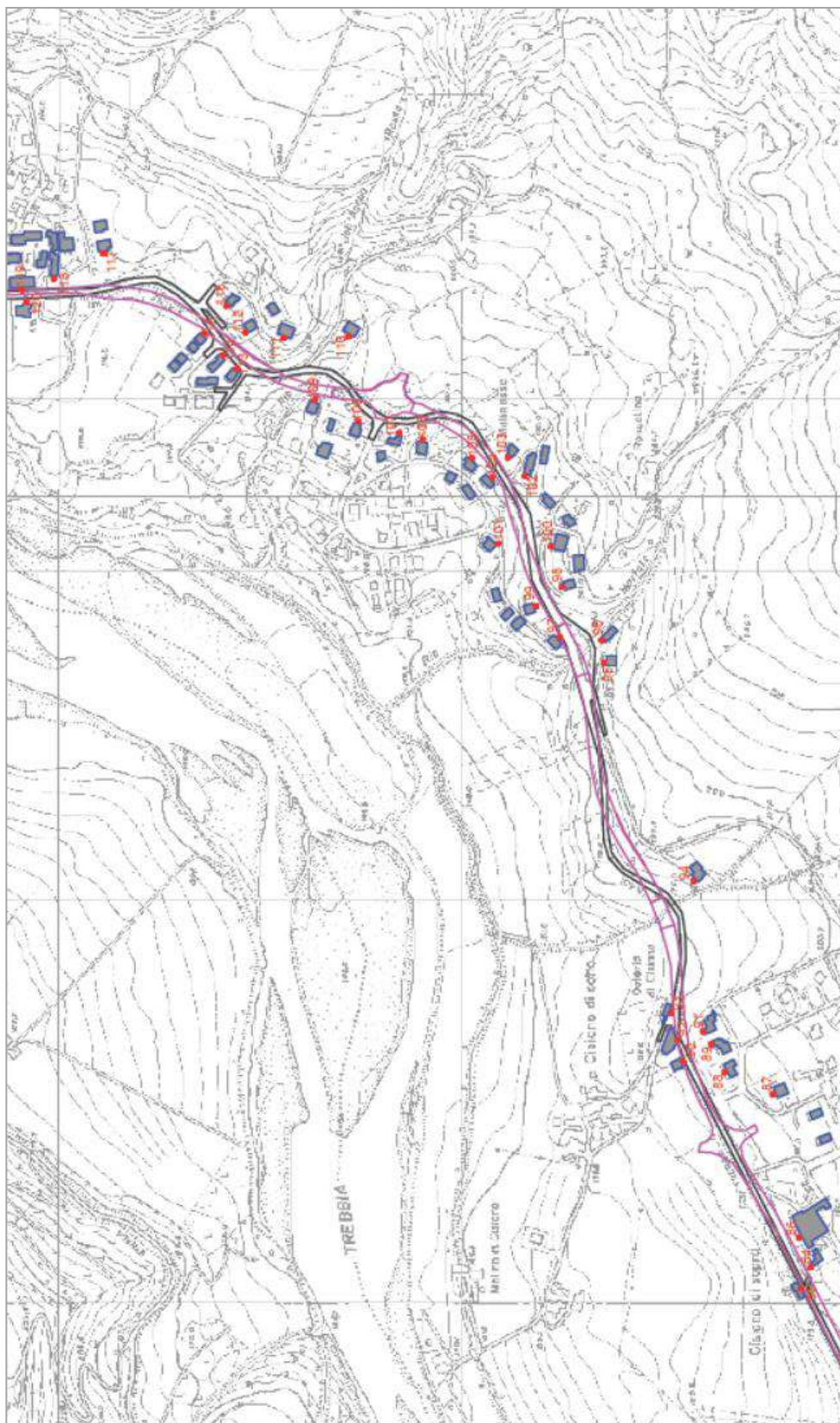


Figura 4-76: Localizzazione ricettori in relazione alla viabilità attuale e di progetto

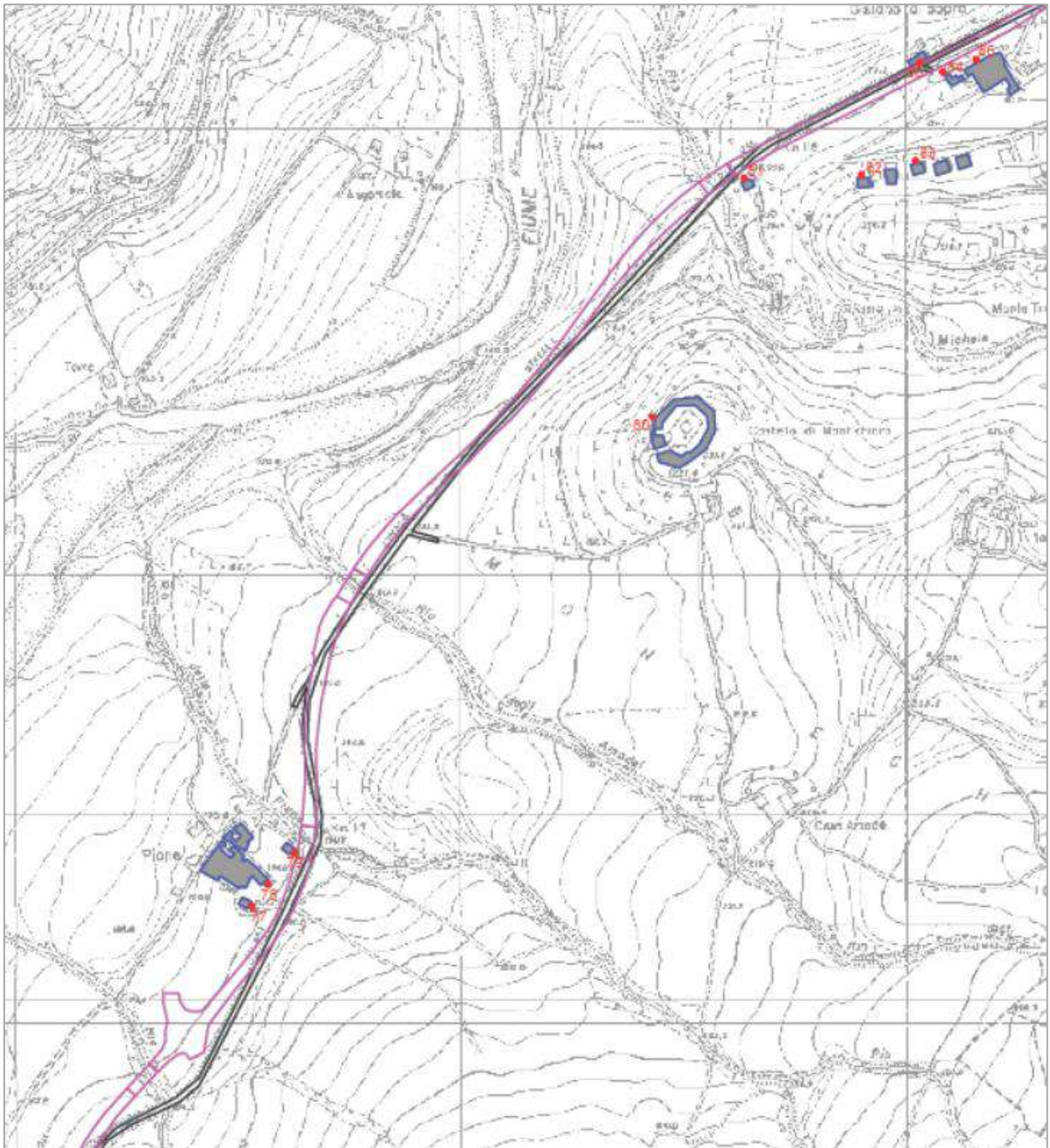


Figura 4-77: Localizzazione ricettori in relazione alla viabilità attuale e di progetto



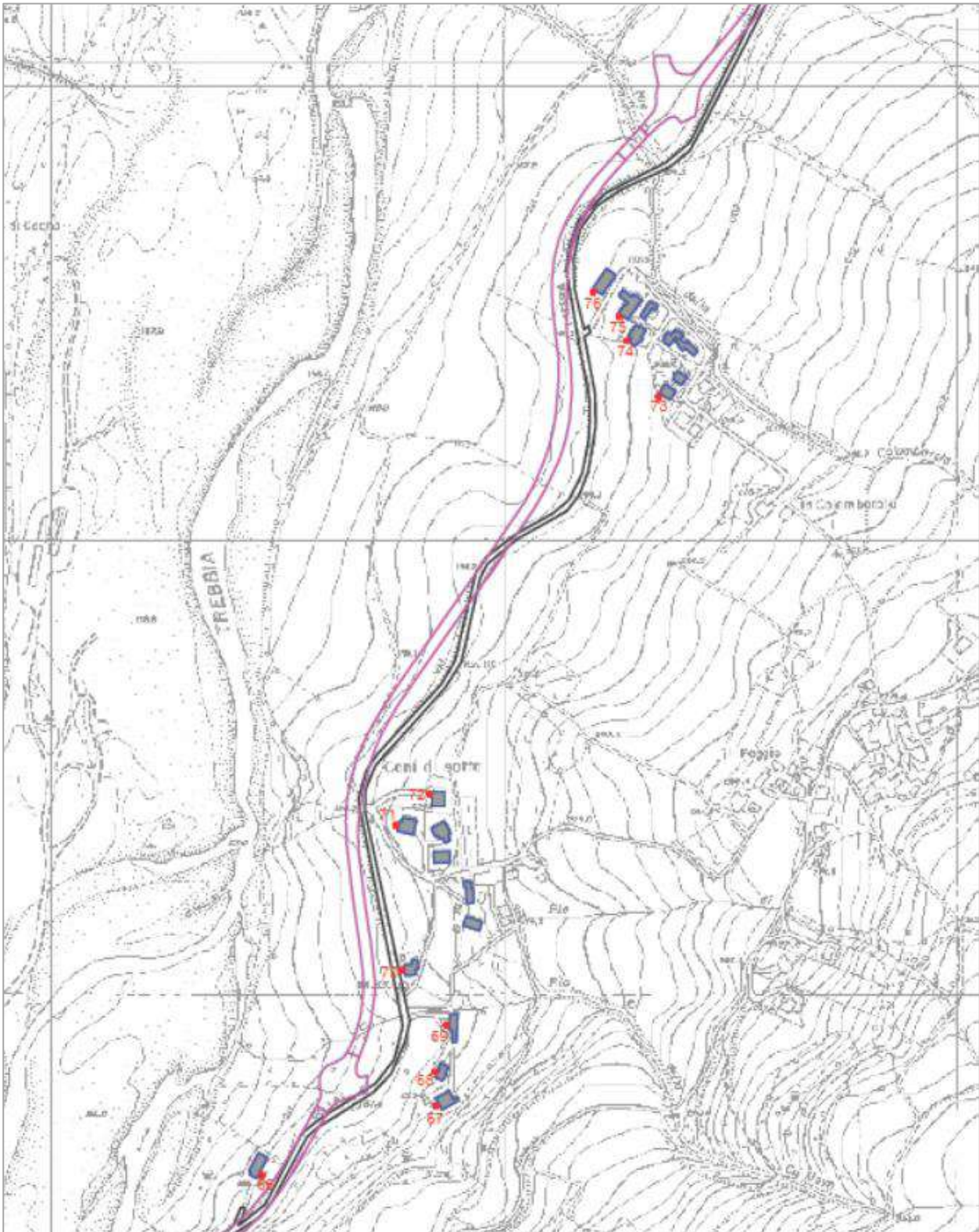


Figura 4-78: Localizzazione ricettori in relazione alla viabilità attuale e di progetto

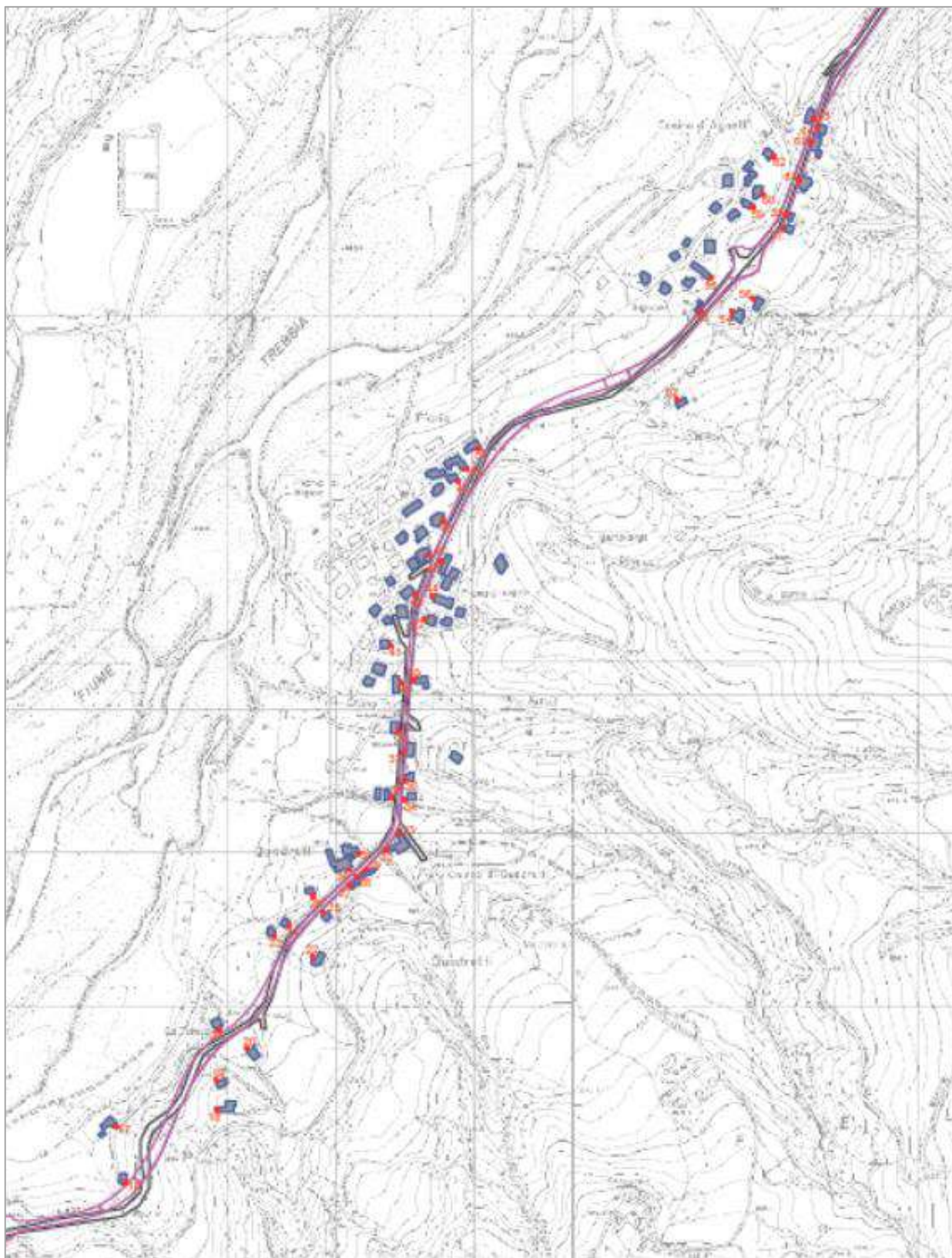


Figura 4-79: Localizzazione ricettori in relazione alla viabilità attuale e di progetto

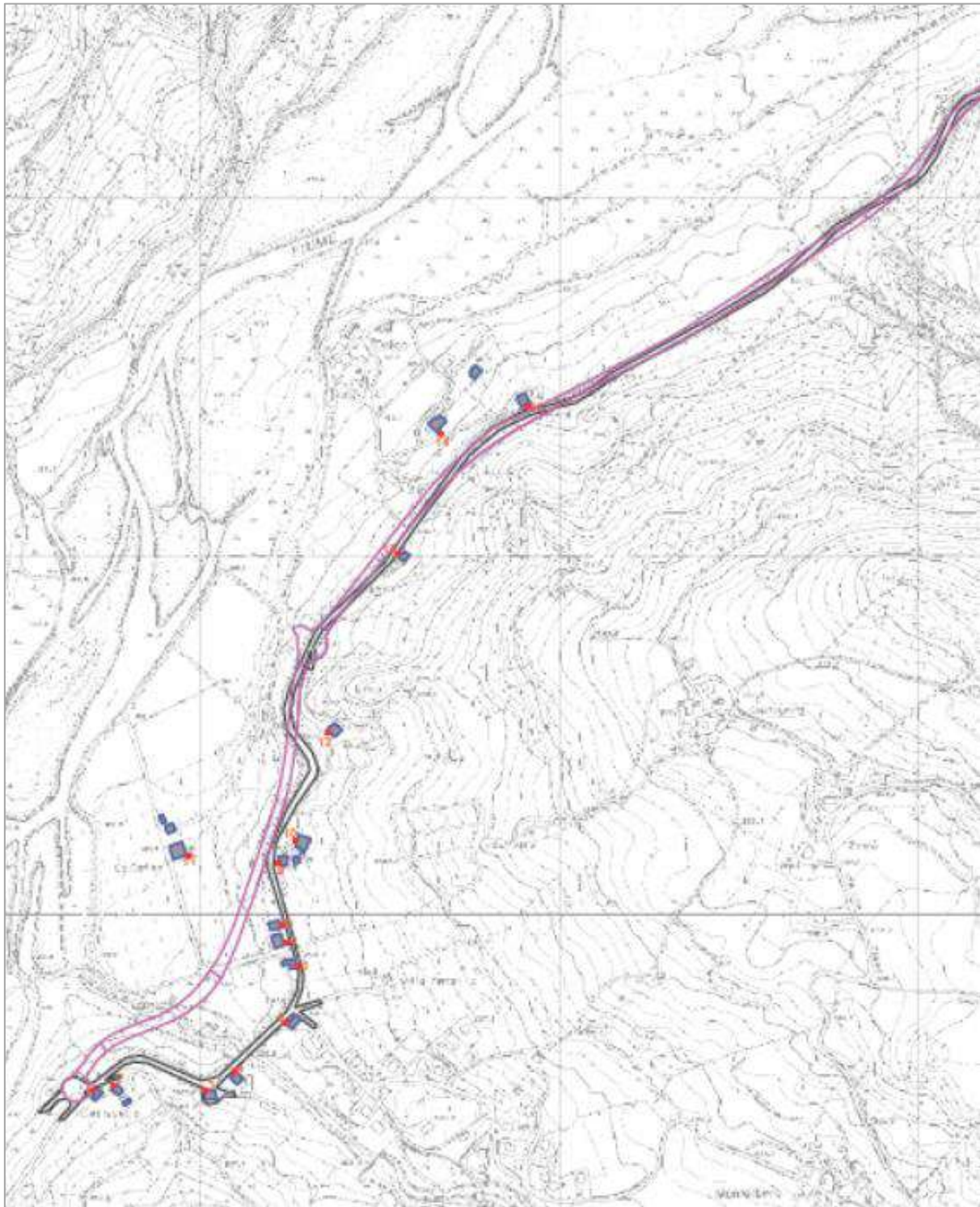


Figura 4-80: Localizzazione ricettori in relazione alla viabilità attuale e di progetto

Nel citato Studio di impatto acustico facente parte degli elaborati del presente progetto, si documenta come nello scenario di esercizio, grazie alle modifiche progettuali, alcuni superamenti già presenti nella situazione ante-operam, vengano eliminati, alcuni ridotti e altri rimangono sostanzialmente invariati. In ogni caso, le modifiche progettuali non generano in alcun caso incrementi delle criticità acustiche esistenti, né tantomeno l'insorgere di nuove criticità.

Non si è ritenuto di applicare, nell'ambito di questa fase progettuale, l'utilizzo di pavimentazioni fonoassorbenti, in quanto le situazioni di attenzione ricadono prevalentemente in contesto insediativo con limite di velocità e conseguente ridotta efficacia della suddetta pavimentazione.

Lo studio ha comunque analizzato soluzioni mitigative per tutte le situazioni di superamento dei limiti ancora in essere nello scenario di esercizio, individuando le situazioni in cui lo spazio disponibile consente la collocazione di una barriera antirumore

La tabella seguente riporta localizzazione e dati dimensionali di tali mitigazioni. Le successive figure illustrano la localizzazione delle barriere e i ricettori interessati

Barriera	Ricettore protetto	Localizzazione	Progressiva inizio	Progressiva fine	Tipologia	Altezza	Lunghezza	Superficie
1	135	Tratto 1 (da inizio intervento a rotatoria 1)	0+318	0+336	Fonoisolante e fonoassorbente	3.5	22	77
2	133	Tratto 1 (da inizio intervento a rotatoria 1)	0+368	0+409	Fonoisolante e fonoassorbente	3	41	123
3	127	Tratto 1 (da inizio intervento a rotatoria 1)	1+359	1+387	Fonoisolante Non fonoassorbente	3	28	84
4	43	Tratto 6 (tra le rotatorie 5 e 6)	0+715	0+750	Fonoisolante e fonoassorbente	3	35	105
5	36	Tratto 6 (tra le rotatorie 5 e 6)	0+950	0+975	Fonoisolante Non fonoassorbente	3	33	99

**Tabella 4-57: Interventi di mitigazione acustica di prevista realizzazione**

Le barriere acustiche di prevista realizzazione sono di due tipi (tavola EB19, Ricettori e opere di mitigazione acustica):

- Barriere acustiche fonoisolanti e fonoassorbenti, metalliche in Corten;
- Barriere acustiche in pannelli trasparenti in PMMA, fonoisolanti non fonoassorbenti, con rigature per prevenire l'impatto dell'avifauna ottenute con serigrafia o fresatura; i montanti di questa tipologia sono previsti in Corten.

La prima tipologia è prevista applicata in presenza di ricettori sui due fronti stradali, mentre la seconda, per evitare effetti intrusivi, è prevista nei casi di assenza di ricettori sul fronte opposto.

L'acciaio Corten, materiale che garantisce una elevata durezza, viene ritenuto idoneo per l'inserimento paesaggistico delle barriere in un contesto di insediamenti residenziali integrati in un territorio diffusamente agricolo e con estesa presenza di aree boscate. Nel caso in esame è inoltre in continuità tipologica con le strutture metalliche dei ponti e dei viadotti.

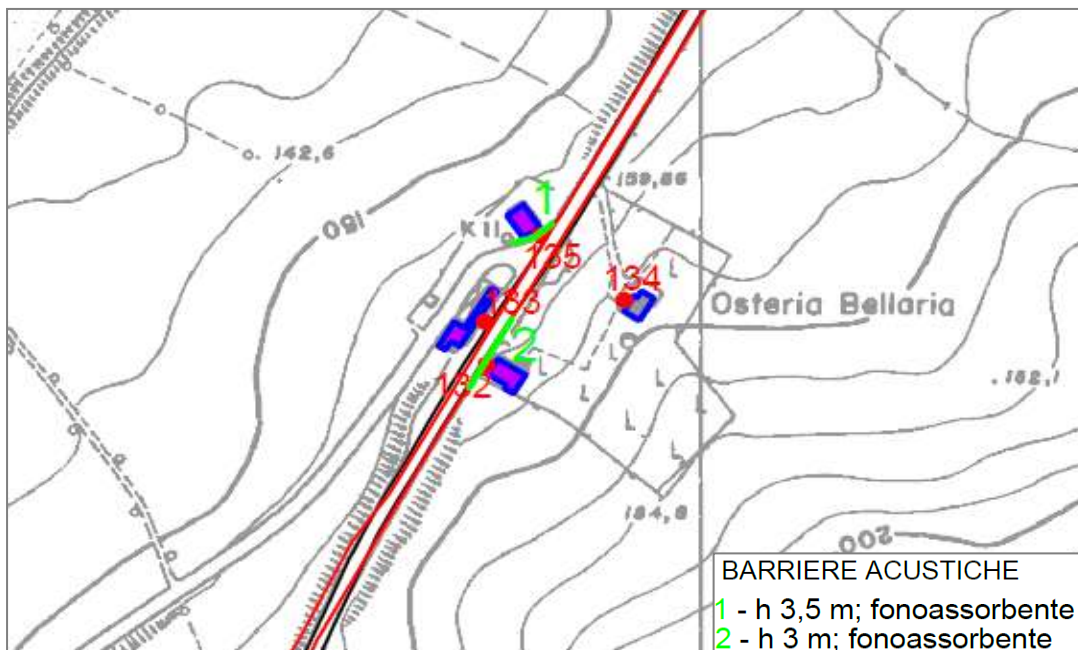


Figura 4-81: Localizzazione barriere 1 e 2

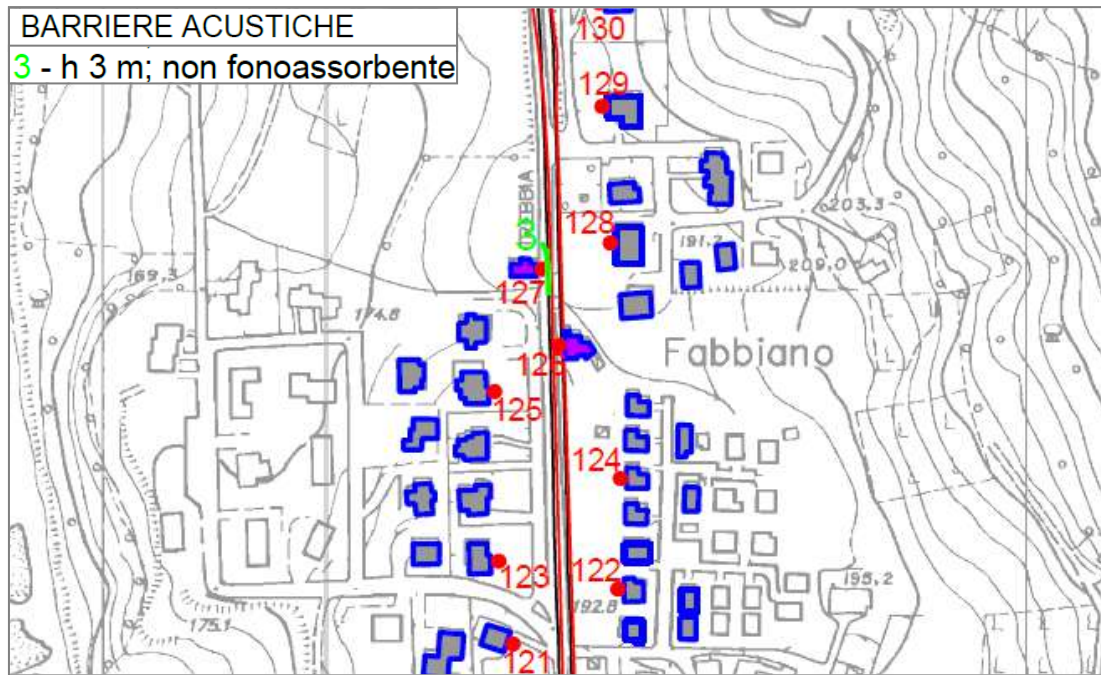


Figura 4-82: Localizzazione barriera 3

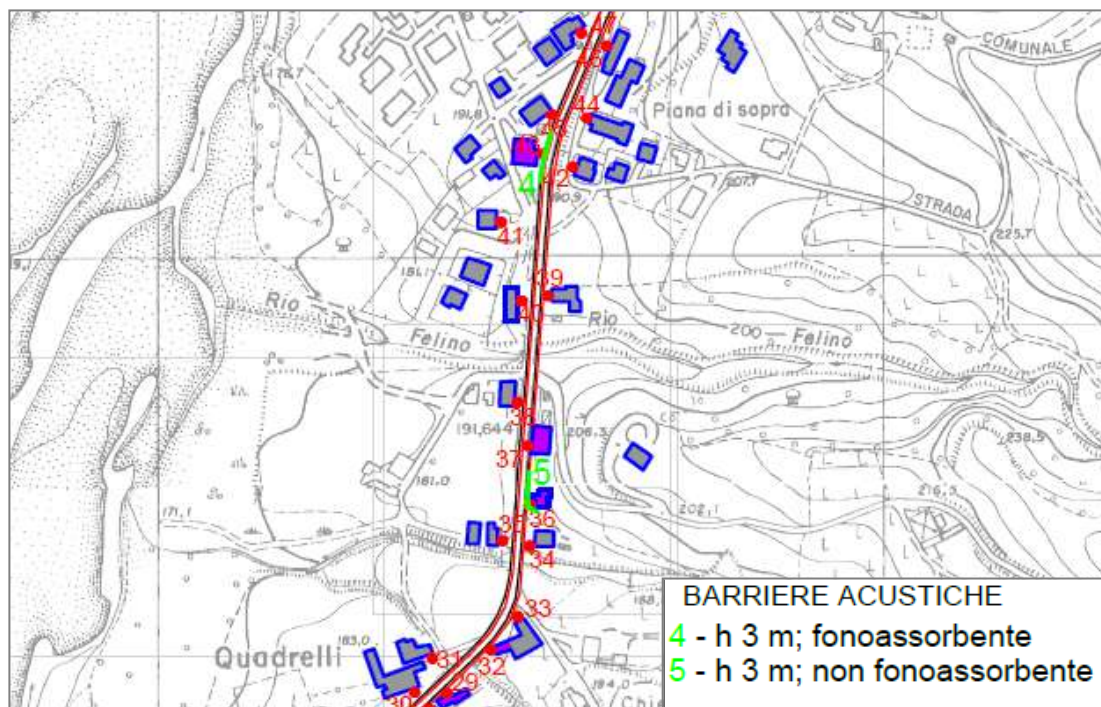


Figura 4-83: Localizzazione barriere 4 e 5

Nei casi in cui l'inserimento di barriere non è possibile o risulta poco efficace, si riscontrano le seguenti condizioni di superamenti residui dei limiti di norma.

**Tab. 4.1 – Ricettori con superamenti non protetti da barriere**

Ricettore	Livelli calcolati		superamenti	
	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N
14	49.9	42.0	-	2.0
28	68.5	60.6	-	0.6
29	68.7	60.9	-	0.9
32	66.4	60.4	-	0.4
37	69.9	62.0	0.3	2.4
45	68.4	60.5	-	0.5
47	68.2	60.3	-	0.3
53	68.6	60.7	-	0.7
57	70.3	62.4	0.3	2.4
58	68.5	60.7	-	0.7
61	68.9	61.0	-	1.0
63	70.7	62.8	0.7	2.8
63	70.2	62.4	0.2	2.4
64	69.7	61.8	-	1.8
65	70.7	62.8	0.7	2.8
85	69.7	61.9	-	1.9
86	68.6	60.7	-	0.7
119	70.6	62.8	0.6	2.8
126	72.0	64.2	2.0	4.2
132	69.5	61.6	-	1.6
133	69.8	61.9	-	1.9

Si noti che nella tabella precedente sono stati riportati i livelli acustici più elevati fra quelli calcolati ai diversi piani di ogni edificio ricettore.

In fase di progetto definitivo è stata eseguita una valutazione preliminare a partire dalla descrizione dei serramenti illustrata del documento “studio di impatto acustico - allegato 7 - censimento dei ricettori”.

In tale documento il dettaglio tecnologico degli infissi distingue tra serramento a vetro singolo o doppio (quando rilevabile). La stima della tipologia di vetri può essere effettuata sulla base di letteratura scientifica e norme tecniche di settore, quale le indicazioni dell'allegato B della norma UNI TS 11300-1.

Tale normativa tecnica distingue le tipologie di vetro doppio in due categorie, “normale” o “con trattamento superficiale”, fornendo inoltre gli spessori tipologici maggiormente diffusi sul territorio del vetro e camera d'aria. Vista la tipologia edilizia dei ricettori ma, soprattutto, in via precauzionale, si prenderà a riferimento le tipologie di vetro doppio 4-12-4 (mm) e vetro singolo 4 (mm), descritte nel suddetto allegato della norma UNI TS 11300-1. Incrociando i dati di spessore

dei serramenti con la stima del potere fonoisolante degli elementi trasparenti illustrata nel prospetto B.1 della norma UNI EN ISO 12354-3:2017, definita in base alle tipologie di vetro doppi/singoli ed al loro spessore, con esclusione dell'incidenza dello spessore della camera come indicato nella nota 2, si ricava i seguenti valori.

**Tab. 4.2 – Potere fonoisolante serramenti UNI TS 11300-1**

Tipologia vetro	Ctr da UNI12354-3	Rw Stimato Serramento da UNI12354-3 [dB]
Doppio 4/(6-16)/4	-4	29
Singolo 4	-3	29

Dal momento che la valutazione riguarda infissi di cui non risultano note le caratteristiche tecniche, le modalità di posa in opera e lo stato di conservazione, il coefficiente di adattamento spettrale verrà cautelativamente fissato in:

$$\text{Ctr} = -8.$$

La stima del livello di pressione sonora interni ai locali degli edifici ricettori, può essere eseguita mediante la formulazione illustrata nella norma UNI EN ISO 12354-3:2017

$$L_i = L_{1,2m} - R_w - C_{tr}$$

Con:

- $L_i$  = Livello di pressione sonora in interno al locale ricevente
- $L_{1,2m}$  = Livello di pressione sonora in esterno, a 2 m di fronte alla facciata
- $R_w$  = Potere fonoisolante stimato dell'infisso, a cui si associa il potere fonoisolante complessivo della facciata (non risulta noto il tempo di riverberazione all'interno degli ambienti).
- $C_{tr}$  = Coefficiente di adattamento spettrale per i rumori di traffico = -8

I risultati di calcolo sono illustrati nella tabella seguente:

**Tabella 4-58 Livelli acustici interni ai ricettori con superamenti dei limiti**

Ricettore	Livelli calcolati in Facciata		Superamenti In Facciata		Descrizione serramento da "studio di impatto acustico - allegato 7 - censimento dei ricettori"	Rw Stimato Serramento da UNI12354-3 [dB]	Ctr da UNI12354-3 [dB]	Tipologia vetro [dB]	Ctr corretto [dB]	Livello interno Diurno [dBA]	Livello interno Notturno [dBA]
	LAeq Diurno	LAeq Notturmo	LAeq Diurno	LAeq Notturmo							
14	49,9	42,0	-	2,0	Vetrata fisse con vetri doppi. Telai in alluminio con vetri doppi e persiane in pvc	29	-4	4/(6-16)/4	-8	28,9	21,0



Ricettore	Livelli calcolati in Facciata		Superamenti In Facciata		Descrizione serramento da "studio di impatto acustico - allegato 7 - censimento dei ricettori"	Rw Stimato Serramento da UNI12354-3	Ctr da UNI12354-3	Tipologia vetro	Ctr corretto	Livello interno Diurno	Livello interno Notturno
	LAeq Diurno	LAeq Notturno	LAeq Diurno	LAeq Notturno							
28	68,5	60,6	-	0,6	Telai e vetri non verificabili. Chiusure esterne con persiane in legno	29	-4	4/(6-16)/4	-8	47,5	39,6
29	68,7	60,9	-	0,9	Presenza di Telai in alluminio con vetri semplici, in parte non osservabili	29	-3	4	-8	47,7	39,9
32	66,4	60,4	-	0,4	Telai in legno con doppi vetri	29	-4	4/(6-16)/4	-8	45,4	39,4
37	69,9	62,0	0,3	2,4	Piano inferiore con telai in legno, vetri semplici. Piano superiore con telai in alluminio, vetri doppi	29	-3	4	-8	48,9	41,0
45	68,4	60,5	-	0,5	Buono. Infissi non osservabili.	29	-4	4/(6-16)/4	-8	47,4	39,5
47	68,2	60,3	-	0,3	Buono. Alcune parti dell'edificio non verificabile. Presenza di telai in alluminio perimetrali con vetrate uniche, vetri semplici e doppi	29	-3	4	-8	47,2	39,3
53	68,6	60,7	-	0,7	Buono. Primo e secondo piano con telai in alluminio e doppi vetri e persiane in legno. Ultimo piano telai in legno, vetri non verificabili e persiane in legno	29	-4	4/(6-16)/4	-8	47,6	39,7
57	70,3	62,4	0,3	2,4	Buono. Telai in alluminio con doppi vetri e persiane avvolgibili	29	-4	4/(6-16)/4	-8	49,3	41,4
58	68,5	60,7	-	0,7	Discreto. Telai in legno con vetri semplici e persiane in legno	29	-3	4	-8	47,5	39,7
61	68,9	61,0	-	1,0	Discreti. Telai principalmente in legno con vetri semplici e persiane in legno	29	-3	4	-8	47,9	40,0
63	70,7	62,8	0,7	2,8	Buono. In parte non osservabili. Porzione meridionale con telai in alluminio con doppi vetri.	29	-4	4/(6-16)/4	-8	49,7	41,8

Ricettore	Livelli calcolati in Facciata		Superamenti In Facciata		Descrizione serramento da "studio di impatto acustico - allegato 7 - censimento dei ricettori"	Rw Stimato Serramento da UNI12354-3	Ctr da UNI12354-3	Tipologia vetro	Ctr corretto	Livello interno Diurno	Livello interno Notturno
	LAeq Diurno	LAeq Notturno	LAeq Diurno	LAeq Notturno							
<b>63</b>	70,2	62,4	0,2	2,4	Buono. In parte non osservabili. Porzione meridionale con telai in alluminio con doppi vetri.	29	-4	4/(6-16)/4	-8	<b>49,2</b>	<b>41,4</b>
<b>64</b>	69,7	61,8	-	1,8	Buono, telai in alluminio con doppi vetri e tapparelle avvolgibili	29	-4	4/(6-16)/4	-8	<b>48,7</b>	<b>40,8</b>
<b>65</b>	70,7	62,8	0,7	2,8	Buono. Finestre a doppio infisso con telai interni in legno e vetri semplici ed esterno in alluminio con vetri doppi	29	-4	4/(6-16)/4	-8	<b>49,7</b>	<b>41,8</b>
<b>85</b>	69,7	61,9	-	1,9	Buono, telai in parte in alluminio con persiane in pvc e in parte non osservabili ma con persiane in legno	29	-4	4/(6-16)/4	-8	<b>48,7</b>	<b>40,9</b>
<b>86</b>	68,6	60,7	-	0,7	Buono. Telai in legno con vetri doppi e persiane in legno	29	-4	4/(6-16)/4	-8	<b>47,6</b>	<b>39,7</b>
<b>119</b>	70,6	62,8	0,6	2,8	Telai in metallo con vetri doppi + vetrine per porzione a ristorante. Serrande avvolgibili al piano terra. Persiane in legno	29	-4	4/(6-16)/4	-8	<b>49,6</b>	<b>41,8</b>
<b>126</b>	72,0	64,2	2,0	4,2	Buono, telai in legno con vetri semplici e persiane in legno	29	-3	4	-8	<b>51,0</b>	<b>43,2</b>
<b>132</b>	69,5	61,6	-	1,6	Buono. Telai in legno con vetri normali e persiane in legno	29	-3	4	-8	<b>48,5</b>	<b>40,6</b>
<b>133</b>	69,8	61,9	-	1,9	Buono. Telai in alluminio con vetri doppi e persiane. Porzione al pubblico con vetrate a giorno	29	-4	4/(6-16)/4	-8	<b>48,8</b>	<b>40,9</b>

In fase di progettazione esecutiva sarà approfondito lo studio circa il potere fonoisolante delle facciate degli edifici, con particolare riferimento agli infissi. Laddove a valle di detto studio si avranno dei superamenti residui, si procederà alla progettazione di adeguati sistemi di mitigazione di tipo diretto ai ricettori stessi.

#### 4.3.1.4 Fase di cantiere

Per quanto riguarda la fase di cantiere le lavorazioni maggiormente impattanti dal punto di vista acustico sono: posa di pali e micropali, pavimentazione, stesura asfalto. Per ognuna di tali lavorazioni sono previste una serie di macchine operatrici che operano in contemporanea; sulla base di dati di letteratura o derivanti da cantieri analoghi è stata quantificata la rumorosità complessiva di tali macchine per ogni tipologia di lavorazione. È quindi stata effettuata una verifica della distanza entro la quale, per ogni tipo di lavorazione, si hanno livelli acustici superiori ai 70 dBA, che è il limite consentito dai regolamenti comunali per i cantieri stradali.

Di seguito i risultati:

- pali - 70 dBA entro un raggio 70 m
- micropali - 70 dBA entro un raggio 25 m
- pavimentazione - 70 dBA entro un raggio 32 m
- stesa asfalto - 70 dBA entro un raggio 32 m

Alla luce di ciò, la tabella seguente riporta tutti i ricettori per i quali nella fase di cantiere a seconda delle lavorazioni, si avrà un potenziale superamento del limite di 70 dBA previsto dai regolamenti comunali.

N ricettore	Distanza da tracciato di progetto	Ricettori presentano livelli acustici superiori a 70 dBA		
		Attività pali (superamento entro 70 m da tracciato)	Attività micropali (superamento entro 25 m da tracciato)	Pavimentazione e stesa asfalto (superamento entro 32 m da tracciato )
1	7 m	X	X	X
2	32 m	X		X
3	110 m			
4	110 m			
5	114 m			
6	70 m	X		
7	42 m	X		
8	34 m	X		
9	16 m	X	X	X
10	34 m	X		
11	95 m			
12	43 m	X		
13	11 m	X	X	X
14	45 m	X		
15	10 m	X	X	X
16	5 m	X	X	X
17	63 m	X		
18	52 m	X		
19	29 m	X		X

N ricettore	Distanza da tracciato di progetto	Ricettori presentano livelli acustici superiori a 70 dBA		
		Attività pali (superamento entro 70 m da tracciato)	Attività micropali (superamento entro 25 m da tracciato)	Pavimentazione e stesa asfalto (superamento entro 32 m da tracciato )
20	31 m	X		X
21	9 m	X	X	X
22	36 m	X		
23	23 m	X	X	X
24	15 m	X	X	X
25	7 m	X	X	X
26	17 m	X	X	X
27	4 m	X	X	X
28	3 m	X	X	X
29	5 m	X	X	X
30	8 m	X	X	X
31	18 m	X	X	X
32	2 m	X	X	X
33	4 m	X	X	X
34	8 m	X	X	X
35	12 m	X	X	X
36	3 m	X	X	X
37	1 m	X	X	X
38	8 m	X	X	X
39	6 m	X	X	X
40	10 m	X	X	X
41	30 m	X		X
42	14 m	X	X	X
43	6 m	X	X	X
44	15 m	X	X	X
45	6 m	X	X	X
46	8 m	X	X	X
47	7 m	X	X	X
48	7 m	X	X	X
49	13 m	X	X	X
50	10 m	X	X	X
51	12 m	X	X	X
52	63 m	X		
53	3 m	X	X	X
54	30 m	X		X
55	23 m	X	X	X
56	38 m	X		
57	6 m	X	X	X
58	3 m	X	X	X
59	43 m	X		
60	37 m	X		

Ricettori presentano livelli acustici superiori a 70 dBA				
N ricettore	Distanza da tracciato di progetto	Attività pali (superamento entro 70 m da tracciato)	Attività micropali (superamento entro 25 m da tracciato)	Pavimentazione e stesa asfalto (superamento entro 32 m da tracciato )
61	1 m	X	X	X
62	41 m	X		
63	1 m	X	X	X
64	1 m	X	X	X
65	5 m	X	X	X
66	17 m	X	X	X
67	76 m			
68	86 m			
69	86 m			
70	33 m	X		
71	44 m	X		
72	75 m			
73	97 m			
74	67 m	X		
75	58 m	X		
76	28 m	X		X
77	32 m	X		X
78	24 m	X	X	X
79	5 m	X	X	X
80	124 m			
81	12 m	X	X	X
82	71 m			
83	85 m			
84	9 m	X	X	X
85	3 m	X	X	X
86	14 m	X	X	X
87	60 m	X		
88	36 m	X		
89	32 m	X		X
90	3 m	X	X	X
91	23 m	X	X	X
92	1 m	X	X	X
93	2 m	X	X	X
94	46 m	X		
95	25 m	X	X	X
96	33 m	X		
97	1 m	X	X	X
98	21 m	X	X	X
99	9 m	X	X	X
100	26 m	X		X
101	27 m	X		X

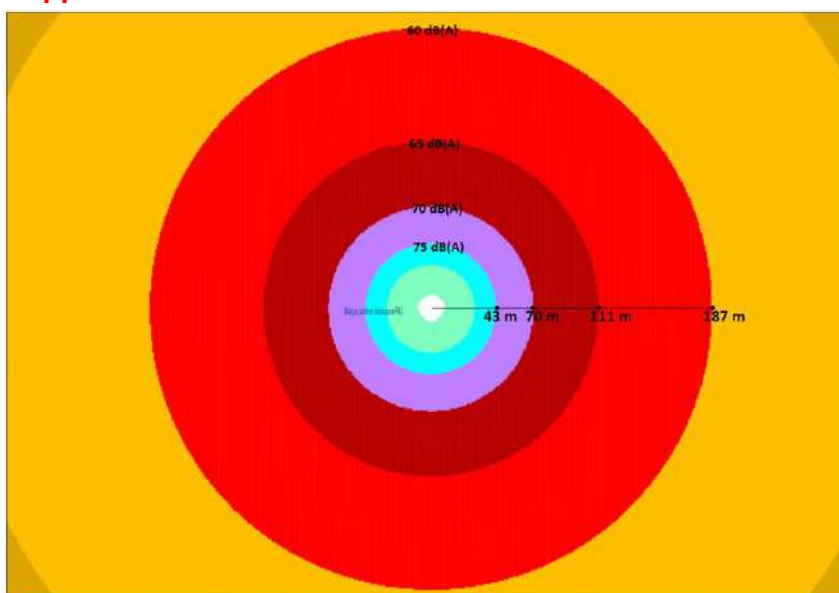
N ricettore	Distanza da tracciato di progetto	Ricettori presentano livelli acustici superiori a 70 dBA		
		Attività pali (superamento entro 70 m da tracciato)	Attività micropali (superamento entro 25 m da tracciato)	Pavimentazione e stesa asfalto (superamento entro 32 m da tracciato )
102	19 m	X	X	X
103	15 m	X	X	X
104	7 m	X	X	X
105	13 m	X	X	X
106	30 m	X		X
107	25 m	X	X	X
108	28 m	X		X
109	10 m	X	X	X
110	65 m	X		
111	42 m	X		
112	20 m	X	X	X
113	15 m	X	X	X
114	12 m	X	X	X
115	7 m	X	X	X
116	33 m	X		
117	42 m	X		
118	15 m	X	X	X
119	2 m	X	X	X
120	12 m	X	X	X
121	28 m	X		X
122	28 m	X		X
123	37 m	X		
124	31 m	X		X
125	36 m	X		
126	1 m	X	X	X
127	8 m	X	X	X
128	30 m	X		X
129	28 m	X		X
130	29 m	X		X
131	46 m	X		
132	4 m	X	X	X
133	7 m	X	X	X
134	43 m	X		
135	7 m	X	X	X

In base alle informazioni disponibili allo stato attuale delle determinazioni progettuali, all'interno dei Cantieri base saranno presenti solamente l'impianto di lavaggio ruote e l'impianto di pesatura dei mezzi di trasporto, pertanto non sono previste sorgenti rumorose significative.

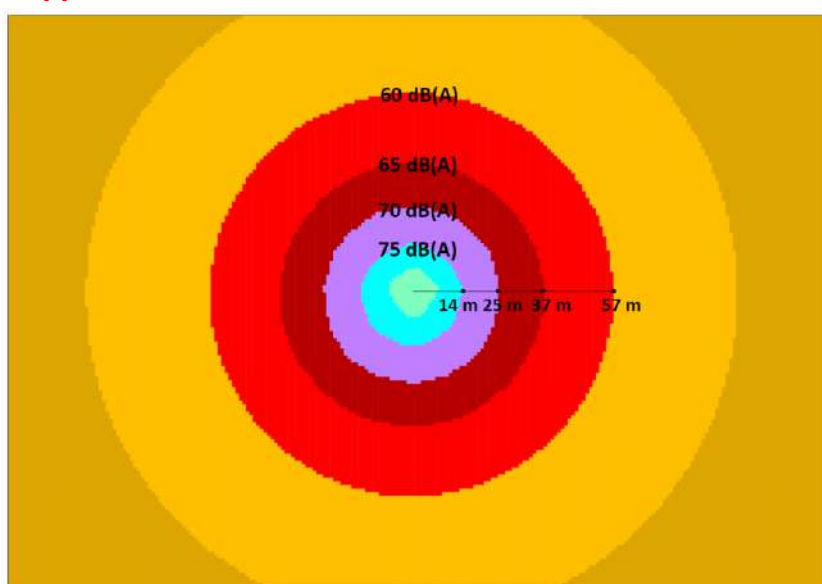
Si rammenta infine che sarà onere dell'Impresa che eseguirà i lavori prima, dell'avvio delle attività, provvedere alla verifica delle situazioni di potenziale criticità sulla base delle caratteristiche emissive dei mezzi di effettivo utilizzo, nonché della contemporaneità e durata di utilizzo dei diversi mezzi. Nei casi in cui risulti confermata la situazione di criticità, l'Impresa è tenuta, per il corrispondente previsto periodo di attività, a presentare richiesta, al Comune interessato, di autorizzazione in deroga per attività di cantiere.

Si riportano di seguito le mappe calcolate per le diverse lavorazioni in fase di cantiere, utilizzate per l'individuazione dei ricettori che superano il limite dei 70 dBA.

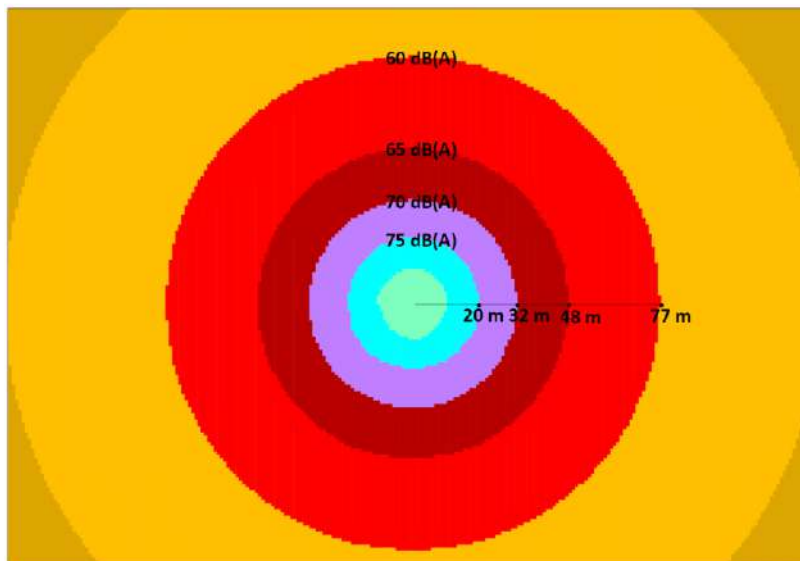
### Mappa acustica cantiere lavorazione PALI



### Mappa acustica cantiere lavorazione MICROPALI



## Mappa acustica cantiere lavorazione PAVIMENTAZIONE E STESA ASFALTO



Si allegano le mappe dei cantieri fissi e mobili, mentre i percorsi precisi dei mezzi saranno definiti nell'ambito del progetto esecutivo e sulla base delle scelte dell'impresa appaltatrice circa cave e discariche.

Pertanto non sono state fatte in questa fase valutazioni sui potenziali ricettori lungo i percorsi.

### 4.3.1.5 Valutazione di potenziale impatto

#### Fase di Cantiere

Sulla base di quanto esposto in fase di cantiere si avrà un peggioramento del clima acustico attuale:

- Temporaneo e di ridotta durata in corrispondenza delle aree di cantiere stradale (fronte avanzamento lavori);
- Temporaneo e di lunga durata in corrispondenza delle aree di cantiere fisso al servizio delle prime.



Le opere di mitigazione previste verranno determinate in sede di autorizzazione in deroga, ove richiesta.

In ogni caso, come già esposto, per mitigare o prevenire l'impatto acustico della fase di cantiere si prevede, in corrispondenza dei ricettori di prossimità, la delimitazione dei cantieri stradali e dei cantieri fissi mediante la posa di barriere mobili antirumore.

Si prevede inoltre il rispetto dei seguenti criteri di autoregolamentazione:

- l'attività di cantiere verrà limitata al solo periodo diurno, con interruzione di ogni attività nelle seguenti fasce orarie:
  - prima delle ore 8 del mattino;
  - tra le ore 12,30 e le ore 14;
  - dopo le ore 19,30;
- l'organizzazione del cantiere dovrà essere studiata per minimizzare le operazioni di carico - scarico;
- si esclude l'esecuzione di lavorazioni rumorose nel caso di attività eccezionalmente svolte nei giorni festivi;
- si esclude la sovrapposizione di attività rumorose effettuate in contemporanea;
- al fine di limitare le emissioni sonore, verranno utilizzate macchine rispondenti ai limiti di omologazione previsti dalle norme comunitarie così come recepiti dalla normativa nazionale e, preferibilmente, nell'ambito del parco macchine disponibile sul mercato, quelle che presentano i più bassi livelli di emissione;
- verranno preferenzialmente usate macchine per movimento terra e macchine operatrici gommate piuttosto che cingolate;
- verranno preferenzialmente usate, a parità di funzione, macchine con potenza minima appropriata al tipo di intervento;
- verranno usati impianti fissi, gruppi elettrogeni e compressori adeguatamente insonorizzati.

Le eventuali attività di monitoraggio verranno definite nell'ambito della procedura di autorizzazione in deroga.

#### Fase di esercizio

Sulla base di quanto esposto in fase di esercizio si avrà un miglioramento rispetto alla situazione attuale.

Questa modificazione, ancorché permanente, considerando il permanere di 23 situazioni di superamento dei limiti, è da ritenersi di livello medio – basso.

Le attività di monitoraggio riguarderanno:

- le situazioni in cui è prevista la realizzazione di una barriera acustica, al fine di verificarne l'efficacia;
- i ricettori con superamenti residui superiori ad 1 dB(A).

## 4.3.2 VIBRAZIONI

Come richiesto è stato prodotto uno studio sulle vibrazioni che si riporta di seguito

### 4.3.2.1 Inquadramento normativo

In relazione alla tematica delle vibrazioni, le norme tecniche di riferimento sono le DIN 4150 (tedesca) e la UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo", che definiscono:

- i tipi di locali o edifici;
- 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: Tabella 4-59 e Tabella 4-60; 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.

	$a_w$ (m/s <sup>2</sup> )	$L_w$ (dB)
Aree critiche	5,0 10 <sup>-3</sup>	74

	$a_w$ (m/s <sup>2</sup> )	$L_w$ (dB)
Abitazioni (notte)	7,0 10 <sup>-3</sup>	77
Abitazioni (giorno)	10,0 10 <sup>-3</sup>	80
Uffici	20,0 10 <sup>-3</sup>	86
Fabbriche	40,0 10 <sup>-3</sup>	92

Tabella 4-59 Valori e livelli limite di riferimento delle accelerazioni compressive ponderate in frequenza validi per l'asse z (UNI 9164:1990, App. A1)

	$a_w$ (m/s <sup>2</sup> )	$L_w$ (dB)
Aree critiche	3,6 10 <sup>-3</sup>	71
Abitazioni (notte)	5,0 10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni (giorno)	7,2 10 <sup>-3</sup>	77
Uffici	14,4 10 <sup>-3</sup>	83
Fabbriche	28,8 10 <sup>-3</sup>	89

Tabella 4-60 Valori e livelli limite di riferimento delle accelerazioni compressive ponderate in frequenza validi per gli assi x e y (uni 9164:1990, app. A1)

La norma UNI 9614:2017 rappresenta la versione più aggiornata e definisce il metodo di misurazione delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti interne o esterne agli edifici e i criteri di valutazione del disturbo delle persone all'interno degli edifici stessi. La norma modifica, in modo sostanziale, la versione precedente introducendo un approccio innovativo e profondamente diverso nelle modalità di valutazione dei disturbi da vibrazione. Essa fa riferimento alla ISO 2631-2:2003, prevalentemente per i metodi di misurazione e valutazione, ed alla norma norvegese NS 8176.E. Relativamente alle modalità di misura, si sottolinea che, sebbene esse siano le stesse della versione precedente (UNI 9614:1990), nella versione più attuale (UNI 9614:2017) la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore di accelerazione delle vibrazioni immesse nell'edificio dalla specifica sorgente oggetto di indagine ( $v_{sor}$ ), quale valore pari al 95esimo percentile della distribuzione cumulata di probabilità della massima accelerazione ponderata  $a_{w,max}$  misurata sui singoli eventi. Tale valore viene confrontato con una serie di limiti individuati per gli edifici a seconda della destinazione d'uso e dal periodo temporale di riferimento (diurno 6:00-22:00, notturno 22:00-6:00), il quale rappresenta un ulteriore elemento di novità rispetto al periodo temporale considerato all'interno della precedente versione UNI 9614:1990 (diurno 7:00-22:00, notturno 22:00-7:00).

I livelli di soglia indicati dalla suddetta norma sono riportati nella tabella seguente:

	$v_{sor}$ (m/s <sup>2</sup> )	$L_{sor}$ (dB)
Abitazioni (notte)	3,6 10 <sup>-3</sup>	71
Abitazioni (giorno)	7,2 10 <sup>-3</sup>	77
Luoghi lavorativi	14 10 <sup>-3</sup>	83
Ospedali, case di cura ed affini	2 10 <sup>-3</sup>	66
Asili e case di riposo	3,6 10 <sup>-3</sup>	71
Scuole	5,4 10 <sup>-3</sup>	75

Tabella 4-61 Valori limite di riferimento massimi per la massima accelerazione ponderata della sorgente  $V_{sor}$  (UNI 9164:2017, Cap. 9)

Le misure devono essere eseguite in conformità alla suddetta norma tecnica. In particolare, la durata complessiva è legata al numero di eventi del fenomeno in esame necessaria ad assicurare una ragionevole accuratezza statistica, tenendo conto non solo della variabilità della sorgente ma anche dell'ambiente di misura. Nel caso del rumore prodotto dalle attività di cantiere, le diverse attività dello stesso costituiscono una sorgente di disturbo con caratteristiche molto diverse da caso a caso; nella maggioranza dei casi, tuttavia, si tratta di fenomeni transitori di breve durata facilmente isolabili nella storia temporale delle attività. Come riportato nell'appendice A.4 – *Vibrazioni prodotte da attività di cantiere* della normativa vigente, per le attività di cantiere è necessario che i valori misurati siano raggruppati per tipologia di attività o quantomeno di scenario di cantiere. All'interno di un'attività o scenario di cantiere, il numero minimo di eventi da considerare è 15.

La norma UNI 9916:2004 "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 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 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

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

Tabella 4-62 VALORI DI RIFERIMENTO DELLE VELOCITÀ

La norma UNI 11048 "Vibrazioni meccaniche ed urti – Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo", 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.

#### 4.3.2.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

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.

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

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 0,5 in quanto la sorgente è puntiforme e posta in superficie (le onde di superficie 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  $\eta$  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 in progetto interessa un terreno costituito da depositi alluvionali e fluviali costituiti da argille e sabbie.

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

$\eta$  (fattore di perdita): 0,05;

$c$  (velocità di propagazione): 1.800 m/s.

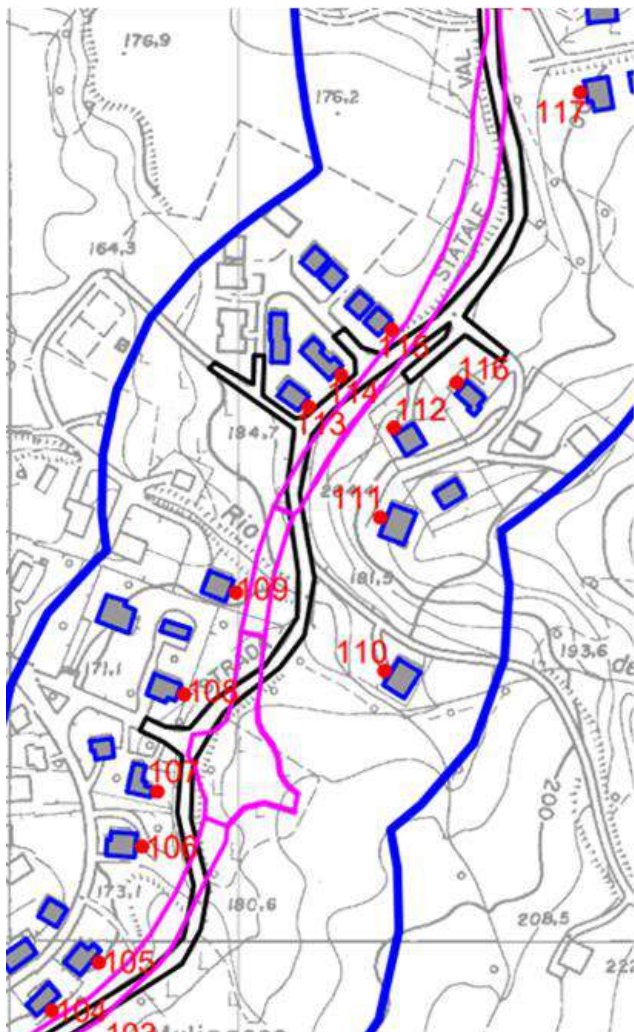
Utilizzando tale metodologia, nota l'emissione vibrazionale del macchinario e la distanza tra ricettore-sorgente è possibile calcolare l'entità della vibrazione in termini accelerometrici in corrispondenza del potenziale edificio interferito.

### 4.3.2.3 Caratterizzazione degli scenari considerati

Per quanto riguarda le potenziali interferenze vibrazionali indotte durante le attività di realizzazione delle opere, l'analisi è stata limitata agli scenari relativi allo scavo e movimentazione delle terre nei tratti in variante. Tale scelta deriva da un lato dal fatto che tali lavorazioni risultano essere, tra quelle previste, le più critiche in termini di emissioni vibrazionali e dall'altro in considerazione della vicinanza delle aree di cantiere ad edifici di carattere residenziale.

Di seguito si illustrano la distanza dai ricettori più vicini delle aree di cantiere oggetto di analisi.

Stralcio carta dei ricettori



Stralcio su ortofoto



Figura 4-84 Localizzazione delle aree di cantiere e distanza dai ricettori residenziali più vicini

Nella tabella seguente si riportano i mezzi di cantiere previsti all'interno delle aree sopraindicate con la relativa percentuale di utilizzo:

Attività: Scavo e movimentazione terra		
Mezzi di cantiere	N° mezzi	% effettiva di impiego
Escavatore	1	100

Pala gommata	1	100
Autocarro	1	100

Tabella 4-63 Mezzi di cantiere per tipologia di lavorazione

#### 4.3.2.4 Risultati

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 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.

Per la caratterizzazione emissiva della sorgente si fa riferimento ai dati sperimentali desunti in letteratura e riferiti ad un rilievo ad una distanza di 5 m dal fronte di lavorazione relativo all'allargamento della carreggiata, individuato, tra le due lavorazioni, quale attività più critica da un punto di vista di emissioni vibrazionali.

<b>Spettro emissivo sorgente (calcolato a 5 m dal fronte di lavoro)</b>	
<b>Hz</b>	<b>dB</b>
1	62,9
1,25	63,5
1,6	60,8
2	56,9
2,5	59,1
3,15	58,1
4	56,9
5	63,5
6,3	67,6
8	68,3
10	71,4
12,5	78,9
16	86,6
20	89,2
25	91,2
31,5	88,5
40	87,1
50	95,7
63	99,9



<b>Spettro emissivo sorgente (calcolato a 5 m dal fronte di lavoro)</b>	
<b>Hz</b>	<b>dB</b>
80	83,2

Tabella 4-64 Spettro emissivo assunto per la caratterizzazione emissiva vibrazionale della totalità dei mezzi di cantiere considerati per l'attività di allargamento della carreggiata

Attraverso la metodologia individuata, opportunamente tarata in funzione della localizzazione della sorgente e del terreno caratterizzante l'ambito di studio specifico, e utilizzando la curva di ponderazione  $w_m$  secondo quanto previsto dalla normativa UNI 9614:1990, è stato calcolato il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in dB indotto dal macchinario a diverse distanze dal fronte di lavorazione.

<b>Livelli dell'accelerazione complessiva ponderata in dB in funzione della distanza dal fronte di lavoro</b>								
<b>Distanza</b>	5 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	75 m	100 m
<b><math>L_w</math> diurno [dB]</b>	82.8	79.5	76.0	73.8	72.1	70.7	67.9	65.7

Tabella 4-65 Livelli dell'accelerazione complessiva ponderata in dB in funzione della distanza dal fronte di lavoro

Contestualmente, come previsto dalla norma UNI 9614:2017, è stato calcolato il livello di accelerazione massima  $L_{w,max}$  ponderata delle vibrazioni immesse dalle attività di cantiere in dB in funzione della distanza:

<b>Livelli dell'accelerazione massima ponderata in dB in funzione della distanza dal fronte di lavoro</b>								
<b>Distanza</b>	5 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	75 m	100 m
<b><math>L_{w,max}</math> [dB]</b>	85.5	82.2	78.7	76.5	74.8	73.4	70.7	68.5

Tabella 4-66 Livelli dell'accelerazione massima ponderata in dB in funzione della distanza dal fronte di lavoro

#### 4.3.2.5 Conclusioni

Per quanto riguarda il fenomeno delle vibrazioni, questo risulta poco significativo per una infrastruttura stradale nella "Dimensione operativa". Rispetto invece alla fase di realizzazione (Dimensione costruttiva), in ragione della tipologia di opera e dalle attività e mezzi di cantiere necessari, rappresentati dalle attività di scavo e movimentazione terre, si è provveduto a sviluppare uno studio modellistico previsionale finalizzato alla valutazione dell'entità del disturbo sui ricettori contermini l'area di lavoro.

A differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle

vibrazioni. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo in edifici interessati da fenomeni di vibrazione.

Per il caso specifico in studio è stata considerata la norma UNI 9614 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo” come riferimento in quanto indica dei valori di riferimento per ciascuna tipologia di ricettore rispetto al tema del disturbo sui ricettori per effetto delle vibrazioni. Ai fini della valutazione dell’opera sull’ambiente, tale scelta appare cautelativa in quanto la norma UNI 9614 individua dei valori di riferimento per il confort delle persone, che se rispettati, implica una condizione di consistenza anche con quelli individuati dalla norma UNI 9916 per la valutazione del danno.

Il modello previsionale considerato permette la valutazione dei livelli di accelerazione in dB al variare della distanza sorgente-ricettore, note le caratteristiche geometriche, la tipologia di terreno e le proprietà emissive della sorgente di cantiere. Per quanto riguarda il caso di studio si è fatto riferimento all’equazione di Bornitz, valida per tutti i tipi di onde acustiche, considerando una sorgente puntiforme in superficie e le caratteristiche del terreno caratterizzante il sito di lavoro (depositi alluvionali e fluviali costituiti da argille e sabbie).

In merito invece ai valori di emissione, si è fatto riferimento a dati sperimentali desunti in letteratura e relativi alla contemporanea attività di un escavatore, un pala gommata e un autocarro.

Attraverso la metodologia individuata, opportunamente tarata in funzione della localizzazione della sorgente e del terreno caratterizzante l’ambito di studio specifico, e utilizzando la curva di ponderazione  $w_m$  secondo quanto previsto dalla normativa UNI 9614, sono stati calcolati da un lato il livello dell’accelerazione complessiva ponderata  $L_w$  in dB, come previsto dalla normativa UNI 9614:1990 e dall’altro il livello di accelerazione massima  $L_{w,max}$ , come previsto dalla più aggiornata normativa UNI 9614:2017, indotti dal macchinario a diverse distanze dal fronte di lavorazione.

La norma UNI 9614:1990 individua due periodi di riferimento nell’arco della giornata: diurno, dalle 7:00 alle 22:00, e notturno dalle 22:00 alle 7:00. Rispetto a tali periodi la norma individua specifici valori di riferimento per la valutazione del disturbo in ragione della tipologia di ricettore e della direzione (asse X, Y e Z). Considerando la condizione di postura non nota, si considerano i valori di riferimento previsti dalla norma UNI 9614 più restrittivi tra quelli definiti per gli assi X, Y e Z. Questi risultano essere in funzione della tipologia di ricettore:

- Aree critiche: 71 dB;
- Abitazioni (periodo notturno): 74 dB;
- Abitazioni (periodo diurno): 77 dB;
- Uffici: 83 dB;
- Fabbriche: 89 dB.

La norma UNI 9614:2017 rappresenta la versione più aggiornata e definisce il metodo di misurazione delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti interne o esterne agli edifici e i criteri di valutazione del disturbo delle persone all’interno degli edifici stessi. La norma modifica,

in modo sostanziale, la versione precedente introducendo un approccio innovativo e profondamente diverso nelle modalità di valutazione dei disturbi da vibrazione. Essa fa riferimento alla ISO 2631-2:2003, prevalentemente per i metodi di misurazione e valutazione, ed alla norma norvegese NS 8176.E. Relativamente alle modalità di misura, si sottolinea che, sebbene esse siano le stesse della versione precedente (UNI 9614:1990), nella versione più attuale (UNI 9614:2017) la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore di accelerazione delle vibrazioni immesse nell'edificio dalla specifica sorgente oggetto di indagine ( $v_{sor}$ ), quale valore pari al 95esimo percentile della distribuzione cumulata di probabilità della massima accelerazione ponderata  $a_{w,max}$  misurata sui singoli eventi. Tale valore viene confrontato con una serie di limiti individuati per gli edifici a seconda della destinazione d'uso e dal periodo temporale di riferimento (diurno 6:00-22:00, notturno 22:00-6:00).

I livelli di soglia indicati dalla suddetta norma sono riportati di seguito riportati:

- Abitazioni (periodo notturno): 71 dB
- Abitazioni (periodo diurno): 77 dB
- Luoghi lavorativi: 83 dB
- Ospedali, case di cura ed affini: 66 dB
- Asili e case di riposo: 71 dB
- Scuole: 75 dB

Nel caso in esame, considerando che la simulazione si basa su dati sperimentali e che non sono disponibili dati relative a misure vibrazionali effettuate sul luogo necessarie per la valutazione del parametro  $v_{sor}$ , per motivi cautelativi sono stati considerati all'interno del modello i valori dell'accelerazione massima ponderata  $a_{w,max}$ , confrontati con i limiti previsti dalla normativa UNI 9614:2017.

I valori dell'accelerazione complessiva ponderata in dB riportati in Tabella 4-67 si riferiscono ai livelli istantanei percepiti alle diverse distanze indotti dalla sorgente di cantiere. Questi per essere confrontati con quelli di riferimento indicati dalla norma UNI 9614:1990, devono essere riferiti ai due periodi di riferimento secondo l'operatività giornaliera dei mezzi di cantiere considerati, ipotizzata 8 ore/giorno nel solo periodo diurno (inteso come periodo 7-22 come da norma UNI 9614:1990).

<b>Livelli dell'accelerazione complessiva ponderata in dB in funzione della distanza dal fronte di lavoro</b>								
<b>Distanza</b>	5 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	75 m	100 m
<b><math>L_w</math> diurno [dB]</b>	82.8	79.5	76.0	73.8	72.1	70.7	67.9	65.7

Tabella 4-67 Livelli dell'accelerazione complessiva ponderata in dB in funzione della distanza dal fronte di lavoro

Considerando il valore di riferimento indicato dalla norma UNI 9614:1990 per le abitazioni nel periodo diurno (77 dB), si evince come questo, secondo la modellazione previsionale costruita, sia raggiunto ad una distanza di circa 15 m rispetto al fronte di lavorazione. Ne consegue pertanto che tutti gli edifici a destinazione residenziale ricadenti ad una distanza inferiore ai 15 m dal fronte di lavoro sono potenzialmente oggetto di disturbo alle vibrazioni indotte dalle attività di scavo.

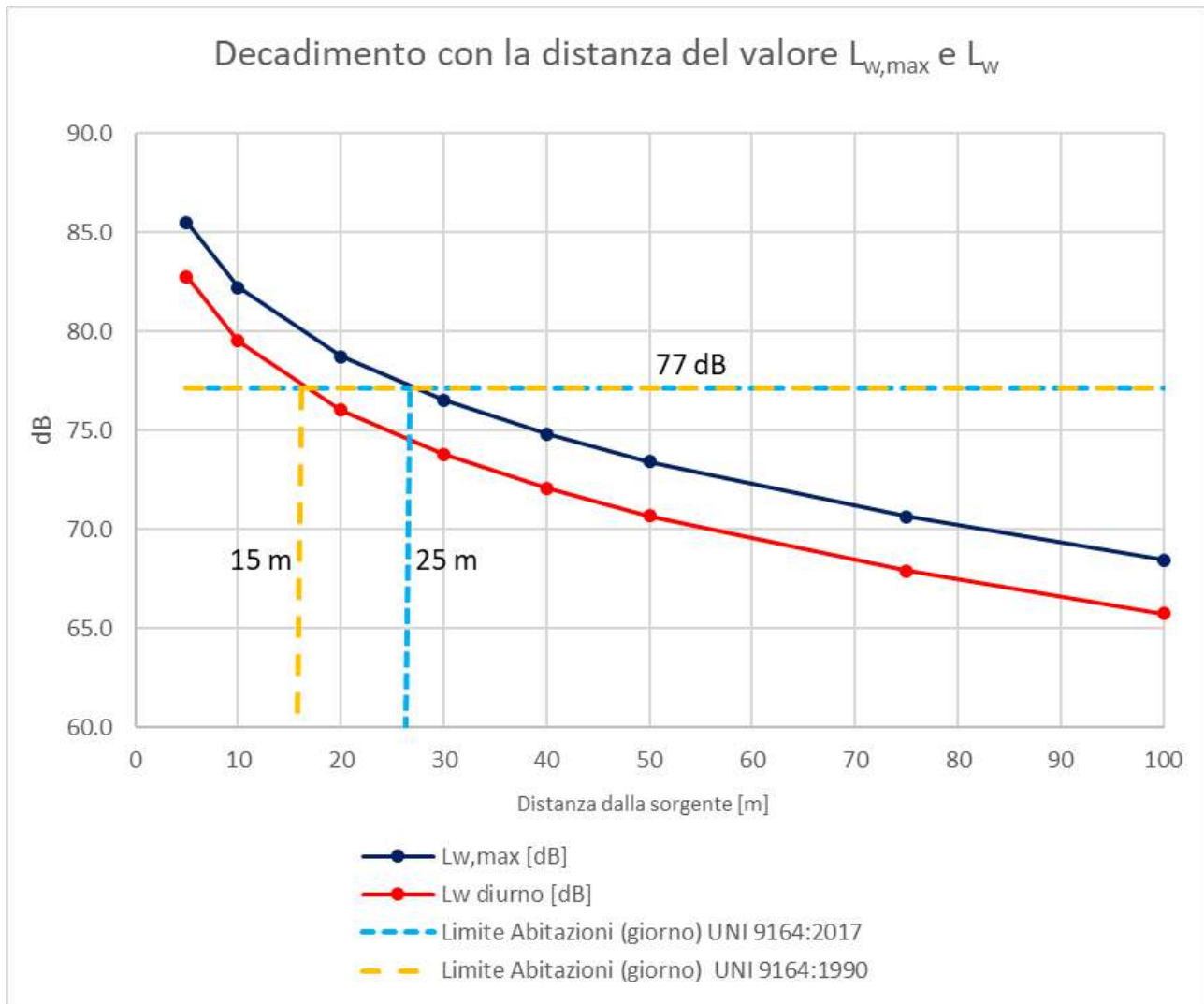
Contestualmente, i valori dell'accelerazione massima ponderata in dB riportati in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** si riferiscono ai livelli istantanei percepiti alle diverse distanze indotti dalla sorgente di cantiere. Questi per essere confrontati con quelli di riferimento indicati dalla norma UNI 9614:2017, devono essere riferiti ai due periodi di riferimento secondo l'operatività giornaliera dei mezzi di cantiere, ipotizzata 8 ore/giorno nel solo periodo diurno (inteso come periodo 6-22 come da norma UNI 9614:2017).

Livelli dell'accelerazione massima ponderata in dB in funzione della distanza dal fronte di lavoro								
Distanza	5 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	75 m	100 m
$L_{w,max}$ [dB]	85.5	82.2	78.7	76.5	74.8	73.4	70.7	68.5

Tabella 4-68 Livelli dell'accelerazione massima ponderata in dB in funzione della distanza dal fronte di lavoro

Considerando il valore di riferimento indicato dalla norma UNI 9614:2017, che anche in questo caso risulta essere, per le abitazioni nel periodo diurno, di 77 dB, si evince come questo, secondo la modellazione previsionale costruita, sia raggiunto ad una distanza di circa 25 m rispetto al fronte di lavorazione. Ne consegue pertanto che tutti gli edifici a destinazione residenziale ricadenti ad una distanza inferiore ai 25 m dal fronte di lavoro sono potenzialmente oggetto di disturbo alle vibrazioni indotte dalle attività di lavorazione.

La seguente Figura 4-85 mostra un quadro complessivo di quanto fin qui illustrato, confrontando rispettivamente i livelli  $L_{w,max}$  (curva in blu) e  $L_w$  (curva in rosso) con i limiti previsti rispettivamente dalle normative UNI 9614:1990 (in arancione) e la più aggiornata UNI 9614:2017 (in azzurro).



**Figura 4-85 Decadimento con la distanza del valore  $L_{w,max}$  e  $L_w$  e confronto con i limiti previsti dalle normative UNI 9614:1990 e UNI 9614:2017**

Per l'individuazione degli edifici potenzialmente interferiti si è fatto riferimento agli elaborati progettuali sia rispetto alla planimetria che al profilo verticale data la propagazione tridimensionale delle onde vibrazionali. La verifica è stata effettuata considerando le ipotesi più gravose, ovvero il posizionamento della sorgente nel punto più esterno al fronte di lavorazione, ovvero lungo il perimetro esterno delle aree di cantiere. In questo modo è stata considerata la distanza minima intercorrente tra sorgente-ricettore.

Dall'analisi planimetrica effettuata con l'ausilio dell'elaborato "Studio di impatto acustico - Allegato 1 - Planimetria di progetto e ricettori - T00EC02AMBRE02\_B" si è proceduto ad identificare i ricettori potenzialmente interferiti dalle attività di cantiere.

In Tabella 4-69 si riportano le tratte critiche in cui i ricettori risultano all'interno delle fasce di rispetto sopra definite.

Ricettore	Livello atteso [dB]	
	UNI9614 1990	UNI9614 2017
115	79,5	82,2
104		
109		
113		
114		
105	77,2	79,9
20	75,6	78,3
78		
102		
103		
106		
107		
116		

Tabella 4-69 Livelli attesi ai ricettori secondo la norma uni 9614

In virtù delle criticità emerse, al fine di contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari, risulta necessario agire sulle modalità di utilizzo dei medesimi e sulla loro tipologia ed adottare semplici accorgimenti, quali limitare il più possibile l'utilizzo dei macchinari prospicienti ricettori ricadenti nella fascia di rispetto dei 18 metri sopra definita.

Come già sopra riportato si tiene ad evidenziare che per l'individuazione della distanza per la quale possono verificarsi potenziali interferenze è stato ipotizzato che le attività di palificazione avvenga nel periodo diurno per sei ore consecutive, assunto questo estremamente cautelativo.

Si specifica inoltre che i ricettori sopra individuati non subiscono una criticità né strutturale, né estetica (formazione di fessurazioni, o altro), ma sono stati rappresentati solo come potenziale disturbo alla popolazione in termini di soglia di percezione delle vibrazioni.

Ciò nonostante, prima dell'inizio dei lavori, saranno definite le misure di dettaglio per contenere le emissioni vibrazionali a partire dalle caratteristiche dei macchinari effettivamente impiegati e su apposite misure. In linea indicativa, si dovranno rispettare le seguenti best practice:

- 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 effettivamente impiegati;
- laddove possibile prevedere l'utilizzo di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione delle vibrazioni.

Infine, allo scopo di monitorare le attività di cantiere rispetto alla componente "Vibrazioni" si prevede una attività di monitoraggio mediante una postazione presso i ricettori denominati 109 e 115. Per un approfondimento in tal senso si rimanda al Piano di Monitoraggio Ambientale.

## 4.4 BIODIVERSITÀ

### 4.4.1 IDENTIFICAZIONE DELL'AREA DI STUDIO

La superficie minima considerata per la redazione di questo capitolo è pari ad una fascia buffer di 1.000 m dal perimetro del tratto di viabilità oggetto di intervento, con area pari a 2.450 ettari.

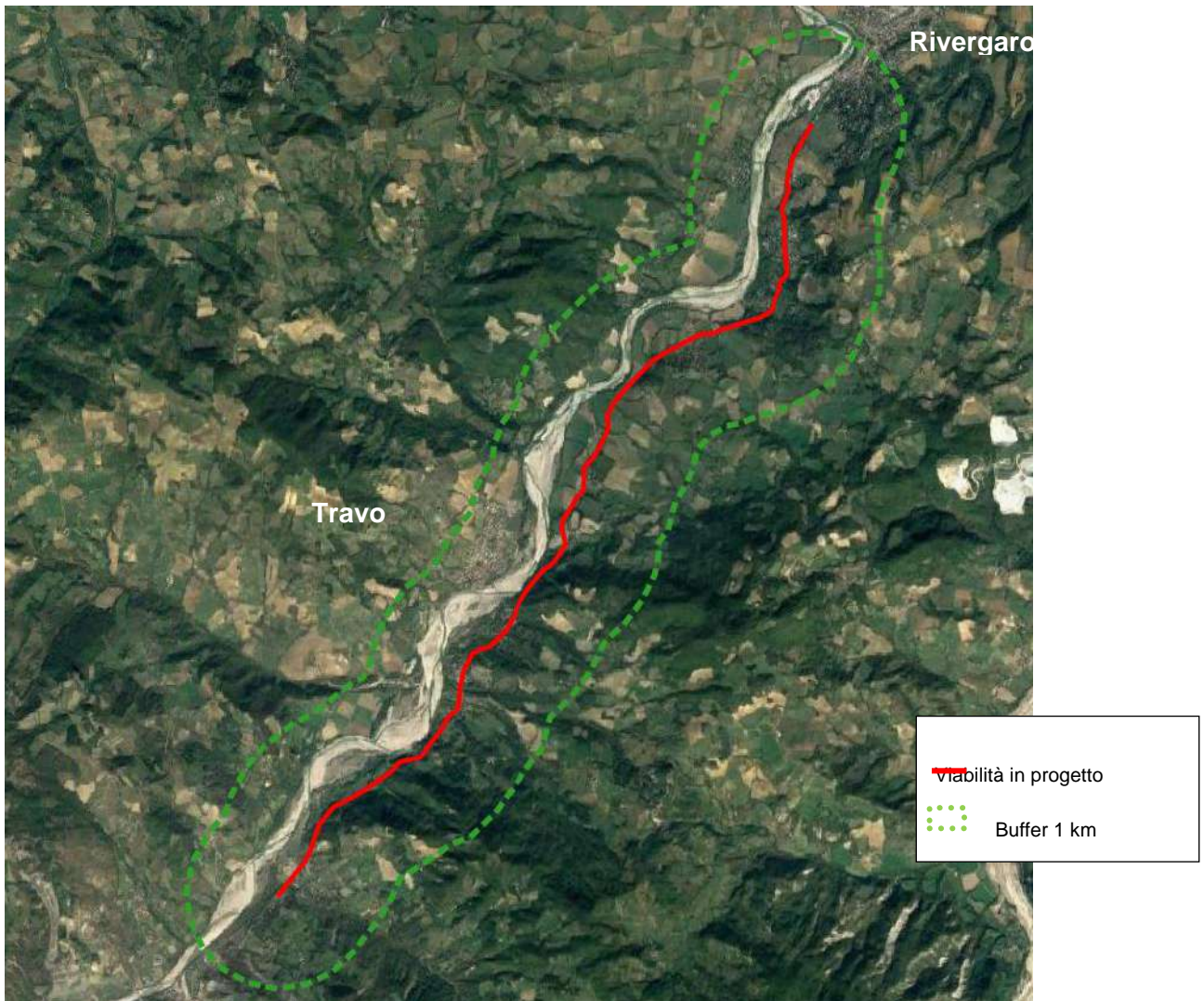


Figura 4-70: L'area di studio considerata in rapporto all'area d'intervento

### 4.4.2 ZONA FITOCLIMATICA DI APPARTENENZA

Per zona fitoclimatica s'intende la distribuzione geografica, associata a parametri climatici, di un'associazione vegetale rappresentativa, composta da specie omogenee per quanto riguarda le esigenze climatiche.

L'applicazione del concetto di zona fitoclimatica permette di definire areali di vegetazione delle specie vegetali in modo indipendente dal rapporto tra altitudine e latitudine.



Il presupposto su cui si basa la suddivisione del territorio in zone fitoclimatiche è l'analogia fra associazioni vegetali simili dislocate in aree geografiche differenti per altitudine e latitudine ma simili nel regime termico e pluviometrico.

Il territorio italiano è suddiviso in 5 zone, ciascuna associata al nome di una specie vegetale rappresentativa (classificazione Mayr-Pavari 1916, modificata da De Philippis nel 1937):

- Lauretum;
- Castanetum;
- Fagetum;
- Picetum;
- Alpinetum.

La classificazione usa come parametri climatici di riferimento le temperature medie dell'anno, del mese più caldo, del mese più freddo e le medie di minimi.

Ogni zona si suddivide in più tipi e sottozone in base alla temperatura e, per alcune zone, alla piovosità.

Nella figura che segue il territorio nazionale è suddiviso in base alle zone fitoclimatiche di appartenenza.

Nella medesima figura è evidenziata l'ubicazione dell'area d'intervento.

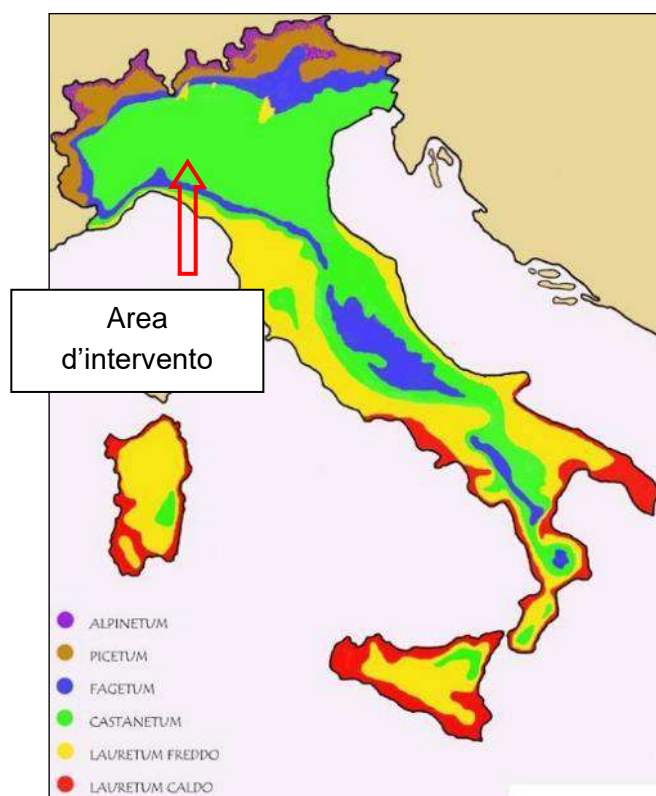


Figura 4-71: zona fitoclimatica di appartenenza dell'area d'intervento

Il *Castanetum* è la zona fitoclimatica in cui le possibilità di avere siccità estive sono minime e questo fenomeno favorisce la crescita delle piante e la produzione di legname. La vegetazione spontanea è rappresentata dal castagno, che dà il nome alla zona, e dalle querce caducifoglie. I limiti altitudinali indicativi sono nell'Italia settentrionale fino a 700-900 m. Il *Castanetum* si trova nella bassa montagna appenninica e alpina e in tutta la Pianura Padana. Le specie guida sono costituite, oltre che dal castagno, dal rovere, roverella, farnia, cerro e pioppo.

#### 4.4.3 AREE PROTETTE E SITI DELLA RETE NATURA 2000

Come si evince dalla (figura 1.1.3), le opere in progetto risultano esterne alla Rete Natura 2000 nazionale.

I SIC più prossimi all'area in progetto, presenti in un buffer di 5 km sono i seguenti:

- **IT4010004** - ZSC - Monte Capra, Monte Tre Abati, Monte Armelio, Sant'Agostino, Lago di Averaldi;
- **IT4010005** - ZSC - Pietra Parcellara e Pietra Perduca;
- **IT4010011** - ZSC - Fiume Trebbia da Perino a Bobbio;
- **IT4010016** - ZSC-ZPS - Basso Trebbia;
- **IT4010017** - ZSC-ZPS - Conoide del Nure e Bosco di Fornace Vecchia.

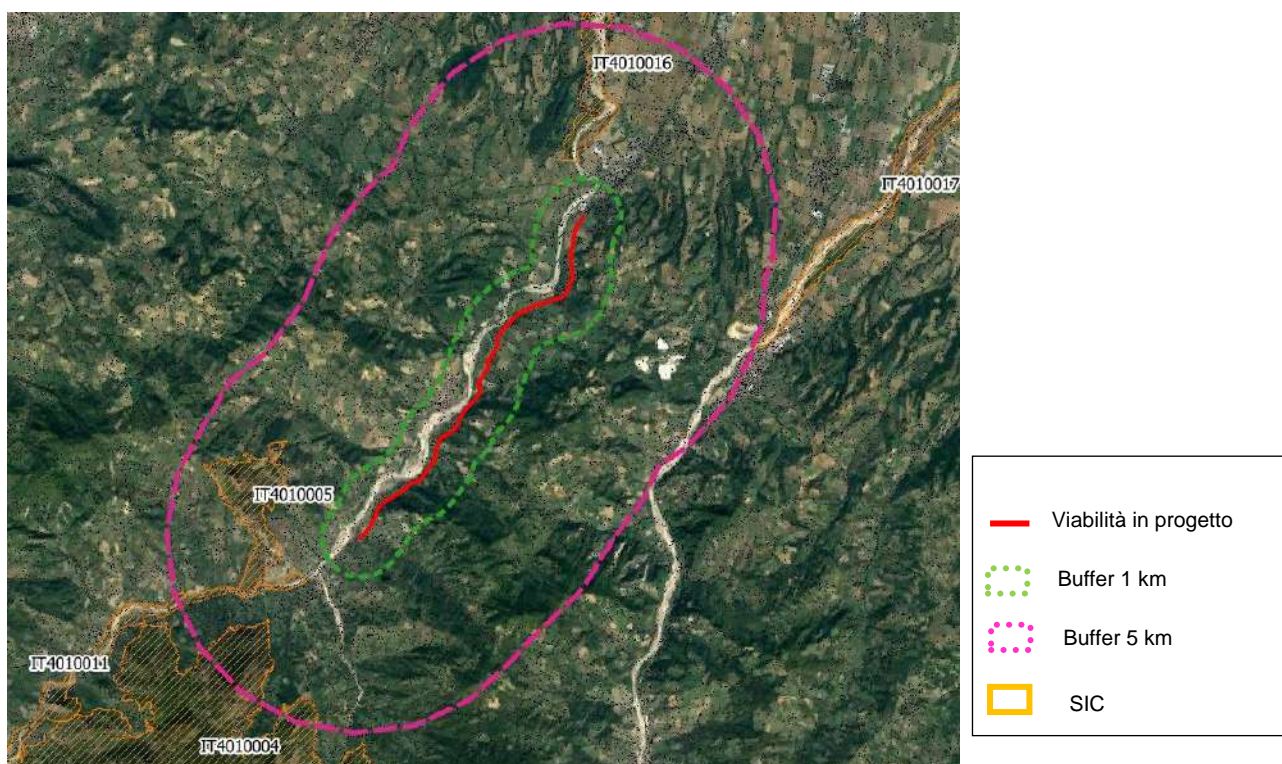


Figura 4-72: localizzazione del sito d'intervento rispetto i siti tutelati all'interno della Rete "Natura 2000" nazionale.

#### 4.4.4 VEGETAZIONE NATURALE POTENZIALE

La Carta delle Serie di Vegetazione d'Italia in scala 1:500.000 (Blasi et al., 2010) inserisce l'area oggetto di studio in due zone:

- 89 - Geosigmeto ripariale e dei fondovalle alluvionali della regione temperata (*Salicion albae*, *Populion albae*, *Alno-Ulmion*, *Carpinion betuli*, *Teucrio siculi-Quercion cerris*. La serie è costituita da comunità forestali ripariali mature, costituite da grandi salici, che crescono in aree che sono regolarmente inondate per periodi piuttosto lunghi.
- Le specie che si possono ritrovare sono: *Salix alba*, *Urtica dioica*, *Populus nigra*, *Brachypodium sylvaticum*, *Agrostis stolonifera*, *Rubus caesius*, *Equisetum arvense*, *Cornus sanguinea*, *Calystegia sepium*, *Lythrum salicaria*, *Phalaris arundinacea*, *Ranunculus repens*, *Salix fragilis*, *Salix purpurea*, *Salix triandra*, *Saponaria officinalis*, *Angelica sylvestris*, *Caltha palustris*, *Carex remota*, *Lycopus europaeus*, *Lysimachia vulgaris*, *Myosotis scorpioides* agr., *Poa trivialis*, *Solanum dulcamara*, *Impatiens noli-tangere*, *Galium palustre*, *Carex elongata*, *Carex acutiformis*, *Thelypteris palustris*.
- 53 - Serie a mosaico con la serie dell'*Ostryo-Aceretum opulifolii*. Le formazioni afferibili all'alleanza *Carpinionbetuli* rappresentano lo stadio maturo delle serie di vegetazioni dei querceti planiziali. Attualmente si tratta di cenosi ridotte per lo più a frammenti relittuali, che possono trovarsi anche in mosaico con il geosigmeto ripariale. Nell'alleanza *Carpinionbetuli* ricadono i querceti e le foreste di carpino bianco, in genere dominati da *Quercusrobur* o *Quercuspetrea* e *Carpinusbetulus*, e le cerrete con elementi dei *Fagetalia*.

Le specie presenti sono rappresentate da: *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Prunus avium*, *Acer campestre*, *Corylus avellana*, *Euonymus europaeus*, *Luzula nivea*, *Hedera helix*, *Euphorbia dulcis*, *Quercus robur*, *Anemone nemorosa*, *Carpinus betulus*, *Carpinus betulus*, *Sorbus torminalis*, *Quercus petraea*, *Sorbus domestica*, *Pyrus communis*, *Crataegus monogyna*, *Crataegus laevigata*, *Rosa arvensis*, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare*, *Brachypodium sylvaticum*, *Festuca drymeia*.

#### 4.4.5 USI DEL SUOLO IN ATTO E VEGETAZIONE NATURALE REALE

Le tipologie omogenee di uso del suolo presenti all'interno dell'area di studio sono rappresentate nella tavola allegata "Uso del suolo in atto e vegetazione naturale".

La redazione della tavola citata ha preso avvio dalla consultazione della cartografia delle coperture del suolo della Regione Emilia Romagna. Le indicazioni derivanti da tali cartografie sono state verificate e localmente aggiornate mediante fotointerpretazione e sopralluoghi sul campo, con particolare attenzione alle aree d'intervento.

All'interno dell'area di studio sono state identificate le seguenti categorie omogenee:

- **Coltivi:** risulta l'uso del suolo maggiormente rappresentato nell'area (figura 1.1.4). Nell'area oggetto di studio i coltivi sono rappresentati da:
  - Seminativo (rappresenta l'86% della categoria);
  - Prato;
  - Frutteto-vigneto;
  - Incolto;
  - Arboricoltura da legno.
- **Aree boscate:** tale categoria rappresenta il 30% della superficie dell'area di studio e risulta localizzata prevalentemente sulle sponde dei fiumi/rii e nelle aree maggiormente acclivi. Le categorie forestali presenti sono:
  - Querco-carpinetto;
  - Vegetazione ripariale;
  - Robinieto;
  - Boschi misti;
  - Arbusteto.
- **Aree urbanizzate:** sono rappresentate dalle aree residenziali, strade, reti tecnologiche, insediamenti agro-zootecnici, aree sportive e aree destinate al verde urbano.
- **Acque:** rappresenta il sedime del fiume Trebbia e dei rii che confluiscono.

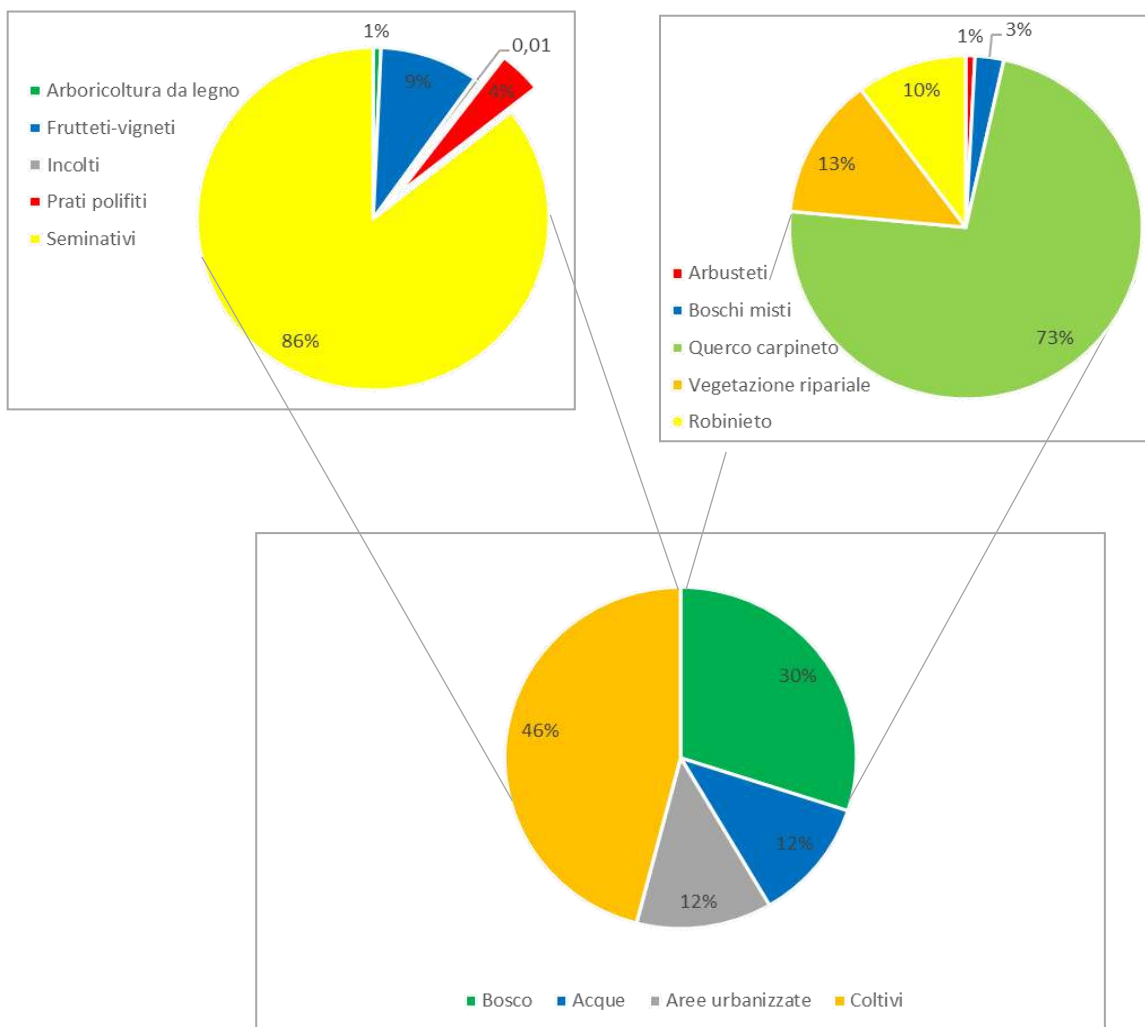


Figura 4-73: distribuzione percentuale dell'uso del suolo nell'area studio

Entro l'area oggetto di interventi si possono ritrovare tre tipologie di vegetazione:

- Coltivi (23,28 ha);
- ✓ Seminativi (20,23 ha)
- ✓ Frutteti-vigneti (1,34 ha)
- ✓ Prati polifiti (1,54 ha);
- ✓ Incolti (0,17 ha)
- Bosco (5,53 ha)
- ✓ Quercio-carpineto (4,61 ha)
- ✓ Robinieto (0,55 ha)
- ✓ Vegetazione ripariale (0,37 ha);
- Area urbanizzata (0,80 ha).

Di seguito si riporta una descrizione dettagliata della vegetazione presente.

### Coltivi

L'ampliamento della sede stradale, interessa sia la scarpata della strada esistente, che attualmente risulta colonizzata da specie pioniere, spesso invasive e da coltivi costituiti prevalentemente da foraggere, prati polifiti e seminativi autunno-vernini.

Le specie spontanee maggiormente presenti sono costituite essenze xero - termofile, formate soprattutto da erbe perenni, soggette ad aridità estiva. Sono caratterizzate dalla presenza spesso dominante di *Bromus erectus*, accompagnata da specie quali *Lotus corniculatus*, *Brachypodium rupestre*, *Euphorbia cyparissias*, *Dactylis glomerata*, *Conyza canadensis*, *Papaver rhoeas*, *Erigeron annuus*, *Rumex acetosa*, *Medicago sativa*, *Plantago major*.

Le aree incolte evolvono spesso in arbusteti colonizzati da *Rosa canina*, *Cornus mas*, *Crataegus monogyna* e *Rubus sp.*

### Bosco

Le aree boscate, interessano le zone maggiormente acclivi e sono costituite prevalentemente da *Quercus pubescens*, *Quercus cerris*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Carpinus betulus*, *Acer campestre*, *Acer opulifolium*, *Sorbus torminalis* e *Sorbus domestica*. Di seguito si riporta una descrizione delle tre tipologie di bosco interessate dalle opere in progetto:

#### ▪ Quercu-carpineto

Risulta la tipologia forestale maggiormente rappresentata, costituita da popolamenti a prevalenza di carpino nero, in mescolanza con roverella, orniello ed altre latifoglie mesofile in diverse proporzioni. Spesso le aree marginali dei popolamenti presentano un modesto sviluppo della robinia. Le cenosi tendenzialmente sono di tipo mesoxerofile.

Specie presenti indicatrici (con indicazione del grado minimo e massimo di abbondanza/copertura<sup>11</sup>):

○ <i>Ostrya carpinifolia</i>	3 - 5
○ <i>Castanea sativa</i>	+ - 3
○ <i>Quercus pubescens</i>	+ - 2
○ <i>Fraxinus ornus</i>	+ - 2
○ <i>Acer opulifolium</i>	+ - 2
○ <i>Quercus cerris</i>	+ - 2
○ <i>Acer campestre</i>	+ - 1
○ <i>Sorbus aria</i>	+
○ <i>Sorbus torminalis</i>	+
○ <i>Robinia pseudoacacia</i>	+
○ <i>Coronilla emerus</i>	+ - 1

<sup>11</sup> Grado minimo e massimo di abbondanza/copertura espresso nella scala di Braun-Blanquet: +: copertura di meno di 1/100 della superficie; 1: da 1/100 a 1/20; 2: da 1/20 a 1/4; 3: da 1/4 a 1/2; 4: da 1/2 a 3/4; 5: da 3/4 a tutta la superficie.

- *Crataegus monogyna*+ - 1
- *Corylus avellana* + - 1
- *Rosa canina* + - 1
- *Cornus sanguinea* + - 1
- *Prunus spinosa* + - 1
- *Cornus mas* + - 1
- *Juniperus communis* +
- *Brachypodium pinnatum* + - 3
- *Sesleria autumnalis* + - 3
- *Sesleria cylindrica* + - 3
- *Festuca heterophylla* + - 2
- *Hedera helix* + - 2
- *Rubus ulmifolius* + - 1
- *Brachypodium sylvaticum* + - 1
- *Geranium robertianum* + - 1
- *Aegopodium podagraria* + - 1
- *Helleborus foetidus* +
- *Stachys officinalis* +
- *Teucrium chamaedrys* +
- *Viola hirta* +
- *Tamus communis* +
- *Galium rubrum* +
- *Campanula medium* +
- *Dactylis glomerata* +
- *Clinopodium vulgare* +
- *Clematis vitalba* +
- *Viola reichenbachiana* +
- *Hepatica nobilis* +
- *Digitalis lutea* +

### Robinieto

Nell'area oggetto di intervento risulta localizzata in prossimità della sede stradale e nelle aree un tempo coltivate. Tali popolamenti si riscontrano, spesso puri e talvolta in mescolanza con querce e altre latifoglie. Le cenosi tendenzialmente sono di tipo mesofile e neutrofile, su suoli relativamente ben drenati.

Specie presenti indicatrici (con indicazione del grado minimo e massimo di abbondanza/copertura<sup>12</sup>):

○ <i>Robinia pseudoacacia</i>	3 - 5
○ <i>Quercus robur</i>	+ - 2
○ <i>Prunus avium</i>	+ - 1
○ <i>Populus nigra</i>	+ - 1
○ <i>Ailanthus altissima</i>	+ - 3
○ <i>Castanea sativa</i>	+ - 3
○ <i>Fraxinus excelsior</i>	+ - 3
○ <i>Carpinus betulus</i>	+ 3
○ <i>Quercus petraea</i>	+ 2
○ <i>Tilia cordata</i>	+ 3
○ <i>Ulmus minor</i>	+ 3
○ <i>Sambucus nigra</i>	+ - 4
○ <i>Cornus sanguinea</i>	+ - 2
○ <i>Euonymus europaeus</i>	+ - 2
○ <i>Acer campestre</i>	+ 3
○ <i>Carex brizoides</i>	+ - 5
○ <i>Allium ursinum</i>	+ - 4
○ <i>Anemone nemorosa</i>	+ - 3
○ <i>Holcus lanatus</i>	+ - 3
○ <i>Rubus caesius</i>	+ - 3
○ <i>Rubus ulmifolius</i>	+ - 3
○ <i>Lonicera japonica</i>	+ - 2
○ <i>Agropyron repens</i>	+ - 2
○ <i>Bromus sterilis</i>	+ - 2
○ <i>Solidago gigantea</i>	+ - 2
○ <i>Humulus lupulus</i>	+ - 1
○ <i>Parietaria officinalis</i>	+ - 1
○ <i>Rubus hirtus</i>	+ - 1

### Vegetazione ripariale

Risulta localizzata lungo le sponde dei rii che attraversano la nuova viabilità. È caratterizzato dalla presenza di popolamenti arborei a prevalenza di salice bianco e pioppi spontanei, ontano nero e/o bianco. Cenosi da mesofile a mesoigrofile, da mesoneutrofile a calcifile, legate a suoli delle alluvioni attuali, ricchi di sabbie o limi, in genere poco ghiaiosi.

Le specie presenti indicatrici sono:

- *Agrostis stolonifera*
- *Alliaria petiolata*
- *Alnus glutinosa*
- *Alnus incana*
- *Amorpha fruticosa*



- *Angelica sylvestris*
- *Apios americana*
- *Aristolochia clematitis*
- *Artemisia vulgaris*
- *Berula erecta*
- *Bidens tripartita*
- *Brachypodium sylvaticum*
- *Bryonia dioica*
- *Caltha palustris*
- *Cardamine amara*
- *Cardamine hayneana*
- *Carex brizoides*
- *Carex elata*
- *Carex pseudocyperus*
- *Carex remota*
- *Carex riparia*
- *Circaea lutetiana*
- *Conyza canadensis*
- *Cornus sanguinea*
- *Cucubalus baccifer*
- *Deschampsia caespitosa*
- *Equisetum arvense*
- *Erigeron annuus*
- *Festuca gigantea*
- *Filipendula ulmaria*
- *Galium aparine*
- *Hedera helix*
- *Helianthus rigidus*
- *Helianthus tuberosus*
- *Humulus lupulus*
- *Humulus scandens*
- *Impatiens parviflora*
- *Iris pseudacorus*
- *Leersia oryzoides*
- *Lonicera xylosteum*
- *Lycopus europaeus*
- *Lysimachia vulgaris*
- *Lythrum salicaria*
- *Myosotis scorpioides*
- *Myosoton aquaticum*
- *Panicum dichotomiflorum*
- *Parietaria officinalis*
- *Phragmites australis*
- *Phytolacca americana*
- *Poa nemoralis*
- *Poa trivialis*
- *Polygonum mite*

<sup>12</sup> Grado minimo e massimo di abbondanza/copertura espresso nella scala di Braun-Blanquet: +: copertura di meno di 1/100 della superficie; 1: da 1/100 a 1/20; 2: da 1/20 a 1/4; 3: da 1/4 a 1/2; 4: da 1/2 a 3/4; 5: da 3/4 a tutta la superficie.

- Polygonum persicaria
- Populus alba
- Populus nigra
- Robinia pseudoacacia
- Rubus caesius
- Rubus ulmifolius
- Salix alba
- Salix eleagnos
- Salix purpurea
- Salix triandra
- Sambucus nigra
- Saponaria officinalis
- Scirpus sylvaticus
- Scutellaria galericulata
- Sicyos angulatus
- Silene alba
- Solanum dulcamara
- Solidago gigantea
- Sparganium erectum
- Stachys palustris
- Stachys sylvatica
- Stellaria media
- Typha latifolia
- Typhoides arundinacea
- Ulmus laevis
- Ulmus minor
- Urtica dioica

#### 4.4.6 CAPACITÀ D'USO DEL SUOLO

La Capacità d'uso dei suoli fornisce una valutazione dei limiti alle utilizzazioni ai fini agricoli e forestali in base a criteri pedologici e ambientali. Nella tavola allegata "*Capacità d'uso dei suoli*", è stata redatta la carta in riferimento all'area di studio. Tale carta è stata elaborata dall'integrazione della Carta di capacità d'uso dei suoli di pianura in scala 1:50.000 ed. 2005 della Regione Emilia Romagna con la Carta dei suoli dell'Emilia-Romagna in scala 1:250.000 realizzata nel 1994 (<https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/index.jsp?liv=3>).

In particolare le classi di capacità d'uso individuate sono:

- I classe: suoli hanno poche limitazioni che ne restringono l'uso. Sono idonei ad un'ampia gamma di colture e possono essere destinati senza problemi a colture agrarie, prati, pascoli, e ad ospitare coperture boschive o habitat naturali. Se coltivati richiedono pratiche di gestione ordinarie per mantenere sia fertilità che struttura del suolo. Tali pratiche possono includere l'uso di fertilizzanti, sovesci e cover-crops, interrimento di residui colturali e rotazioni.
- II classe: suoli hanno qualche limitazione che riduce la scelta di piante o richiede moderate pratiche di conservazione. Richiedono un'accurata gestione del suolo, comprendente pratiche di conservazione, per prevenire il deterioramento o per migliorare la relazione con aria e acqua quando il suolo è coltivato. Le limitazioni sono poche e le pratiche sono facili da attuare. I suoli possono essere utilizzati per piante coltivate, pascolo, praterie, boschi, riparo e nutrimento per la fauna selvatica.
- III classe: suoli hanno severe limitazioni che riducono la scelta di piante e/o richiedono speciali pratiche di conservazione. Quando sono utilizzati per specie coltivate le pratiche di conservazione sono abitualmente difficili da applicare e da mantenere. Essi possono essere utilizzati per specie coltivate, pascolo, boschi, praterie o riparo e nutrimento per la fauna selvatica. Le limitazioni dei suoli restringono i quantitativi di prodotto, il periodo di semina, lavorazione e raccolto, la scelta delle colture o alcune combinazioni di queste limitazioni;
- IV classe: suoli hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle piante e/o richiedono una gestione molto accurata. Quando questi suoli sono coltivati, è richiesta una gestione molto accurata e le pratiche di conservazione sono difficili da applicare e da mantenere. Possono essere utilizzati per colture, pascolo, boschi, praterie o riparo e nutrimento per la fauna selvatica. Possono essere adatti solo a due o tre delle colture comunemente praticate oppure il raccolto prodotto può essere basso rispetto agli input per un lungo periodo di tempo;

- V classe: suoli hanno rischi di erosione assenti o lievi ma hanno altre limitazioni impossibili da rimuovere che restringono l'uso principalmente a pascolo, prateria, bosco, riparo e nutrimento per la fauna selvatica. Hanno limitazioni che restringono i tipi di piante che possono essere coltivate e che impediscono le normali lavorazioni per le colture. Sono spesso sommersi da corsi d'acqua, sono pietrosi, hanno limitazioni climatiche o hanno qualche combinazione di queste limitazioni.
- VI classe: suoli hanno severe limitazioni che li rendono generalmente inutilizzabili per la coltivazione e limitano il loro uso principalmente al pascolo o prateria, boschi o riparo e nutrimento per la fauna selvatica. Le condizioni dei suoli sono tali per cui è consigliabile effettuare miglioramenti dei pascoli e delle praterie, se necessari, quali semine, calcitazioni, fertilizzazioni e regimazioni delle acque tramite fossi perimetrali, fossi drenanti, fossi trasversali

Come si evince dalla figura 1.1.5, all'interno dell'area di studio, la classe maggiormente rappresentata è costituita dalla II. Le porzioni maggiormente acclivi sono classificate in VI classe e data la vicinanza della viabilità in progetto con il fiume Trebbia, è presente anche una buona percentuale di suolo destinato ad alveo.

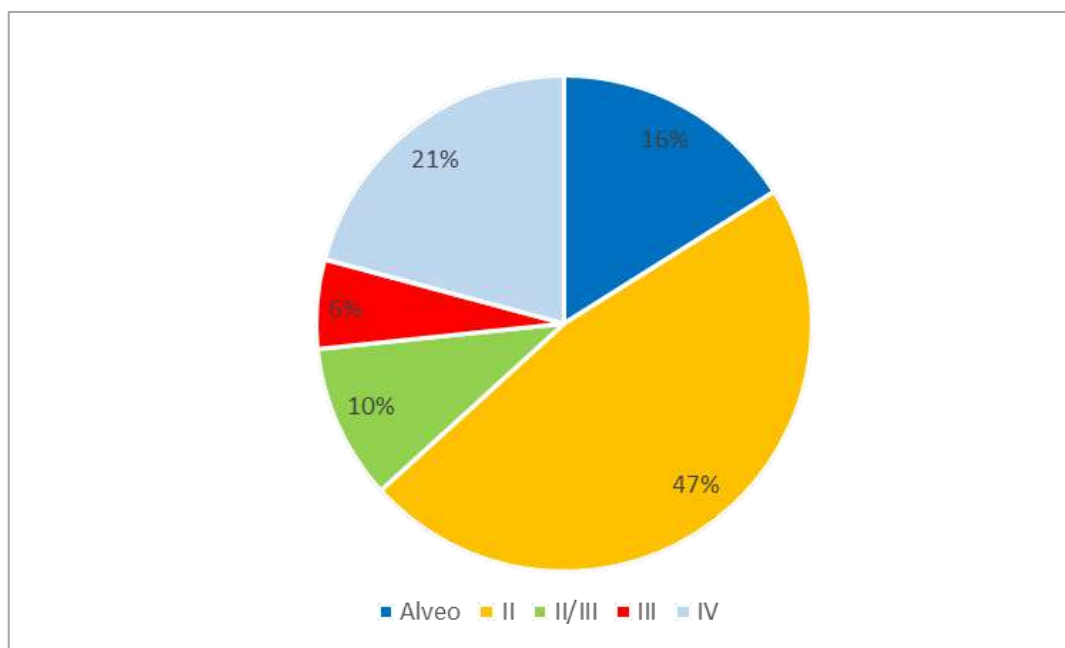


Figura 4-74: Incidenza delle singole classi di capacità d'uso del suolo presenti nell'intorno dell'area d'intervento

#### 4.4.7 ECOSISTEMI E CONNESSIONI ECOLOGICHE

Le tipologie ecosistemiche presenti all'interno dell'area di studio sono rappresentate nella tavola allegata "Ecosistemi".

In particolare le categorie ecosistemiche omogenee sono le seguenti:

- Agro-ecosistema: come si evince dalla figura 1.1.6, risulta la categoria maggiormente rappresentata.

- Ecosistema naturaliforme: risulta localizzato lungo le sponde dei fiumi e rii, nonché nelle aree boscate;
- Ecosistema semi-naturale: scarsamente presente nell'ambito di studio, comprende le aree abbandonate in cui si è sviluppata una vegetazione pioniera;
- Ecosistema antropico: comprendente le aree edificate e le infrastrutture viarie.

Nella figura seguente sono rappresentate le categorie ecosistemiche identificate all'interno dell'area di studio.

Non si segnalano significative interruzioni di connessioni ecologiche a seguito della realizzazione delle opere in progetto, in quanto si tratta di un ammodernamento di strada esistente.

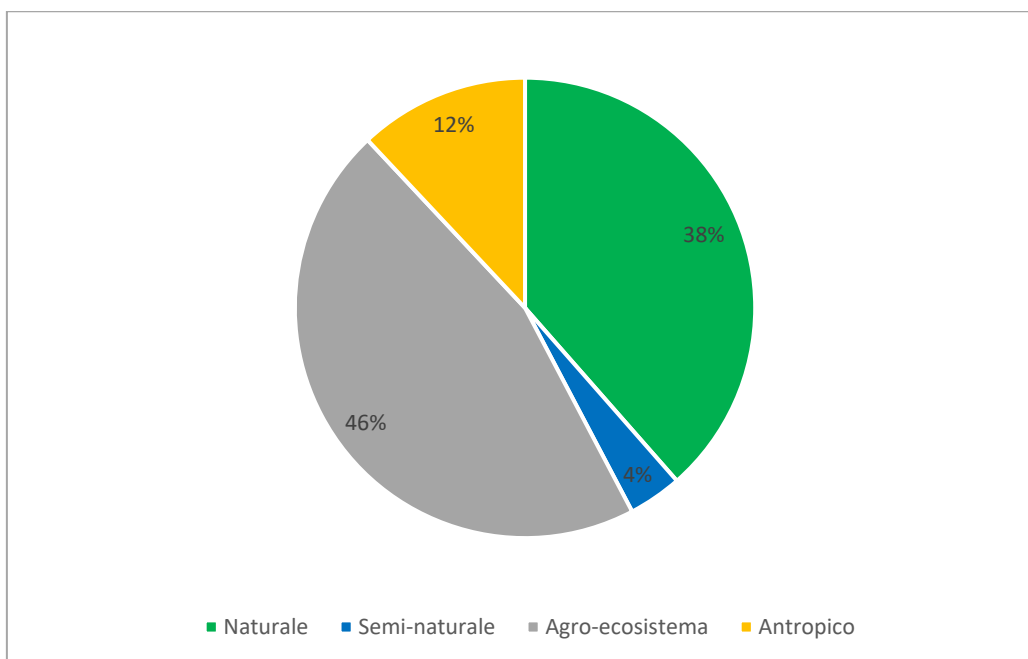


Figura 4-75: Incidenza delle singole categorie ecosistemiche omogenee presenti nell'intorno dell'area d'intervento

#### 4.4.8 INQUADRAMENTO FAUNISTICO

##### Emergenze naturalistiche presenti nell'area vasta

Un inquadramento faunistico relativo all'area vasta entro cui si inseriscono i siti d'intervento, è stato redatto a seguito della consultazione del PSC dei comuni di Rivergaro e Travo.

Sono riportati di seguito gli elenchi faunistici relativi alle specie d'interesse conservazionistico la cui presenza è accertata all'interno del sito citato (all. II, Dir. 92/43/CEE):

##### Mammiferi

- *Barbastella barbastellus*
- *Eptesicus serotinus*
- *Hypsugo savii*
- *Muscardinus avellanarius*
- *Myotis blythii*
- *Myotis daubentonii*

- Myotis mystacinus
- Nyctalus noctula
- Pipistrellus kuhli
- Pipistrellus nathusii
- Pipistrellus pipistrellus
- Rhinolophus ferrumequinum
- Rhinolophus hipposideros
- Tadarida teniotis

•

• Uccelli

- Alcedo atthis
- Anthus campestris
- Ardeola ralloides
- Burhinus oedicnemus
- Calandrella brachydactyla
- Caprimulgus europaeus
- Casmerodius albus
- Circus aeruginosus
- Circus pygargus
- Egretta garzetta
- *Lanius collurio*
- Lullula arborea
- Nycticorax nycticorax
- Sterna albifrons
- Sterna hirundo
- Tringa glareola

•

• Anfibi

- *Bufo viridis*
- *Hyla intermedia*
- *Rana dalmatina*
- *Rana esculenta x Rana lessonae*
- *Triturus carnifex*

Pesci

- Barbus plebejus
- Chondrostoma genei
- Cobitis taenia
- Leuciscus souffia

•

Rettili

- Coronella austriaca
- Hierophis viridiflavus

- *Lacerta bilineata*
- *Natrix tessellata* *Podarcis muralis*
- *Podarcis sicula*
- *Zamenis longissimus*

#### 4.4.9 FASE DI COSTRUZIONE – IDENTIFICAZIONE E VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI

##### 4.4.9.1 Potenziali impatti

Le caratteristiche ambientali delle aree d'intervento, unitamente alle tipologie degli interventi in progetto, permettono di determinare le seguenti categorie d'impatto potenziale in fase di realizzazione sulle componenti ambientali esaminate:

- Sottrazione di terreni agricoli;
- Sottrazione di aree vegetate (con vegetazione naturale o naturaliforme);
- Sottrazione di porzioni di habitat faunistico;
- Interferenze con elementi della rete ecologica locale;
- Emissione di inquinanti in fase di realizzazione;
- Emissioni sonore in fase di realizzazione;
- Sollevamento di polveri in fase di cantiere;
- Interferenze con gli accessi ai fondi agricoli;
- Frazionamento delle proprietà agricole.

Per determinare l'entità dei potenziali impatti connessi alla fase di realizzazione delle opere in progetto sono state utilizzate le seguenti caratteristiche d'impatto:

- Impatto atteso?
  - sì;
  - no;
- Segno:
  - impatto migliorativo della situazione ambientale attuale;
  - impatto peggiorativo della situazione ambientale attuale;
- Livello:
  - basso;
  - medio;
  - alto;
- Durata:
  - temporaneo;
  - permanente;
- Ampiezza:
  - locale;
  - di area vasta.
- Impatto residuo:
  - Nullo;
  - Basso;
  - Medio;
  - Elevato.

Di seguito le caratteristiche relative alle categorie d'impatto potenziale identificate per la fase di cantiere:

- Sottrazione di terreni agricoli:
  - Impatto atteso: sì (temporanea sottrazione di terreni agricoli in corrispondenza di parte delle aree di cantiere e di limitate aree in corrispondenza di alcuni degli scostamenti del tracciato di progetto rispetto a quello attuale);
  - Segno: impatto peggiorativo;
  - Livello d'impatto: basso (in ragione della limitata quantità di superfici agricole definitivamente sottratte e del recupero agricolo dell'area di cantiere in area agricola);



- Durata: temporanea (area di cantiere destinata a recupero agricolo), permanente (aree di discostamento tra tracciato attuale e di progetto interessanti superfici agricole);
- Ampiezza: locale;
- Impatto residuo: basso;
- **Sottrazione di aree vegetate (con vegetazione naturale o naturaliforme):**
  - Impatto atteso: sì (sottrazione di vegetazione boscata in corrispondenza di alcuni degli scostamenti del tracciato di progetto rispetto a quello attuale, sottrazione di superficie boscata in corrispondenza di alcune delle aree di cantiere (aree destinate a recupero vegetazionale mediante ricostituzione della superficie boscata);
  - Segno: impatto peggiorativo (compensato dagli interventi a verde di inserimento paesaggistico e ambientale dell'opera);
  - Livello d'impatto: medio;
  - Durata: temporaneo (area di cantiere destinata a recupero vegetazionale), permanente (aree di discostamento tra tracciato attuale e di progetto interessanti superfici boscate o altrimenti vegetate: impatto compensato dagli interventi a verde in progetto);
  - Ampiezza: locale;
  - Impatto residuo: nullo (in ragione degli interventi a verde in progetto che compensano le sottrazioni);
- **Sottrazione di porzioni di habitat faunistico:** vale quanto detto al punto precedente per la sottrazione di superfici vegetate in quanto queste costituiscono le porzioni di habitat d'interesse naturalistico interferite; anche in questo caso si sottolinea che gli interventi a verde in progetto compenseranno tali sottrazioni di habitat mediante la realizzazione di nuove superfici boscate, arbustate e inerbite;
- **Interferenze con elementi della rete ecologica locale:**
  - Impatto atteso: sì (in particolare in relazione alla sottrazione di porzioni di superficie boscata);
  - Segno: impatto peggiorativo (compensato dagli interventi a verde di margine stradale e dei ripristini delle superfici boscate interferite dalle aree di cantiere);
  - Livello d'impatto: medio;
  - Durata: temporaneo (area di cantiere destinata a recupero vegetazionale), permanente (aree di discostamento tra tracciato attuale e di progetto interessanti superfici boscate o altrimenti vegetate: impatto compensato dagli interventi a verde in progetto);
  - Ampiezza: locale (non saranno interferiti gli elementi primari della rete ecologica, rappresentati dal corso del fiume e dalla vegetazione di stretta pertinenza fluviale);
  - Impatto residuo: nullo (grazie agli interventi a verde di margine stradale in progetto);
- **Emissione di inquinanti in fase di cantiere:** impatto non atteso grazie alle misure di prevenzione descritte nel paragrafo successivo;
- **Emissioni sonore in fase di cantiere:**

- Impatto atteso: sì;
- Segno: impatto peggiorativo;
- Livello: basso;
- Durata: temporaneo;
- Ampiezza: locale;
- Impatto residuo: nullo al termine della fase di cantiere;
- Sollevamento di polveri in fase di cantiere:
  - Impatto atteso: sì;
  - Segno: impatto peggiorativo (mitigabile mediante le misure di conduzione del cantiere indicate nel paragrafo successivo);
  - Livello: basso (grazie alle suddette mitigazioni);
  - Durata: temporaneo;
  - Impatto residuo: nullo al termine della fase di cantiere;
- **Interferenze con gli accessi ai fondi agricoli:** non previste grazie alla viabilità temporanea in fase di realizzazione;
- Frazionamento delle proprietà agricole: impatto non atteso.

Di seguito la tabella riassuntiva relativa a quanto sopra esposto.

<b>Componente/Fattore ambientale</b>	<b>Impatto atteso?</b>	<b>Segno</b>	<b>Livello</b>	<b>Durata</b>	<b>Ampiezza</b>	<b>Impatto residuo</b>
Sottrazione di terreni agricoli	Sì	Peggiorativo	Basso	Temporaneo/Permanente	Locale	Nulla
Sottrazione di aree vegetate	Sì	Peggiorativo	Medio	Temporaneo/Permanente	Locale	Nulla
Sottrazione di porzioni di habitat	S'	Peggiorativo	Medio	Temporaneo/Permanente	Locale	Nulla
Interferenze con la rete ecologica	Sì	Peggiorativo	Medio	Temporaneo/Permanente	Locale	Nulla
Emissione di inquinanti	No	-	-	-	-	-
Emissione di rumore	Sì	Peggiorativo	Basso	Temporaneo	Locale	Nulla
Diffusione di polveri	Sì	Peggiorativo	Basso	Temporaneo	Locale	Nulla
Interferenze con gli accessi ai fondi agricoli	No	-	-	-	-	-
Frazionamento delle proprietà agricole	No	-	-	-	-	-

#### 4.4.9.2 Interventi di mitigazione

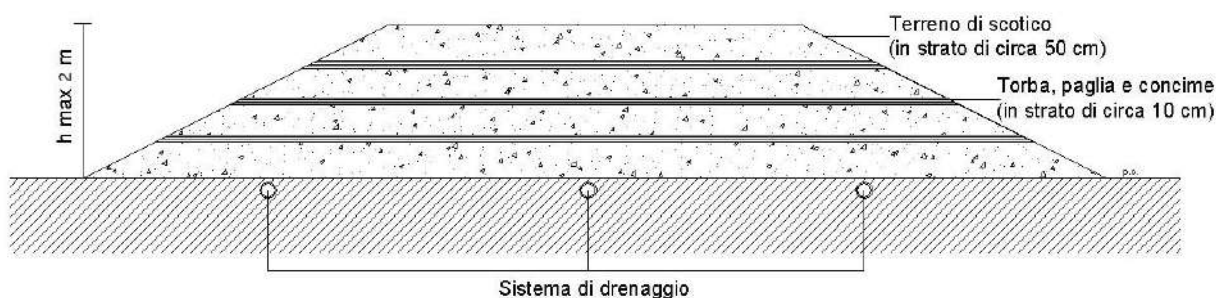
Il progetto di ammodernamento dell'S.S. 45 prevede i seguenti interventi di prevenzione e mitigazione delle interferenze e dei disturbi ambientali generati in fase di cantiere in area locale, nonché interventi a scopo compensativo in relazione agli ambiti forestali che saranno interferiti.

#### 4.4.9.2.1 Conservazione della risorsa pedologica

Lo strato di terreno fertile attualmente presente in sito, preliminarmente ad ogni operazione di realizzazione delle opere in progetto, sarà asportato e conservato al fine del suo riutilizzo per gli interventi di ripristino vegetazionale.

La movimentazione del terreno vegetale avverrà avendo cura di rispettare, durante le operazioni di scotico, di stoccaggio e di stesura, le seguenti precauzioni e modalità di esecuzione:

- l'esecuzione di tutte le operazioni (scotico, stoccaggio, stesura) avrà luogo in assenza di precipitazioni atmosferiche;
- lo scotico verrà effettuato in maniera tale che le macchine non circolino mai sul terreno vegetale e quindi in marcia avanti con deposito e accumulo laterale;
- il terreno vegetale verrà accumulato separatamente dal sottostante terreno minerale eventualmente asportato e dagli altri materiali inerti (roccia, ghiaia ecc.); in fase di scotico sarà valutata la fattibilità dello stoccaggio separato dei diversi orizzonti pedologici presenti, in maniera tale da consentirne il corretto riposizionamento in fase di riutilizzo del terreno;
- i cumuli avranno altezza massima pari a 2 m e saranno costituiti da strati di terreno di circa 50 cm di spessore, alternati a strati di 10 cm costituiti da torba, paglia e concime; alla base dei cumuli si predisporranno adeguate tubature per la raccolta e l'allontanamento del percolato (si veda lo schema seguente);



- i cumuli saranno protetti dall'insediamento di vegetazione infestante e dall'erosione idrica superficiale procedendo subito al rinverdimento degli stessi mediante semina (eventualmente ripetuta in caso di bisogno) di un miscuglio di specie da sovescio; tale inerbimento protettivo verrà effettuato nel caso in cui il periodo di stoccaggio si protragga almeno fino alla stagione vegetativa successiva; il miscuglio sarà così composto (quantità di sementi di previsto utilizzo pari a 25 g/mq):
  - *Vicia faba minor* 30% in peso;
  - *Trifolium incarnatum* 10%;
  - *Lupinus albus* 25%;

- *Vicia sativa* 15%;
- *Medicago sativa* 20%;
- verrà effettuato, se necessario, il miglioramento delle caratteristiche fisico-idrologiche ed organiche del terreno mediante addizione delle frazioni carenti nella tessitura o mediante impiego di ammendanti condizionatori del suolo e atti a mantenere la struttura del suolo stesso, limitare l'evaporazione, aumentare la capacità di campo (ritenzione di acqua disponibile alle piante), fornire una protezione contro l'erosione eolica ed idrica, il tutto finalizzato a favorire la germinazione e la crescita della vegetazione;
- avvenuta la messa in posto del terreno, le opere di idrosemina e piantagione seguiranno il più rapidamente possibile per evitare fenomeni di deterioramento e ruscellamento, in grado di annullare in breve tempo le precauzioni adottate in precedenza.

Al termine della fase di stoccaggio si provvederà al riutilizzo del terreno fertile conservato mediante la messa in pratica di una serie di accorgimenti, riepilogati di seguito, indirizzati all'ottimale ripresa delle funzioni del suolo:

- verrà eseguita, preliminarmente ad ogni altra operazione, una lavorazione atta a arieggiare il terreno e ad eliminare eventuali compattamenti;
- la lavorazione verrà effettuata mediante aratura fino a 40 cm di profondità oppure ripuntatura (con ripuntatore a 3 o 5 punte di altezza minima 70 cm) per frantumare lo strato superficiale;
- la posa del terreno di scotico e dell'eventuale terreno agrario ad integrazione di questo, dovrà aver luogo in strati uniformi, in condizioni di tempera del terreno, rispettando il più possibile l'originaria successione, utilizzando attrezzature cingolate leggere o con ruote a sezione larga, avendo cura di frantumare le zolle per evitare la formazione di sacche di aria eccessive e di non creare suole di lavorazione e ulteriori gradi di compattazione del suolo;
- sia la fase di aratura sia la fase di stesura e di modellazione della terra dovranno predisporre un adeguato reticolo di sgrondo delle acque di ruscellamento, con adeguata pendenza;
- prima della fase di realizzazione delle sistemazioni a verde previste si eseguirà una leggera lavorazione superficiale consistente in erpicatura con profondità minima di lavoro 15 cm e passaggi ripetuti ed incrociati per ottenere uno sminuzzamento del terreno per la semina;
- la fase di ripristino e di rivegetazione dovrà avvenire nel minor tempo possibile dalla fase di stesura e di rimodellamento del terreno.

Per quanto riguarda l'eventuale necessità di concimazioni integrative si ritiene opportuno procedere come di seguito indicato:

- durante la fresatura verrà interrato del concime organico a lenta cessione consistente in letame bovino ben maturo nella dose di 3-4 kg/mq;
- con l'erpicazione si provvederà ad una concimazione di fondo mediante concime ternario (formula media: 80 kg/ha di azoto, 80 kg/ha di fosforo, 80 kg/ha di potassio).

#### **4.4.9.2.2 Opere a verde di inserimento paesaggistico e ambientale**

##### *4.4.9.2.2.1 AREALE DI RIFERIMENTO PER IL REPERIMENTO DEL MATERIALE VEGETALE DI PREVISTO IMPIEGO*

Se la scelta delle specie autoctone è ormai un criterio ampiamente adottato nelle opere di ripristino e mitigazione ambientale, spesso la buona riuscita degli interventi è favorita dall'utilizzo di forniture vivaistiche provenienti da vivai prossimi alla zona climatica di riferimento che utilizzano materiale di propagazione locale.

Questo infatti consente sia di evitare fenomeni di inquinamento genetico (dovuto a varietà o cultivar di regioni o nazioni diverse), sia di utilizzare gli ecotipi che meglio si sono adattati, nel corso del tempo, alle particolari caratteristiche pedo-climatiche dell'area di studio.

Pertanto in sede di realizzazione delle opere di rinaturalizzazione si dovrà limitare il bacino di provenienza del materiale vegetale ai vivai presenti nel distretto della pianura padana.

##### *4.4.9.2.2.2 CARATTERISTICHE GENERALI DELLE TIPOLOGIE D'INTERVENTO DI PREVISTA APPLICAZIONE*

La determinazione delle caratteristiche generali degli interventi in progetto è stata effettuata operata seguendo le linee guida qui riepilogate:

- Utilizzo di specie autoctone appartenenti alla vegetazione potenziale del contesto territoriale d'intervento, non invasive, non allergeniche);
- Proposizione di impianti a verde plurispecifici al fine di massimizzare le probabilità di affermazione dei medesimi (in caso, ad esempio, di moria di una delle specie componenti, l'intervento continua ad essere presente in campo grazie alla presenza di altre specie in grado di colmare i vuoti; si segnala, in ogni caso, che il piano di manutenzione descritto nel seguito della relazione prevede la sostituzione delle fallanze nel primo periodo post-impianto);
- Utilizzo di esemplari arbustivi e arborei di non eccessivo sviluppo e dimensione all'impianto e dunque in grado di sopportare il "trauma da impianto"; le dimensioni all'impianto scelte, tuttavia, sono in grado di fornire un "pronto effetto" agli interventi a verde realizzati.

Gli impianti a verde di prevista realizzazione sono concepiti in maniera tale da pervenire, con l'affermazione dei medesimi, a formazioni vegetali naturaliformi in grado di affrancarsi progressivamente da esigenze manutentive (si veda il seguito del testo).

#### 4.4.9.2.2.3 SCELTA DEL MATERIALE VEGETALE DI PREVISTO IMPIEGO

La scelta effettuata delle specie vegetali di previsto impiego per la realizzazione degli interventi a verde di inserimento paesaggistico e ambientale in progetto si è basata su di un criterio fito-geografico.

La scelta delle specie vegetali da utilizzare negli interventi di mitigazione ambientale è stata effettuata innanzitutto sulla base dell'analisi della vegetazione potenziale della fascia fitoclimatica d'intervento.

In base al criterio fito-geografico è stato possibile stilare una lista di specie autoctone di previsto impiego e tale scelta garantirà una migliore capacità di attecchimento e maggior resistenza ad attacchi parassitari o a danni da agenti atmosferici (es. gelate tardive e siccità) consentendo al contempo di diminuire anche gli oneri della manutenzione. Pervenendo, inoltre, a formazioni vegetali plurispecifiche in grado di permanere in campo anche al cessare delle prime cure manutentive.

La serie di vegetazione di climax dell'ambito d'intervento è quella del "Querceto-carpineteto planiziale e relativa vegetazione ripariale"; di seguito le specie che compongono la serie vegetazionale del Querceto-carpineteto planiziale con relativa vegetazione ripariale:

- **Bosco:** farnia (*Quercus robur*), rovere (*Quercus petraea*), carpino bianco (*Carpinus betulus*), nocciolo (*Corylus avellana*), acero campestre (*Acer campestre*), acero di monte (*Acer pseudoplatanus*), frangola (*Frangula alnus*), olmo campestre (*Ulmus minor*), ciliegio selvatico (*Prunus avium*), tiglio selvatico (*Tilia cordata*), olmo montano (*Ulmus glabra*), frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*), frassino ossifillo (*Fraxinus oxycarpa*), orniello (*Fraxinus ornus*), lantana (*Viburnum lantana*), pallon di maggio (*Viburnum opulus*), ontano nero (*Alnus glutinosa*), pioppo nero (*Populus nigra*), pioppo bianco (*Populus alba*), salice bianco (*Salix alba*), salice da ceste (*Salix triandra*), salicone (*Salix caprea*);
- **Mantello e cespuglieto:** sanguinello (*Cornus sanguinea*), corniolo (*Cornus mas*), ligustro (*Ligustrum vulgare*), prugnolo (*Prunus spinosa*), spincervino (*Rhamnus catharticus*), biancospino (*Crataegus monogyna*, *Crataegus oxyacantha*), rosa canina (*Rosa canina*), salice dorato (*Salix aurita*), salice ripaiolo (*Salix eleagnos*), salice rosso (*Salix purpurea*), salice cinerino (*Salix cinerea*), berretta da prete (*Euonymus europaeus*), sambuco (*Sambucus nigra*), ginestra dei carbonai (*Cytisus scoparius*).

#### 4.4.9.2.4 CARATTERISTICHE DELLE SPECIE DI PREVISTO IMPIEGO

Di seguito le principali caratteristiche delle specie vegetali di prevista messa a dimora (uso esclusivo di specie autoctone).

##### Specie arbustive

##### *Crataegus monogyna - Biancospino*



Specie autoctona, non invasiva, non allergenica.

Persistenza fogliame: caduco

Caratteristiche ornamentali: la fioritura avviene tra aprile e maggio mentre i frutti maturano fra settembre e ottobre.

##### *Rosa canina – Rosa canina*



Specie autoctona, non invasiva, non allergenica.

Persistenza fogliame: caduco

Caratteristiche ornamentali: la rosa canina fiorisce da maggio a luglio, la maturazione delle bacche si ha in ottobre-novembre.



*Prunus spinosa – Prugnolo selvatico*



Specie autoctona, non invasiva, non allergenica.

Persistenza fogliame: caduco

Caratteristiche ornamentali: i fiori, numerosissimi, compaiono in marzo o all'inizio di aprile e ricoprono completamente le branche; produce frutti di colore blu-viola, la maturazione dei frutti si completa in settembre -ottobre.

*Viburnum opulus – Pallon di Maggio*



Specie autoctona, non invasiva, non allergenica.

Persistenza fogliame: caduco

Caratteristiche ornamentali: fioritura nei mesi di maggio e giugno, fruttificazione attorno al mese di settembre.

*Cornus sanguinea – Sanguinello*



Specie autoctona, non invasiva, non allergenica.

Persistenza fogliame: caduco

Caratteristiche ornamentali: fiorisce da maggio a giugno, la pianta è fruttifera da agosto a settembre e spesso fiorisce una seconda volta nell'anno (settembre-ottobre)

*Euonymus europaeus – Berretta da prete*



Specie autoctona, non invasiva, non allergenica.

Persistenza fogliame: caduco

Caratteristiche ornamentali: durante la primavera forma dei piccoli fiori bianchi ermafroditi che, in autunno, danno origine ai caratteristici frutti rossi (si veda la foto).

*Ligustrum vulgare - Ligustro*



Specie autoctona, non invasiva, non allergenica.

Persistenza fogliame: caduco nel clima d'intervento (semi-persistenti in climi più caldi)

Caratteristiche ornamentali: fiorisce in aprile-maggio, fruttificazione persistente per tutto il periodo invernale.

*Pyracantha coccinea - Agazzino*



Specie coerente con la vegetazione autoctona, non invasiva, non allergenica.

Persistenza fogliame: persistente

Caratteristiche ornamentali: fioritura ornamentale da maggio a giugno, fruttificazione ornamentale da settembre a gennaio (frutti appetiti dalla fauna).

*Salix eleagnos* – *Salice ripaiolo*



Specie autoctona, non invasiva, non allergenica.  
Persistenza fogliame: caduco

*Salix purpurea* – *Salice rosso*



Specie autoctona, non invasiva, non allergenica.  
Persistenza fogliame: caduco

## Specie arboree

### *Acer campestre – Acero campestre*



Specie autoctona, non invasiva, non allergenica.

Persistenza fogliame: caduco

Caratteristiche ornamentali: fogliame ornamentale verde scuro, giallo/arancio in autunno

### *Quercus robur - Farnia*



Specie autoctona, non invasiva, non allergenica.

Persistenza fogliame: caduco

Caratteristiche ornamentali: fioritura e fruttificazione non ornamentale, caratteristiche ornamentali legate al fogliame e al portamento.

Importanza vegetazionale: costituisce l'elemento fondamentale del piano dominante del Quercocarpineteto.

*Carpinus betulus – Carpino bianco*



Specie autoctona, non invasiva, non allergenica.

Persistenza fogliame: caduco

Caratteristiche ornamentali: fioritura non ornamentale, fruttificazione ornamentale nei mesi di settembre-ottobre

Importanza vegetazionale: costituisce l'elemento fondamentale del piano dominato del Quercocarpineto.

*Fraxinus excelsior – Frassino maggiore*



Specie autoctona, non invasiva, non allergenica.

Persistenza fogliame: caduco

Caratteristiche ornamentali: fioritura ornamentale a maggio

*Populus alba – Pioppo bianco*



Specie autoctona, non invasiva, non allergenica.  
Persistenza fogliame: caduco

*Prunus avium – Ciliegio selvatico*



Specie autoctona, non invasiva, non allergenica.  
Persistenza fogliame: caduco  
Caratteristiche ornamentali: fioritura molto ornamentale da marzo ad aprile, fruttificazione ornamentale da Maggio a giugno

*Tilia cordata* – Tiglio selvatico



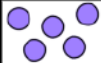
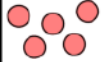
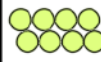



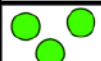
Specie autoctona, non invasiva, non allergenica.

Persistenza fogliame: caduco

Caratteristiche ornamentali: fioritura ornamentale da giugno a luglio

4.4.9.2.5 CARATTERISTICHE DELLE TIPOLOGIE D'INTERVENTO DI PREVISTA APPLICAZIONE

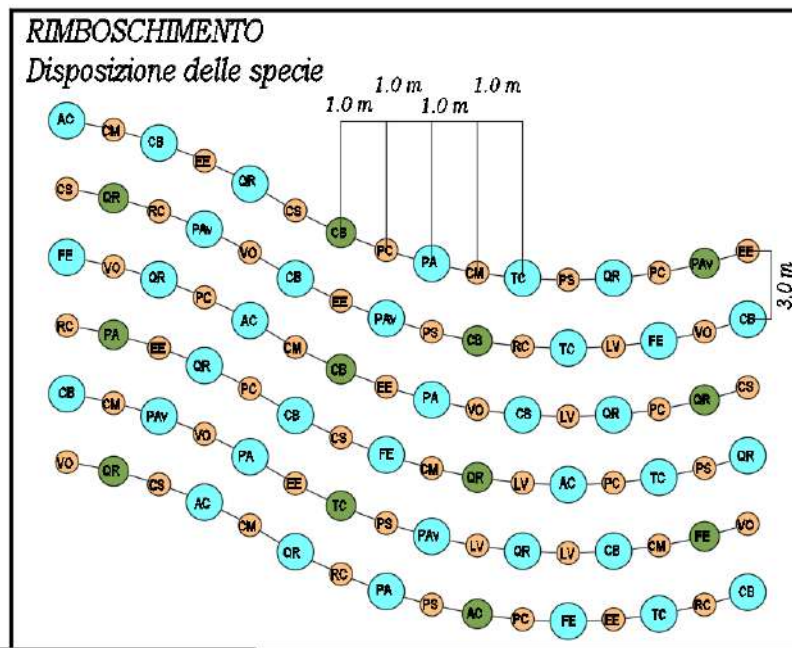
Sono riportate di seguito le specie di previsto impiego unitamente alle sigle che le rappresentano negli schemi di sesto d'impianto presenti nel seguito del paragrafo.

SPECIE DI PREVISTO IMPIEGO		ARBUSTI	
	Nuclei arbustivi (CM, CS, EE, LV, VO)	CS	<i>Cornus sanguinea</i>
	Nuclei arbustivi igrofili (VO, SE, SP)	CM	<i>Crataegus monogyna</i>
	Siepi arbustive (CM, CS, EE, LV, SE, SP, VO)	EE	<i>Eurogymnus europaeus</i>
Rimboschimenti:		LV	<i>Ligustrum vulgare</i>
		PS	<i>Prunus spinosa</i>
	Alberi a pronto effetto (AC, CB, FE, PA, PAu, QR, TC)	PC	<i>Pyracantha coccinea</i>
	Alberi giovani (AC, CB, FE, PA, PAu, QR, TC)	RC	<i>Rosa canina</i>
	Arbusti (CM, CS, EE, LV, FC, PS, RC, VO)	SE	<i>Salix eleagnos</i>
	Prato arborato (AC, CB, FE, PA, PAu, QR, TC)	SP	<i>Salix purpurea</i>
		VO	<i>Viburnum opulus</i>
		<b>ALBERI</b>	
		AC	<i>Acer campestre</i>
		CB	<i>Carpinus betulus</i>
		FE	<i>Fraxinus excelsior</i>
		PA	<i>Populus alba</i>
		PAu	<i>Prunus avium</i>
		QR	<i>Quercus robur</i>
		TC	<i>Tilia cordata</i>



Rimboschimenti – Intervento tipo R

Messa a dimora di formazioni boscate naturaliformi costituite da specie arbustive e arboree autoctone. Schema d'impianto che segue linee sinusoidali per permettere un agevole accesso alle piantumazioni durante i primi anni dall'impianto (attività manutentive) e portare alla formazione di un bosco di aspetto naturale a specie affermate. Schema d'impianto:



Quantitativi di previsto impiego:

Intevento	mq	Alberi a pronto effetto (2.0-2.5 m all'impianto)						
		AC	CB	FE	PA	Pav	QR	TC
R 01	1550	14	28	14	14	14	28	14
R 02	450	4	8	4	4	4	8	4
R 03	5375	48	96	48	48	48	96	48
R 04	2080	18	37	18	18	18	37	18
R 05	4920	44	87	44	44	44	87	44
R 06	3570	32	63	32	32	32	63	32
R 07	5270	47	94	47	47	47	94	47
R 07 BIS	1840	16	33	16	16	16	33	16
R 08	760	7	14	7	7	7	14	7
R 09	880	8	16	8	8	8	16	8
R 10	935	8	17	8	8	8	17	8
R 11	980	9	17	9	9	9	17	9
R 11 BIS	3630	32	65	32	32	32	65	32
R 12	1060	9	19	9	9	9	19	9
	33300	296	592	296	296	296	592	296

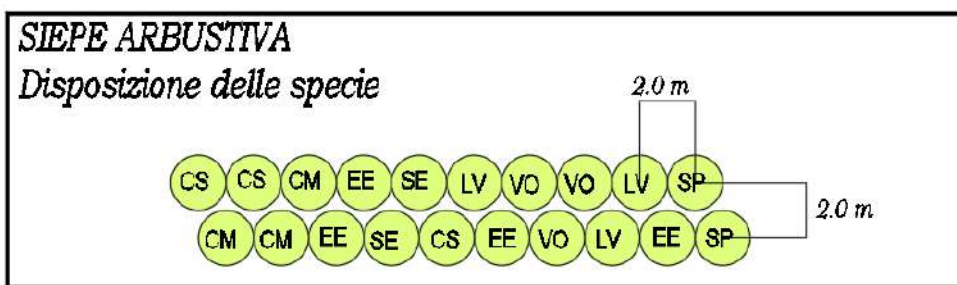
Intevento	mq	Alberi giovani (0.8-1.0 m all'impianto)						
		AC	CB	FE	PA	Pav	QR	TC
R 01	1550	3	10	3	3	3	14	3
R 02	450	1	3	1	1	1	4	1
R 03	5375	12	36	12	12	12	48	12
R 04	2080	5	14	5	5	5	18	5
R 05	4920	11	33	11	11	11	44	11
R 06	3570	8	24	8	8	8	32	8
R 07	5270	12	35	12	12	12	47	12
R 07 BIS	1840	4	12	4	4	4	16	4
R 08	760	2	5	2	2	2	7	2
R 09	880	2	6	2	2	2	8	2
R 10	935	2	6	2	2	2	8	2
R 11	980	2	7	2	2	2	9	2
R 11 BIS	3630	8	24	8	8	8	32	8
R 12	1060	2	7	2	2	2	9	2
	33300	74	222	74	74	74	296	74

Intevento	mq	Arbusti (0.4 m all'impianto)							
		CM	CS	EE	LV	PC	PS	RC	VO
R 01	1550	24	17	24	17	24	17	17	24
R 02	450	7	5	7	5	7	5	5	7
R 03	5375	84	60	84	60	84	60	60	84
R 04	2080	32	23	32	23	32	23	23	32
R 05	4920	77	55	77	55	77	55	55	77
R 06	3570	56	40	56	40	56	40	40	56
R 07	5270	82	59	82	59	82	59	59	82
R 07 BIS	1840	29	20	29	20	29	20	20	29
R 08	760	12	8	12	8	12	8	8	12
R 09	880	14	10	14	10	14	10	10	14
R 10	935	15	10	15	10	15	10	10	15
R 11	980	15	11	15	11	15	11	11	15
R 11 BIS	3630	56	40	56	40	56	40	40	56
R 12	1060	16	12	16	12	16	12	12	16
	33300	518	370	518	370	518	370	370	518

### Siepi arbustive – Intervento tipo SI

Formazione di siepi arbustive a doppio filare costituite da specie autoctone disposte a quinconce. Intervento con duplice funzione: paesaggistica (per l'inserimento dell'infrastruttura in prossimità di nuclei abitati e in assenza di altre tipologie d'intervento a verde e per allestire i margini stradali (scarpate) in funzione di corridoio ecologico di nuova formazione,

Segue lo schema d'impianto con disposizione tipo delle specie.



Quantitativi di previsto impiego:

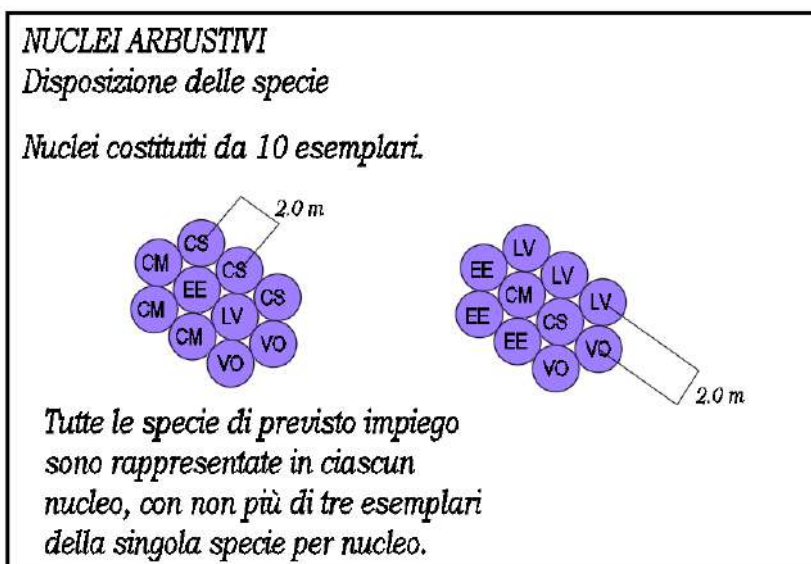
Arbusti (0.4 m all'impianto)

Intevento	ml	CM	CS	EE	LV	SE	SP	VO
Si 01	230	35	35	35	35	23	23	35
Si 02	55	8	8	8	8	6	6	8
Si 03	290	44	44	44	44	29	29	44
Si 04	290	44	44	44	44	29	29	44
Si 05	160	24	24	24	24	16	16	24
Si 06	135	20	20	20	20	14	14	20
Si 07	580	87	87	87	87	58	58	87
Si 08	165	25	25	25	25	17	17	25
Si 09	115	17	17	17	17	12	12	17
Si 10	150	23	23	23	23	15	15	23
Si 11	120	18	18	18	18	12	12	18
Si 12	55	8	8	8	8	6	6	8
Si 13	115	17	17	17	17	12	12	17
Si 14	185	28	28	28	28	19	19	28
Si 15	75	11	11	11	11	8	8	11
Si 16	140	21	21	21	21	14	14	21
	<b>2860</b>	<b>429</b>	<b>429</b>	<b>429</b>	<b>429</b>	<b>286</b>	<b>286</b>	<b>429</b>

Nuclei arbustivi – Intervento tipo NA

Formazione di nuclei di 10 arbusti autoctoni ciascuno composto da tre specie. Messa a dimora di 1 nucleo ogni 50 mq di intervento.

Di seguito lo schema d'impianto con la disposizione tipo delle specie.



Quantitativi di previsto impiego:

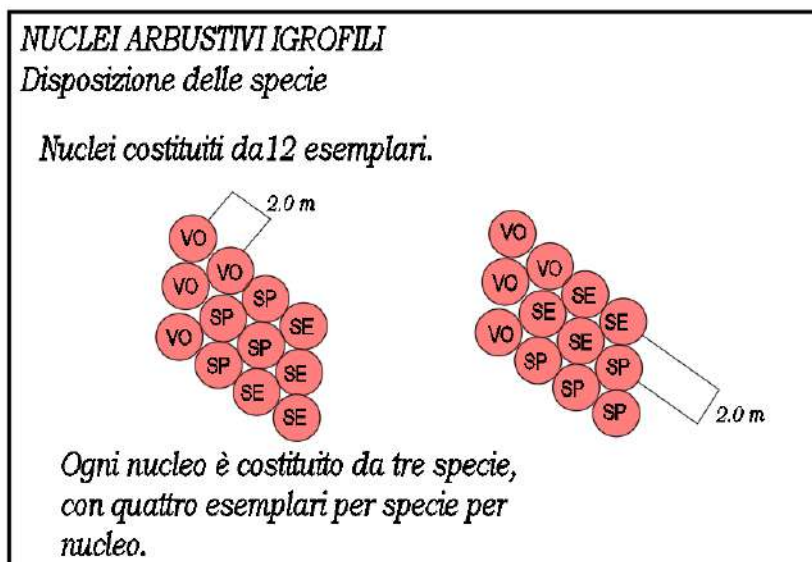
Arbusti (0.4 m all'impianto)

Intevento	m <sup>2</sup>	CM	CS	EE	LV	VO
NA 01	120	4	4	4	4	4
NA 02	400	16	16	16	16	16
NA 03	155	7	7	5	5	6
NA 04	1730	68	68	68	68	68
NA 05	500	20	20	20	20	20
NA 06	405	16	16	16	16	16
NA 07	385	15	15	13	13	14
NA 08	165	7	7	5	5	6
NA 09	530	21	21	21	21	21
	<b>4390</b>	<b>174</b>	<b>174</b>	<b>168</b>	<b>168</b>	<b>171</b>

*Nuclei arbustivi igrofilo – Intervento tipo NA1*

Intervento previsto in prossimità dei corsi d'acqua attraversati, con formazione di nuclei di 12 arbusti autoctoni, con tre specie rappresentate per ciascun nucleo. Messa a dimora di 1 nucleo ogni 60 m<sup>2</sup> di intervento.

Di seguito lo schema d'impianto e la sistemazione tipo degli arbusti.



Quantità di previsto impiego:

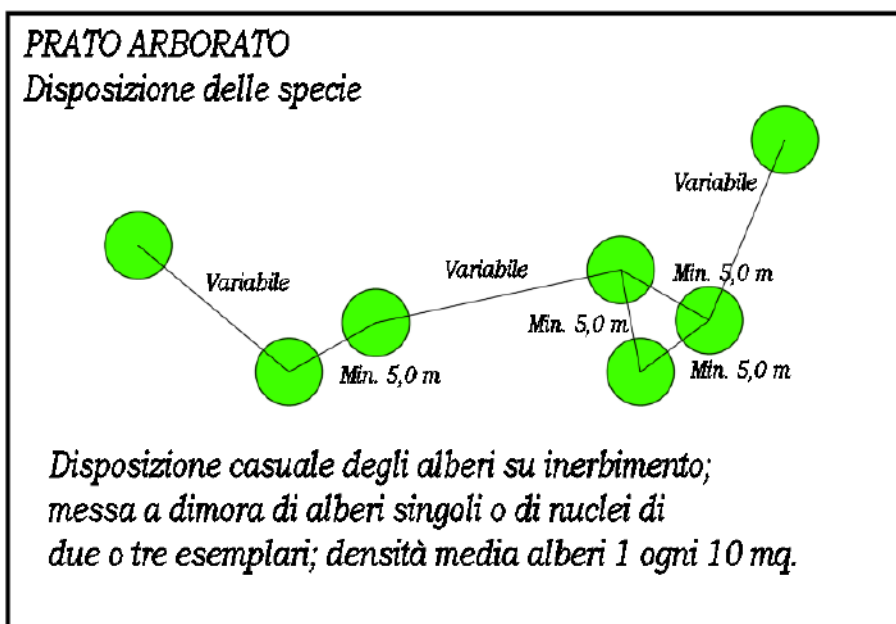
Arbusti (0.4 m all'impianto)

Intevento	m <sup>q</sup>	SE	SP	VO
Nai 01	535	32	32	32
Nai 02	625	40	40	40
Nai 03	835	52	52	52
Nai 04	665	44	44	44
	<b>2660</b>	<b>168</b>	<b>168</b>	<b>168</b>

Prato arborato – Intervento tipo PA

Intervento previsto in aree di dimensioni ridotte o forma tale da non renderle idonee alla messa a dimora di formazioni boscate. In corrispondenza di tali superfici, inerbite, verranno messi a dimora alberi singoli o in gruppi di due e tre. Densità media d'impianto pari a 1 albero ogni 10 m<sup>q</sup> di intervento.

Segue lo schema d'impianto, la disposizione delle specie sarà casuale tra quelle indicate nella tabella riportata alla fine del paragrafo 10.2 precedente.



Quantità di previsto impiego:

Alberi a pronto effetto (2.0-2.5 m all'impianto)

Intevento	mq	AC	CB	FE	PA	Pav	QR	TC
PA 01	430	4	11	4	4	4	11	4
PA 02	480	5	12	5	5	5	12	5
PA 03	1020	10	26	10	10	10	26	10
PA 04	865	9	22	9	9	9	22	9
PA 05	580	6	15	6	6	6	15	6
PA 06	815	8	20	8	8	8	20	8
PA 07	1310	13	33	13	13	13	33	13
PA 08	430	4	11	4	4	4	11	4
	<b>5930</b>	<b>59</b>	<b>148</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>148</b>	<b>59</b>

### Recupero aree di cantiere

La maggior parte delle aree di cantiere saranno oggetto di recupero vegetazionale utilizzando le tipologie d'intervento a verde appena descritte (superfici d'inerbimento, esemplari arborei e arbustivi quantificati nei paragrafi precedenti). Il recupero delle aree di cantiere comprende la realizzazione dei seguenti interventi a verde:

- Cantiere base B1:
  - Tipologia d'intervento a verde: inerbimento (intervento esteso ad aree residuali limitrofe a quella di cantiere):
  - Codice intervento: I 03:
  - Superficie intervento: 1650 mq;
- Area di servizio CS2:
  - Tipologia d'intervento: rimboschimento;
  - Codice d'intervento: R 07 BIS;

- Superficie d'intervento: 1840 mq;
- Cantiere base B2:
  - Tipologia d'intervento: inerbimento;
  - Codice intervento: I 02;
  - Superficie d'intervento: 365 mq;
- Cantiere di servizio CS3:
  - Tipologie d'intervento: inerbimento e rimboschimento;
  - Codici intervento: I 01 e R 11 BIS;
  - Superfici d'intervento:
    - Inerbimento I 01: 2510 mq;
    - Rimboschimento R 11 BIS: 3630 mq;
- Cantiere base B3:
  - Tipologia d'intervento: nuclei arbustivi (intervento esteso ad area di difficile coltivabilità limitrofa a quella di cantiere);
  - Codice intervento: NA 09;
  - Superficie d'intervento: 530 mq.

Il progetto, inoltre, prevede il recupero al precedente uso agricolo della superficie di cantiere prevista in corrispondenza del cantiere di servizio CS1:

- Recupero agricolo RAG 1: 9830 mq.

Il recupero agricolo sarà realizzato secondo le modalità seguenti:

- Rimozione e stoccaggio del terreno fertile presente in sito preliminarmente ad ogni altra lavorazione: strato di 50 cm;
- Stoccaggio del materiale rimosso rispettando le misure di conservazione della fertilità descritte precedentemente (paragrafo "*Conservazione della risorsa pedologica*"), compreso l'eventuale inerbimento protettivo nel caso in cui la permanenza dei cumuli di scotico sia destinata a perdurare oltre la stagione vegetativa successiva a quella di costituzione dei cumuli stessi; lo stoccaggio avverrà separatamente per gli orizzonti pedologici presenti;
- Eventuale messa in opera delle misure integrative della fertilità descritte precedentemente, qualora se ne constati la necessità;
- Ristesa del terreno fertile rispettando l'originaria successione degli orizzonti pedologici stoccati separatamente;
- Lavorazione del terreno propedeutiche alla ripresa dello sfruttamento agricolo:
  - aratura fino a 40 cm di profondità oppure ripuntatura (con ripuntatore a 3 o 5 punte di altezza minima 70 cm) per frantumare lo strato superficiale;

- modellazione della terra avendo cura di predisporre un adeguato reticolo di sgrondo delle acque di ruscellamento, con adeguata pendenza;
- erpicatura con profondità minima di lavoro 15 cm e passaggi ripetuti ed incrociati per ottenere uno sminuzzamento del terreno.

### Inerbimenti

Sono riepilogate di seguito le superfici d'inerbimento relative agli interventi arboreo-arbustivo e alle aree di intervento a verde dove è previsto il solo inerbimento (per l'ubicazione delle superfici in oggetto si faccia riferimento alle 3 planimetrie di progetto degli interventi a verde).



**Aree di inerbimento  
(escluse scarpate stradali)**

Cod. intervento	mq
I 01	2510
I 02	365
I 03	1650
PA 01	430
PA 02	480
PA 03	1020
PA 04	865
PA 05	580
PA 06	815
PA 07	1310
PA 08	430
NA 01	120
NA 02	400
NA 03	155
NA 04	1730
NA 05	500
NA 06	405
NA 07	385
NA 08	165
NA 09	530
Nai 01	535
Nai 02	625
Nai 03	835
Nai 04	665
Si 01	230
Si 02	55
Si 03	290
Si 04	290
Si 05	160
Si 06	135
Si 07	580
Si 08	165
Si 09	115
Si 10	150
Si 11	120
Si 12	55
Si 13	115
Si 14	185
Si 15	75
Si 16	140
R 01	1550
R 02	450
R 03	5375
R 04	2080
R 05	4920
R 06	3570
R 07	5270

R 07 BIS	1840
R 08	760
R 09	880
R 10	935
R 11	980
R 11 BIS	3630
R 12	1060
RO 01	565
RO 02	345
RO 03	575
RO 04	410
RO 05	315
RO 06	345
RO 07	415
RO 08	300
<b>TOTALE</b>	<b>56935</b>

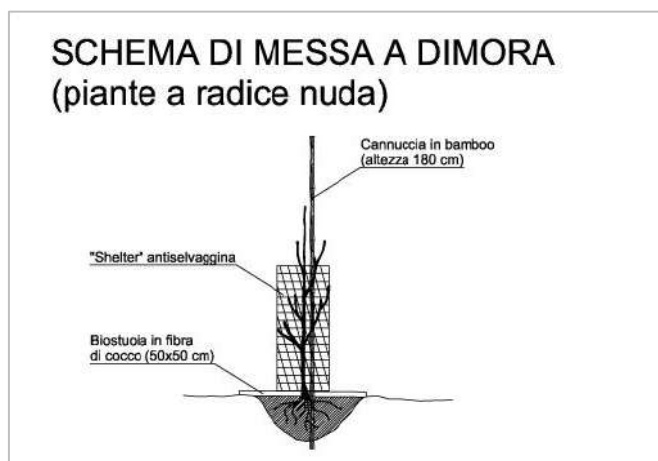
Gli inerbimenti verranno realizzati mediante idrosemina e verrà utilizzata una composizione specifica “tipo Wildflowers” con elevata valenza estetico-paesaggistica e in grado di offrire opportunità trofiche per la micro e mesofauna (fiori e nettare per entomofauna impollinatrice e farfalle, semi per gli uccelli e piccoli roditori, ecc.). Sono indicate di seguito le specie di previsto impiego e le relative percentuali:

- *Lolium perenne* 10%;
- *Festuca rubra* 26%;
- *Poa pratensis* 13%;
- *Bromus erectus* 13%;
- *Trifolium pratense* 10%;
- *Onobrychis sativa* 10%;
- *Achillea millefolium* 2%;
- *Centaurea cyanus* 2%;
- *Daucus carota* 2%;
- *Galium verum* 2%;
- *Hypericum perforatum* 2%;
- *Knautia arvensis* 2%;
- *Malva sylvestris* 2%;
- *Matricaria chamomilla* 2%;
- *Silene alba* 2%.

#### 4.4.9.2.2.6 METODICA DI MESSA A DIMORA DELLE PIANTE

A seguire si riportano lo schema di messa a dimora delle piante

### Schema di messa a dimora di piante a radice nuda



### *Preparazione delle buche di piantagione*

Le dimensioni delle buche destinate ad accogliere il materiale di propagazione dovranno essere tali da ospitare con generosità l'intero apparato radicale e rispettare la quota del colletto radicale, non determinandone cioè in nessun caso una disposizione forzata, né tanto meno innaturali piegature o rotture. Nella maggior parte dei casi, la messa a dimora delle piantine avverrà in terreno oggetto di preventiva lavorazione agraria e la fase di preparazione delle buche potrà quindi svolgersi in modo molto agevole, attraverso una semplice movimentazione manuale del terreno smosso oppure, mediante ausilio di attrezzature portatili.

Sulle scarpate stradali e sulle sponde di rogge e canali, invece, il terreno si presenterà compatto e, di conseguenza, si dovrà provvedere allo scavo di una vera e propria buca delle dimensioni medie di 40x40x40 cm.

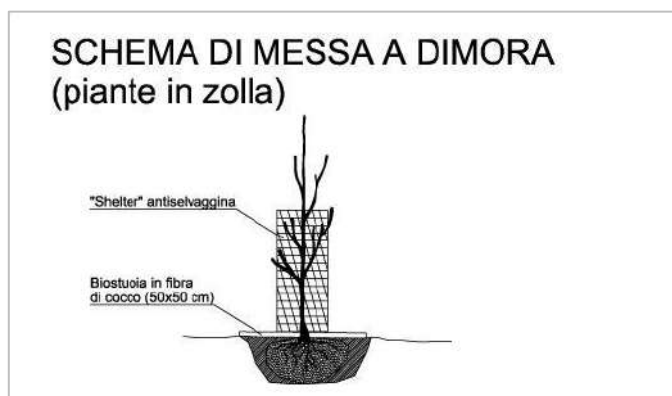
### *Messa a dimora*

La corretta posa di una piantina consisterà comunque nella creazione di un piccolo dosso in terra, sul quale la piantina rimarrà sempre ben diritta e con il colletto a livello del suolo. Particolare attenzione dovrà poi essere posta nel riempimento della buca e nel compattamento del terreno di ricolma, a favorirne il buon assestamento e l'eliminazione delle sacche d'aria.

In tutti i casi, sarà importante che al termine dell'operazione siano ridotti al minimo i rischi di ristagno idrico per le piantine messe a dimora e, comunque, favorita attorno a ciascuna di esse una ritenzione localizzata dell'acqua d'irrigazione. Per questa ragione si prevede, in particolar modo per gli impianti su scarpata, la formazione di una piccola depressione attorno a ciascun individuo con diametro esterno pari a 40 cm e con distanza dal colletto non inferiore a 10 cm.

Subito dopo la messa a dimora le piante devono essere irrigate con una quantità d'acqua variabile da 10 a 20 l.

Schema di messa a dimora di piante in zolla



Preparazione delle buche di piantagione

La buca di piantagione non deve avere una profondità maggiore dell'altezza della zolla. Le pareti della buca devono avere una certa inclinazione, in modo che l'ampiezza risulti maggiore in superficie. Tale ampiezza deve essere almeno il doppio di quella della zolla.

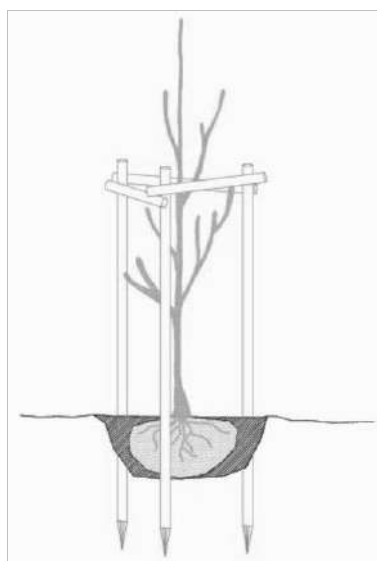
Messa a dimora

Nella fase di messa a dimora deve essere rispettato in modo assoluto la quota del colletto radicale, in modo che risulti posizionata alla stessa quota del livello di campagna, per cui la profondità della buca deve essere pari all'altezza della zolla.

Eseguita la messa a dimora si deve procedere alla lavorazione del terreno intorno alla buca, in modo da facilitare la penetrazione delle radici che si sviluppano in modo radiale e superficiale.

Subito dopo la messa a dimora le piante devono essere irrigate con una quantità d'acqua variabile da 20 a 30 l.

Schema di messa a dimora di alberi di grandi dimensioni con pali tutori



4.4.9.2.2.7 CALENDARIO DEL VERDE

Nella tabella che segue sono indicati i periodi idonei alla realizzazione degli impianti a verde in progetto, in base alle caratteristiche del contesto territoriale d'intervento e del materiale vivaistico di previsto impiego

Interventi	MESE											
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Messa a dimora di piante radicate (alberi e arbusti)	Red	Red	Green	Green	Green with plant icon	Yellow	Red	Red	Green	Yellow	Yellow	Red
Inerbimenti	Red	Red	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red
Sfalei manutentivi	Red	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Red

LEGENDA



Periodo ottimale



Estensione del periodo adatto adoperando piantine in zolla o contenitore



Periodo limitatamente adatto o a rischio



Periodo inadatto

4.4.9.2.3 Interventi di prevenzione e mitigazione delle potenziali emissioni di inquinanti

Le modalità di conduzione dei cantieri prevederanno specifiche misure di prevenzione di qualunque rilascio di inquinanti presso le aree di intervento; si segnala, in particolare, che:

- Nelle aree di cantiere non saranno presenti serbatoi di carburanti e olii;
- I rifornimenti delle macchine operatrici avverranno esternamente alle aree d'intervento;
- Qualora i rifornimenti, per comprovata necessità, dovessero avvenire internamente alle aree di cantiere, essi verranno effettuati mediante serbatoi mobili omologati dal Ministero dei Trasporti, marcati UN, di dimensioni contenute tali da potere essere direttamente conferiti in cantiere su autocarri; in quanto dotati di vano pompa e gruppo di erogazione il rifornimento potrà essere effettuato direttamente dal cassone dell'autocarro, senza necessità di movimentare il serbatoio; al fine di aumentare ulteriormente la protezione delle matrici ambientali, durante il rifornimento sarà stesa, al di sotto del mezzo da rifornire, una guaina impermeabile in grado di contenere l'eventuale fluido fuoriuscito, il quale potrà così essere aspirato e allontanato prima che raggiunga il suolo, il sottosuolo o le acque superficiali e sotterranee.

In caso di sversamenti accidentali di carburante, olii o altri inquinanti sul suolo si provvederà all'immediata asportazione degli inquinanti mediante lavaggio con acqua in pressione e l'utilizzo di materiale assorbente. I suoli contaminati verranno asportati e conferiti a idoneo impianto di smaltimento.

Per quanto riguarda la prevenzione degli sversamenti accidentali nei corpi idrici superficiali avvicinati dalle attività di cantiere è previsto il costante controllo della qualità delle acque interessate, confrontando i seguenti parametri a monte e a valle dell'area di lavorazione:

- Temperatura;
- Ossigeno disciolto;
- Potenziale RedOx;
- pH;
- Conducibilità elettrica;
- Torbidità;
- Idrocarburi totali.

Le attività di monitoraggio dei parametri chimico-fisici suddetti avrà luogo in corrispondenza di ogni area di cantiere prossima ai corpi idrici e avrà durata pari a quella di attività della singola area di lavorazione. Le attività di controllo prevederanno tre condizioni:

- *Monitoraggio di sorveglianza:* corrispondente alla cadenza di monitoraggio standard pari ad una campagna di misura, a monte e a valle dell'area di lavorazione, ogni mese di attività oppure in occasione di fenomeni di sversamento riscontrati;
- *Monitoraggio di attenzione:* quando, durante il monitoraggio di sorveglianza, anche uno solo dei valori dei parametri di monitoraggio a valle dell'area di lavorazione sarà superiore rispetto al corrispettivo valore a monte di questa, con un incremento compreso tra 25% e 50%; l'entrata nella condizione di attenzione comporterà l'intensificarsi delle operazioni di monitoraggio con l'effettuazione di misure settimanali o concomitanti con episodi di sversamento accidentale riscontrati, sempre a monte e a valle dell'area di lavorazione;
- *Monitoraggio di intervento:* condizione che si verifica quando anche uno solo dei valori di monitoraggio a valle dell'area di cantiere supera di più del 50% l'analogo valore a monte durante una delle campagne di misura dei due punti precedenti; in questo il monitoraggio assumerà cadenza giornaliera, a monte e a valle dell'area di cantiere, e verranno messe in pratica le misure di identificazione della sorgente inquinate e di trattamento riepilogate di seguito.

In caso di sversamento accidentale nelle acque della rete irrigua locale che comporterà l'entrata nella fase di monitoraggio d'intervento verranno tempestivamente messe in pratica le opportune misure di contenimento e bonifica quali:

- Identificazione e interruzione del flusso contamente;

- Derivazione provvisoria delle portate liquide: messa in posa di barriere trasversali all'alveo contro la propagazione dell'inquinata;
- Prosciugamento mediante autobotte con motopompa aspirante della fase liquida inquinata.

Ogni passaggio tra le condizioni di monitoraggio di sorveglianza, attenzione e intervento verranno tempestivamente comunicati agli Enti competenti.

I valori di monitoraggio misurati, gli eventuali passaggi tra le 3 condizioni di monitoraggio previste e le eventuali misure di contenimento/risoluzione di sversamenti saranno oggetto di un apposito elaborato riassunti da prodursi al termine della fase di costruzione.

#### **4.4.9.2.4 Interventi di prevenzione del sollevamento di polveri**

Le condizioni di potenziale impatto sono connesse da un lato alla presenza di aree sterrate (cantieri e piste) con temporanei accumuli di terreno nei cantieri ed al transito di mezzi operativi, dall'altro alla presenza di vento, che costituisce il fattore di dispersione delle polveri.

Una prima misura di contenimento della dispersione di polveri riguarda la bagnatura delle superfici sterrate. Un intervento di bagnatura sistematica (2 volte al giorno sull'area completa) si stima che possa ridurre le emissioni di polvere al 50%. In caso di presenza di cumuli gli interventi di bagnatura potranno essere sostituiti dalla copertura degli stessi. Tale intervento verrà effettuato nelle situazioni di presenza di vento a cantiere aperto per tutte le situazioni di cantiere in area urbana e, al di fuori dei centri abitati, in presenza di abitazioni entro il raggio di 100 m dall'area di cantiere. Per il contenimento delle emissioni di polveri connesse al transito dei mezzi di cantiere si prevede inoltre:

- la copertura dei mezzi in caso di trasporto di materiali polverulenti;
- l'obbligo di transito dei mezzi di cantiere a velocità ridotta sulle superfici sterrate (aree e piste di cantiere).
- Per quanto riguarda la tipologia di mezzi di cantiere e di trasporto di previsto utilizzo, al fine di limitare le emissioni di inquinanti in atmosfera, verranno utilizzate macchine rispondenti ai limiti di omologazione previsti dalle norme comunitarie così come recepiti dalla normativa nazionale e, preferibilmente, nell'ambito del parco macchine disponibile sul mercato, quelle che presentano i più bassi livelli di emissione.
-

#### 4.4.9.3 Interventi di monitoraggio

Gli interventi di monitoraggio ambientale in fase di cantiere, in relazione alle componenti ambientali qui analizzate, riguarderanno la verifica dei seguenti aspetti.

##### 4.4.9.3.1 Monitoraggio in fase di cantiere del terreno di scotico

Il monitoraggio avverrà attraverso l'effettuazione di sopralluoghi periodici in corrispondenza delle aree di stoccaggio del terreno di scotico.

Nel corso dei sopralluoghi verrà verificata la corretta applicazione delle norme di conservazione espresse nel precedente paragrafo "Conservazione della risorsa pedologica".

I sopralluoghi avranno cadenza bimestrale e forniranno l'occasione per proporre eventuali misure correttive indirizzate a massimizzare la conservazione della fertilità dei terreni movimentati.

Il primo sopralluogo avverrà in concomitanza con le operazioni di scotico.

##### 4.4.9.3.2 Monitoraggio relativo alla presenza di specie vegetali esotiche invasive

Consistente nell'effettuazione di sopralluoghi di monitoraggio in corrispondenza delle aree di lavorazione e nell'immediato intorno durante in quali verrà documentata l'eventuale presenza e il grado di diffusione di specie vegetali alloctone invasive.

Il monitoraggio riguarderà la fase di cantiere ma anche quelle di ante e post-operam.

In fase ante-operam è prevista l'effettuazione di un sopralluogo prima dell'apertura delle aree di lavorazione, da effettuarsi preferibilmente in periodo primaverile.

In corso d'opera è prevista l'effettuazione di sopralluoghi con cadenza bimestrale in corrispondenza delle aree di volta in volta oggetto di lavorazione.

Qualora si constati la presenza di specie esotiche invasive verranno tempestivamente resi noti gli avvistamenti agli Enti competenti in materia e saranno messe in pratica le seguenti misure di prevenzione, gestione, lotta e contenimento:

- Effettuazione, in accordo con gli Enti competenti, di interventi di eliminazione e/o contenimento delle specie invasive identificate in base alle indicazioni disponibili in letteratura in relazione all'efficacia delle differenti tecniche d'intervento nei riguardi delle singole specie;
- Gli eventuali interventi di taglio, sfalcio, eradicazione delle specie esotiche invasive verranno effettuati prima della fioritura, in maniera tale da impedire la produzione del seme;
- Nel caso di interventi di taglio e/o eradicazione di specie invasive in corrispondenza delle aree di cantiere o nell'immediato intorno, le superfici interessate saranno ripulite dai residui vegetali in modo da ridurre i rischi di disseminazione e moltiplicazione; particolare attenzione sarà posta alla pulizia delle macchine impiegate.
- Le piante tagliate ed i residui vegetali dovranno essere raccolti con cura e smaltiti come rifiuti garantendone il conferimento o ad un impianto di incenerimento oppure ad un impianto di compostaggio industriale nel quale sia garantita l'inertizzazione del materiale conferito. Durante il trasporto verranno adottate le idonee misure necessarie ad impedire la dispersione del materiale;



- Nel caso di rinvenimento di specie esotiche velenose, urticanti e/o allergizzanti per cui sono previste attività di contenimento, saranno applicate idonee misure per la sicurezza e salute dei lavoratori.

#### 4.4.10 FASE DI ESERCIZIO – IDENTIFICAZIONE E VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI

##### 4.4.10.1 Potenziali impatti

Gli impatti potenziali nei confronti delle matrici ambientali esaminate, ascrivibili alla fase di esercizio della strada in progetto, possono essere così identificati:

- Effetto barriera dell'infrastruttura che si oppone agli spostamenti faunistici locali;
- Presenza residua di specie vegetali esotiche invasive in corrispondenza delle ex-aree di lavorazione e nell'intorno di queste;
- Non permanenza in campo degli interventi a verde di inserimento paesaggistico e ambientale con conseguente impoverimento della componente vegetale locale e il pericolo di espansione della vegetazione alloctona invasiva.

##### 4.4.10.2 Interventi di mitigazione

###### 4.4.10.2.1 Prevenzione "dell'effetto barriera"

Il potenziale effetto barriera derivante dall'opposizione della strada qui esaminata agli spostamenti faunistici sarà prevenuto dall'elevata permeabilità faunistica dell'infrastruttura stessa.

Gli spostamenti animali per esigenze trofiche saranno possibili utilizzando due categorie di varchi:

- Varchi faunistici primari: costituiti dai ponti di attraversamento dei numerosi corpi idrici intercettati; il passaggio sarà possibile a lato dei corpi idrici stessi;
- Varchi faunistici secondari: rappresentati dai tombini idraulici, potenzialmente utilizzabili dalla fauna in assenza di acqua nei medesimi.

#### **4.4.10.2.2 Presenza residua di specie vegetali esotiche invasive**

Il potenziale impatto derivante dalla diffusione, a causa dell'operatività delle aree di lavorazione per la realizzazione della strada in progetto, sarà prevenuto mediante la prosecuzione delle attività di monitoraggio nei 3 anni successivi alla realizzazione dell'opera e alla messa in pratica delle opportune misure di lotta e contenimento qualora se ne riscontrasse la necessità (si veda anche il successivo paragrafo "Proseguimento del monitoraggio relativo alla presenza di specie vegetali esotiche invasive", il quale fornisce le tempistiche di monitoraggio stabilite).

#### **4.4.10.2.3 Persistenza in campo degli interventi a verde di inserimento paesaggistico e ambientale**

La persistenza in campo delle formazioni a verde di nuova formazione sarà garantita dall'applicazione del piano di monitoraggio e di manutenzione descritto nel successivo paragrafo "Monitoraggio e manutenzione degli interventi a verde di inserimento paesaggistico e ambientale".

### **4.4.10.3 Interventi di monitoraggio**

#### **4.4.10.3.1 Proseguimento del monitoraggio relativo alla presenza di specie vegetali esotiche invasive**

Proseguimento triennale del monitoraggio relativo alla presenza di specie esotiche invasive in corrispondenza delle ex-aree di lavorazione al fine di verificare la presenza residua delle suddette specie e programma eventuali interventi di lotta/contenimento in accordo con gli Enti competenti in materia. Nei 3 anni di monitoraggio post-operam saranno effettuate due campagne all'anno di monitoraggio, durante in periodi maggiormente idonei a contattare le specie esotiche invasive in oggetto, ovvero durante il periodo primaverile e quello autunnale.

Le modalità di monitoraggio saranno analoghe a quanto detto nel precedente paragrafo relativo al monitoraggio invasive in fase ante-operam e di cantiere.

#### **4.4.10.3.2 Monitoraggio e manutenzione degli interventi a verde di inserimento paesaggistico e ambientale**

Gli argomenti monitoraggio e manutenzione degli interventi a verde in progetto sono qui trattati assieme in quanto strettamente connessi e interdipendenti. Un costante monitoraggio e una manutenzione corretta consentono di porre le basi per una buona persistenza della copertura vegetale e di valorizzare la qualità degli interventi realizzati. Poiché legato a opere di sistemazione caratterizzate da componente biologica difficilmente prevedibile, il piano di manutenzione delle opere di sistemazione a verde delinea interventi come è prevedibile possano rendersi necessari in condizioni normali di crescita delle piante, non potendo tenere conto delle condizioni stagionali future e delle capacità di attecchimento degli esemplari vegetali messi a dimora. Al fine di verificare le eventuali ulteriori necessità di manutenzione del verde sarà predisposto un piano di monitoraggio dei siti d'intervento con le caratteristiche specificate nel seguito di questo paragrafo

La manutenzione avrà carattere maggiormente intensivo nei primi anni di impianto al fine di assicurare un omogeneo insediamento delle piante. Si prevede, in particolare, che la manutenzione sulle opere a verde sia più frequente nei primi due anni di vita dell'opera in modo da garantire l'attecchimento del materiale vegetale ed assicurare la copertura nelle aree verdi in progetto. Successivamente, dal secondo anno, le cure colturali tenderanno a diradarsi nel tempo, per una durata di ulteriori 3 anni, fino a raggiungere una durata complessiva delle operazioni di manutenzione pari a 5 anni.

Il programma di manutenzione è suddiviso, pertanto, tra interventi previsti durante i primi due anni dall'impianto: "Prima fase di manutenzione" e la manutenzione ordinaria e continuativa successiva: "Manutenzione ordinaria".

### Prima fase di manutenzione

Durata: 2 anni dal completamento della totalità delle opere a verde.

Tempistica:

- Effettuazione di sopralluoghi periodici di monitoraggio dello stato vegetativo degli impianti: 4 all'anno
- Irrigazioni: 1 bagnamento al momento della messa a dimora; 2 bagnamenti nei 15 giorni successivi; 1 bagnamento ogni 10 giorni nella stagione vegetativa;
- Eliminazione e sostituzione delle piante morte (fallanze): quando occorre;
- Rinnovo delle aree non attecchite del manto erboso: quando occorre;
- Sfalciatura del manto erboso: ogni 30 giorni da marzo a giugno; 40 giorni nella parte restante dell'anno
- Potature di formazione: quando occorre;
- Ripristino della verticalità delle piante: quando occorre;
- Controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere: quando occorre
- Concimazioni: 1 all'anno durante il periodo vegetativo;
- Alberi: formazione e pulizia del tornello: 3 interventi all'anno nella stagione vegetativa e 2 nel periodo invernale
- Alberi: controllo delle legature: 4 all'anno;
- Arbusti: sarchiatura: 1 all'anno (inizio primavera);
- Arbusti: taglio in funzione dell'epoca della fioritura: 1 all'anno;
- Manto erboso: rullatura: 1 all'anno (dopo il riposo invernale).

### Manutenzione successiva

Dal termine della Prima fase di manutenzione per 3 anni, cioè fino al quinto anno dal completamento della totalità delle opere a verde.

Gli interventi manutentivi previsti avranno, come di seguito evidenziato, esclusivo carattere di soccorso e saranno eseguiti, pertanto, qualora e quando se ne constati la necessità.

Fanno eccezione a quanto detto sopra i sopralluoghi periodici di controllo, che verranno svolti con cadenza prefissata (4 all'anno) proprio per evidenziare le eventuali necessità manutentive.

Tempistica:

- Effettuazione di sopralluoghi periodici di monitoraggio dello stato vegetativo degli impianti: 4 all'anno;
- Irrigazioni di soccorso: quando occorre;
- Sfalcio del manto erboso: quando occorre;
- Rimozione parti morte o danneggiate delle piante: quando occorre;
- Potature di mantenimento: quando occorre.

Quadro riepilogativo delle tempistiche

*Prima fase di manutenzione*

Corrispondente a 2 anni dal completamento della totalità delle opere a verde.

Effettuazione di sopralluoghi periodi di monitoraggio dello stato vegetativo degli impianti	4 all'anno
Irrigazioni	1 bagnamento al momento della messa a dimora; 2 bagnamenti nei 15 giorni successivi; 1 bagnamento ogni 10 giorni nella stagione vegetativa
Eliminazione e sostituzione delle piante morte (fallanze)	Quando occorre
Rinnovo delle aree non attecchite del manto erboso	Quando occorre
Sfalcio del manto erboso	Frequenza indicativa: ogni 30 giorni da marzo a giugno; 40 giorni nella parte restante dell'anno
Potature di formazione	Quando occorre
Ripristino della verticalità delle piante	Quando occorre
Controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere	Quando occorre
Concimazioni	1 all'anno durante il periodo vegetativo
Alberi: formazione e pulizia del tornello	3 interventi all'anno nella stagione vegetativa e 2 nel periodo invernale
Alberi: controllo delle legature	4 all'anno
Arbusti: sarchiatura	1 all'anno (inizio primavera)
Arbusti: taglio in funzione dell'epoca della fioritura	1 all'anno
Manto erboso: rullatura	1 all'anno (dopo il riposo invernale)

### Manutenzione successiva

Questa fase di manutenzione avrà inizio immediatamente dopo i primi 2 anni di manutenzione la cui tempistica è descritta nel paragrafo precedente ed avranno una durata di 3 anni, ovvero fino al raggiungimento del 5 anno dalla messa a dimora degli interventi a verde.

Gli interventi manutentivi di seguito indicati avranno esclusivo carattere di soccorso e saranno eseguiti qualora e quando se ne constati la necessità. Fanno eccezione a quanto detto sopra i sopralluoghi periodici di controllo, che verranno svolti con cadenza prefissata (4 all'anno) proprio per evidenziare le eventuali necessità manutentive.

Effettuazione di sopralluoghi periodi di monitoraggio dello stato vegetativo degli impianti	4 all'anno
Irrigazioni di soccorso	Quando occorre
Sfalcio del manto erboso	Quando occorre
Rimozione parti morte o danneggiate delle piante	Quando occorre
Potature di mantenimento	Quando occorre

## 4.5 ACQUE SUPERFICIALI E ACQUE SOTTERRANEE

### 4.5.1 STATO ATTUALE DEL FATTORE AMBIENTALE

Le considerazioni esposte nel presente capitolo riprendono, integrandole ove opportuno, le considerazioni relative all'ambiente idrico l.s. contenute negli elaborati progettuali di testo e nelle tavole fuori testo:

- Relazione geologica "BA01 - T00GE00GEORE01\_A".
- Relazione geologica e geotecnica "PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA".
- Carte geologiche: da "BA02-T00GE00GEOCG01\_A" a "BA07- T00GE0-0GEOCG06\_A".
- Carte geomorfologiche: da "BA08-T00GE00GEOCM01\_A" a "BA13-T0-0GE00GEOCM06\_A".
- Carte Idrogeologiche: da "BA14-T00GE00GEOCI01\_A" a "BA19-T00GE0-0GEOCI06\_A".
- Profili geologici: da "BA20-T00GE00GEOFG01\_A" a "BA27-T00GE00GEO-FG08\_A".
- Sezioni geologiche: da "BA28 - T00GE00GEOSZ01\_A" a "BA30-T00GE00GEOSZ03\_A".
- Geognostica l.s.: da "BB01-T00GE00GEORE02\_A" a "BB05-T00GE00GEORE06\_A".
- Quadro di riferimento ambientale "QC-AMBIENTALE\_V36chiusa\_V37\_v4\_-rev1\_chiusa".
- Carte geologiche; Carte litotecniche e delle forme morfologiche rilevate; Tavole PAI – Rischio idrogeologico rilevato; Sezione geolitologica longitudinale; Planimetria aree rischio idraulico per alluvioni; Planimetria scenario di pericolosità per alluvioni: da "G1.1" a "G1.15" (Gruppo di lavoro: Geologia - Dott. Luca Monti).

#### 4.5.1.1 Inquadramento acque superficiali

Dal punto di vista ecologico ed ambientale, così come in relazione alle necessità progettuali i fiumi, i rii ed i corsi d'acqua in genere rappresentano una componente di grande importanza. L'area attraversata dalla S.S. 45 si inserisce nella valle del Fiume Trebbia e presenta diversi elementi di naturalità. Numerosi sono i corsi d'acqua laterali che scendono dal versante orografico destro interferendo con il tracciato in progetto e confluiscono nel fiume, ampie sono le formazioni boschive e gli arbusteti che si alternano ad aree agricole a seminativo e vigneti con spazi naturali importanti e tessuto residenziale.

Dal punto di vista ambientale i corsi d'acqua e quindi in particolare il Fiume Trebbia e il Rio Cernusca (insieme agli ambiti boscati al contorno) costituiscono gli elementi idrografici più rappresentativi di questo territorio nel tratto di progetto della S.S. 45.

La vegetazione igrofila di sponda appare non sempre ben strutturata e caratterizzata comunque da specie arboree ed arbustive autoctone frammiste ad alloctone invasive (*Robinia pseudoacacia* e *Ailanthus altissima* in particolare).

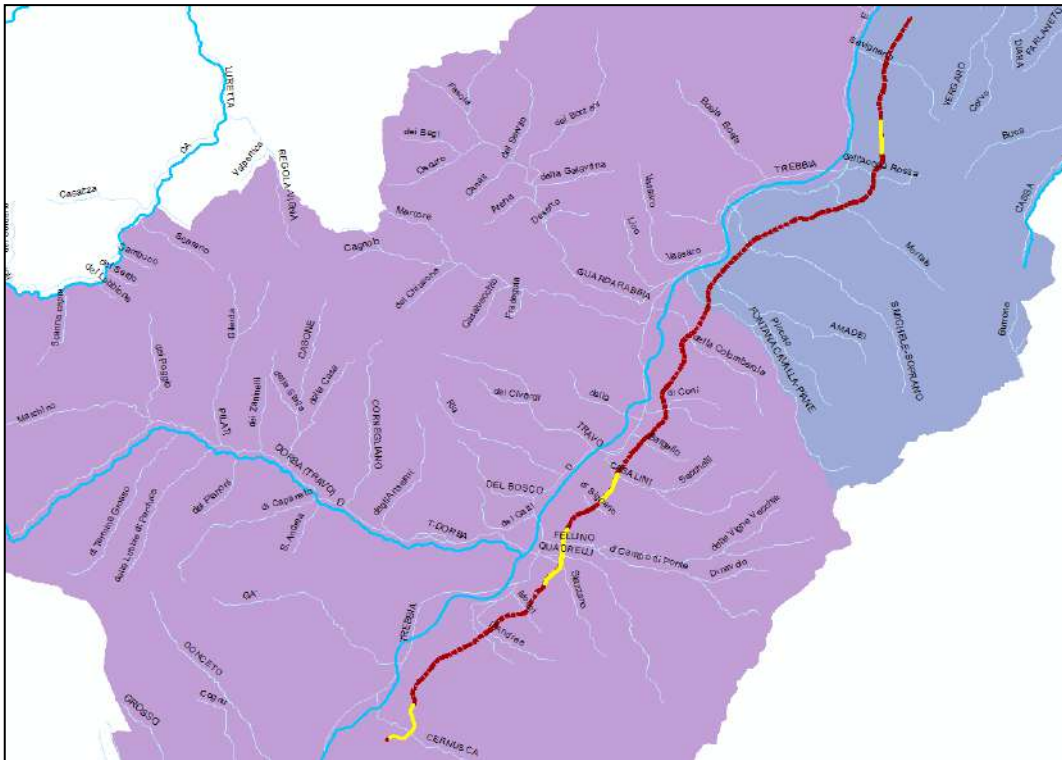


Figura 4.5.2.1- Rete idrografica principale e asse di progetto (in giallo tratti non modificati)



Figura 4.5.2.2 - Fiume Trebbia





Figura 4.5.2.3 - Torrente Cernusca

In corrispondenza del reticolo idrografico, in questo territorio sono evidenziabili fenomeni di dissesto idraulico (da allagamenti, erosione e divagazioni), fenomeni legati a regimi idrologici di spiccata irregolarità, tipici del carattere torrentizio del reticolo e accentuati dagli attuali quadri climatici che presentano lunghe fasi siccitose alternate a precipitazioni, talvolta molto intense, concentrate in brevi periodi.

Nei settori collinari-montani, i fenomeni di dissesto idraulico assumono connotazioni differenziate a seconda del bacino considerato, ma in generale si rileva, rispetto alla pianura, uno stretto legame con i dissesti idrogeologici (frammenti), una maggiore energia, con più trasporto solido, e una più rapida "risposta fluviale" alle precipitazioni meteoriche, con fuoriuscita delle acque dalle sponde, abbassamenti del fondo alveo per erosione e conseguente rideposito di materiale solido (sovralluvionamenti) in corrispondenza delle riduzioni di pendenza; gli effetti di tali fenomeni sono molto spesso allagamenti delle aree circostanti, danni o distruzione delle opere di attraversamento o anche delle opere di difesa (Volume B, PTCP di Piacenza).

#### 4.5.1.2 Reticolo idrico in comune di Rivergaro

Il territorio comunale di Rivergaro dal punto di vista idraulico risulta caratterizzato principalmente dal corso del Fiume Trebbia, che ne rappresenta il confine occidentale per oltre 11 km.

Il Trebbia lungo il suo tratto montano riceve numerosi affluenti, si presenta costantemente incassato, profondamente inciso nel substrato roccioso, con morfologia caratterizzata da meandri in roccia molto irregolari, con curvatura generalmente elevata, in lenta evoluzione.

Nel tratto terminale appenninico l'alveo tende a rettificarsi e assume tipologia ramificata. Il tratto di pianura, da Rivergaro verso il Po, mantiene il carattere ramificato, con ampie aree golenali e notevoli depositi alluvionali. Il corso d'acqua è caratterizzato sovente da fenomeni erosivi di sponda.

Per quanto riguarda i corsi d'acqua secondari, possono essere distinti i rii interessanti l'ambito collinare, tra i quali i maggiori attraversati dal tracciato della S.S. 45 sono: il Rio Savignano, il Rio dell'Acqua Rossa, il Rio Mortale, il Rio S. Michele-Soprano, il Rio degli Amadei ed il Rio Fontana Cavalla-Piane.

Il quadro conoscitivo del PSC del Comune di Rivergaro evidenzia che sussiste una condizione di rischio di allagamenti in corrispondenza delle intersezioni dei rii principali con la S.S. 45 e gli abitati interessati, causata da problemi di insufficiente funzionalità idraulica delle tombinature esistenti e dalla carenza di una manutenzione periodica degli alvei; tale contesto è peggiorato nel tempo a causa della crescente impermeabilizzazione delle aree urbanizzate, con conseguente riduzione dei volumi d'acqua in origine persi per infiltrazione naturale e con aumento della velocità di deflusso delle acque di piena negli alvei dei corsi d'acqua.

#### 4.5.1.3 Reticolo idrico in comune di Travo

Il territorio comunale di Travo è attraversato dal corso del Fiume Trebbia, per oltre 8 km. Così come per il territorio di Rivergaro, per quanto concerne i corsi d'acqua presenti sul territorio comunale di Travo, si tratta per lo più di corsi d'acqua a carattere torrentizio, che quindi possono determinare situazioni di rischio idraulico soprattutto in relazione alla loro azione di scavo e di trasporto di materiale d'alveo. Tale fenomeno se non equilibrato può causare da un lato l'erosione delle sponde e dei versanti, oltre che delle fondazioni di eventuali opere presenti lungo il corso d'acqua, dall'altro un sovralluvionamento dell'alveo che può provocare l'esonazione del torrente e la modifica del suo percorso, oltre a poter determinare l'insufficienza dei manufatti di attraversamento e la riduzione dei franchi di sicurezza delle opere di difesa. Altro fenomeno che può determinare situazioni di rischio in prossimità di importanti falde di detrito è la possibilità della formazione di colate detritiche, ovvero fenomeni di scorrimento rapido di flussi misti di materiale solido e liquido in grado di investire e travolgere tutto ciò che si trova lungo il canale di colata e nelle adiacenze qualora questo risulti insufficiente a contenere i volumi movimentati (Relazione Geologica, PSC Travo).

Le zone di arresto delle colate sono spesso le confluenze con altri corsi d'acqua, cosa che può determinare lo sbarramento degli affluenti principali con conseguente propagazione a valle degli effetti dannosi delle colate detritiche.

I Rii maggiori attraversati dalla S.S. 45 in Comune di Travo sono: il Rio Fontana Cavalla-Piane, il Rio della Colombarola, il Rio della Cà Nova, il Rio Bargello, il Rio Casalini-Rio Bacchello, il Rio di Signano, il Rio Felino, il Rio Quadrelli, Il Rio Stazzano, il Rio Molini, il Rio D'Andrea, il Rio della Casazza ed il Rio Cernusca.



Figura 4.5.4.1 - Rio Savignano all'attraversamento della S.S. 45 (Comune di Rivergaro)



Figura 4.5.4.2 - Rio Quadrelli (Comune di Travo)

#### 4.5.1.4 Qualità delle acque superficiali

Con la Direttiva 2000/60/CE (recepita dal D.Lgs. 152/2006 e s. m. i. e decreti attuativi), l'Unione Europea ha istituito un quadro uniforme a livello comunitario, promuovendo e attuando una politica sostenibile a lungo termine di uso e protezione delle acque superficiali e sotterranee, con l'obiettivo di contribuire al perseguimento della loro salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità ambientale, oltre che all'utilizzo accorto e razionale delle risorse naturali. Le acque sono valutate e classificate nell'ambito del bacino e per distretto idrografico di appartenenza. Per ciascun distretto idrografico individuato dalla direttiva, è prevista la predisposizione di un Piano di Gestione (PdG), cioè di uno strumento conoscitivo, strategico e operativo attraverso cui pianificare, attuare, e monitorare le misure per la protezione, risanamento e miglioramento dei corpi idrici superficiali e sotterranei, favorendo il raggiungimento degli obiettivi ambientali previsti dalla Direttiva.

I dati di seguito riportati sono derivati dal "Report risorse idriche superficiali della provincia di Piacenza 2010-2013" (ARPAE, 2016). Il report presenta il quadro relativo allo stato delle acque superficiali, per la provincia di Piacenza, con riferimento al primo ciclo di monitoraggio (2010-2013) condotto in attuazione della Direttiva 2000/60/CE, Direttiva Quadro sulle Acque, recepita dal decreto legislativo 152/2006.

I risultati derivanti dal primo ciclo di monitoraggio (triennio 2010-2012, con trend 2013) hanno costituito il Quadro Conoscitivo del nuovo Piano di Gestione del Distretto Idrografico del fiume Po-Riesame e aggiornamento al 2015 (PdG Po 2015, adottato il 17/12/2015 e approvato il 3/3/2016 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po).

I corpi idrici tipizzati per il territorio della provincia di Piacenza, in base al D.M. 131/2008, sono risultati essere di 12 tipologie diverse. La figura seguente evidenzia lo stato di fatto del territorio provinciale.

Il Trebbia nel tratto interessato dal progetto risulta essere tipizzato nelle categorie 10, SS 3 N (appennino settentrionale, scorrimento superficiale, 25-75 km di distanza dalla sorgente, influenza bacino di monte non applicabile) e 6, SS 4 F-10 (pianura padana, scorrimento superficiale, 75-150 km di distanza dalla sorgente, influenza bacino di monte forte).

Il monitoraggio di sorveglianza si applica su tutti gli elementi (biologici, chimico-fisici e idromorfologici), per un anno ogni tre, secondo un criterio di stratificazione per bacini o sottobacini idrografici; quello operativo si applica ogni anno per gli elementi chimico-fisici, un anno ogni tre per quelli biologici.

Al termine dei cicli di monitoraggio ogni corpo idrico può essere classificato nel corrispondente STATO AMBIENTALE, espressione complessiva dello STATO ECOLOGICO e dello STATO CHIMICO (sostanze prioritarie) del corpo idrico.

Lo "stato ambientale" di un corpo idrico viene classificato al termine del ciclo di monitoraggio come "buono" se sia lo "stato ecologico", sia lo "stato chimico" sono classificati come "buoni".

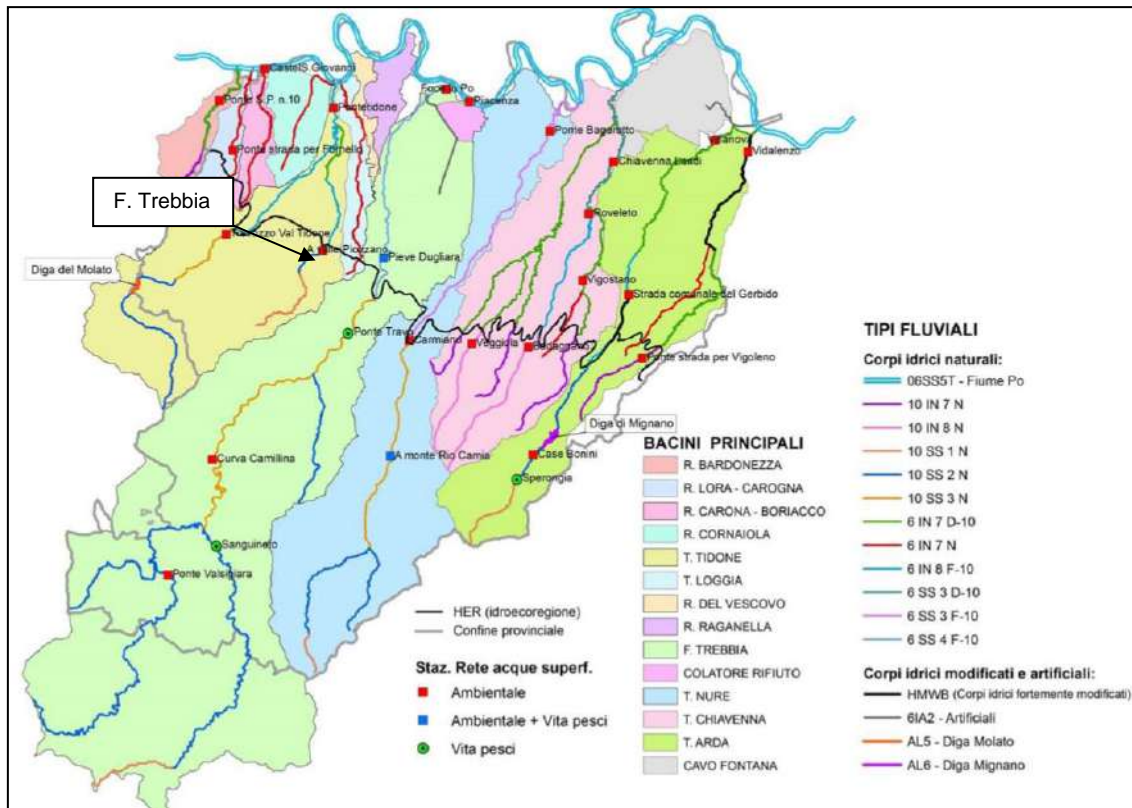


Figura 4.5.5.1 - Risultati della tipizzazione per i corpi idrici della Provincia di Piacenza e stazioni di monitoraggio

Lo Stato Ecologico è espressione della qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici associati alle acque superficiali. Alla sua definizione concorrono: elementi biologici (macrobenthos, fitoplancton, macrofite e fauna ittica); elementi idromorfologici, a sostegno degli elementi biologici; elementi fisico-chimici e chimici, a sostegno degli elementi biologici.

Gli indici per gli elementi idromorfologici sono: IQM (indice qualità morfologica); IARI (indice alterazione regime idrologico).

Gli indici per gli elementi biologici sono: STAR\_ICMi (indice macrobenthos); ICMi (indice diatomee); IBMR (indice macrofite); ISECI (indice fauna ittica).

Gli indici per gli elementi fisico-chimici e chimici a sostegno comprendono i parametri fisico-chimici di base e sostanze inquinanti (pericolose) la cui lista, con i relativi Standard di Qualità Ambientale (SQA), è definita a livello di singolo Stato membro sulla base della rilevanza per il proprio territorio (sostanze di Tab.1/B Dlgs. 260/2010).

Quattro parametri descrivono il primo indice sintetico chimico-fisico, LIMeco (livello inquinamento macrodescrittori, ecologico), che si basa sulla valutazione dell'ossigeno disciolto e dei soli nutrienti (N e P), configurandosi come indice di stato trofico, a differenza del passato, quando l'indice per gli elementi chimico-fisici di base era il LIM (livello inquinamento macrodescrittori), espresso da 7 parametri (O<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, P, gli stessi del LIMeco) più BOD e COD, legati al carico organico ed Escherichia coli, per l'inquinamento microbiologico.

La stazione della Rete della Qualità Ambientale, attiva al 2016, limitrofa al tracciato di progetto, presa a riferimento nella presente descrizione è la 0109060 Trebbia ubicata a Pieve Dugliara in Comune di Rivergaro (doppio monitoraggio qualità ambientale, vita dei pesci). Una seconda stazione attiva al 2016, è localizzata a Ponte Travo (01090500) ed esegue il monitoraggio della vita dei pesci.

BACINO	ASTA	COD_RER	STAZIONE	LIM 2010	LIM 2011	LIM 2012	LIM 2013	LIMeco 2010	LIMeco 2011	LIMeco 2012	LIMeco MEDIO	LIMeco 2013
TREBBIA	F. TREBBIA	01090600	Pieve Dugliara	520	520	480	480	0,94	0,94	0,94	0,94	0,98

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
Punteggio	1	0.5	0.25	0.125	0
100-OD (%sat)	≤  10	≤  20	≤  40	≤  80	>  80
NH4 (N mg/l)	< 0.03	≤ 0.06	≤ 0.12	≤ 0.24	> 0.24
NO3 (N mg/l)	< 0.6	≤ 1.2	≤ 2.4	≤ 4.8	> 4.8
Fosforo tot. (P mg/l)	< 0.05	≤ 0.10	≤ 0.20	≤ 0.40	> 0.40

Tabella4.5.5.1 - Confronto LIM e LIMeco Stazione di Pieve Dugliara

Analogamente anche per gli altri indici è possibile rappresentare il trend 2010-2013 per:

- elementi chimici a supporto;
- STAR ICMi (macrobenthos);
- ICMi (diatomee);
- IBMR (macrofite).

Gli indici idromorfologici IQM e IARI e l'indice ISECI (fauna ittica) sono stati determinati una sola volta nell'arco del triennio/quadiennio. L'indice sintetico di Stato Ecologico deriva dall'integrazione del LIMeco, degli elementi chimici a sostegno (tab.1B All.1 DM 260/2010), degli elementi biologici disponibili (diatomee, macrobenthos, macrofite acquatiche), degli elementi idromorfologici.

Codice	Bacino	Asta	Toponimo	Elementi chimici a supporto 2010	Elementi chimici a supporto 2011	Elementi chimici a supporto 2012	Elementi chimici a supporto 2013
01090600	TREBBIA	F. Trebbia	Pieve Dugliara	BUONO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO

Codice	Bacino	Asta	Toponimo	STAR ICMi 2010-2012	STAR ICMi 2013	ICMi 2010-2012	ICMi 2013	IBMR 2010-2012	IBMR 2013
01090600	TREBBIA	F. Trebbia	Pieve Dugliara	1,05	1,09	1,63	1,56	0,82	1,02

Tabella 4.5.5.2 - Elementi chimici (sopra) e Star ICMi, ICMi, IBMR (sotto)

Bacino	Asta	Codice stazione	Toponimo	STATO ECOLOGICO 2010-2013	LIMeco 2010-2013	LIMeco 2013	STAR ICMi 2010-2013	STAR ICMi 2013	ICMi 2010-2013	ICMi 2013	IBMR 2010-2013	IBMR 2013	ISECI	IARI	IQM
TREBBIA	F. Trebbia	01090600	Pieve Dugliara	BUONO	0,94	0,98	1,05	1,09	1,63	1,56	0,82	1,02	0,77	0,08	0,75

elevato	buono	sufficiente	scarso	cattivo
---------	-------	-------------	--------	---------

Tabella4.5.5.3

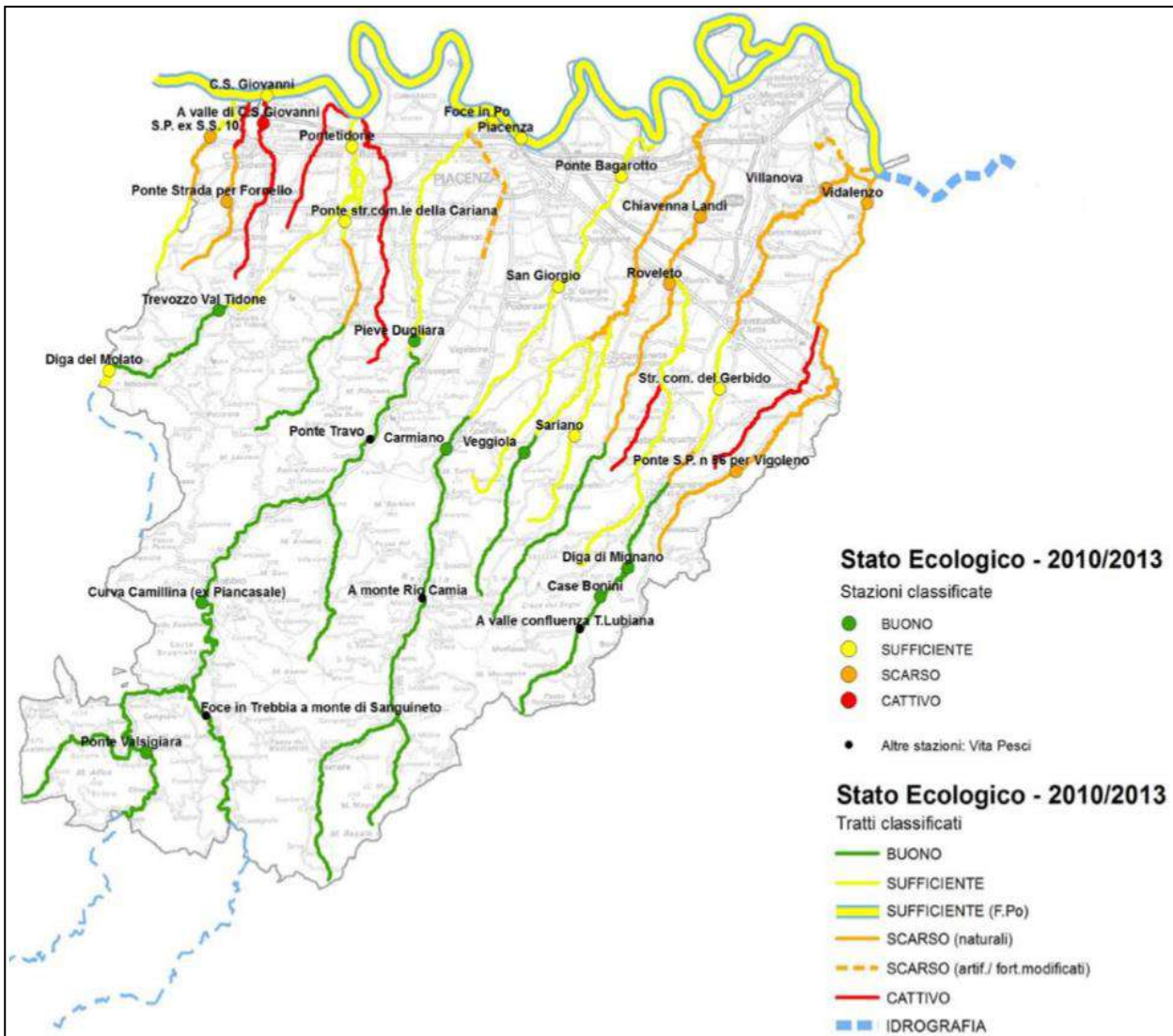


Figura 4.5.5.2 - Stato ecologico 2010-2013

Per quanto riguarda lo stato chimico (determinato in base all'analisi di 33+8 sostanze pericolose inquinanti) si riportano i risultati relativi al triennio 2010-2013 nella figura seguente.

Bacino	Asta	Codice stazione	a Rischio/ non a rischio	Toponimo	STATO CHIMICO	Obiettivo PdG al 2015
TREBBIA	F. Trebbia	01090600	R	Pieve Dugliara	BUONO	BUONO

Tabella 4.5.5.4 – Stato chimico 2010 - 2013

Per quanto riguarda la conformità delle acque superficiali idonee alla vita dei Salmonidi e Ciprinidi si riportano i risultati dei monitoraggi nella figura seguente.

Parametro	u.d.m.	Valore Imperativo per Ciprinidi	Valore Guida per Ciprinidi	Valore Imperativo per Salmonidi	Valore Guida per Salmonidi
Ammoniaca non ionizzata	mg/L NH3	0,025	0,005	0,025	0,005
Ammoniaca totale	mg/L NH4	1	0,2	1	0,04
Azoto nitroso	mg/L NO2	1,77 per Cl=10 mg/l	0,03	0,88 per Cl=10 mg/l	0,01
BOD	mg/L O2	9	6	5	3
Solidi Sospesi	mg/L	80	25	60	25
Ossigeno disciolto	mg/L O2	>7 (50%)	>8 (50%); >5 (100%)	>9 (50%)	>9 (50%); >7 (100%)
pH	unità pH		6_9		6_9
Rame	µg/L	40 per Dur. > 100		40 per Dur. > 100	
Temperatura acqua	°C	28		21,5	
Zinco totale	µg/L	400 per Dur. > 100		300 per Dur. > 100	

COD. REG.	BACINO	CORPO IDRICO	STAZIONE	DESIGNAZIONE	CONFORMITA' alla DESIGNAZIONE				
					2010	2011	2012	2013	2014
01090300	TREBBIA	T. AVETO	monte di Sanguinetto	Salmonicole	SI	SI	Deroga T°	SI	SI
01090500	TREBBIA	F. TREBBIA	Ponte di Travo	Salmonicole	Deroga T°	Deroga T°	Deroga T°	SI	Deroga T°+Sosp.
01090600	TREBBIA	F. TREBBIA	Pieve Dugliara	Ciprinicole	SI	SI	SI	SI	SI
01110100	NURE	T. NURE	mte Foce R.Camia	Salmonicole	Deroga T°	SI	Deroga T°	SI	SI
01140100	ARDA	T. ARDA	a valle confluenza T. Lubiana	Salmonicole	Deroga T°	Deroga T°	Deroga T°+Sosp.	SI	SI

Tabella 4.5.5.5 – Conformità vita dei pesci

#### 4.5.1.5 Qualità delle acque superficiali: Il report ARPA 2014 - 2019

In relazione alla qualità dei corsi d'acqua si è fatto riferimento al documento "Valutazione dello stato delle acque superficiali Fluviali 2014 – 2019" redatto da ARPA Emilia Romagna.

La classificazione delle acque superficiali è stata effettuata sulla base della metodologia riportata nel D.M. 260/2010 e nel successivo D. Lgs.172/2015, che prevede la valutazione dello "Stato Ecologico" e dello "Stato Chimico", i quali contribuiscono allo stato complessivo di qualità ambientale



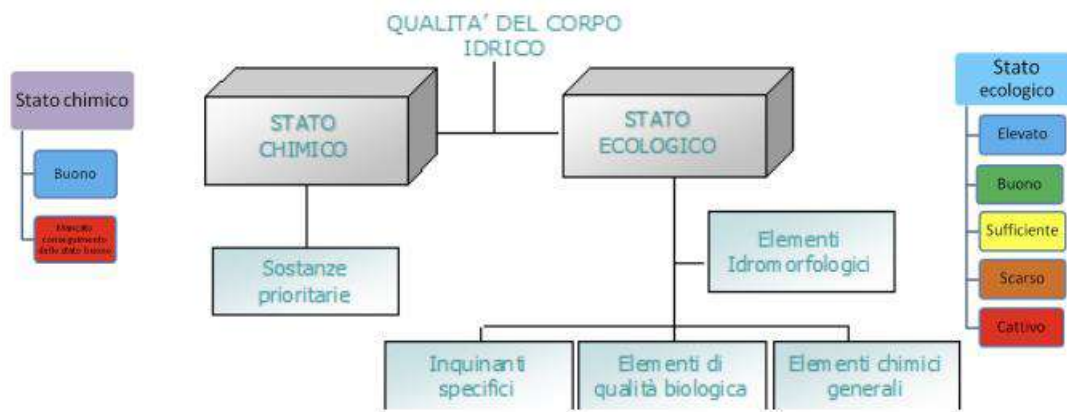


Figura 4-86 Schema di classificazione dei corpi idrici superficiali: fonte Arpa Emilia Romagna

La valutazione dello Stato Ecologico dei corsi d'acqua è basata sul monitoraggio delle comunità biologiche acquatiche (diatomee, macrofite, macroinvertebrati, fauna ittica), con il supporto fornito dalla valutazione degli elementi chimici e idromorfologici che concorrono all'alterazione dell'ecosistema acquatico.

Gli elementi chimici a sostegno dello Stato Ecologico comprendono:

- i parametri fisico-chimici di base elaborati attraverso il calcolo dell'indice LIMeco (DM 260/10, All.1);
- inquinanti specifici non prioritari, normati dal DM 260/10 (aggiornato dal D.Lgs 172/2015) in Tab 1/B, per i quali sono da rispettare i previsti Standard di Qualità Ambientale espressi come concentrazione media annua (SQA-MA).

Lo Stato Ecologico viene espresso in cinque classi di qualità, ad ognuna delle quali è associato un colore ed un giudizio da "elevato" a "cattivo", che rispecchiano il progressivo allontanamento rispetto a condizioni di riferimento naturali e inalterate da attività antropica

Lo Stato Chimico è determinato a partire dall'elenco di sostanze considerate prioritarie a scala europea, normato dal DM 260/10 (aggiornato dal D.Lgs 172/2015) in Tab.1/A, per le quali sono da rispettare i previsti Standard di Qualità Ambientale espressi come concentrazione media annua (SQA-MA) e, dove previsti, come concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA).

La classe di Stato Chimico è espressa da due classi di qualità: "buono" e "mancato conseguimento dello stato buono", rappresentate rispettivamente in colore blu e in colore rosso. La classificazione dello stato di qualità per il quadro conoscitivo 2014-19 tiene conto degli esiti del monitoraggio dell'intero sessennio; l'attribuzione della classe di stato ecologico e di stato chimico avviene prevalentemente sulla base dei dati dell'ultimo ciclo triennale di monitoraggio, che riflette lo stato più recente dei corpi idrici e l'effetto delle eventuali misure di risanamento applicate. Inoltre, nel corso del secondo triennio è stato applicato l'aggiornamento normativo entrato in vigore nel 2015 (D. Lgs.172/2015) ed è stata introdotta l'indagine di nuove sostanze emergenti. In caso di risultati non coerenti tra i due trienni sono stati verificati gli andamenti degli elementi critici in tutto il sessennio al fine di attribuire lo stato con maggiore livello di confidenza possibile.

I 454 corpi idrici superficiali fluviali individuati per la regione Emilia-Romagna per il sessennio di riferimento sono classificati in parte per monitoraggio diretto (190 di cui 1 dalla Regione Veneto) e in parte (264) per raggruppamento di corpi idrici che presentano caratteristiche omogenee per tipologia, stato pregresso, analisi delle pressioni, secondo quanto previsto dalla normativa, a cui viene associato lo stato misurato nella stazione rappresentativa di ogni raggruppamento. La rete ha subito trasformazioni nel corso degli anni per rispondere sempre meglio agli obiettivi richiesti e ai risultati nel frattempo acquisiti, per cui il confronto puntuale dell'andamento dello stato del singolo corpo idrico rispetto al precedente quadro conoscitivo potrebbe non essere sempre significativo.

Per i corpi idrici interregionali, cioè quelli posti in parte sui confini con le regioni limitrofe o che scorrono per una parte all'esterno della regione, sulla base di recenti accordi e del livello di interesse, ciascuno di essi è stato interamente attribuito in "gestione" o all'Emilia-Romagna o all'altra Regione, intendendosi per "gestione" le attività di monitoraggio e di reporting nei confronti delle richieste delle Autorità Distrettuali.

La rete di monitoraggio vede la presenza di stazioni di rilevamento in prossimità dell'intervento in esame.

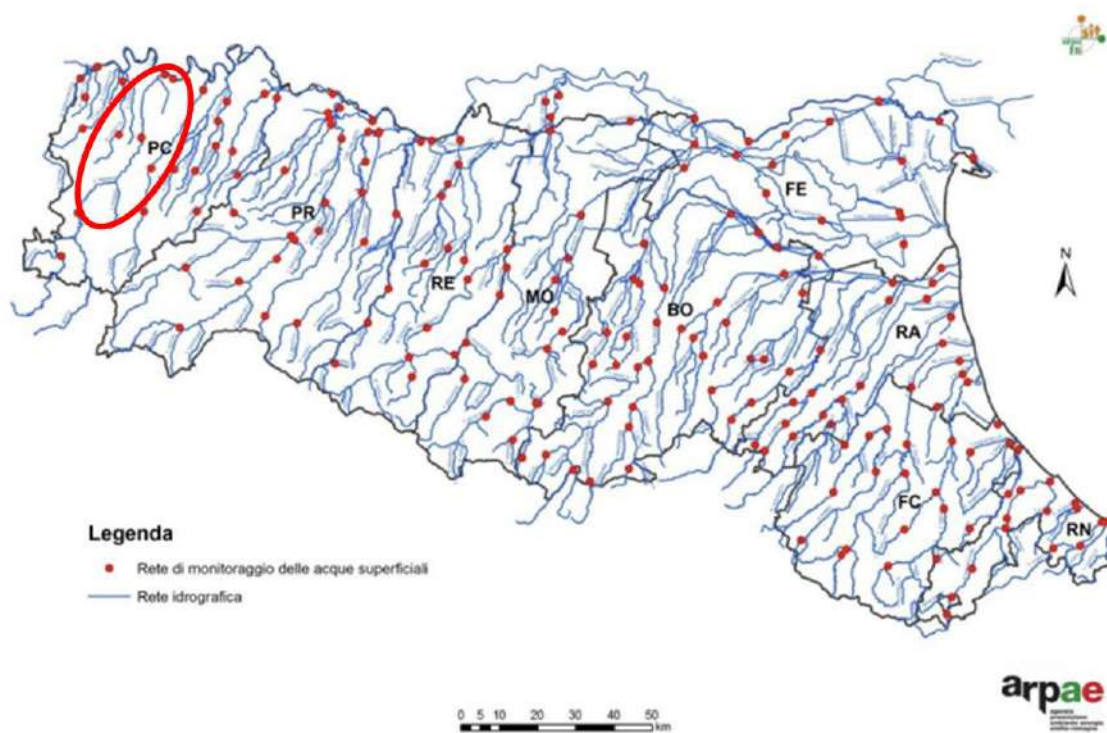


Figura 4-87 Rete di monitoraggio fonte: Arpa Emilia Romagna

Sono stati analizzati i dati di qualità delle acque prendendo a riferimento una stazione prossima all'ambito di intervento relativa al Fiume Trebbia denominata Pieve Dulgara, i cui riferimenti principali sono riportati figura, e situata a pochi chilometri (circa 4 km in valle idrografica) dall'area d'intervento.



Figura 4-88 Stazione della rete di monitoraggio regionale

I risultati riportati mostrano un livello dell'indice LIMeco (sistema di valutazione sintetico della qualità chimico-fisica delle acque ai fini della classificazione dello stato ecologico) di qualità Elevata.

Come riportato nella tabella per la stazione di Pieve Dugliara si registra un valore pressochè costante dell'indice LIMeco, che nell'arco di tempo 2014-2016 passa da 1 a 0,97 dell'arco medio 2017-2019, registrando quindi un valore di qualità molto elevato.

Codice	Asta	Toponimo	LIMeco 2014	LIMeco 2015	LIMeco 2016	LIMeco medio 2014-16	LIMeco 2017	LIMeco 2018	LIMeco 2019	LIMeco medio 2017-19
01000100	F. PO	Castel S. Giovanni	0.52	0.52	0.44	0.49	0.46	0.46	0.48	0.47
01000200	F. PO	Piacenza	0.58	0.59	0.54	0.57	0.53	0.51	0.56	0.53
01000300	F. PO	Ragazzola - Roccabianca	0.54	0.55	0.43	0.51	0.51	0.55	0.53	0.53
01000500	F. PO	Loc. Boretto	0.55	0.48	0.48	0.5	0.57	0.51	0.51	0.53
01000600	F. PO	Stellata - Bondeno	0.35	0.46	0.46	0.42	0.51	0.51	0.54	0.52
01000700	F. PO	Pontelagoscuro - Ferrara	0.34	0.45	0.4	0.4	0.51	0.53	0.45	0.50
01000900	F. PO	Serravalle - Berra	0.35	0.41	0.43	0.4	0.56	0.49	0.53	0.53
01010100	R. BARDONEZZA	Ponte S.P. n. 10	0.61	0.63	0.5	0.58	0.77	0.75	0.62	0.71
01020100	R. LORA - CAROGNA	Ponte strada per Fornello	0.43	0.63	0.44	0.5	0.49	0.54	0.41	0.48
01050250	T. TIDONE	Trezzo Val Tidone	0.78			0.78	0.89			0.89
01050280	R. LURETTA	A valle Piozzano *		0.79	0.79	0.79	0.79	0.72	0.68	0.73
01050400	T. TIDONE	Pontetidone	0.64	0.79	0.72	0.72	0.87	0.78	0.68	0.78
01090100	F. TREBBIA	Ponte Valsigara			1	1			1.00	1.00
01090400	F. TREBBIA	Curva Camillina			0.92	0.92			0.95	0.95
01090500	F. TREBBIA	Pieve Dugliara	1		1	1	0.98	0.94	1.00	0.97
01090700	F. TREBBIA	Foce in Po	0.77	0.78	0.87	0.81	0.77	0.91	0.98	0.89
01110100	T. NURE	A monte Rio camia			1	1	0.95	1.00	0.97	0.97
01110230	T. NURE	Carmiano			0.94	0.94			0.97	0.97
01110300	T. NURE	Ponte Bagarotto	0.8	0.88	0.94	0.88	0.94	0.93	0.98	0.95
01120050	T. CHIAVENNA	Vigostano *	0.67	0.74	0.77	0.73	0.86	0.70	0.69	0.75
01120070	T. CHERO	Badagnano *		0.84	0.9	0.87	0.88	0.82	0.91	0.87
01120100	T. CHERO	Rovelato	0.71	0.74	0.71	0.72	0.66	0.65	0.67	0.66
01120200	T. CHIAVENNA	Chiavenna Landi	0.4	0.43	0.31	0.38	0.24	0.24	0.41	0.30
01120250	T. RIGLIO	Loc. Veggola, Gropparello		0.79		0.79		0.78		0.78
01140200	T. ARDA	Case Bonini		0.96		0.96		0.94	0.97	0.96

Figura 4-89 VALORI DELL'INDICE LIMECO 2014-2016 E 2017-2019 NELLE STAZIONI DEI CORPI IDRICI REGIONALI FLUVIALI, IN GIALLO LA STAZIONE DI RIFERIMENTO FONTE: ARPA EMILIA ROMAGNA

#### 4.5.1.6 Inquadramento acque sotterranee

Lo stato quali-quantitativo delle acque sotterranee viene monitorato in Provincia di Piacenza complessivamente da 89 stazioni (3 stazioni di sola misura quantitativa).

Per verificare il raggiungimento degli obiettivi di stato buono al 2015, la direttiva europea 2000/60/CE ha previsto il monitoraggio dei corpi idrici per la definizione sia dello stato quantitativo sia di quello chimico, attraverso 2 apposite reti di monitoraggio:

- Rete per la definizione dello stato QUANTITATIVO;
- Rete per la definizione dello stato CHIMICO (di sorveglianza e operativo).

La figura seguente illustra la distribuzione della rete di monitoraggio delle acque sotterranee, che, come si nota, ricade esclusivamente nel settore provinciale di pianura.

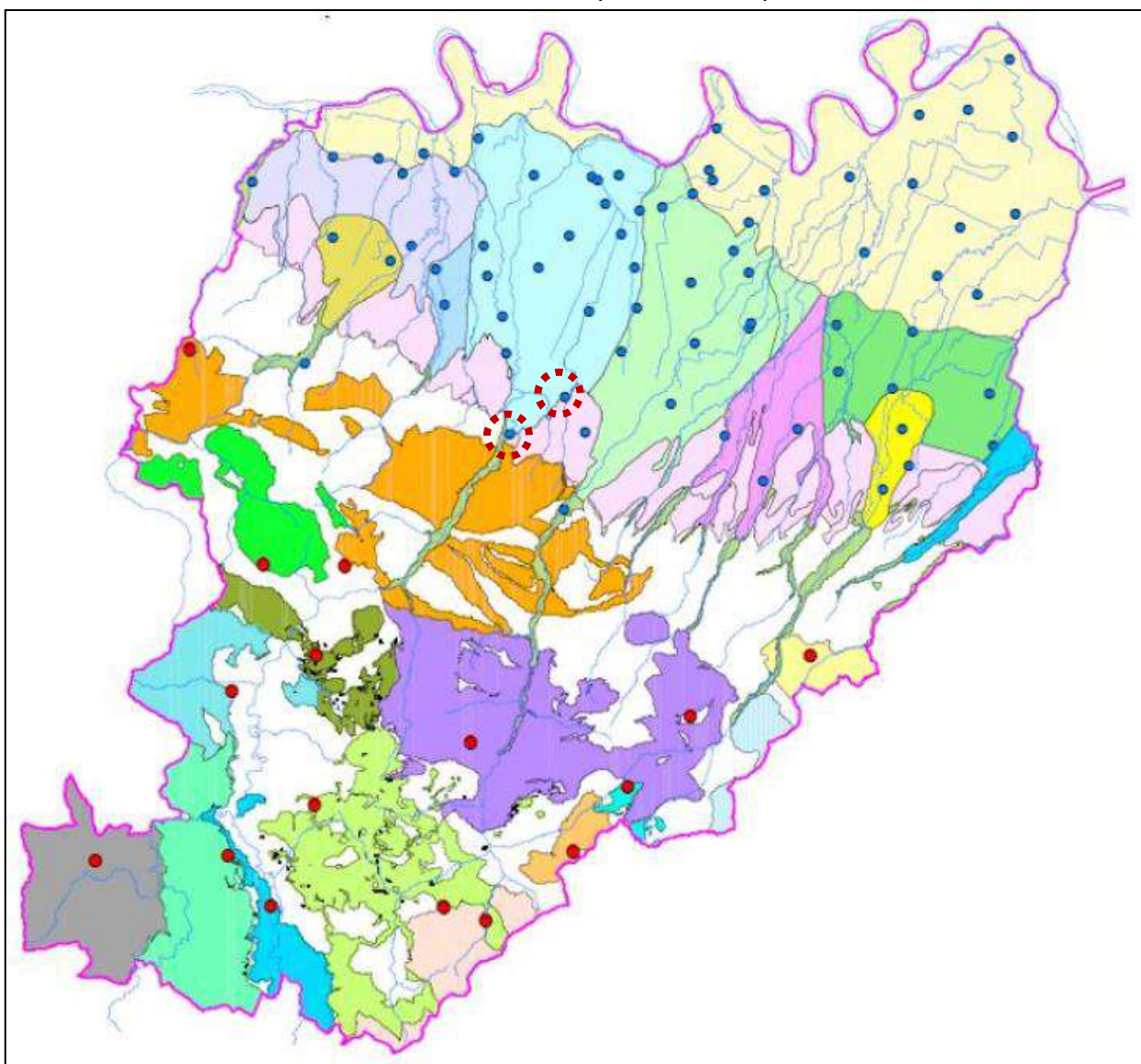


Figura 4.5.6.1 - Mappa della rete di monitoraggio delle acque sotterranee. Legenda alla pagina seguente

L'area di studio ricade in prevalenza nel settore dei corpi idrici montani caratterizzati anche da ambiti di deposito delle vallate appenniniche.



Figura 4.5.6.2 - Legenda

Nel settore di pianura, a Rivergaro sono localizzati due pozzi di monitoraggio codificati come PC75-00 (Cà Lesina, Unità Idrogeologica del Trebbia Nure, Complesso Idrogeologico delle conoidi pedemontane – Codice corpo idrico 0030ER-DQ1-CL) e come PC94-01 localizzata a Rivergaro nella zona di lavorazione inerti immediatamente ad ovest dell'inizio intervento di progetto (Fontanamore, Unità Idrogeologica del Trebbia Nure, Complesso Idrogeologico delle conoidi maggiori – Codice corpo idrico 0030ER-DQ1-CL).

Il pozzo PC94-01 è profondo 12 m (Quota del piano di campagna 135.5 metri) ed è ad uso industriale.

Le informazioni su localizzazione, stratigrafia e altezza filtri dei pozzi, ove esistenti, hanno consentito di effettuare l'attribuzione dei punti di misura ai Gruppi Acquiferi A, B e C, come individuati all'interno del lavoro "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna" della Regione Emilia-Romagna e ENI-AGIP (1998).

I dati di seguito riportati derivano dal documento “VALUTAZIONE DELLO STATO DELLE ACQUE SOTTERRANEE, 2010 – 2013” (ARPA, 2015). Il report citato contiene la classifica-zione dei corpi idrici per il triennio 2010-2012 ed un aggiornamento dello stato (quantitativo e chimico) considerando il monitoraggio condotto nel 2013.

Il D. Lgs 30/2009, recependo le direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE, modifica contestualmente il D. Lgs 152/2006 per quanto attiene la caratterizzazione e l'individuazione dei corpi idrici sotterranei, stabilisce i valori soglia e gli standard di qualità per definire il buono stato chimico delle acque sotterrane, definisce i criteri per il monitoraggio quantitativo e per la classificazione dei corpi idrici sotterranei o dei raggruppamenti degli stessi.

Sulla base dei criteri definiti nel decreto sono stati rivisti e adeguati alla Direttiva 2000/60/CE i corpi idrici sotterranei individuati nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia Romagna (2005), considerando oltre le conoidi alluvionali appenniniche e le piane alluvionali appenniniche e padane anche l'acquifero freatico di pianura e i corpi idrici montani.

Sono stati quindi individuati i corpi idrici “non a rischio” e quelli “a rischio”, indicando in quest'ultimo caso le sostanze chimiche per le quali il corpo idrico è a rischio.

In Emilia-Romagna sono presenti i seguenti Complessi idrogeologici:

- Alluvioni delle depressioni quaternarie (DQ);
- Formazioni detritiche degli altipiani plio-quaternarie (DET);
- Alluvioni vallive (AV);
- Acquiferi locali (LOC).

Per ogni complesso idrogeologico sono evidenziati i relativi Corpi Idrici (indicato tra parentesi), in ambito regionale:

- Alluvioni delle depressioni quaternarie (DQ)
  - Acquifero freatico di pianura (2)
  - Conoidi alluvionali appenniniche - acquifero libero (29)
  - Conoidi alluvionali appenniniche - acquiferi confinati superiori (31)
  - Conoidi alluvionali appenniniche - acquifero confinati inferiori (26)
  - Pianura alluvionale appenninica - acquiferi confinati superiori (1)
  - Pianura alluvionale appenninica e padana - acquiferi confinati superiori (1)
  - Pianura alluvionale padana - acquiferi confinati superiori (1)
  - Pianura alluvionale appenninica e padana costiera - acquiferi confinati (1)
  - Pianura alluvionale - acquiferi confinati inferiori (1)
- Formazioni detritiche degli altipiani plio-quaternarie (DET)
  - Conoidi montane e spiagge appenniniche (sabbie gialle) (2)
- Alluvioni vallive (AV)
  - Depositi delle vallate appenniniche (1)

- Acquiferi locali (LOC)
  - (LOC1.1) Corpo idrico montano (2)
  - (LOC1.2) Corpo idrico montano (31)
  - (LOC3.1) Corpo idrico montano (16)

Nella figura seguente sono schematizzati i corpi idrici profondi di pianura, coincidenti con le porzioni libere delle conoidi alluvionali, le porzioni confinate superiori delle conoidi alluvionali e dei corpi idrici di pianura alluvionale. Sono riportati anche i corpi idrici montani e le alluvioni vallive.

Le porzioni superiori dei corpi idrici confinati si riferiscono ai complessi acquiferi schematizzati nel modello concettuale con A1 e A2. In questo caso sono quindi cartografate le porzioni confinate delle conoidi, la pianura alluvionale appenninica, la pianura alluvionale padana, la transizione tra le due pianure e il confinato costiero.

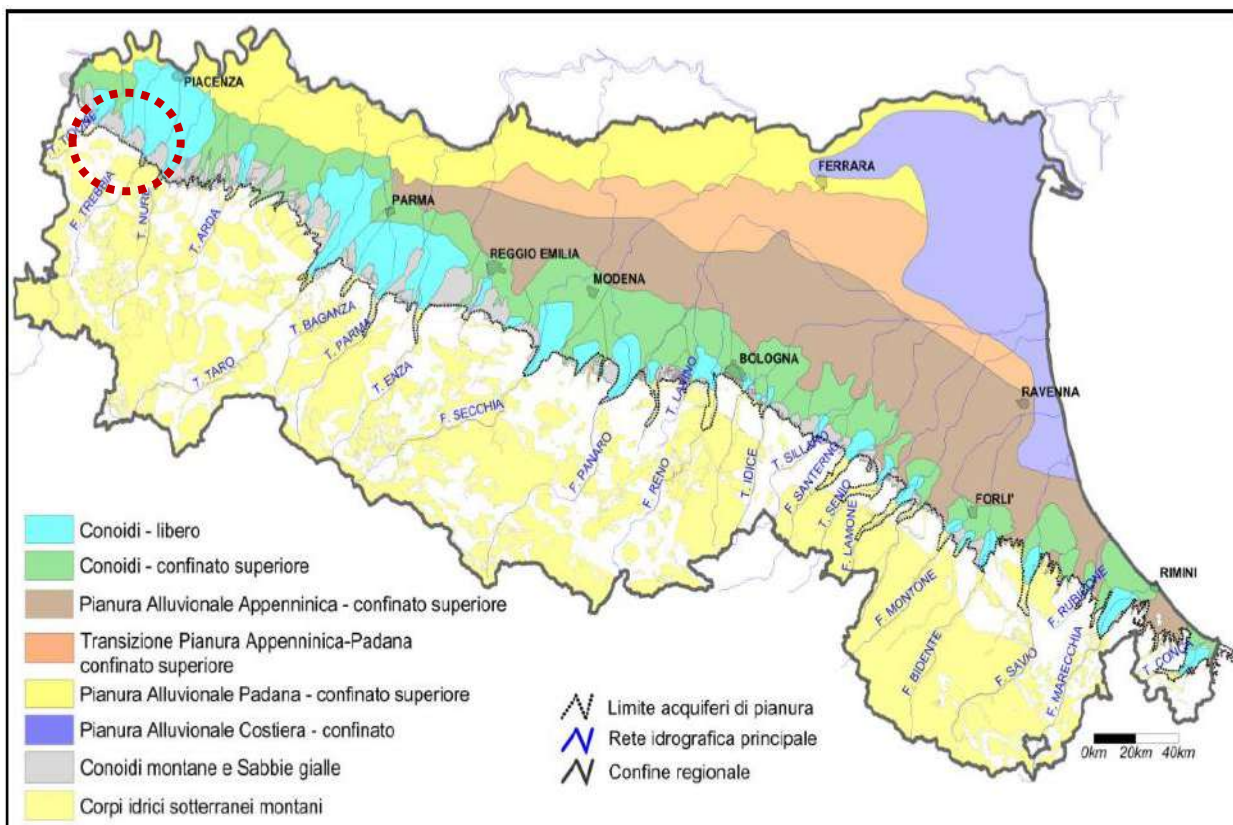


Figura 4.5.6.3- Corpi idrici sotterranei di montagna, di pianura liberi e confinati superiori (acquiferi A1 e A2) (Arpa, 2015)

Nella figura successiva si riporta una sezione, orientata SO-NE, della pianura emiliano-romagnola che evidenzia i rapporti laterali e in verticale degli acquiferi individuati ai sensi della Direttiva 2000/60/CE.

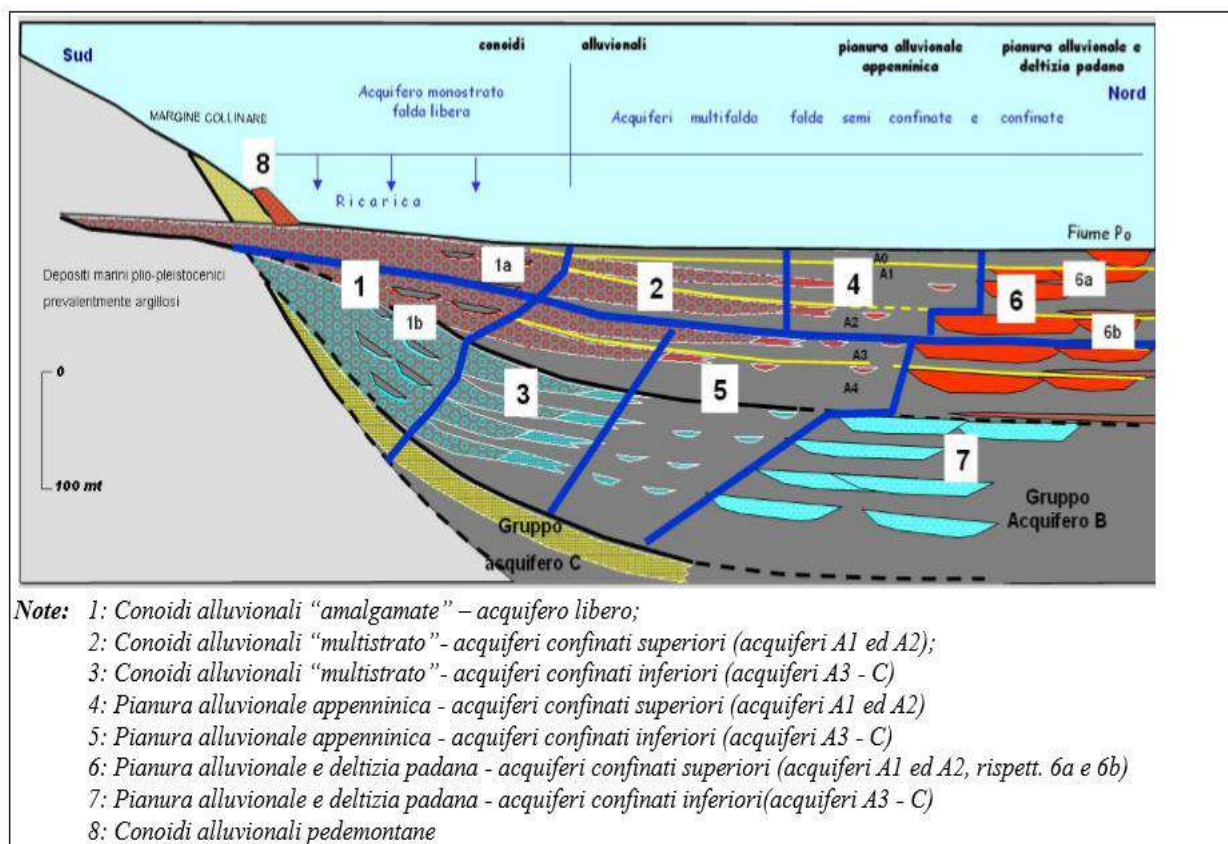


Figura 4.5.6.4 - Sezione geologica schematica di sottosuolo della pianura emiliano-romagnola con indicazione degli acquiferi individuati ai sensi delle direttiva 2000/60/CE (Arpa, 2015)

Come premesso il corpo idrico di riferimento che interessa l'area monitorata dai pozzi presenti a Rivergaro è codificato come 0030ER-DQ1-CL "Conoide Trebbia – libero" (Acquifero Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero) e riguarda l'ambito di pianura.

Il livello delle acque sotterranee dei corpi idrici freatici dipende oltre che dalle precipitazioni, che su questo corpo idrico costituiscono una parte rilevante della ricarica diretta, anche dal rapporto con i corsi d'acqua superficiali, che possono in alcuni periodi dell'anno essere alimentanti, in altri drenanti, in funzione delle quote relative tra alveo e corpo idrico sotterraneo, e infine dipendere dal regime dei prelievi.

La distribuzione media di soggiacenza e piezometria nel triennio 2010-2012 è riportata nelle figure a seguire.



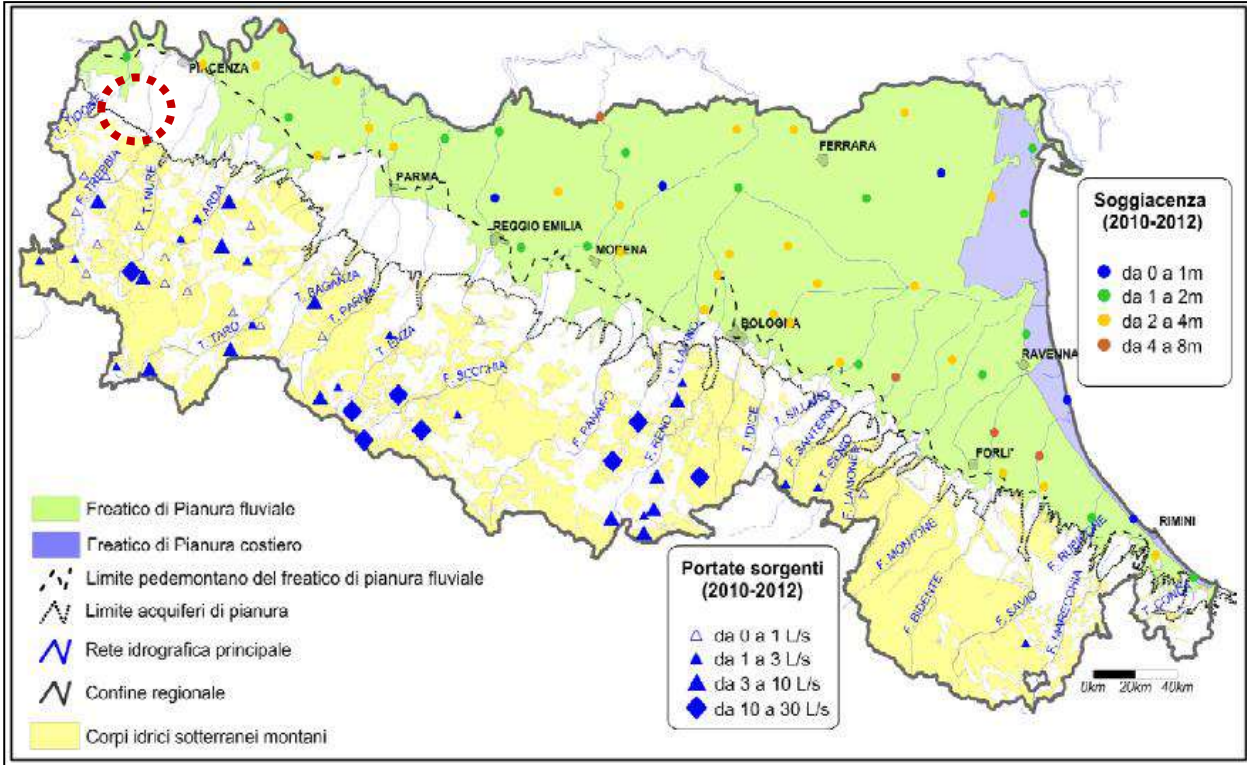


Figura 4.5.6.5 - Soggiacenza media corpi idrici freatici di pianura e portata media sorgenti montane (2010-2012) (ARPA, 2015)

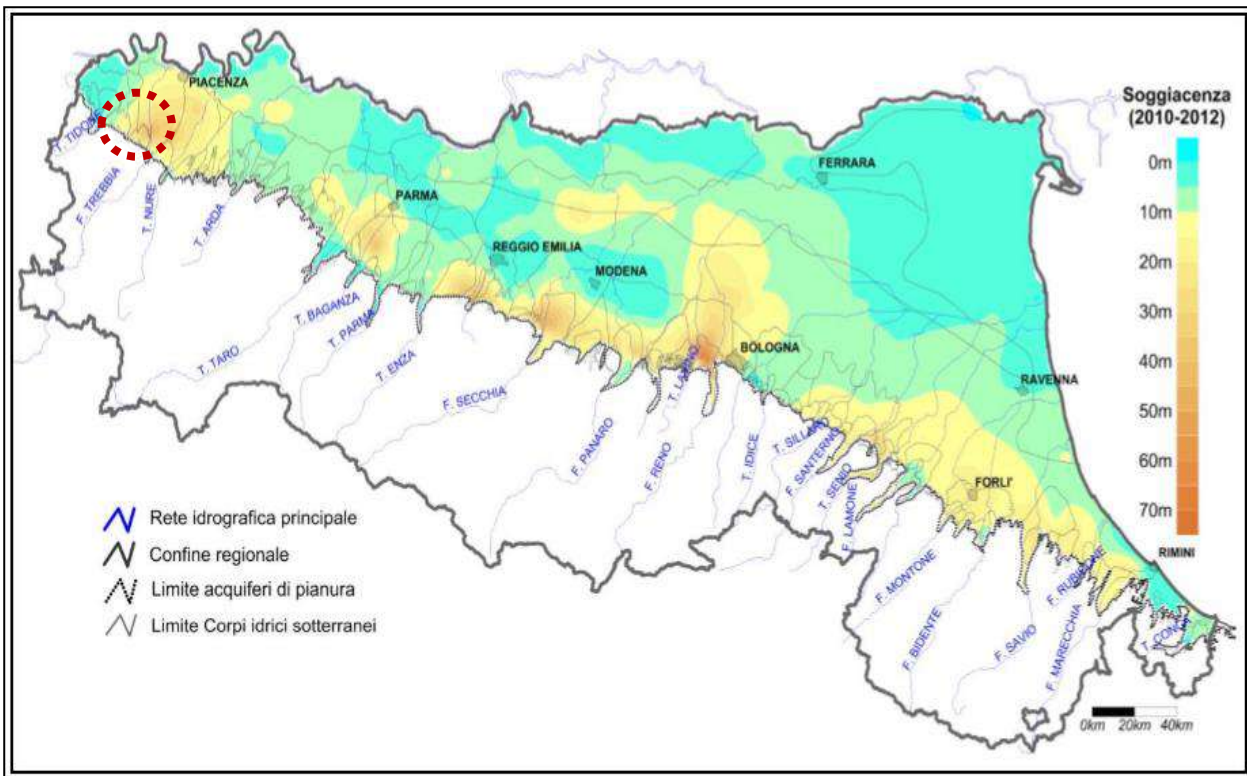


Figura 4.5.6.6 - Soggiacenza media corpi idrici liberi e confinati superiori 2010-2012 (ARPA, 2015)

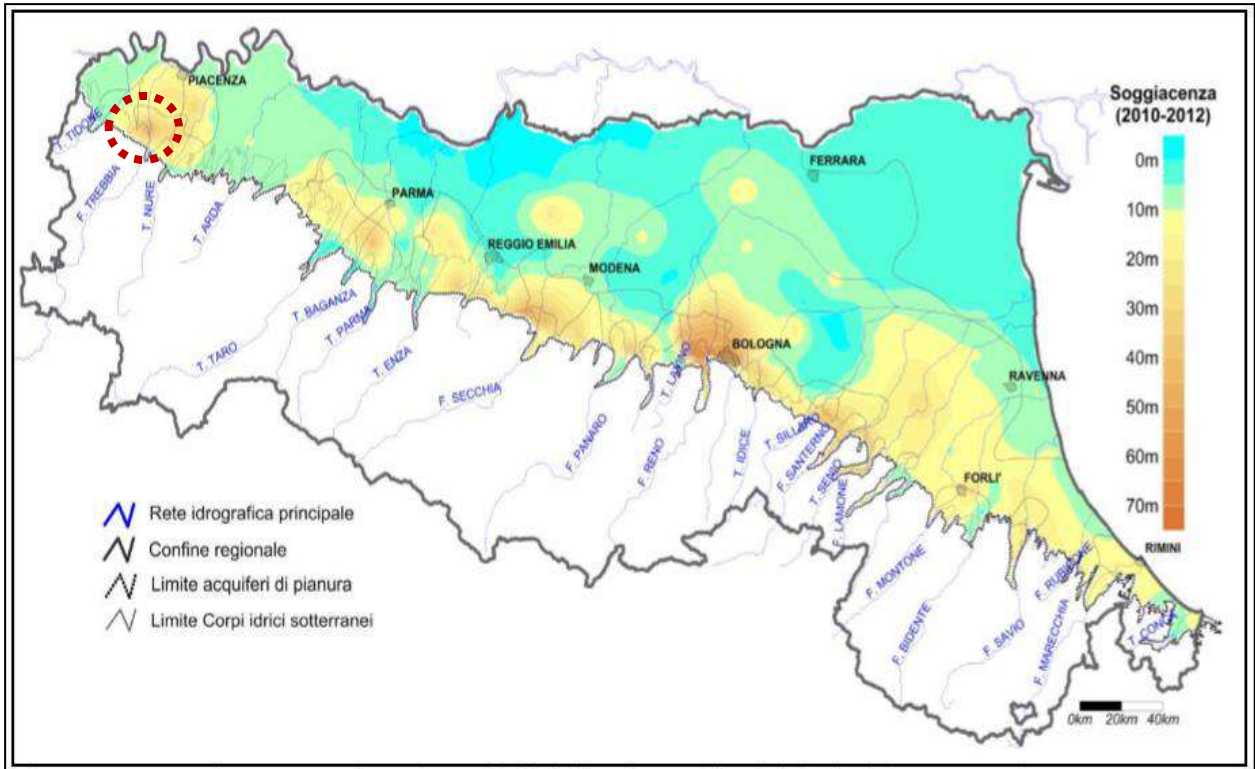


Figura 4.5.6.7 - Soggiacenza media corpi idrici liberi e confinati inferiori 2010-2012 (ARPA, 2015)

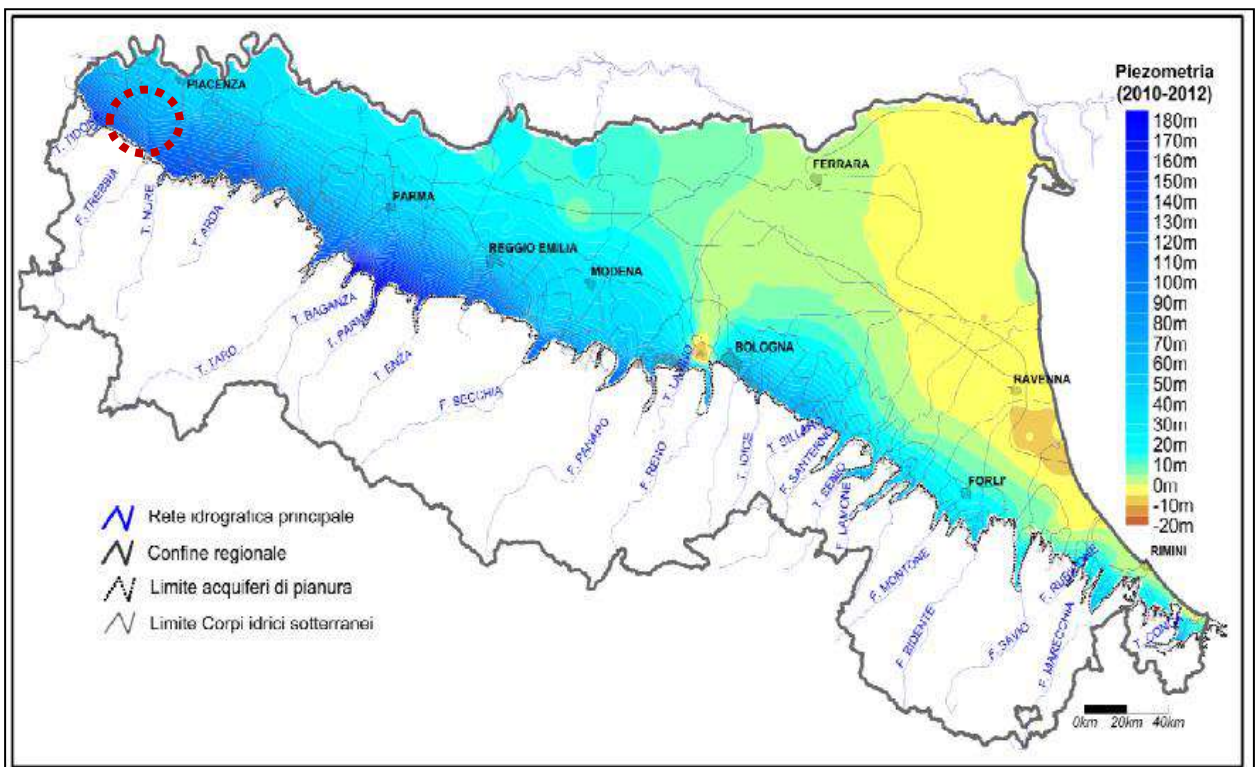


Figura 4.5.6.8 - Piezometria media nei corpi idrici liberi e confinati superiori 2010-2012

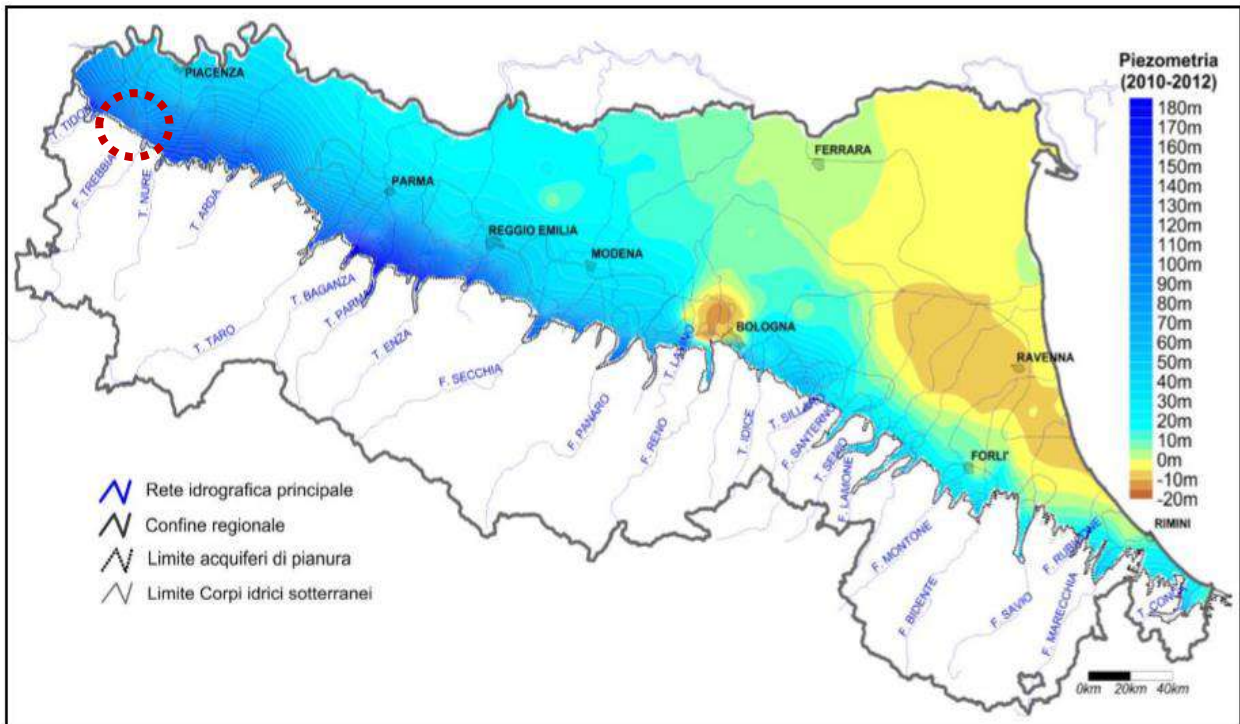


Figura 4.5.6.9 - Piezometria media nei corpi idrici liberi e confinati inferiori 2010-2012

Lo Stato Quantitativo delle Acque Sotterranee (SQuAS) evidenzia nel periodo 2010-2013 per il pozzo PC94-01 la situazione rappresentata nelle figure seguenti (stato buono).

Codice Corpo idrico sotterraneo	Codice RER	Codice POG (DGR350/10)	Autorità di Distretto (*)	Provincia	Comune	SQUAS 2012	SQUAS 2013	Livello confidenza SQUAS 2013 (Alto, Medio, Basso)
0030ER-DQ1-CL	PC94-01	PC94-01	PO	PC	RIVERGARO	Buono	Buono	A

Tabella 4.5.6.1 - Stato quantitativo delle acque sotterranee per singola stazione di monitoraggio

Lo Stato Qualitativo (Stato chimico) delle Acque Sotterranee (SCAS) evidenzia nel periodo 2010-2013 per il pozzo PC94-01 (ed il pozzo PC75-00) la situazione rappresentata nelle figure seguenti (stato buono).

Codice Corpo idrico sotterraneo	Codice RER	Codice POG (DGR350/10)	Autorità di Distretto (*)	Provincia	Comune	SCAS 2010	SCAS 2011	SCAS 2012	SCAS 2010-2012	SCAS 2013	SCAS 2010-2013	Livello confidenza SCAS 2010-2013 (Alto, Medio, Basso)	Specie chimiche critiche SCAS 2010-2013
0030ER-DQ1-CL	PC75-00	PC75-00	PO	PC	RIVERGARO	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono	A	
0030ER-DQ1-CL	PC94-01	PC94-01	PO	PC	RIVERGARO	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono	A	

Tabella 4.5.6.2 - Stato chimico delle acque sotterranee per singola stazione di monitoraggio

Codice Corpo idrico sotterraneo	Nome Corpo idrico sotterraneo	Autorità di Distretto (*)	SQUAS 2010-2012	Livello confidenza SQUAS 2010-2012 (Alto, Medio, Basso)	SCAS 2010-2012	Livello confidenza SCAS 2010-2012 (Alto, Medio, Basso)	Valutazione SQUAS 2010-2013	Livello confidenza SQUAS 2010-2013 (Alto, Medio, Basso)	Valutazione SCAS 2010-2013	Livello confidenza SCAS 2010-2013 (Alto, Medio, Basso)	Parametri critici SCAS 2010-2013
0030ER-DQ1-CL	Consolle Trebbia - libero	PO	Buono	M	Scarse	M	buono	M	Scarse	M	Nitriti, Organicoazotati

Tabella 4.5.6.3 - Stato del corpo idrico sotterraneo 0030ER-DQ1-CL

La qualità delle acque sotterranee può essere influenzata sia dalla presenza di sostanze inquinanti, attribuibili principalmente ad attività antropiche, ed in questo caso lo stato è definito come "scarso", sia da specie chimiche presenti naturalmente negli acquiferi (ad esempio, ione ammonio, solfati, ferro, manganese, arsenico, boro) derivanti da meccanismi idrochimici di scambio con la matrice solida in grado di modificarne significativamente la qualità.

In questo ultimo caso lo stato chimico risulta definito come "buono", purché siano stati definiti i valori di fondo naturale di ciascuna specie chimica riscontrata come significativamente presente per ciascun corpo idrico interessato dal fenomeno naturale.

In conclusione lo stato chimico dei copri idrici freatici di pianura (in generale) è risultato scarso per quelli che sono a diretto contatto con tutte le attività antropiche svolte in pianura, per la presenza in particolare di nitrati e fitofarmaci. Le criticità riscontrate nelle conoidi alluvionali appenniniche sono imputabili prevalentemente alla presenza di nitrati e composti organo-alogenati: i primi derivanti dalle attività agricole e zootecniche, mentre i secondi da attività antropiche, attuali o pregresse, di tipo civile e industriale, svolte nell'ambito della fascia collinare e di alta-pianura corrispondente alla zona con maggiore urbanizzazione.

Così come evidenziato nella Tavola 1 PTA Emilia Romagna "Tutela delle Acque sotterranee: aree di ricarica" una buona parte del tracciato attraversa l'ambito incluso nel settore C ovvero bacini imbriferi di primaria alimentazione dei settori di tipo A (ricarica diretta della falda) e B (ricarica indiretta della falda). A Rivergaro si evidenziano il settore A ed il settore D (fascia adiacente ai corsi d'acqua con prevalente alimentazione laterale subalvea).

Così come evidenziato nella Tavola B.1.g del PTCP di Piacenza (Carta delle aree rilevanti per la tutela delle acque) l'asse di progetto attraversa da nord verso sud "Aree di ricarica degli acquiferi di pianura" (settori B e C, "Zone Vulnerabili ai nitrati", "Ambiti a vulnerabilità intrinseca degli acquiferi superficiali" (Alta) e "Aree di ricarica degli acquiferi di montagna – Rocce magazzino" (Ammassi rocciosi, coperture detritiche e depositi alluvionali del Rio Cernusca).

La stessa Tavola A5 del PTCP di Piacenza riportata nel Quadro Programmatico, evidenzia come l'asse di progetto attraversi settori di ricarica di tipo B (Ricarica indiretta), di tipo C (Alimentazione dei settori di tipo A e B), rocce magazzino e aree di possibile alimentazione delle sorgenti utilizzate per il consumo umano. Le aree critiche interessate riguardano, Zone di vulnerabilità da nitrati (ZVN, a nord di Cisiano in Comune di Rivergaro), Zone di vulnerabilità intrinseca alta, elevata ed estremamente elevata dell'acquifero superficiale (a Rivergaro) e Zone da sottoporre ad approfondimento per eventuale presenza di nuove "rocce-magazzino" (località Quadrelli).

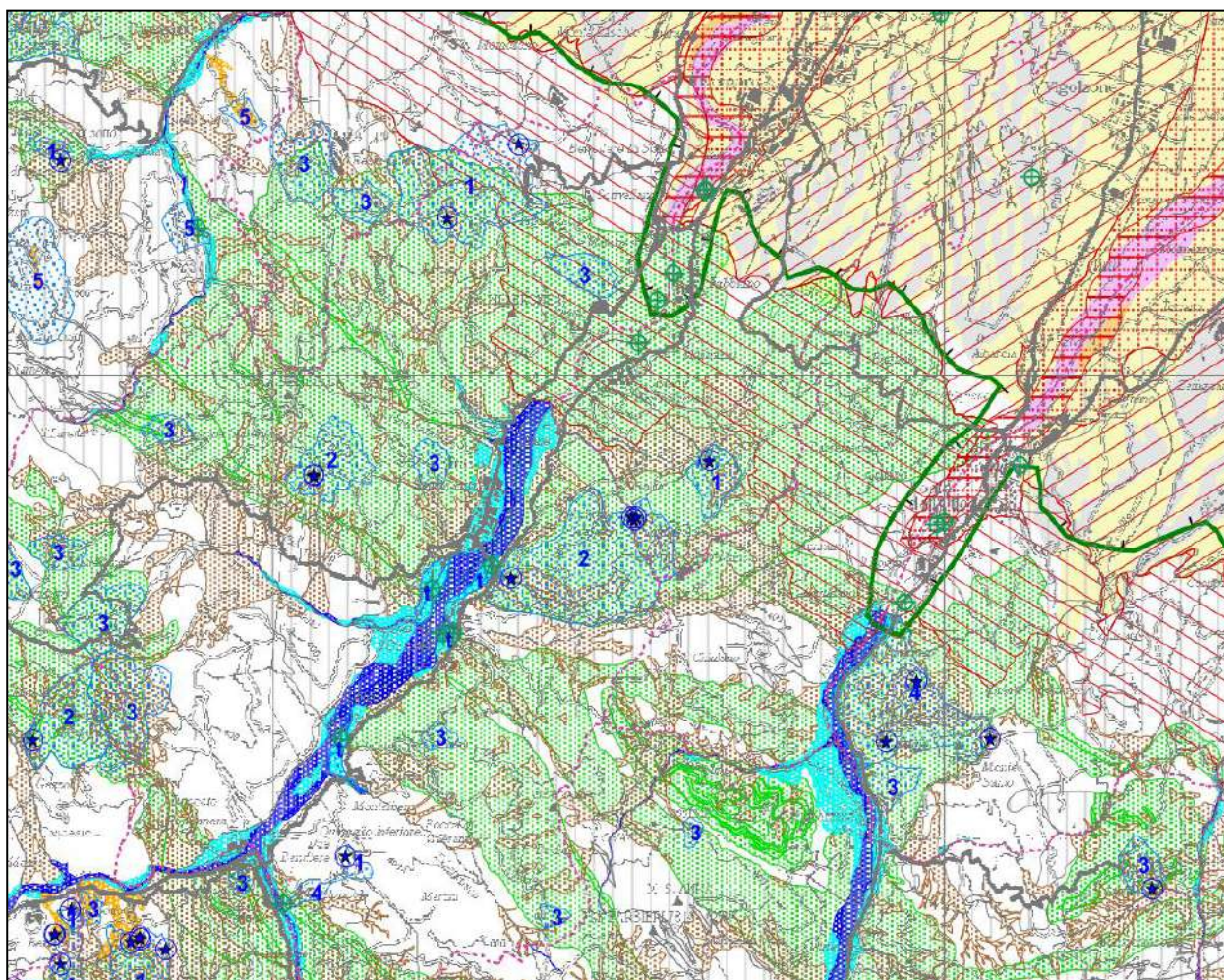


Figura 4.5.6.10 - Stralcio Tavola B.1.g del PTCP di Piacenza (Carta delle aree rilevanti per la tutela delle acque – Legenda alla pagina seguente)



Figura 4.5.6.11 - Stralcio Tavola B.1.g del PTCP di Piacenza (Carta delle aree rilevanti per la tutela delle acque)

#### 4.5.2 PRESENZA DI SORGENTI DI INQUINAMENTO INDIPENDENTI DAL PROGETTO

Nei paragrafi seguenti sono individuate le eventuali sorgenti di inquinamento indipendenti dall'intervento progettato che possono comportare criticità sotto l'aspetto del rischio ambientale,.

Gli elementi rappresentati, nel territorio in esame, si possono suddividere nelle seguenti tipologie principali:

- Stabilimenti e/o industrie a rischio di incidente rilevante;
- Siti contaminati ed aree di bonifica;
- Impianti di smaltimento e recupero rifiuti;
- Ambiti di cava.

#### 4.5.3 STABILIMENTI E/O INDUSTRIE A RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE

Gli stabilimenti a rischio di incidente rilevante (RIR) sono quelli che a causa della presenza di sostanze pericolose in determinate quantità, hanno la probabilità (bassa) di generare un incidente di entità molto vasta in termini di danni alle persone, alle cose e all'ambiente. La normativa nazionale di riferimento è stata da poco modificata; il D.Lgs. n° 105 del 26 giugno 2015 ha preso il posto dello storico D.Lgs. n° 334/99 e di molti suoi allegati, che sono diventati parte di una sorta di "testo unico".

Diverse le novità, ma fondamentale il mantenimento della vecchia ripartizione di competenze, che vede ancora le Regioni, autorità competenti per gli stabilimenti di soglia inferiore in cui sono presenti cioè quantità inferiori di sostanze pericolose (ex art. 6 per D.Lgs. 334/99), e lo Stato, autorità competente per gli stabilimenti di soglia superiore in cui le sostanze pericolose sono presenti in quantità più elevate (ex art. 8 per D.Lgs. 334/99).

La Regione, nell'ambito della Legge regionale comunitaria (Legge regionale 30 maggio 2016, n. 9) ha quindi provveduto nel CAPO I, ad aggiornare la Legge Regionale n.26/2003 e ss.mm.ii. "*Disposizioni in materia di pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose*" anche alla luce della legge di riordino istituzionale (LR.13/15) ed ha poi approvato la Nuova direttiva applicativa della legge (DGR n. 1239 del 1° agosto 2016).

Attualmente in regione, sono in attività 84 stabilimenti RIR di cui 32 di soglia inferiore e 52 di soglia superiore [dati aggiornati a luglio 2016].

In Provincia di Piacenza gli stabilimenti a rischio industriale sono tre (i primi due di soglia inferiore e il terzo di soglia superiore).

- KEROPETROL S.P.A. (Villanova sull'Arda);
- ENI S.P.A. DIVISIONE REFINING & MARKETIN (Fiorenzuola d'Arda);
- STOGIT S.P.A. - STOCCAGGI GAS ITALIA S.P.A (Cortemaggiore);

Nei Comuni di Rivergaro e Travo non sono presenti stabilimenti RIR.

#### 4.5.4 SITI CONTAMINATI ED AREE DI BONIFICA

Con il termine “sito contaminato” ci si riferisce a tutte quelle aree nelle quali, in seguito ad attività umane pregresse o in corso, è stata accertata un'alterazione delle caratteristiche qualitative delle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee tale da rappresentare un rischio per la salute umana.

La legislazione nazionale in materia di bonifica dei siti contaminati, introdotta con il D.M. 471/99, è stata profondamente modificata dal D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. “Norme in materia ambientale” che, alla Parte Quarta, Titolo V “Bonifica di siti contaminati”, disciplina gli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti contaminati e definisce le procedure, i criteri e le modalità per lo svolgimento delle operazioni necessarie per l'eliminazione delle sorgenti dell'inquinamento e comunque per la riduzione delle concentrazioni di sostanze inquinanti.

Dall'analisi del catasto dei siti contaminati di ARPAE (2015) in provincia di Piacenza si riscontrano 21 siti contaminati con iter procedurale in corso, suddivisi in: 16 siti industriali, 4 punti vendita carburante, 1 da ricondursi ad avvenimenti accidentali.

Tutti i siti sono localizzati al di fuori dei territori comunali di Rivergaro e Travo.

#### 4.5.5 IMPIANTI DI SMALTIMENTO E RECUPERO RIFIUTI

Con la delibera di Consiglio Provinciale n. 98 del 22 novembre 2004 è stato approvato il Piano Provinciale per la Gestione dei rifiuti urbani e speciali (PPGR).

Dall'analisi del Piano si evidenzia che non si rilevano ambiti direttamente relazionabili con il contesto di progetto.

A Rivergaro, in località Ancarano, sono localizzati due impianti di stoccaggio uno di RS (veicoli fuori uso) ed uno di RSP (batterie esauste). Sempre a Rivergaro in località Le Marane è localizzato un impianto per riutilizzo di RS agroindustriali per l'alimentazione animale (attività esercite in impianti “non dedicati”).

Un impianto di recupero di rifiuti speciali non pericolosi (R4 ed R13) è localizzato in via Ungaretti a Rivergaro, un secondo impianto di recupero di rifiuti speciali non pericolosi (R3) in località Larzano ed un terzo (R5 ed R13) in via Trebbia a Rivergaro.

#### 4.5.6 AMBITI DI CAVA

Lungo il tratto di progetto della S.S. 45 non vi sono ambiti di cava.

Si rimanda al Quadro Programmatico per ogni approfondimento circa la localizzazione dei potenziali ambiti estrattivi.

Lungo il tracciato della S.S. 45 si rileva un ambito produttivo esclusivamente ad inizio tratto: area lavorazioni inerti Giordanino S.p.A. (costruzioni, bitumati, calcestruzzi).



#### 4.5.7 ATTRAVERSAMENTI DEL RETICOLO IDROGRAFICO SECONDARIO

Lungo il tratto stradale interessato dagli interventi di adeguamento vengono attraversati diversi corsi d'acqua confluenti nel Fiume Trebbia sempre immediatamente a valle del tracciato; per questi attraversamenti sono previsti i seguenti ponti e viadotti, elencati in sequenza da inizio a fine intervento:

- Rio Savignano, lunghezza 25 m, tra inizio intervento e rotatoria 1;
- Rio dell'Acqua Rossa, lunghezza 55 m, tra inizio intervento e rotatoria 1;
- Rio Mortale, lunghezza 55 m, tra le rotatorie 1 e 2;
- Ponte senza nome in località Cisiano di sotto, tra le rotatorie 1 e 2;
- Rio San Michele, lunghezza 25 m, tra le rotatorie 2 e 3;
- Rio degli Amadei, lunghezza 25 m, tra le rotatorie 2 e 3;
- Rio delle Piane/Fontana Cavalla, lunghezza 25 m, tra le rotatorie 2 e 3;
- Rio della Colombarola, lunghezza 25 m, tra le rotatorie 3 e 4;
- Rio Bargello, lunghezza 25 m, tra le rotatorie 4 e 5;
- Rio di Signano, lunghezza 25 m, tra le rotatorie 5 e 6;
- Rio Molini, lunghezza 55 m, tra le rotatorie 5 e 6;
- Rio d'Andrea, lunghezza 25 m, tra le rotatorie 6 e 7;
- Rio Cernusca, lunghezza 180 m, tra le rotatorie 7 e 8 (fine intervento)

Come dettagliato nel cap. "Suolo e sottosuolo", sulla base del rilevamento diretto sul terreno, delle prove geotecniche disponibili, di quanto evidenziato nelle carte geologiche di dettaglio ed in profili e sezioni, in generale si osserva che il tracciato attraversa un territorio a notevole variabilità di substrato, sia da un punto di vista formazionale, sia soprattutto dal punto di vista geomorfologico-evolutivo.

Infatti si susseguono con frequenza dell'ordine delle centinaia di metri o anche meno fasce con depositi di frana, per lo più quiescenti, depositi di colamenti attivi o di frane complesse, formazioni quaternarie in posto sub-affioranti, affioramenti rocciosi pre-quaternari. Sono inoltre presenti incisioni laterali, impluvi e rii di varia dimensione, anche se in genere con bacini inferiori al km<sup>2</sup> attraversati dal tracciato in progetto.

Nei paragrafi seguenti vengono sintetizzate le caratteristiche specifiche del tracciato suddiviso in tratti consecutivi, omogenei con gli elaborati cartografici rappresentanti i profili geologici longitudinali, a partire dall'estremo N (Comune di Rivergaro).

Le caratteristiche analizzate nel seguito sono le seguenti:

- Geomorfologia
- Caratteristiche del substrato
- Caratteristiche idrogeologiche
- Caratteristiche idrologiche
- Criticità e condizioni di intervento

#### 4.5.7.1 Rio Savignano

##### GEOMORFOLOGIA

Il ponte, della lunghezza di 25 m consente l'attraversamento dell'alveo attivo del Rio Savignano che corre sul fondo di un'ampia incisione che consiste nella valle formata dal rio stesso nel suo basso corso.

##### CARATTERISTICHE DEL SUBSTRATO

Il terreno di fondazione, individuato nei sondaggi S2 ed S04 (con spt – "rifiuto" a -8 m circa dal p.c. attuale), sarà costituito da depositi quaternari incoerenti di frana complessa (a2g). l'immorsamento dei pali è previsto a circa 3 m (SPA) e 2 m (SPB) nel deposito che in zona ha potenza dell'ordine di circa 8-9 m prima che sia raggiunto il substrato roccioso in posto (VLU3 – Formazione della Val Luretta) costituito da alternanze di calcari, calcari marnosi, marne e marne calcaree in strati da medi a molto spessi, talora in banchi, con locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane e di argille marnose o arenite e peliti marnose in strati sottili e medi dell'Eocene inferiore.

##### CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Le prove in situ hanno evidenziato la presenza di falda nel substrato detritico a profondità medie dell'ordine di 8 m dal pc, ma in corrispondenza del ponte potrebbe essere a meno di 2 m e, in condizioni di elevata piovosità, sub-affiorante. Quindi anche nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente omogenea, trattandosi di terreni detritici permeabili per porosità generalizzata, che sono prevalenti in questo tratto ed hanno permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

Nelle formazioni pre-quaternarie (Formazione della Val Luretta), comunque diffusamente presenti, la circolazione è verosimilmente più irregolare, anche se la fratturazione delle bancate la rende maggiore rispetto al detrito con una media di  $2,99 \times 10^{-7}$  m/s.

La soggiacenza presunta della falda è stata indicata nei profili tra -2 e -11 m da p.c. con dati misurati di -7,78 (S03-PZ) e -5,12 (S08-PZ).

##### CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

Il rio presenta un ampio bacino di alimentazione ed il suo corso ha carattere torrentizio. L'alveo è per lo più privo di manutenzione ed è possibile un ingente flusso con frazione solida importante o prevalente, stante la natura incoerente e con importante copertura di fine del bacino di monte, nonché l'importanza delle modificazioni antropiche introdotte, con impermeabilizzazioni diffuse e restringimenti locali delle sezioni d'alveo.

##### CRITICITA' E CONDIZIONI DI INTERVENTO

Non sono presenti inclinometri in zona. Il substrato costituente il piano d'imposta delle fondazioni è comunque costituito da depositi di frana quiescente di forte spessore ed in essi saranno impostate le fondazioni, quindi massima cura va posta nel verificare la quota di immorsamento e la circolazione in falda. Anche il rispetto di una sezione di flusso in grado di smaltire portate di piena ingenti e con importante componente solida, sia fangosa, sia granulare, è essenziale.

#### 4.5.7.2 Rio dell'Acqua Rossa

##### GEOMORFOLOGIA

Il ponte, della lunghezza di 55 m consente l'attraversamento dell'alveo attivo del Rio dell'Acqua Rossa che corre sul fondo di una incisione relativamente stretta e profonda quasi 10 m che consiste nella valle formata dal rio stesso nel suo basso corso.

##### CARATTERISTICHE DEL SUBSTRATO

Il terreno di fondazione, individuato nel sondaggio S08-PZ (con spt – nessun "rifiuto" fino ad almeno 10 m circa dal p.c. attuale), sarà anche qui costituito da depositi quaternari incoerenti di frana complessa (a2g). l'immorsamento dei pali è previsto a circa 1,5 m (SPA) e 3 m (SPB) nel deposito che in zona ha potenza dell'ordine di circa 22 m dal p.c. prima che sia raggiunto il substrato roccioso in posto (VLU3 – Formazione della Val Luretta) costituito da alternanze di calcari, calcari marnosi, marne e marne calcaree in strati da medi a molto spessi, talora in banchi, con locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane e di argille marnose o arenite e peliti marnose in strati sottili e medi dell'Eocene inferiore.

##### CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Le prove in situ hanno evidenziato la presenza di falda nel substrato detritico a profondità medie dell'ordine di 8 m dal pc, ma in corrispondenza del fondo dell'incisione valliva e quindi del ponte potrebbe essere sub-affiorante. Quindi anche nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente omogenea, trattandosi di terreni detritici permeabili per porosità generalizzata, che sono prevalenti in questo tratto ed hanno permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

Nelle formazioni pre-quaternarie (Formazione della Val Luretta), comunque diffusamente presenti, la circolazione è verosimilmente più irregolare, anche se la fratturazione delle bancate la rende maggiore rispetto al detrito con una media di  $2,99 \times 10^{-7}$  m/s.

La soggiacenza presunta della falda è indicata nei profili geologici coincidente col fondo alveo con dati misurati di -5,12 (S08-PZ, in spalla sinistra SPB).

##### CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

Anche questo rio presenta un ampio bacino di alimentazione ed il suo corso ha carattere torrentizio. L'alveo è per lo più privo di manutenzione ed è possibile un ingente flusso con frazione solida importante o prevalente, stante la natura incoerente e con importante copertura di fine del bacino di monte, nonché l'importanza delle modificazioni antropiche introdotte, con impermeabilizzazioni diffuse e restringimenti locali delle sezioni d'alveo.

##### CRITICITA' E CONDIZIONI DI INTERVENTO

L'inclinometro S07\_IN, prossimo al ponte ha evidenziato movimenti dell'ordine di 15 millimetri nell'arco di circa 6 mesi. Il substrato costituente il piano d'imposta delle fondazioni è costituito da depositi di frana quiescente potenti oltre 10 m ed in essi saranno impostate le fondazioni, quindi massima cura va posta nel verificare la quota di immorsamento e la circolazione in falda. Anche il rispetto di una sezione di flusso in grado di smaltire portate di piena ingenti e con importante componente solida, sia fangosa, sia granulare è essenziale.

#### 4.5.7.3 Rio Mortale

##### GEOMORFOLOGIA

Il ponte, della lunghezza di 55 m consente l'attraversamento dell'alveo attivo del Rio Mortale che corre sul fondo di una incisione relativamente stretta e profonda quasi 10 m che consiste nella valle formata dal rio stesso nel suo basso corso. Le sezioni del rio in questo tratto presentano caratteristiche peculiari in quanto l'alveo, relativamente stretto e profondamente inciso è in realtà posto su una dorsale collinare che si prolunga verso valle e quindi in sezione si presenta prominente rispetto all'andamento del territorio ai due lati, che è inciso da due avvallamenti laterali (v. elaborato "BA21 - T00GE00GEOFG02\_A").

##### CARATTERISTICHE DEL SUBSTRATO

Il terreno di fondazione, individuato nel sondaggio S11 (con spt – "rifiuto" e/o valori elevati già a 4 m di profondità da p.c. attuale), sarà qui costituito dal substrato roccioso in posto (VLU3 – Formazione della Val Luretta) costituito da alternanze di calcari, calcari marnosi, marne e marne calcaree in strati da medi a molto spessi, talora in banchi, con locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane e di argille marnose o arenite e peliti marnose in strati sottili e medi dell'Eocene inferiore.

##### CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Le prove in situ hanno evidenziato la presenza di circolazione idrica per fratturazione nel substrato roccioso a profondità dell'ordine di 3 – 4 m dal p.c., ma in corrispondenza del fondo dell'incisione valliva e quindi del ponte potrebbe essere decisamente affiorante. Quindi nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente irregolare, trattandosi di terreni rocciosi in posto, che sono esclusivi in questo tratto ed hanno permeabilità medie di  $2,99 \times 10^{-7}$  m/s

##### CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

Questo rio presenta un bacino di alimentazione relativamente ridotto ed il suo corso ha carattere torrentizio. L'alveo è per lo più privo di manutenzione ed è meno probabile un ingente flusso con frazione solida importante, stante la natura in posto degli affioramenti e la ridotta copertura di fine del bacino di monte.

##### CRITICITA' E CONDIZIONI DI INTERVENTO

L'inclinometro S07\_IN, prossimo al ponte ha evidenziato movimenti dell'ordine di 15 millimetri nell'arco di circa 6 mesi. Il substrato costituente il piano d'imposta delle fondazioni è costituito da depositi di frana quiescente potenti oltre 10 m ed in essi saranno impostate le fondazioni, quindi massima cura va posta nel verificare la quota di immersione e la circolazione in falda. Anche il rispetto di una sezione di flusso in grado di smaltire portate di piena ingenti e con importante componente solida, sia fangosa, sia granulare è essenziale.

#### 4.5.7.4 Rio senza nome (pk 0+748,73 ÷ 0+773,73 in località Cisiano di sotto)

##### GEOMORFOLOGIA

Il ponte, della lunghezza di 25 m consente l'attraversamento dell'alveo attivo del Rio di Cisiano di sotto che corre in un'incisione relativamente ampia e profonda fino a 4 m, che consiste nella valle formata dal rio stesso nel suo basso corso.

##### CARATTERISTICHE DEL SUBSTRATO

Il terreno di fondazione, individuato nel sondaggio S13-PZ (con spt – "rifiuto" già a meno di 2 m di profondità da p.c. attuale), sarà qui costituito da "Depositati di frana quiescente per colamento di fango" (a2d). Il substrato è rappresentato da depositi messi in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

##### CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Le prove in situ hanno evidenziato la presenza di falda nel substrato detritico alla profondità di 4,37 m dal p.c. (S13-PZ) in asse con alveo in progetto. Quindi anche nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente omogenea, trattandosi di terreni detritici permeabili per porosità generalizzata, che sono prevalenti in questo tratto ed hanno permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

##### CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

Questo rio presenta un bacino di alimentazione relativamente ridotto ed il suo corso ha carattere torrentizio. L'alveo è per lo più privo di manutenzione ed è meno probabile un ingente flusso con frazione solida importante, stante la natura in posto degli affioramenti e la ridotta copertura di fine del bacino di monte.

##### CRITICITA' E CONDIZIONI DI INTERVENTO

L'inclinometro S07\_IN, prossimo al ponte ha evidenziato movimenti dell'ordine di 15 millimetri nell'arco di circa 6 mesi. Il substrato costituente il piano d'imposta delle fondazioni è costituito da depositi di frana quiescente potenti oltre 10 m ed in essi saranno impostate le fondazioni, quindi massima cura va posta nel verificare la quota di immersione e la circolazione in falda.

Anche il rispetto di una sezione di flusso in grado di smaltire portate di piena ingenti e con importante componente solida, sia fangosa, sia granulare è essenziale.

#### 4.5.7.5 Rio San Michele

##### GEOMORFOLOGIA

Il ponte, della lunghezza di 25 m consente l'attraversamento dell'alveo attivo del Rio San Michele, che corre sul fondo di un'incisione non particolarmente evidente e profonda circa 4,5 m che consiste nella valle formata dal rio stesso nel suo basso corso.

##### CARATTERISTICHE DEL SUBSTRATO

Il terreno di fondazione, individuato nella prova penetrometrica P4 è rappresentato da depositi olocenici di conoide inattiva (i2). L'immorsamento dei pali è previsto a circa 4 m di profondità nel deposito quaternario che in zona ha potenza dell'ordine di circa 10 m dal p.c. prima che sia raggiunto il substrato rappresentato da depositi gravitativi di versante (AES8 – Subsistema di Ravenna) costituito da alternanze di ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua: depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, e di conoide. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (poche decine di cm). Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri (Olocene).

##### CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Si ipotizza la presenza di falda sub-affiorante nel substrato detritico in corrispondenza al fondo dell'incisione valliva e quindi del ponte potrebbe essere sub-affiorante. Quindi anche nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente omogenea, trattandosi di terreni detritici permeabili per porosità generalizzata, che sono prevalenti in questo tratto ed hanno permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

##### CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

Il rio, che si sdoppia a monte ha bacino ridotto e valenza locale. Nonostante le dimensioni ridotte, il suo carattere torrentizio e la scarsità di manutenzione richiedono cautele da concretizzarsi con una generosa dimensione di sezione al ponte, che qui è prevista in circa 25 m<sup>2</sup>.

##### CRITICITA' E CONDIZIONI DI INTERVENTO

Il substrato costituente il piano d'imposta delle fondazioni è costituito da depositi di conoide potenti 10 m ed in essi saranno impostate le fondazioni, quindi massima cura va posta nel verificare la quota di immorsamento e la circolazione in falda. Anche il rispetto di una sezione di flusso in grado di smaltire portate di piena ingenti e con importante componente solida, sia fangosa, sia granulare è essenziale.

#### 4.5.7.6 Rio degli Amadei

##### GEOMORFOLOGIA

Il ponte, della lunghezza di 25 m consente l'attraversamento dell'alveo attivo del Rio degli Amadei che corre sul lato sinistro orografico del fondo di una incisione ampia profonda quasi 5 m e che consiste nella valle formata dal rio stesso nel suo basso corso.

##### CARATTERISTICHE DEL SUBSTRATO

Il terreno di fondazione, individuato nei sondaggi S15-DH e S15-PZbis (con spt – "rifiuto" a -6,5 m da p.c. attuale), sarà costituito in spalla destra (SPA) da depositi quaternari di versante s.l. (a3) ed in spalla sinistra (SPB) da depositi di frana quiescente complessa (a2g).

L'immorsamento dei pali è previsto a circa 4 m (SPA) in falda, nel deposito quaternario di versante che in zona ha potenza dell'ordine di circa 11 m dal p.c. prima che sia raggiunto il substrato roccioso in posto (VLU3 – Formazione della Val Luretta) costituito da alternanze di calcari, calcari marnosi, marne e marne calcaree in strati da medi a molto spessi, talora in banchi, con locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane e di argille marnose o arenite e peliti marnose in strati sottili e medi dell'Eocene inferiore.

La spalla sinistra (SPB) sarà invece immorsata nei depositi di frana quiescente complessa (a2g), passanti anch'essi a -11 m dal p.c. attuale alla formazione rocciosa in posto di calcari e marne (VLU3 – Formazione della Val Luretta).

##### CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Le prove in situ hanno evidenziato la presenza di falda sub-affiorante nel substrato detritico in corrispondenza del fondo dell'incisione valliva. Quindi anche nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente omogenea, trattandosi di terreni detritici permeabili per porosità generalizzata, che sono prevalenti in questo tratto ed hanno permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

Nelle formazioni pre-quaternarie (Formazione della Val Luretta), anche qui universalmente presenti a partire da circa 10 m di profondità dal p.c. attuale, la circolazione è di sicuro presente, ma verosimilmente più irregolare, anche se la fratturazione delle bancate la rende maggiore rispetto al detrito con una media di  $2,99 \times 10^{-7}$  m/s.

La soggiacenza presunta della falda è indicata nei profili geologici coincidente col fondo alveo con dati misurati di -6,10 ÷ 4,10 m dal tetto dell'impalcato di progetto (S15-DH =SPA e S15-PZbis ~ SPB).

##### CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

Anche questo rio presenta un bacino di alimentazione significativo ed il suo corso ha carattere spiccatamente torrentizio. L'alveo è per lo più privo di manutenzione ed è possibile un ingente flusso con frazione solida importante o prevalente, stante la natura incoerente e con importante copertura di fine del bacino di monte.

### CRITICITA' E CONDIZIONI DI INTERVENTO

Il substrato costituente il piano d'imposta delle fondazioni per la spalla destra è costituito da depositi di versante in senso lato, incoerenti e potenti oltre 10 m ed in essi saranno impostate le fondazioni, quindi massima cura va posta nel verificare la quota di immorsamento e la circolazione in falda sulla base degli spt fatti in S15-DH, dove è presente anche una prova sismica Down-Hole, l'addensamento si fa notevole (spt = 48; R) solo a partire dai 7 m di profondità dal p.c. attuale, mentre l'immorsamento delle fondazione della spalla stessa è previsto a -4 m.

Un altro fattore di cautela è dato dal fatto che le due spalle sono fondate su formazioni diverse: SPA sul deposito di versante l.s., SPB su deposito di frana quiescente complessa.

Dalle prove effettuate risulta comunque che la resistenza all'avanzamento in profondità ha un andamento simile, infatti alla quota di 171 m circa slmm nel sondaggio (substrato A3) si ha rifiuto e nella penetrometrica più prossima (P5) si passa rapidamente da meno di 10 a 50 N<sub>10</sub>. Anche il rispetto di una sezione di flusso in grado di smaltire portate di piena ingenti e con importante componente solida, sia fangosa, sia granulare è essenziale.

#### 4.5.7.7 Rio delle Piane/Fontana Cavalla

### GEOMORFOLOGIA

Il ponte, della lunghezza di 25 m consente l'attraversamento dell'alveo attivo del Rio delle Piane che occupa il fondo di una incisione profonda circa 5 m rispetto al p.c. circostante e che consiste nella valle formata dal rio stesso nel suo basso corso. Il corso d'acqua è denominato Rio delle Piane nella parte inferiore ed è il risultato della confluenza a quota 234 m slmm del Rio Fontana Cavalla, il cui bacino arriva fino a 700 m di quota, e di un più modesto impluvio (Rio Piccolo) proveniente da sopra Case Camia.



## CARATTERISTICHE DEL SUBSTRATO

Il terreno di fondazione, analogamente al Rio degli Amadei, sarà costituito da formazioni diverse: spalla destra SPA dai depositi di frana quiescente complessa (a2g) e in spalla sinistra (SPB) dal substrato pre-quadernario della Formazione della Val Luretta. L'immorsamento dei pali è previsto a circa 3 m di profondità, in falda. Stante il ridotto spessore dei depositi detritici di frana le fondazioni poggeranno direttamente sul substrato pre-quadernario, costituito da alternanze di calcari, calcari marnosi, marne e marne calcaree in strati da medi a molto spessi, talora in banchi, con locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane e di argille marnose o arenite e peliti marnose in strati sottili e medi dell'Eocene inferiore.

## CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Le falde è segnalata sub-affiorante nel substrato detritico in corrispondenza al fondo dell'incisione valliva. Quindi anche nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente omogenea, trattandosi di terreni detritici permeabili per porosità generalizzata, che sono prevalenti in questo tratto ed hanno permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s (spalla destra del ponte).

Nelle formazioni pre-quadernarie (Formazione della Val Luretta), qui affioranti in spalla sinistra, la circolazione è di sicuro presente, ma verosimilmente più irregolare, anche se la fratturazione delle bancate la rende maggiore rispetto al detrito con una media di  $2,99 \times 10^{-7}$  m/s. La soggiacenza presunta della falda è indicata nei profili geologici coincidente col fondo alveo.

## CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

Anche questo rio presenta un bacino di alimentazione significativo ed il suo corso ha carattere spiccatamente torrentizio e con elevata pendenza longitudinale, specie nel tratto superiore di alveo. L'alveo stesso è per lo più privo di manutenzione ed è possibile un ingente flusso con frazione solida importante o prevalente, stante la natura incoerente e con importante copertura di fine del bacino di monte.

## CRITICITA' E CONDIZIONI DI INTERVENTO

Il substrato costituente il piano d'imposta delle fondazioni per la spalla destra è costituito da depositi di versante in senso lato, incoerenti e potenti pochi metri ed in essi saranno impostate le fondazioni (SPA), quindi massima cura va posta nel verificare la quota di immorsamento e la circolazione in falda. Un altro fattore di cautela è dato dal fatto che le due spalle sono fondate su formazioni diverse: SPB sulle formazioni pre-quadernarie (Formazione della Val Luretta), SPA su deposito di frana quiescente complessa.

#### 4.5.7.8 Rio della Colombarola

##### GEOMORFOLOGIA

Il ponte, della lunghezza di 25 m consente l'attraversamento dell'alveo attivo del Rio della Colombarola che corre nei pressi del margine sinistro di un'incisione ampia e profonda fino a 5 m circa, che consiste nella valle formata dal rio stesso nel suo basso corso. A monte di quota 269 e di un tratto percorso come fosso stradale di guardia, il rio prende il nome in Rio Campo di Rallio e culmina a quota 405 circa. In generale il bacino non è ampio, perché le acque di versante sono prevalentemente convogliate a N nel Rio delle Piane e a S si apre una serie di incisioni minori che riducono l'estensione anche da questa parte.

##### CARATTERISTICHE DEL SUBSTRATO

Il terreno di fondazione è costituito da "Depositi di frana quiescente per colamento di fango" (a2d). Il substrato è rappresentato da depositi messi in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

##### CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Non si prevedono interferenze con la falda, che qui dovrebbe essere presente solo a partire da circa 4 ÷ 5 m dal fondo alveo.

##### CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

Questo rio presenta un bacino di alimentazione ridotto ed il suo corso ha carattere torrentizio. L'alveo è per lo più privo di manutenzione ed è possibile in caso di piene con elevato TR un flusso con frazione solida importante, stante la natura in posto degli affioramenti e la copertura di fine facilmente erodibile del bacino di monte.

##### CRITICITA' E CONDIZIONI DI INTERVENTO

Il substrato costituente il piano d'imposta delle fondazioni è dato da depositi di frana quiescente per colamento di fango, che verso S hanno potenze via via crescenti e superiori ai 20 m, come evidenziato nei sondaggi S17 e S18-IN, dove si ha "rifiuto" solo a 16 m di profondità, anche se già a partire dagli 11 m si hanno valori significativi per gli spt (13; 15; 18). In questa formazione saranno impostate le fondazioni, quindi massima cura va posta nel verificare la quota di immersione e la circolazione in falda. Anche il rispetto di una sezione di flusso in grado di smaltire portate di piena ingenti e con importante componente solida, sia fangosa, sia granulare è essenziale.

#### 4.5.7.9 Rio Bargello

##### GEOMORFOLOGIA

Il ponte, della lunghezza di 25 m consente l'attraversamento dell'alveo attivo del Rio Bargello che corre nei pressi del margine destro di un'incisione ampia e profonda fino a 6,5 m circa, che consiste nella valle formata dal rio stesso nel suo basso corso.

## CARATTERISTICHE DEL SUBSTRATO

Il terreno di fondazione è costituito da “Depositi di frana quiescente per scivolamento” (a2b).

## CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

La falda risulta presente a partire da circa 7 m di profondità, quota che coincide con quella prevista per il piano d'imposta delle fondazioni.

## CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

Questo rio presenta un bacino di alimentazione ridotto, perché parte preponderante del versante locale è drenata dal Rio Caneto ed il suo corso ha carattere torrentizio. L'alveo è per lo più privo di manutenzione ed è possibile in caso di piene con elevato TR un flusso con frazione solida importante, stante la natura in posto degli affioramenti e la copertura di fine facilmente erodibile del bacino di monte.

## CRITICITA' E CONDIZIONI DI INTERVENTO

Il substrato costituente il piano d'imposta delle fondazioni è dato da depositi di frana quiescente per scivolamento con potenze considerevolmente maggiori (11 – 12 m) delle quote previste per il piano d'imposta, come evidenziato nel sondaggio S23-DH, spinto per altri 22 m circa nei sottostanti depositi. Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto Alternanze di calcari e calcari marnosi grigio-biancastri e di marne e marne calcaree grigio chiare, talora nocciola, in strati da medi a molto spessi, talora in banchi.

Sono presenti locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane grigio-scuere, in strati medi e di argille marnose rosso vinate, o areniti e peliti marnose grigio scure in set di strati sottili e medi. Passaggio per alternanza a VLU2. Spessore parziale del membro valutabile in 450m circa. (Luteziano). L'impostarsi delle fondazioni in depositi di frana quiescente per scivolamento, richiede massima cura nel verificare la quota di immersione in relazione alla circolazione in falda. Anche il rispetto di una sezione di flusso in grado di smaltire portate di piena ingenti e con importante componente solida, sia fangosa, sia granulare è essenziale.

### 4.5.7.10 Rio di Signano

## GEOMORFOLOGIA

Il ponte, della lunghezza di 25 m consente l'attraversamento dell'alveo attivo del Rio di Signano con una modesta incisione, che consiste nella valle formata dal rio stesso nel suo basso corso.

## CARATTERISTICHE DEL SUBSTRATO

Il terreno di fondazione è costituito per la pila di destra orografica (SPA) da “Depositi di frana quiescente complessa” (a2g) e per la pila di sinistra (SPB) dalla formazione pre-quaternaria della Val Luretta (VLU3) – Membro di Genepreto, costituito da alternanze di calcari, calcari marnosi, marne e marne calcaree in strati da medi a molto spessi, talora in banchi, con locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane e di argille marnose o areniti e peliti marnose in strati sottili e medi dell'Eocene inferiore.

## CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

La falda risulta presente a partire da circa 7 m di profondità, quota che coincide con quella prevista per il piano d'imposta delle fondazioni.

## CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

Questo rio presenta un bacino di alimentazione alquanto ridotto, traendo origine a quota 320 m circa, quindi con un dislivello al ponte di 120 m circa per una lunghezza d'impluvio di 1 km. Anche quest'alveo è per lo più privo di manutenzione ed è possibile in caso di piene con elevato TR un flusso con frazione solida importante, stante la natura in posto degli affioramenti e la copertura di fine facilmente erodibile del bacino di monte.

## CRITICITA' E CONDIZIONI DI INTERVENTO

Il substrato costituente il piano d'imposta delle fondazioni è dato da un lato da Depositi di frana quiescente complessa" (a2g) e dall'altro da alternanze di calcari, calcari marnosi, marne e marne calcaree in strati da medi a molto spessi, talora in banchi, con locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane e di argille marnose o arenite e peliti marnose in strati sottili e medi della formazione pre-quadernaria della Val Luretta (VLU3).

L'impostarsi delle fondazioni in substrato di diversa natura ed origine richiede molta cautela in vista di possibili differenze significative di addensamento, comportamento sotto carico, reazione alla presenza di falda. Anche il rispetto di una sezione di flusso in grado di smaltire portate di piena ingenti e con importante componente solida, sia fangosa, sia granulare è essenziale.

### 4.5.7.11 Rio Molini

## GEOMORFOLOGIA

Il ponte, della lunghezza di 55 m consente l'attraversamento dell'alveo attivo del Rio Molini che corre sul fondo di una incisione relativamente stretta e profonda oltre 10 m rispetto all'orlo dell'alveo di piena del rio e che consiste nella valle formata dal rio stesso nel suo basso corso.

## CARATTERISTICHE DEL SUBSTRATO

Il terreno di fondazione, individuato nel sondaggio più prossimo, S7, localizzato a circa 60 m di distanza a monte (con spt elevati a -3,5 m da p.c. attuale: 4; 10; 17 e 15; 20; 25 a -15 m) come "Deposito di frana quiescente complessa – a2g" quaternario poggiante sul substrato in posto costituito da alternanze di calcari, calcari marnosi, marne e marne calcaree in strati da medi a molto spessi, talora in banchi, con locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane e di argille marnose o arenite e peliti marnose in strati sottili e medi dell'Eocene inferiore (VLU3 – Formazione della Val Luretta). L'immorsamento della fondazione in destra orografica (SPA) è previsto raggiunga il substrato calcareo-dolomitico, mentre la spalla sinistra (SPB) poggerà sul deposito che in zona ha potenza dell'ordine di circa 9 m dal p.c. prima che sia raggiunto il substrato roccioso in posto.

## CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Le prove in situ hanno evidenziato la presenza di falda nel substrato detritico a profondità medie dell'ordine di 9 - 10 m dal pc, pertanto in corrispondenza del fondo dell'incisione valliva e quindi del ponte potrebbe essere sub-affiorante. Quindi anche nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente nei terreni detritici permeabili per porosità generalizzata, che sono prevalenti in questo tratto ed hanno permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

Nelle formazioni pre-quadernarie (Formazione della Val Luretta), comunque diffusamente presenti, la circolazione è verosimilmente più irregolare, anche se la fratturazione delle bancate la rende maggiore rispetto al detrito con una media di  $2,99 \times 10^{-7}$  m/s.

La soggiacenza presunta della falda è indicata nei profili geologici coincidente col fondo alveo.

## CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

Il bacino di alimentazione del Rio Molini culmina a 500 m circa slmm ed il suo corso ha carattere torrentizio. L'alveo è per lo più privo di manutenzione ed è possibile un ingente flusso con frazione solida importante o prevalente, stante la natura incoerente e con importante copertura di fine del bacino di monte, nonché l'importanza delle modificazioni antropiche introdotte, con impermeabilizzazioni diffuse e restringimenti locali delle sezioni d'alveo.

## CRITICITA' E CONDIZIONI DI INTERVENTO

Il substrato costituente il piano d'imposta delle fondazioni è dato da un lato da "Depositi di frana quiescente complessa" (a2g) e dall'altro da alternanze di calcari, calcari marnosi, marne e marne calcaree in strati da medi a molto spessi, talora in banchi, con locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane e di argille marnose o arenite e peliti marnose in strati sottili e medi della formazione pre-quadernaria della Val Luretta (VLU3).

L'impostarsi delle fondazioni in substrato di diversa natura ed origine richiede molta cautela in vista di possibili differenze significative di addensamento, comportamento sotto carico, reazione alla presenza di falda. Anche il rispetto di una sezione di flusso in grado di smaltire portate di piena ingenti e con importante componente solida, sia fangosa, sia granulare è essenziale.

### 4.5.7.12 Rio d'Andrea

#### GEOMORFOLOGIA

Il ponte, della lunghezza di 25 m consente l'attraversamento dell'alveo attivo del Rio d'Andrea che corre sul fondo di una incisione stretta e profonda 5 m, incisa nei depositi quadernari a loro volta incuneati nelle formazioni eoceniche della Val Luretta e che consiste nella valle formata dal rio stesso nel suo basso corso.

## CARATTERISTICHE DEL SUBSTRATO

Il terreno di fondazione, individuato nel sondaggio più prossimo, S27-PZ, (con spt = 8; 11; 11 nel substrato quaternario, 12; 14; 16 nel substrato in posto a – 4 m circa da p.c. e “rifiuto” a -9 m) è costituito da “Deposito di frana quiescente complessa – a2g” quaternario, anche qui poggiante sul substrato in posto costituito da alternanze di calcari, calcari marnosi, marne e marne calcaree in strati da medi a molto spessi, talora in banchi, con locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane e di argille marnose o arenite e peliti marnose in strati sottili e medi dell'Eocene inferiore (VLU3 – Formazione della Val Luretta). L'immorsamento della fondazione in destra orografica (SPA) attraverserà tutto il deposito sedimentario che in zona ha potenza dell'ordine di circa 7 m dal p.c. prima che sia raggiunto il substrato in posto, in sinistra poggerà direttamente su tale substrato calcareo-dolomitico.

## CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Le prove in situ hanno evidenziato la presenza di falda nel substrato detritico a profondità medie dell'ordine di 9 - 10 m dal pc, pertanto in corrispondenza al fondo dell'incisione valliva e quindi del ponte potrebbe essere sub-affiorante. Quindi anche nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente nei terreni detritici permeabili per porosità generalizzata, che sono prevalenti in questo tratto ed hanno permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

Nelle formazioni pre-quaternarie (Formazione della Val Luretta), comunque diffusamente presenti, la circolazione è verosimilmente più irregolare, anche se la fratturazione delle bancate la rende maggiore rispetto al detrito con una media di  $2,99 \times 10^{-7}$  m/s.

La soggiacenza presunta della falda è indicata nei profili geologici coincidente col fondo alveo.

## CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

Il bacino di alimentazione del Rio d'Andrea culmina a poco più di 500 m circa slmm ed il suo corso ha carattere torrentizio. L'alveo è per lo più privo di manutenzione ed è possibile un ingente flusso con frazione solida importante o prevalente, stante la natura incoerente e con importante copertura di fine del bacino di monte, nonché l'importanza delle modificazioni antropiche introdotte, con impermeabilizzazioni diffuse e restringimenti locali delle sezioni d'alveo.

## CRITICITA' E CONDIZIONI DI INTERVENTO

Il substrato costituente il piano d'imposta delle fondazioni è dato da un lato da “Depositi di frana quiescente complessa” (a2g) con presenza solo al fondo di formazioni calcareo-dolomitiche e dall'altro da alternanze di calcari, calcari marnosi, marne e marne calcaree in strati da medi a molto spessi, talora in banchi, con locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane e di argille marnose o arenite e peliti marnose in strati sottili e medi della formazione pre-quaternaria della Val Luretta (VLU3).

L'impostarsi delle fondazioni in substrato di diversa natura ed origine richiede molta cautela in vista di possibili differenze significative di addensamento, comportamento sotto carico, reazione alla presenza di falda. Anche il rispetto di una sezione di flusso in grado di smaltire portate di piena ingenti e con importante componente solida, sia fangosa, sia granulare è essenziale.

#### 4.5.7.13 Rio Cernusca

##### GEOMORFOLOGIA

Il viadotto, della lunghezza di 180 m, è l'ultimo ed anche il più importante attraversamento di alveo trasversale al tracciato stradale e consente l'attraversamento dell'alveo morfologico del Rio Cernusca che corre sul fondo di una incisione ampia e profonda fino a 9 m, incisa in depositi quaternari e formazioni pre-quaternarie di varia natura.

##### CARATTERISTICHE DEL SUBSTRATO

I sondaggi di riferimento, andando da E verso W sono i seguenti: S9, a valle del tracciato poco prima dell'inizio del viadotto; S33-PZ, prossimo all'alveo, sempre a valle del tracciato, nella poarte centrale dello stesso; S10, poco prima della rotatoria 8, esistente, a monte del tracciato al termine del viadotto.

Il substrato si presenta vario. Sotto è riprodotto un estratto di profilo geologico. Alla pagina seguente sono descritte le formazioni.

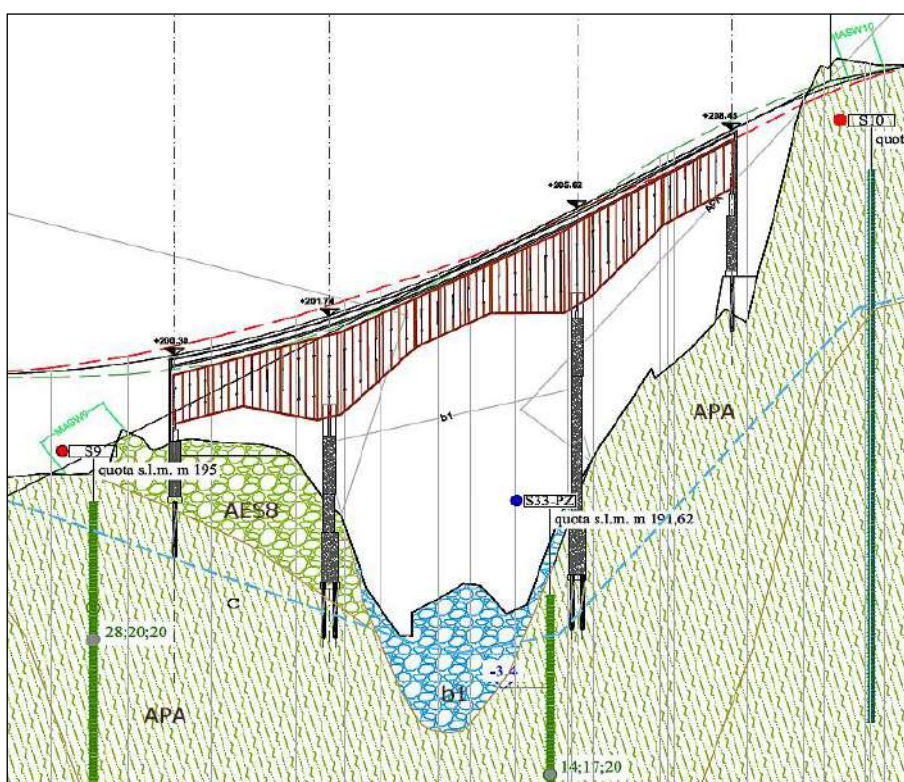


Figura 4.5.12.1

- APA - Argille a Palombini (o Complesso di Pietra Parcellara nel Foglio CARG 50.000 n°172, identificato in carta anche con "CPP" o con la sola "C" per la copertura corrispondente) - Cretaceo superiore è costituita da argilliti o argilliti siltose grigio scure, più raramente verdi, ocracee, rossastre, fissili, alternate a calcilutiti silicizzate grigio chiare e grigio-verdi, biancastre o giallastre in superficie alterata, talora a base calcarenitica laminata, e più rari calcari marnosi grigi e verdi in strati spessi e marne calcaree grigio scure o verdi, in strati medi e spessi. Possono essere presenti, verso la parte sommitale della formazione, marne e marne calcaree in strati medi e spessi e areniti fini in strati sottili. Si possono presentare in brecce monogeniche con abbondante matrice pelitica e clasti calcarei; la potenza geometrica è variabile da alcune decine ad alcune centinaia di metri.
- b1 - depositi quaternari continentali. Depositati alluvionali intravallivi in evoluzione e forme legate alla dinamica di conoide entro l'alveo attivo dei corsi d'acqua secondari. Olocene.
- AES8 – Subsistema di Ravenna. Pleistocene medio-Olocene. Include depositi di conoide ghiaiosa del Trebbia allo sbocco vallivo e depositi intravallivi terrazzati. Include una varietà deposizionale di facies granulometriche dalle ghiaie sabbiose, alle sabbie, ai limi stratificati; poggia in contatto discordante erosivo sulle unità stratigrafiche più antiche.

#### CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Le prove in situ hanno evidenziato la presenza di falda nel substrato detritico a profondità di pochi metri dal pc, pertanto in corrispondenza del fondo dell'incisione valliva e quindi del ponte potrebbe essere sub-affiorante. Quindi anche nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente nei terreni detritici permeabili (b1) per porosità generalizzata, che sono presenti in questo tratto sul fondo dell'incisione ed hanno permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

Nelle formazioni pre-quaternarie, comunque diffusamente presenti, la circolazione è verosimilmente più irregolare, anche se la fratturazione delle bancate potrebbe renderla maggiore rispetto al detrito specie nelle parti più superficiali.

La soggiacenza presunta della falda è indicata nei profili geologici coincidente col fondo alveo.

#### CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

Il bacino di alimentazione del Rio Cernusca è di gran lunga il più esteso tra quelli interessati dall'intervento ed il suo corso ha carattere torrentizio con spiccate caratteristiche di erosione, trasporto e rideposito. L'alveo è per lo più privo di manutenzione ed è possibile un ingente flusso con frazione solida importante o prevalente, stante la natura incoerente e con importante copertura di fine del bacino di monte, nonché l'importanza delle modificazioni antropiche introdotte, con impermeabilizzazioni diffuse e restringimenti locali delle sezioni d'alveo.



## CRITICITA' E CONDIZIONI DI INTERVENTO

Il substrato costituente il piano d'imposta delle fondazioni è dato in sponda destra (SPA) da una varietà deposizionale di facies granulometriche andanti dalle ghiaie sabbiose, alle sabbie, ai limi stratificati (AES8), seguiti a letto da argilliti o argilliti siltose fissili, alternate a calcilutiti silicizzate in superficie alterata, talora a base calcarenitica laminata, e più rari calcari marnosi in strati spessi e marne calcaree, in strati medi e spessi. Possono essere presenti, verso la parte sommitale della formazione, marne e marne calcaree in strati medi e spessi e areniti fini in strati sottili (APA). Il pilone P2 (in sponda destra) poggia su un'analoga alternanza. Il pilone P2 (in sponda sinistra orografica) di fatto attraversa solo i componenti della variegata formazione delle Argille a Palombini (APA), come pure il sostegno SPB.

Anche qui l'impostarsi delle fondazioni in substrato di diversa natura ed origine richiede molta cautela in vista di possibili differenze significative di addensamento, comportamento sotto carico, reazione alla presenza di falda.

L'ampia sezione di flusso assicurata dall'estensione degli impalcati consentirà di smaltire portate di piena ingenti e con importante componente solida, sia fangosa, sia granulare è essenziale.

Oltre a questi si possono segnalare alcuni attraversamenti di impluvi più modesti, ancorchè denominati rii, di ridotto bacino e breve sviluppo longitudinale, costituiti da soli tombini:

- Rio di Coni/Rio della Ca' nova e Rio della Casazza.

Anche nei tratti per i quali non sono previste modifiche di tracciato né nuove opere sono presenti ponti che rimarranno immutati:

- Rio Casalini/Sacchelli, Rio Felino, Rio Quadrelli e Rio Stazzano.

È opportuno segnalare anche alcuni punti in cui il tracciato in progetto e l'alveo morfologico del Fiume Trebbia presentano condizioni di vicinanza e/o di dislivello ridotto tali da richiedere qualche attenzione:

- Progr. 750 ca. - Tra le rotatorie 2 e 3

Tra il Castello di Montechiaro in destra orografica e la loc. Angorsola in sinistra la distanza minima tra il rilevato stradale e l'alveo morfologico, o "alveo di massima piena" del Fiume Trebbia si riduce a circa 45 m, ma la differenza di quota, di circa 25 m e la presenza di un netto orlo di terrazzo che separa l'alveo stesso dalla base del versante sono garanzia intrinseca di protezione, anche se non sono previste opere specifiche. Solo in tempi lunghi, in relazione alla capacità erosiva e di divagazione del fiume e del mantenimento in efficienza delle protezioni spondali potrebbe nascere la necessità di protezioni locali.

- Progr. 925 - Tra le rotatorie 3 e 4

In loc. Coni di sotto l'alveo morfologico del fiume si avvicina con la sponda destra orografica fino a circa 65 m con un visibile orlo di terrazzo. Il dislivello di circa 30 m rispetto al rilevato stradale, unito all'assenza di condizioni fluviali significativamente erosive di sponda esclude tuttavia possibili interferenze.

- Progr. 330÷660 circa – Tra le rotatorie 4 e 5 (v. fig. seg.)

È il tratto che presenta caratteristiche potenzialmente più critiche in relazione alla distanza minima che è ridotta a 25 – 30 m. Il notevole dislivello rispetto all'alveo, dell'ordine di 20 m, e l'ampiezza della sezione di piena del fiume che ha un minimo di 250 m escludono il rischio di allagamenti diretti; l'aspetto relativamente critico è invece legato alla potenzialità erosiva, data dalla morfologia dei tiranti idrici locali e dalla loro possibilità di divagazioni in occasione di piene ingenti.

Opportunamente per tutto il tratto è prevista la realizzazione di terre rinforzate di protezione e contenimento del rilevato stradale.

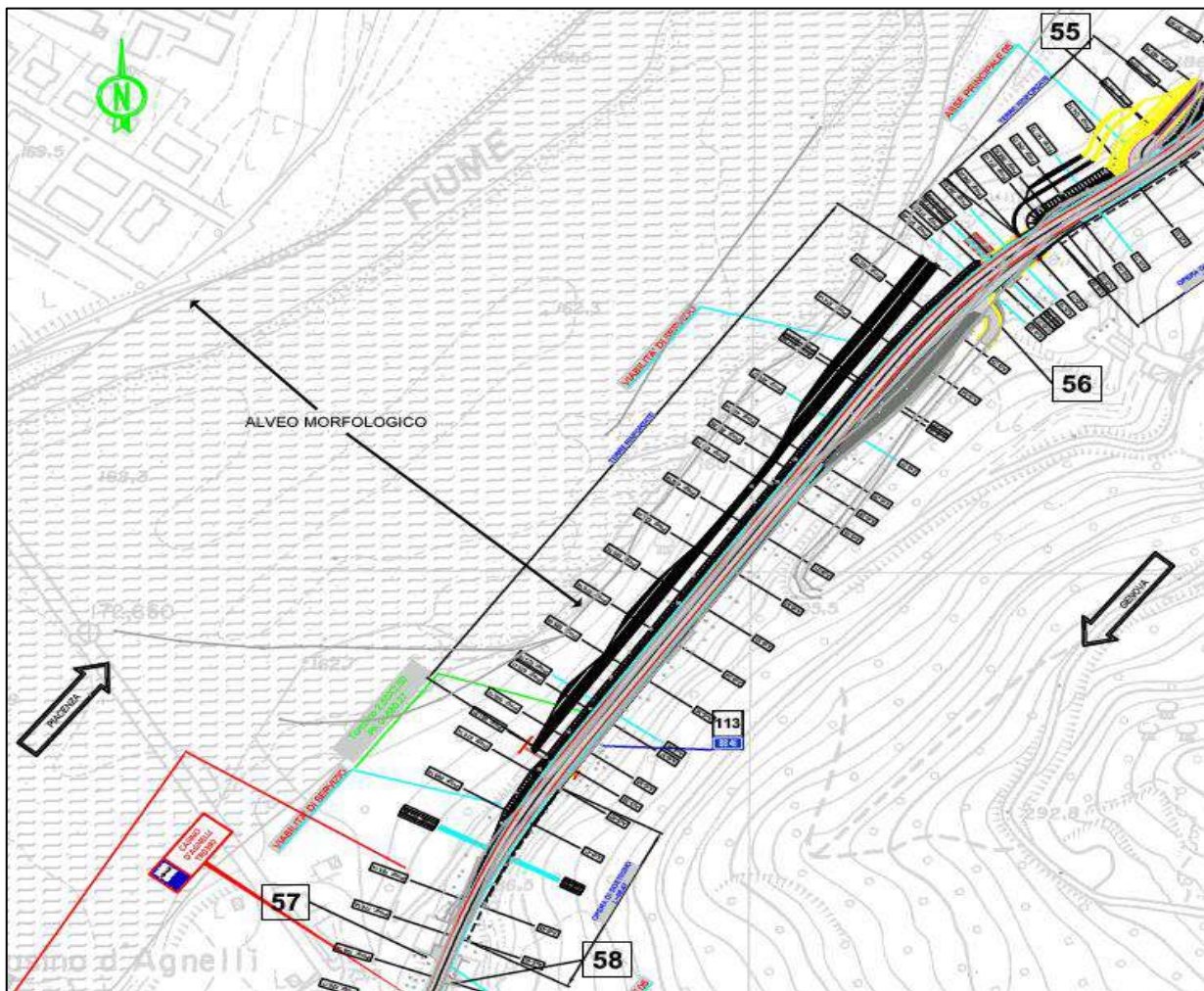


Figura 4.5.12.2

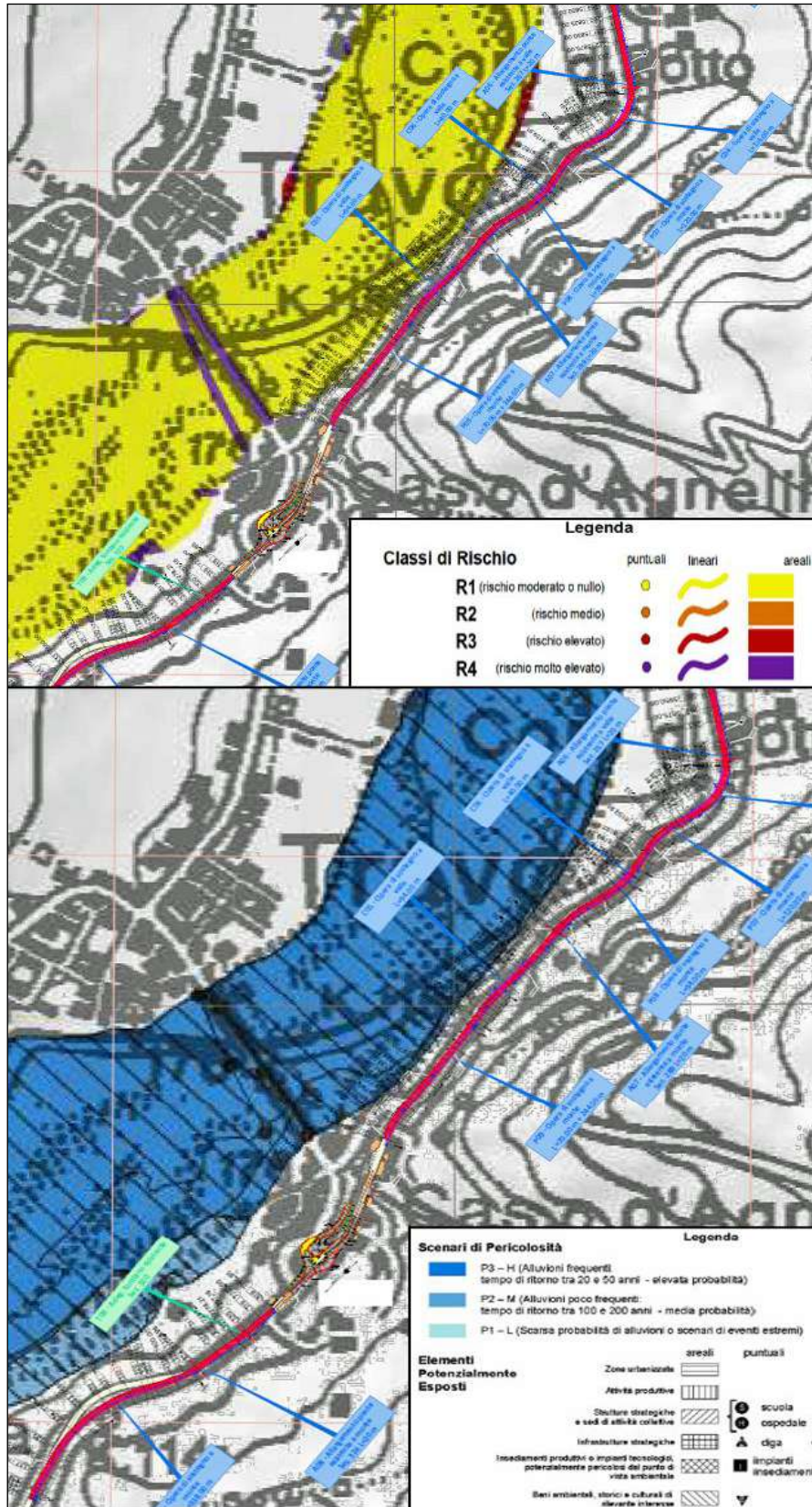


Figura 4.5.12.3 – Estratti delle Tav. G.1.12 “Planimetria aree rischio idraulico per alluvioni” e G1.13 “Planimetria scenario di pericolosità per alluvioni”(ridis.) - Gruppo di lavoro: Geologia - Dott. Luca Monti. (N.B. Il tracciato rappresentato in questa cartografia non è quello definitivo)

- Progr. 925 - Tra le rotatorie 5 e 6

Anche in questo tratto, in loc. Ca' Teresa (presente in sponda dx) la distanza minima è di soli 100 m, ma, considerando l'ampiezza d'alveo di quasi 500 e dislivello con l'opera in progetto di circa 12 m, inoltre con la presenza di opere di sostegno, non sussistono problematiche specifiche.

- Progr. 1050÷Rotatoria 7 e 0000÷0039 a partire dalla rotatoria 7 verso la 8

In questo tratto è più esposta la viabilità di accesso alla rotatoria 7, che ha una distanza minima dall'alveo morfologico di circa 70 m, rappresentati da un tratto di campagna pianeggiante e rilevato di 1-2 m rispetto al pelo libero ordinario del fiume. Anche per tutto questo tratto, compresa la rotatoria, è prevista l'adozione di terre rinforzate per il rilevato stradale.

#### 4.5.8 FASE DI COSTRUZIONE

##### 4.5.8.1 Potenziali impatti

In fase di costruzione si prevedono i seguenti impatti:

1. Sulla rete idrica: sono connessi con la realizzazione di nuovi viadotti, ponti e tombini che comporteranno riduzioni temporanee delle sezioni idrauliche di attraversamento per la realizzazione delle fondazioni in alveo, dei muri d'ala e delle spalle.
2. Sulla circolazione in falda: non si prevede nessun particolare effetto in quanto non è prevista la realizzazione di opere quali fondazioni continue, trincee e opere in sotterraneo estese e profonde fino a quote di interferenza con le falde stesse. Le uniche interferenze, di tipo puntuale, potranno essere date dall'infissione dei pali di fondazione delle principali opere di attraversamento dei rii laterali.
3. Sia per la rete idrica, sia per la prima falda sono possibili impatti legati a sversamenti accidentali di liquidi di lavorazione quali additivi e lubrificanti presenti nei cantieri attivi.

#### 4.5.8.2 Interventi di mitigazione

Per contenere al minimo le riduzioni di sezione d'alveo in corso d'opera si procederà con postazioni centrate su singole strutture che consentiranno il deflusso in sezioni che saranno comunque superiori a quelle attuali di ponti e tombini esistenti, spesso molto ridotte per configurazione geometrica propria o per accumulo di detrito e assenza di manutenzione (v. par. 4.5.14.2).

Le misure di mitigazione previste per la circolazione sotterranea saranno costituite anche dall'uso di fanghi polimerici biodegradabili nella trivellazione dei pali in luogo della bentonite, oppure si procederà all'isolamento meccanico del foro.

Durante le attività di cantierizzazione potrebbero verificarsi sversamenti accidentali con inquinamento e intorbidimento delle acque, pertanto per la durata del cantiere saranno adottate tutte le possibili misure di cautela finalizzate a ridurre il rischio di inquinamento delle acque facendo in modo che i lavori, per quanto possibile, siano eseguiti in secca.

Le aree di cantiere scelte sono tutte esterne ad alvei di corsi d'acqua.

#### 4.5.8.3 Valutazione degli impatti

Sulla base di quanto sopra esposto, tenendo conto degli interventi e delle misure previste gli impatti negativi devono essere valutati come non significativi e temporanei.

#### 4.5.8.4 Interventi di monitoraggio

Non si ritiene necessario un piano prefissato di monitoraggi periodici. Solo in caso di incidenti di cantiere con significativi sversamenti di sostanze chimiche sarà necessario procedere al prelievo e all'analisi di acque superficiali sul luogo dell'incidente e a valle dello stesso.

### 4.5.9 FASE DI ESERCIZIO

#### 4.5.9.1 Potenziali impatti

In fase di esercizio, considerando le caratteristiche delle opere stradali e complementari in progetto, si prevede un significativo miglioramento riguardo ai potenziali impatti riguardanti le acque superficiali e sotterranee.

1. Sezioni dei manufatti di attraversamento dei rii: nel progetto le sezioni sono state dimensionate sulla base di verifiche idrauliche specifiche per ogni opera tenendo conto dei singoli bacini e con i tempi di ritorno previsti dalla normativa vigente. Si avrà quindi un più che significativo miglioramento dei deflussi con franchi adeguati alle portate calcolate (v. par. 4.5.14.2).
2. Raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma: La rete di raccolta acque piovane si pone gli obiettivi di ripristinare la continuità del deflusso superficiale naturale

preesistente, drenare i volumi che cadono direttamente sulla superficie stradale e trasferirli a fossi ed impluvi naturali. Nella definizione del progetto si sono privilegiati i seguenti fattori: (1) capillare raccolta delle acque provenienti dalla piattaforma, per allontanarle rapidamente dal corpo stradale ed evitare infiltrazioni nella fondazione stradale; (2) frazionamento dei punti di scarico per evitare la concentrazione degli stessi. Le acque di piattaforma relative ai tracciati principali vengono captate con caditoie disposte lateralmente alla piattaforma stradale e convogliate con un sistema di collettori ai manufatti di restituzione, costituiti da camere in c.a. seminterrate, per dissipare l'energia delle acque e trattenere eventuali liquidi provenienti da sversamento accidentale. Le acque di dilavamento relative alle scarpate dell'asse principale e quelle relative alla viabilità secondaria sono raccolte da fossi di guardia disperdenti. I collettori sono stati dimensionati per addurre la portata meteorica e le vasche sono state dimensionate per consentire la raccolta di perdite accidentali.

3. Prevenzione degli inquinamenti connessi ai potenziali sversamenti accidentali nella rete idrica superficiale: avendo gli attuali mezzi di trasporto carburante una capacità massima pari a 39'000 l, per poter fissare una portata di progetto si è assunto che lo sversamento avvenga in 15 minuti, dando luogo a una portata pari a circa 40 l/s. Normalmente tale portata è contenuta in quella pluviale, di un ordine di grandezza superiore.
4. Prevenzione degli inquinamenti connessi ai potenziali sversamenti accidentali nella falda superficiale: anche per eventuali inquinamenti originatisi sulla piattaforma stradale a seguito di incidenti, il potenziale impatto è dato dalla possibile percolazione dell'inquinante in profondità: tale evenienza è da considerarsi ancora più remota, sia perché l'infiltrazione nel sottosuolo è ovviamente più lenta e difficoltosa rispetto a sversamenti diretti in rete di superficie, sia perché col miglioramento generale della viabilità si prevede una riduzione dell'indice di incidentalità stradale in senso generale.

In fase di esercizio la qualità delle risorse idriche rimarrà inalterata, anche in considerazione del fatto che la rete delle acque superficiali non viene modificata a seguito dell'intervento, mentre dal punto di vista fisico non vanno trascurati alcuni aspetti migliorativi importanti rispetto all'ambiente idrico e connessi con l'intervento in progetto, di seguito sintetizzati:

- in virtù della sicura fluidificazione del traffico lo scarico di inquinanti derivanti dal flusso veicolare può diminuire nella configurazione di progetto,; analogamente è presumibile ipotizzare un miglioramento della qualità delle acque di piattaforma rispetto alla configurazione attuale, con un potenziale beneficio della qualità delle acque di falda;
- la generalizzazione dei fossi di guardia e degli accorgimenti in genere utili allo smaltimento delle acque di piattaforma rispetto allo stato di fatto;
- il ripristino funzionale e l'ampliamento delle sezioni d'alveo per ogni attraversamento di rio sulla base di verifiche idrauliche specifiche e la preservazione della naturalità dello stesso e mantenimento per quanto possibile della pendenza longitudinale al di sotto di ponti e viadotti per consentire continuità di movimento alla fauna ittica ove presente.

Il progetto prevede l'allargamento e la risistemazione degli attraversamenti di 10 rii che allo stato attuale presentano numerosi elementi di criticità per sezioni insufficienti o progressivo interrimento in alveo, oltre al riadeguamento di 10 tombini. A questo proposito si portano due esempi significativi, ma la situazione si ripete pressoché in tutti gli attraversamenti. Tutte le opere sono state progettate e verificate secondo quanto disciplinato dalle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D. M. Infrastrutture e Trasporti del 17 gennaio 2018:

- i manufatti di attraversamento principale non interessano con spalle, pile e rilevati il corso d'acqua attivo;
- le quote idrometriche ed i franchi sono stati posti in correlazione con la piena di progetto riferita ad un periodo di ritorno pari a 200 anni;
- il franco di sottotrave e la distanza fra il fondo alveo e la quota di sottotrave sono stati assunti tenendo conto del trasporto solido di fondo e del trasporto di materiale galleggiante;
- Il franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle strutture, è stato assunto non inferiore a 1,50 m.

Come esempi dei criteri progettuali usati si riporta una sintesi di quanto previsto per gli attraversamenti del Rio degli Amadei e del Rio d'Andrea. Condizioni cautelative analoghe sono state previste per tutti gli altri attraversamenti sia che attualmente presentino criticità, sia che abbiano franchi sufficienti. Le verifiche sono state eseguite per le portate totali di piena, date dalla somma della portata liquida e della portata solida, riferite ad un tempo di ritorno di 200 anni (linea blu nella fig. seg.).

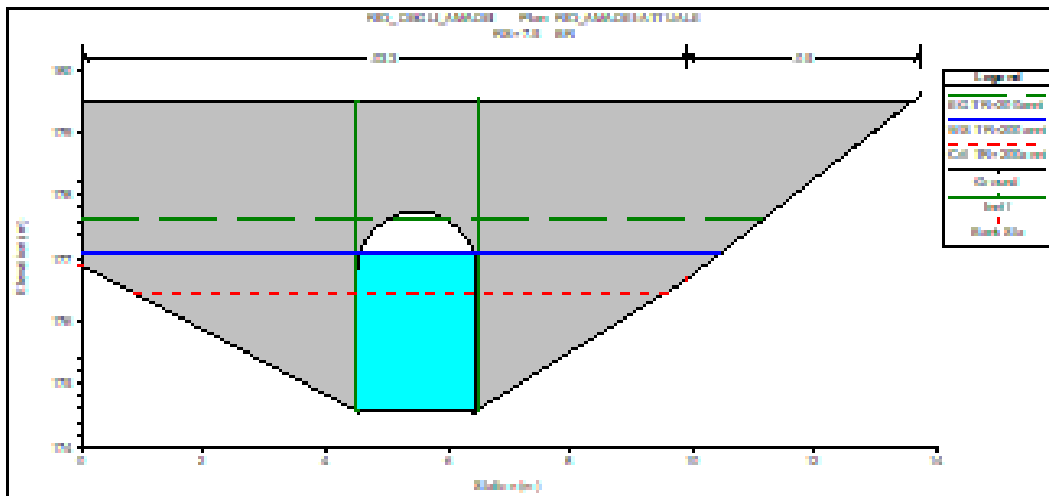


Figura 4.5.14.2/1 – Rio degli Amadei: stato di fatto sotto la S.S. n° 45 della Val Trebbia

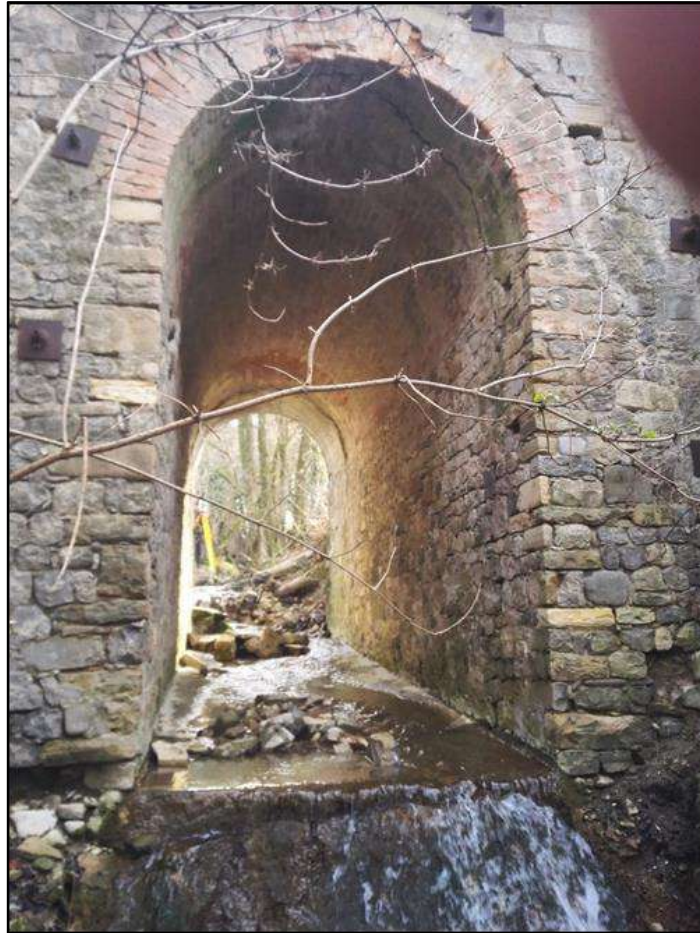


Figura 4.5.14.2/2 – Rio degli Amadei: vista da valle

Come si evince dai risultati della simulazione, nella situazione attuale, il ponte ad arco esistente presenta un franco di appena 0,41 m nella sezione di monte.

È evidente il differente ordine di grandezza rispetto all'opera in progetto, che prevede una luce pari a 25 mq con risagomatura dell'alveo nel tratto di intervento (figura seguente).



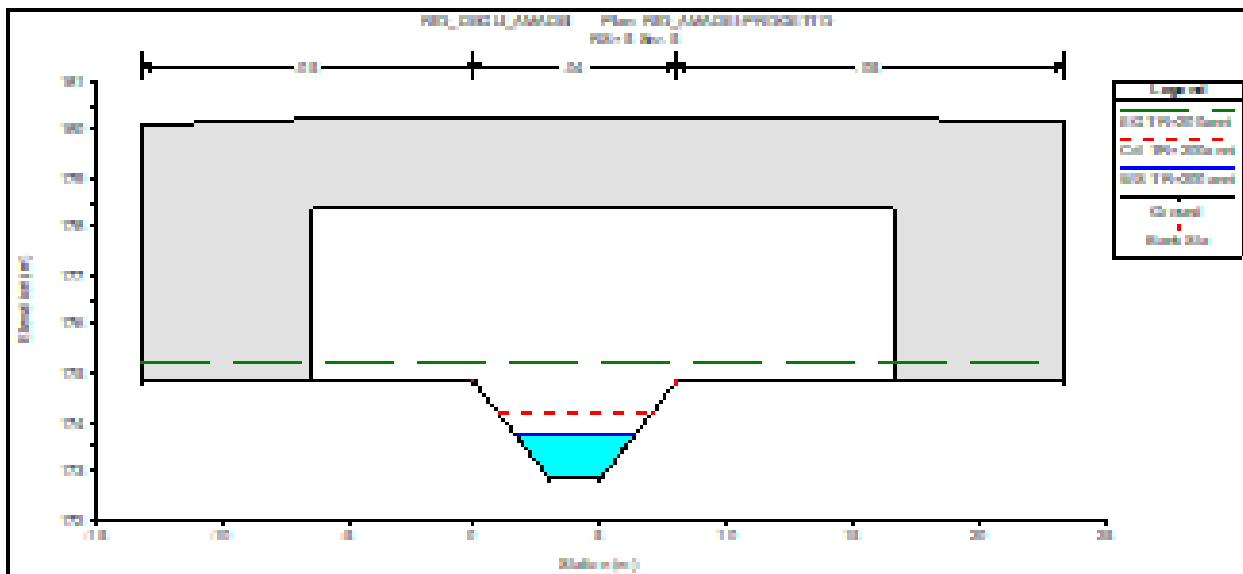


Figura 4.5.14.2/3 – Rio degli Amadei: Sez. 5 di progetto in uscita dal ponte

Il Rio d'Andrea si trova al presente in condizioni ancora più critiche per sottodimensionamento intrinseco della luce del ponte e mancato sgombero dei detriti in alveo. Le due figure seguenti evidenziano la condizione di deflusso in pressione in corrispondenza all'opera esistente, condizione resa ancora più critica dalla quantità di detrito che ostruisce il flusso (figura successiva).

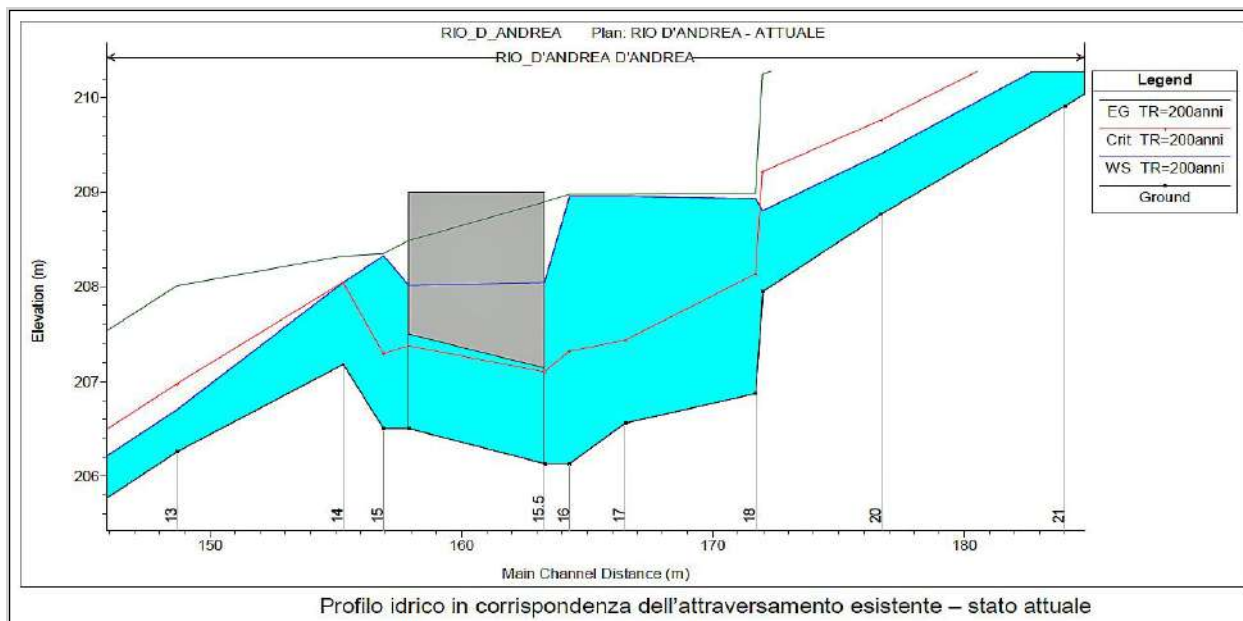


Figura 4.5.14.2/4 – Sezione longitudinale dello stato di fatto che evidenzia la condizione in pressione

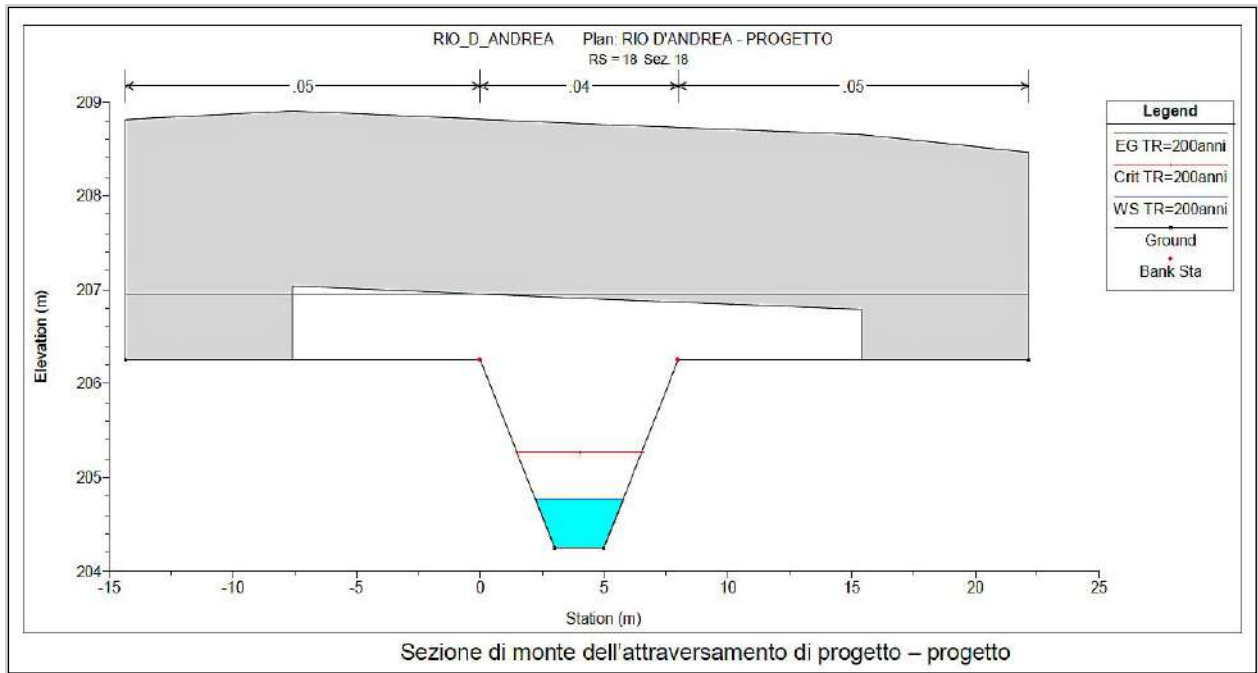


Figura 4.5.14.2/5 – Sezione trasversale di progetto n. 18

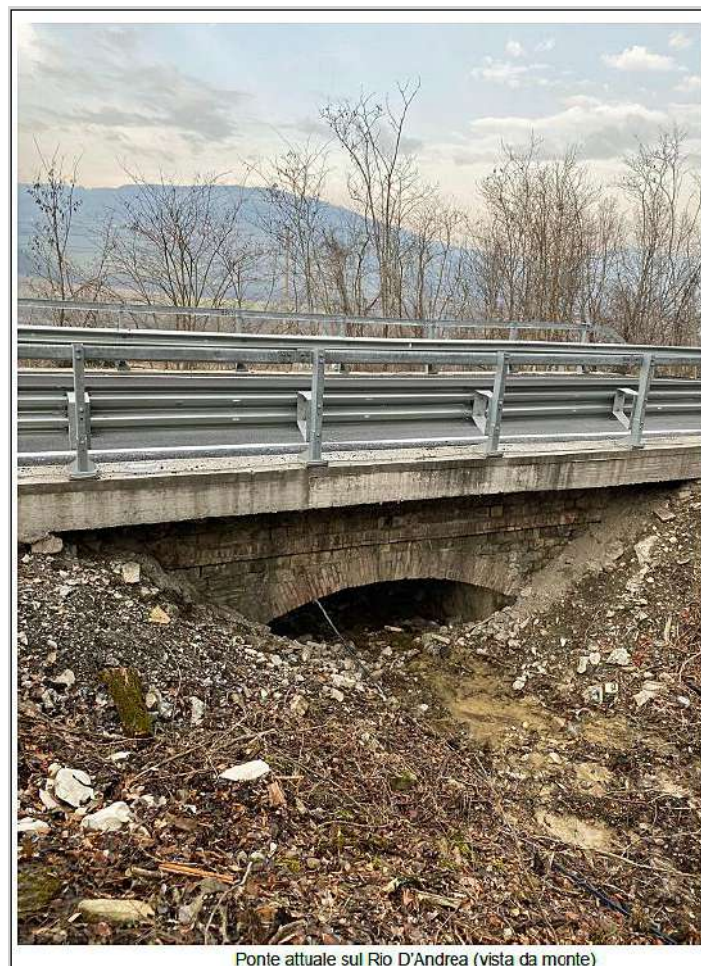


Figura 4.5.14.2/6

Anche per le opere idrauliche minori gli interventi in progetto sono decisamente migliorativi.

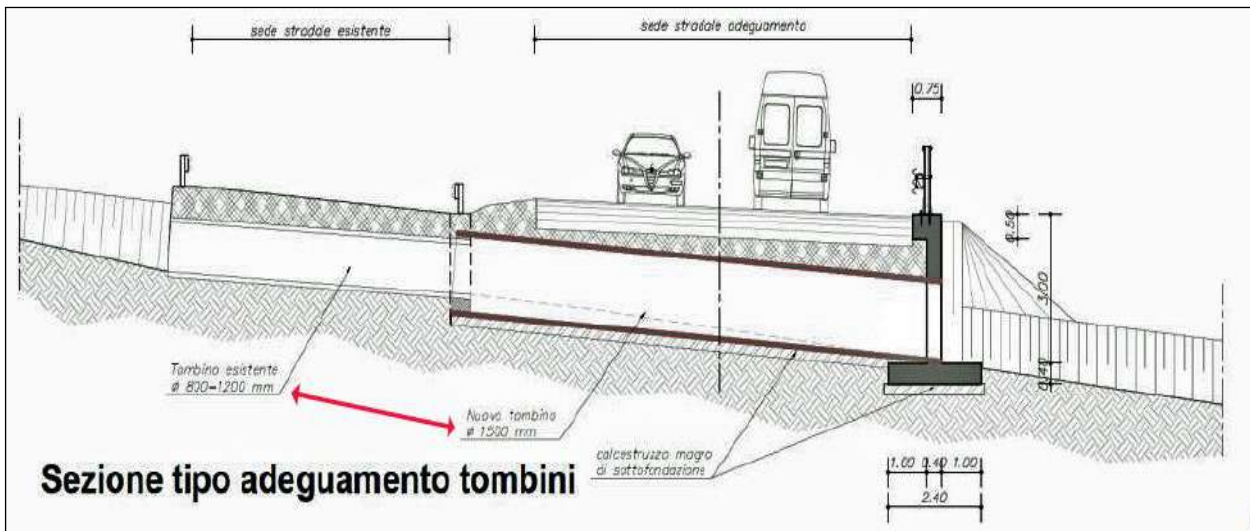


Figura 4.5.14.2/7

#### 4.5.9.2 Valutazione degli impatti

In definitiva, dall'analisi delle soluzioni progettuali adottate relativamente all'ambiente idrico interessato dagli interventi, si evince che all'utilità intrinseca dell'opera per quanto riguarda la sua funzione primaria si aggiungono alcuni vantaggi non indifferenti: riduzione del rischio di incidenti ambientali rilevanti di inquinamento falde e rii grazie alla fluidificazione del traffico; miglioramento della circolazione idrica in sede propria grazie alle nuove opere di attraversamento dei corsi d'acqua laterali, dimensionate secondo criteri moderni e cautelativi.

Sulla base di quanto precede si valuta che gli interventi previsti diano luogo ad effetti positivi, ancorchè localizzati, sullo stato attuale della componente; detti effetti si valutano di livello alto e sono permanenti nella misura in cui saranno accompagnati da interventi di manutenzione degli alvei fluviali in corrispondenza delle opere di attraversamento considerate.

## 4.6 SUOLO – GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Si evidenzia che la descrizione dello stato attuale del fattore ambientale in esame, paragrafi da 4.6.1 a 4.6.7, riprende le indicazioni in merito riportate nel Quadro di Riferimento Programmatico del S.I.A. 2018, rescio disponibile dalla Committente, predisposto a cura dello Studio Zanni (dott. Filippo Zanni).

### 4.6.1 STATO ATTUALE DEL FATTORE AMBIENTALE

Il capitolo intende illustrare sulla base di riferimenti bibliografici di settore, i suoli, la geomorfologia, l'uso del suolo e la geologia che caratterizza il contesto in cui si inserisce il progetto.

I paragrafi successivi descrivono, sulla base di riferimenti bibliografici di settore, i suoli, la geomorfologia, l'uso del suolo e la geologia che caratterizza il contesto in cui si inserisce il progetto.

Dal punto di vista del quadro pedologico l'analisi dell'area di studio viene effettuata rappresentando stralcio della Carta dei Suoli dell'Emilia-Romagna in scala 1:250.000 realizzata nel 1994, con aggiornamenti successivi all'anno 2000. Viene inoltre rappresentato, per le aree coperte dall'analisi, stralcio della Carta dei suoli alla scala 1:50.000 (ed. 2015).

Dal punto di vista del quadro geologico l'analisi dell'area di studio viene effettuata in particolare rappresentando stralcio della Carta Geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia-Romagna, cartografia realizzata utilizzando i rilevamenti alla scala 1:10.000 per la parte collinare e montana del territorio regionale, a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli (RER).

Viene quindi effettuato un inquadramento geomorfologico e geologico generale, un inquadramento tettonico e sismico. Tutte le informazioni riportate nello studio sono derivate da dati e fonti pubbliche ritenute scientificamente valide. La bibliografia specifica utilizzata è riportata nel testo che segue.

Per quanto riguarda la geologia, si precisa in questa sede che è stata prodotta una Relazione Geologica, elaborata dal Politecnico di Milano – Centro per lo Sviluppo del Polo di Piacenza, dalla quale si sono desunti elementi di interesse e alla quale si rimanda per ogni approfondimento.

E' stata inoltre redatta una Relazione Geologica e Geotecnica (Anas, 2017) che costituisce allegato al presente Studio di Impatto Ambientale; ad essa si rimanda ogni successivo approfondimento.

Il contenuto del presente capitolo riprende aggiornandolo quanto già contenuto negli elaborati di testo pregressi e nelle cartografie tematiche complementari.

#### 4.6.2 DESCRIZIONE DI INQUADRAMENTO PEDOLOGICO

Nella figura seguente si riporta uno stralcio della carta dei suoli 1:100.000 derivata dal quadro conoscitivo del PTCP della Provincia di Piacenza (Tav. B.1e).

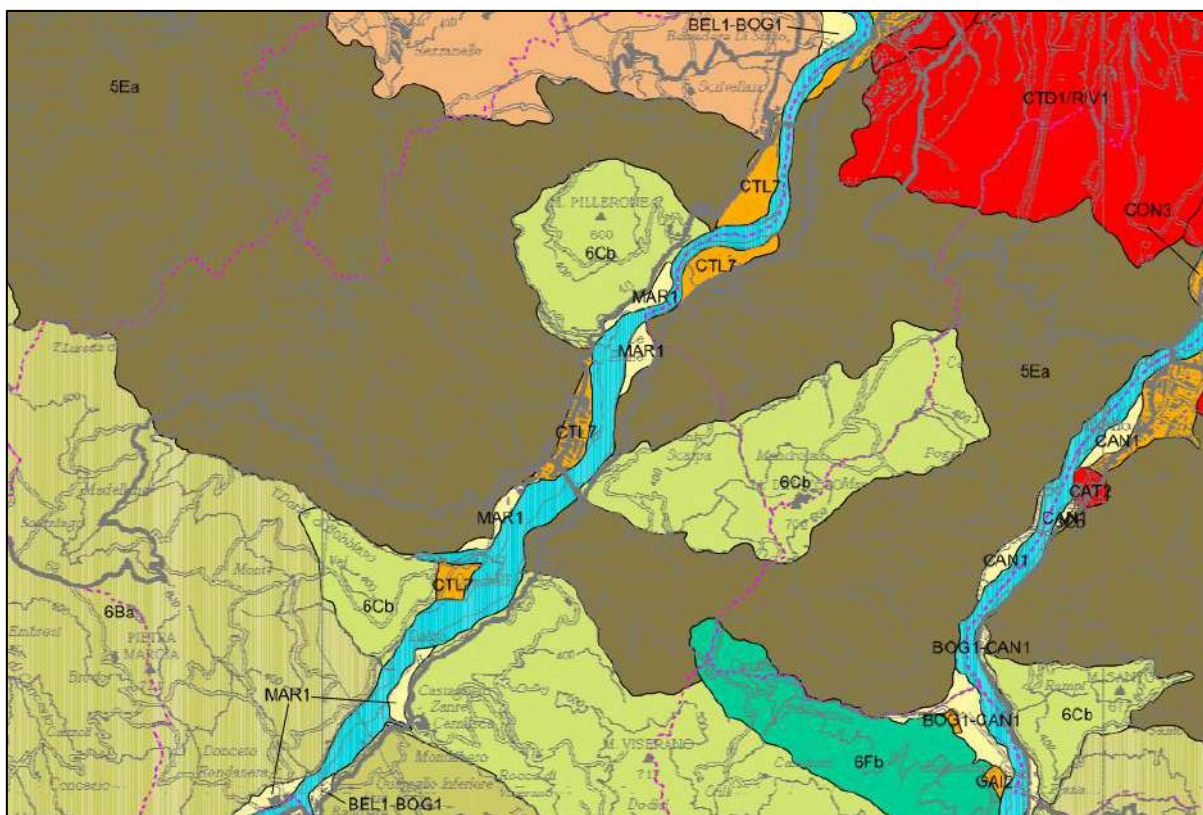


Figura 4.6.2.1

LEGENDA - SETTORE DI PIANURA		LEGENDA - SETTORE DI COLLINA-MONTAGNA	
MDC1 RTF1	CIA1 CIA1/CON3 CON0 CON5 CON3 CTL4 CTL7 GAI1 GAI2 GR21 MON1 MTCz MTC1 PIS1/MDC0 PTR0 RNV0 RNV2 RNV1 TEG1 TEG2 TEG2/TEG1	GH11 GH11/TAL1	5Aa 5Ab1 5Ab2 5Ac1 5Ac2 5Ac3
BAS1 CSM1 BAS1/CSM1/RNV2 FNL1		ARC0/CAT0 BAR1 CAT2 CAT2/ARC2 CBE1 CTD1 CTD1/ARC1/CAT1 CTD1/RIV1 CTD1/RIV1/ARC0 CTD2/ARC0/CAT0 MFA2 RIR/ARC0/CAT0 TRR1	6Ba 6Bb 6Cb 6Cc 6Cd 6Da 6Db 6Eb 6Fa 6Fb 6Fc 6Fg
BEL1 BEL1-BOG1 BOG1-CAN1 BOG1 CAN1 MARI/BEL1 MARI		ALVEO	7Aa 7Ad 7Ba 7Bb 7Bc 7Cc
CAS1-MOR1 CAS2-MOR2 PRD1 PRD2 SMB1 SMB2			

Tabella 4.6.2.1 - Carta pedologica (PTCP di Piacenza, Quadro conoscitivo, Tav. B.1e)

La cartografia provinciale è derivata dalla Carta dei Suoli della Regione Emilia Romagna (RER, 2007) riportata nella figura a seguire. L'infrastruttura attraversa tre unità cartografiche classificate come "5Ea", "6Cb" e "6Ba".

## CARTA DEI SUOLI 1:250.000

### Unità Cartografica 5Ea - complesso dei suoli CAMINATA / CORTICELLI / STROGNANO

#### Ambiente

Quest'unità cartografica è localizzata nel settore occidentale ed in una porzione molto circoscritta nel settore orientale del territorio occupato dai suoli dell'unità cartografica 5E. Essa è costituita da n. 6 aree, che hanno tipicamente ampiezza di 23 km<sup>2</sup>, con valori minimi dell'ordine di 2 km<sup>2</sup> e massimi di 113 km<sup>2</sup>, forma allungata, contorno frastagliato. La superficie complessiva è di circa 205 km<sup>2</sup>, pari all'1% dei suoli regionali. La conformazione del rilievo è caratterizzata da lunghi versanti irregolari, in cui si alternano piccoli crinali secondari e zone di accumulo, con frequenti frane antiche attualmente parzialmente consolidate.

All'interno e/o tipicamente a contatto meridionale di questo Soilscape, ci sono porzioni del rilievo morfologicamente emergenti, di pertinenza dei suoli del Gruppo 6, costituite prevalentemente da versanti boscati. Le quote sono tipicamente comprese tra 270 e 620 m.

#### Uso del suolo

L'uso attuale dei suoli è in prevalenza di tipo agricolo, con seminativi e subordinati i vigneti; l'uso forestale è circoscritto ad alcuni suoli con pendenza elevata o alle quote più alte.

#### I suoli

I suoli di quest'unità cartografica sono moderatamente ripidi, con pendenza che varia tipicamente da 10 a 25%; pietrosi; a tessitura fine; calcarei; debolmente o moderatamente alcalini. Hanno un'elevata variabilità in particolare per la profondità (da molto a moderatamente profondi), la disponibilità di ossigeno (moderata o buona), per lo scheletro (ghiaiosi grossolani negli orizzonti superficiali o in quelli profondi). Questi suoli si sono formati in materiali derivati prevalentemente da rocce calcaree e marnose stratificate, a volte con sottili strati arenacei (Formazione della Val Luretta, Flysch di M. Sporno). Sono diffusi suoli con un grado di differenziazione del profilo molto basso, per i condizionamenti dovuti ai processi frequentemente ripetuti di ruscellamento e/o di apporto, principalmente sotto forma di soliflusso o reptazione agricola; questi suoli rientrano nei Calcaric Regosols, secondo la Legenda FAO (1990). In zone di accumulo di versanti irregolari, sono suoli la cui evoluzione è condizionata dall'alternarsi di fenomeni di contrazione e di rigonfiamento dei materiali argillosi, al variare delle condizioni di umidità; sono inoltre evidenti le tracce di riorganizzazione interna dei carbonati. I suoli rientrano nei Vertic Cambisols, secondo la Legenda FAO (1990).

### Modello di distribuzione dei suoli nel paesaggio

- CAMINATA  
Subordinato 40.0% ca. della superficie dell'Unità Cartografica. I suoli Caminata sono tipicamente in parti convesse, crinalini nei versanti irregolari; sono moderatamente profondi, a buona disponibilità di ossigeno.
- CORTICELLI  
Subordinato 30.0% ca. della superficie dell'Unità Cartografica. I suoli Corticelli sono tipicamente nelle zone prevalentemente ad accumulo di versanti irregolari; sono profondi o molto profondi, a moderata disponibilità di ossigeno.
- STROGNANO  
Subordinato 15.0% ca. della superficie dell'Unità Cartografica. I suoli Strognano sono tipicamente in porzioni di versanti irregolari interessate da apporti relativamente recenti; sono profondi o molto profondi, a moderata disponibilità di ossigeno.

Sono inoltre presenti con diffusione localizzata suoli molto ricchi in scheletro, con elevata pietrosità superficiale; si sono formati in detriti di materiale grossolano.

### **Unità Cartografica 6Cb - complesso dei suoli MISSANO / TRAVO / COLLE MERLERA**

#### Ambiente

Quest'unità cartografica è localizzata nel settore occidentale del territorio occupato dai suoli dell'unità cartografica 6C. Essa è costituita da n. 9 aree, che hanno tipicamente ampiezza di 5 km<sup>2</sup> (con valori estremi dell'ordine di 2 e 55 km<sup>2</sup>), forma subcircolare o allungata, contorno frastagliato o liscio. La superficie complessiva è di circa 110 km<sup>2</sup>, pari allo 0,5% dei suoli regionali. La conformazione del rilievo è caratterizzata da un'alta complessità, con versanti, boscati, variabili per dimensioni, forma, esposizione; generalmente sono ripidi ed emergenti, strettamente associati a porzioni di territorio coltivate, con pendenze più dolci, che occupano le parti medie e basse dei versanti e che sono talvolta interessate da fenomeni franosi. Le quote sono tipicamente comprese tra 200 e 600 m.

#### Uso del suolo

L'uso attuale dei suoli è di tipo forestale e agricolo, con cedui misti di latifoglie mesofile e di castagno, con seminativi e prati poliennali.

#### I suoli

I suoli di quest'unità cartografica sono ripidi; rocciosi o non rocciosi; pietrosi; moderatamente profondi; a tessitura media, molto ciottolosi negli orizzonti profondi; a buona disponibilità di ossigeno; calcarei; moderatamente alcalini.

Localmente sono, di volta in volta, superficiali, a tessitura fine, ghiaiosi o in profondità estremamente ciottolosi, debolmente alcalini negli orizzonti superficiali. I suoli si sono formati in materiali derivati da rocce stratificate calcareo-marnose, pelitico-arenacee, pelitico-marnose (Formazione della Val Luretta, Flysch di M. Sporno). Sono diffusi suoli ad alterazione biochimica con decarbonatazione incipiente, a moderata differenziazione del profilo; la loro evoluzione è condizionata da fenomeni di erosione per ruscellamento; essi rientrano nei Calcaric Cambisols, secondo la Legenda FAO. Localmente, soprattutto in parti basse di versante, sono diffusi suoli poco evoluti d'erosione per ruscellamento intenso; rientrano nei Calcaric Regosols, secondo la Legenda FAO.

#### Modello di distribuzione dei suoli nel paesaggio

- COLLE MERLERA

Subordinato 20.0% ca. della superficie dell'Unità Cartografica. I suoli Colle Merlera sono tipicamente in versanti boscati a profilo convesso o rettilineo in esposizioni fresche, talvolta in superfici coltivate stabili; questi suoli sono moderatamente profondi, a tessitura tendenzialmente fine.

- MISSANO

Subordinato 30.0% ca. della superficie dell'Unità Cartografica. I suoli Missano sono tipicamente in versanti boscati, ad esposizione calda, (nicchie di frana, incisioni, crinali) o in versanti ad esposizione fresca; questi suoli sono rocciosi, moderatamente profondi, a tessitura media.

- TRAVO

Subordinato 20.0% ca. della superficie dell'Unità Cartografica. I suoli Travo sono tipicamente in crinalini di versanti irregolari, coltivati; questi suoli sono superficiali, a tessitura fine.

Sono inoltre presenti con diffusione localizzata i seguenti tipi di suolo:

- Suoli Nibbiano, moderatamente ripidi, molto profondi, a tessitura tendenzialmente fine, calcarei, moderatamente alcalini; sono in zone di accumulo di versanti irregolari e corpi di frana. Rientrano nei fine, mixed, mesic, Fluventic Eutrochrepts, secondo la Soil Taxonomy (Chiavi 1990). I suoli Nibbiano occupano aree poco estese, in zone di accumulo di versanti irregolari e in corpi di frana; questi suoli sono molto profondi, a tessitura tendenzialmente fine.

- Suoli Biana, profondi, non calcarei; sono associati ai suoli Colle Merlera e Missano, in versanti boscati con esposizioni fresche, generalmente con boschi cedui di castagno o castagneti da frutto. Rientrano nei fine, mixed, mesic, Dystric Eutrochrepts, secondo la Soil Taxonomy (Chiavi 1990).

- Suoli rocciosi, superficiali, calcarei, caratterizzati da orizzonti superficiali ricchi in sostanza organica; sono in versanti boscati ripidi, generalmente su banchi di calcare.

- Suoli moderatamente profondi, molto ricchi in sostanza organica, calcarei; sono in zone di accumulo di versanti boscati e in ripiani.



## Unità Cartografica 6Ba - complesso dei suoli PIANELLA / BADI

### Ambiente

Quest'unità cartografica è variamente distribuita nel territorio occupato dai suoli dell'unità cartografica 6B, con maggiore diffusione nei settori occidentale e centrale. Essa è costituita da n. 16 aree, che hanno tipicamente ampiezza da 30 a 60 km<sup>2</sup> (con valori estremi dell'ordine di 10 e 440 km<sup>2</sup>), forma allungata, contorno liscio o frastagliato. La superficie complessiva è di circa 1.620 km<sup>2</sup>, pari all'8% dei suoli regionali. La conformazione del rilievo è caratterizzata da versanti irregolari, modellati da movimenti franosi. Le quote sono tipicamente comprese fra 400 m e 800 m, meno elevate in prossimità di fondivalle.

### Uso del suolo

L'uso attuale dei suoli è principalmente agricolo, con seminativi e prati poliennali; subordinata l'utilizzazione forestale, con boschi mesofili e vegetazione arbustiva.

### I suoli

I suoli di quest'unità cartografica sono ondulati o moderatamente ripidi, con pendenza che varia tipicamente da 8 a 20%; molto profondi; a tessitura media; a moderata disponibilità di ossigeno; calcarei; moderatamente alcalini. Localmente sono ripidi, superficiali e a buona disponibilità di ossigeno. Questi suoli si sono formati in materiali di origine franosa o derivati da argilliti o peliti intercalate a rocce arenacee o calcaree, altre volte da argille inglobanti corpi calcarei, arenacei, talvolta ofiolitici (Arenarie di Ostia, Argille a Palombini, Unità del Canetolo, Complesso Caotico, ecc.) Nelle forme di accumulo dei versanti irregolari dominano suoli ad alterazione biochimica con decarbonatazione incipiente, a moderata differenziazione del profilo; la loro evoluzione è condizionata dal cronico ripetersi di processi erosivi per ruscellamento e di fenomeni franosi, quali fenomeni di contatto dovuti al decadimento delle proprietà fisico-meccaniche, colate di terra, scoscendimenti rotazionali, smottamenti. Questi suoli rientrano nei Calcaric Cambisols, secondo la Legenda FAO (1990). Suoli subordinati, strettamente associati ai precedenti, hanno un debole differenziamento rispetto ai materiali originari; la loro evoluzione è condizionata da fenomeni frequentemente ripetuti di ruscellamento; questi suoli rientrano nei Calcaric Regosols, secondo la Legenda FAO (1990).

### Modello di distribuzione dei suoli nel paesaggio

- BADI  
Subordinato 25.0% ca. della superficie dell'Unità Cartografica. I suoli Badi sono tipicamente nei crinalini dei versanti irregolari; questi suoli sono moderatamente ripidi o ripidi, superficiali.
- PIANELLA  
Subordinato 35.0% ca. della superficie dell'Unità Cartografica. I suoli Pianella sono tipicamente nelle zone di accumulo di versanti irregolari per frana; questi suoli sono ondulati o moderatamente ripidi, molto profondi.

Sono inoltre presenti con diffusione localizzata i seguenti tipi di suolo:

- Suoli riconducibili ai Pianella, ma moderatamente profondi, da scarsamente a moderatamente calcarei; sono tipicamente in versanti ripidi, boscati.
- Suoli riconducibili ai Badi, ma molto ripidi; sono tipicamente in versanti con copertura vegetale rada.
- Suoli Rondanera, simili ai Pianella, ma da ciottolosi a molto ciottolosi all'aumentare della profondità; sono, come i Pianella, in zone di accumulo di versanti irregolari. Rientrano nei loamy-skeletal, mixed, mesic Aquic Eutrochrepts, secondo la Soil Taxonomy (Chiavi 1990).

### CARTA DEI SUOLI 1:50.000

La delimitazione in cui si inserisce l'area in oggetto, viene descritta illustrando le relative categorie di suolo prevalenti nella delimitazione stessa, derivate dal catalogo dei suoli della Regione.

La successiva "Carta dei suoli" costituisce stralcio rappresentativo della carta dei suoli per l'area di interesse (cartografia derivata dal catalogo dei suoli di pianura alla scala 1:50.000 a cura della Regione Emilia Romagna).

Dall'analisi del database regionale, si rilevano nell'area di studio i suoli riportati a seguire.

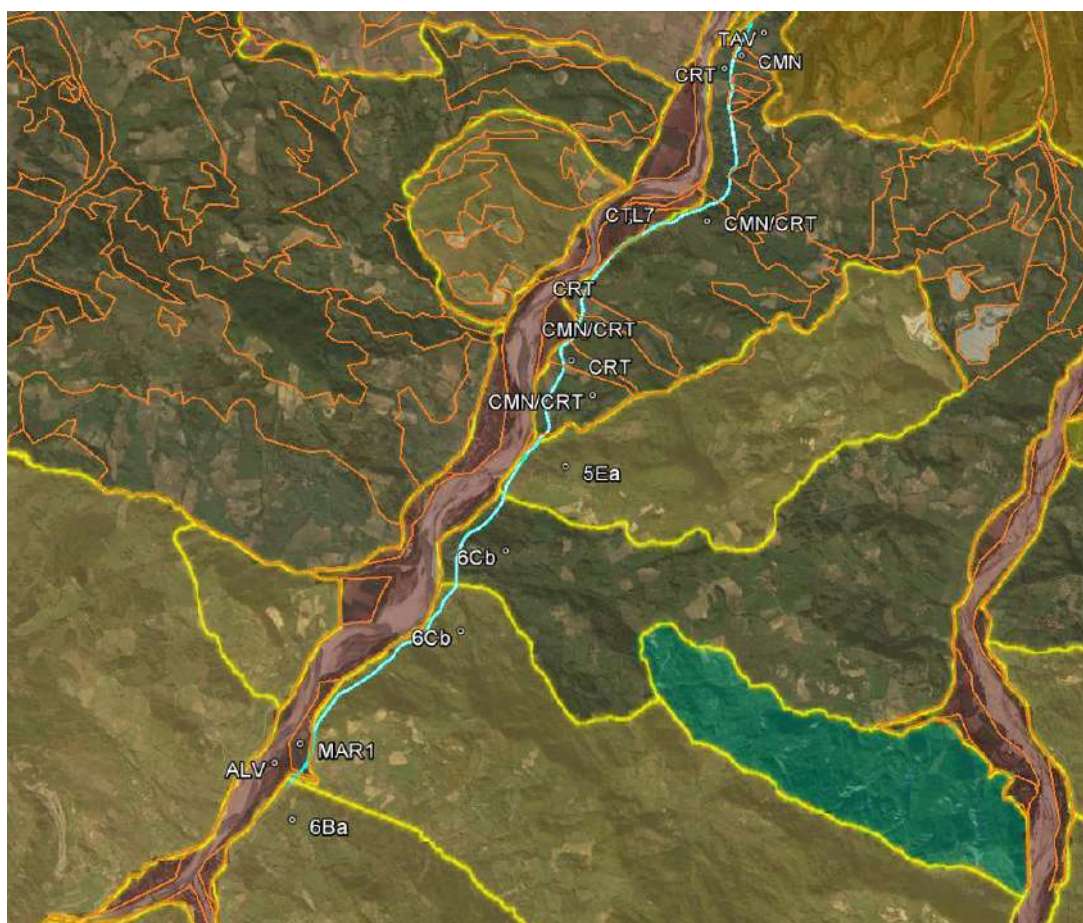


Figura 4.6.2.2 - Carta dei Suoli scala 1:250.000 della Regione Emilia-Romagna e copertura Carta 1:50.000 (in arancio)

### TAVASCA (TAV– delimitazione ID 13090)

### Descrizione introduttiva

I suoli TAVASCA sono molto profondi, da non a scarsamente calcarei, a tessitura franca argillosa o argillosa con scheletro ghiaioso alterato da scarso a frequente e da moderatamente acidi a debolmente alcalini nella parte superficiale, neutri e a tessitura argillosa con scheletro ghiaioso alterato da comune ad abbondante in quella inferiore. Il substrato è costituito da depositi ghiaioso-limosi.

I suoli TAVASCA sono presenti sulle parti alte di versante o su sommità erose di paleoconoidi del Margine Appenninico. In queste terre la pendenza è compresa tra il 5 ed il 30%. L'uso del suolo è a vigneto, prati, boschi di latifoglie.

### Classificazione Soil Taxonomy

(2010) Typic Haplustepts clayey skeletal, mixed, superactive, mesic.

### Classificazione WRB

(2007) Haplic Cambisols (Eutric, Endoskeletal).

Orizzonti genetici del suolo (valori modali)														
N°	OrizGen	ProfLimSup	Spes	Arg	Sab	%Schel	S.O.	CalcTot	pH	Ksat	BD	Concentrazioni	%Conc	Qualità
1	A(p)	0	50	46	25	10	1.1	1	7.3			noduli di ferro e manganese		bassa
2	Bw(t)	50		54	25	20	0.5	1	7.0			noduli di ferro e manganese		bassa
3	BC o CB	120		40		50	0.2	0	6.0			rivestimenti di ferro e manganese		bassa

Qualità specifiche	
Parametro	Valore
Calcere attivo entro 80 cm	da 0 a 1 %
Capacità di scambio cationico nello strato superficiale	>10 meq/100g
Salinità strato 0-50 cm	non salino (Ece < 2 dS/m)
Salinità strato 50-100 cm	non salino (Ece < 2 dS/m)
Disponibilità di ossigeno	buona
Rischio di incrostamento superficiale	assente
Fessurabilità	media
Capacità in acqua disponibile	bassa (75-150 mm)
Profondità utile per le radici delle piante	molto elevata (>150 cm)
Percorribilità	discreta
Resistenza meccanica alle lavorazioni	moderata
Tempo di attesa per le lavorazioni	medio
Inondabilità	nessuna o rara (fino a 1-5 volte/100 anni)
Gruppo Idrologico	D: potenziale scorrimento superficiale alto

Tabella 4.6.2.1 – Profilo rappresentativo

## CAMINATA (CMN– delineazione ID 13064-67-68, CMN-CRT)

### Descrizione introduttiva

I suoli CAMINATA sono moderatamente profondi, pietrosi o molto pietrosi, a tessitura argillosa ghiaiosa grossolana, molto o fortemente calcarei, debolmente o moderatamente alcalini. Il substrato, costituito da marne e marne argillose (Formazione della Val Luretta -VLU- e Flysch di Monte Sporno, prevalentemente membro di Calestano -FYS3, formazione di Monte Morello -MLL), si riscontra a circa 60 cm di profondità. I suoli CAMINATA sono presenti nel basso Appennino emiliano, in parti convesse e crinalini di versanti irregolari, con alternanza di piccoli crinali secondari e zone di accumulo.

In queste terre la pendenza varia tipicamente dal 10 al 25%. L'uso del suolo è in prevalenza a seminativo con subordinati vigneti.

### Classificazione Soil Taxonomy

(2010) Typic Ustorthents fine, mixed, superactive, calcareous, mesic.

### Classificazione WRB

(2007) Endoleptic Regosols (Calcaric).

### Profilo rappresentativo

Orizzonti genetici del suolo (valori modalì)														
N°	OrizGen	ProfLimSup	Spes	Arg	Sab	%Schel	S.O.	CalcTot	pH	Ksat	BD	Concentrazioni	%Conc	Qualità
1	Ap	0	40	45	10	10	1.8	27	7.8				0	media
2	C	40		45	10	10							0	media
3	Cr o R	60												media

Qualità specifiche	
Parametro	Valore
Calcicare attivo entro 80 cm	da 12 a 15 %
Capacità di scambio cationico nello strato superficiale	>10 meq/100g
Salinità strato 0-50 cm	non salino (Ece < 2 dS/m)
Salinità strato 50-100 cm	non salino (Ece < 2 dS/m)
Sodicità entro 60 cm (ESP)	da 0 a 2
Disponibilità di ossigeno	buona
Rischio di incrostamento superficiale	assente
Fessurabilità	forte
Capacità in acqua disponibile	bassa (75-150 mm)
Profondità utile per le radici delle piante	moderatamente elevata (50-100 cm)
Percorribilità	moderata
Resistenza meccanica alle lavorazioni	moderata
Tempo di attesa per le lavorazioni	lungo
Inondabilità	nessuna o rara (fino a 1-5 volte/100 anni)
Rischio di perdite di suolo per erosione	alto

Tabella 4.6.2.2

## MISSANO (MIS-CMN– delineazione ID 13084)

### Descrizione introduttiva

I suoli MISSANO sono rocciosi, pietrosi, moderatamente profondi, moderatamente alcalini. Sono a tessitura franca o franca argillosa limosa scarsamente ghiaiosa e molto calcarei in superficie; a tessitura franca limosa argillosa molto ciottolosa e fortemente o estremamente calcarei in profondità. Il substrato, costituito da alternanze di calcari e marne (membro di Monteventano della formazione della Val Luretta- VLU2-, membro di Armorano della formazione di Monte Sporno - FYS2, formazione di Monte Morello -MLL), si riscontra a 60-95 cm di profondità.

I suoli MISSANO sono presenti nel basso e medio Appennino emiliano-romagnolo, in versanti erosi, ad esposizione calda, (nicchie di frana, incisioni, crinali) o in versanti ad esposizione fresca. In queste terre la pendenza è compresa tra il 35 e il 60%. L'uso del suolo è a boschi cedui di latifoglie.

### Classificazione Soil Taxonomy

(2010) Typic Udorthents loamy-skeletal, mixed, superactive, calcareous, mesic.

### Classificazione WRB

(2007) Endoleptic Regosols (Calcaric, Skeletic).

### Profilo rappresentativo

Orizzonti genetici del suolo (valori modali)														
N°	OrizGen	ProfLimSup	Spes	Arg	Sab	%Schel	S.O.	CalcTot	pH	Ksat	BD	Concentrazioni	%Conc	Qualità
1	A	0	15	30	22									bassa
2	C o AC	15	25			40								

Qualità specifiche	
Parametro	Valore
Capacità di scambio cationico nello strato superficiale	>10 meq/100g
Salinità strato 0-50 cm	non salino (Ece < 2 dS/m)
Salinità strato 50-100 cm	non salino (Ece < 2 dS/m)
Disponibilità di ossigeno	buona
Rischio di incrostamento superficiale	assente
Fessurabilità	bassa
Profondità utile per le radici delle piante	moderatamente elevata (50-100 cm)
Percorribilità	scarsa
Resistenza meccanica alle lavorazioni	elevata per la presenza di abbondante scheletro
Inondabilità	nessuna o rara (fino a 1-5 volte/100 anni)

Tabella 4.6.2.3

## CORTICELLI (CRT – delineazione ID 13071-77, CMN-CRT– delineazione ID 13078-79)

### Descrizione introduttiva

I suoli CORTICELLI argilloso limosi sono profondi o molto profondi, moderatamente alcalini, a tessitura argillosa limosa, subordinatamente franca argillosa limosa. Sono da molto a fortemente calcarei nella parte superiore, molto calcarei nella parte inferiore. Il substrato, costituito da marne e marne argillose (Formazione della Val Luretta -VLU- e Flysch di Monte Sporno, prevalentemente membro di Calestano -FYS3-, formazione di Monte Morello -MLL), si riscontra da 100-150 cm.

I suoli CORTICELLI argilloso limosi sono presenti nel basso Appennino emiliano, nelle parti prevalentemente ad accumulo di versanti irregolari. In queste terre la pendenza è compresa tra il 12 ed il 25%. L'uso del suolo è a vigneti, seminativi, prati.

### Classificazione Soil Taxonomy

(2010) Vertic Haplustepts fine, mixed, superactive, mesic.

### Classificazione WRB

(2007) Vertic Cambisols (Calcaric).

### Profilo rappresentativo

Orizzonti genetici del suolo (valori modal)														
N°	OrizGen	ProfLimSup	Spes	Arg	Sab	%Schel	S.O.	CalcTot	pH	Ksat	BD	Concentrazioni	%Conc	Qualità
1	Ap	0	50	50	10	5	2,4	25	7,9			masse cementate di carbonato di calcio	0	media
2	Bw(ss)1	50	50	48	10							masse non cementate di carbonato di calcio	0	media
3	Bw(ss, k)2	70		45	10							masse cementate di carbonato di calcio		media
4	BC o C	100		50	15		1,0						0	bassa

Qualità specifiche	
Parametro	Valore
Calcare attivo entro 80 cm	da 7 a 13 %
Capacità di scambio cationico nello strato superficiale	>10 meq/100g
Salinità strato 0-50 cm	non salino (Ece < 2 dS/m)
Salinità strato 50-100 cm	non salino (Ece < 2 dS/m)
Disponibilità di ossigeno	moderata
Rischio di incrostamento superficiale	assente
Fessurabilità	forte
Capacità in acqua disponibile	moderata (150-225 mm)
Profondità utile per le radici delle piante	elevata (100-150 cm)
Percorribilità	moderata
Resistenza meccanica alle lavorazioni	elevata
Tempo di attesa per le lavorazioni	lungo
Inondabilità	nessuna o rara (fino a 1-5 volte/100 anni)
Capacità depurativa	molto alta
Capacità di accettazione piogge	bassa
Rischio di perdite di suolo per erosione	moderato

Tabella 4.6.2.4

## CATALDI (CTL7 – delineazione ID 9036)

### Descrizione introduttiva

I suoli CATALDI franco argilloso limosi, a substrato ghiaioso, 0.2-1% pendenti sono molto profondi e moderatamente alcalini; sono moderatamente calcarei ed a tessitura franca argillosa limosa nella parte superiore; da moderatamente a molto calcarei ed a tessitura franca argillosa limosa o franca limosa in quella inferiore. E' presente ghiaia non alterata oltre i due metri di profondità. I suoli CATALDI franco argilloso limosi, a substrato ghiaioso, 0.2-1% pendenti sono nella pianura pedemontana, in ambienti di conoidi alluvionali a substrato ghiaioso che costituiscono antiche superfici di sovente caratterizzate dai resti dell'originario reticolo centuriale romano. In queste terre la pendenza varia da 0,2 a 1%. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura media. La densità di urbanizzazione è molto elevata. Sono molto frequenti le aziende agricole di piccole e medie dimensioni. L'uso agricolo del suolo è in prevalenza a seminativo semplice, vigneto e frutteto. Opere atte a regolare il deflusso delle acque sono necessarie saltuariamente e solo a livello aziendale (scoline poco profonde, baulature).

### Classificazione SoilTaxonomy

(2010) Udic Calcicustepts fine silty, mixed, superactive, mesic.

### Classificazione WRB

(2007) Hypocalcic Haplic Calcisols (Siltic).

### Profilo rappresentativo

Orizzonti genetici del suolo (valori modal)														
N°	OrizGen	ProfLimSup	Spes	Arg	Sab	%Schel	S.O.	CalcTot	pH	Ksat	BD	Concentrazioni	%Conc	Qualità
1	Ap	0	50	30	5	0	2.4	5	7.9	0.0229400005192	1.49		0	media
2	Bw	50	45	33	10	0	1.2	14	8.0	0.0120299998671	1.55			media
3	Bk	80	40	22	10	0	0.7	21	8.3	0.0267799999565	1.6		5	media
4	BC(k) o C	120	50	26	20	0	0.6			0.0799499973655	1.47	masse non cementate di carbonato di calcio		bassa
5	2C	170				60								bassa

Qualità specifiche	
Parametro	Valore
Calcare attivo entro 80 cm	da 1 a 8 %
Capacità di scambio cationico nello strato superficiale	>10 meq/100g
Salinità strato 0-50 cm	non salino (Ece < 2 dS/m)
Salinità strato 50-100 cm	non salino (Ece < 2 dS/m)
Sodicità entro 60 cm (ESP)	da 0 a 2
Sodicità entro 120 cm (ESP)	da 0 a 7
Disponibilità di ossigeno	buona
Rischio di incrostamento superficiale	da assente a moderato
Fessurabilità	bassa
Capacità in acqua disponibile	alta (225-300 mm)
Conducibilità idraulica satura (Ksat) maggiormente limitante entro 150 cm	bassa (0,0036-0,036 cm/h)
Profondità utile per le radici delle piante	da elevata (100-150 cm) a molto elevata (>150 cm) , su stratificazioni compatte arricchite in carbonato di calcio
Percorribilità	discreta , per moderato rischio di sprofondamento e slittamento
Resistenza meccanica alle lavorazioni	moderata , a causa della moderata coesione degli aggregati secchi
Tempo di attesa per le lavorazioni	medio
Inondabilità	nessuna o rara (fino a 5 volte/100 anni)
Capacità depurativa	molto alta
Capacità di accettazione piogge	molto alta
Gruppo Idrologico	D: potenziale scorrimento superficiale alto

Tabella 4.6.2.5

## MARTORANO (MAR1 – delineaione ID 10295)

### Descrizione introduttiva

I suoli MARTORANO sono molto profondi, molto calcarei e moderatamente alcalini; sono a tessitura da franca a franca argillosa limosa nella parte superiore e con ghiaia non alterata da abbondante a molto abbondante a partire da 60 cm. il substrato è costituito da alluvioni ghiaiose e sabbiose.

I suoli MARTORANO si trovano nella pianura pedemontana in terrazzi alluvionali abbandonati di recente dai corsi d'acqua ed in aree di rotta caratterizzate dalle divagazioni dei canali. In queste terre la pendenza varia tra lo 0,5 e l'1%. L'uso agricolo del suolo è a seminativi e prati permanenti; nelle fasce più prossime ai corsi d'acqua è presente vegetazione riparia con salici, ontani, pioppi. Opere atte a regolare il deflusso delle acque non sono in genere necessarie.

### Classificazione Soil Taxonomy

(2010) Udic Ustifluvents loamy skeletal, mixed, superactive, calcareous, mesic.

### Classificazione WRB

(2007) Haplic Fluvisols (Calcaric, Episkeletic).

### Profilo rappresentativo

Orizzonti genetici del suolo (valori modal)														
N°	OrizGen	ProfLimSup	Spes	Arg	Sab	%Schel	S.O.	CalcTot	pH	Ksat	BD	Concentrazioni	%Conc	Qualità
1	Ap	0	50	26	20	10	2.2	24	7.8	0.0493500009179	1.52			media
2	2C	50		20	57	60	0.2	35	8.1	4.41499996185	1.17			media

Qualità specifiche	
Parametro	Valore
Calcere attivo entro 80 cm	da 4 a 8 %
Capacità di scambio cationico nello strato superficiale	>10 meq/100g
Salinità strato 0-50 cm	non salino (Ece < 2 dS/m)
Salinità strato 50-100 cm	non salino (Ece < 2 dS/m)
Sodicità entro 60 cm (ESP)	da 0 a 3
Sodicità entro 120 cm (ESP)	da 0 a 7
Disponibilità di ossigeno	buona
Rischio di incrostamento superficiale	da assente a moderato ; difficilmente valutabile per scarsità dati analitici ed elevata variabilità tessiturale dell'orizzonte superficiale
Fessurabilità	bassa
Capacità in acqua disponibile	bassa (75-150 mm)
Conducibilità idraulica satura (Ksat) maggiormente limitante entro 150 cm	moderatamente bassa (0,036-0,36 cm/h)
Profondità utile per le radici delle piante	moderatamente elevata (50-100 cm) su ghiaie molto abbondanti non alterate
Percorribilità	buona
Resistenza meccanica alle lavorazioni	scarsa ; occorre prestare attenzione a non intaccare il substrato molto ghiaioso per evitare danni agli strumenti
Tempo di attesa per le lavorazioni	breve
Inondabilità	nessuna o rara (fino a 5 volte/100 anni)
Capacità depurativa	molto bassa
Capacità di accettazione piogge	molto alta
Gruppo Idrologico	D: potenziale scorrimento superficiale alto

Tabella 4.6.2.6



#### 4.6.3 USO DEL SUOLO

L'analisi dell'uso del suolo è stata svolta prendendo in esame la Carta dell'Uso del Suolo della Regione Emilia Romagna scala 1: 25.000 (*RER - aggiornamento 2008, Edizione 2011*).

Dalla carta dell'uso del suolo, dalla fotointerpretazione di immagini satellitari recenti Google Earth (GE, 2015) e dai rilievi sul campo, è stato verificato quindi l'uso reale del suolo nell'area di studio. Il contesto territoriale in cui si inserisce il progetto evidenzia la presenza del Fiume Trebbia (in azzurro cod. Af "*Alvei di fiumi e torrenti*") e della sua valle oltre che di numerosi Rii ed impluvi. I Rii maggiori sono da nord verso sud, in Comune di Rivergaro: il Rio Savignano, il Rio dell'Acqua Rossa, il Rio Mortale, il Rio S. Michele-Soprano, il Rio Amadei ed il Rio Fontana-Cavalla-Piane; in Comune di Travo: il Rio Fontana-Cavalla-Piane, il Rio della Colombarola, il Rio della Cà Nova, il Rio Bargello, il Rio Casalini-Rio Bacchello, il Rio di Signano, il Rio Fellino, il Rio Quadrelli, Il Rio Stazzano, il Rio Molini, il Rio D'Andrea, il Rio della Casazza ed il Rio Cernusca.

Le aree di territorio nel contesto di progetto sono caratterizzate, oltre che da tessuti residenziali (in grigio cod. Ed "*Tessuto residenziale discontinuo*", Er "*Tessuto residenziale*"), da ambiti a seminativi irrigui e non irrigui (in giallo cod. Se "*Seminativi*", Sn "*Seminativi semplici irrigui*") e da vigneti (in arancio cod. Cv "*Vigneti*") che rappresentano comunque una frazione minima nel contesto agrario in cui si inserisce il progetto.

Nelle zone più settentrionali, lungo il margine orientale della valle del Trebbia, dove corre il tracciato della S.S. 45, dal punto di vista paesaggistico, prevale la componente agricola con ampie zone coltivate a seminativo.

Proseguendo verso sud, già a partire dall'abitato di Coni, si rileva una diffusa presenza di ambiti boscati con vegetazione arbustiva di interesse e in alcune zone anche comparti con buona naturalità (in toni di verde cod. Bq "*Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni*", Bm "*Boschi misti di conifere e latifoglie*", Tn "*Vegetazione arbustiva ed arborea*").

Ulteriori ambiti ben distribuiti lungo tutto il tracciato riguardano aree agricole con spazi naturali anche importanti (in verde chiaro cod. Ze "*Aree con colture agricole e spazi naturali importanti*", Zo "*Sistemi colturali e particellari complessi*").

Le zone adiacenti all'area di progetto sono caratterizzate, oltre che da tessuti residenziali, da incolti marginali ad aree private (incolti o giardini con specie autoctone ma anche ed in prevalenza alloctone ornamentali).

Diverse le intersezioni stradali con la rete viaria minore. In evidenza ai margini del tracciato alcuni ambiti di lavorazione inerti (innesto lavori a Rivergaro).

L'area di progetto e l'area di cantiere è localizzata in parte all'interno della sede stradale esistente in parte immediatamente al di fuori; le opere di progetto occupano anche i terreni limitrofi classificati dall'uso del suolo regionale, da nord verso sud, come di seguito descritto.

**Ambiti a seminativi non irrigui (Sn)**



(Quadro 1)

**Ambiti con colture agricole e spazi naturali importanti (Ze)**



(Quadro 1)

**Ambiti a tessuto residenziale rado (Er)**



(Quadro 2 - Fabbiano)

**Ambiti a seminativi semplici irrigui (Se)**



(Quadro 3 - Cisiano)

**Ambiti a boschi con prevalenza di querce, carpini e castagni (Bq)**



(Quadro 3)

**Ambiti a tessuto residenziale discontinuo (Ed)**



(Quadro 4 - Colombarola)

**Alvei di fiumi e torrenti (Af);**



(Quadro 5 – Il Fiume Trebbia)

**Ambiti con vegetazione arbustiva ed arborea in evoluzione (Tn)**



(Quadro 6)

**Ambiti a boschi misti di conifere e latifoglie (Bm)**



(Quadro 6)

**Ambiti a sistemi colturali e particellari complessi (Zo)**



(Quadro 8)

**Ambiti a vigneti (Cv)**



Quadro 8 – dx Rio Cernusca)



Figura 4.6.3.1: Stralcio foto aerea per l'area di progetto (Quadro 1 - Google Earth, 2015).



Figura 4.6.3.2: Stralcio foto aerea per l'area di progetto (Quadro 2 - Google Earth, 2015).



Figura 4.6.3.3: Stralcio foto aerea per l'area di progetto (Quadro 3 - Google Earth, 2015).





Figura 4.6.3.4: Stralcio foto aerea per l'area di progetto (Quadro 4 - Google Earth, 2015).

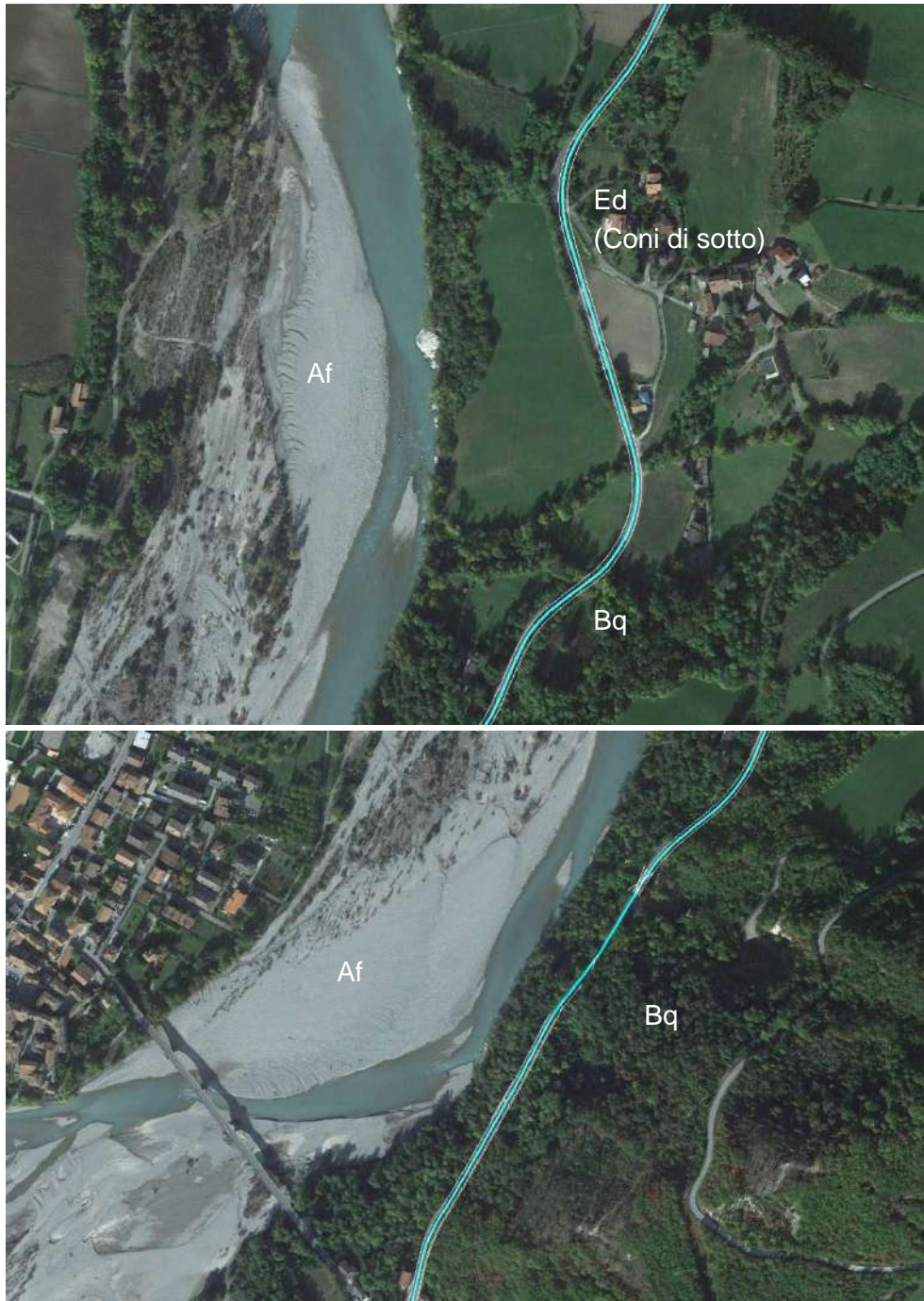


Figura 4.6.3.5: Stralcio foto aerea per l'area di progetto (Quadro 5 - Google Earth, 2015).

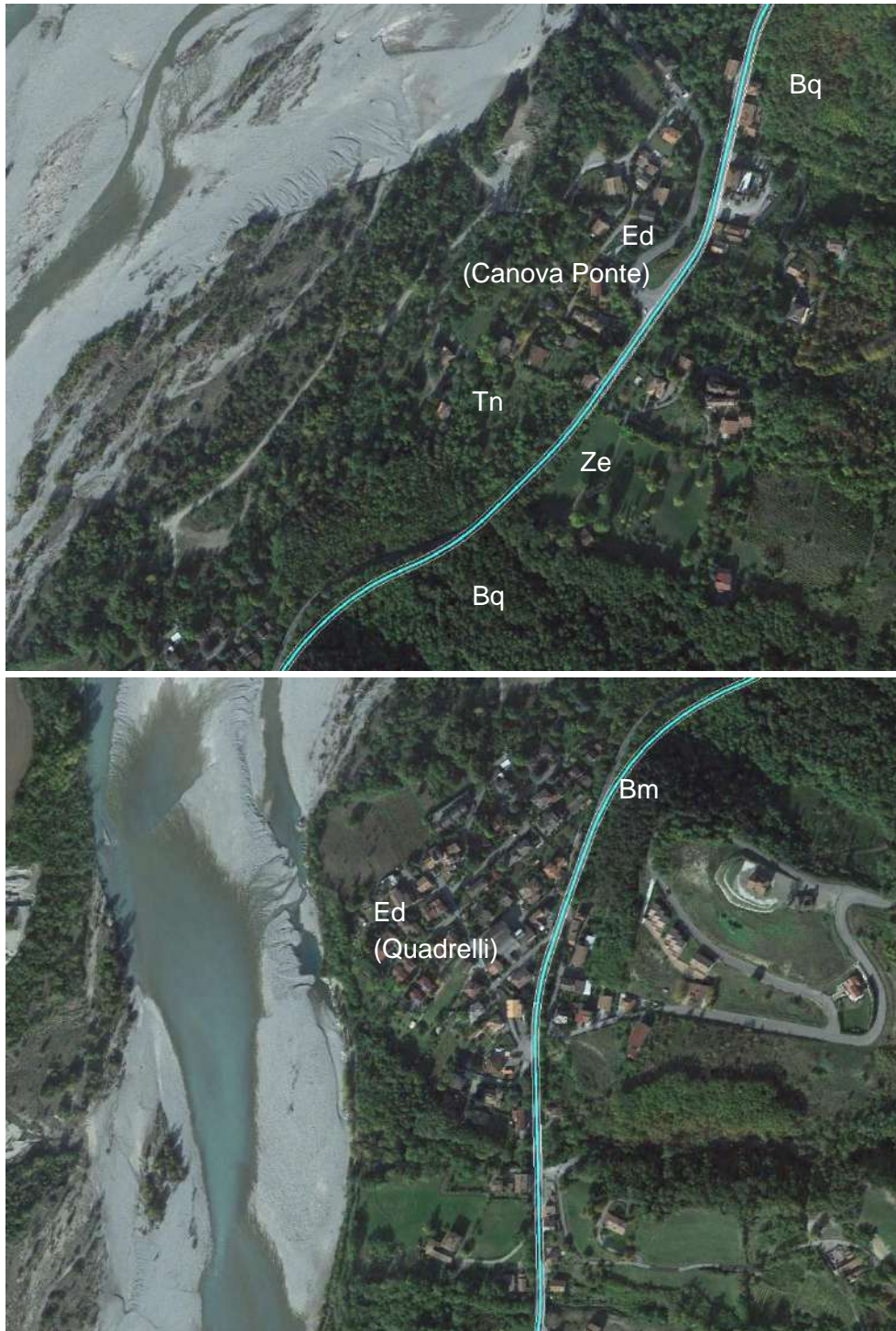


Figura 4.6.3.6: Stralcio foto aerea per l'area di progetto (Quadro 6 - Google Earth, 2015).



Figura 4.6.3.7: Stralcio foto aerea per l'area di progetto (Quadro 7 - Google Earth, 2015).



Figura 4.6.3.8.: Stralcio foto aerea per l'area di progetto (Quadro 8 - Google Earth, 2015).



Figura 4.6.3.9.: Stralcio foto aerea per l'area di progetto (Quadro 9 - Google Earth, 2015).

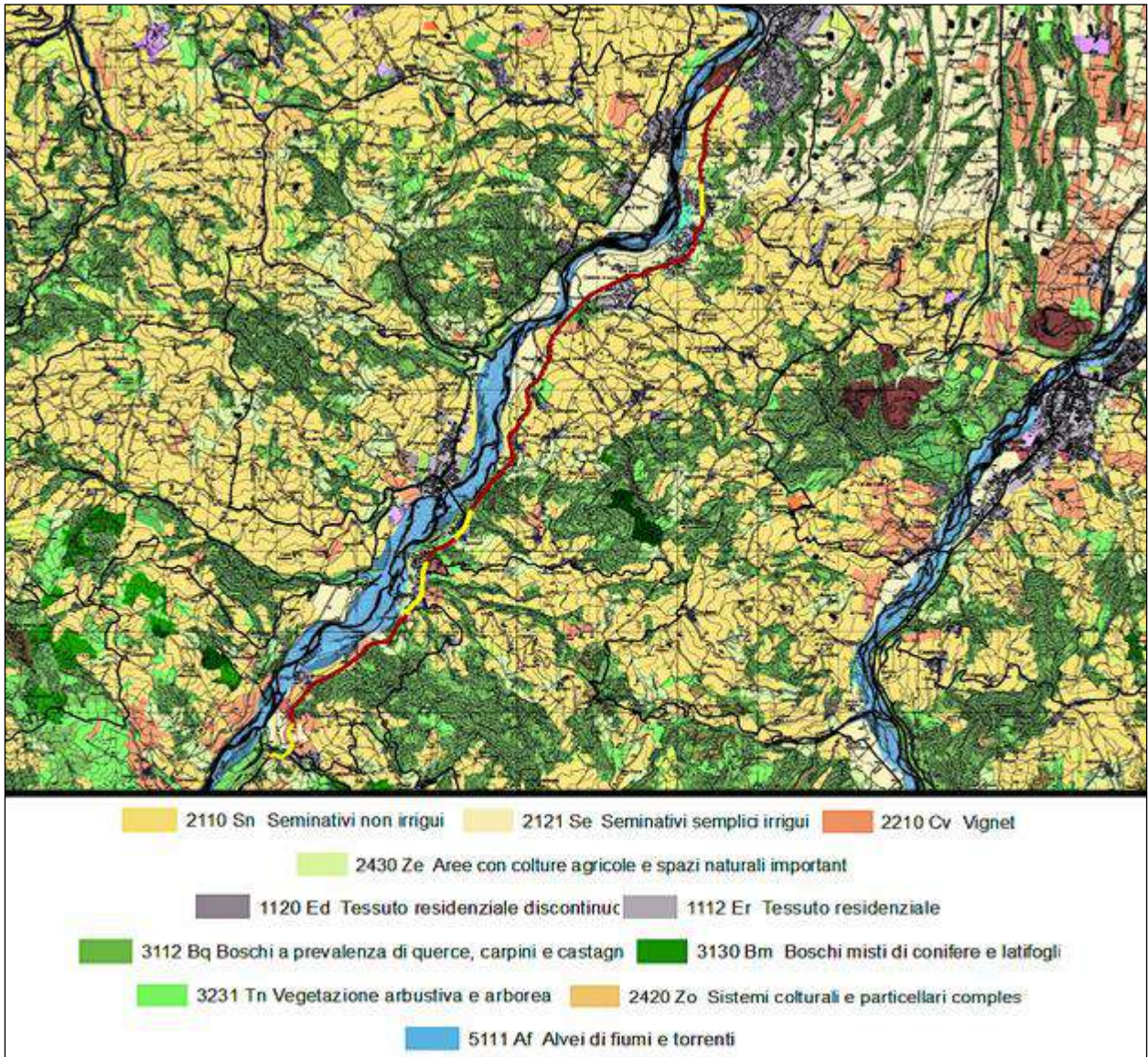


Figura 4.6.3.10 - Stralci della Carta dell'Uso del Suolo della Regione Emilia Romagna e tracciato di progetto

#### 4.6.4 GEOMORFOLOGIA

L'area studiata è localizzata in Provincia di Piacenza (Regione Emilia Romagna) e precisamente in Val Trebbia nei comuni di Rivergaro e Travo. La Val Trebbia è caratterizzata da una zona pianeggiante, a nord di Rivergaro, da una zona collinare (tra Rivergaro e Bobbio) e da una zona montagnosa, a sud di Bobbio. Il tratto oggetto di studio interessa quindi la porzione meno impervia della valle, ovvero quella collinare, tra l'abitato di Rivergaro e il Rio Cernusca.

Nell'area compresa tra Cernusca e Rivergaro i complessi sedimentari torbiditici danno luogo a rilievi generalmente bassi ed arrotondati, ben diversi dai versanti dirupati e privi di vegetazione propri delle aree di affioramento delle ofioliti (zona di Barberino). La natura torbiditico-pelitica dei versanti è causa di vasti e diffusi dissesti, in evoluzione e quiescenti, in particolare in prossimità del fiume Trebbia e dei suoi affluenti principali. Di conseguenza, si osservano vari fenomeni di modificazione morfologica dell'alveo del Trebbia, come la disattivazione di alcuni canali laterali, nelle zone in cui il fiume è ramificato, o il restringimento e l'incisione di alcune sezioni e l'erosione di tratti di sponde.

Al fine di rappresentare dal punto di vista geomorfologico l'area di studio, viene di seguito illustrato in figura il modello digitale del terreno (DTM - Digital Terrain Model) realizzato attraverso l'interpolazione di curve di livello e punti quotati in ambiente GIS dall'altimetria regionale.

Sul DTM viene inoltre rappresentata l'idrografia principale; con colore magenta l'SS 45 (in giallo i tratti non interessati dai lavori).

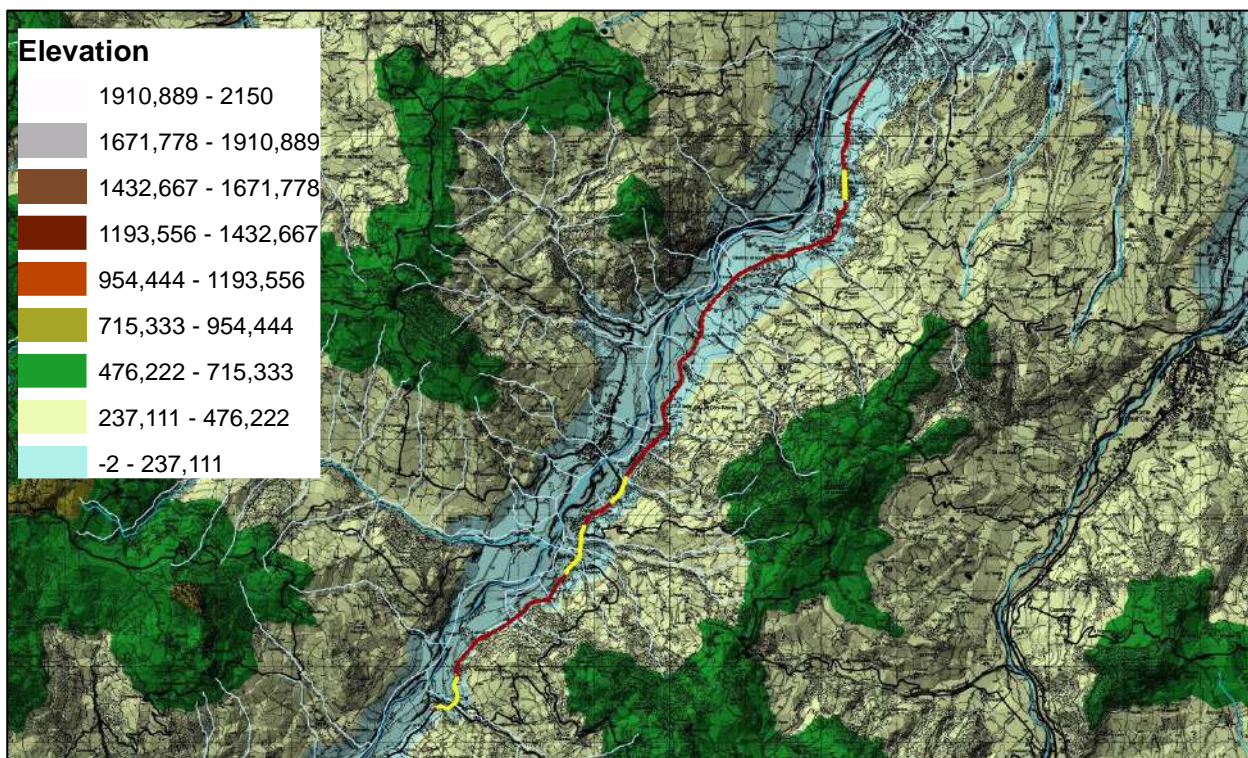


Figura 4.6.4.1: Modello digitale del terreno per l'ara di interesse (fonte dati altimetrici Regione Emilia Romagna)

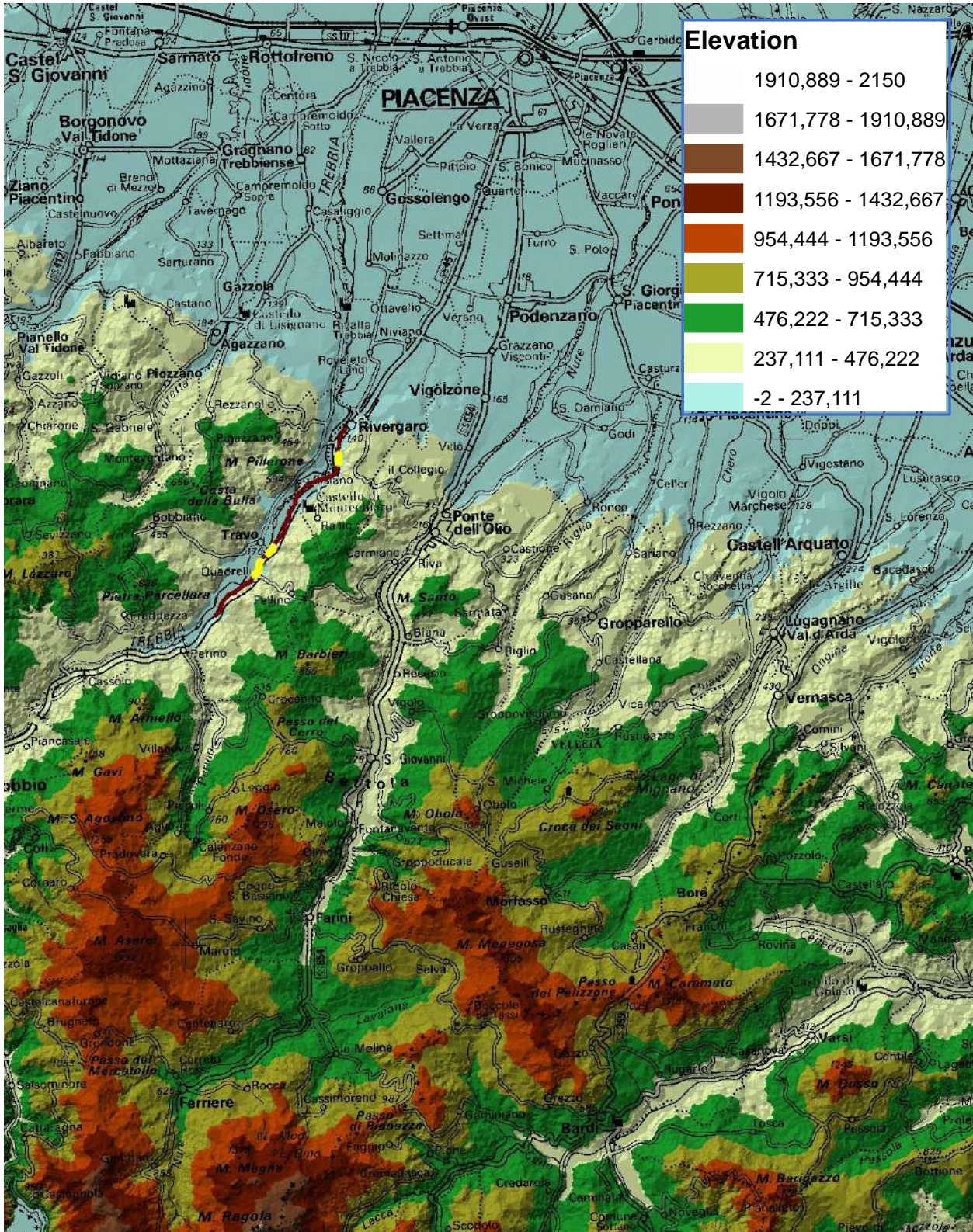


Figura 4.6.4.2 Modello digitale del terreno del contesto territoriale (fonte dati altimetrici Regione Emilia Romagna)

L'area di progetto, dal punto di vista altimetrico, si attesta su quote variabili, dai 150 m ai 200 m sul livello del mare. Il piano campagna delle zone circostanti l'asse stradale si eleva sul lato est e si abbassa sul lato ovest in direzione del Trebbia.



#### 4.6.5 ASSETTO GEOLOGICO

La presente descrizione è in parte derivata dalla Relazione Geologica citata in premessa, elaborata dal Politecnico di Milano – Centro per lo Sviluppo del Polo di Piacenza.

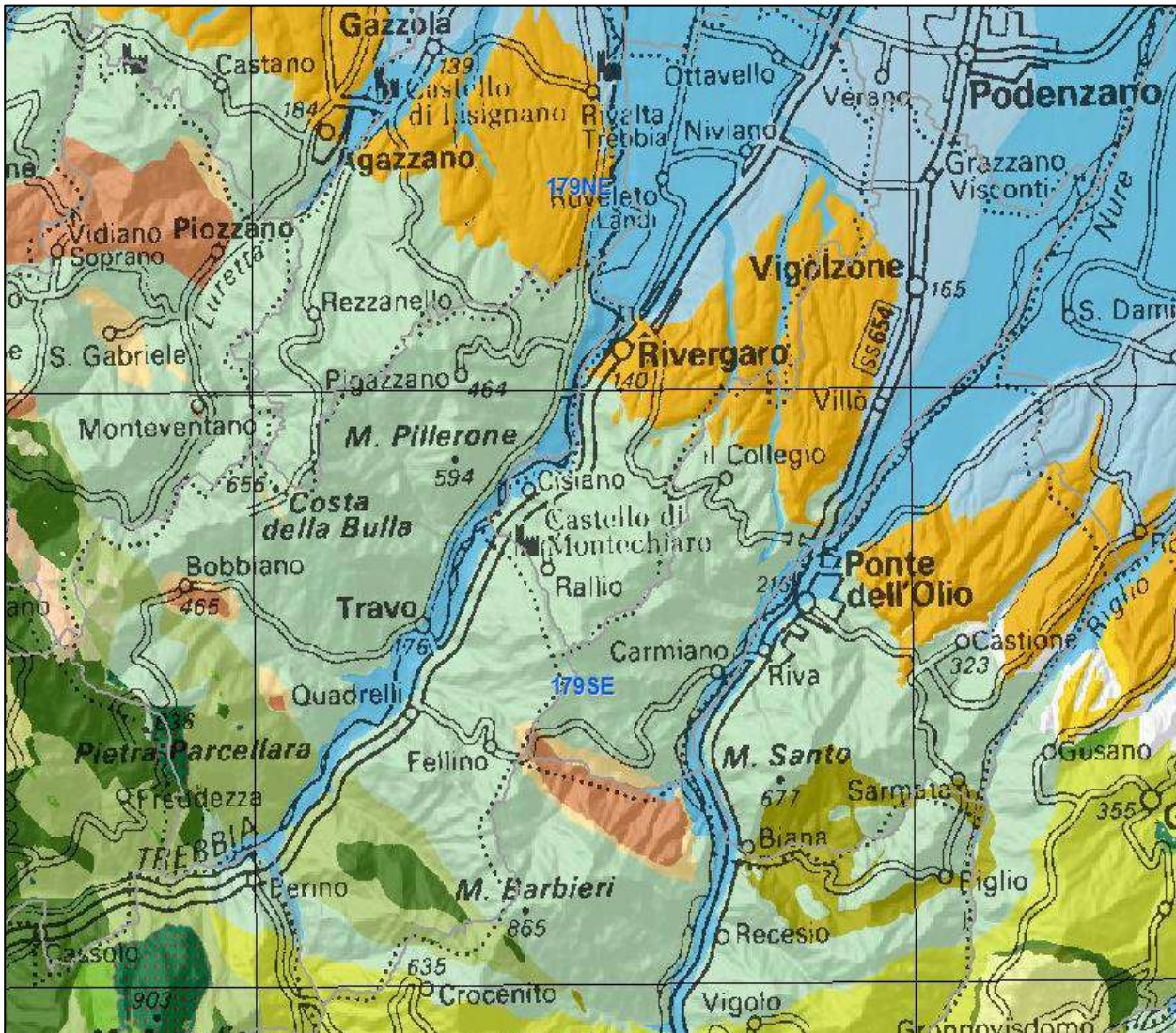


Figura 4.6.5.1- Geologia di sintesi (fonte Regione Emilia Romagna)

Legenda:

Arancio:	gruppo B07 - Sabbie Gialle
Verde chiaro:	gruppo F20 - Unità di Luretta - Marne Rosate
Verde scuro:	gruppo F06 - Argille a Palombini
Trebbia:	gruppo Depositi di canale fluviale

L'Appennino Settentrionale, dove è situata la media e alta Val Trebbia, è caratterizzato da un assetto geologico assai complesso, in quanto deve la sua origine alla convergenza e successiva collisione di due placche crostali: quella europea e quella adriatica. Esso, pertanto, risulta costituito da unità tettoniche (insieme di più formazioni rocciose) che, per effetto di tale collisione, si sono sovente scollate dal loro luogo d'origine e sono traslate anche per centinaia di chilometri.

In particolare si possono riconoscere le seguenti unità tettoniche:

- Epiligure, Ligure;
- Subligure;
- Toscana.

Le Unità Liguri sono caratterizzate dalla presenza di ofioliti, o rocce verdi, di origine magmatica, che provengono dai bacini oceanici; si tratta infatti di basalti e gabbri di età giurassica, del tutto simili a quelli che si possono trovare oggi sui fondali dell'Atlantico e che costituiscono la prova dell'esistenza di un bacino oceanico che separava la zolla europea da quella adriatica. Le ofioliti includono anche altri tipi di rocce, generalmente scure e pesanti, denominate lherzoliti, rappresentative del mantello, che si sono formate a profondità elevate (diverse decine di chilometri) e sono state poi traslate a livelli strutturali superficiali durante la fase di convergenza.

Esse costituiscono la gran parte dei rilievi che circondano Bobbio, come ad esempio il M. Sant'Agostino. Le ofioliti sono associate a sedimenti del cretaceo depositati in ambiente pelagico (di mare profondo), caratteristici del bacino oceanico Ligure-Piemontese prima che quest'ultimo venisse cancellato dalla convergenza delle placche, e a sedimenti torbiditici di età Paleocenico Eocenica.

Tra le Formazioni più importanti appartenenti a questa Unità si ricordano: le Argille a Palombini, i Calcari a Calpionella, le Arenarie di Scabiazza, la Formazione di Val Luretta, ecc.. Al di sopra delle unità Liguri si trova la Successione Epiligure, una spessa successione sedimentaria costituita da materiale detritico, come conglomerati ed arenarie grossolane, derivata dall'erosione delle ofioliti e delle coperture sedimentarie ad esse associate. Tale successione si è depositata sopra le unità Liguri dopo che esse erano traslate dalla loro posizione originaria e si erano deformate in seguito alla chiusura del bacino oceanico (tra le Formazioni più importanti si ricordano: la Formazione di Ranzano e le Marne di Monte Piano).

Al di sotto delle Unità liguri si trovano le Unità Subliguri, costituite da successioni di rocce sedimentarie di età terziaria, prevalentemente oligo-micenica, originariamente depositate sul margine continentale della placca adriatica (es. Successione di M. Penice, Argille e Calcari di Canetolo, Arenarie della Val d'Aveto, Successione di Salsominore).

Al di sotto dell'unità Subligure affiora infine l'Unità Toscana, costituita prevalentemente da arenarie della Formazione di Bobbio del Miocene inferiore (Arenarie di San Salvatore) che affiorano estesamente lungo i meandri del fondovalle del Fiume Trebbia. Nella zona studiata, compresa tra gli abitati di Cernusca e di Rivergaro, si rinvengono, in particolare, due formazioni appartenenti all'Unità Ligure: la Formazione di Val Luretta e, solo nella zona di Cernusca, il Complesso di Pietra Parcellara.

La formazione di Val Luretta, istituita da De Rosa E., Gelati R. e Mutti E. nel 1966 (successivamente rivista da Cobianchi M. et al. nel 1994), è costituita da un'alternanza di vari litotipi (arenarie, argille marnose, marne, calcari e argille), di cui quelli calcarei sono particolarmente sviluppati nei primi 50 m, mentre quelli arenacei sono più abbondanti nel resto della successione. I litotipi marnosi risultano colorati in grigio nella parte alta, diventando, verso il basso, grigi con chiazze rosate, rosati e infine rosso-mattone intenso.

Si tratta di un'alternanza di depositi torbiditici e di subordinati depositi pelagici; generalmente si distinguono cinque litozone (Cobianchi et al. 1994):

- 1) marne rosate in strati spessi, molto spessi e bianchi, talora con base a biocalcarenitici nocciola, medie e grossolane;
- 2) sequenze torbiditiche arenaceo-pelitiche in strati medi e spessi, localmente molto spessi, costituite da arenarie grigio-nocciola (bruno-rosate all'alterazione) medie e fini, talora gradate e/o con base microconglomeratica, spesso ricche di frustoli vegetali, e da marne e marne siltose grigie e grigio-verdastre;
- 3) calcari e calcari marnosi bianchi, talora rosati, in strati spessi, molto spessi e bianchi, talora a base calcarenitica grigia (centimetrica); gli interstrati sono costituiti da peliti grigie scure;

- 4) calcari micritici e calcari marnosi grigio-biancastri, marne e marne calcaree grigio chiare, talora nocciola-rosato, maculate, in strati da medi a molto spessi, talora in banchi, con locali intercalazioni di calcareniti e di arenarie grigie, medie e grossolane;
- 5) marne e marne argillose grigio-verdastre e rosso-vinate, in strati spessi e molto spessi.

Sulla base della distribuzione areale e delle relazioni reciproche tra le suddette litozone, la Formazione di Val Luretta viene suddivisa nei seguenti tre membri:

- a) membro di Poviago (basale): è costituito dall'alternanza delle prime tre litozone, rispettivamente marnosa, arenaceo-pelitica e calcarea; quest'ultima costituisce il limite superiore del sottostante "Flysch di Bettola". Lo spessore totale del membro è di circa 450 m.
- b) membro di Monteventano: è costituito in prevalenza dalla seconda litozona (arenaceo-pelitica) cui è associata, con frequenza maggiore verso l'alto, da sequenze torbiditiche decametriche della quarta litozona (calcarea e calcarea-marnosa). Lo spessore di questo membro si aggira intorno ai 250 m.
- c) membro di Genepreto: è costituito in prevalenza dalla quarta litozona (calcarea e calcarea-marnosa), associata localmente alla quinta litozona (marnosa e marnoso argillosa). Lo spessore di questo membro raggiunge anche i 500m.

In prossimità di Cernusca, affiorano, invece, rocce appartenenti al Complesso di Pietra Parcellara; tale unità è costituita da argilliti, calcari marnosi grigio chiari con brecce ed olistoliti (Argille a Palombini di Barberino o Argille a Palombini di M. Veri). Gli olistoliti sono rappresentati da ultramafiti serpentizzate e basalti in masse di dimensioni anche chilometriche (famoso le rupi di Pietra Parcellana, di Pietra Perduca e di Pietra Marcia). Il contatto tra la Formazione di Val Luretta (Paleocene-Eocene) e il Complesso di Pietra Parcellara, (Cretaceo), è di natura tettonica ed avviene per sovrascorrimento reciproco delle due unità.

Nella zona compresa tra gli abitati di Cernusca e di Rivergato, oltre alla Formazione di Val Luretta e al Complesso di Pietra Parcellara si rinvengono anche abbondanti sedimenti quaternari legati in parte all'azione fluviale e in parte alla dinamica evolutiva dei versanti.

In particolare si possono distinguere:

### Sedimenti legati all'azione fluviale

- a) depositi alluvionali in evoluzione attuali e recenti (indicati sulla carta geologica rispettivamente con la sigla b1 e b1b): sono costituiti da ghiaie sciolte eterogenee ed eterometriche, a matrice limoso-sabbiosa o limosa e si rinvengono in corrispondenza dell'alveo del F. Trebbia;
- b) depositi alluvionali terrazzati, recenti, fissati da copertura vegetale (indicati sulla carta geologica con la sigla b1a): sono costituiti da ghiaie a matrice limoso-sabbiosa, spesso ricoperte da una coltre limosa di colore prevalentemente bruno-giallastro;
- c) depositi alluvionali terrazzati medio-antichi (indicati sulla carta geologica con la sigla b2): sono costituiti da ghiaie a prevalente matrice limosa o limoso-sabbiosa, ricoperte in superficie da una coltre limoso argillosa di colore bruno-giallastro scuro o bruno grigiastro scuro;
- d) depositi alluvionali terrazzati antichi (indicati sulla carta geologica con la sigla b3): sono costituiti da una successione di ghiaie, sabbie e limi, debolmente alterate alla sommità; è sovente presente una coltre limoso-argillosa di copertura a prevalente colore bruno e bruno-giallastro;
- e) depositi alluvionali molto antichi (indicati sulla carta geologica con la sigla b4): sono costituiti da un'alternanza di ghiaie, sabbie e limi, alterate alla sommità; presenza di un suolo sommitale a tessitura prevalentemente limosa di colore bruno;
- f) depositi alluvionali del ripiano intermedio del sistema terrazzato "prewürmiano del pedemonte (indicati sulla carta geologica con la sigla b5): sono costituiti da ghiaie prevalenti, a matrice sabbiosa, variamente cementate, con intercalazioni sabbiose e sabbioso-limose, alterate a tetto dove localmente è presente un paleosuolo di colore rosso.

### Sedimenti legati alla dinamica dei versanti

- a) frane in evoluzione (indicate sulla carta geologica con la sigla a1): si tratta di depositi caotici di masse di litotipi eterogenei ed eterometrici, in abbondante matrice limoso-argillosa; comprendono zone caratterizzate da fenomeni di creeping;
- b) frane quiescenti (indicate sulla carta geologica con la sigla a2): si tratta di depositi caotici di litotipi eterogenei ed eterometrici immersi in abbondante matrice limoso-argillosa; comprendono anche potenti ed estese coltri colluviali suscettibili di lenti, ma diffusi, fenomeni di movimento;
- c) depositi di versante s.l. (indicati sulla carta geologica con la sigla a3): si tratta di coperture detritiche di falda ed eluvio-colluviali.

Alle pagine seguenti sono riportati stralci della "Carta Geologica scala 1:10.000 della Regione Emilia-Romagna (fonte Regione Emilia Romagna). Sotto è la legenda relativa.

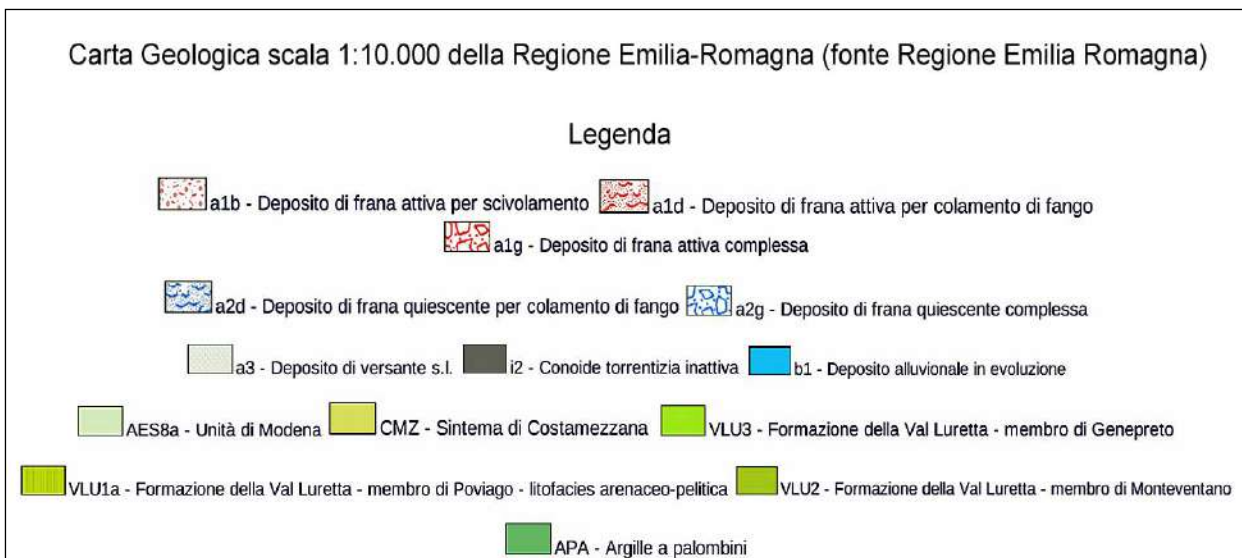


Figura 4.6.5.2 – Legenda della Carta Geologica scala 1:10.000 della Regione Emilia-Romagna (parte 1° - *ridis.*)

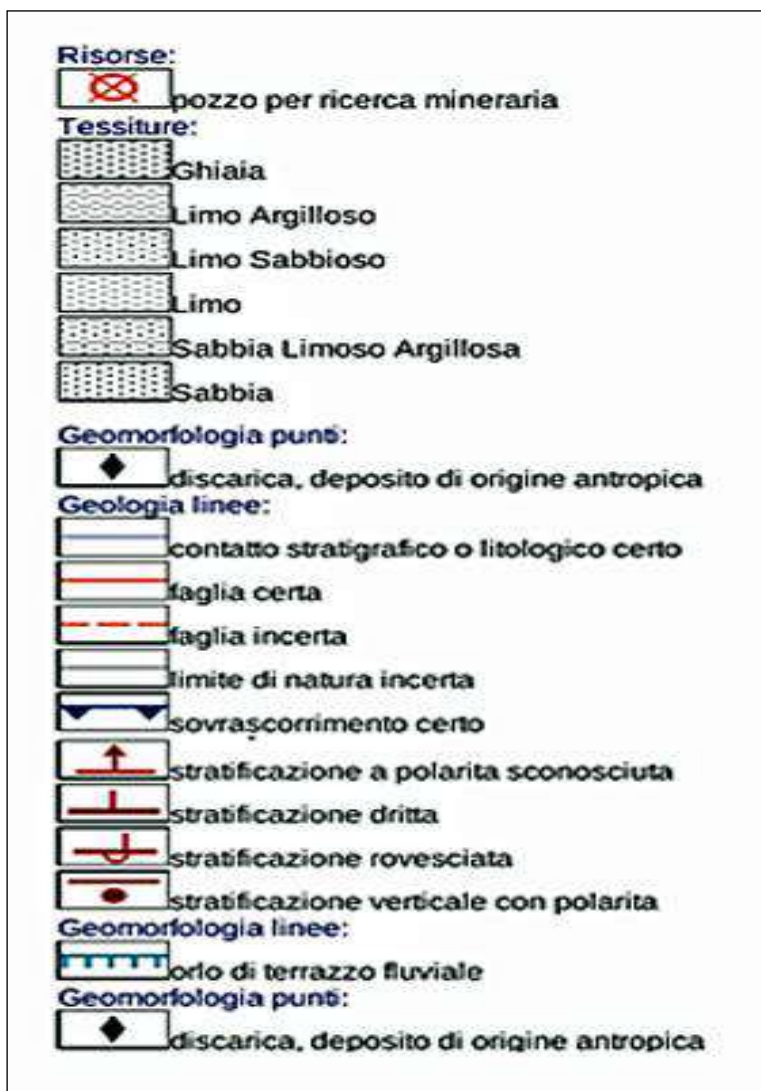


Figura 4.6.5.3 - Legenda della Carta Geologica scala 1:10.000 della Regione Emilia-Romagna

(parte 2° - *ridis.*)

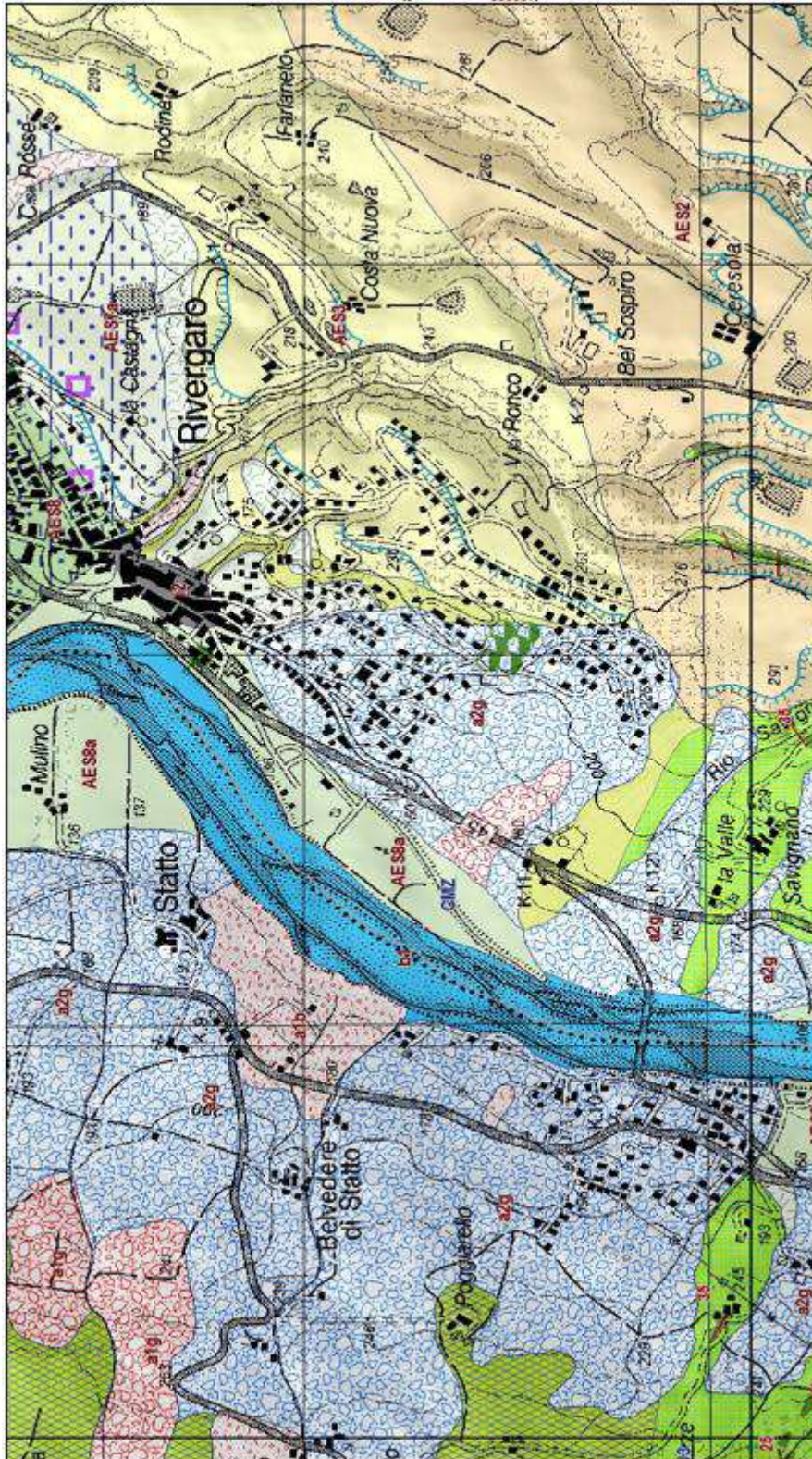


Figura 4.6.5.4

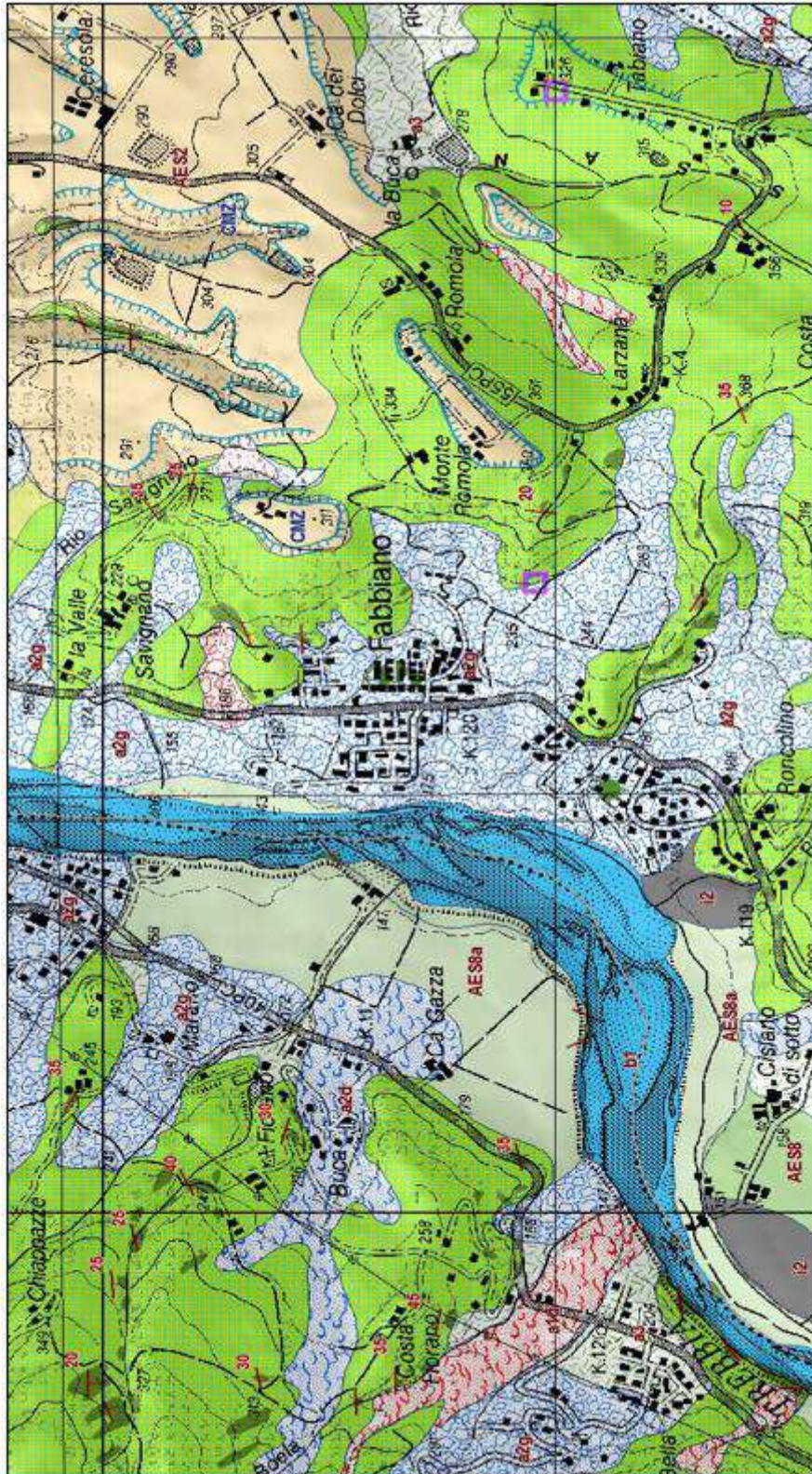


Figura 4.6.5





Figura 4.6.5.6

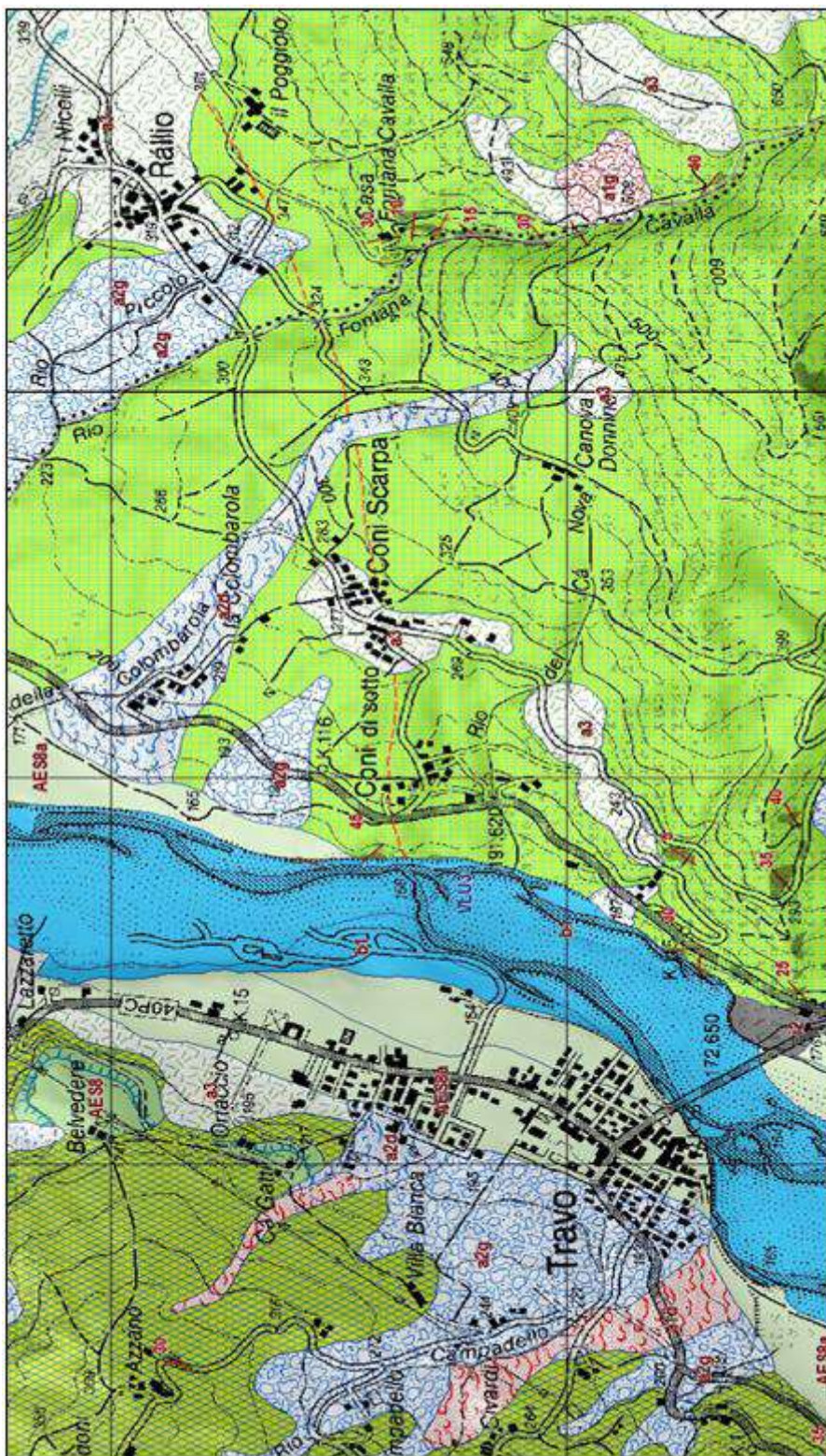


Figura 4.6.5.7

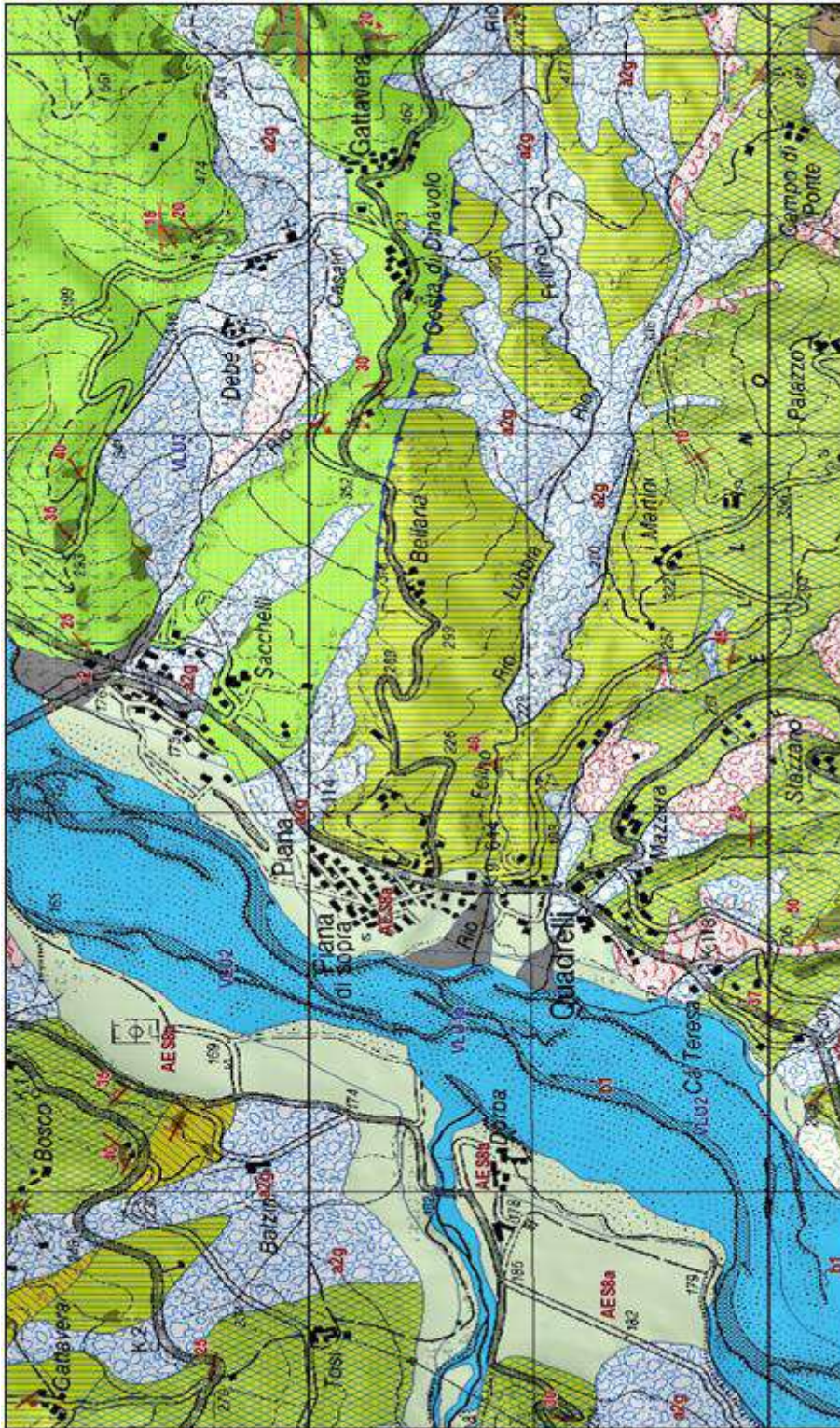


Figura 4.6.5.8

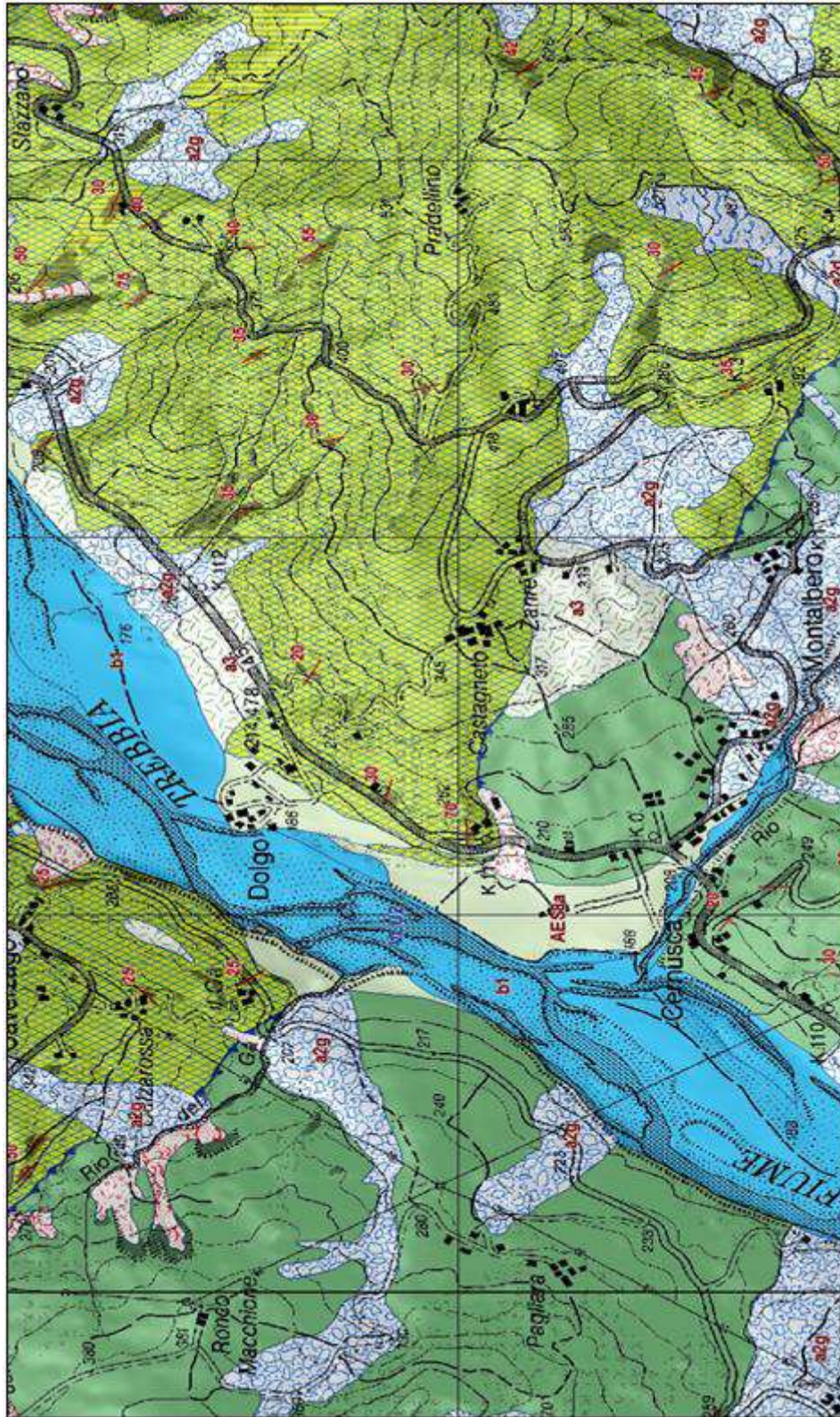


Figura 4.6.5.9

## DEPOSITI DI FRANA ATTIVI

### A1g Deposito di frana attiva complessa

Deposito messo in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di movimento.

depositi gravitativi con evidenze di movimenti in atto (indipendentemente dalla entità e dalla velocità degli stessi). L'attività può essere continua o, più spesso, intermittente ad andamento stagionale o pluriennale. Vengono inclusi in questa categoria anche depositi di frane che al momento del rilevamento non presentano sicuri segni di movimento ma che denotano comunque una recente attività segnalata da indizi evidenti (lesioni a manufatti, assente o scarsa vegetazione, terreno rimobilizzato) all'occhio del tecnico rilevatore. Sono altresì incluse anche frane con velocità recepibile solo attraverso strumenti di precisione (inclinometri, estensimetri, ecc.), qualora esistenti.

### a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango

Deposito messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

### a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento

Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio.

## DEPOSITI DI FRANA QUIESCENTI

### A2g Deposito di frana quiescente complessi

L'infrastruttura attraversa depositi di frana quiescente ovvero depositi gravitativi senza evidenze di movimenti in atto o recenti. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni. Rientrano in questa categoria anche i corpi franosi oggetto di interventi di consolidamento, se non supportati da adeguate campagne di monitoraggio o da evidenze di drastiche modifiche all'assetto dei luoghi.

### i2 - Conoide torrentizia inattiva

Attraversa depositi alluvionali, prevalentemente ghiaiosi, a forma di ventaglio aperto verso valle, in corrispondenza dello sbocco di valli e vallette trasversali ai corsi d'acqua principali ove la diminuzione di pendenza provoca la sedimentazione del materiale trasportato dall'acqua, attualmente non soggetti ad evoluzione.

#### a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango

Deposito messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

#### a3 - Deposito di versante s.l.

Accumulo di detrito su versante sulla cui attribuzione genetica permane un grado di incertezza, non escludendo che sia dovuto a fenomeni franosi, mancando spesso i caratteri di forma tipici delle frane stesse. Solo una indagine più approfondita del semplice rilevamento sul terreno potrebbe chiarire la natura dei processi che hanno generato il deposito.

Generalmente l'accumulo si presenta con una tessitura costituita da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (che può essere alterata per ossidazione e pedogenesi), solo localmente stratificato e/o cementato. Come indicato sopra la genesi può essere gravitativa, da ruscellamento superficiale, da soliflusso

#### b1 - Deposito alluvionale in evoluzione

Deposito costituito da materiale detritico generalmente non consolidato (ghiaie, talora embriciate, sabbie e limi argillosi) di origine fluviale, attualmente soggetto a variazioni dovute alla dinamica fluviale. Può essere talora fissato da vegetazione (b1a).

### **SUCCESSIONE NEOGENICO - QUATERNARIA DEL MARGINE APPENNINICO PADANO**

Nell'area del Foglio 179 limi, limi sabbiosi e sabbie limose grigio-azzurri, giallo ocracei all'alterazione; frequenti i livelli ricchi in frustoli vegetali ed in sostanza organica. Ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie, spesso cementate, grigio-verdastre, ocracee all'alterazione. In corrispondenza dei paleoapparati fluvio-deltizi maggiori (Trebbia) i depositi grossolani diventano predominanti.

### **COPERTURE QUATERNARIE**

AES8a - Unità di Modena Ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua: depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, e di conoide. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (poche decine di cm). Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri. (Olocene)

### **UNITA' LIGURI**

VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto Alternanze di calcari e calcari marnosi grigio-biancastri e di marne e marne calcaree grigio chiare, talora nocciola, in strati da medi a molto spessi, talora in banchi. Sono presenti locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane grigio-scure, in strati medi e di argille marnose rosso vinate, o areniti e peliti marnose grigio scure in set di strati sottili e medi. Passaggio per alternanza a VLU2. Spessore parziale del membro valutabile in 450m circa. (Luteziano)

### **VLU1a - Formazione della Val Luretta - membro di Poviago - litofacies arenaceo-pelitica**

Arenarie grigio-nocciola, medie e fini, talora gradate e marne siltose in strati medi e spessi. E' stata localmente distinta una litofacies arenaceopelitica (VLU1a). Il membro è caratterizzato dalla presenza di banchi di marne rosate (dove cartografati, mr), spesso a base calcarenitica (biocalcareniti nocciola, grossolane e medie, a Nummuliti e Discocicline) (VLU1b - litofacies marnosa), argilliti rosse in strati da medi a molto spessi, talora banchi, alternati alle arenarie e a calcari e calcari marnosi bianchi in strati spessi e molto spessi (VLU1c - litofacies calcareomarnosa). Un orizzonte di spessore decametrico di calcari marnosi grigio-chiaro è presente verso la base. Contatto, localmente tettonizzato, con BET. Spessore del membro valutabile in 450 m circa. (Daniano - Thanetiano).

### **VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano**

Alternanze decametriche di pacchi di strati medi arenaceo-pelitici (arenarie medie e fini, grigie, talora ricche in frustoli carboniosi e marne siltose nocciola) e di pacchi prevalentemente calcareo marnosi in strati medi e spessi, più frequenti verso il tetto del membro (calcari micritici grigiobiancastri e marne e marne calcaree grigio chiare, con locali intercalazioni di arenarie grigie). Contatto su VLU1. Spessore del membro valutabile in 230 m circa. (Thanetiano - Ypresiano)

### **APA - Argille a palombini**

Argilliti o argilliti siltose grigio scure, più raramente verdi, ocracee, rossastre, fissili, alternate a calcilutiti silicizzate grigio chiare e grigio-verdi, biancastre o giallastre in superficie alterata, talora a base calcarenitica laminata, e più rari calcari marnosi grigi e verdi in strati spessi e marne calcaree grigio scure o verdi, in strati medi e spessi. Possono essere presenti, verso la parte sommitale della formazione, marne e marne calcaree in strati medi e spessi e areniti fini in strati sottili. Si possono presentare in breccie monogeniche con abbondante matrice pelitica e clasti calcarei. E' stata localmente distinta una litozona a dominante pelitica, localmente ricca in silt in strati molto sottili, di colore di alterazione bruno rossastro (APAA - litozona argillitica). Possono essere presenti olistoliti di Serpentiniti (S) costituite da peridotiti lherzolitiche serpentizzate, di colore scuro, verde chiaro all'alterazione, talora brecciate, basalti ( $\beta$ ), olistoliti di breccie ofiolitiche (bo), Diaspri (DSD) e Calcari a Calpionelle (CCL). Sedimentazione pelagica argillosa, intervallata da risedimentazione di fanghi carbonatici. Potenza geometrica variabile da alcune decine ad alcune centinaia di metri. (Creatacico inf. - Creatacico sup.).

### **4.6.6 INQUADRAMENTO TETTONICO**

L'Appennino settentrionale trae origine dalla collisione tra la placca crostale europea e quella adriatica, avvenuta durante l'Eocene, circa 40-50 milioni di anni fa. In precedenza, nel Giurassico medio, circa 160 milioni di anni fa, i margini continentali di queste due placche erano divisi da un vasto bacino oceanico, conosciuto come oceano ligure-piemontese; solo a partire dal Cretaceo superiore, tra 80 e 100 milioni di anni fa, le due placche crostali hanno iniziato prima a convergere e poi a collidere l'una contro l'altra. Ciò ha condizionato non solo l'assetto geologico ma anche quello strutturale del territorio, sia a scala regionale che locale. In particolare, gli studi geologici hanno consentito di riconoscere le diverse unità tettoniche (Liguri, SubLiguri, Epiliguri e Toscane) di cui è costituito l'Appennino settentrionale e di comprendere la loro origine, la loro provenienza, nonché i loro rapporti reciproci.

Lo studio dettagliato delle Unità tettoniche presenti nella zona è stato favorito anche dalla presenza della cosiddetta “finestra tettonica” di Bobbio, ovvero di una zona dove, in seguito a fenomeni di erosione particolarmente intensa operata dal F. Trebbia, è possibile osservare lungo i fianchi della valle in cui esso scorre, la composizione interna della catena montuosa appenninica settentrionale (Relazione Geologica Politecnico di Milano, 2009).

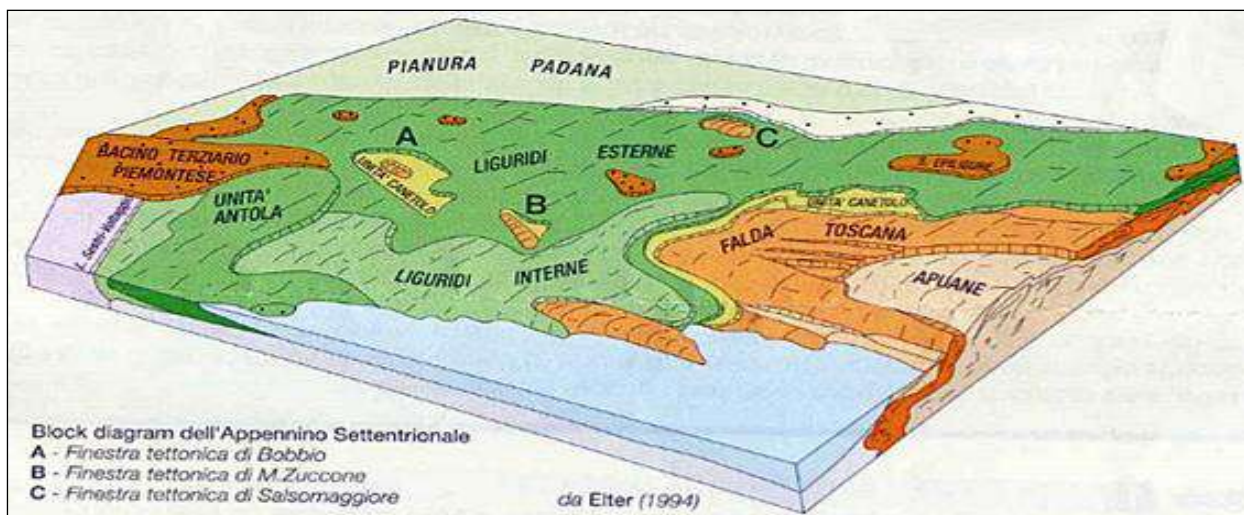


Figura 4.6.6.1

Da un punto di vista tettonico, l'area in esame è costituita da formazioni appartenenti all'Unità Ligure ed in particolare: dalla Formazione di Val Luretta, che occupa oltre il 90% del territorio compreso tra Cernusca e Rivergaro e dal Complesso di Pietra Parcellara che affiora in prossimità dell'abitato di Cernusca. La formazione di Val Luretta ha giaciture estremamente variabili, ma prevalenti verso SSE e SSO con angoli di inclinazione piuttosto bassi (mediamente 30°). Il Complesso di Pietra Parcellara, in prossimità di Cernusca ha giacitura prevalente verso SSO e Ovest. Le uniche discontinuità tettoniche di rilievo presenti nell'area studiata sono: il sovrascorrimento che mette in contatto le due formazioni rilevate (Formazione di Val Luretta e Complesso di Pietra Parcellara) e la faglia su cui è impostato il torrente che confluisce nel F. Trebbia in prossimità di Boelli di Sotto.

In particolare, a ovest del Rio Cernusca il Complesso cretaceo di Pietra Parcellara sovrascorre la Formazione terziaria di Val Luretta, provocando sovente la verticalizzazione degli strati e creando una fascia di debolezza lungo la quale si rinvengono importanti e diffusi movimenti franosi. Anche in corrispondenza della faglia presunta ubicata lungo il Rio Boela le rocce, dove affiorano, si presentano maggiormente fratturate e danno origine ad ampi movimenti di versante (Relazione Geologica Politecnico di Milano, 2009).



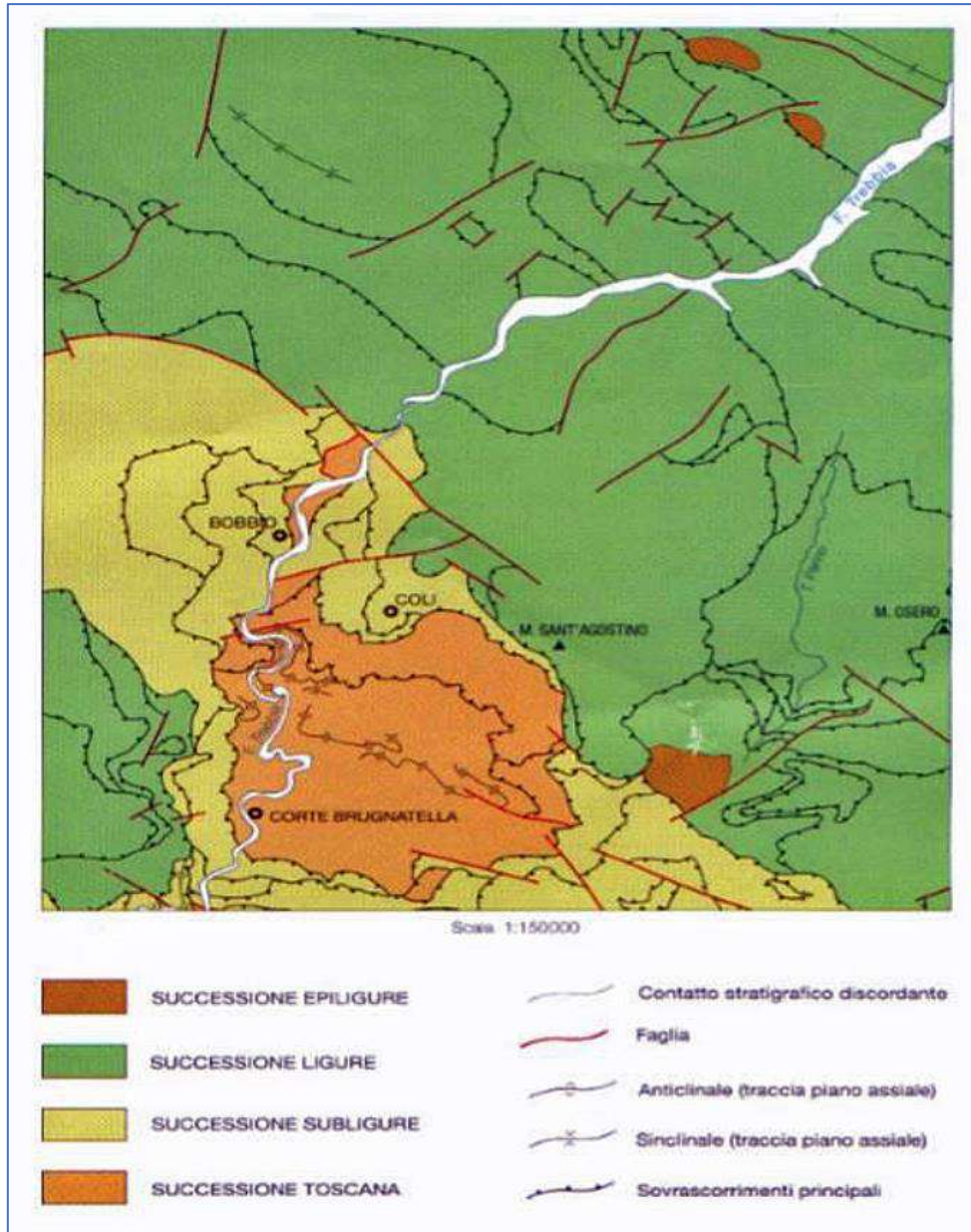


Figura 4.6.6.2 - Schema tettonico della Val Trebbia (Elter, 1994)

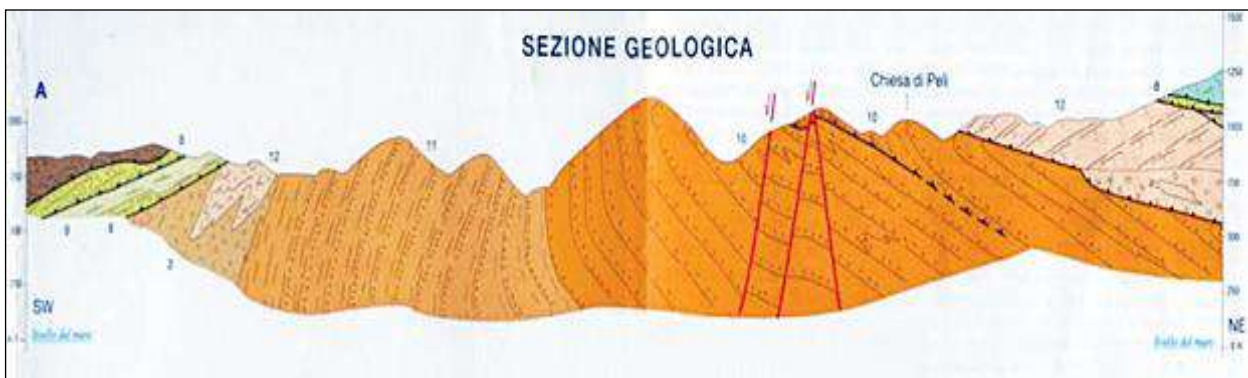


Figura 4.6.6.3 - Sezione geologica della finestra tettonica ad est di Marsaglia e schema cronostratigrafico delle successioni rocciose (Elter, 1994)

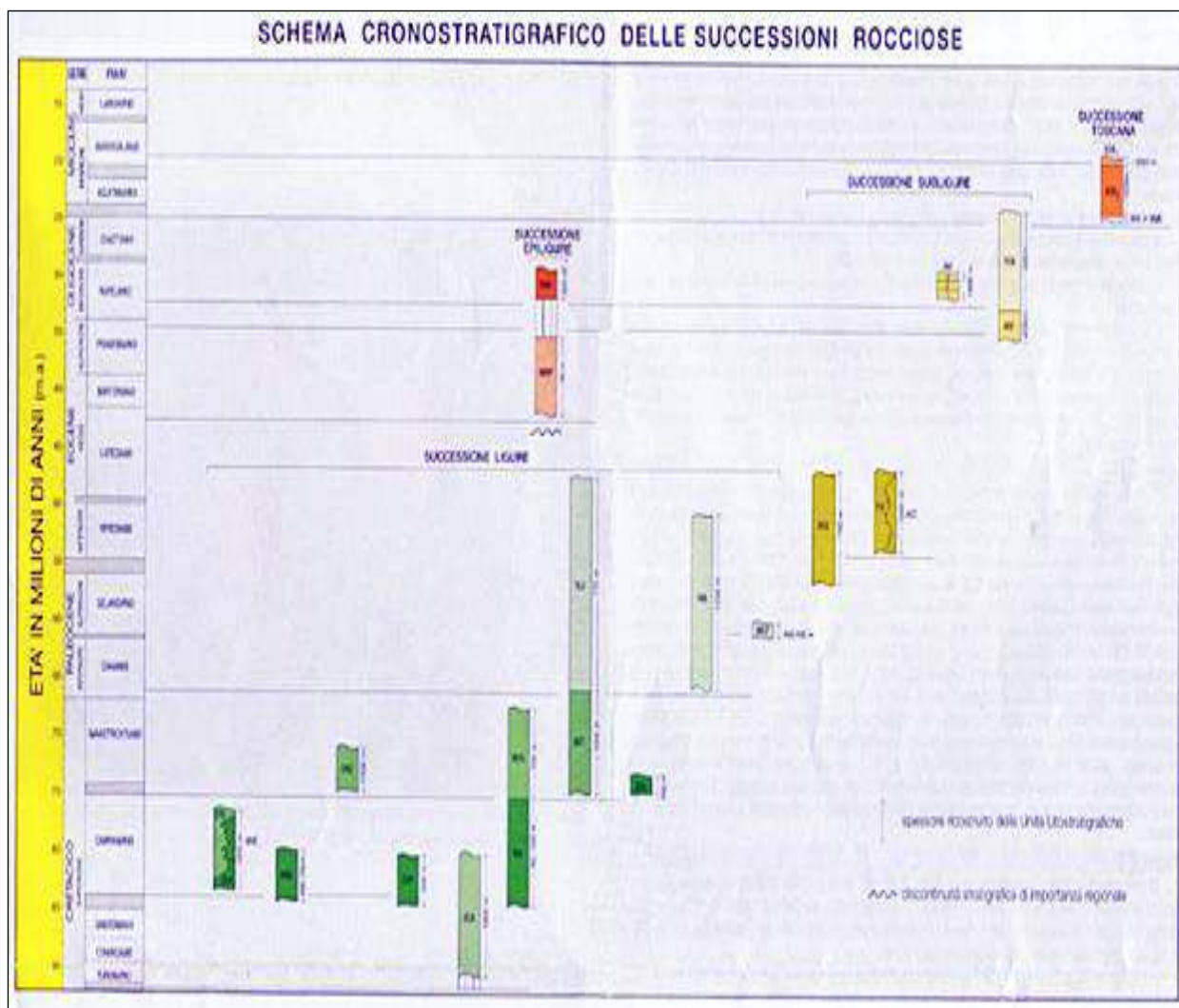


Figura 4.6.6.4

#### 4.6.7 SISMICITÀ

L'Emilia-Romagna rappresenta un settore della catena appenninica esterna caratterizzato da una sismicità frequente che può essere definita media in relazione alla sismicità nazionale, con ipocentri dei terremoti localizzati non solo nella crosta superiore, ma anche nel mantello.

Il confronto tra dati geologici, morfologici e sismologici ha permesso l'individuazione delle principali strutture "attive" in Emilia-Romagna.

La sismicità di un territorio è strettamente connessa al suo contesto tettonico-strutturale, dunque alla presenza di strutture geologicamente "attive".

Alla base di ogni stima della pericolosità sismica di un territorio vi è quindi l'indispensabile conoscenza della sua storia sismica (cioè di tutte le informazioni sui terremoti avvenuti nel passato) e della geologia strutturale locale, fattori strettamente connessi tra loro.

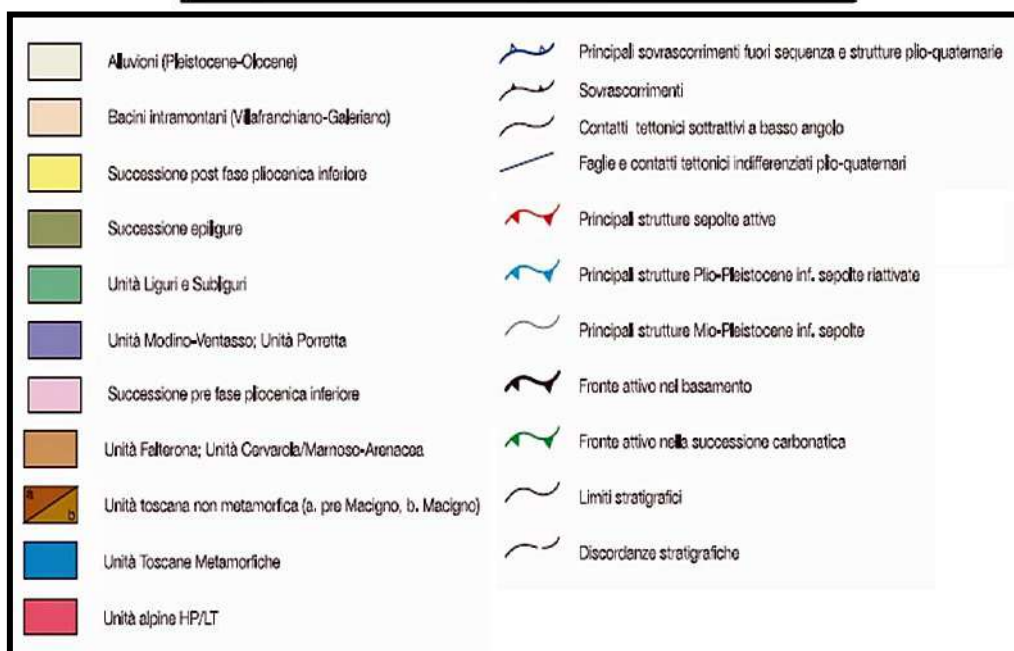
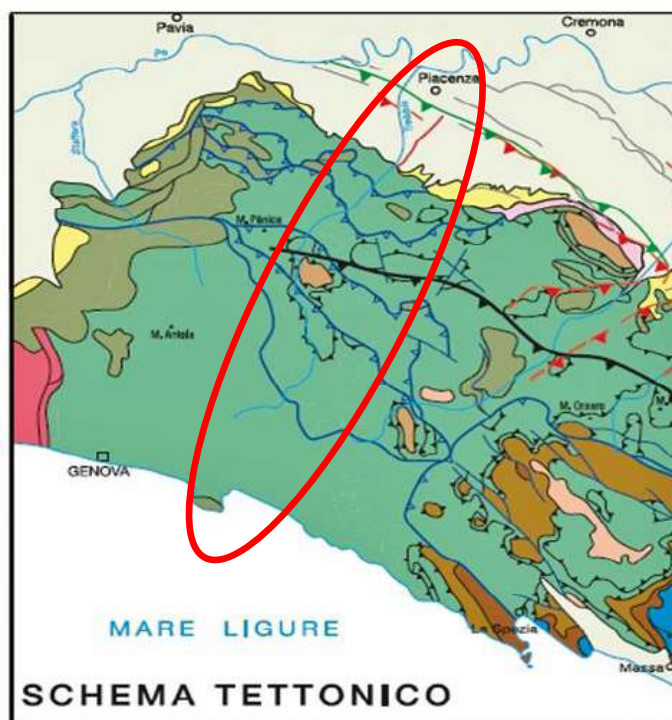


Figura 4.6.7.1 – Stralcio dello Schema di sintesi attività tettonica in Emilia Romagna (Boccaletti et alii, 2004 - *ridis.*)  
In evidenza il bacino del Fiume Trebbia

A titolo di inquadramento sismotettonico, interessanti riferimenti di interesse sono rappresentati dai dati provenienti dai database pubblici sviluppati da diversi enti e gruppi di ricerca.

In particolare, per l'analisi della sismicità storica e strumentale dell'area oggetto di indagine sono stati consultati:

- il CPTI11: catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani versione 2011<sup>13</sup> (Rovida et al., 2011) che raccoglie i parametri dei terremoti avvenuti in Italia fino al 2011;

---

<sup>13</sup> <http://emidius.mi.ingv.it/CPT111/>

- il DBMI11: database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI11<sup>14</sup> (Locati et al. - 2011);
- il CFTI4 Med: catalogo dei Forti Terremoti in Italia e in area mediterranea<sup>15</sup> (Guidoboni et al., 2007) che riporta per numerose località i risentimenti di circa 300 tra i terremoti storici più forti avvenuti sul territorio italiano e fornisce anche informazioni sul contesto storico, sociale e demografico in cui gli eventi si sono prodotti, sui parametri epicentrali, sugli effetti dei terremoti sull'ambiente fisico (fagliazione superficiale, frane sismo-indotte, maremoti, ecc.), sul danneggiamento dei centri storici e di beni monumentali;
- il DISS versione 3.1.1: database delle Sorgenti Sismogenetiche Italiane<sup>16</sup> (INGV - DISS Working Group, 2010), che contiene sorgenti individuali e composite di terremoti, intese come una rappresentazione georeferenziata semplificata ed in 3D di faglie (sorgenti individuali) o regioni contenenti faglie (composite) in grado di generare terremoti di M 5.5 o superiore;
- il Catalogo della Sismicità Italiana che contiene tutti gli eventi registrati dalle stazioni della Rete Sismica Nazionale dal 1981 al 2002;
- ISIDe: database (ISIDe Working Group 2010 dell'INGV, che contiene tutti gli eventi registrati dalle stazioni della Rete Sismica Nazionale dal 2003 ad oggi;
- la Mappa di Pericolosità Sismica Nazionale (INGV, 2004) che definisce una "pericolosità di base" su un reticolo di punti di riferimento (ai punti del reticolo sono attribuiti, per 9 differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di  $ag$  "accelerazione orizzontale massima del suolo" e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica;
- la Zonazione Sismogenetica ZS9 (Meletti e Valensise, 2004), che individua sul territorio italiano 42 macrozone-sorgente ed ha rappresentato il riferimento per i calcoli di pericolosità sismica nel territorio nazionale di cui al punto precedente.

### Sorgenti sismogenetiche

Il database DISS (INGV - DISS Working Group, 2010) indica che l'area in esame risulta localizzata poco ad ovest della sorgente ITCS045 "San Giorgio Piacentino-Fornovo di Taro" (a cui vengono attribuite una magnitudo massima di 5.5 e una profondità compresa tra un minimo di 2 e un massimo di 10 km), a sud della sorgente ITCS044 "Portalbera-Cremona" (magnitudo massima di 5.5 e una profondità compresa tra un minimo di 2 e un massimo di 7 km – in evidenza la faglia attiva di San Colombano) e ad est della sorgente ITCS018 "Rivanazzano-Stradella" (magnitudo massima di 5.5 e una profondità compresa tra un minimo di 2 e un massimo di 8 km).

Nella figura successiva è evidenziata in blu la sorgente ITDS001 "Broni-Stradella" (debated seismogenic sources).

Secondo la Zonazione sismogenetica del Territorio Italiano - ZS9, prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) nel 2004 (Meletti e Valensise, 2004), che rappresenta il riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica nel territorio nazionale, l'area in esame ricade nella Zona 911 "Tortona-Bobbio", caratterizzata da un valore di  $M_{wmax}$  pari a 6.14.

### Storia sismica

Dal Database Macrosismico Italiano (DBMI 2011), sono derivati i record relativi alla storia sismica per le località di Rivergaro e Travo, di seguito riportati.

Effects I [MCS]	Data e ora	Ax (area epicentrale)	Np	Io	Mw
<p><i>I= Intensità macrosismica in scala MCS</i>  <i>Np: Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto;</i>  <i>Io: Intensità macrosismica epicentrale, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg;</i>  <i>Mw: Magnitudo momento.</i></p>					
NF	<a href="#">1905 04 29 01:46</a>	Alta Savoia	267	7-8	5.63 ±0.09
NF	<a href="#">1907 04 25 04:52</a>	Veronese	122	6	4.91 ±0.15
NF	<a href="#">1913 11 25 20:55</a>	Val di Taro	73	4-5	4.84 ±0.20
NF	<a href="#">1915 01 13 06:52</a>	Avezzano	1041	11	7.00 ±0.09
NF	<a href="#">1919 06 29 15:06</a>	Mugello	566	10	6.29 ±0.09
4	<a href="#">1920 09 07 05:55</a>	Garfagnana	756	10	6.48 ±0.09
5	<a href="#">1951 05 15 22:54</a>	LODIGIANO	154	6-7	5.39 ±0.14
NF	<a href="#">1986 12 06 17:07</a>	BONDENO	604	6	4.61 ±0.10
NF	<a href="#">1991 10 31 09:31</a>	Parmense	134	5	4.45 ±0.14
NF	<a href="#">1995 10 10 06:54</a>	LUNIGIANA	341	7	4.85 ±0.09
NF	<a href="#">2005 04 13 18:46</a>	Valle del Trebbia	165	5	4.05 ±0.18
3-4	<a href="#">2005 04 18 10:59</a>	Valle del Trebbia	286	5	3.98 ±0.09

Tabella 4.6.7.1 – Storia sismica di Rivergaro

Effects I [MCS]	Data e ora	Ax (area epicentrale)	Np	Io	Mw
<p><i>I= Intensità macrosismica in scala MCS</i>  <i>Np: Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto;</i>  <i>Io: Intensità macrosismica epicentrale, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg;</i>  <i>Mw: Magnitudo momento.</i></p>					
NF	<a href="#">1986 12 06 17:07</a>	BONDENO	604	6	4.61 ±0.10
NF	<a href="#">1991 10 31 09:31</a>	Parmense	134	5	4.45 ±0.14
1-2	<a href="#">1995 10 10 06:54</a>	LUNIGIANA	341	7	4.85 ±0.09
NF	<a href="#">2005 04 13 18:46</a>	Valle del Trebbia	165	5	4.05 ±0.18
3	<a href="#">2005 04 18 10:59</a>	Valle del Trebbia	286	5	3.98 ±0.09

Tabella 4.6.7.2 – Storia sismica di Travo

#### Zonizzazione sismica

Con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”, sono stati approvati i “*criteri per l’individuazione delle zone sismiche formazione ed aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*”. L’area di studio e più in generale il territorio del Comune di Rivergaro (PGA<sup>17</sup> delib. A.L. n. 112/2007 = 0.101) e del Comune di Travo (PGA delib. A.L. n. 112/2007 = 0,102) ricadono in Classe 3 (livello di pericolosità basso).

<sup>17</sup>Peak Ground Acceleration, accelerazione orizzontale massima del terreno, su suolo di riferimento, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni) e smorzamento del 5%, espressa come frazione dell’accelerazione di gravità.

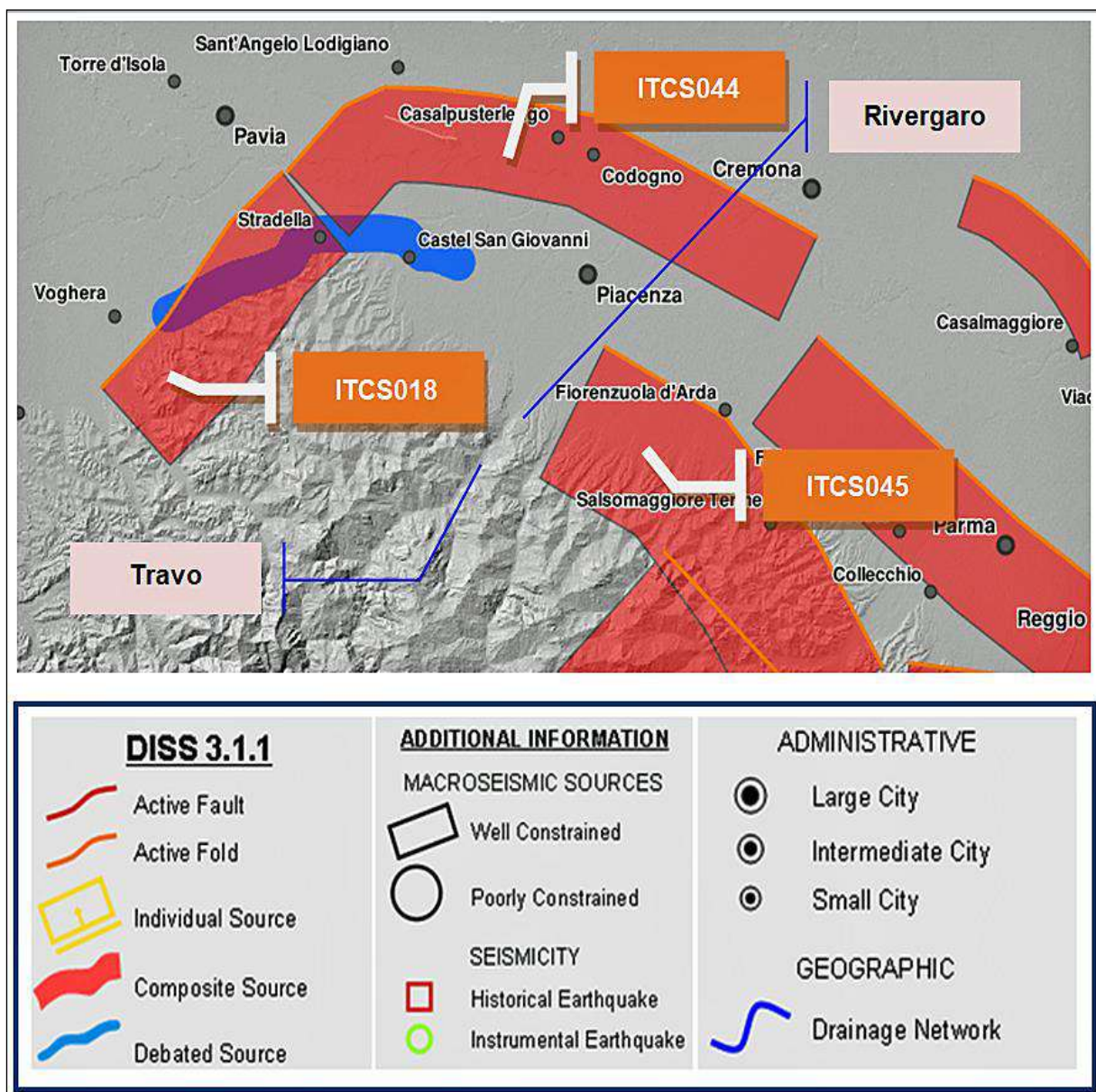


Figura 4.6.7.2 - Sorgenti sismogenetiche e area di studio

#### 4.6.8 CARATTERISTICHE DELLE DIVERSE PARTI DEL TRACCIATO

##### Geotecnica

Al presente SIA viene allegata Relazione Geologica e Geotecnica. Lo studio ha portato alla definizione delle condizioni geologiche, litologiche, morfologiche e sismiche dell'area d'intervento e alla caratterizzazione dei terreni costituenti il sottosuolo.

Lo studio si è raccordato al presente SIA ed è stato articolato nelle seguenti fasi:

1. Analisi della documentazione e della cartografia tematica esistente;
2. Realizzazione di un rilevamento geologico e morfologico di dettaglio;



3. Identificazione delle peculiarità geologiche morfologiche delle aree interessate dall'intervento in progetto e delle loro criticità;
4. Individuazione dei punti che necessitano approfondimenti di tipo geognostico;
5. Realizzazione di una campagna geognostica costituita da:
  - Sondaggi a carotaggio continuo con la realizzazione di prove in foro e il prelievo di campioni di terreno da sottoporre a prove di laboratorio;
  - Prove penetrometriche dinamiche super pesanti;
  - Prospezioni geofisiche (MASW);
6. Analisi e sintesi dei dati raccolti con la definizione delle principali caratteristiche geotecniche e geosismiche dei terreni.

Dalle conclusioni dello studio è emerso che i terreni si prestano all'intervento previsto dal progetto, attenendosi a quanto di seguito sinteticamente riassunto:

a) Classificazione sismica:

- Categorie di sottosuolo (NTC08):  
 “B” (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti*) e:  
 “C” (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti*);
- Categoria topografica (NTC08) “T1” (*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$* ).

b) Opere in progetto:

- Fondazioni di tipo indiretto;
- Per il dimensionamento delle opere fare riferimento ai parametri geotecnici preliminari riportati nella Tabella 1 dello studio;
- Tali parametri saranno meglio definiti con l'avanzamento delle indagini attualmente in corso di realizzazione.

Si rimanda all'elaborato “Relazione geologica e geotecnica” per tutti gli approfondimenti di merito.

#### Schede di dettaglio per singoli tratti

Nei capitoli seguenti vengono sintetizzate le caratteristiche specifiche del tracciato suddiviso in tratti consecutivi omogenei con gli elaborati cartografici rappresentanti i profili geologici longitudinali, a partire dall'estremo N (Comune di Rivergaro).

Gli elaborati di riferimento sono i seguenti:

- Relazione geologica “BA01 - T00GE00GEORE01\_A”
- Carte geologiche: da “BA02 - T00GE00GEOCG01\_A” a “BA07 - T00GE00GEOCG06\_A”
- Carte geomorfologiche: da “BA08 - T00GE00GEOCM01\_A” a “BA13 - T00GE00GEOCM06\_A”
- Carte Idrogeologiche: da “BA14 - T00GE00GEOCI01\_A” a “BA19 - T00GE00GEOCI06\_A”
- Profili geologici: da “BA20 - T00GE00GEOFG01\_A” a “BA27 - T00GE00GEOFG08\_A”
- Sezioni geologiche: da “BA28 - T00GE00GEOSZ01\_A” a “BA30 - T00GE00GEOSZ03\_A”
- Indagini geognostiche *l.s.*: da “BB01 - T00GE00GEORE02\_A” a “BB05 - T00GE00GEORE06\_A”
- Relazione geologica e geotecnica “Parametrizzazione geotecnica”

Le caratteristiche analizzate nel seguito sono le seguenti:

- Geologia
- Caratteristiche geotecniche
- Principali opere previste

- Idrogeologia
- Circolazione idrica superficiale
- Descrizione del tracciato e criticità geomorfologiche

In generale si osserva sulla base del rilevamento diretto sul terreno e delle prove geotecniche fatte e come è evidenziato nelle carte geologiche di dettaglio ed in profili e sezioni, che il tracciato attraversa un territorio a grande variabilità di substrato, sia da un punto di vista formazionale, sia soprattutto dal punto di vista geomorfologico-evolutivo. Infatti si susseguono con frequenza dell'ordine delle centinaia di metri o anche meno fasce con depositi di frana, per lo più quiescenti, depositi di colamenti attivi o di frane complesse, formazioni quaternarie in posto sub-affioranti, affioramenti rocciosi pre-quaternari,

I tratti in cui è stato suddiviso il tracciato per analizzarne le caratteristiche in maggior dettaglio in riferimento al sottosuolo (e all'ambiente idrico nel cap. 4.5) corrispondono all'estensione delle tavole relative ai profili geologici BA20 – BA27, i cui limiti sono rappresentati dalle rotatorie di collegamento con la viabilità esistente.

#### 4.6.8.1 1° tratto: Rivergaro – Rotatoria 1

##### GEOLOGIA

Alternanze di depositi gravitativi di versante (frana complessa o per colamento di fango), prevalenti fino a Fabiano, poi quasi esclusivi affioramenti di depositi di frane complesse con affioramenti del substrato quaternario tra la progressiva 1875 e l'incisione del Rio dell'Acqua Rossa.

Le unità presenti, a partire dal termine NE del tratto in studio<sup>18</sup>, sono le seguenti:

- (a2g<sup>19</sup>) Deposito di frana quiescente complessa – Deposito gravitativo di versante. Quaternario.
- (VLU3) Formazione della Val Luretta – Membro di Genepreto e relativa copertura. Eocene.
- (a2g) Deposito di frana quiescente complessa – Deposito gravitativo di versante. Quaternario.
- (a1g) Deposito di frana attiva complessa – Deposito gravitativo di versante. Quaternario.
- (VLU3) Formazione della Val Luretta – Membro di Genepreto e relativa copertura. Eocene.
- (a2g) Deposito di frana quiescente complessa – Deposito gravitativo di versante. Quaternario.
- (CMZ) Formazione di Costamezzana – Deposito gravitativo di versante. Quaternario.
- (a2g) Deposito di frana quiescente complessa – Deposito gravitativo di versante. Quaternario.
- (a1g) Deposito di frana attiva complessa – Deposito gravitativo di versante. Quaternario.
- (a2g) Deposito di frana quiescente complessa – Deposito gravitativo di versante. Quaternario.

•

<sup>18</sup>V. Tav. f.t. BA21 - T00GE00GEOFG01\_A

<sup>19</sup>Le sigle corrispondono a quelle usate nella Relazione geotecnica e nella cartografia geologica e geotecnica allegata al progetto.

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

I terreni attraversati come risulta dalle caratteristiche geologiche sono quasi sempre rappresentati da formazioni quaternarie incoerenti. Su di essi sono state performate molte prove geotecniche, i cui risultati possono essere riassunti come segue: <b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>PESO VOLUME NATURALE (KN/M<sup>3</sup>)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a1g - Deposito di frana attiva complessa	14,93	18,97	17,63	1,41
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	15,20	20,16	18,74	0,99
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	18,75	19,11	18,90	0,19
CMZ - Sintema di Costamezzana	18,28	20,12	19,04	0,70
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>PESO SPECIFICO (G/CM<sup>3</sup>)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a1g - Deposito di frana attiva complessa	2,60	2,71	2,68	0,05
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	2,66	2,76	2,72	0,03
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,64	2,74	2,70	0,05
CMZ - Sintema di Costamezzana	-	-	-	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>POROSITÀ (%)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a1g - Deposito di frana attiva complessa	41,37	50,92	46,88	3,99
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	34,46	48,23	42,02	3,96
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	38,53	40,93	39,73	-
CMZ - Sintema di Costamezzana	-	-	-	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>INDICE DEI VUOTI (-)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a1g - Deposito di frana attiva complessa	0,71	1,04	0,89	0,14
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,53	0,93	0,73	0,12

Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,63	0,69	0,66	-
CMZ - Sintema di Costamezzana	-	-	-	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>D<sub>R</sub> (%)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a1g - Deposito di frana attiva complessa	70,90	87,40	79,15	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	64,70	100,00	79,08	11,12
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	90,20	100,00	95,20	4,90
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>φ' DA SPT (°)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a1g - Deposito di frana attiva complessa	33,00	35,00	34,00	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	32,00	36,00	33,78	1,48
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	32,00	36,00	33,67	2,08
CMZ - Sintema di Costamezzana	-	-	-	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>φ - PROVA TAGLIO DIRETTA (°)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a1g - Deposito di frana attiva complessa	25,33	26,72	26,03	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	22,70	33,14	28,00	3,24
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	23,62	28,30	25,33	2,58
CMZ - Sintema di Costamezzana	-	-	-	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>C - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a1g - Deposito di frana attiva complessa	33,17	35,33	33,97	1,18
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	17,67	36,99	27,34	5,65
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	26,41	34,31	30,36	3,95

CMZ - Sintema di Costamezzana	-	-	-	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>Φ<sub>R</sub> - PROVA TAGLIO DIRETTA (°)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a1g - Deposito di frana attiva complessa	16,41	17,39	16,79	0,53
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	10,55	23,54	17,85	3,47
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	18,52	18,52	18,52	-
CMZ - Sintema di Costamezzana	-	-	-	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>C<sub>R</sub> - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a1g - Deposito di frana attiva complessa	0,27	0,46	0,37	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,07	0,80	0,32	0,22
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,10	0,10	0,10	-
CMZ - Sintema di Costamezzana	-	-	-	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>COEFFICIENTE DI COMPRESSIBILITÀ (MPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a1g - Deposito di frana attiva complessa	0,12	0,34	0,18	0,10
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,11	0,59	0,26	0,10
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,66	0,66	0,66	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>MODULO EDOMETRICO (MPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a1g - Deposito di frana attiva complessa	3,00	8,50	6,45	2,40
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	1,70	20,13	5,15	4,17
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	1,50	1,50	1,50	-

UNITÀ DI COPERTURA	COEFFICIENTE CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1g - Deposito di frana attiva complessa	2,20E-04	4,00E-04	3,05E-04	8,85E-05
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	5,10E-04	5,40E-01	3,60E-02	1,30E-01
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,10E-03	2,10E-03	2,10E-03	-
UNITÀ DI COPERTURA	MODULO DI YOUNG (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1g - Deposito di frana attiva complessa	20,0	26,0	23,0	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	16,0	31,0	21,0	5,57
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	17,0	27,0	21,3	5,13

UNITÀ DI SUBSTRATO	PESO VOLUME NATURALE (KN/M <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	16,93	21,41	19,39	1,06
UNITÀ DI SUBSTRATO	PESO SPECIFICO (G/CM <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	2,53	2,76	2,71	0,06
UNITÀ DI SUBSTRATO	POROSITÀ (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	32,82	45,31	40,77	3,55
UNITÀ DI SUBSTRATO	INDICE DEI VUOTI (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,49	0,83	0,69	0,10

UNITÀ DI SUBSTRATO	φ PROVA TAGLIO DIRETTA (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	22,78	33,29	28,24	4,13
UNITÀ DI SUBSTRATO	C - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	20,90	38,37	29,75	7,50
UNITÀ DI SUBSTRATO	RESISTENZA AL TAGLIO NON CONSOLIDATA E NON DRENATA (TRIASIALE UU) (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	87,43	259,21	180,82	72,25
UNITÀ DI SUBSTRATO	COMPRESSIBILITÀ ASSIALE ALLA TENSIONE DI ROTTURA (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
CPP – Complesso di Pietra Parcellara	-	-	-	-
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	0,15	0,30	0,22	-
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,05	10,18	0,84	2,59
UNITÀ DI SUBSTRATO	COEFFICIENTE DI COMPRESSIBILITÀ (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,09	0,66	0,28	0,22
UNITÀ DI SUBSTRATO	MODULO EDOMETRICO (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,50	11,20	5,90	3,90
UNITÀ DI SUBSTRATO	K (M/S)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,96E-09	2,17E-07	5,25E-08	8,16E-08



UNITÀ DI SUBSTRATO	COEFFICIENTE CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,30E-04	5,20E-03	1,93E-03	1,98E-03

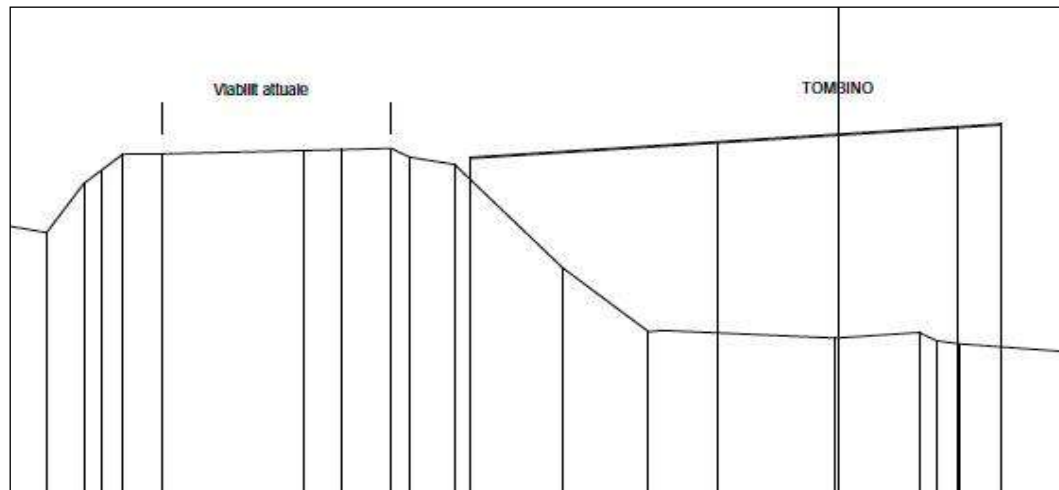
### IDROGEOLOGIA

UNITÀ DI COPERTURA	K (M/S)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1g - Deposito di frana attiva complessa	2,58E-09	3,49E-08	1,39E-08	1,48E-08
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	1,10E-08	6,67E-07	1,35E-07	1,66E-07
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,99E-07	2,99E-07	2,99E-07	-

### PRINCIPALI OPERE PREVISTE

- Sez. Ax1-33a - 36a

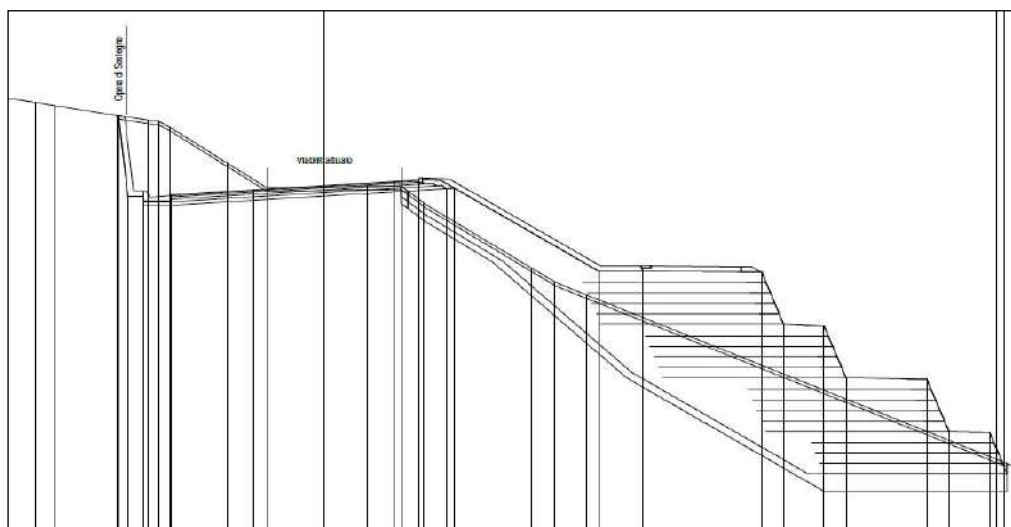
Rilevato e viadotto di accesso al ponte sul Rio Savignano.



Stralcio Sez. Ax1-35 (non in scala)

- Sez. Ax1-33a - 36a

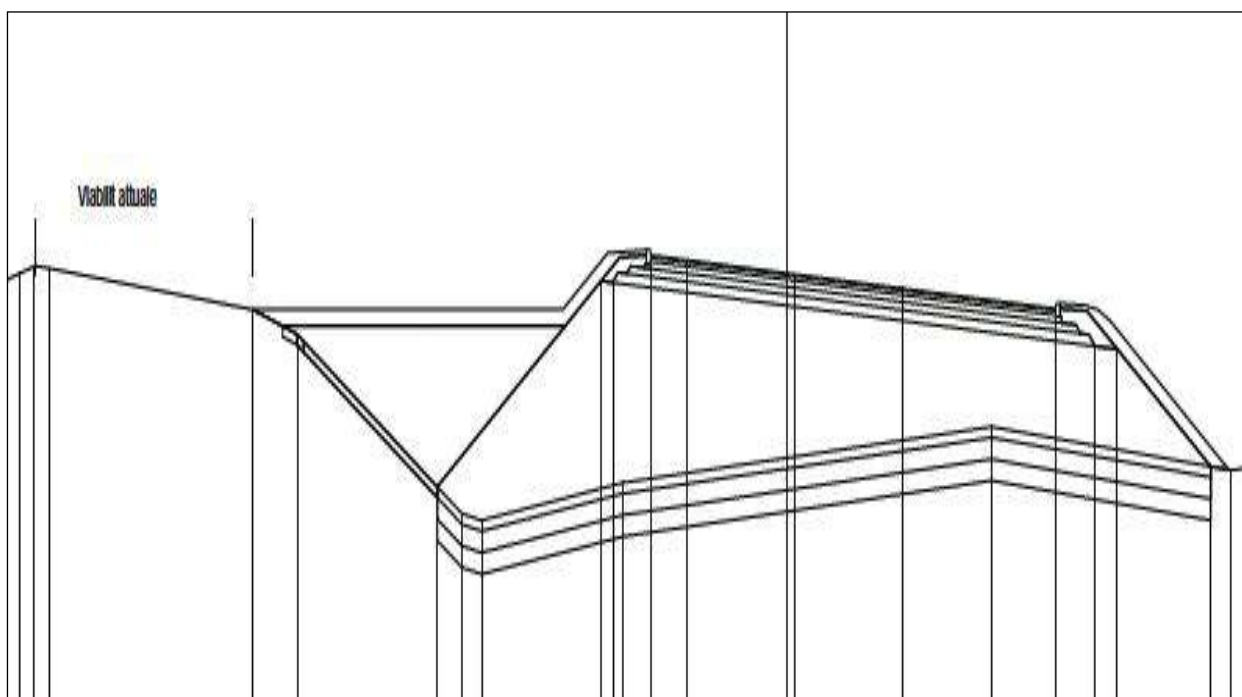
Quattro ordini di terre rinforzate lato valle e opera di sostegno lato monte.



Stralcio Sez. Ax1-35 (non in scala)

- Sez. Ax1-92

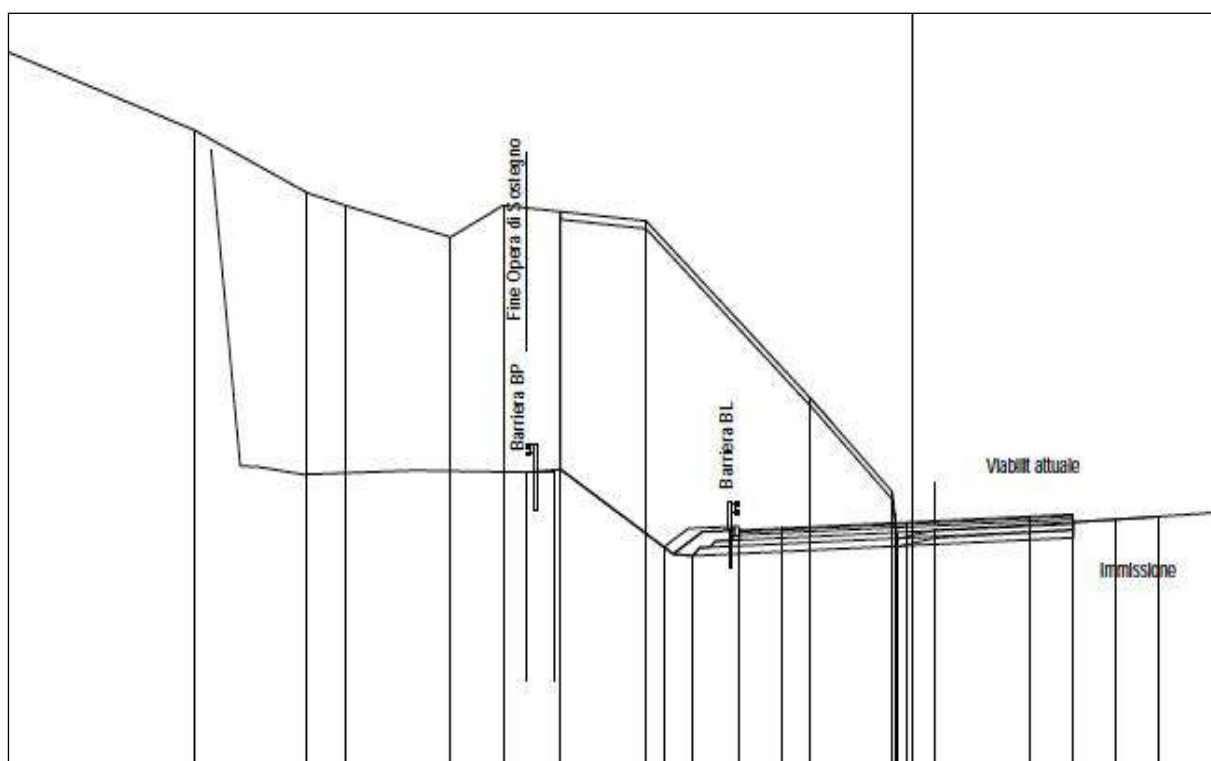
Nuova sede tracciato su rilevato proprio indipendente ed esterno alla viabilità attuale.



Stralcio sez. 92 (non in scala)

- Sez. Ax1-98b

Opera di sostegno per il contenimento del versante a monte.



Stralcio sez. 98b (non in scala)

## IDROGEOLOGIA

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche generali della circolazione idrica sotterranea si rimanda al cap. 4.5. In sintesi nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente omogenea nei terreni detritici, che sono prevalenti in questo tratto ed hanno permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

Nelle formazioni pre-quadernarie (Formazione della Val Luretta), comunque diffusamente presenti, la circolazione è verosimilmente più irregolare, anche se la fratturazione delle bancate la rende maggiore rispetto al detrito con una media di  $2,99 \times 10^{-7}$  m/s.

In generale al contatto tra copertura detritica l.s. e formazioni rocciose in posto non risulta la presenza di falda specifica continuativa, stante la fratturazione diffusa del substrato profondo che consente la continua percolazione delle acque di superficie.

La soggiacenza presunta della falda è stata indicata nei profili tra -2 e -11 m da p.c. con dati misurati di -7,78 (S03-PZ) e -5,12 (S08-PZ).

## CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE

Nel tratto in esame il tracciato attraversa i rii Savignano e dell'Acqua Rossa. Anche per la circolazione superficiale in sede propria si faccia riferimento al cap. 4.5.

## DESCRIZIONE DEL TRACCIATO E CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE

Il tracciato in progetto nel primo tratto inizia nel Comune di Rivergano in salita con pendenza variabile tra 1,09% e 5,32% seguendo il versante a mezza costa fino alla progr. 1553,24 sul tracciato preesistente fino alla progr. 473,43, dove inizia a differenziarsi.

Alla progr. 693,87 è prevista la realizzazione del ponte di attraversamento del Rio Savignano: i piloni di fondazione della spalla A sono previsti immorsati a circa 3 m di profondità nel detrito di frana quiescente complessa dal p.c. attuale, circa 1 m più in alto del livello presunto della falda. La spalla B sarà immorsata a -2 m circa da p.c. attuale. L'accesso al ponte si realizzerà tramite rilevati alti fino a 5-6 m.

A partire dalla progr. 842,26 è prevista la realizzazione di rilevati asimmetrici fino alla progr. 1125,00 con opere di sostegno sul lato a monte e terre e rinforzate e gabbionate a valle.

Segue un tratto rettilineo in fregio all'abitato di Fabbiano con sede stradale coincidente con l'esistente.

Dalla progr. 1705,12 alla 1854,70 è previsto un riempimento per colmare la depressione del terreno con spessori fino a 5,40 m circa. Non è presente un impluvio.

Dalla progr. 1993,00 alla 2048,00 è previsto il ponte sul Rio dell'Acqua Rossa con piloni immorsati anche qui nei depositi di frana complessa quiescente. Il livello di falda misurato nel sondaggio-piezometro S08 risultò a -5,12 m rispetto alla quota progetto.

L'inclinometro S09-IN alla progr. 2102,95 ha segnalato uno spostamento di 5 mm a testa tubo con superficie di taglio presunta a -5,00 m dalla quota progetto. In corrispondenza alla progr. 1809,72 (S07-IN) lo spostamento è risultato di 15 mm.

Tratto a mezza costa su parte bassa di versante collinare con quote in progressivo aumento fino alla progr. 1553,24 da 150,14 m slmm (quote progetto) a 191,89 e successivamente in riduzione fino a 181,47 in corrispondenza al ponte sul Rio dell'Acqua Rossa. Significative le incisioni del Rio Savignano, del rio senza nome subito a W degli abitati di La Valle e Savignano e del Rio dell'Acqua Rossa.

Questo lungo tratto è connotato dalla massima frequenza di depositi gravitativi quaternari, sia quiescenti, sia attivi, predominanti rispetto agli affioramenti di substrato in posto, che diventano relativamente più frequenti risalendo la valle del Trebbia.

Gli inclinometri segnalano movimenti dell'ordine di alcuni millimetri (5 per S09 e 15 per S07) nell'arco di circa 6 mesi.

#### 4.6.8.2 2° tratto: Rotatoria 1 – Rotatoria 2

##### GEOLOGIA

Alternanze di depositi gravitativi di versante (frana complessa quiescente), presenti nell'area di Mulinasso, poi diffusi affioramenti del substrato (Formazione della Val Luretta). Segue frana quiescente per colamento di fango (Osteria di Cisiano ed infine diffusi depositi di versante l.s. a Cisiano).

Le unità presenti, a partire dall'estremo ENE del tratto in studio<sup>20</sup>, sono le seguenti:

- (a2g<sup>21</sup>) Deposito di frana quiescente complessa – Deposito gravitativo di versante. Quaternario.
- (VLU3) Formazione della Val Luretta – Membro di Genepreto e relativa copertura. Eocene.
- (a2d) Depositi di frana quiescente per colamento di fango– Deposito gravitativo di versante. Quaternario.
- (a3) Deposito di versante s.l. - Deposito gravitativo di versante.

<sup>20</sup>Tav. f.t. BA21 - T00GE00GEOFG02\_A.

<sup>21</sup>Le sigle corrispondono a quelle usate nella Relazione geotecnica e nella cartografia geologica e geotecnica allegata al progetto.

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

I terreni attraversati come risulta dalle caratteristiche geologiche sono quasi sempre rappresentati da formazioni quaternarie incoerenti. Su di essi sono state fatte molte prove geotecniche, i cui risultati possono essere riassunti come segue:

UNITÀ DI COPERTURA	PESO VOLUME NATURALE (KN/M <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	17,60	19,87	19,08	0,67
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	15,20	20,16	18,74	0,99
a3 - Deposito di versante s.l.	17,68	18,92	18,45	0,51
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	18,75	19,11	18,90	0,19
UNITÀ DI COPERTURA	PESO SPECIFICO (G/CM <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	2,61	2,75	2,71	0,06
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	2,66	2,76	2,72	0,03
a3 - Deposito di versante s.l.	2,69	2,78	2,74	0,04
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,64	2,74	2,70	0,05
UNITÀ DI COPERTURA	POROSITÀ (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	36,29	42,61	39,80	2,52
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	34,46	48,23	42,02	3,96
a3 - Deposito di versante s.l.	43,71	46,18	44,90	1,24
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	38,53	40,93	39,73	-

UNITÀ DI COPERTURA	INDICE DEI VUOTI (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	0,57	0,74	0,66	0,07
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,53	0,93	0,73	0,12
a3 - Deposito di versante s.l.	0,78	0,86	0,82	0,04
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,63	0,69	0,66	-
UNITÀ DI COPERTURA	D <sub>R</sub> (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	74,80	96,10	83,70	11,07
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	64,70	100,00	79,08	11,12
a3 - Deposito di versante s.l.	71,80	100,00	85,90	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	90,20	100,00	95,20	4,90
UNITÀ DI COPERTURA	φ' DA SPT (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	33,00	36,00	34,67	1,53
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	32,00	36,00	33,78	1,48
a3 - Deposito di versante s.l.	31,00	36,00	33,50	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	32,00	36,00	33,67	2,08
UNITÀ DI COPERTURA	φ - PROVA TAGLIO DIRETTA (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	23,26	35,44	27,61	3,27
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	22,70	33,14	28,00	3,24
a3 - Deposito di versante s.l.	27,46	32,23	30,51	2,65
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	23,62	28,30	25,33	2,58

UNITÀ DI COPERTURA	C - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	18,83	37,04	27,96	5,41
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	17,67	36,99	27,34	5,65
a3 - Deposito di versante s.l.	20,27	28,95	26,02	4,98
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	26,41	34,31	30,36	3,95
UNITÀ DI COPERTURA	Φ <sub>R</sub> - PROVA TAGLIO DIRETTA (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	17,77	20,14	18,80	1,21
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	10,55	23,54	17,85	3,47
a3 - Deposito di versante s.l.	16,25	21,23	18,74	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	18,52	18,52	18,52	-
UNITÀ DI COPERTURA	C <sub>R</sub> - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	0,13	0,87	0,58	0,40
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,07	0,80	0,32	0,22
a3 - Deposito di versante s.l.	0,31	0,48	0,40	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,10	0,10	0,10	-
UNITÀ DI COPERTURA	COEFFICIENTE DI COMPRESSIBILITÀ (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	0,15	0,29	0,25	0,05
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,11	0,59	0,26	0,10
a3 - Deposito di versante s.l.	0,17	0,48	0,28	0,14
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,66	0,66	0,66	-



UNITÀ DI COPERTURA	MODULO EDOMETRICO (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	3,40	6,50	4,26	1,06
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	1,70	20,13	5,15	4,17
a3 - Deposito di versante s.l.	2,10	6,00	4,10	1,66
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	1,50	1,50	1,50	-
UNITÀ DI COPERTURA	COEFFICIENTE CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	2,00E-04	3,30E-02	5,57E-03	1,22E-02
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	5,10E-04	5,40E-01	3,60E-02	1,30E-01
a3 - Deposito di versante s.l.	5,20E-04	8,50E-03	3,68E-03	3,65E-03
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,10E-03	2,10E-03	2,10E-03	-
UNITÀ DI COPERTURA	MODULO DI YOUNG (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	19,0	25,0	22,3	3,06
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	16,0	31,0	21,0	5,57
a3 - Deposito di versante s.l.	15,0	28,0	21,5	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	17,0	27,0	21,3	5,13

UNITÀ DI SUBSTRATO	PESO VOLUME NATURALE (KN/M <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	16,93	21,41	19,39	1,06
UNITÀ DI SUBSTRATO	PESO SPECIFICO (G/CM <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	2,53	2,76	2,71	0,06
UNITÀ DI SUBSTRATO	POROSITÀ (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	32,82	45,31	40,77	3,55
UNITÀ DI SUBSTRATO	INDICE DEI VUOTI (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,49	0,83	0,69	0,10
UNITÀ DI SUBSTRATO	φ PROVA TAGLIO DIRETTA (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	22,78	33,29	28,24	4,13
UNITÀ DI SUBSTRATO	C - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	20,90	38,37	29,75	7,50
UNITÀ DI SUBSTRATO	RESISTENZA AL TAGLIO NON CONSOLIDATA E NON DRENATA (TRIASIALE UU) (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	87,43	259,21	180,82	72,25
UNITÀ DI SUBSTRATO	COMPRESSIBILITÀ ASSIALE ALLA TENSIONE DI ROTTURA (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	0,15	0,30	0,22	-
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,05	10,18	0,84	2,59

UNITÀ DI SUBSTRATO	COEFFICIENTE DI COMPRESSIBILITÀ (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,09	0,66	0,28	0,22
UNITÀ DI SUBSTRATO	MODULO EDOMETRICO (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,50	11,20	5,90	3,90

UNITÀ DI SUBSTRATO	K (M/S)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,96E-09	2,17E-07	5,25E-08	8,16E-08
UNITÀ DI SUBSTRATO	COEFFICIENTE CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,30E-04	5,20E-03	1,93E-03	1,98E-03

## IDROGEOLOGIA

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche generali della circolazione idrica sotterranea si rimanda al cap. 4.5 (Ambiente idrico). In sintesi anche nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente omogenea nei terreni detritici, che hanno permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

Nelle formazioni pre-quadernarie (Formazione della Val Luretta), comunque diffusamente presenti, la circolazione è verosimilmente più irregolare, anche se la fratturazione delle bancate la rende maggiore rispetto al detrito con una media di  $2,99 \times 10^{-7}$  m/s. In generale al contatto tra copertura detritica l.s. e formazioni rocciose in posto non risulta la presenza di falda specifica continuativa, stante la fratturazione diffusa del substrato profondo che consente la continua percolazione delle acque di superficie. Fa parziale eccezione il contatto tra i depositi di versante generici (a3) e i materiali appartenenti al "Subsistema di Ravenna" (AES8).

La soggiacenza presunta della falda è stata indicata nel profilo geologico tra -4 e -9 m da p.c. con dato misurato di -4.37 (S13-PZ).

UNITÀ DI COPERTURA	K (M/S)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	3,38E-09	9,03E-07	1,51E-07	3,34E-07
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	1,10E-08	6,67E-07	1,35E-07	1,66E-07
a3 - Deposito di versante s.l.	1,44E-08	3,17E-07	1,12E-07	1,42E-07
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,99E-07	2,99E-07	2,99E-07	-

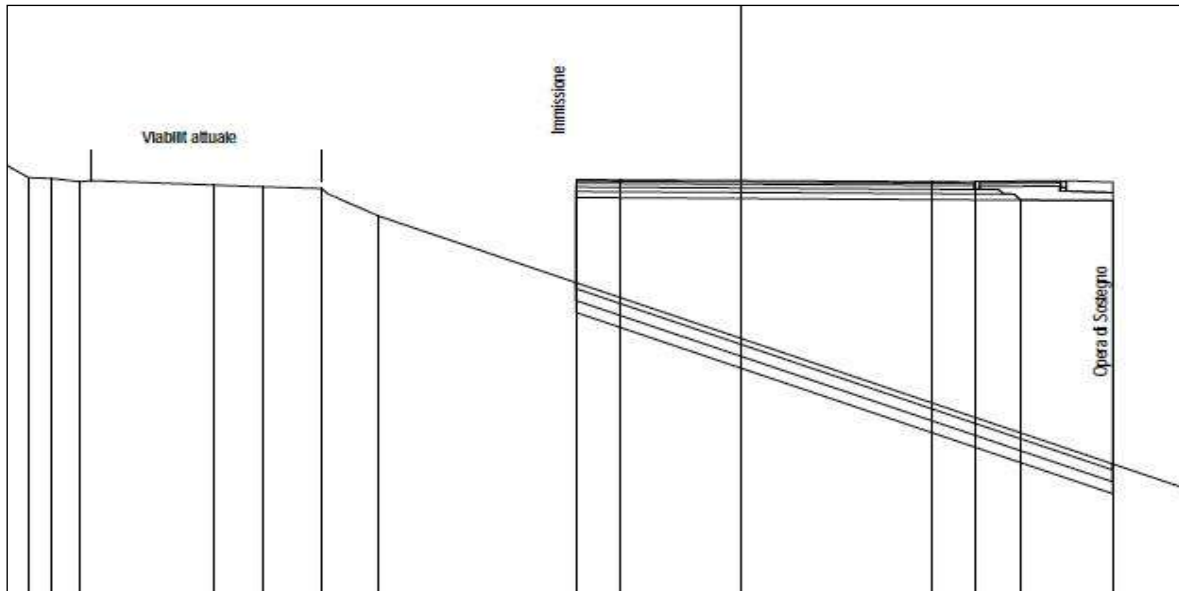
## CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE

Nel tratto in esame il tracciato attraversa il Rio Mortale ed un rio senza nome poco prima dell'Osteria di Cisano. Anche per la circolazione superficiale in sede propria si faccia riferimento al cap. 4.5.

## PRINCIPALI OPERE PREVISTE

- Sez. Ax2-16b

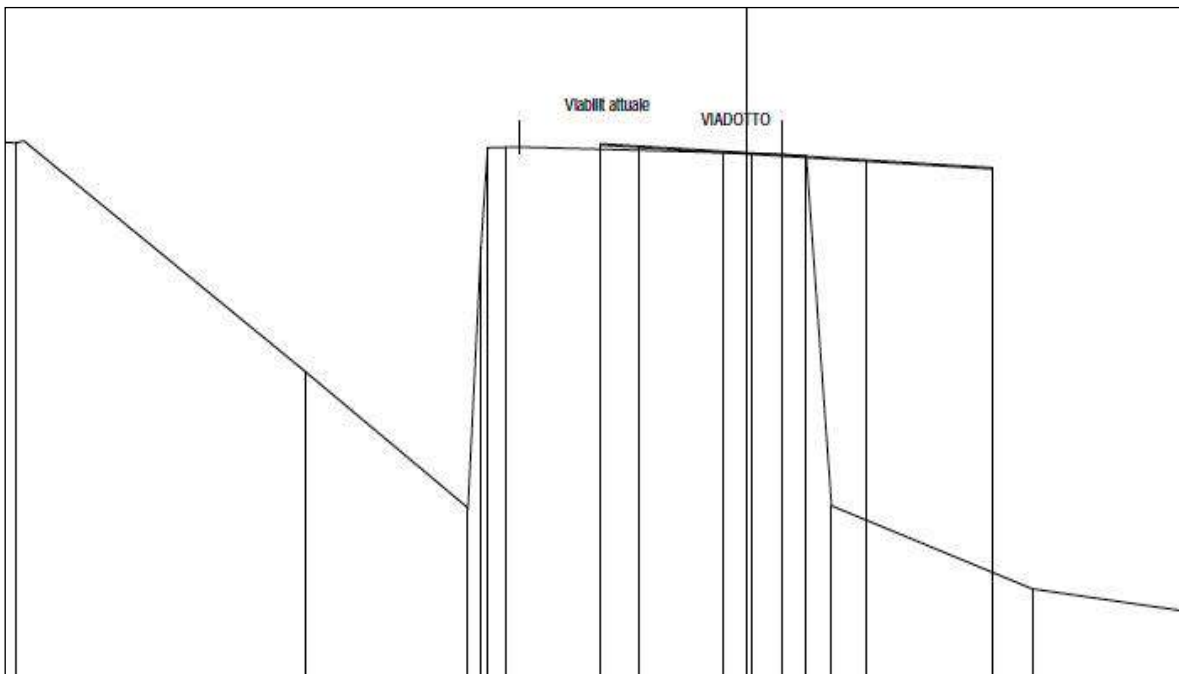
Fermata autobus Mulinasso (o Molinazzo). Con opere di sostegno del rilevato a valle.



Stralcio Sez. Ax2-16b (non in scala)

- ez. Ax2-26a

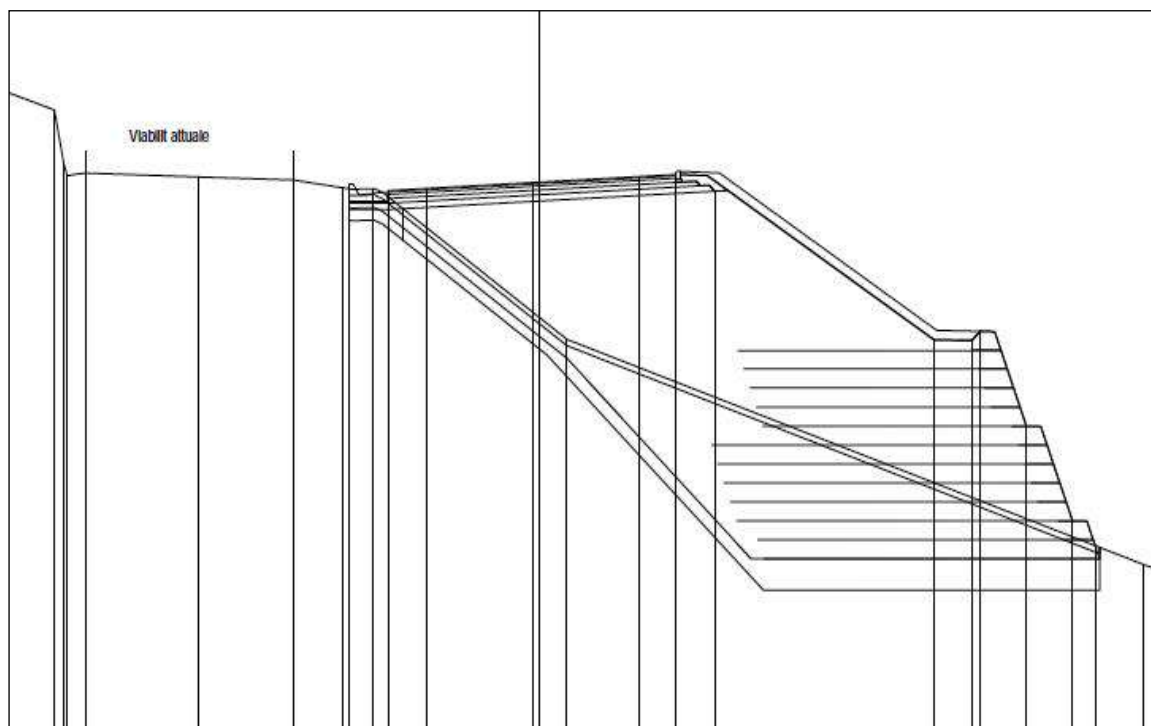
Viadotto di accesso al ponte sul Rio Mortale.



Stralcio Sez. Ax2-26a (non in scala)

- Sez. Ax2-35

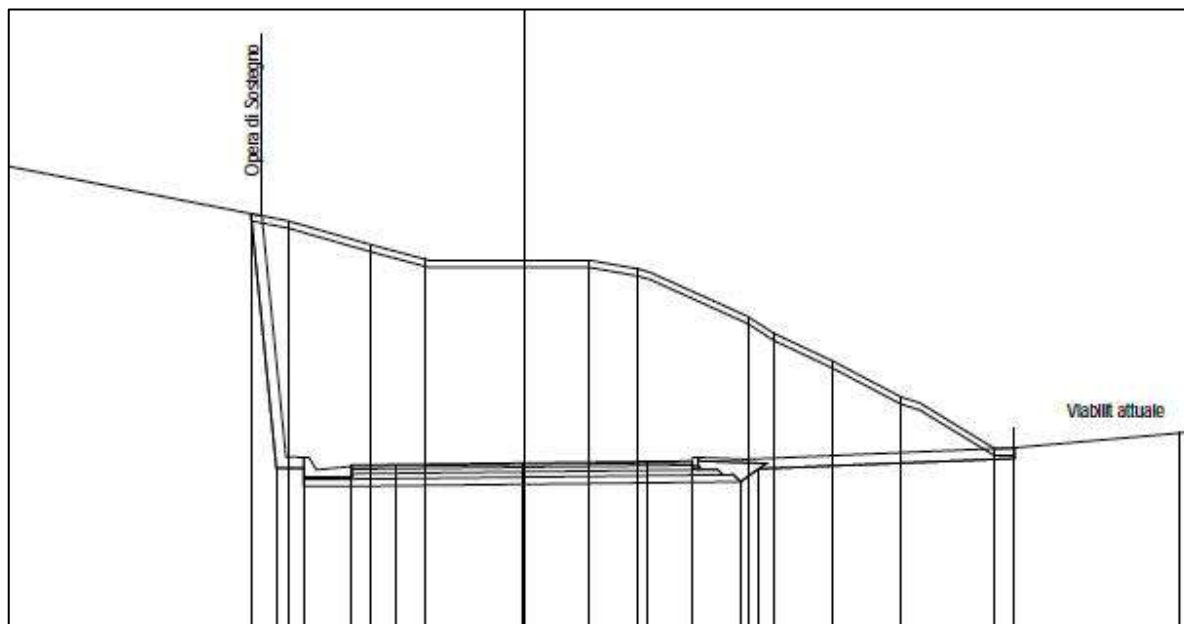
Rilevato asimmetrico con due ordini di terre rinforzate verso valle.



Stralcio Sez. Ax2-35 (non in scala)

- Sez. Ax2-41

Opera di sostegno (muro di controripa) a monte della viabilità per spostamento tracciato a ridosso del versante.



Stralcio Sez. Ax2-41 (non in scala)

## DESCRIZIONE DEL TRACCIATO E CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE

Il tracciato in progetto nel secondo tratto prosegue nel Comune di Rivergano in leggera salita da quota 180,35 seguendo il versante a mezza costa fino alla progr. 0+410,11 (quota 184,61 – ponte sul Rio Mortale). Non si riscontrano particolari criticità geomorfologiche.

Entrambe le spalle sono immorsate direttamente nel substrato in posto (Formazione della Val Luretta – VLU3). Sondaggi di riferimento: S11 (Nspt = R a circa 5,5 m da p.c.) ed S1 (Nspt = R già presso la superficie).

Inizia poi un tratto di circa 350 m in discesa fino a quota 176,66 (ponte su rio senza nome prima di arrivare a Cisiano di Sotto – progr. 748,73. In corrispondenza al ponte, appena a monte del tracciato il sondaggio S13PZ dà rifiuto ® a circa 5 m di profondità dal p.c. Falda rilevata a -4,37 m dal p.c.

Nell'ultimo tratto, subito oltre l'Osteria di Cisiano la prova penetrometrica P3 dà rifiuto a 4,5 m in corrispondenza al substrato detritico di versante (a3).

### 4.6.8.3 3° tratto: Rotatoria 2 – Rotatoria 3

#### GEOLOGIA

Per un tratto di poco più di 1 km il tracciato corre sempre su depositi di versante gravitativi generici (a3), tranne che nel tratto corrispondente all'attraversamento dell'alveo morfologico del Rio San Michele, con substrato alluvionale rappresentato da una conoide torrentizia inattiva (i2) e tra le progr. 0+750 e 0+825, dove affiora la formazione della Val Luretta (VLU).

Dal ponte sul Rio degli Amadei (pk 1+071,62 – 1+096,62) a pk 1+368,95 (ponte su Rio delle Piane) il substrato è dato da depositi di frana quiescente complessa (a2g) fino a pk 1+, seguito, dal ponte sul Rio delle Piane a fine tratto, ancora dalla formazione della Val Luretta.

Le unità presenti<sup>22</sup>, sono le seguenti:

- (i2) Conoide torrentizia inattiva: depositi alluvionali, prevalentemente ghiaiosi, a forma di ventaglio aperto verso valle, in corrispondenza dello sbocco di valli e vallette trasversali ai corsi d'acqua principali ove la diminuzione di pendenza provoca la sedimentazione del materiale trasportato dall'acqua, attualmente non soggetti ad evoluzione.
- (a2g) Deposito di frana quiescente complessa – Deposito gravitativo di versante. Quaternario.
- (a3) Deposito di versante s.l. - Deposito gravitativo di versante.
- (VLU3) Formazione della Val Luretta – Membro di Genepreto e relativa copertura. Eocene.

<sup>22</sup>Tav. f.t. BA22 - T00GE00GEOFG03\_A.

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

I terreni attraversati come risulta dalle caratteristiche geologiche sono quasi sempre rappresentati da formazioni quaternarie incoerenti o dalla copertura quaternaria di formazioni più antiche. Su di essi sono state fatte molte prove geotecniche, i cui risultati possono essere riassunti come segue:



UNITÀ DI COPERTURA	PESO VOLUME NATURALE (KN/M <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	15,20	20,16	18,74	0,99
a3 - Deposito di versante s.l.	17,68	18,92	18,45	0,51
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	18,75	19,11	18,90	0,19
UNITÀ DI COPERTURA	PESO SPECIFICO (G/CM <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	2,66	2,76	2,72	0,03
a3 - Deposito di versante s.l.	2,69	2,78	2,74	0,04
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,64	2,74	2,70	0,05
UNITÀ DI COPERTURA	POROSITÀ (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	34,46	48,23	42,02	3,96
a3 - Deposito di versante s.l.	43,71	46,18	44,90	1,24
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	38,53	40,93	39,73	-
UNITÀ DI COPERTURA	INDICE DEI VUOTI (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,53	0,93	0,73	0,12
a3 - Deposito di versante s.l.	0,78	0,86	0,82	0,04
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,63	0,69	0,66	-
UNITÀ DI COPERTURA	D <sub>r</sub> (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	64,70	100,00	79,08	11,12
a3 - Deposito di versante s.l.	71,80	100,00	85,90	-

Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	90,20	100,00	95,20	4,90
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>φ' DA SPT (°)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	32,00	36,00	33,78	1,48
a3 - Deposito di versante s.l.	31,00	36,00	33,50	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	32,00	36,00	33,67	2,08
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>φ - PROVA TAGLIO DIRETTA (°)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	22,70	33,14	28,00	3,24
a3 - Deposito di versante s.l.	27,46	32,23	30,51	2,65
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	23,62	28,30	25,33	2,58
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>C - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	17,67	36,99	27,34	5,65
a3 - Deposito di versante s.l.	20,27	28,95	26,02	4,98
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	26,41	34,31	30,36	3,95
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>φ<sub>R</sub> - PROVA TAGLIO DIRETTA (°)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	10,55	23,54	17,85	3,47
a3 - Deposito di versante s.l.	16,25	21,23	18,74	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	18,52	18,52	18,52	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>C<sub>R</sub> - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,07	0,80	0,32	0,22
a3 - Deposito di versante s.l.	0,31	0,48	0,40	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,10	0,10	0,10	-

UNITÀ DI COPERTURA	COEFFICIENTE DI COMPRESSIBILITÀ (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,11	0,59	0,26	0,10
a3 - Deposito di versante s.l.	0,17	0,48	0,28	0,14
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,66	0,66	0,66	-
UNITÀ DI COPERTURA	MODULO EDOMETRICO (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	1,70	20,13	5,15	4,17
a3 - Deposito di versante s.l.	2,10	6,00	4,10	1,66
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	1,50	1,50	1,50	-
UNITÀ DI COPERTURA	COEFFICIENTE CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	5,10E-04	5,40E-01	3,60E-02	1,30E-01
a3 - Deposito di versante s.l.	5,20E-04	8,50E-03	3,68E-03	3,65E-03
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,10E-03	2,10E-03	2,10E-03	-
UNITÀ DI COPERTURA	MODULO DI YOUNG (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	16,0	31,0	21,0	5,57
a3 - Deposito di versante s.l.	15,0	28,0	21,5	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	17,0	27,0	21,3	5,13

UNITÀ DI SUBSTRATO	PESO VOLUME NATURALE (KN/M <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	16,93	21,41	19,39	1,06
UNITÀ DI SUBSTRATO	PESO SPECIFICO (G/CM <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	2,53	2,76	2,71	0,06
UNITÀ DI SUBSTRATO	POROSITÀ (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	32,82	45,31	40,77	3,55
UNITÀ DI SUBSTRATO	INDICE DEI VUOTI (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,49	0,83	0,69	0,10
UNITÀ DI SUBSTRATO	φ PROVA TAGLIO DIRETTA (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	22,78	33,29	28,24	4,13
UNITÀ DI SUBSTRATO	C - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	20,90	38,37	29,75	7,50
UNITÀ DI SUBSTRATO	RESISTENZA AL TAGLIO NON CONSOLIDATA E NON DRENATA (TRIASIALE UU) (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	87,43	259,21	180,82	72,25
UNITÀ DI SUBSTRATO	COMPRESSIBILITÀ ASSIALE ALLA TENSIONE DI ROTTURA (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	0,15	0,30	0,22	-

VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,05	10,18	0,84	2,59
<b>UNITÀ DI SUBSTRATO</b>	<b>COEFFICIENTE DI COMPRESSIBILITÀ (MPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,09	0,66	0,28	0,22
<b>UNITÀ DI SUBSTRATO</b>	<b>MODULO EDOMETRICO (MPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,50	11,20	5,90	3,90
<b>UNITÀ DI SUBSTRATO</b>	<b>K (M/S)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,96E-09	2,17E-07	5,25E-08	8,16E-08
<b>UNITÀ DI SUBSTRATO</b>	<b>COEFFICIENTE CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (-)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,30E-04	5,20E-03	1,93E-03	1,98E-03

## IDROGEOLOGIA

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche generali della circolazione idrica sotterranea si rimanda al cap. 4.5 (Ambiente idrico). In sintesi anche nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente omogenea nei terreni detritici, che hanno permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

Nelle formazioni pre-quadernarie (Formazione della Val Luretta), sempre presenti, la circolazione è verosimilmente più irregolare, anche se la fratturazione delle bancate la rende maggiore rispetto al detrito con una media di  $2,99 \times 10^{-7}$  m/s. In generale al contatto tra copertura detritica l.s. e formazioni rocciose in posto non risulta la presenza di falda specifica continuativa, stante la fratturazione diffusa del substrato profondo che consente la continua percolazione delle acque di superficie.

La soggiacenza presunta della falda in questo tratto è più variabile, in relazione al rilievo più accidentato in presenza di numerose incisioni di piccoli corsi d'acqua e viene indicata nel profilo geologico tra -4,27 (S22-PZ) e -13 m circa da p.c.

UNITÀ DI COPERTURA	K (M/S)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	1,10E-08	6,67E-07	1,35E-07	1,66E-07
a3 - Deposito di versante s.l.	1,44E-08	3,17E-07	1,12E-07	1,42E-07
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,99E-07	2,99E-07	2,99E-07	-

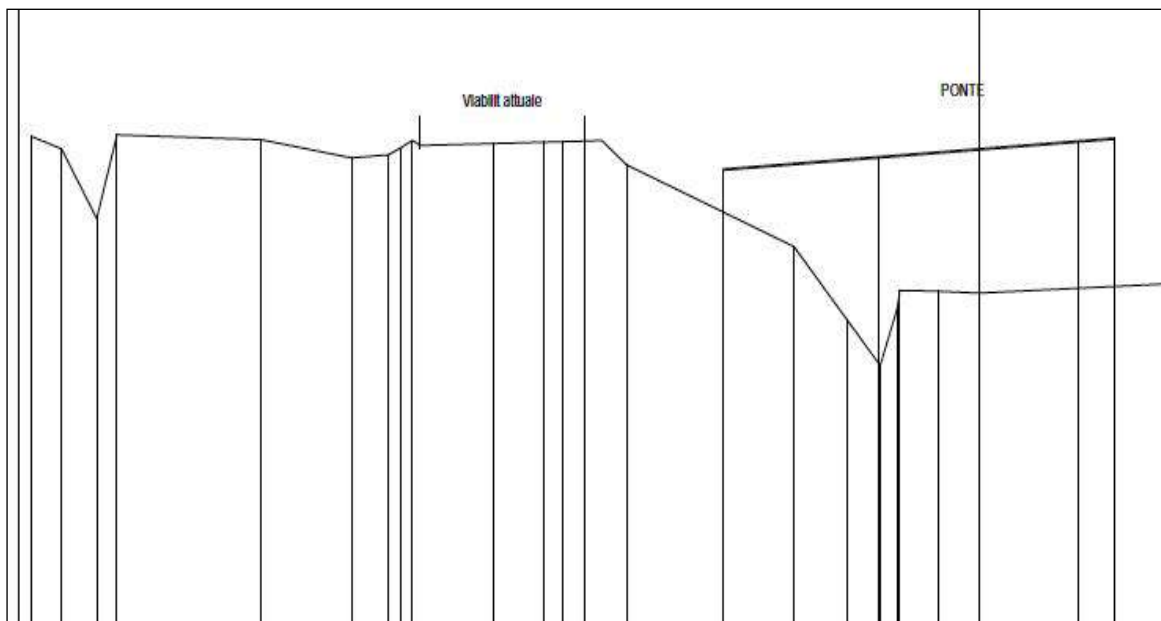
### CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE

Nel tratto in esame il tracciato attraversa il Rio San Michele, il Rio degli Amadei ed il Rio delle Piane

### PRINCIPALI OPERE PREVISTE

- Sez. Ax3-26

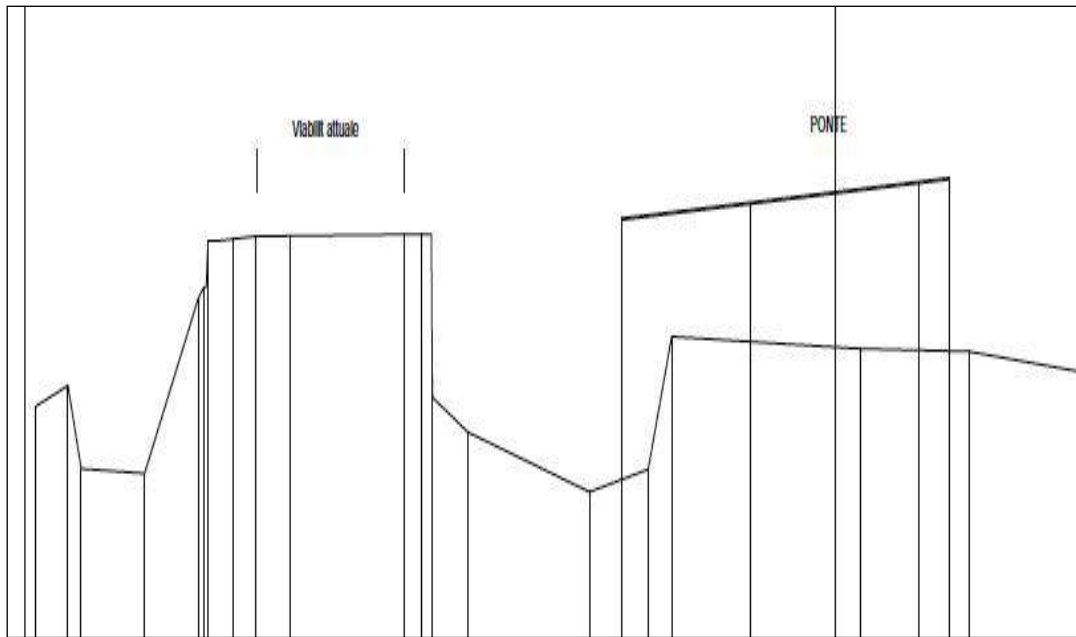
Ponte sul Rio San Michele.



Stralcio Sez. Ax3-26 (non in scala)

- Sez. Ax3-53

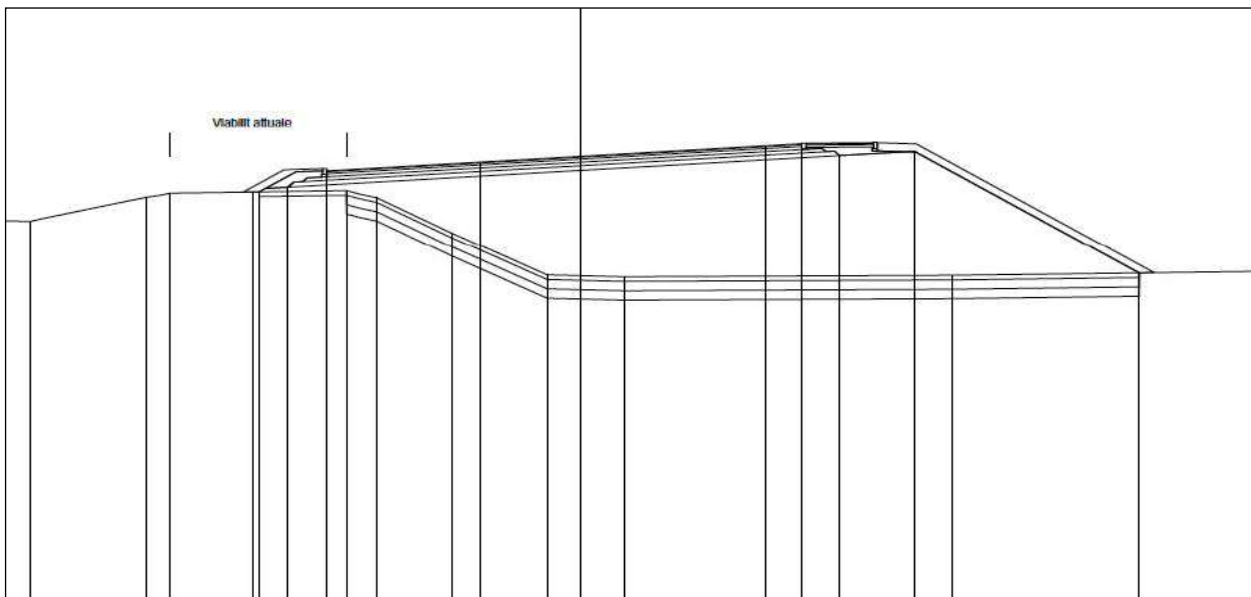
Ponte sul Rio degli Amadei.



Stralcio Sez. Ax3-53 (non in scala)

- Sez. Ax3-55

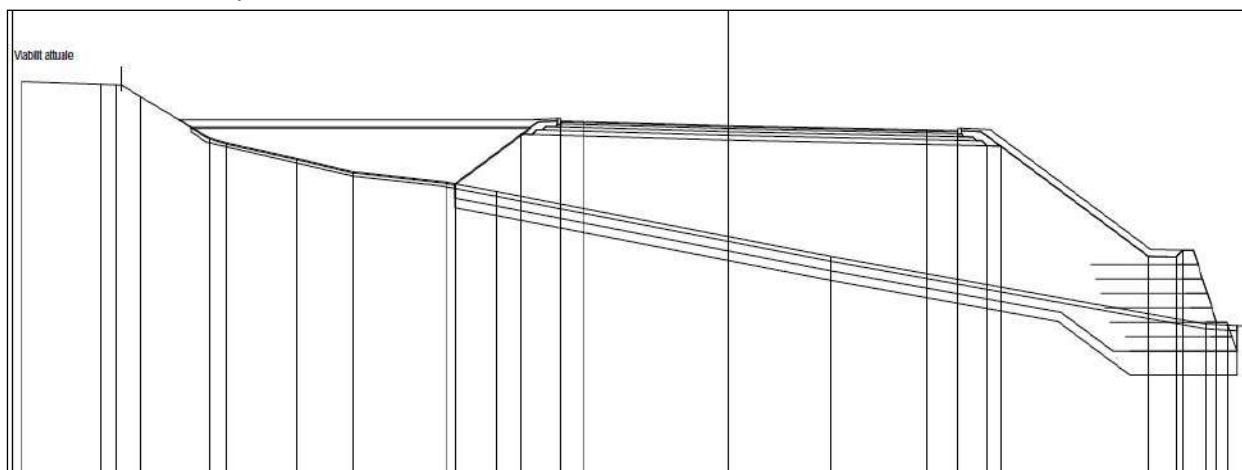
Rilevato asimmetrico.



Stralcio Sez. Ax3-55 (non in scala)

- Sez. Ax3-79

Terre rinforzate nei pressi della rotatoria 3 e del ramo secondario.



Stralcio Sez. Ax3-79 (non in scala)

## DESCRIZIONE DEL TRACCIATO E CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE

Il tracciato in progetto in questo 3° tratto prosegue sostanzialmente in piano per quasi 700 m seguendo sempre il versante a mezza costa per poi salire leggermente verso l'incisione del Rio degli Amadei e di qui mantiene nuovamente una livelletta sostanzialmente costante compresa tra 179 e 180 m circa slmm fino a fine tratto.

L'immorsamento di entrambe le spalle del ponte sul Rio San Michele prevede di interessare esclusivamente il substrato detritico di conoide, nel quale la prova penetrometrica P4 ha dato valori di  $N_{10}$  compresi tra 10 e 15 fino a 4,5 m di profondità per aumentare gradatamente e arrivare a "rifiuto" a 10 m dal p.c.

Analoga situazione al ponte sul Rio degli Amadei, che però prevede la spalla destra (SPA) immersa nel detrito di versante generico (a2) e la spalla sinistra (SPB) nel "Deposito di frana quiescente complessa – (a2g)". anche qui la penetrometrica P5 ha mantenuto valori di  $N_{10}$  inferiori a 10 fino a quasi 9 m di profondità.

Infine il ponte sul Rio delle Piane presenta la spalla destra immersa sia nel detrito di versante, sia, verso il basso, nelle formazioni pre-quadernarie, mentre la spalla sinistra entra esclusivamente in queste.

### 4.6.8.4 4° tratto: Rotatoria 3 – Rotatoria 4

## GEOLOGIA

Alternanze di depositi gravitativi di versante (frana complessa o per colamento di fango), prevalenti nella prima metà del tratto, poi quasi esclusivi affioramenti del substrato pre-quadernario.

Le unità presenti, a partire dal termine NNE del tratto in studio<sup>23</sup>, sono le seguenti:

- (a2d) Depositi di frana quiescente per colamento di fango– Deposito gravitativo di versante. Quaternario.(VLU3) Formazione della Val Luretta – Membro di Genepreto e relativa copertura. Eocene.



- (a2g) Deposito di frana quiescente complessa – Deposito gravitativo di versante. Quaternario.
- (VLU3) Formazione della Val Luretta – Membro di Genepreto e relativa copertura. Eocene.

---

<sup>23</sup>V. Tav. f.t. BA23 - T00GE00GEOFG04\_A

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

I terreni attraversati come risulta dalle caratteristiche geologiche sono quasi sempre rappresentati da formazioni quaternarie incoerenti. Su di essi sono state fatte molte prove geotecniche, i cui risultati possono essere riassunti come segue:

UNITÀ DI COPERTURA	PESO VOLUME NATURALE (KN/M <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	17,60	19,87	19,08	0,67
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	15,20	20,16	18,74	0,99
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	18,75	19,11	18,90	0,19
UNITÀ DI COPERTURA	PESO SPECIFICO (G/CM <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	2,61	2,75	2,71	0,06
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	2,66	2,76	2,72	0,03
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,64	2,74	2,70	0,05
UNITÀ DI COPERTURA	POROSITÀ (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	36,29	42,61	39,80	2,52
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	34,46	48,23	42,02	3,96
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	38,53	40,93	39,73	-
UNITÀ DI COPERTURA	INDICE DEI VUOTI (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	0,57	0,74	0,66	0,07
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,53	0,93	0,73	0,12
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,63	0,69	0,66	-
UNITÀ DI COPERTURA	D <sub>R</sub> (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	74,80	96,10	83,70	11,07
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	64,70	100,00	79,08	11,12

Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	90,20	100,00	95,20	4,90
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>φ' DA SPT (°)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	33,00	36,00	34,67	1,53
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	32,00	36,00	33,78	1,48
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	32,00	36,00	33,67	2,08
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>φ - PROVA TAGLIO DIRETTA (°)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	23,26	35,44	27,61	3,27
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	22,70	33,14	28,00	3,24
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	23,62	28,30	25,33	2,58
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>C - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	18,83	37,04	27,96	5,41
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	17,67	36,99	27,34	5,65
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	26,41	34,31	30,36	3,95

UNITÀ DI COPERTURA	$\phi_R$ - PROVA TAGLIO DIRETTA (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	17,77	20,14	18,80	1,21
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	10,55	23,54	17,85	3,47
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	18,52	18,52	18,52	-
UNITÀ DI COPERTURA	$C_R$ - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	0,13	0,87	0,58	0,40
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,07	0,80	0,32	0,22
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,10	0,10	0,10	-
UNITÀ DI COPERTURA	COEFFICIENTE DI COMPRESSIBILITÀ (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	0,15	0,29	0,25	0,05
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,11	0,59	0,26	0,10
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,66	0,66	0,66	-
UNITÀ DI COPERTURA	MODULO EDOMETRICO (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	3,40	6,50	4,26	1,06
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	1,70	20,13	5,15	4,17
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	1,50	1,50	1,50	-
UNITÀ DI COPERTURA	COEFFICIENTE CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	2,00E-04	3,30E-02	5,57E-03	1,22E-02
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	5,10E-04	5,40E-01	3,60E-02	1,30E-01
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,10E-03	2,10E-03	2,10E-03	-

UNITÀ DI COPERTURA	MODULO DI YOUNG (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	19,0	25,0	22,3	3,06
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	16,0	31,0	21,0	5,57
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	17,0	27,0	21,3	5,13

UNITÀ DI SUBSTRATO	PESO VOLUME NATURALE (KN/M <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	16,93	21,41	19,39	1,06
UNITÀ DI SUBSTRATO	PESO SPECIFICO (G/CM <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	2,53	2,76	2,71	0,06
UNITÀ DI SUBSTRATO	POROSITÀ (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	32,82	45,31	40,77	3,55
UNITÀ DI SUBSTRATO	INDICE DEI VUOTI (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,49	0,83	0,69	0,10
UNITÀ DI SUBSTRATO	φ PROVA TAGLIO DIRETTA (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	22,78	33,29	28,24	4,13
UNITÀ DI SUBSTRATO	C - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	20,90	38,37	29,75	7,50

UNITÀ DI SUBSTRATO	RESISTENZA AL TAGLIO NON CONSOLIDATA E NON DRENATA (TRIASIALE UU) (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	87,43	259,21	180,82	72,25
UNITÀ DI SUBSTRATO	COMPRESSIBILITÀ ASSIALE ALLA TENSIONE DI ROTTURA (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,05	10,18	0,84	2,59
UNITÀ DI SUBSTRATO	COEFFICIENTE DI COMPRESSIBILITÀ (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,09	0,66	0,28	0,22
UNITÀ DI SUBSTRATO	MODULO EDOMETRICO (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,50	11,20	5,90	3,90
UNITÀ DI SUBSTRATO	K (M/S)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,96E-09	2,17E-07	5,25E-08	8,16E-08
UNITÀ DI SUBSTRATO	COEFFICIENTE CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,30E-04	5,20E-03	1,93E-03	1,98E-03

## IDROGEOLOGIA

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche generali della circolazione idrica sotterranea si rimanda al cap. 4.5 (Ambiente idrico). In sintesi anche nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente omogenea nei terreni detritici, che hanno permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

Nelle formazioni pre-quadernarie (Formazione della Val Luretta), comunque diffusamente presenti, la circolazione è verosimilmente più irregolare, anche se la fratturazione delle bancate la rende maggiore rispetto al detrito con una media di  $2,99 \times 10^{-7}$  m/s. In generale al contatto tra copertura detritica l.s. e formazioni rocciose in posto non risulta la presenza di falda specifica continuativa, stante la fratturazione diffusa del substrato profondo che consente la continua percolazione delle acque di superficie. Fa parziale eccezione il contatto tra i depositi di versante generici (a3) e i materiali appartenenti al "Subsistema di Ravenna" (AES8).

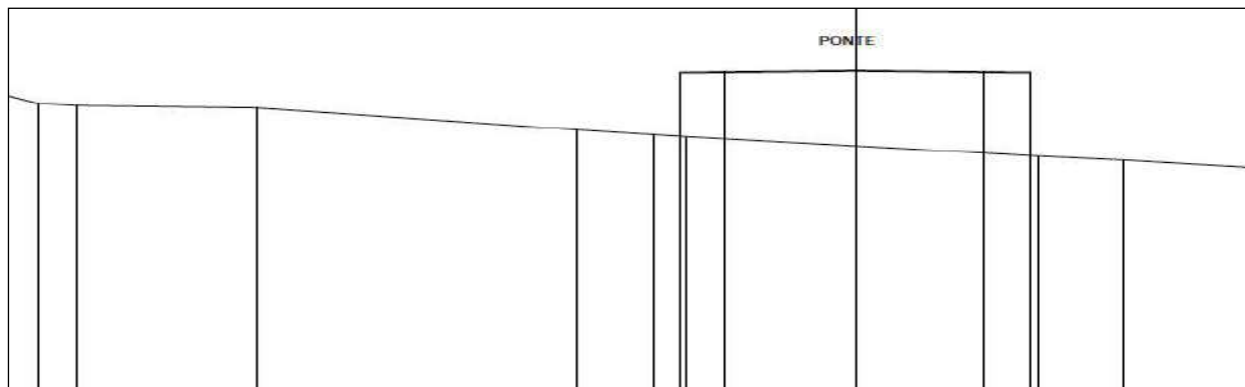
La soggiacenza presunta della falda è stata indicata nel profilo geologico tra -4 e -9 m da p.c. con dato misurato di -4.37 (S13-PZ).

UNITÀ DI COPERTURA	K (M/S)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango	3,38E-09	9,03E-07	1,51E-07	3,34E-07
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	1,10E-08	6,67E-07	1,35E-07	1,66E-07
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,99E-07	2,99E-07	2,99E-07	-

#### PRINCIPALI OPERE PREVISTE

- Sez. Ax4-5

Ponte sul Rio della Colombara

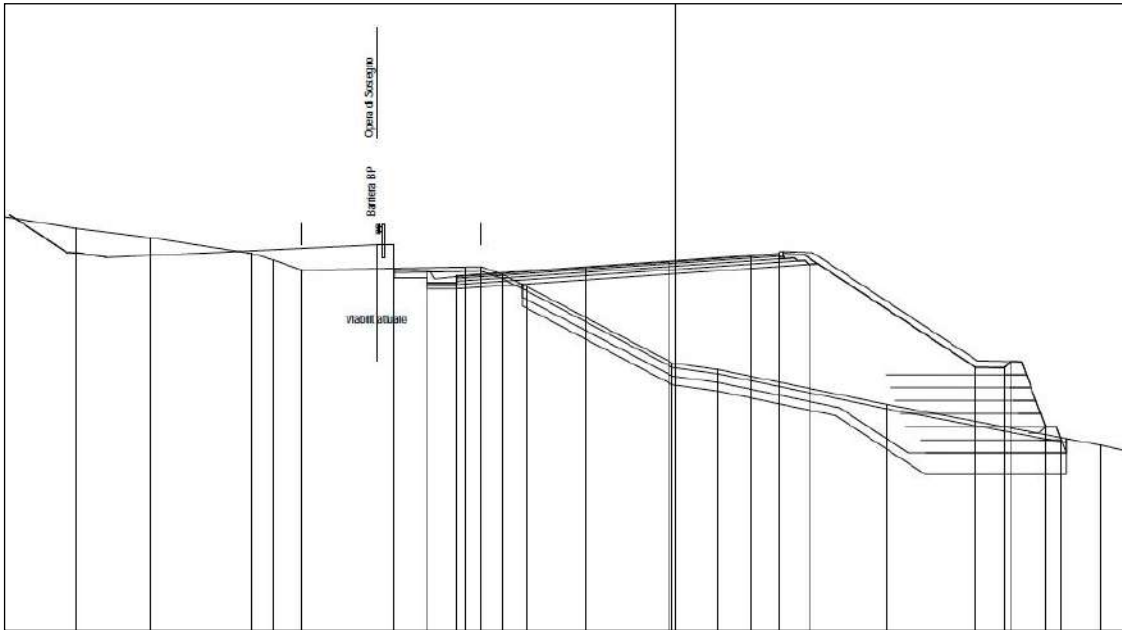


Stralcio Sez. Ax4-5 (non in scala)



- Sez. Ax4-17

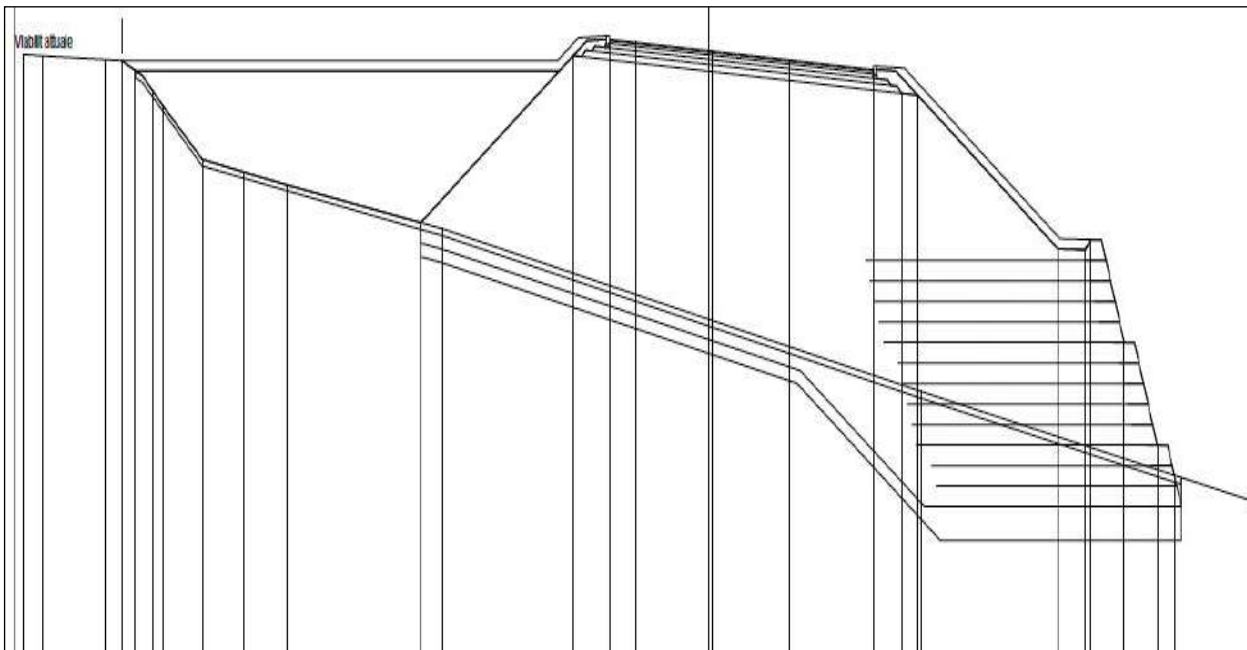
Terre rinforzate lato valle e opera di sostegno lato monte.



Stralcio Sez. Ax4-17 (non in scala)

- Sez. Ax4-26

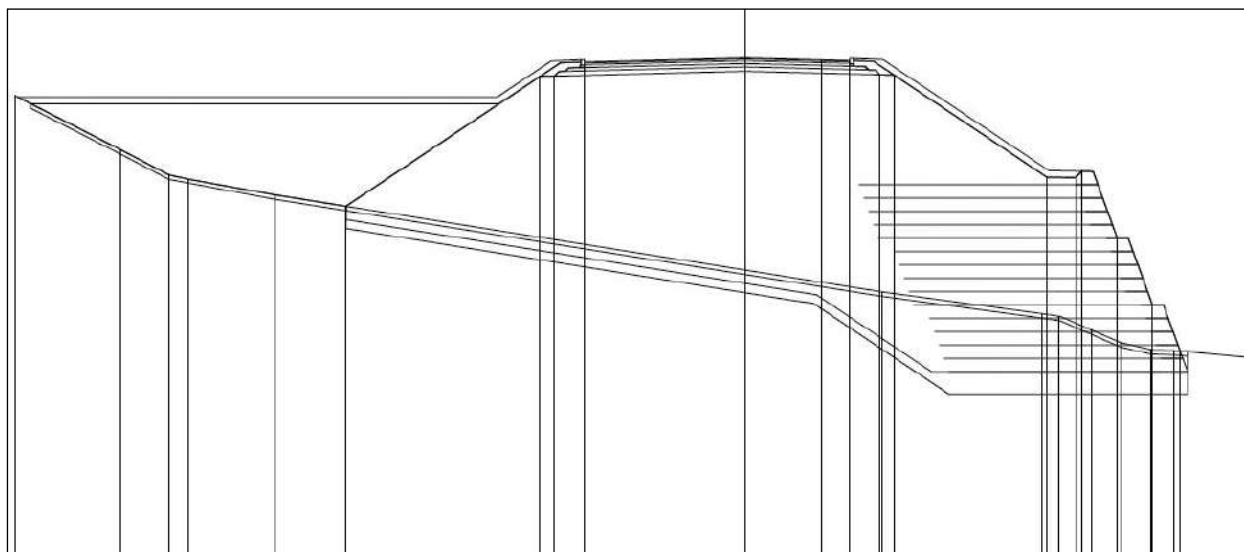
Nuova sede tracciato su rilevato proprio indipendente ed esterno alla viabilità attuale. Serie di terre rinforzate a valle.



Stralcio sez. Ax4-26 (non in scala)

- Sez. Ax4-53

Nuova sede tracciato su proprio rilevato indipendente ed esterno alla viabilità attuale. Tre ordini di terre rinforzate a valle.



Stralcio sez. Ax4-53 (non in scala)

## IDROGEOLOGIA

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche generali della circolazione idrica sotterranea si rimanda al cap. 3. In sintesi nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente omogenea nei terreni detritici, che sono prevalenti in questo tratto ed hanno permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

Nelle formazioni pre-quadernarie (Formazione della Val Luretta), sempre diffusamente presenti, la circolazione è più irregolare, anche se la fratturazione delle bancate la rende maggiore rispetto al detrito con una media di  $2,99 \times 10^{-7}$  m/s.

In generale al contatto tra copertura detritica l.s. e formazioni rocciose in posto non risulta la presenza di falda specifica continuativa, stante la fratturazione diffusa del substrato profondo che consente la continua percolazione delle acque di superficie.

La soggiacenza presunta della falda è stata indicata nei profili tra -2 e -11 m da p.c. con dati misurati di -7,78 (S03-PZ) e -5,12 (S08-PZ).

## CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE

Nel tratto in esame il tracciato attraversa il Rio della Colombarola (ponte) ed il Rio della Ca' Nova (tombino).  
Rif. cap. 3.

## DESCRIZIONE DEL TRACCIATO E CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE

Il tracciato in progetto nel primo tratto inizia subito dopo il ponte della Colombarola con un tratto di 133 m in decisa salita con pendenza del 7% circa seguendo sempre il versante a mezza costa. La pendenza va poi diminuendo rapidamente fino a meno dell'1%.

Sono stati fatti numerosi sondaggi nel detrito di versante, attrezzati anche con inclinometro e prove penetrometriche, e non sono segnalate situazioni particolari. Gli Nspt variano su valori relativamente elevati: 8 ÷ 28 nei livelli più superficiali, fuori falda; 22 ÷ R a maggiori profondità e in falda, sempre con substrato detritico generico di versante.

Tratto a mezza costa su parte bassa di versante collinare con quote in progressivo aumento e comprese tra 180 m slmm (ponte della Colombarola e 192,50, per finire poi in discesa fino al Rio della Ca' Nova.

#### 4.6.8.5 5° tratto: Rotatoria 4 – Rotatoria 5

##### GEOLOGIA

Affiorano per oltre  $\frac{3}{4}$  del tratto le formazioni pre-quadernarie (VLU3) della Val Luretta, tranne che in corrispondenza ai depositi quadernari del Rio Bargello. Nell'ultimo tratto verso Casino d'Agnelli è presente un deposito di conoide inattiva seguito da depositi di frana quiescente complessa.

Le unità presenti, a partire dal termine NNE del tratto in studio<sup>24</sup>, sono le seguenti:

- (i2) Conoide torrentizia inattiva: depositi alluvionali, prevalentemente ghiaiosi, a forma di ventaglio aperto verso valle, in corrispondenza dello sbocco di valli e vallecole trasversali ai corsi d'acqua principali ove la diminuzione di pendenza provoca la sedimentazione del materiale trasportato dall'acqua, attualmente non soggetti ad evoluzione.
- (a2b) Deposito di frana quiescente per scivolamento – Deposito gravitativo di versante. Quaternario.
- (a2g) Deposito di frana quiescente complessa – Deposito gravitativo di versante. Quaternario.
- (VLU3) Formazione della Val Luretta – Membro di Genepreto e relativa copertura. Eocene.

<sup>24</sup>V. Tav. f.t. BA24 - T00GE00GEOFG05\_A

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

I terreni attraversati come risulta dalle caratteristiche geologiche sono quasi sempre rappresentati da formazioni quaternarie incoerenti. Su di essi sono state fatte molte prove geotecniche, i cui risultati possono essere riassunti come segue:

UNITÀ DI COPERTURA	PESO VOLUME NATURALE (KN/M <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	18,35	18,35	18,35	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	15,20	20,16	18,74	0,99
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	18,75	19,11	18,90	0,19
UNITÀ DI COPERTURA	PESO SPECIFICO (G/CM <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	2,68	2,72	2,70	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	2,66	2,76	2,72	0,03
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,64	2,74	2,70	0,05
UNITÀ DI COPERTURA	POROSITÀ (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	-	-	-	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	34,46	48,23	42,02	3,96
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	38,53	40,93	39,73	-
UNITÀ DI COPERTURA	INDICE DEI VUOTI (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	-	-	-	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,53	0,93	0,73	0,12
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,63	0,69	0,66	-
UNITÀ DI COPERTURA	D <sub>R</sub> (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	-	-	-	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	64,70	100,00	79,08	11,12

Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	90,20	100,00	95,20	4,90
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>φ' DA SPT (°)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	-	-	-	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	32,00	36,00	33,78	1,48
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	32,00	36,00	33,67	2,08
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>φ - PROVA TAGLIO DIRETTA (°)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	31,57	31,57	31,57	
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	22,70	33,14	28,00	3,24
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	23,62	28,30	25,33	2,58
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>C - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	23,14	23,14	23,14	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	17,67	36,99	27,34	5,65
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	26,41	34,31	30,36	3,95
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>φ<sub>R</sub> - PROVA TAGLIO DIRETTA (°)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	-	-	-	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	10,55	23,54	17,85	3,47
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	18,52	18,52	18,52	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>C<sub>R</sub> - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	-	-	-	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,07	0,80	0,32	0,22
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,10	0,10	0,10	-

UNITÀ DI COPERTURA	COEFFICIENTE DI COMPRESSIBILITÀ (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	-	-	-	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,11	0,59	0,26	0,10
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,66	0,66	0,66	-
UNITÀ DI COPERTURA	MODULO EDOMETRICO (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	-	-	-	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	1,70	20,13	5,15	4,17
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	1,50	1,50	1,50	-
UNITÀ DI COPERTURA	COEFFICIENTE CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	-	-	-	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	5,10E-04	5,40E-01	3,60E-02	1,30E-01
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,10E-03	2,10E-03	2,10E-03	-
UNITÀ DI COPERTURA	MODULO DI YOUNG (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	-	-	-	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	16,0	31,0	21,0	5,57
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	17,0	27,0	21,3	5,13

UNITÀ DI SUBSTRATO	PESO VOLUME NATURALE (KN/M <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	16,93	21,41	19,39	1,06
UNITÀ DI SUBSTRATO	PESO SPECIFICO (G/CM <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	2,53	2,76	2,71	0,06
UNITÀ DI SUBSTRATO	POROSITÀ (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	32,82	45,31	40,77	3,55
UNITÀ DI SUBSTRATO	INDICE DEI VUOTI (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,49	0,83	0,69	0,10
UNITÀ DI SUBSTRATO	φ PROVA TAGLIO DIRETTA (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	22,78	33,29	28,24	4,13
UNITÀ DI SUBSTRATO	C - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	20,90	38,37	29,75	7,50
UNITÀ DI SUBSTRATO	RESISTENZA AL TAGLIO NON CONSOLIDATA E NON DRENATA (TRIASIALE UU) (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	87,43	259,21	180,82	72,25
UNITÀ DI SUBSTRATO	COMPRESSIBILITÀ ASSIALE ALLA TENSIONE DI ROTTURA (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,05	10,18	0,84	2,59
UNITÀ DI SUBSTRATO	COEFFICIENTE DI COMPRESSIBILITÀ (MPA)			



	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,09	0,66	0,28	0,22

UNITÀ DI SUBSTRATO	MODULO EDOMETRICO (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,50	11,20	5,90	3,90

UNITÀ DI SUBSTRATO	K (M/S)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,96E-09	2,17E-07	5,25E-08	8,16E-08
UNITÀ DI SUBSTRATO	COEFFICIENTE CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,30E-04	5,20E-03	1,93E-03	1,98E-03

## IDROGEOLOGIA

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche generali della circolazione idrica sotterranea si rimanda al cap. 4.5 (Ambiente idrico). In sintesi anche nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente omogenea nei terreni detritici, che hanno permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

Nelle formazioni pre-quadernarie (Formazione della Val Luretta), comunque diffusamente presenti, la circolazione è verosimilmente più irregolare, anche se la fratturazione delle bancate la rende maggiore rispetto al detrito con una media di  $2,99 \times 10^{-7}$  m/s. In generale al contatto tra copertura detritica l.s. e formazioni rocciose in posto non risulta la presenza di falda specifica continuativa, stante la fratturazione diffusa del substrato profondo che consente la continua percolazione delle acque di superficie. Fa parziale eccezione il contatto tra i depositi di versante generici (a3) e i materiali appartenenti al "Subsistema di Ravenna" (AES8).

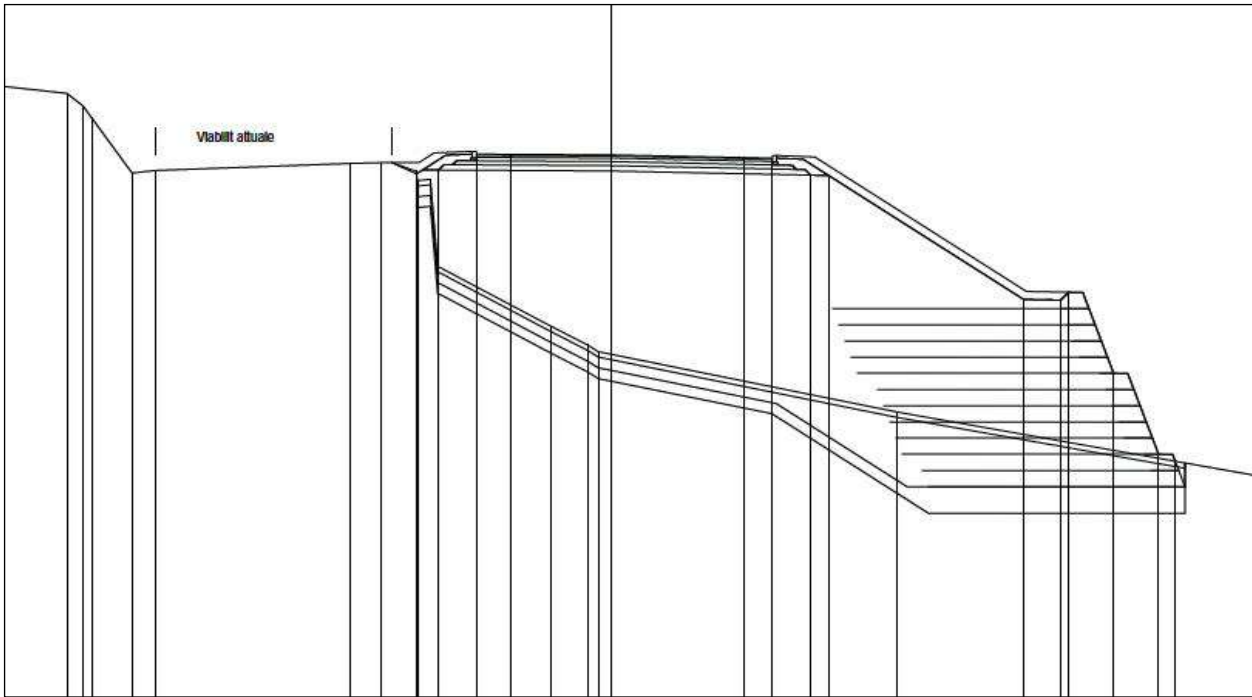
La soggiacenza presunta della falda è stata indicata nel profilo geologico tra -4 e -9 m da p.c. con dato misurato di -4.37 (S13-PZ).

UNITÀ DI COPERTURA	K (M/S)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	-	-	-	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	1,10E-08	6,67E-07	1,35E-07	1,66E-07
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,99E-07	2,99E-07	2,99E-07	-

## PRINCIPALI OPERE PREVISTE

- Sez. Ax5-4

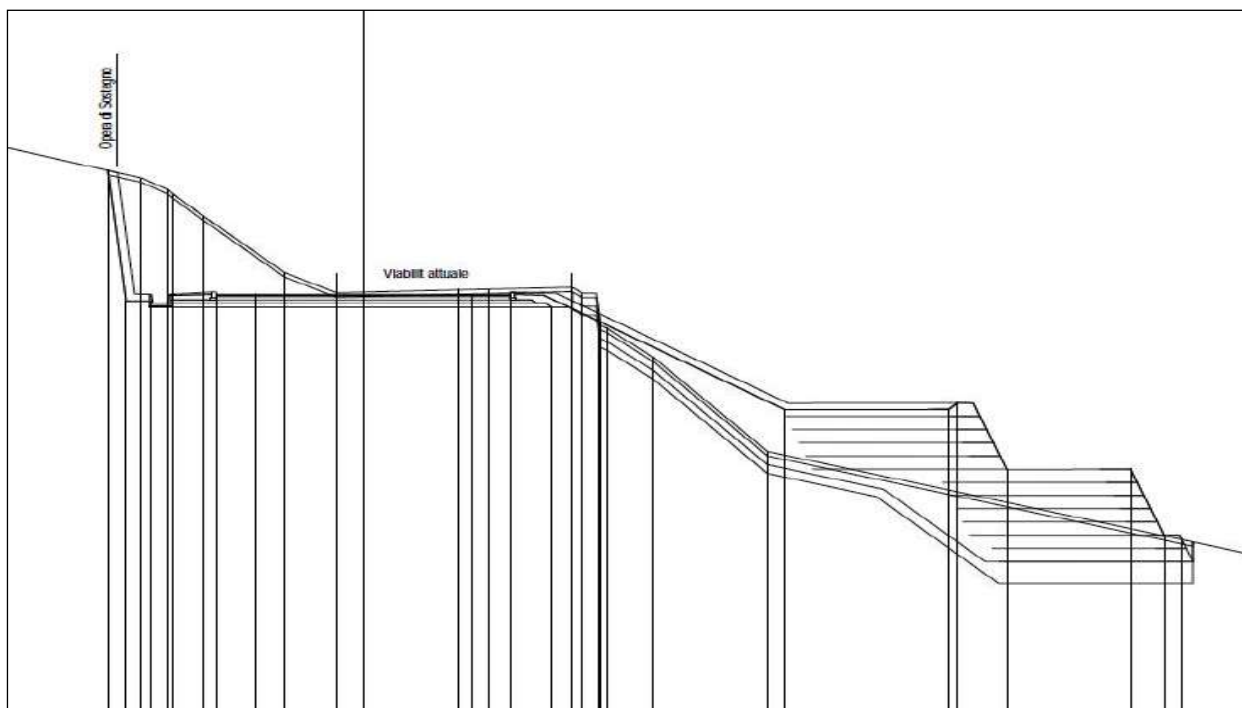
Uscita S dalla rotatoria 4 con 2-3 ordini di terre rinforzate a valle.



Stralcio Sez. Ax5-4 (non in scala)

- Sez. Ax5-13

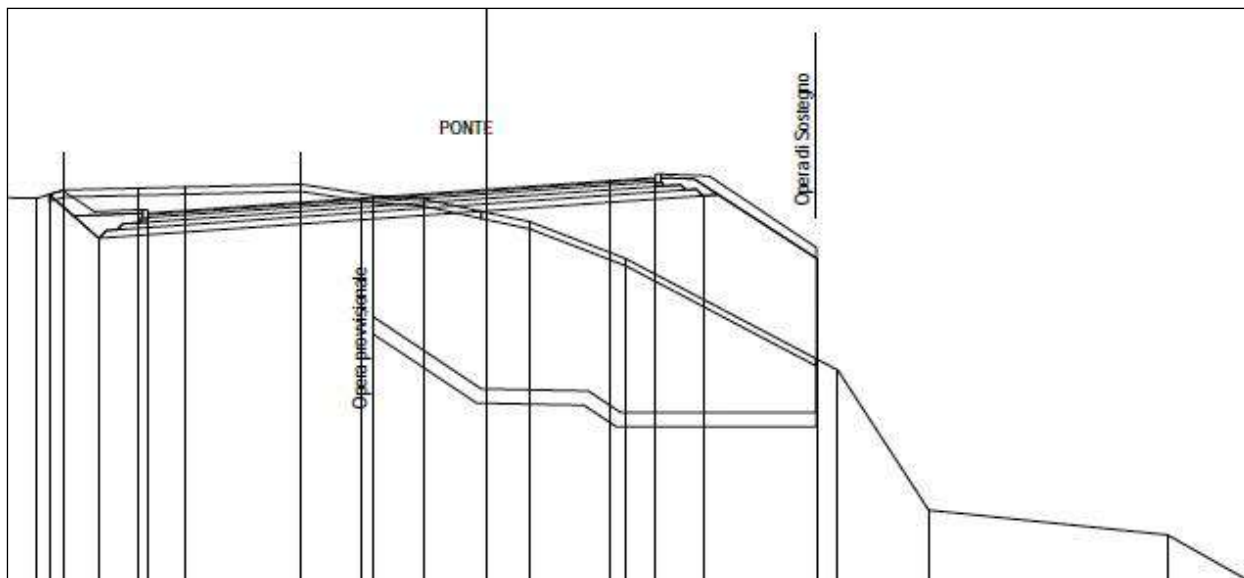
Terre rinforzate in più ordini lato valle e opera di sostegno lato monte.



Stralcio Sez. Ax5-13 (non in scala)

- Sez. Ax5-21

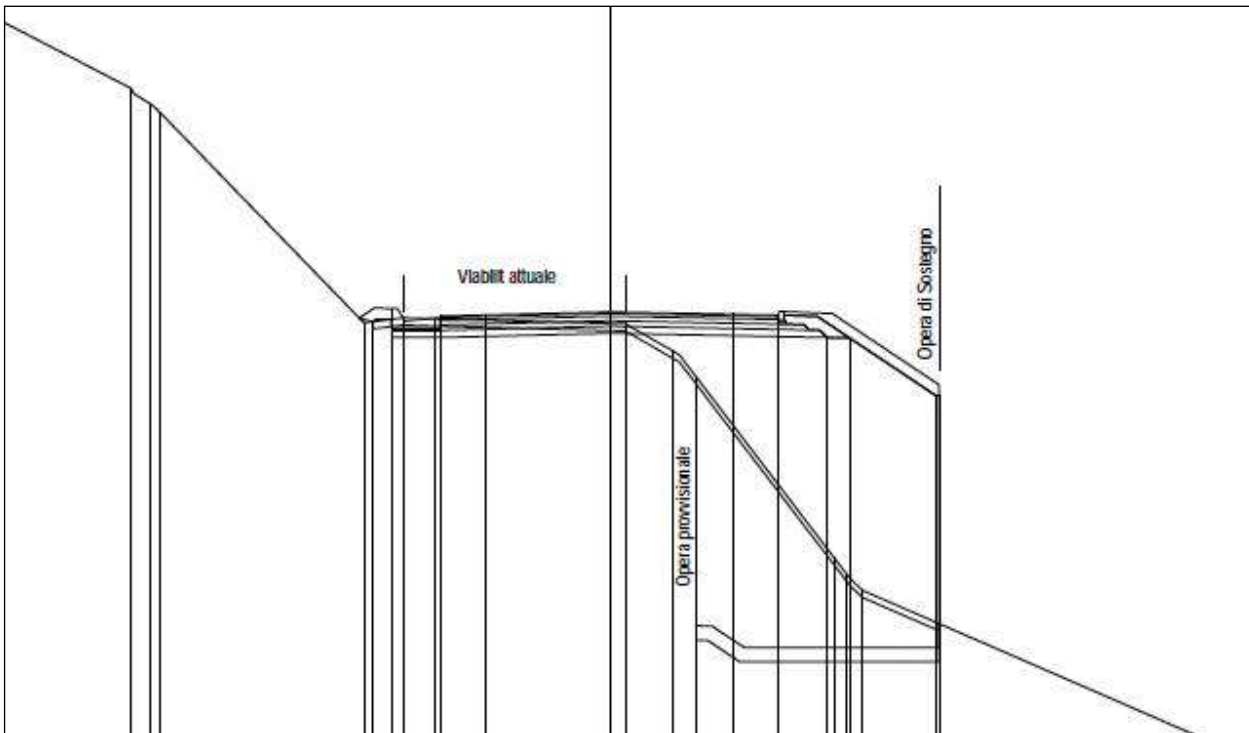
Accesso al ponte sul Rio Bargello con opera di sostegno a valle.



Stralcio sez. Ax4-26 (non in scala)

- Sez. Ax5-37

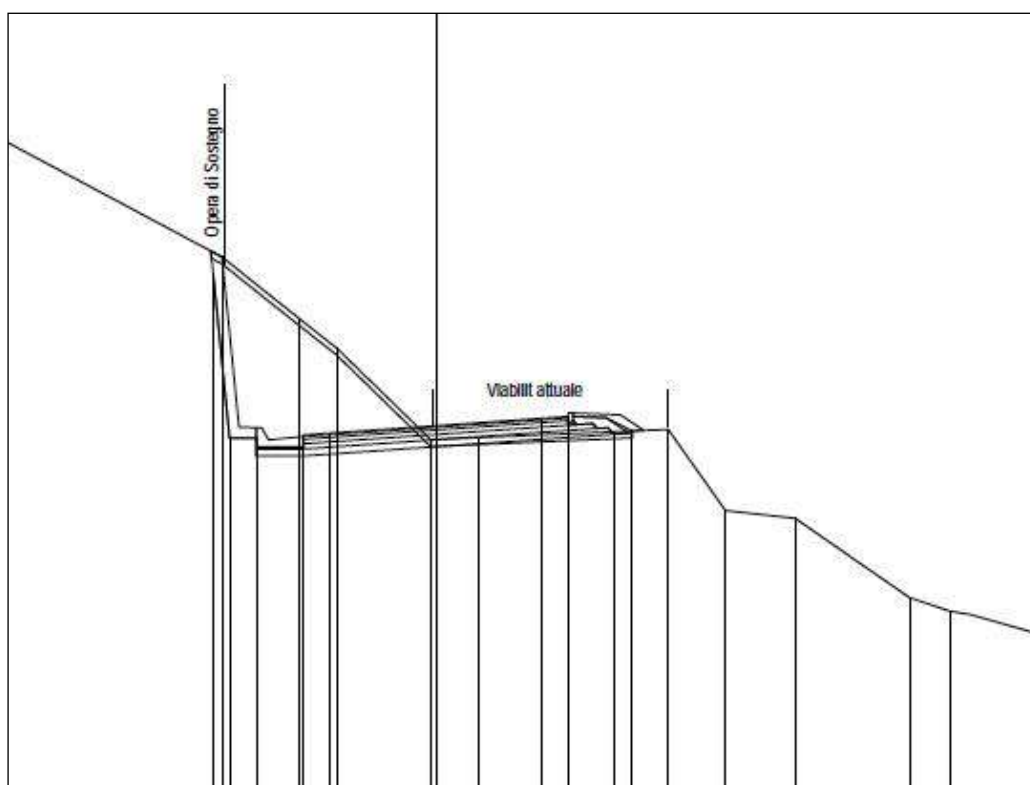
Tratto di strada in massima vicinanza all'alveo morfologico del Fiume Trebbia. Opera di sostegno a valle.



Stralcio sez. Ax5-37 (non in scala)

- Sez. Ax5-42

Allargamento viabilità esistente e opera di sostegno a monte (muro di controripa).



Stralcio sez. Ax5-42 (non in scala)

## IDROGEOLOGIA

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche generali della circolazione idrica sotterranea si rimanda al cap. 4.5. In sintesi nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente omogenea nei terreni detritici, presenti in misura minore in questo tratto e con permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

Nella formazione pre-quadernaria della Val Luretta, che è prevalente nel tratto, la circolazione è più irregolare, anche se la fratturazione delle bancate la rende maggiore rispetto al detrito con una media di  $2,99 \times 10^{-7}$  m/s.

In generale al contatto tra copertura detritica l.s. e formazioni rocciose in posto non risulta la presenza di falda specifica continuativa, stante la fratturazione diffusa del substrato profondo che consente la continua percolazione delle acque di superficie.

La soggiacenza presunta della falda è stata indicata nei profili a profondità pressoché costante di circa 5 – 6 m da p.c., concordemente con l'andamento del tracciato, pianeggiante e più regolare rispetto agli altri tratti.

## CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE

Nel tratto in esame il tracciato attraversa il Rio Bargello ed il Rio Sacchelli-Casalini, ma li incontra al piede del versante e le incisioni non sono condizionanti.

## DESCRIZIONE DEL TRACCIATO E CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE

Il tracciato in progetto in questo tratto si presenta sempre a mezza costa e la pendenza longitudinale è minima, mentre gli impluvi dei rii presenti hanno estensione ridotta. Non si segnalano particolarità, né criticità specifiche riscontrate nelle prove in situ.

#### 4.6.8.6 6° tratto: Rotatoria 5 – Rotatoria 6

##### GEOLOGIA

Le unità presenti, a partire dal termine NE del tratto in studio<sup>25</sup>, sono le seguenti:

- (i2) Conoide torrentizia inattiva: depositi alluvionali, prevalentemente ghiaiosi, a forma di ventaglio aperto verso valle, in corrispondenza dello sbocco di valli e vallette trasversali ai corsi d'acqua principali ove la diminuzione di pendenza provoca la sedimentazione del materiale trasportato dall'acqua, attualmente non soggetti ad evoluzione.
- (a1d) Deposito di frana attiva per colamento di fango. Quaternario.
- (a2g) Deposito di frana quiescente complessa – Deposito gravitativo di versante. Quaternario.
- (VLU1a) - Formazione della Val Luretta - Membro di Poviago in litofacies arenaceo-pelitica Paleocene medio-inferiore è composto da arenarie grigio-nocciola, medie e fini, talora gradate e marne siltose in strati medi e spessi.
- (VLU2) - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventanoe relativa copertura. Eocene
- (VLU3) Formazione della Val Luretta – Membro di Genepreto e relativa copertura. Eocene.

<sup>25</sup>V. Tavv. f.t. BA25 - T00GE00GEOFG06\_A; BA05 - T00GE00GEOCG04\_A; BA06 - T00GE00GEOCG05\_A.

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

I terreni attraversati come risulta dalle caratteristiche geologiche sono quasi sempre rappresentati da formazioni quaternarie incoerenti. Su di essi sono state performate molte prove geotecniche, i cui risultati possono essere riassunti come segue:



UNITÀ DI COPERTURA	PESO VOLUME NATURALE (KN/M <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango	18,52	20,24	19,62	0,81
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	15,20	20,16	18,74	0,99
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	18,52	20,04	19,33	0,62
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	18,75	19,11	18,90	0,19
UNITÀ DI COPERTURA	PESO SPECIFICO (G/CM <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango	2,78	2,78	2,78	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	2,66	2,76	2,72	0,03
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	2,74	2,76	2,75	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,64	2,74	2,70	0,05
UNITÀ DI COPERTURA	POROSITÀ (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango	48,39	48,39	48,39	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	34,46	48,23	42,02	3,96
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	37,15	39,30	38,23	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	38,53	40,93	39,73	-
UNITÀ DI COPERTURA	INDICE DEI VUOTI (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango	0,94	0,94	0,94	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,53	0,93	0,73	0,12
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	0,59	0,65	0,62	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,63	0,69	0,66	-

UNITÀ DI COPERTURA	D <sub>R</sub> (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango	79,30	79,30	79,30	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	64,70	100,00	79,08	11,12
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	73,30	95,60	84,45	15,77
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	90,20	100,00	95,20	4,90

UNITÀ DI COPERTURA	φ' DA SPT (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango	33,00	33,00	33,00	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	32,00	36,00	33,78	1,48
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	31,00	34,00	32,50	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	32,00	36,00	33,67	2,08
UNITÀ DI COPERTURA	φ - PROVA TAGLIO DIRETTA (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango	28,75	28,75	28,75	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	22,70	33,14	28,00	3,24
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	25,53	32,19	30,31	3,20
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	23,62	28,30	25,33	2,58
UNITÀ DI COPERTURA	C - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango	28,75	28,75	28,75	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	17,67	36,99	27,34	5,65
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	25,53	32,19	30,31	3,20
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	26,41	34,31	30,36	3,95
UNITÀ DI COPERTURA	φ <sub>R</sub> - PROVA TAGLIO DIRETTA (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango	19,24	19,24	19,24	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	10,55	23,54	17,85	3,47
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	15,90	15,90	15,90	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	18,52	18,52	18,52	-
UNITÀ DI COPERTURA	C <sub>R</sub> - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD

a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango	0,40	0,40	0,40	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,07	0,80	0,32	0,22
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	0,75	0,75	0,75	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,10	0,10	0,10	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>COEFFICIENTE DI COMPRESSIBILITÀ (MPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango	0,50	0,50	0,50	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,11	0,59	0,26	0,10
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	0,17	0,40	0,29	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	0,66	0,66	0,66	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>MODULO EDOMETRICO (MPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango	2,00	2,00	2,00	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	1,70	20,13	5,15	4,17
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	2,50	5,90	4,20	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	1,50	1,50	1,50	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>COEFFICIENTE CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (-)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango	3,90E-03	3,90E-03	3,90E-03	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	5,10E-04	5,40E-01	3,60E-02	1,30E-01
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	3,30E-04	1,30E-03	8,15E-04	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,10E-03	2,10E-03	2,10E-03	-

UNITÀ DI COPERTURA	MODULO DI YOUNG (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango	17,0	17,0	17,0	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	16,0	31,0	21,0	5,57
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	14,0	21,0	17,5	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	17,0	27,0	21,3	5,13

UNITÀ DI SUBSTRATO	PESO VOLUME NATURALE (KN/M <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	18,26	20,35	19,17	0,94
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	16,93	21,41	19,39	1,06
UNITÀ DI SUBSTRATO	PESO SPECIFICO (G/CM <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	2,58	2,59	2,59	-
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	2,53	2,76	2,71	0,06
UNITÀ DI SUBSTRATO	POROSITÀ (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	35,25	41,10	38,18	-
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	32,82	45,31	40,77	3,55
UNITÀ DI SUBSTRATO	INDICE DEI VUOTI (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	0,54	0,70	0,62	-
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,49	0,83	0,69	0,10
UNITÀ DI SUBSTRATO	φ PROVA TAGLIO DIRETTA (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	26,56	26,56	26,56	-
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	22,78	33,29	28,24	4,13
UNITÀ DI SUBSTRATO	C - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	30,33	30,33	30,33	-
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	20,90	38,37	29,75	7,50
UNITÀ DI SUBSTRATO	RESISTENZA AL TAGLIO NON CONSOLIDATA E NON DRENATA (TRIASIALE UU) (KPA)			

	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	-	-	-	-
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	87,43	259,21	180,82	72,25
<b>UNITÀ DI SUBSTRATO</b>	<b>COMPRESSIBILITÀ ASSIALE ALLA TENSIONE DI ROTTURA (MPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	0,15	0,30	0,22	-
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,05	10,18	0,84	2,59
<b>UNITÀ DI SUBSTRATO</b>	<b>COEFFICIENTE DI COMPRESSIBILITÀ (MPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	0,21	0,22	0,21	-
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	0,09	0,66	0,28	0,22
<b>UNITÀ DI SUBSTRATO</b>	<b>MODULO EDOMETRICO (MPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	4,60	4,80	4,70	-
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,50	11,20	5,90	3,90

UNITÀ DI SUBSTRATO	K (M/S)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	2,89E-08	9,04E-07	4,66E-07	6,19E-07
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,96E-09	2,17E-07	5,25E-08	8,16E-08
UNITÀ DI SUBSTRATO	COEFFICIENTE CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	1,40E-03	4,20E-02	2,17E-02	-
VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto	1,30E-04	5,20E-03	1,93E-03	1,98E-03

#### IDROGEOLOGIA

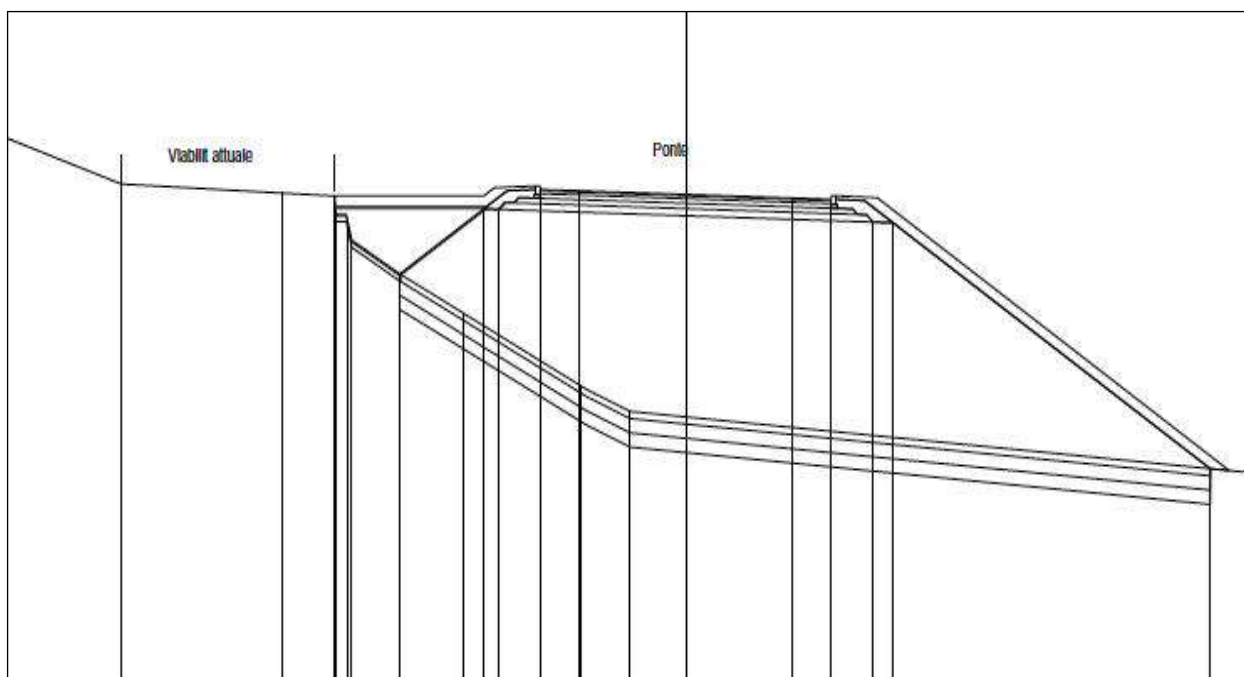
UNITÀ DI COPERTURA	K (M/S)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango	1,97E-07	1,97E-07	1,97E-07	-
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	1,10E-08	6,67E-07	1,35E-07	1,66E-07
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	5,55E-09	5,24E-08	2,90E-08	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU3)	2,99E-07	2,99E-07	2,99E-07	-



## PRINCIPALI OPERE PREVISTE

- Sez. Ax6-23

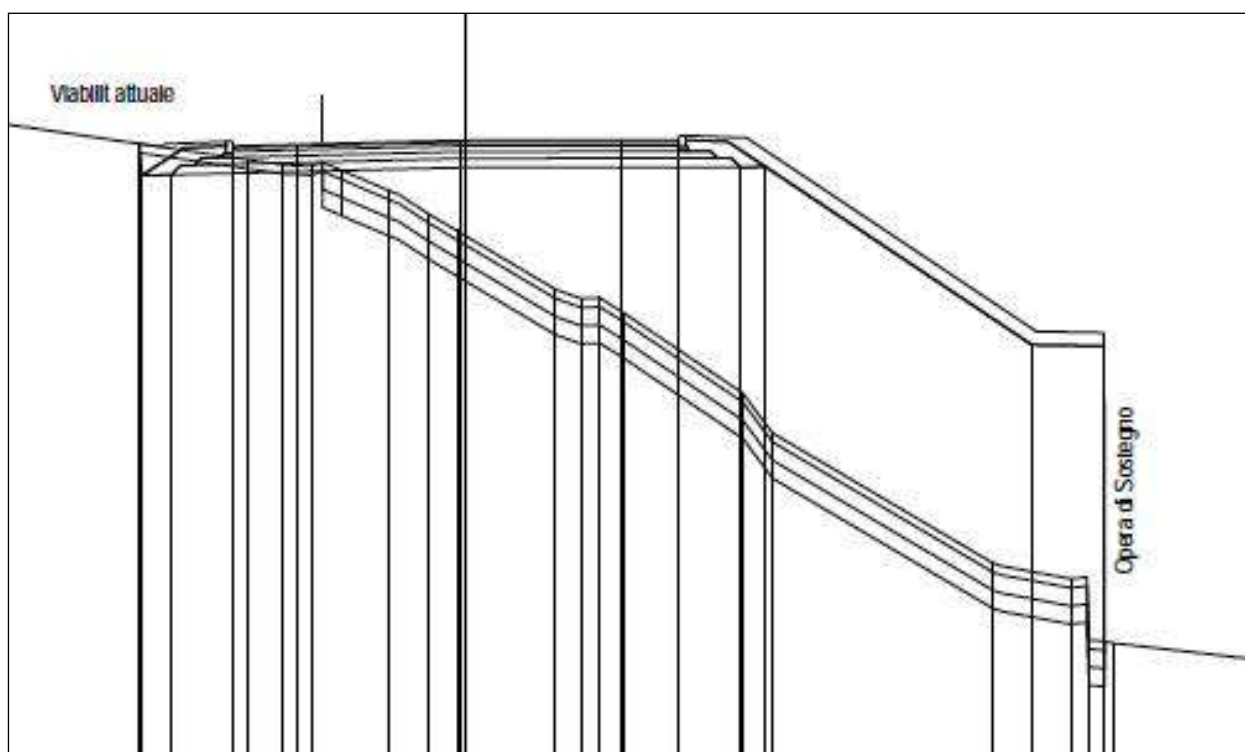
Nuovo tracciato e ponte sul Rio di Signano.



Stralcio Sez. Ax6-23 (non in scala)

- Sez. Ax6-94

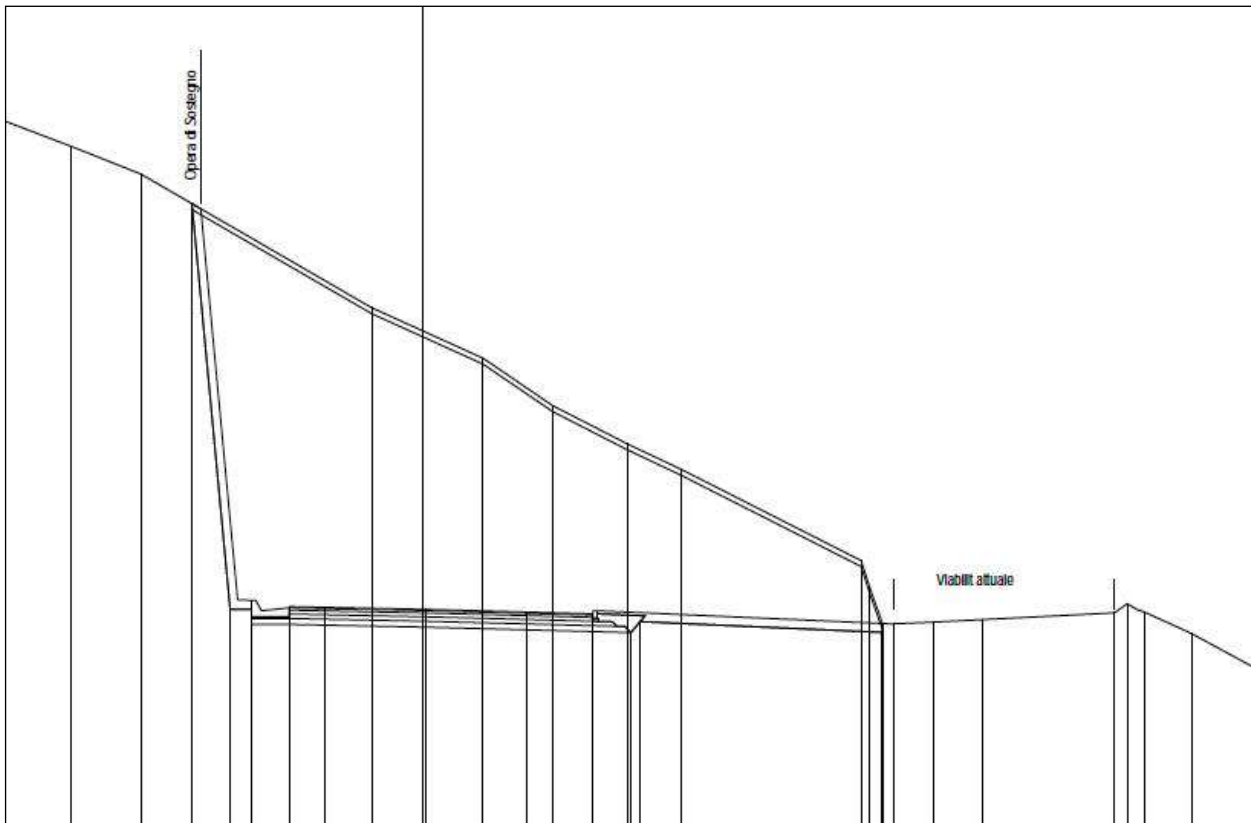
Opera di sostegno in muratura a valle.



Stralcio Sez. Ax6-94 (non in scala)

- Sez. Ax6-98

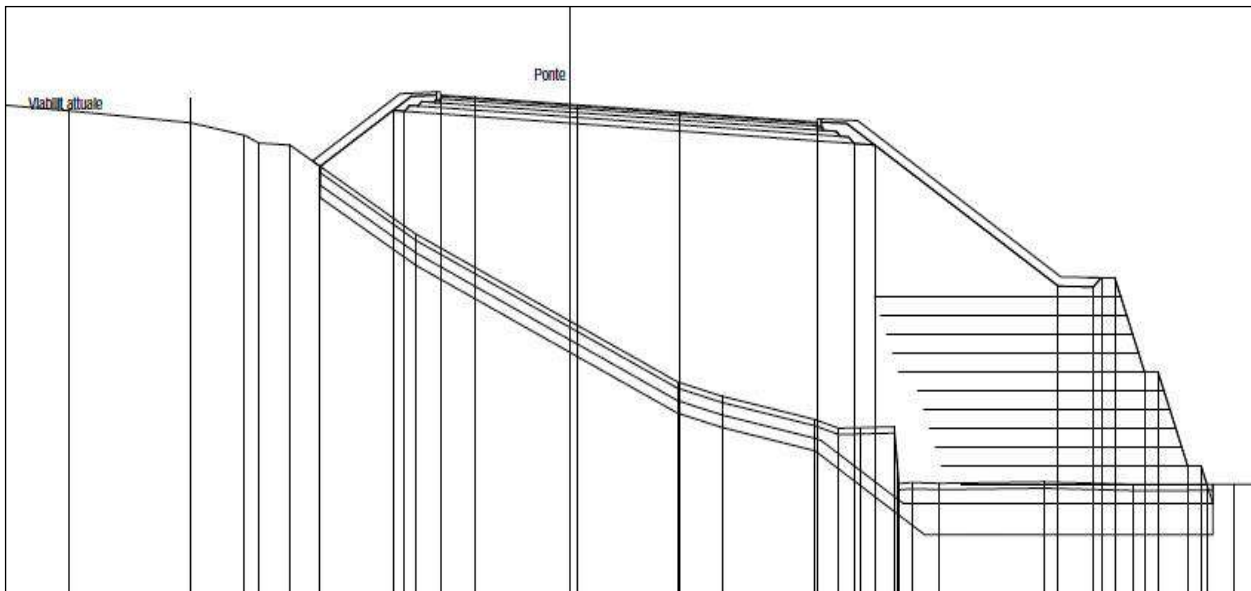
Nuova sede tracciato esterno alla viabilità attuale e muro di controripa a monte.



Stralcio sez. Ax6-98 (non in scala)

- Sez. Ax6-102

Terre rinforzate di sostegno del rilevato a valle.



Stralcio sez. Ax6-102 (non in scala)

## IDROGEOLOGIA

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche generali della circolazione idrica sotterranea si rimanda al cap. 4.5. In sintesi nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente omogenea nei terreni detritici, presenti in misura minore in questo tratto e con permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

Nella formazione pre-quadernaria della Val Luretta, che è prevalente nel tratto, la circolazione è più irregolare, anche se la fratturazione delle bancate la rende maggiore rispetto al detrito con una media di  $2,99 \times 10^{-7}$  m/s.

In generale al contatto tra copertura detritica l.s. e formazioni rocciose in posto non risulta la presenza di falda specifica continuativa, stante la fratturazione diffusa del substrato profondo che consente la continua percolazione delle acque di superficie.

La soggiacenza presunta della falda è stata indicata nei profili a profondità che va diminuendo verso monte da circa 6 m di profondità dal p.c. a -2,7 m in Loc. Ca' Teresa.

## CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE

Nel tratto in esame il tracciato attraversa il Rio di Signano, il Rio di Felino ed il Rio Stazzano in un tratto di mantenimento della sede attuale, ed il Rio Molini, ma li incontra al piede del versante e le incisioni non sono condizionanti.

## DESCRIZIONE DEL TRACCIATO E CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE

L'andamento altimetrico del tracciato in questo tratto di quasi due chilometri può essere diviso in due parti distinte: dall'inizio alla progr. 1+344 le pendenze sono irrilevanti con quote assolute comprese tra 187 e 1190 m, mentre nella seconda parte la pendenza media varia tra il 3,8 ed il 2% circa e si va da quota 190 a quota 205. Nel tratto pianeggiante la nuova viabilità ripercorre il tracciato preesistente.

Alla progr. 250 c'è il ponte sul Rio di Signano; i piloni di fondazione della spalla A sono previsti immorsati a circa 4 m di profondità nel substrato roccioso in posto (Formazione di Luretta). La spalla B sarà immorsata in corrispondenza al contatto per sovrascorrimento tra tale formazione e depositi quadernari di frana quiescente complessa.

Il sondaggio S25-PZ alla progr. 1+385,66 ha rilevato la falda a 2,7 m dal p.c., mentre il sondaggio S7 (spalla B sul Rio Molini) ha valori di  $N_{spt}$  tra 20 e 25 a poca profondità nel detrito. Il sondaggio S26-IN a fine tratta ha rifiuto già a circa 2 m di profondità nel substrato roccioso. Non sono segnalati movimenti nell'inclinometro.

### 4.6.8.7 7° tratto: Rotatoria 6 – Rotatoria 7

## GEOLOGIA

In tutto il tratto è onnipresente la Formazione eocenica della Val Luretta - membro di Monteventano, interrotta localmente, ma con maggior estensione nella parte centrale, dalle formazioni sedimentarie quadernarie.

Le unità presenti<sup>26</sup>, sono le seguenti:

- (a2g) Deposito di frana quiescente complessa – Deposito gravitativo di versante. Quaternario.
- (a3) Deposito di versante s.l. - Deposito gravitativo di versante.
- (VLU2) - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventanoe relativa copertura. Eocene

---

<sup>26</sup>V. Tavv. f.t. BA26 - T00GE00GEOFG07\_A; BA06 - T00GE00GEOCG05\_A; BA07 - T00GE00GEOCG06\_A

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

I terreni attraversati come risulta dalle caratteristiche geologiche sono quasi sempre rappresentati da formazioni quaternarie incoerenti. Su di essi sono state performate molte prove geotecniche, i cui risultati possono essere riassunti come segue:

UNITÀ DI COPERTURA	PESO VOLUME NATURALE (KN/M <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	15,20	20,16	18,74	0,99
a3 - Deposito di versante s.l.	17,68	18,92	18,45	0,51
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	18,52	20,04	19,33	0,62
UNITÀ DI COPERTURA	PESO SPECIFICO (G/CM <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	2,66	2,76	2,72	0,03
a3 - Deposito di versante s.l.	2,69	2,78	2,74	0,04
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	2,74	2,76	2,75	-
UNITÀ DI COPERTURA	POROSITÀ (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	34,46	48,23	42,02	3,96
a3 - Deposito di versante s.l.	43,71	46,18	44,90	1,24
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	37,15	39,30	38,23	-
UNITÀ DI COPERTURA	INDICE DEI VUOTI (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,53	0,93	0,73	0,12
a3 - Deposito di versante s.l.	0,78	0,86	0,82	0,04
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	0,59	0,65	0,62	-
UNITÀ DI COPERTURA	D <sub>R</sub> (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	64,70	100,00	79,08	11,12
a3 - Deposito di versante s.l.	71,80	100,00	85,90	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	73,30	95,60	84,45	15,77
UNITÀ DI COPERTURA	φ' DA SPT (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD

a2g - Deposito di frana quiescente complessa	32,00	36,00	33,78	1,48
a3 - Deposito di versante s.l.	31,00	36,00	33,50	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	31,00	34,00	32,50	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>φ - PROVA TAGLIO DIRETTA (°)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	22,70	33,14	28,00	3,24
a3 - Deposito di versante s.l.	27,46	32,23	30,51	2,65
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	25,53	32,19	30,31	3,20
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>C - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	17,67	36,99	27,34	5,65
a3 - Deposito di versante s.l.	20,27	28,95	26,02	4,98
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	17,67	34,60	24,72	8,10
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>φ<sub>R</sub> - PROVA TAGLIO DIRETTA (°)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	10,55	23,54	17,85	3,47
a3 - Deposito di versante s.l.	16,25	21,23	18,74	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	15,90	15,90	15,90	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>C<sub>R</sub> - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,07	0,80	0,32	0,22
a3 - Deposito di versante s.l.	0,31	0,48	0,40	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	0,75	0,75	0,75	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>COEFFICIENTE DI COMPRESSIBILITÀ (MPa)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	0,11	0,59	0,26	0,10
a3 - Deposito di versante s.l.	0,17	0,48	0,28	0,14



Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	0,17	0,40	0,29	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>MODULO EDOMETRICO (MPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	1,70	20,13	5,15	4,17
a3 - Deposito di versante s.l.	2,10	6,00	4,10	1,66
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	2,50	5,90	4,20	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>COEFFICIENTE CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (-)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	5,10E-04	5,40E-01	3,60E-02	1,30E-01
a3 - Deposito di versante s.l.	5,20E-04	8,50E-03	3,68E-03	3,65E-03
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	3,30E-04	1,30E-03	8,15E-04	-
<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>MODULO DI YOUNG (MPA)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	16,0	31,0	21,0	5,57
a3 - Deposito di versante s.l.	15,0	28,0	21,5	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	14,0	21,0	17,5	-

<b>UNITÀ DI SUBSTRATO</b>	<b>PESO VOLUME NATURALE (KN/M<sup>3</sup>)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	18,26	20,35	19,17	0,94
<b>UNITÀ DI SUBSTRATO</b>	<b>PESO SPECIFICO (G/CM<sup>3</sup>)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	2,58	2,59	2,59	-

UNITÀ DI SUBSTRATO	POROSITÀ (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	35,25	41,10	38,18	-
UNITÀ DI SUBSTRATO	INDICE DEI VUOTI (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	0,54	0,70	0,62	-
UNITÀ DI SUBSTRATO	φ PROVA TAGLIO DIRETTA (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	26,56	26,56	26,56	-
UNITÀ DI SUBSTRATO	C - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	30,33	30,33	30,33	-
UNITÀ DI SUBSTRATO	RESISTENZA AL TAGLIO NON CONSOLIDATA E NON DRENATA (TRIASSIALE UU) (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	-	-	-	-
UNITÀ DI SUBSTRATO	COMPRESSIBILITÀ ASSIALE ALLA TENSIONE DI ROTTURA (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	0,15	0,30	0,22	-
UNITÀ DI SUBSTRATO	COEFFICIENTE DI COMPRESSIBILITÀ (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	0,21	0,22	0,21	-
UNITÀ DI SUBSTRATO	MODULO EDOMETRICO (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	4,60	4,80	4,70	-
UNITÀ DI SUBSTRATO	K (M/S)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD

VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	2,89E-08	9,04E-07	4,66E-07	6,19E-07
<b>UNITÀ DI SUBSTRATO</b>	<b>COEFFICIENTE CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (-)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	1,40E-03	4,20E-02	2,17E-02	-

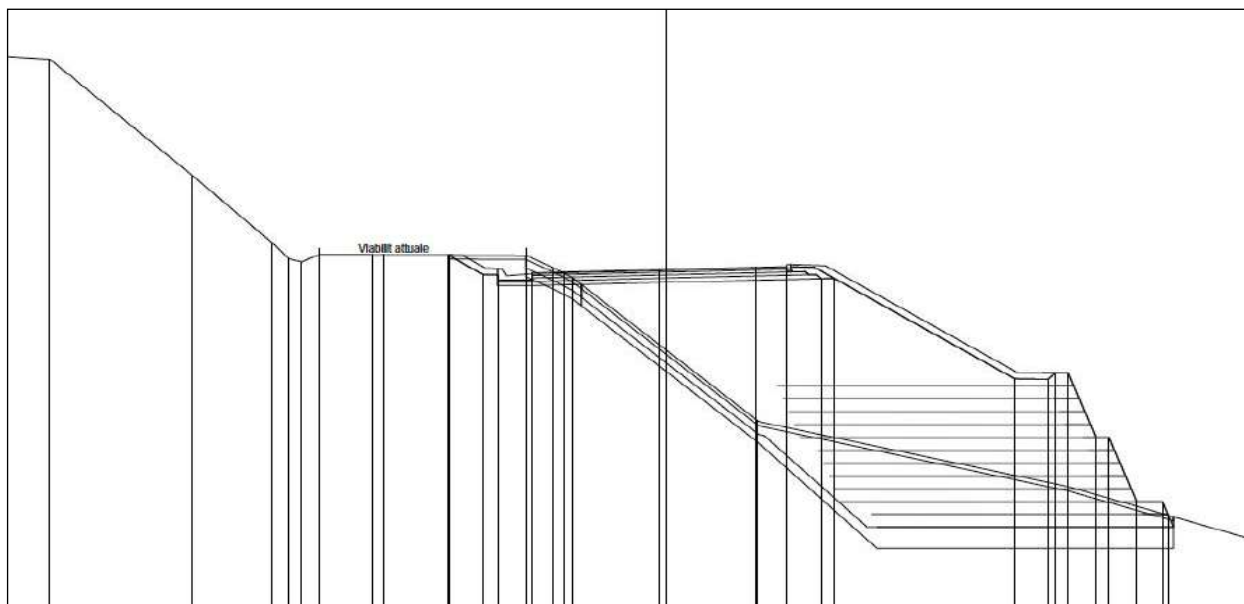
**IDROGEOLOGIA**

<b>UNITÀ DI COPERTURA</b>	<b>K (M/S)</b>			
	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEV. STANDARD</b>
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	1,10E-08	6,67E-07	1,35E-07	1,66E-07
a3 - Deposito di versante s.l.	1,44E-08	3,17E-07	1,12E-07	1,42E-07
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	5,55E-09	5,24E-08	2,90E-08	-

**PRINCIPALI OPERE PREVISTE**

- Sez. Ax7-9

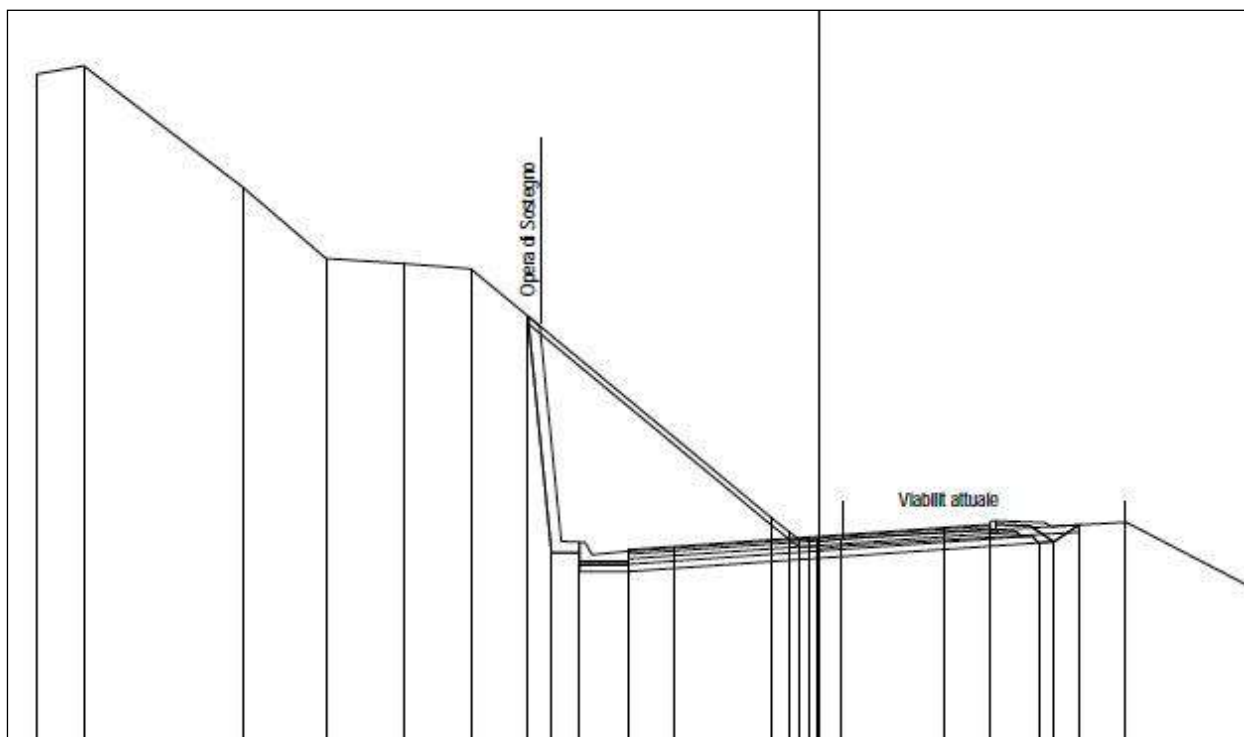
Tre ordini di terre rinforzate sul lato a valle in uscita dalla Rotatoria 6 in direzione Genova.



Stralcio Sez. Ax7-9 (non in scala)

- Sez. AX7-14

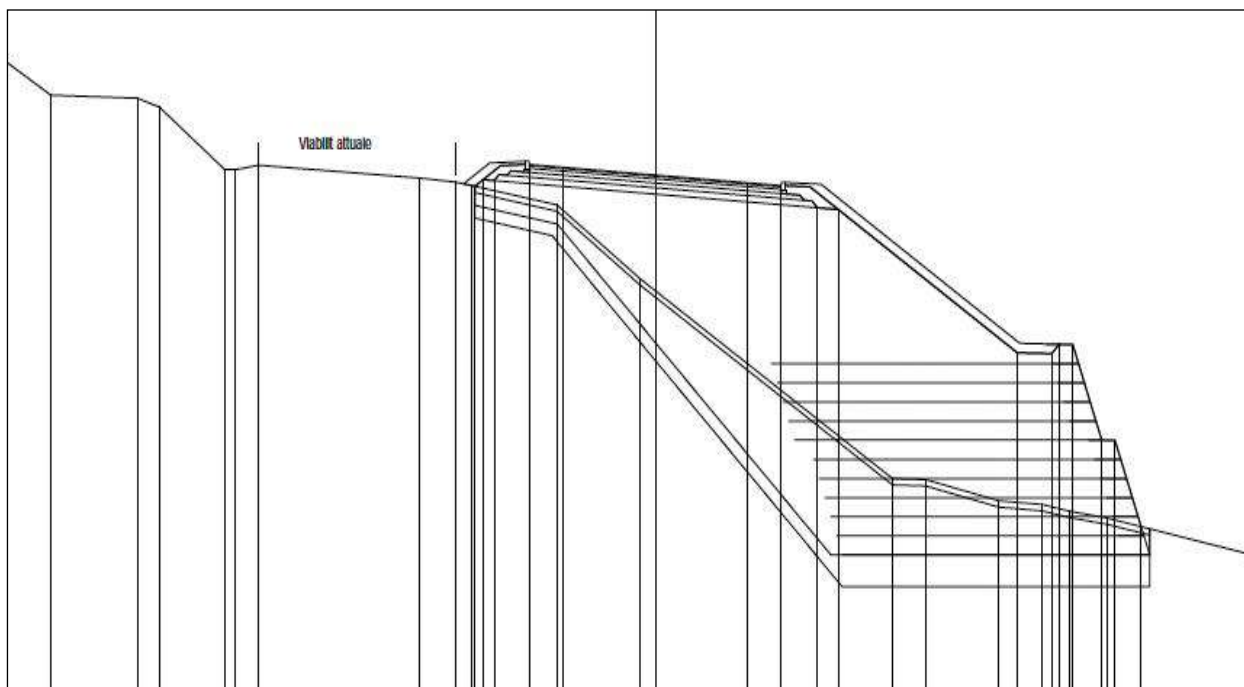
Opera di sostegno in muratura a monte (muro di controripa).



Stralcio Sez. Ax7-14 (non in scala)

- Sez. Ax7-20

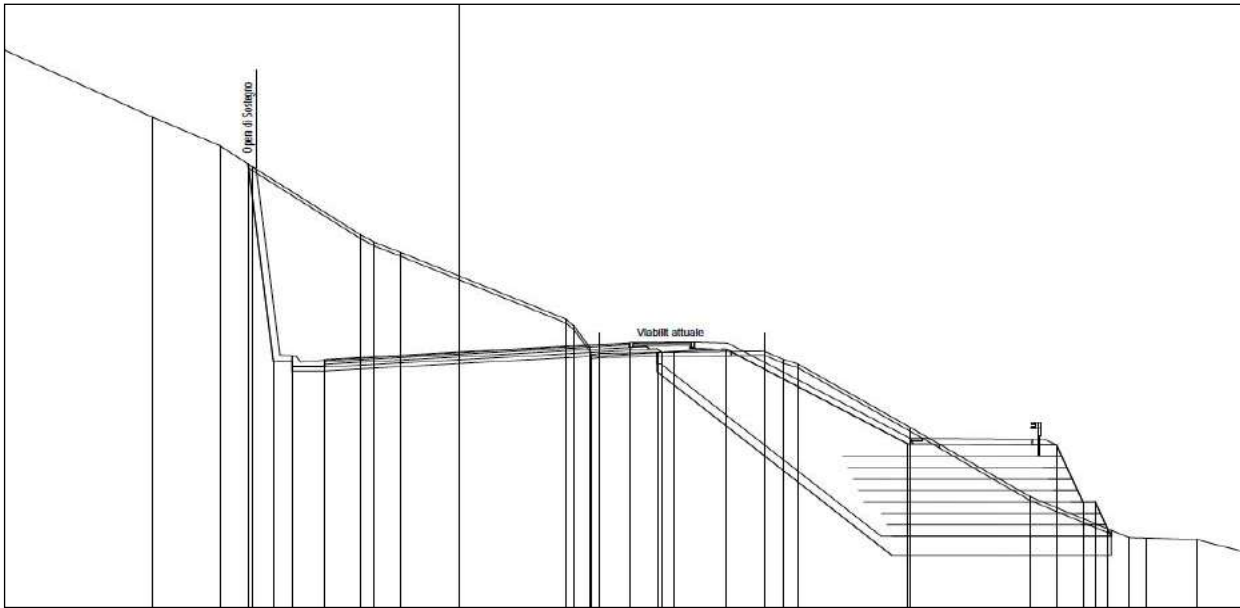
Nuova sede tracciata esterna, a valle della viabilità attuale con terre rinforzate. A valle della sezione è presente l'alveo del Rio D'Andrea.



Stralcio sez. Ax7-20 (non in scala)

- Sez. Ax7-64

Importante opera di sostegno a monte (muro di controripa) e terre rinforzate di sostegno del rilevato a valle.



Stralcio sez. Ax7-64 (non in scala)

**IDROGEOLOGIA**

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche generali della circolazione idrica sotterranea si rimanda al cap. 4.5. In sintesi nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente omogenea nei terreni detritici, presenti in misura significativamente minore in questo tratto e con permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

Nella formazione pre-aternaria della Val Luretta (VLU2), che è prevalente nel tratto, la circolazione è più irregolare, anche se la fratturazione delle bancate la rende maggiore rispetto al detrito con una media di  $2,99 \times 10^{-7}$  m/s.

In generale al contatto tra copertura detritica l.s. e formazioni rocciose in posto non risulta la presenza di falda specifica continuativa, stante la fratturazione diffusa del substrato profondo che consente la continua percolazione delle acque di superficie.

La soggiacenza presunta della falda è stata indicata nei profili a profondità che va diminuendo verso monte. Prima del ponte sul Rio D’Andrea, alla progr. 250 circa, nel sondaggio S27-PZ la falda è stata rilevata a - 8,4 m dal p.c., mentre è ipotizzata come sub-affiorante nella zona di Dolgo.

**CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE**

Nel tratto in esame il tracciato attraversa il Rio D’Andrea ed il Rio della Casazza.

**DESCRIZIONE DEL TRACCIATO E CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE**

Alla progr. 312 circa c’è il ponte sul Rio D’Andrea: i piloni di fondazione della spalla A sono previsti immorsati a circa 6 m di profondità nei sedimenti quaternari dei “Depositi di frana quiescente complessa”. La spalla B sarà immorsata direttamente nella formazione di roccia in posto della Val Luretta (VLU2). Il tombino sul rio della Casazza è collocato nei depositi quaternari.

Il sondaggio S27-PZ all'altezza della progr. 242,66 ha rilevato la falda a 8,4 m dal p.c. e si è avuto nell'spt "rifiuto" alla penetrazione a circa 8,7 m. nel sondaggio S28, alla progr. 1.130 (zona di Dolgo) circa la copertura costituita da roccia in posto degradata superficialmente (quota -1,5 m da p.c.) ha dato valori di SPT alquanto bassi.

#### 4.6.8.8 8° tratto: Rotatoria 7 – Rotatoria 8 (esistente)

##### GEOLOGIA

In questo tratto si ha il passaggio identificato come un sovrascorrimento successivo all'Eocene medio, che ha consentito la "risalita" di una formazione più antica: il Complesso della Pietra Parcellara del Cretaceo superiore a contatto con la Formazione eocenica della Val Luretta - membro di Monteventano.

Le unità presenti<sup>27</sup>, sono le seguenti:

- (b1) – Deposito alluvionale in evoluzione. Quaternario.
- (a1b) - Deposito di frana attiva per scivolamento. Quaternario.
- (AES8) Subsistema di Ravenna – Deposito gravitativo di versante. Quaternario.
- (VLU2) - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano e relativa copertura. Eocene.
- (CPP) - Complesso della Pietra Parcellara, Cretaceo superiore.

<sup>27</sup>V. Tavv. f.t. BA27 - T00GE00GEOFG08\_A; BA07 - T00GE00GEOCG06\_A.

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

I terreni attraversati come risulta dalle caratteristiche geologiche sono quasi sempre rappresentati da formazioni quaternarie incoerenti. Su di essi sono state performate molte prove geotecniche, i cui risultati possono essere riassunti come segue:

UNITÀ DI COPERTURA	PESO VOLUME NATURALE (KN/M <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	18,63	20,81	19,59	0,90
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	18,52	20,04	19,33	0,62
UNITÀ DI COPERTURA	PESO SPECIFICO (G/CM <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	2,59	2,59	2,59	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	2,74	2,76	2,75	-
UNITÀ DI COPERTURA	POROSITÀ (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	28,59	28,59	28,59	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	37,15	39,30	38,23	-
UNITÀ DI COPERTURA	INDICE DEI VUOTI (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	0,40	0,40	0,40	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	0,59	0,65	0,62	-
UNITÀ DI COPERTURA	D <sub>R</sub> (%)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	90,10	90,10	90,10	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	73,30	95,60	84,45	15,77
UNITÀ DI COPERTURA	φ' DA SPT (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	35,00	35,00	35,00	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	31,00	34,00	32,50	-
UNITÀ DI COPERTURA	φ - PROVA TAGLIO DIRETTA (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	31,29	31,29	31,29	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	25,53	32,19	30,31	3,20
UNITÀ DI COPERTURA	C - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	18,25	18,25	18,25	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	17,67	34,60	24,72	8,10



UNITÀ DI COPERTURA	φ <sub>R</sub> - PROVA TAGLIO DIRETTA (°)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	-	-	-	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	15,90	15,90	15,90	-
UNITÀ DI COPERTURA	C <sub>R</sub> - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	-	-	-	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	0,75	0,75	0,75	-
UNITÀ DI COPERTURA	COEFFICIENTE DI COMPRESSIBILITÀ (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	0,07	0,22	0,15	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	0,17	0,40	0,29	-
UNITÀ DI COPERTURA	MODULO EDOMETRICO (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	4,50	13,50	9,00	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	2,50	5,90	4,20	-
UNITÀ DI COPERTURA	COEFFICIENTE CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (-)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	3,20E-04	2,20E-03	1,26E-03	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	3,30E-04	1,30E-03	8,15E-04	-
UNITÀ DI COPERTURA	MODULO DI YOUNG (MPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	31,0	31,0	31,0	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	14,0	21,0	17,5	-
UNITÀ DI SUBSTRATO	PESO VOLUME NATURALE (KN/M <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	18,26	20,35	19,17	0,94
UNITÀ DI SUBSTRATO	PESO SPECIFICO (G/CM <sup>3</sup> )			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	2,58	2,59	2,59	-
UNITÀ DI SUBSTRATO	POROSITÀ (%)			

	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	35,25	41,10	38,18	-
<b>UNITÀ DI SUBSTRATO</b>	<b>INDICE DEI VUOTI (-)</b>			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	0,54	0,70	0,62	-
<b>UNITÀ DI SUBSTRATO</b>	<b>φ PROVA TAGLIO DIRETTA (°)</b>			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	26,56	26,56	26,56	-

UNITÀ DI SUBSTRATO	C - PROVA TAGLIO DIRETTA (KPA)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	30,33	30,33	30,33	-
UNITÀ DI SUBSTRATO	RESISTENZA AL TAGLIO NON CONSOLIDATA E NON DRENATA (TRIASIALE UU) (KPA)			
UNITÀ DI SUBSTRATO	RESISTENZA AL TAGLIO NON CONSOLIDATA E NON DRENATA (TRIASIALE UU) (KPA)			
UNITÀ DI SUBSTRATO	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	-	-	-	-
UNITÀ DI SUBSTRATO	COMPRESSIBILITÀ ASSIALE ALLA TENSIONE DI ROTTURA (MPA)			
UNITÀ DI SUBSTRATO	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	0,15	30	22	
UNITÀ DI SUBSTRATO	COEFFICIENTE DI COMPRESSIBILITÀ (MPA)			
UNITÀ DI SUBSTRATO	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	0,21	0,22	0,21	-
UNITÀ DI SUBSTRATO	MODULO EDOMETRICO (MPA)			
UNITÀ DI SUBSTRATO	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	4,60	4,80	4,70	-
UNITÀ DI SUBSTRATO	K (M/S)			
UNITÀ DI SUBSTRATO	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	2,89E-08	9,04E-07	4,66E-07	6,19E-07
UNITÀ DI SUBSTRATO	COEFFICIENTE CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (-)			
UNITÀ DI SUBSTRATO	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano	,40E-03	4,20E-02	2,17E-02	-

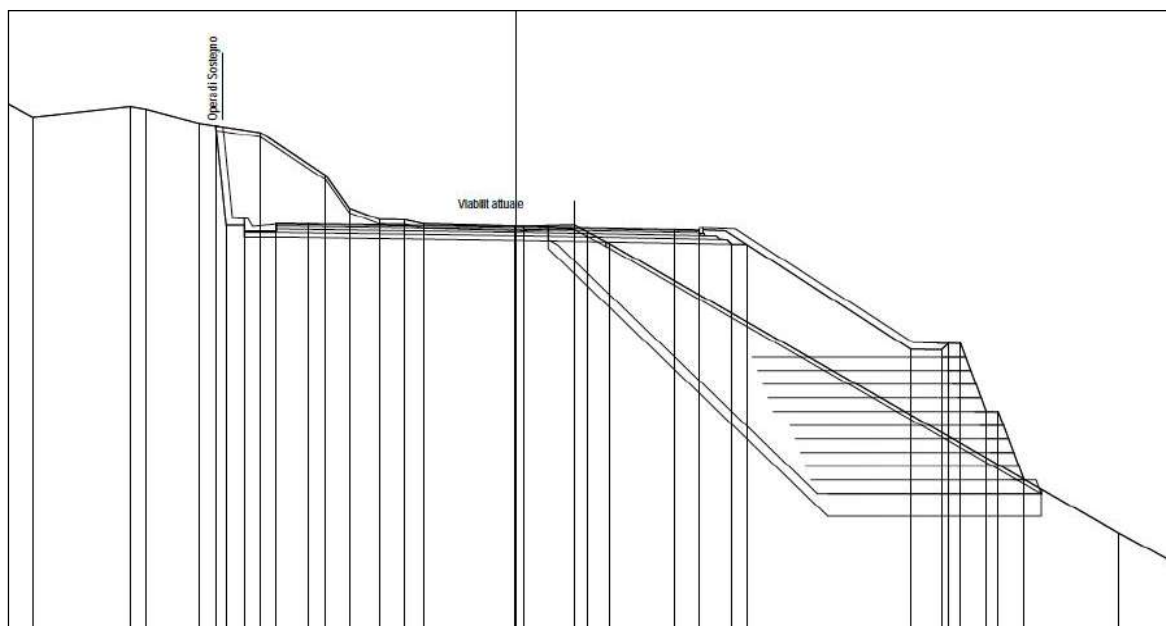
## IDROGEOLOGIA

UNITÀ DI COPERTURA	K (M/S)			
	MIN	MAX	MEDIA	DEV. STANDARD
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	7,04E-09	1,63E-08	1,17E-08	-
Strato di alterazione del substrato in posto (Formazione VLU2)	5,55E-09	5,24E-08	2,90E-08	-

## PRINCIPALI OPERE PREVISTE

- Sez. Ax8-3

Terre rinforzate sul lato a valle, ampliamento sede stradale in asse con preesistente e nuovo muro di controripa a monte.



Stralcio Sez. Ax8-3 (non in scala)

- Sez. AX8-8

Ridisegno della sezione complessiva e opera di sostegno in muratura a monte (muro di controripa) e a valle (muro di sottoscarpa).

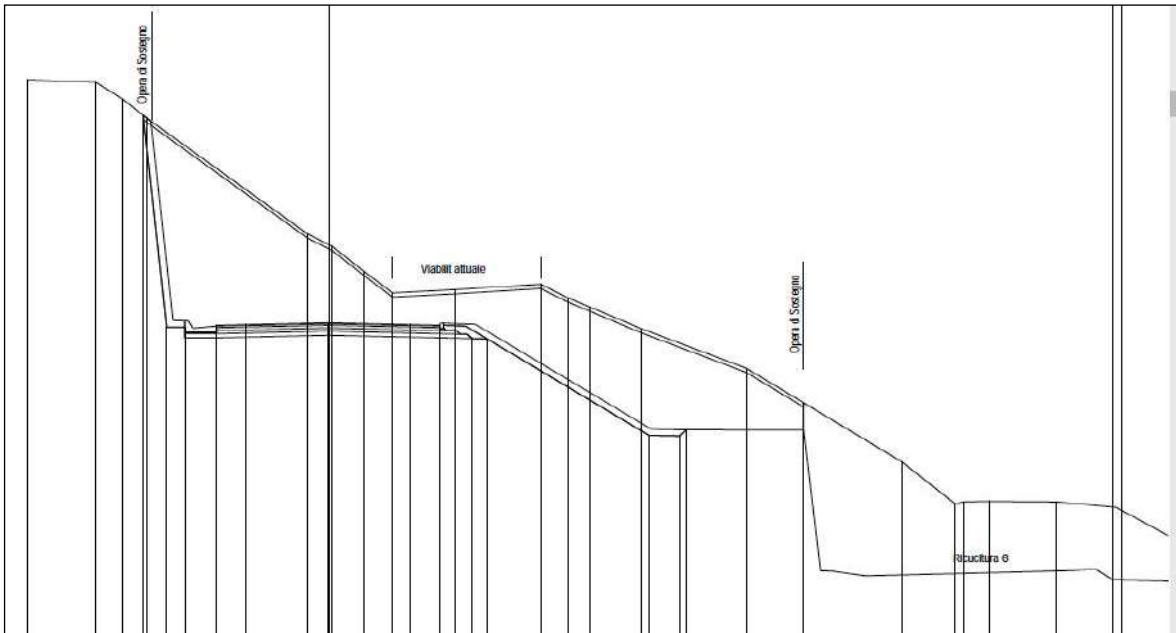
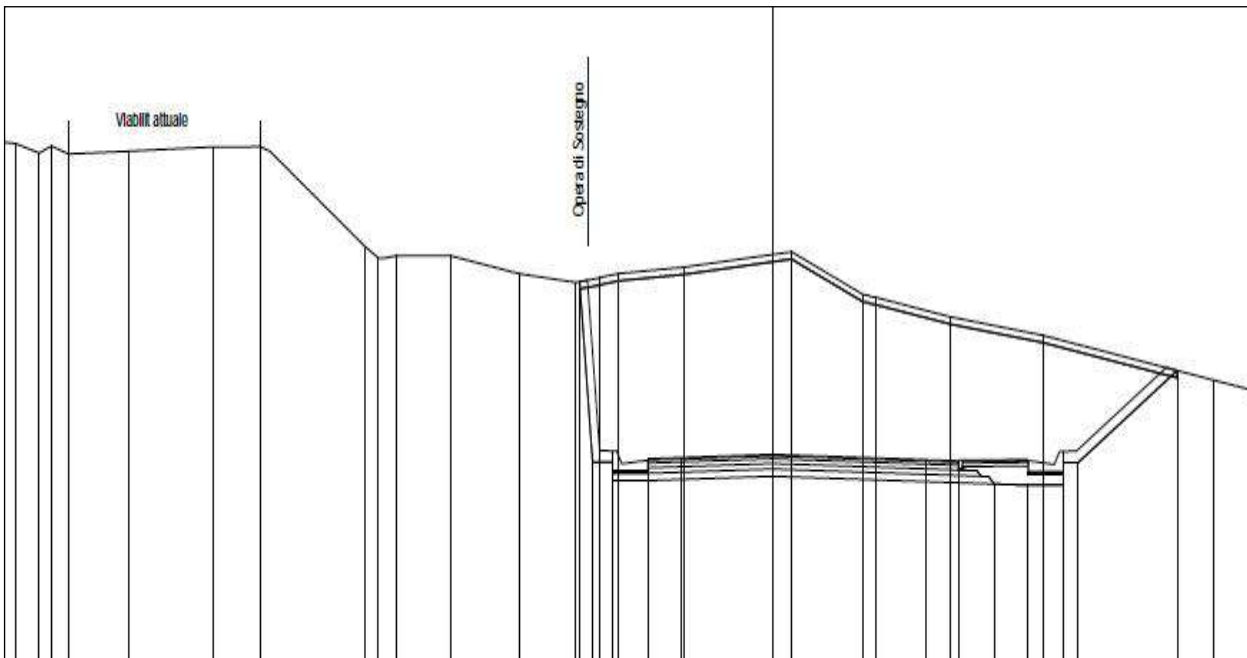


Figura 4-90 – Stralcio Sez. Ax8-8(non in scala)

- Sez. Ax8-18

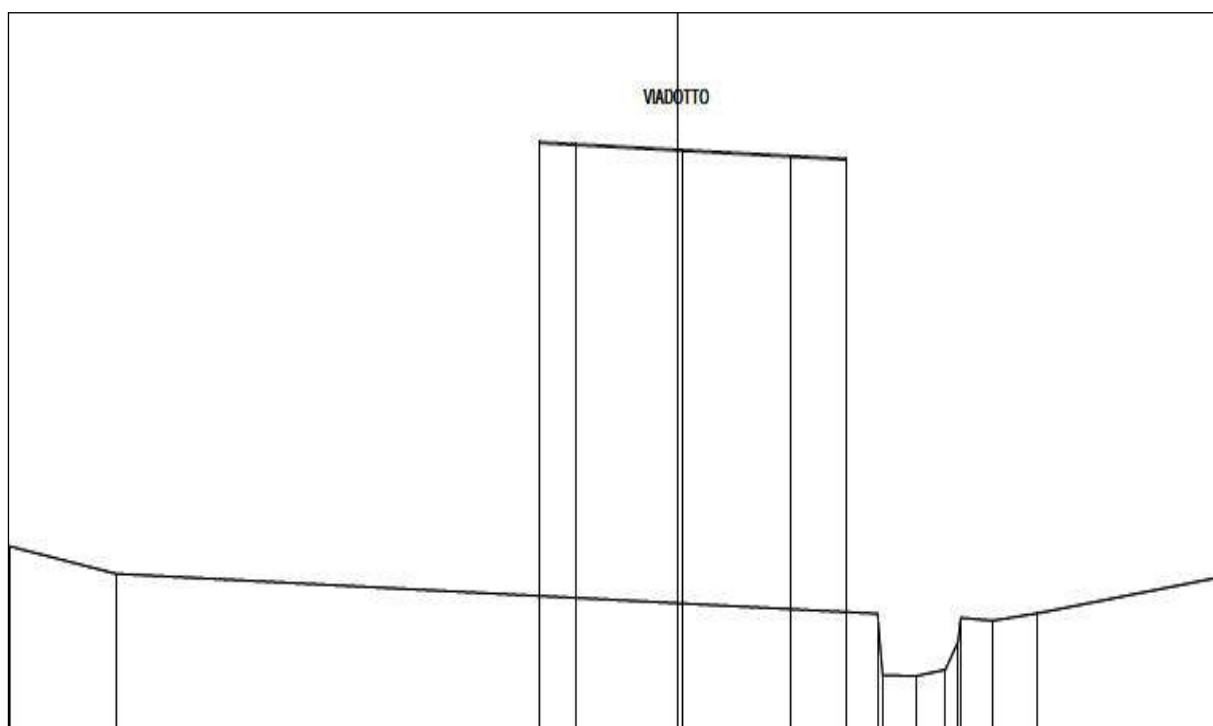
Nuova sede tracciata esterna, in trincea a valle della viabilità attuale con opere di sostegno sia a monte, sia a valle.



Stralcio sez. Ax8-18 (non in scala)

- Sez. Ax8-29

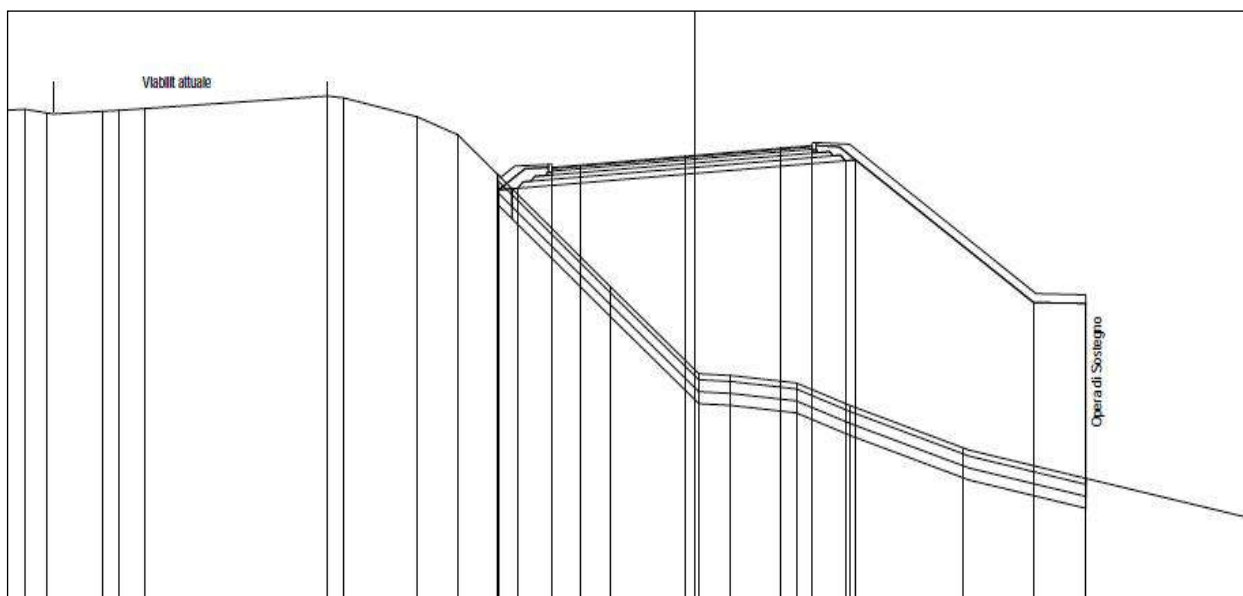
Sezione rappresentativa del viadotto sul Rio Cernusca.



Stralcio sez. Ax8-29 (non in scala)

- Sez. Ax8-35

Ultimo tratto della variante verso la rotatoria esistente, in uscita dal viadotto sul Rio Cernusca con opere di sostegno del rilevato a valle.



Stralcio sez. Ax8-35 (non in scala)

## IDROGEOLOGIA

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche generali della circolazione idrica sotterranea si rimanda al cap. 4.5. In sintesi nel tratto qui considerato la circolazione in falda è sicuramente presente e relativamente omogenea nei terreni detritici, presenti in misura significativamente minore in questo tratto e con permeabilità medie comprese tra  $1,35 \times 10^{-7}$  e  $1,39 \times 10^{-8}$  m/s.

Nel Complesso della Pietra Parcellara (CPP) del Cretaceo superiore, che è prevalente nel tratto, la circolazione può essere irregolare e localmente elevata per fratturazione.

In generale al contatto tra copertura detritica l.s. e formazioni rocciose in posto non risulta la presenza di falda specifica continuativa, stante la fratturazione diffusa del substrato profondo che consente la continua percolazione delle acque di superficie.

La soggiacenza presunta della falda è stata indicata nei profili a profondità sempre modesta e indicativamente compresa tra il sub-affioramento in corrispondenza alle incisioni più pronunciate degli impluvi (Rio di Castagneto e Rio Cernusca) e i 6 m da p.c.

## CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE

Nel tratto in esame il tracciato attraversa il Rio di Castagneto (tombino) e il più importante Rio Cernusca (viadotto lungo 180 m).

## DESCRIZIONE DEL TRACCIATO E CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE

Alla progr. 0+178,18 è presente l'impluvio secondario locale che scende dalla Loc. Castagneto, attraversato con tombino. La particolarità consiste nel substrato che è rappresentato da depositi di frana attiva per scivolamento quaternari(a1b), incuneati tra materiali in posto appartenenti alla Formazione della Val Luretta – Membro di Monteventano (VLU2) – lato N - a contatto in sovrascorrimento post-eocenico con il Complesso del Cretaceo superiore della Pietra Parcellara – lato S. in asse all'impluvio è presente un sondaggio con inclinometro (S30-IN) che segnala uno spostamento millimetrico.

L'ultimo tratto di tracciato incontra l'ampio alveo laterale del Rio Cernusca, affluente di destra orografica del Trebbia.

I piloni di sostegno del ponte-viadotto saranno fondati come segue, procedendo da NE verso SW:

- SPA profondità d'imposta di circa 4 m da p.c. in substrato in posto (Pietra Parcellara), dopo aver attraversato la copertura costituita da deposito gravitativo del Subsistema di Ravenna (AES8);
- P2 (dx) profondità d'imposta di circa 5 in condizioni analoghe al precedente;
- P2 (sx) profondità d'imposta sempre di circa 5 m senza presenza di copertura;
- SPB impostazione superficiale su base di plinto in cls, sempre con substrato di Pietra Parcellara.

Su questo tratto sono stati fatti numerosi sondaggi nelle formazioni rocciose di Luretta e della Pietra Parcellara, sempre con elevati valori di Nspt. Il sondaggio S30-IN in asse all'impluvio di Castagneto ha invece interessato i depositi quaternari di frana attiva per scivolamento; anche qui però i valori degli SPT sono elevati: 11, 18 e 26 a -7 m circa da p.c. e "rifiuto" a -11 m.



## 4.6.9 FASE DI COSTRUZIONE

### 4.6.9.1 Potenziali Impatti

La localizzazione più adatta alla viabilità è ovviamente vincolata al fondovalle pianeggiante, ove possibile, o a mezza costa sul versante vallivo in destra orografica, sede degli insediamenti principali e con morfologia favorevole e quindi per sua natura già più antropizzato e soggetto con relativa frequenza a nuovi interventi ed a modifiche dell'esistente.

Anche in corso d'opera gli impatti sono connessi all'equilibrio dinamico tra le necessità funzionali dell'opera (traffico, scorrevolezza, adeguamenti normativi) e l'ubicazione in un territorio sensibile posto in area valliva con substrato geologico complesso, copertura quaternaria di elevato spessore ed in evoluzione e con dinamica fluviale attiva sia sul fondovalle principale, sia ancor più sul versante interessato dal tracciato.

In fase di costruzione si prevedono i seguenti impatti:

1. Occupazione di nuove aree, in via temporanea, dai cantieri di lavoro (e definitiva in corrispondenza all'impronta dell'opera di progetto, per allargamento e rettifica della sede stradale con realizzazione di nuovi tratti). Le fasi di cantiere dei ponti sono le attività che determinano una maggiore occupazione di suolo.
2. Scotico e sbancamento di suolo e sottosuolo e taglio di vegetazione arborea e arbustiva nelle zone interessate. Il consumo di suolo naturale è complessivamente pari a circa 4 ettari (dei quali 1, 6 ha sono fasce forestali).
3. Scavo del sottosuolo per fondazioni superficiali e/o profonde quali muri di sostegno, terre armate e piloni di ponti, con conseguente produzione e necessità di smaltimento di terre e rocce di risulta.
4. Interferenze con aree di versante a rischio di dissesto o con dissesti in atto.
5. Un altro impatto, di entità occasionale e puntuale, può essere determinato dal possibile inquinamento dei terreni, sia a causa di un'eventuale contaminazione dovuta ad uno sversamento imprevisto in superficie di carburanti o lubrificanti durante i lavori, sia connesso con la realizzazione di fondazioni profonde, che comporterà l'utilizzo di fanghi per il sostegno dei fori.

#### 4.6.9.2 Interventi di mitigazione

La nuova infrastruttura è stata progettata in modo tale da garantire le più adeguate condizioni di sicurezza in relazione con la geomorfologia e la geologia del territorio, in particolare con le situazioni di dissesto gravitativo ed idrogeologico. Di conseguenza il progetto prevede interventi opportunamente dimensionati e la realizzazione di opere d'arte finalizzate a garantire la percorrenza del tracciato in sicurezza e senza pregiudizio per l'ambiente nel suo complesso.

Il consumo del suolo è minimizzato con l'accantonamento selettivo ed riuso sul posto ovunque possibile. Il consumo di sottosuolo è limitato grazie alle tipologie fondazionali puntuali scelte per le opere maggiori (plinti, pali o micropali) con parziale ricollocazione in posto a fine interventi. Per la parte eccedente è previsto il riuso in altro sito o, se non possibile, il conferimento in impianti idonei.

Non è prevista alcuna forma di scarico diretto sul suolo o nel sottosuolo. Tuttavia, sono ipotizzabili impatti connessi ad eventuali sversamenti accidentali di mezzi di cantiere durante l'attività di lavoro, che potrebbero determinare l'alterazione per infiltrazione della qualità di suolo, sottosuolo e/o delle acque sotterranee. Va comunque precisato che non è previsto l'utilizzo di additivi o di altre sostanze chimiche che possano essere accidentalmente disperse durante la fase di lavorazione o stoccaggio. Gli sversamenti sarebbero sostanzialmente da correlare a perdite accidentali di piccole quantità di olio e carburante dai serbatoi dei mezzi di cantiere a seguito di guasti tecnici o di collisioni.

Ai fini di una mitigazione dei possibili effetti indotti sulla componente suolo e sottosuolo possono trovare applicazione i seguenti accorgimenti:

- eventuale impermeabilizzazione delle aree di cantiere logistico con riferimento alle aree di movimentazione o sosta dei mezzi di cantiere, al fine di evitare possibili infiltrazioni in suolo e sottosuolo di fluidi inquinanti;
- predisposizione di sistemi di gestione delle acque superficiali;
- monitoraggio dello stato di integrità meccanica degli automezzi.

La collocazione dei cantieri temporanei eviterà ovunque possibile aree in dissesto attuale o potenziale, sia per minimizzare il rischio per le maestranze, sia per non accentuare i dissesti stessi con alterazioni, ancorchè limitate nel tempo, di suolo e sottosuolo.

Le aree di cantiere fisse sono scelte sulla base delle caratteristiche di idoneità agli interventi e dell'assenza di vincoli ambientali o naturali; al termine dei lavori saranno ripristinate allo stato di fatto. In generale le attività riguardano ambiti territoriali già assoggettati a taglio di vegetazione e scotico. Le demolizioni riguardano ambiti stradali. Queste attività comportano modifiche limitate nell'uso del suolo.

In fase di cantiere al fine di consentire l'adeguato svolgimento dei lavori sono previste opere provvisorie.

Per limitare l'impatto determinato dal possibile inquinamento del suolo per sversamento accidentale o del sottosuolo per la realizzazione di fondazioni profonde, può essere previsto di utilizzare esclusivamente fanghi polimerici biodegradabili, in luogo della bentonite.

Prima di un eventuale riutilizzo dei materiali provenienti da tali scavi, si dovrà provvedere ad un accumulo temporaneo degli stessi per 48-72 ore (in modo da garantire la completa degradazione dei polimeri stessi) e al loro controllo, al fine di verificare che siano rispettati i limiti massimi accettabili delle concentrazioni di inquinanti ai sensi del decreto legislativo 152/2006.

La realizzazione di rilevati e della struttura e sovrastruttura stradale rendono necessario l'approvvigionamento di terre ed inerti pregiati, che dovranno giungere da cave autorizzate e localizzate nelle zone del territorio più vicine ai lavori.

Le terre e gli inerti necessari per la realizzazione di terrapieni e rilevati e provenienti da cave sono stimati pari a 23.000 mc circa. Il progetto prevede un reimpiego parziale di terre e materiali di scavo dell'opera esistente pari a circa il 25% delle demolizioni di pavimentazione ed al 25 % degli scavi.

Per l'individuazione dei siti estrattivi per l'approvvigionamento dei materiali da cava si è fatto riferimento al PIAE 2011 (Piano Infraregionale delle Attività Estrattive) della Provincia di Piacenza nel quale sono indicati i poli estrattivi. Mentre nel PAE 2012 (Piano Attività Estrattive) del Comune di Rivergaro vengono individuati ulteriori due ambiti estrattivi denominati:

- Ambito estrattivo AC-1: "Carpignana sotto"
- Ambito estrattivo AC-37: "Rovereto Landi"

I materiali derivanti da scavi, sia che vengano riutilizzati all'interno del cantiere sia che vengano conferiti a discarica o a centro di recupero per MPS (Materia Prima Secondaria), saranno sottoposti ad analisi di caratterizzazione chimico fisica per verificarne la compatibilità con la destinazione o l'utilizzo previsto. Per i materiali per i quali è previsto il conferimento a discarica o a centro di trasformazione, le analisi faranno parte del dossier di tracciabilità del materiale, che comprenderà sia le analisi a campione e di riferimento per tale materiale, sia dalle relative bolle di trasporto.

La procedura di gestione dei materiali e delle terre da scavo dovrà essere effettuata ai sensi del D.Lgs 152/06 e s.m.i. e dal D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 e relativi documenti attuativi (Piano di Utilizzo delle Terre e delle Rocce da scavo), in ottemperanza a quanto indicato dall'all. 5 del Regolamento per la gestione dei materiali. Il Piano di Utilizzo descrive le modalità di gestione dei materiali da scavo che si originano nell'ambito delle attività di realizzazione delle opere, nelle fasi di produzione, trasporto ed utilizzo, nonché il processo di tracciabilità dei materiali dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio ed ai siti di destinazione.

Le attività di smaltimento in discarica o di recupero in impianto autorizzato, seguiranno la normativa di individuazione e classificazione dei rifiuti ed i criteri di gestione e trasporto in discarica. Parte del materiale scavato sarà riutilizzato all'interno del cantiere: per quanto riguarda il terreno vergine viene recuperato circa un 25%, per quanto riguarda il materiale proveniente da scavo del rilevato stradale esistente viene recuperato circa il 60%; dalle demolizioni e fresature viene recuperato circa il 25% del materiale.

Per quanto concerne la demolizione della pavimentazione esistente e delle strutture (fresatura e demolizione pavimentazioni, demolizioni di manufatti in c.a.), i volumi di inerti prodotti da destinarsi a discarica sono stimati in 56.000 mc circa (a fronte di una produzione di circa 75.000 mc).

Gli scavi totali corrispondono ad un volume pari a 91.000 mc circa.

#### 4.6.9.3 Valutazione degli impatti

L'esecuzione dei lavori determina impatti sulla componente suolodi livello medio, locale, permanente.

I potenziali rischi sono di livello medio, puntualmente localizzabili, con possibilità di applicazione di misure di prevenzione.

#### 4.6.9.4 Interventi di monitoraggio

Solo in caso di incidenti di cantiere con significativi sversamenti di sostanze chimiche sarà necessario procedere al prelievo e all'analisi di suolo e sottosuolo sul luogo dell'incidente.

Il monitoraggio ambientale relativo alla componente sottosuolo è effettuato al fine di verificare l'evoluzione dei fenomeni di dissesto in relazione alle modifiche delle caratteristiche di drenaggio, al rimescolamento degli strati costitutivi, all'innescio di dissesti potenzialmente evolvibili durante la costruzione dell'infrastruttura.

Il monitoraggio è realizzato mediante l'installazione di colonne inclinometriche che permettono di evidenziare la presenza di eventuali discontinuità attive con indicazione sia dell'entità sia della direzione di eventuali spostamenti e rappresenta un efficace strumento di controllo e sorveglianza di pendii potenzialmente instabili, rilevati, opere di sostegno.

### 4.6.10 FASE DI ESERCIZIO

#### 4.6.10.1 Potenziali impatti

La nuova configurazione progettuale determina un aumento dell'impronta stradale prevedendo l'occupazione permanente di aree agricole, ambiti naturali e seminaturali (fasce forestali e altri spazi) anche in fase di esercizio. Pur non modificando il generale assetto geomorfologico, litologico e strutturale del contesto di riferimento, la configurazione di progetto determina in corrispondenza delle aree di cui sopra, e solo limitatamente ad esse, un cambio di uso del suolo.

Il progetto è stato predisposto con soluzioni tecniche conseguenti alle valutazioni effettuate sul dissesto idrogeologico e le caratteristiche sismiche dell'area interessata dal passaggio dell'S.S. 45. Si evidenziano in merito alcuni benefici:

- intervento realizzato con normative aggiornate e vincolanti, con particolare riferimento all'adeguamento alla normativa sismica in un'area appenninica che ha avuto ripetuti episodi sismici attorno al 4° grado della scala MCS e classificata attualmente in zona 3;
- modalità fondazionali tramite pali e micropali dei sostegni di ponti e viadotti come maggiori garanzie di indipendenza rispetto a locali movimenti franosi della copertura o a colate di fango;
- muri di controripa e sottoscarpa adeguatamente fondati, con intercapedini drenanti e sistemi di raccolta e smaltimento capillare delle acque piovane.

#### 4.6.10.2 Valutazione degli impatti

L'intervento nel suo complesso determina un impatto sulla componente in valutazione relativamente al cambio d'uso del suolo di livello basso, locale, permanente, per la parziale mitigazione conseguente al recupero di aree oggi asfaltate e ripristinate ad uso agricolo o forestale.

In relazione agli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici, in estrema sintesi l'opera è utile nella sua funzione primaria di via di comunicazione fluida e moderna, è progettata con tutti gli accorgimenti necessari ad una corretta costruzione ed introduce alcuni importanti fattori migliorativi rispetto all'ambiente in cui è inserita.

#### 4.6.10.3 Interventi di monitoraggio

Anche ad opera conclusa, il monitoraggio ambientale relativo alla componente sottosuolo è effettuato al fine di verificare l'evoluzione dei fenomeni di dissesto e sarà realizzato mediante il mantenimento delle colonne inclinometriche già presenti che permettono il rilevamento sia dell'entità, sia della direzione di eventuali spostamenti e rappresentano il più efficace strumento di controllo e sorveglianza di pendii potenzialmente instabili, rilevati, opere di sostegno.

## 4.7 PAESAGGIO E BENI STORICO – CULTURALI

### 4.7.1 STATO ATTUALE DEL FATTORE AMBIENTALE

#### 4.7.1.1 Ambiti di paesaggio dell'area di studio

L'analisi degli ambiti di paesaggio avviene a scala locale limitandone la lettura all'interno del tratto vallivo interferito dai lavori.

A scala vasta il PTCP riconosce nell'ambito attraversato dalla SS 45 oggetto di ammodernamento il confine fra l'Unità di paesaggio fluviale 1b) "Subunità di paesaggio del Medio Corso del Trebbia" e l'Unità di paesaggio 4) "dell'alta collina".

In Comune di Travo si inserisce nell'Unità di Paesaggio n° 5c del "Medio Corso del Fiume Trebbia" al confine con l'UdP n° 9 "dell'alta collina" Sub Unità 9b "della collina delle valli del Trebbia e del Nure".

La lettura degli ambiti paesaggio è avvenuta a scala locale analizzando la carta degli usi del suolo, gli elementi del paesaggio visuale e gli elementi detrattori della qualità paesaggistica.

La rappresentazione degli ambiti di paesaggio viene illustrata nell'elaborato cartografico H.2.5 "Paesaggio visuale e percepito".

Dalla analisi effettuata è emerso che gli ambiti di paesaggio che caratterizzano l'area vasta sono i seguenti:

- ambito del paesaggio fluviale e dei rii minori
- ambito di paesaggio delle aree agricole e dei pascoli
- ambito di paesaggio delle aree urbanizzate e degli insediamenti minori
- ambito di paesaggio delle aree boscate

#### Ambito del paesaggio fluviale e dei rii minori

L'ambito di paesaggio che connota meglio l'area vasta di intervento è senz'altro quello fluviale: esso caratterizza longitudinalmente il sistema vallivo nel quale si collocano gli interventi di ammodernamento in previsione.

L'ambito di paesaggio fluviale è riferibile in primo luogo al corso del fiume Trebbia, e secondariamente, ai rii minori che confluiscono dalle valli laterali.

Il carattere torrentizio del fiume Trebbia fa sì che lungo l'ambito si notino numerosi accumuli di sedimenti fluviali specialmente nelle zone a minore pendenza ove il trasporto solido è impedito per la bassa velocità del deflusso.

Il Trebbia è il corso d'acqua di maggiore rilievo paesaggistico nel contesto di studio.

Il Fiume Trebbia, nel tratto interessato, amplia (rispetto ai tratti montani) la propria valle, formando spesso larghissimi ghiaioni. Il corso d'acqua risente inoltre di un regime torrentizio caratterizzato da piene imponenti e turbinate che ne modificano spesso la conformazione dell'alveo. Per contro, in estate, le magre (e la permeabilità del letto di scorrimento) sono talmente accentuate da lasciare il fiume quasi completamente in secca.

La secca estiva è dovuta anche ai massicci prelievi effettuati in territorio ligure, finalizzati all'uso civico, all'imbottigliamento dell'acqua e alle regimazioni a fini irrigui.

Nonostante la scarsità di acqua, nel periodo estivo, il greto del fiume (largo e facilmente accessibile) assume la valenza di spazio pubblico.

Gli abitanti di Travo e Rivergaro, i proprietari delle numerose seconde case presenti nell'area nonché i turisti provenienti soprattutto dai territori circostanti vivono l'alveo del Trebbia come un luogo ibrido tra spiaggia, parco lineare e piazza.

L'alveo si presenta quindi come una spina dorsale paesaggistica, reinterpretata dall'uomo in chiave semiurbana, dalla quale si gode di un punto di vista privilegiato sui paesaggi circostanti.

Le fasce tutelate del Trebbia includono al loro interno anche territori urbani e urbanizzati, oltre ad aree agricole.

Il **Torrente Cernusca** a fine tratto è il secondo corso d'acqua più importante nel tratto di intervento. Di rilievo dal punto di vista paesaggistico l'area di confluenza col Trebbia anche se risulta evidente il disturbo e la presenza antropica (ambiti antropizzati, frequentazione e presenza di vegetazione alloctona).



Figura 4-91: il Torrente Cernusca nell'area di studio (zona dove non sono previsti interventi).

Il **Rio San Michele** è un piccolo torrente ubicato in Comune di Rivergaro tra l'abitato di Cisiano e il Castello di Montechiaro. L'area di attraversamento della S.S. 45 è caratterizzata dalla presenza di vegetazione alloctona invasiva (Ailanto e Robinia) oltre che dalla presenza di accumuli di rifiuti. Il progetto in questo contesto prevede il solo allargamento del ponte esistente a monte e valle. L'intervento non si ritiene possa compromettere il valore paesaggistico di tale ambito di corso d'acqua ma può essere considerato un'occasione di riqualificazione ambientale.

Il **Rio Fontana Cavalla** è un piccolo torrente ubicato al confine tra il Comune di Rivergaro e il Comune di Travo presso l'abitato di Piane. L'area di attraversamento della S.S. 45 è caratterizzata dalla presenza di vegetazione alloctona invasiva (Ailanto e Robinia) oltre che dalla presenza di accumuli di rifiuti; l'alveo è soggetto a fenomeni erosivi.

Il progetto in questo contesto prevede il solo allargamento del ponte esistente a monte. L'intervento non si ritiene possa compromettere il valore paesaggistico di tale ambito di corso d'acqua ma che possa diventare occasione di riqualificazione ambientale.



Il **Rio Bacchello** è un piccolo torrente ubicato in Comune di Travo presso l’abitato di Casino d’Agnelli. L’area di attraversamento della S.S. 45 è caratterizzata dalla presenza di vegetazione alloctona invasiva (Ailanto e Robinia) oltre che dalla presenza di rifiuti.

Il progetto non interviene in questo contesto.

Il **Rio Felino** è un piccolo torrente ubicato tra Piana di Sopra e l’abitato di Quadrelli. L’area di attraversamento della S.S. 45 è caratterizzata dalla presenza di vegetazione alloctona invasiva (Ailanto e Robinia) oltre che dalla presenza di rifiuti; l’alveo è soggetto a fenomeni erosivi.

Il progetto non interviene in questo contesto.

Il **Rio Quadrelli** è un piccolo torrente ubicato nei pressi dell’abitato di Quadrelli. L’area di attraversamento della S.S. 45 è caratterizzata dalla presenza di vegetazione alloctona invasiva (Ailanto e Robinia) oltre che dalla presenza di rifiuti; l’alveo è soggetto a fenomeni erosivi.

L’ambio fluviale del Trebbia quale principale elemento dell’ambito di paesaggio fluviale è attraversato in più punti da ponti stradali storici che oltre dai quali è possibile godere dello scorcio vallivo longitudinale in mezzo al fondovalle: si citano tra questi il ponte che conduce all’abitato di Travo (SP40) ed il ponte che conduce all’abitato di Case Marchesi.

Non secondaria, anche se non direttamente interessata dagli interventi in progetto, risulta la visuale dal Ponte sul Fiume Perino a sud delle aree di intervento.



Figura 4-92: visuale dell’ambito di paesaggio fluviale dal ponte sul fiume Trebbia che conduce all’abitato di Travo



Figura 4-93: visuale verso monte dell'ambito di paesaggio fluviale dal ponte sul fiume Perino



Figura 4-94: visuale verso monte dell'ambito di paesaggio fluviale dal ponte sul Trebbia nei pressi di Case Marchesi.

### Ambito delle aree agricole e dei pascoli

Tale ambito costituisce di gran lunga quello maggiormente presente nell'area vasta considerata. Le superfici agricole si collocano nelle aree pianeggianti o di medio versante racchiuse tra il corso del Trebbia e le pendici boscate dei rilievi collinari che caratterizzano l'area di studio.

In tale ambito le superfici complementari ai centri abitati di Rivergaro e Travo e, più in generale, alle aree urbanizzate sono costituite da aree agricole coltivate a carattere estensivo e spesso inframmezzate da rii minori, siepi ed alberate.



Figura 4-95: aree agricole inframezzate da cascine isolate e piccole aggregazioni, sullo sfondo il Castello di Montichiario.

Si rinvengono inoltre sistemi di cascine isolate o in piccole aggregazioni, immersi nelle proprie pertinenze coltivate secondo lottizzazioni e strutturazioni infrastrutturali storiche, con una densità tale da porle in vista l'una dell'altra. L'ambito è caratterizzato da modesta presenza di fattori strutturanti se si eccettuano le modalità localizzative e le tipologie edilizie sui versanti collinari, con presenza di elementi del disegno di lottizzazione agraria tradizionale, con siepi, filari, residui naturali.

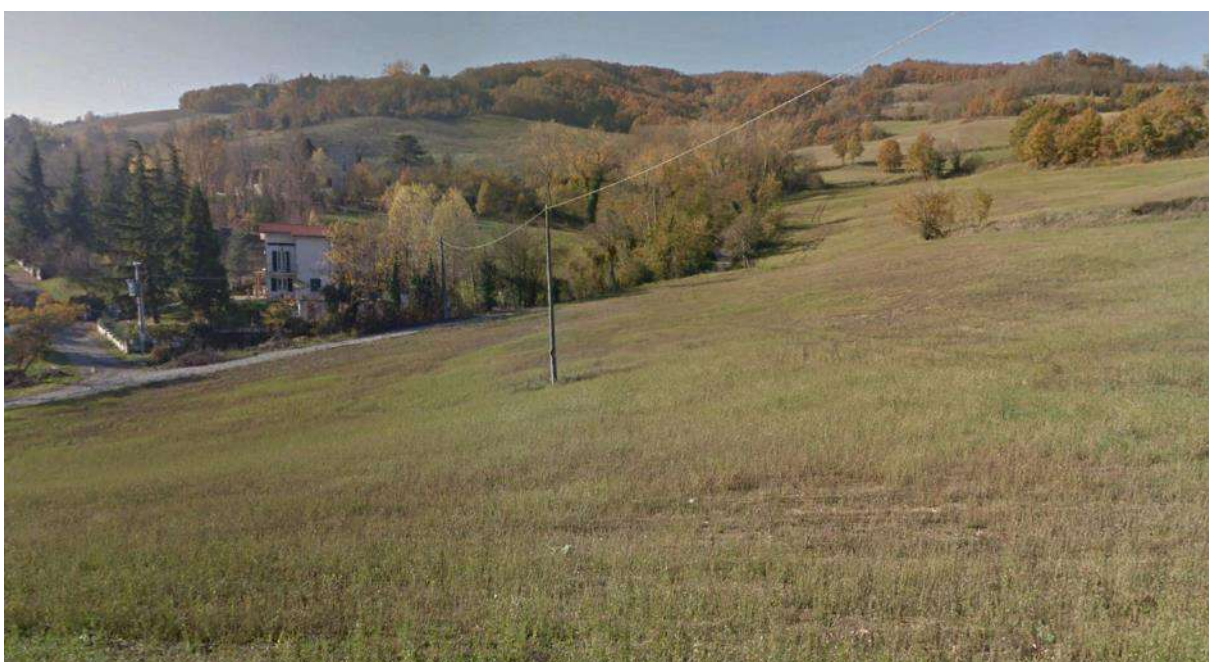


Figura 4-96: visuale dell'ambito di paesaggiodelle aree agricole sul versante di Travo

Lungo le aree coltivate si rinvencono, specialmente nelle aree in prossimità dei centri abitati, colture caratterizzanti il paesaggio quali i frutteti e i vigneti.



Figura 4-97: colture caratterizzanti il territorio nella parte meridionale dell'area di studio.

Ampie superfici agricole si rinvencono a nord dell'abitato di Cernusca verso le frazioni di Castagneto e Zanre. Nella porzione settentrionale dell'area vasta di studio Più a nord si rinviene l'ambito di paesaggio tipico delle aree agricole in corrispondenza dell'abitato di Colombarole Monte Traverso.

In relazione alla differente conformazione dei versanti posti in sinistra e destra orografica del Trebbia, quest'ultimi più acclivi e prospicienti il corso d'acqua, le maggiori superfici agricole sono collocate in sinistra orografica, laddove i versanti sono più morbidi e meglio si prestano alla pratica agricola. Le colture presenti sono secondo l'uso del suolo dell'area: ambiti a seminativi non irrigui, ambiti con colture agricole e spazi naturali importanti, ambiti a sistemi colturali e particellari complessi, ambiti a vigneti.

Facendo riferimento specifico alle aree interessate dagli interventi di ammodernamento in oggetto, si segnala come essi interessino marginalmente l'ambito di paesaggio in oggetto in corrispondenza di allargamenti o di ampliamenti dei raggi di curvatura della strada. Alcune nuove rotatorie ed aree di svincolo per frazioni minori ricadono in aree agricole.



Figura 4-98: ambito di paesaggio delle aree agricole nei pressi di Colombarola interessato dal passaggio della SS45 in un tratto in variante rispetto al tracciato attuale.



Figura 4-99: ambito di paesaggio delle aree agricole interessato dalla realizzazione della rotonda per l'ingresso nella frazione Mulinazzo

### Ambito di paesaggio delle aree urbanizzate e degli insediamenti minori

Tali ambiti sono per lo più riferiti ai principali centri abitati di Rivergaro e Travo e alle relative frazioni che si dislocano lungo la Valle Trebbia e, nello specifico, lungo la SS 45.

Si tratta di ambiti urbani di carattere rurale senza la presenza di edilizia convenzionata o espansioni edilizie fuori contesto. Accanto agli edifici storici con architetture rurali, spesso restaurate, si rinvengono edifici di recente costruzione corrispondenti a nuove lottizzazioni specialmente nella periferia dei due principali centri abitati.

Lungo la SS 45 si rinvengono insediamenti di tipo lineare, collocati lungo la principale direttrice stradale che solca il fondovalle e costituiti essenzialmente da abitazioni di carattere rurale, alcune restaurate, o ville uni-bifamiliari utilizzate spesso come seconde case.



Figura 4-100: ingresso all'abitato di Travo

In corrispondenza di ciascun centro abitato o frazione è spesso rinvenibile un edificio religioso di maggiore o minor importanza a seconda dei casi.

La struttura dell'insediamento nei due principali centri abitati di Rivergaro e Travo evidenzia a fianco delle abitazioni civili, con altezze mai superiori ai due piani, numerosi edifici dedicati alla pastorizia (stalle) sia recenti che datate ed altre attività artigianali e seconde case di villeggiatura. Gli abitati attraversati dall'infrastruttura o comunque adiacenti al tracciato sono da nord verso sud i seguenti:

- Rivergaro;
  - Fabbiano;
  - Mulinazzo;
  - Cisiano (Monte Travaso);
  - Piane, La Colombarola;
  - Coni di Sotto;
  - Casino d'Agnelli (Canova Ponte) (ambito di non intervento);
- Tra le strade principali, la SS 45 interseca la SP 40;
- Quadrelli (ambito di non intervento);
  - Dolgo;
  - Cernusca (ambito di non intervento).

### Ambito di paesaggio delle aree boscate

Tale ambito è connotato da elevati livelli di naturalità con l'assenza di insediamenti e/o pressioni antropiche

Per quanto riguarda il territorio analizzato, l'ambito in oggetto si localizza sulle pendici collinari e montane poste sui versanti in destra e in sinistra orografica del fiume Trebbia. Le formazioni boscate una volta presenti anche nella pianura sono state riletigate alle aree meno agevoli per la pratica agricola intensiva ossia sulle pendici dei versanti. Analogamente a quanto osservato per l'ambito di paesaggio delle aree agricole, si osserva come le componenti boscate maggiori siano localizzate in destra orografica del Trebbia laddove i versanti sono più erti e di conseguenza sono meno agevoli alla pratica agricola. Tale ambito è identificabile nella porzione a sud del Rio Cernusca e, più a nord, sui versanti dell'abitato di Dolgo e di quelli di Casino d'Agnelli. In sinistra orografica del Trebbia le formazioni boscate maggiori sono quelle corrispondenti al Monte Pillerone e relativo galassino (*Monte Pillerone e Castello di Montechiaro*)



Figura 4-101: ambito di paesaggio delle aree boscate, sullo sfondo il monte Pillerone.

L'ambito di paesaggio delle aree boscate si presenta omogeneo sotto l'aspetto visivo ma è costituito da molteplici formazioni forestali quali i castagneti, i boschi di querce, di carpini e frassini. Lungo i margini abitati e lungo la SS 45 si rilevano formazioni di vegetazione alloctona (Robinia, Ailanto) sia in filare che areali.



Figura 4-102: formazioni boscate di ripa di prevista eliminazione per l'adeguamento stradale in oggetto

L'ambito di paesaggio delle aree boscate diviene caratterizzante specialmente nella stagione autunnale grazie alle variazioni cromatiche della colorazione delle foglie.

Con specifico riferimento alle aree direttamente interessate dai lavori si evidenzia come le superfici boscate interessate dai lavori siano riconducibili a

- Soprassuoli boschivi con forma di governo difficilmente identificabile o molto irregolare prima specie Rp Robinia (*Robinia pseudoacacia*), seconda specie Pni Pioppo nero (*Populus nigra*);
- Fustaie, prima specie Pn Pino nero e Pino austriaco (*Pinus nigra*, *P. austriaca*), seconda specie Rp Robinia (*Robinia pseudoacacia*);
- Soprassuoli boschivi con forma di governo difficilmente identificabile o molto irregolare prima specie Rp Robinia (*Robinia pseudoacacia*), seconda specie Qpu Roverella (*Quercus pubescens*);
- Fustaie, prima specie Pn Pino nero e Pino austriaco (*Pinus nigra*, *P. austriaca*), seconda specie Rp Robinia (*Robinia pseudoacacia*);
- Soprassuoli boschivi con forma di governo difficilmente identificabile o molto irregolare prima specie Pni Pioppo nero (*Populus nigra*), seconda specie Rp Robinia (*Robinia pseudoacacia*);

#### 4.7.1.2 Beni culturali

Vengono, di seguito, analizzate le consistenze architettoniche presenti all'interno dei territori comunali interessati dal passaggio della SS 45 oggetto di ammodernamento e che potenzialmente potrebbero risentire dell'intrusione visuale dello stesso.

Sono stati presi in considerazione i Beni architettonici riportati nel webgis del MiBACT-Segretariato regionale per l'Emilia Romagna rientranti nel buffer di 2km dall'asse stradale della SS 45.

Tali beni vengono riportati planimetricamente nell'allegato cartografico Vincoli ambientali e paesaggistici.



**1 - Chiesa di San Cristoforo Martire, canonica e pertinenze (033043\_19)**



Tipo complesso:  
Bene complesso

Numero di beni contenuti nel complesso: 3

Beni presenti: Chiesa (XVIII sec.) - Canonica - Stalla/Scuderia

Categoria edificio principale: Edifici religiosi

Tipologia edificio principale: Chiesa

Tipo di tutela: Provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 1850 m**

La chiesa di San Cristoforo Martire sorge isolata in località Pillori, con orientamento Nord Ovest-Sud Est. La facciata è a vento, su due ordini di lesene binate, che la rinserrano agli angoli, separati da una cornice modanata in aggetto. La facciata è coronata da un frontone triangolare. al centro si apre l'unico portale rettangolare, sormontato da architrave su mensole. Al centro del fregio la dedicazione S. CHRISTIPHORO MAR. DICATUM. Nella parte superiore della facciata si apre, al centro, un ampio finestrone a lunetta, con cornice modanata.

**2 – Ponte sul torrente Perino (033016\_7)**



Tipo complesso: Bene individuo

Beni presenti: Ponte

Categoria edificio principale: Spazi aperti e infrastrutture viarie

Tipologia edificio principale: Ponte

Provvedimenti: Decreto Direzione Regionale (06/12/2011)

Tipo di tutela: Provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 1450 m**

### 3 – Chiesa di San Giorgio Martire, casa canonica e pertinenze (033043\_11)



Tipo complesso: Bene complesso

Numero di beni contenuti nel complesso: 8

Beni presenti: Chiesa (XIX sec.) - Campanile - Canonica (XVII sec.) - Casa - Fienile - Stalla/Scuderia - Chiesa (XVII sec.) - Annesso rustico

Categoria edificio principale: Edifici religiosi

Tipologia edificio principale: Chiesa

Tipo di tutela: Provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 1100**

La chiesa ha origini antiche, è infatti già citata nei verbali delle visite apostoliche di Mons. Castelli (1579) e Mons. Zandemaria (1659). L'edificio attuale fu ricostruito nell'Ottocento. Tale ricostruzione è testimoniata da una lapide posta all'interno del tempio datata al 1916. La lapide ricorda che tra gli anni 1847 e 1863 don Antonio Mentegari eresse la nuova chiesa presso l'antica, su disegno dell'Ing. Giulio Monaco da Piozzano.

**Descrizione** La chiesa di San Giorgio sorge in località Viserano, isolata, con orientamento Nord-Sud. La facciata è a vela, tripartita e rinserrata agli angoli da lesene doriche a tutta altezza, con frontone triangolare di coronamento. Al centro, nella parte bassa si apre l'unico portale, a luce rettangolare, in quella alta un finestrone a lunetta. Nella parte alta dell'aula circolare si aprono sui lati due finestroni a lunetta. Sull'aula si eleva un tiburio con lanterna. A destra e sinistra della facciata si addossano i volumi, più bassi di due cappelle votive. Sul retro si addossa all'aula l'abside semicircolare.

### 4 - Chiesa di Santo Stefano Protomartire e Canonica (033043\_prov1)



Tipo complesso:

Beni presenti: Chiesa (XVII sec.) - Canonica (XVII sec.)

Categoria edificio principale: Edifici religiosi

Tipologia edificio principale: Chiesa

Tipo di tutela: Provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 800m**

**5 - Chiesa di San Paolo Apostolo e pertinenze (033043\_12)**



Tipo complesso: Bene complesso

Numero di beni contenuti nel complesso: 4

Beni presenti: Chiesa (XX sec.) - Campanile (XX sec.) - Fabbricato accessorio (XX sec.) - Canonica (XX sec.)

Categoria edificio principale: Edifici religiosi

Tipologia edificio principale: Chiesa

Tipo di tutela: Provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 60m**

Il complesso di Quadrelli fu edificato nel 1935 in sostituzione dell'oratorio già esistente (ubicato in località "Masera"). L'edificazione della chiesa fu curata dal Cav. Luigi Mazzoni. La costruzione venne ubicata su un terreno di proprietà del Cav. Mazzoni. Quest'ultimo lo donò alla parrocchia di Fellino. Quando prese avvio la fabbricazione dell'edificio, il Cav. Mazzoni non si attenne al progetto già approvato, ma scelse soluzioni stilistiche molto simili alla chiesa di Statto. La chiesa fu ultimata in meno di un anno. E il 27 ottobre del 1935 fu benedetta dal Vescovo Mons. Ersilio Mendrani. La dedicazione a San Paolo Apostolo è legata al ricordo del Sig. Paolo Mazzoni, padre del Cavaliere. La parrocchia di Quadrelli è di recente fondazione. Il primo parroco, Don Mario Badenchini, si insediò l'8 settembre del 1946.

**Descrizione** La chiesa di San Pietro Apostolo sorge in località Quadrelli di Travo, all'interno del centro abitato, con orientamento NordOvest-SudEst. La facciata a capanna, in corsi alternati di mattoni, conci di pietra e fasce di pietra nera, è rinserrata agli angoli da pilastri quadrati, sormontati da trabeazione, con cornice in cotto. Al centro si apre l'unico portale, con stipiti in conci di pietra posti a risega. Il portale è sormontato da un frontone triangolare interrotto. Al centro, nella parte superiore si apre un rosone circolare, con cornice modanata in cotto. Ai fronti laterali si addossano i volumi di una cappella votiva per lato, della canonica e della sagrestia.

**6 - Chiesa parrocchiale di Sant'Alessandro martire e Canonica (033043\_10)**



Tipo complesso: Bene complesso

Numero di beni contenuti nel complesso: 4

Beni presenti: Chiesa (XVIII sec.) - Canonica - Campanile - Fabbricato accessorio

Categoria edificio principale: Edifici religiosi

Tipologia edificio principale: Chiesa

Tipo di tutela: Provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 1600m**

La chiesa venne edificata negli anni trenta del Seicento, ma ci sono documenti più antichi che attestano già l'esistenza di un edificio di culto. Il primo documento noto risale al XIV secolo. Si tratta di un atto del notaio Gabriele Musso del 24 giugno 1317 che indica la chiesa come suffraganea della pieve di Sant'Antonino di Travo. L'edificio è nominato anche nella Visita Apostolica di Mons. Castelli del 1573 dove si certifica che Sant' Alessandro è unita alla chiesa di Denavolo dal 22 marzo 1573.

**Descrizione** La Chiesa di Sant'Alessandro Martire sorge in località Fellino, isolata, con orientamento Est-Ovest. La facciata è a capanna con cuspide poligonale, con cornice modanata in aggetto. La facciata è rinserrata agli angoli da pilastri in pietra a vista che sorreggono monconi di trabeazione. Al centro si apre l'univo portale rettangolare e un finestrone a sesto ribassato, con cornice a casula. Ai fronti si addossano la Canonica ed edifici rurali. Nei fronti laterali si aprono due finestroni a lunetta per lato.

**7 - Cimitero (033043\_prov2)**



Tipo complesso: Bene individuo

Beni presenti: Cimitero (XIX sec.)

Categoria edificio principale: Cimiteri

Tipologia edificio principale: Cimitero

Tipo di tutela: Provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 1800m**

**8 - Oratorio della Beata Vergine delle Grazie del Castellaro (033043\_7)**



Tipo complesso: Bene individuo  
 Beni presenti: Oratorio (XV sec.)  
 Categoria edificio principale: Edifici religiosi  
 Tipologia edificio principale: Oratorio  
 Tipo di tutela: Declaratoria  
**Distanza dalla SS 45: 2380m**

Nel 1830 all'edificio furono aggiunti i due bracci laterali, il pronao e il coro. Durante tale intervento di ampliamento furono rinvenute molte ossa di defunti che vennero tumulate al di sotto del pronao stesso.

Descrizione La Chiesa della Beata Vergine delle Grazie sorge isolata in località Fellino, con orientamento Est-Ovest. La chiesa in pietra a vista, presenta una facciata a capanna, preceduta da un profondo portico, aperto sul fronte da un arco a tutto sesto, e coperto da tetto a falde con travi lignee a vista. La facciata è rinserrata sugli angoli da lesene a tutta altezza e coronata da frontone triangolare, con cornice in leggero aggetto. Al centro si apre l'unico portale, sormontato da una lunetta in cotto con il bassorilievo raffigurante la Madonna con Bambino. Nella parte superiore si apre un finestrone a lunetta, con cornice in mattoni. Al fronte destro si addossa la sagrestia.

**9 - Chiesa dei Santi Faustino e Giovita (033043\_A)**



Tipo complesso: Bene complesso

Numero di beni contenuti nel complesso: 2

Beni presenti: Chiesa (XVI sec.) - Campanile (XVI sec.)

Categoria edificio principale: Edifici religiosi

Tipologia edificio principale: Chiesa

Tipo di tutela: vigente ope legis

**Distanza dalla SS 45: 1200m**

Della chiesa parrocchiale non si sono trovate notizie antecedenti alla seconda metà del XVI secolo, sebbene la dedicazione riconduca ad un'origine più antica. Le date più importanti che testimoniano lo sviluppo della chiesa sono state trascritte su di una lapide risalente al 16 dicembre 1956. Al 1656 risale la fondazione della chiesa, al 1767 l'erezione della parrocchia. La chiesa attuale è frutto di rimaneggiamenti successivi, ma l'edificio originario è più antico dato che è citato già nella visita pastorale di Mons. Castelli del 1579 che tramanda come la chiesa fosse unita a quella di Fellino dal 1573.

**Descrizione** La Chiesa dei Santi Faustino e Giovita sorge isolata in località Denavolo con orientamento Est-Ovest. la facciata è a vento, coronata da un frontone triangolare, il cui timpano è decorato con un motivo, in stucco, a rosone fiorito. Al di sopra del colmo e dei rampanti della cuspide, ai lati, si alzano pinnacoli a vaso, in pietra. La facciata è tripartita e rinserrata agli angoli da lesene doriche, al di sopra delle quali corre una trabeazione spezzata in aggetto. Tra le lesene decorazioni a specchio. Al centro si apre l'unico portale, rettangolare, e nella parte superiore un finestrone rettangolare. Al di sopra del portale, entro una cornice la dedicazione SS. FAUSTINO ET IOVITAE DICATUM. Ai fronti laterali si addossano i volumi, più bassi di una cappella votiva per lato e sul lato destro, in continuità con la facciata la torre campanaria. A pianta quadrata, su tre ordini, separati da cornici marcapiano, con lesene d'angolo, termina con una cella aperta sui quattro lati da monofore a tutto sesto, coronata da tamburo ottagonale, coperto da cupola in mattoni con lanterna. Sul retro della chiesa, lato destro si addossa la sagrestia. Al di sopra del presbitero si eleva una piccola lanterna con finestrelle rettangolari.

**10 - Ponte sul Fiume Trebbia (033043\_14)**



Tipo complesso: Bene individuo

Beni presenti: Ponte (XX sec.)

Categoria edificio principale: Spazi aperti e infrastrutture varie

Tipologia edificio principale: Ponte

Tipo di tutela: provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 300m**

**11 - Chiesa e canonica di Sant'Antonino Martire (033043\_8)**



Tipo complesso: Bene complesso

Numero di beni contenuti nel complesso: 3

Beni presenti: Chiesa (XVIII sec.) - Campanile - Canonica

Categoria edificio principale: Edifici religiosi

Tipologia edificio principale: Chiesa

Tipo di tutela: provvedimento

**Distanza dalla SS 45:450m**

Una pieve dedicata a Sant'Antonino esisteva già nel IX secolo. L'edificio attuale non è il primitivo. La chiesa attuale di Sant'Antonino venne eretta alla metà dell'XI secolo e a partire dal Trecento divenne una grande plebana della Val Trebbia.

Descrizione La Chiesa di Sant'Antonino Martire sorge all'interno dell'abitato di Travo, con orientazione Ovest-Est. Circondata dagli edifici prospetta su di un piccolo sagrato. La facciata, in pietra a vista, conserva le tracce dello stile romanico della chiesa originaria del XI secolo, con rifacimenti neoclassici tardo cinquecenteschi. La facciata è a salienti con frontone centrale sormontato da cuspidi piramidali. Lesene leggermente in aggetto rinserrano i lati e segnano il corpo centrale. Ai lati due portali feriali a luce rettangolare sormontati da finestroni a lunetta; al centro il portale maggiore, a luce rettangolare, sormontato da un finestrone rettangolare cieco. Ai lati del portale maggiore, due specchi rettangolari intonacati. I fronti laterali, in pietra a vista, sono nella parte alta decorati con arcatelle cieche che inquadrano le originarie monofore a tutto sesto del claristerio, ora cieche e sostituite da tre finestroni a lunetta per fronte. Le pareti delle navate minori presentano leggeri contrafforti di sostegno e tracce di antiche aperture ad arco. Al fronte nord si addossano i volumi di una cappella votiva e della sagrestia, forati da un finestrone rettangolare. Sul retro l'abside semicircolare senza aperture.

**12 - Torrione della Rocca Anguissola (033043\_1)**



Tipo complesso: Bene individuo

Beni presenti: Castello/Rocca (XII sec.)

Categoria edificio principale: Fortificazioni

Tipologia edificio principale: Castello/Rocca

Tipo di tutela: provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 420m**

**13 - Chiesa Parrocchiale di Santa Maria (033043\_16)**



Tipo complesso: Bene complesso

Numero di beni contenuti nel complesso: 2

Beni presenti: Chiesa (XV sec.) - Campanile (XII sec.)

Categoria edificio principale: Edifici religiosi

Tipologia edificio principale: Chiesa

Tipo di tutela: provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 600m**

Un'antica chiesa dedicata a Sant'Andrea è documentata già dal VI secolo. Verso il 1000-1100 la chiesa di Sant'Andrea passò sotto il monastero di San Paolo di Mezzano, ma successivamente venne rivendicata da San Colombano di Bobbio. Da circa il XIV secolo, si perde la memoria di questa chiesa per lasciare spazio alla chiesa di Santa Maria. Probabilmente il vecchio edificio cadde in rovina, ad eccezione dell'abside e durante la ricostruzione venne modificata anche la dedicazione. La mancanza di allineamento tra le due absidi, avallerebbe l'ipotesi di un allargamento della primitiva aula absidale. La tipologia degli archetti rimanderebbe all'XI secolo. Ad una terza fase, riconducibile al XII secolo, potrebbe essere pertinente la base del campanile.

**Descrizione** La chiesa della Beata Vergine Addolorata sorge in località Santa Maria di Travo, isolata, con orientamento Est-Ovest. La chiesa in pietra a vista presenta una facciata a capanna con frontone triangolare a cornice modanata. Al centro si apre l'unico portale, rettangolare, sormontato da un architrave in aggetto. Al di sopra del portale si apre un ampio finestrone a lunetta. Ai fronti laterali si addossano i volumi delle cappelle votive.



**14 - Chiesa parrocchiale di Sant'Ilario Vescovo e pertinenze (033038\_12)**



Tipo complesso: Bene complesso

Numero di beni contenuti nel complesso: 5

Beni presenti: Chiesa (XVIII sec.) - Campanile (XIX sec.)  
- Sacrestia - Fabbricato accessorio - Canonica

Categoria edificio principale: Edifici religiosi

Tipologia edificio principale: Chiesa

Tipo di tutela: provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 1200m**

La fonte più antica indica la Chiesa di Sant'Ilario de Raglio già esistente nel 1138. In origine la chiesa di Rallio dipendeva dalla Pieve di Dugliara. Dopo il 1500 le varie chiese si staccarono e formarono le varie parrocchie. Della chiesa attuale di Rallio non si conoscono né la data precisa di costruzione, né il nome dell'architetto progettista. La chiesa era abbastanza ampia, con le pareti interne dipinte con immagini sacre. Sulla facciata era presente l'immagine di Sant'Ilario.

**Descrizione** La Chiesa di Sant'Ilario Vescovo sorge in località Rallio, al centro dell'abitato, preceduta da un sagrato poco profondo, cui si accede tramite una scalinata in pietra di cinque gradini, con orientazione Est-Ovest. La facciata neoclassica, su due ordini di lesene doriche, tripartita, è a capanna, coronata da frontone triangolare in aggetto. Al di sopra delle lesene corre una trabeazione spezzata in aggetto. Le lesene centrali proseguono nel timpano, fino ai rampanti. Al centro, nell'ordine inferiore, si apre l'unico portale, a luce rettangolare, con cornice modanata in pietra, sormontato da frontone triangolare interrotto. Al centro, al secondo ordine, si apre un finestrone rettangolare. Sui fronti si addossano i volumi, più bassi, di una cappella votiva per lato. Sul fronte destro, nella parte alta si apre un finestrone rettangolare. Due finestroni rettangolari si aprono ai lati del presbiterio e uno sul retro. Il campanile sorge e si addossa sul lato sinistro al presbiterio, su tre ordini, separati da cornici marcapiano, termina con una cella forata sui quattro lati da monofore a tutto sesto, con lesene d'angolo. La cella è sormontata da un tiburio circolare, scandito da lesene, con quattro aperture orbicolari, coperto con cupoletta in rame.

**15 - Castello di Montechiaro (033038\_1)**



Tipo complesso: Bene complesso

Numero di beni contenuti nel complesso: 3

Beni presenti: Castello/Rocca (XIV sec.) - Torre (XIII sec.) - Parco/Giardino

Categoria edificio principale: Fortificazioni

Tipologia edificio principale: Castello/Rocca

Tipo di tutela: provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 40 m**

Posto sui primi rilievi collinari dell'Appennino ligure domina la val Trebbia. Con lo scomparso castello di Rivergaro, che si trovava poco più a valle, e con i castelli di Statto e di Rivalta, posti sull'altro lato del fiume, formava un quadrilatero difensivo che controllava il caminus Genue la strada che da Piacenza portava a Genova mettendo in comunicazione la pianura padana con il mare. La sua struttura si discosta da quella tradizionale degli altri castelli della provincia di Piacenza che vede le costruzioni organizzarsi intorno ad un cortile. In questo caso il cuore del castello è il mastio, un torrione a base quadrata coronato da merli ghibellini posto al centro del complesso. Il torrione è strettamente circondato da una cinta muraria che ha forma di esagono irregolare, alta una quindicina di metri e coronata dal cammino di ronda, a cui si addossano gli edifici. Vi è una seconda cinta muraria più bassa, di forma ellittica, che racchiude da vicino la prima, dotata di un unico ingresso sul lato sud-ovest un tempo dotato di ponte levatoio. La terza cinta, molto più bassa e ben distanziata dalla seconda, è parzialmente diroccata e si snoda con perimetro poligonale che segue la forma della cima della collina.

Alcuni particolari costruttivi rimandano a maestranze della Lunigiana, che era il cuore dei domini dei Malaspina. Nei saloni vi sono tracce di affreschi con gli stemmi della famiglia Anguissola e un camino con lo stemma dei Morandi. La prigione, in un sotterraneo, porta ancora sulle pareti graffiti con disegni e un Ave Regina incisi dai prigionieri.

**16 - Chiesa dell'Invenzione della Santa Croce (033038\_A)**



Tipo complesso: Bene individuo  
Beni presenti: Chiesa (XX sec.)  
Categoria edificio principale: Edifici religiosi  
Tipologia edificio principale: Chiesa  
Tipo di tutela: ope legis  
**Distanza dalla SS 45: 1100m**

La chiesa venne edificata a partire dal 1938 su progetto dell' Ing. Foscolo Salvini (modificato dal geometra Ambrogio Zambelli). È in stile neoromanico. L'edificio fu consacrato il 27 ottobre 1954 dal vescovo Umberto Malchiodi. Della chiesa precedente rimangono alcune tracce sull'altura circostante.

**Descrizione** La chiesa dell'Invenzione della Santa Croce sorge in località Bassano, isolata, lungo la Strada Provinciale del Bagnolo, preceduta da un ampio sagrato, con orientazione Nord-Sud. La facciata neoromanica, in mattoni a vista, è a capanna, mono cuspidata, rinserrata agli angoli da paraste in conci di pietra a vista. I rampanti del tetto sono percorsi da archetti pensili a tutto sesto in pietra. Al centro si apre l'unico portale a tutto sesto, strombato, preceduto da un protiro, mono cuspidato, in leggero aggetto su pilastri. In alto al centro si apre un rosone a pilastri a raggiera, con cornice modanata in pietra. I fronti laterali, in pietra a vista sono scanditi da contrafforti in pietra, in quattro campate. In corrispondenza della terza campata si addossano i volumi di due cappelle votive, a pianta semicircolare, forate sui lati da due monofore a tutto sesto. I fronti laterali sono forati, nella parte alta da bifore a tutto sesto in cotto. Sul retro l'abside semicircolare è forata ai lati da due monofore a tutto sesto.

**17 - Ponte sul fiume Trebbia (033043\_prov3)**



Tipo complesso: Bene individuo  
Beni presenti: Ponte (XIX sec.)  
Categoria edificio principale: Spazi aperti e infrastrutture viarie  
Tipologia edificio principale: Ponte  
Tipo di tutela: provvedimento  
**Distanza dalla SS 45: 200m**

**18 - Chiesa di Santa Maria Assunta e pertinenze (033043\_2)**



Tipo complesso: Bene complesso

Numero di beni contenuti nel complesso: 4

Beni presenti: Chiesa (XVII sec.) - Canonica (XVII sec.) - Sacrestia (XVII sec.) - Campanile (XVII sec.)

Categoria edificio principale: Edifici religiosi

Tipologia edificio principale: Chiesa

Tipo di tutela: provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 2300m**

La chiesa di Santa Maria Assunta fu costruita dal parroco Don Maffoni nel 1676 in sostituzione di una chiesa preesistente andata distrutta. Costituisce un esempio della tipica architettura appenninica seicentesca dalle sobrie linee architettoniche. Al suo interno si conserva un importante coro ligneo intagliato risalente al 1726.

**Descrizione** La Chiesa di Santa Maria Assunta sorge al di sopra di un promontorio, isolata, in località Pigazzano, con orientamento Est-Ovest, preceduta da un ampio sagrato. La facciata è a vento, su due ordini sovrapposti, separati da una trabeazione spezzata in aggetto. La parte inferiore della facciata è rinserrata agli angoli da lesene doriche binate. Al centro si apre l'unico portale rettangolare, con cornice modanata. Ai lati della parte superiore, segnati da ampie lesene, interrotte da una cornice spezzata in aggetto, con capitelli dorici, si aprono due nicchie che accolgono le statue di Sant' Antonio e della Madonna. Al centro si trova una cornice modanata, coronata da trabeazione curvilinea, che accoglie l'affresco raffigurante Maria Assunta. La facciata è coronata da un frontone triangolare spezzato. dai fronti laterali aggettano i volumi del transetto. I fronti laterali presentano finestroni a sesto ribassato. Sul lato destro della chiesa si addossa la Canonica e l'alto campanile, a pianta quadrata, senza soluzione di continuità. La torre termina con una cella aperta sui quattro lati da monofore a tutto sesto, con lesene d'angolo, sormontata da un tamburo ottagonale, coperto da cupola in cotto.

**19 - Castello presso Pigazzano (033043\_6)**



Tipo complesso: Bene individuo

Beni presenti: Castello/Rocca (XIV sec.)

Categoria edificio principale: Fortificazioni

Tipologia edificio principale: Castello/Rocca

Tipo di tutela: provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 2400m**

La chiesa di Santa Maria Assunta fu costruita dal parroco Don Maffoni nel 1676 in sostituzione di una chiesa preesistente andata distrutta. Costituisce un esempio della tipica architettura appenninica seicentesca dalle sobrie linee architettoniche. Al suo interno si conserva un importante coro ligneo intagliato risalente al 1726.

**Descrizione** La Chiesa di Santa Maria Assunta sorge al di sopra di un promontorio, isolata, in località Pigazzano, con orientamento Est-Ovest, preceduta da un ampio sagrato. La facciata è a vento, su due ordini sovrapposti, separati da una trabeazione spezzata in aggetto. La parte inferiore della facciata è rinserrata agli angoli da lesene doriche binate. Al centro si apre l'unico portale rettangolare, con cornice modanata. Ai lati della parte superiore, segnati da ampie lesene, interrotte da una cornice spezzata in aggetto, con capitelli dorici, si aprono due nicchie che accolgono le statue di Sant' Antonio e della Madonna. Al centro si trova una cornice modanata, coronata da trabeazione curvilinea, che accoglie l'affresco raffigurante Maria Assunta. La facciata è coronata da un frontone triangolare spezzato. dai fronti laterali aggettano i volumi del transetto. I fronti laterali presentano finestroni a sesto ribassato. Sul lato destro della chiesa si addossa la Canonica e l'alto campanile, a pianta quadrata, senza soluzione di continuità. La torre termina con una cella aperta sui quattro lati da monofore a tutto sesto, con lesene d'angolo, sormontata da un tamburo ottagonale, coperto da cupola in cotto.

**20 - Chiesa parrocchiale di Sant'Antonio Abate ed ex Casa Canonica (033043\_15)**



Tipo complesso: Bene complesso

Numero di beni contenuti nel complesso: 3

Beni presenti: Chiesa (XIX sec.) - Campanile (XIX sec.) - Canonica

Categoria edificio principale: Edifici religiosi

Tipologia edificio principale: Chiesa

Tipo di tutela: provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 820m**

La parrocchia di Sant'Antonio ha origini medievali, è menzionata in un rogito del 1340 come suffraganea della Pieve Dugliara.

**Descrizione** La chiesa di Sant'Antonio abate sorge in località Statto, isolata con orientazione Nord-Sud, preceduta da un sagrato poco profondo, rialzato sul piano della strada di due gradini semicirculari in cotto. La novecentesca facciata in stile neogotico, è a vento, monocuspidata, in conci di pietra a vista alternati a corsi di mattoni. Rinserrata agli angoli da lesene in mattoni a vista, che terminano con cuspide piramidale in pietra, presenta al centro un portale strombato a tutto sesto, con lunetta affrescata con l'effigie di Sant'Antonio. Nella parte alta della facciata si apre un rosone strombato con cornice in cotto, sormontato da un'apertura a croce greca. I rampanti del tetto sono precorsi da una cornice a dentelli al di sotto della quale si inseriscono arcatelle pensili cieche in cotto. Sui fronti laterali, in conci di pietra a vista alternata a corsi di mattoni, si addossano, in corrispondenza della seconda campata i volumi, più bassi delle cappelle votive, aperti nella parte alta da oculi strombati. Sul fronte Ovest si addossa la sagrestia. Sul retro l'abside poligonale presenta ai lati due alte monofore a tutto sesto, cieche. Il campanile si addossa al lato destro del presbiterio, su tre ordini, in pietra e corsi di mattoni a vista. Al centro di ogni ordine una alta monofora a tutto sesto. Il secondo e terzo ordine presentano cornici in cotto ad archetti pensili. La torre termina con una cella campanaria aperta sui quattro lati da monofore a tutto sesto, coronata da copertura a guglia in cotto.

**21 - Castello Caracciolo-Anguissola Scotti, giardino e pertinenze (033043\_5)**



Tipo complesso: Bene complesso

Numero di beni contenuti nel complesso: 2


Beni presenti: Castello/Rocca (XIV sec.) - Parco/Giardino

Categoria edificio principale: Fortificazioni

Tipologia edificio principale: Castello/Rocca

Tipo di tutela: provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 650m**

22 - Santuario della Beata Vergine delle Grazie al Castello (033038_10)	
	<p>Tipo complesso: Bene complesso</p> <p>Numero di beni contenuti nel complesso: 2</p> <p>Beni presenti: Chiesa (XII sec.) - Campanile (XIX sec.)</p> <p>Categoria edificio principale: Edifici religiosi</p> <p>Tipologia edificio principale: Chiesa</p> <p>Tipo di tutela: provvedimento</p> <p><b>Distanza dalla SS 45: 800m</b></p>

23 - Palazzo del Municipio /già Palazzo Anguissola (033038_16)	
	<p>Tipo complesso: Bene individuo</p> <p>Beni presenti: Palazzo (XIX sec.)</p> <p>Categoria edificio principale: Edifici residenziali</p> <p>Tipologia edificio principale: Palazzo</p> <p>Tipo di tutela: provvedimento</p> <p><b>Distanza dalla SS 45: 900m</b></p>

**24 - Oratorio di San Rocco (033038\_9)**



Tipo complesso: Bene complesso

Numero di beni contenuti nel complesso: 2

Beni presenti: Oratorio (XVII sec.) - Campanile (XVII sec.)

Categoria edificio principale: Edifici religiosi

Tipologia edificio principale: Oratorio

Tipo di tutela: declaratoria

**Distanza dalla SS 45: 900m**

L'oratorio di San Rocco sorge in Rivergaro, all'interno dell'abitato, preceduto da un piccolo sagrato in ciottoli di fiume policromi, disposti a disegni geometrici, con orientazione Nord-Sud. La facciata neoclassica è a capanna, mono cuspidata, con frontone triangolare in aggetto. Ai lati, lesene binate doriche sorreggono una cornice modanata in leggero aggetto. Al centro si apre il portale, a luce rettangolare, con cornice modanata in pietra, coronato da finestrone a lunetta su mensole. Ai fronti laterali, in pietra a vista si addossano una cappella votiva per lato, forate su un lato da un finestrone rettangolare. Sul retro il volume del presbiterio presenta due finestroni a lunetta per lato, nella parte alta. Al di sopra della campata centrale della navata si erge la cupola con lanterna circolare. Il campanile sorge e si addossa sul lato sinistro del presbiterio. A pianta quadrata, su due ordini, termina con una cella aperta sui quattro lati da monofore a tutto sesto. La cella è coperta con tetto a quattro falde in coppi.



**25 - Chiesa Parrocchiale di Sant'Agata (033038\_4)**



Tipo complesso: Bene complesso  
 Numero di beni contenuti nel complesso: 2  
 Beni presenti: Chiesa (XIX sec.) - Campanile (XIX sec.)  
 Categoria edificio principale: Edifici religiosi  
 Tipologia edificio principale: Chiesa  
 Tipo di tutela: declaratoria  
**Distanza dalla SS 45: 1000m**

La Chiesa di Sant'Agata sorge in località Rivergaro, all'interno del centro abitato, preceduta da un sagrato poco profondo cui si accede tramite una scalinata di cinque gradini in pietra, con orientazione Est-Ovest. La facciata neoclassica è a vento, moncuspidata, coronata da frontone triangolare in aggetto, con al centro del timpano una nicchia circolare che accoglie il busto del Padre Eterno. La facciata è rinserrata agli angoli da larghe lesene che sorreggono una cornice modanata in leggero aggetto. Al di sopra della cornice insiste un finestrone a lunetta, con cornice modanata. Al centro, nella parte inferiore, l'unico portale, a luce rettangolare, con stipiti in pietra, sormontato da architrave in pietra su mensole. Al di sopra dell'architrave una nicchia circolare con il busto di Sant' Agata. Sui fronti laterali, in pietra a vista, si addossano una cappella, a pianta rettangolare, per lato, con finestroni a lunetta nella parte superiore. Il volume del Presbiterio, più basso è forato sui lati da un finestrone a lunetta, per lato. Sul retro l'abside semicircolare presenta due finestroni rettangolari sui lati. La torre campanaria sorge e si addossa sulla sinistra della chiesa, a filo con la facciata. Su di un basamento in pietra a vista si eleva su tre ordini, separati da cornici marcapiano e termina con una cella, con angoli svasati. Agli angoli lesene doriche sorreggono frontoni triangolari. La cella, forata sui quattro lati da monofore a tutto sesto, è coronata da un tamburo circolare, scandito da lesene, coperto con tetto conico in cotto. Sul fronte destro si addossa la canonica, su quello sinistro un'abitazione privata.

**26 - Villa Anguissola Scotti e parco (033038\_3)**



Tipo complesso: Bene complesso  
 Numero di beni contenuti nel complesso: 2  
 Beni presenti: Villa (XVIII sec.) - Parco/Giardino (XVIII sec.)  
 Categoria edificio principale: Edifici residenziali  
 Tipologia edificio principale: Villa  
 Tipo di tutela: provvedimento  
**Distanza dalla SS 45: 1000m**

27 - Casa del Popolo (033038\_17)



Tipo complesso: Bene individuo

Beni presenti: Palazzo (XX sec.)

Categoria edificio principale: Edifici residenziali

Tipologia edificio principale: Palazzo

Tipo di tutela: provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 1100m**

28 - Scuola elementare (033038\_15)



Tipo complesso: Bene individuo

Beni presenti: Scuola (XX sec.)

Categoria edificio principale: Strutture civili

Tipologia edificio principale: Scuola

Tipo di tutela: provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 1150**

29 - Case Popolari (033038\_18)



Tipo complesso: Bene individuo

Beni presenti: Palazzo (XX sec.)

Categoria edificio principale: Edifici residenziali

Tipologia edificio principale: Palazzo

Tipo di tutela: provvedimento

**Distanza dalla SS 45: 1200m**

#### 4.7.1.3 Assi di fruizione visuale dinamica e fronti statici

La struttura paesaggistica del territorio, con riguardo specifico alla possibile percezione di esso, viene definita attraverso l'analisi di **percorsi di fruizione paesistico-ambientale** (pista ciclabile, parchi, viabilità minore, percorsi in area agricola) o **assi ad elevata percorrenza** (tracciati stradali anche di interesse storico, percorsi di grande viabilità, tracciati ferroviari) che caratterizzano il territorio interessato dagli interventi.

L'appartenenza o la prossimità degli interventi in progetto a tali elementi caratterizzanti la struttura del paesaggio incide sulla interferenza visuale delle opere oggetto di valutazione.

I percorsi di fruizione dinamica sono definiti come una rete di percorsi che permettano di attraversare le zone più significative, rappresentative e meritevoli d'interesse del territorio comunale: la struttura degli itinerari ha come base elementi di pregio paesistico presenti sul territorio, ossia dei punti fissi definibili come "obiettivi di fruizione paesistica". Questa rete è composta dai "percorsi di fruizione paesistica", itinerari pensati prevalentemente per una fruizione locale, "lenta" - pedonale o tutt'al più ciclabile, che porti ad una sorta di scoperta degli ambiti più pregevoli del territorio. Da una fruizione a grande scala, "veloce" (dovuta all'attraversamento del territorio comunale e concentrata sulle strade di scorrimento veicolare, quale può essere la SS45 oggetto di ammodernamento) si passa quindi ad una minore, fatta di itinerari, luoghi e beni di particolare interesse in grado di descrivere al visitatore la storia, ma anche l'evoluzione futura, di questo territorio.

Gli obiettivi della fruizione paesistica sono rappresentati dalle emergenze locali costituite dai beni storico architettonici, dai nuclei di impianto storico, da zone di rilevanza naturalistica.

Nell'area vasta i percorsi di fruizione dinamica sono individuabili nella viabilità secondaria e rurale che costeggia il fiume Trebbia e risale lungo i versanti conducendo alle frazioni minori.

I fronti visuali statici corrispondono alle aree dalle quali è possibile percepire gli ambiti di paesaggio sopra descritti: essi sono caratterizzati da luoghi di belvedere, o veri e propri fronti abitati di fruizione visuale statica.

Tra gli assi di fruizione ad elevata percorrenza, caratterizzati dal fruire veloce, si annoverano nell'area vasta di intervento i seguenti:

- SS45 oggetto di ammodernamento: costituisce il principale asse stradale dell'area vasta: è caratterizzato da velocità di percorrenza medie e permette la visuale, laddove non interrotta dalla copertura boscata, sugli ambiti fluviali del Trebbia.



Figura 4-103: visuale dalla SS45 verso gli ambiti agricoli adiacenti il fiume Trebbia

- SP 63: scende dai versanti retrostanti l'abitato di Travo e permette un'ampia visuale verso gli ambiti del fondovalle e verso i versanti opposti, presenti in destra orografica, ove si colloca il tracciato stradale della SS45. Il tratto di SS45 di possibile visibilità è quello compreso tra le rotonde n. 4 (Coni di Sotto) e n. 6 (località Molino).



Figura 4-104: visuale dalla SP63

- SP 40: dall'abitato di Travo corre parallelamente al corso del fiume Trebbia; la modesta quantità di traffico e la sezione ridotta lo rendono ideale quale asse di fruizione dinamica lento (percorso di fruizione dinamica) in grado di garantire un'ampia visuale dell'intorno. Il tratto di SS45 di possibile visibilità è quello compreso tra le rotonde n.1 (Mulinasso) e la n. 4 (Coni di Sotto).



Figura 4-105: visuale dalla SP40, quale asse di fruizione visuale a bassa velocità di percorrenza, verso gli ambiti agricoli adiacenti il fiume Trebbia

- SP 76: scende al versante orografico sinistro del Trebbia verso il fondovalle posto in località Belvedere di Statto. Avendo percorrenza perpendicolare rispetto alla vallata permette la visuale del fondovalle e dei versanti presenti in posizione frontale sul lato opposto del Trebbia.



Figura 4-106: visuale dalla SP76, quale asse di fruizione visuale a bassa velocità di percorrenza, verso gli ambiti di fondovalle

Il PTCP di Piacenza riconosce tra le viabilità panoramiche a livello provinciale la SP76 sopra citata, e la stessa SS45 dall'abitato di Casino d'Agnelli verso monte.

- Viabilità minore da Donceto a Caverzago: tale viabilità è posta in sinistra orografica del Trebbia ed interessa la porzione meridionale dell'area di studio; essa corre parallelamente al corso del fiume e offre ampi scorci visuale sul fiume e sui versanti presenti sulla sponda opposta. Il tratto di SS45 di possibile visibilità è quello compreso tra le rotatorie n. 4 n. 6 (località Molino) e n.8 (Cernusca- fine intervento).



Figura 4-107: visuale dalla strada minore da Donceto a Caverzago, quale asse di fruizione visuale a bassa velocità di percorrenza, verso gli ambiti fluviali del Trebbia

In destra orografia, oltre alla SS 45, si rilevano viabilità minori che conducono alle frazioni presenti sui primi rilievi dai quali si può talvolta scorgere il fondovalle laddove la vegetazione non ne ostruisce la vista. Ne sono un esempio la SP 55 ed alcune viabilità minori



**Figura 4-108: visuale dalla SP55 presente in destra orografica, quale asse di fruizione visuale a bassa velocità di percorrenza, verso gli ambiti di fondovalle**



**Figura 4-109: visuale da via Rallio sopra l'abitato di Colombarola, quale asse di fruizione visuale a bassa velocità di percorrenza, verso gli ambiti di fondovalle**



**Figura 4-110: visuale dalla viabilità minore presente nell'abitato di Colombarola, è visibile la SS 45 oggetto di adeguamento, il fiume Trebbia e sullo sfondo l'abitato di Travo.**



Per quanto riguarda i **fronti visuali statici** l'ambito vallivo si presta ad avere punti di fruizione visuale in ragione della morfologia dei luoghi nel quale si inserisce. Si evidenzia inoltre come la presenza di abitati lungo l'ambito fluviale permette di avere punti di visuale a lungo raggio poiché non ostacolati dalla presenza di vegetazione od edifici. Tra i fronti visuali si citano a titolo di esempio i seguenti:

- margine ovest dell'abitato di Rivergaro;
- margine est di Casa Marchesi;
- margine ovest dell'abitato di Fabiano e Mulinasso
- margine ovest dell'abitato di Piane;
- margine est dell'abitato di Travo;
- margine ovest dell'abitato di Quadrelli e di Dolgo;
- margine ovest di Cernusca

Considerando la tipologia di interventi previsti, i principali fronti visuali dai quali saranno visibili gli interventi, saranno quelli localizzati nei centri abitati interessati dal passaggio della SS45 e dalle frazioni racchiuse tra la SS45 stessa e il fiume Trebbia (Dolgo, Quadrelli, Canova Ponte, Piane, Cisiano di Sotto).



- **Figura 4-111: fronti visuali di primo affaccio sulla SS45**



• Figura 4-112: fronti visuali di primo affaccio sulla SS45 presso Fabbiano

Si evidenziano infine alcuni fulcri visivi di elevata importanza poiché costituiscono **ambiti ad elevata percezione visiva**: essi sono rappresentati dai ponti di attraversamento del fiume Trebbia che, a causa dell'assenza di ostacoli visuali, permettono una visuale a 360 gradi del fondovalle in generale e quelli più specificatamente interferiti dagli interventi in progetto, posti in destra orografica del fiume Trebbia, e racchiusi da quest'ultimo e la stessa SS 45.

#### 4.7.1.4 Elementi detrattori della qualità visuale

L'area vasta di intervento presenta limitati fattori di infrastrutturazione o di pressione antropica che possono influire sulla qualità visuale degli ambiti di paesaggio interferiti.

Vengono solitamente definiti quali elementi detrattori della qualità visuale (elementi la cui presenza o assenza concorre a definire gli aspetti qualitativi del paesaggio) i seguenti:

- discariche, rifiuti.
- fronti di cava o cave di pianura
- elementi di dequalificazione
- elettrodotti;
- impianti fotovoltaici

Analizzando l'area vasta di studio si rinvenivano limitati elementi di detrazione della qualità visuale: a sud dell'abitato di Rivergaro è presente un'area di cava localizzata in destra orografica del Trebbia. Tale area è tuttavia non visibile dai maggiori fulcri visivi ed assi di fruizione visuale poiché in posizione marginale e circondata da cortine arboree.

Non si rilevano insediamenti industriali e commerciali significativi che risulterebbero avulsi dal contesto rurale nel quale si colloca la SS 45. Si segnalano alcune realtà artigianali di piccole dimensioni con relativi capannoni e tettoie.

Anche la rete elettrica di alta e media tensione è ridotta: si segnala un elettrodotto presente in sinistra orografica del torrente Trebbia con andamento parallelo al corso d'acqua che, in alcuni casi, disturba la vista verso gli ambiti fluviali.

Un ulteriore elettrodotto interessa la parte meridionale dell'area di studio e scende dai versanti presenti in sinistra orografica del Trebbia fino ad attraversare il fiume stesso poco a nord dell'abitato di Cernusca.



Figura 4-113: rete elettrica quale elemento di detrazione della qualità visuale nell'area di studio

## 4.7.2 IDENTIFICAZIONE E VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI

### 4.7.2.1 Definizione della sensibilità paesaggistica delle aree

L'analisi dello stato attuale del paesaggio effettuata nei paragrafi precedenti, permette di definire la sensibilità paesaggistica degli ambiti interessati dagli interventi di ammodernamento della SS.45.

La SS 45 si inserisce in un ambito territoriale con buona valenza naturalistica e paesaggistica, con scarsa presenza di fattori di detrazione della qualità del paesaggio ed una forte strutturazione degli ambiti paesaggistici di riferimento (aree agricole, aree urbanizzate, aree boscate, aree fluviali).

Tra gli ambiti di paesaggio a sensibilità paesaggistica elevata si segnalano i versanti boscati presenti in sinistra ed in destra orografica del fiume Trebbia e nello specifico il complesso boscato del Monte Pillerone.

L'elevata qualità paesaggistica del tratto di vallata in questione è testimoniato dalla presenza del Galassino "Dichiarazione di notevole interesse pubblico paesaggistico del Monte Pillerone – Castello di Montechiaro – Comuni di Travo e Rivergaro (Pc)" che caratterizza un terzo del territorio complessivamente interessato dalle opere di ammodernamento della SS45.

Il sistema delle aree urbanizzate si dispiega prevalentemente lungo il fiume e la attuale strada statale 45. I percorsi stradali che lo attraversano, sia la citata SS. 45, sia quelli secondari in sinistra idraulica del fiume Trebbia, consentono una percezione continua delle variazioni del paesaggio agrario pedecollinare e del paesaggio naturale di collina e dei suoi rapporti con gli insediamenti edilizi storici, talora posizionati al colmo di crinali, come per esempio il castello di Montechiaro e il borgo storico di Rallio entrambi in comune di Rivergato.

L'assenza di manufatti di pressione antropica rende l'ambito molto sensibile dal punto di vista paesaggistico. Gli elementi territoriali sensibili possono essere ricondotti da una parte alle componenti naturalistiche relative alla componente boscata dei versanti, ai filari e siepi della pianura agricola posta lungo il Trebbia, e dall'altra ai molteplici beni culturali che testimoniano la storicità del territorio.

Per quanto riguarda la valutazione della sensibilità paesaggistica dell'area vasta interessata dagli interventi, si ritiene che possa essere di **livello elevato** in relazione alle peculiarità paesaggistiche (sia naturalistiche sia storico-culturali) che la contraddistinguono.

Entrando nel dettaglio delle aree interferite direttamente degli interventi si ritiene che essi siano caratterizzati da una **sensibilità paesaggistica di livello medio** in relazione al fatto che vengono interessati ambiti già attualmente interessati dalla strada statale o le sue prime pertinenze.

In relazione alla presenza in prossimità delle aree di intervento del Castello di Montechiaro, si ritiene si individuare in quel punto una sensibilità paesaggistica di **livello elevato**.

Altri ambiti a sensibilità paesaggistica elevata sono individuabili in corrispondenza delle confluenze fluviali dei rii laterali, laddove si aprono valli laterali ed aumenta la visibilità delle opere: tali ambiti possono essere individuati in corrispondenza del Rio Cernusca e Rio Molino.

#### 4.7.2.2 Ambito di influenza potenziale

L'area d'influenza potenziale dell'intervento di adeguamento proposto rappresenta l'estensione massima di territorio entro cui, allontanandosi gradualmente dalle opere progettate, gli effetti sul paesaggio e l'ambiente si affievoliscono fino a diventare inavvertibili. I contorni territoriali d'influenza dell'opera variano in funzione della componente ambientale considerata e raramente sono riconducibili ad estensioni di territorio geometricamente regolari.

È innegabile come l'aspetto correlato alla dimensione estetico-percettiva sia prevalente rispetto agli altri fattori causali d'impatto. Di fatto, dunque, i confini dell'ambito d'influenza diretta dell'opera possono farsi ragionevolmente coincidere con il **campo di visibilità** dell'intervento.

L'analisi della tipologia di interventi in oggetto, relativi ad interventi di adeguamento di una strada esistente, fa presupporre che l'ambito di influenza visiva dell'opera sia relazionabile alla visibilità delle opere d'arte maggiori quali il viadotto sul rio Cernusca che influisce maggiormente nella determinazione dell'ambito di influenza potenziale.

La distanza di visibilità di una arteria stradale rappresenta la massima distanza espressa da cui è possibile scorgere l'intervento in questione.

L'ambito di influenza potenziale reale deve essere messo in relazione con la morfologia dei luoghi nel quale si colloca l'intervento: situazioni morfologiche pianeggianti rendono più veritiera la determinazione geometrica della distanza di visibilità.

L'area di intervento è rappresentata dal fondovalle del Trebbia con una morfologia movimentata che spesso preclude la vista a visuali radenti. Un altro fattore di ostacolo alla prosecuzione della vista è rappresentato dalla vasta copertura boscata e dal sistema di siepi e filari che caratterizzano l'area di intervento

Il campo di visibilità dell'intervento, ed in particolar modo la sua più ristretta porzione in cui si realizza una visione distinta dell'opera, coincide evidentemente con la parte di territorio in cui si realizzano più in generale i maggiori effetti dell'intervento sulla componente paesistico insediativa e sui valori storico-culturali.

In relazione alla tipologia di intervento è stata prevista una fascia di **dominanza visuale** dell'intervento, corrispondente ad un buffer di 100 m dal margine esterno dell'infrastruttura in progetto, nella quale la presenza dell'intervento risulta incombente.

Una seconda fascia di **presenza visuale** dell'intervento, corrispondente ad un buffer di 1000 m dal margine esterno, nella quale gli elementi progettuali occupano solo una parte del campo visivo dell'osservatore o sono minimamente percettibili e perdono progressivamente d'importanza all'aumentare della distanza.

Si ritiene che tale scelta sia cautelativa in ragione della morfologia del territorio nel quale si colloca l'intervento di adeguamento, a causa della quale l'intervento risulta spesso essere nascosto dalla presenza di vallette minori e di versanti boscati.

#### 4.7.2.3 Valutazione della compatibilità paesaggistica

##### 4.7.2.3.1 Fase di cantiere – identificazione e valutazione dei potenziali impatti

Gli impatti e le criticità generate dalla fase di cantiere sono **impatti temporanei, mitigabili e reversibili**.

La tipologia di interventi previsti comporterà nella fase di cantiere una momentanea intrusione visuale delle lavorazioni. Gli interventi maggiormente critici per tale fase sono riconducibili alla eliminazione della vegetazione, alle opere di sbancamento lato monte, alla realizzazione dei rilevati e delle piste di cantiere in area agricola, lato valle.

Pertanto i potenziali impatti sul paesaggio derivanti dalla fase di cantiere possono essere ricondotti al fattore "occupazione/sottrazione-alterazione diretta" di risorse (temporanea o permanente) ed al fattore "intervisibilità" di tali fattori durante la fase di cantiere.

Le interferenze sul paesaggio in fase di cantiere sono quindi da relazionarsi alla transitoria occupazione di suolo delle cantierizzazioni (asse S.S. 45 esistente, asse di nuova costruzione, ambiti in ripristino/dismissione, aree operative, aree stoccaggio materiali inerti), della viabilità di cantiere (tracciati esistenti interessati dalla movimentazione di mezzi operativi, piste di cantiere di nuova realizzazione) ed alla conseguente presenza di uomini e mezzi.

Un fattore di interferenza in termini di incidenza diretta sul paesaggio legato all'occupazione di suolo (agricolo o con vegetazione arboreo-arbustiva) è ad esempio riferibile allo scotico ed all'eventuale taglio di vegetazione di valore, sovente, ridotta a filari bordo strada o bordo campo e/o a fasce igrofile ripariali afferenti alla rete idrografica minore ed ai rii in attraversamento. Tale fattore si presenta in maniera più marcata nelle aree sulle quali sono previsti significativi interventi di adeguamento, tra questi si citano:

- la realizzazione del viadotto sul Rio Acqua Grossa;
- la realizzazione del viadotto sul Rio mortale;
- la realizzazione del viadotto sul rio Molino;
- la realizzazione del viadotto sul Rio Cernusca;
- la variante alla SS 45 nei pressi a nord della frazione di Fabbiano che interessa superfici boscate di prevista eliminazione;
- la variante alla SS 45 nei pressi di Cisiano che interessa gli ambiti agricoli a valle della SS 45 esistente;
- la variante alla SS 45 compresa tra le rotatorie n. 3 e n. 4 che interessa gli ambiti agricoli a valle della SS 45 esistente;
- la realizzazione della rotatoria n. 7 e la relativa viabilità di accesso all'abitato di Dolgo.

La predisposizione degli accessi di cantiere in tali aree, talvolta boscate, sarà un fattore di momentanea alterazione della qualità paesaggistica dell'ambito interessato dai lavori.

In relazione all'intervisibilità, si possono evidenziare relazioni temporanee, con la qualità del paesaggio rurale, durante lo svolgimento dei lavori ed eventuali interferenze, legate alla percezione del paesaggio dal sistema insediativo, dagli edifici rurali e di interesse storico-testimoniale presenti nell'immediato intorno delle aree di lavoro. Si sottolinea come tale percezione sarà tanto più significativa quanto più sarà elevata la sensibilità paesaggistica in tali aree. A titolo di esempio si cita l'interferenza che le attività di cantiere avranno in corrispondenza del Castello di Montechiaro, laddove gli interventi di adeguamento interessano ulteriori aree rispetto a quelle occupate dalla SS45 andando ad interessare gli ambiti agricoli posti a valle della viabilità.

L'occupazione di suolo in termini di estensione di area occupata e di durata dei lavori, nonché le relative relazioni di intervisibilità sono direttamente proporzionali all'entità delle operazioni da svolgersi che sono a loro volta in funzione del tipo di configurazione progettuale prevista (si rimanda all'elenco puntato precedente per l'individuazione di tali operazioni).

Tali tipi di occupazione temporanea del suolo saranno nettamente visibili nelle aree agricole interessate dal passaggio del nuovo tracciato, presenti tra la SS45 attuale e le sponde del Trebbia.

L'entità dell'impatto e/o dell'interferenza è indubbiamente legata alla specifica sensibilità paesaggistica dell'ambito interessato (stato del sistema naturale e stato del sistema insediativo).

**Le interferenze in termini di intrusione visiva del cantiere e di occupazione di suolo sono evidenziabili quindi progressivamente con l'avanzamento del fronte lavori, sono in proporzione all'entità delle operazioni previste (e quindi in funzione della configurazione infrastrutturale), alla relativa durata dei lavori ed alla specifica sensibilità paesaggistica dell'ambito locale di intervento.**

Ne risulta che gli ambiti maggiormente interessati dal disturbo sono quelli nei quali gli interventi in progetto interessano ambiti extra-tracciato attuale e si inseriscono in spazi naturali quali l'ambito del Cernusca (realizzazione viadotto), la viabilità di accesso per Dolgo, gli interventi fuori tracciato in aree boscate nei pressi di Canova Ponte- Travo, la nuova viabilità per la frazione Piane, gli interventi fuori asse a sud di Cisiano ed infine gli interventi in area agricola e boscata a nord di Fabbiano. **Per tali ambiti si identifica un impatto temporaneo di livello medio.**

A scala vasti cantieri per la realizzazione dei lavori non possono considerarsi comunque alterare significativamente e permanentemente i caratteri peculiari e l'assetto paesaggistico del territorio di interesse.

Sono possibili quindi relazioni temporanee e reversibili in termini di intervisibilità e/o di impatto visivo sul contesto paesistico (intrusione visiva) relazionabili alla presenza del cantiere, alla circolazione dei mezzi e del personale addetto ai lavori, di carattere locale che possono considerarsi non significative. **Per le considerazioni espresse sopra si valuta a scala vasta, un impatto reversibile di livello basso.**



## **INTERVENTI DI MITIGAZIONE**

Per quanto riguarda gli impatti in fase di cantiere gli interventi atti a minimizzarli sono rivolti alla mitigazione delle emissioni di polvere durante le attività di costruzione. Dovranno essere previsti i seguenti accorgimenti:

- **bagnatura delle piste di cantiere e dei cumuli stoccati temporaneamente:** al fine di evitare il sollevamento di polveri l'Impresa prevede la bagnatura delle piste di cantiere e degli eventuali cumuli con cadenza giornaliera nelle giornate più siccitose e ventose;
- **copertura mediante teloni** dei carichi polverulenti in transito su camion da e verso il cantiere;
- **utilizzo di spazzatrice stradale:** periodicamente (almeno una volta al giorno, ed in particolare al termine di ogni giornata lavorativa) o in seguito ad eventi meteorici particolari (elevata ventosità) si procederà alla pulizia della viabilità di accesso del cantiere con spazzatrice, al fine di evitare la formazione di depositi polverulenti;
- **utilizzo di un dispositivo lavar ruote** per i mezzi in uscita dai cantieri;
- perimetrazione e schermatura del cantiere con recinzioni con motivi grafici e cartellonistica comunicativa dei lavori;

Al fine di mitigare l'intrusione paesaggistica del cantiere, laddove possibile poiché non interferenti con i lavori, potranno essere realizzati gli interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale previsti a progetto in modo da mitigare parzialmente le aree di cantiere.

#### **4.7.2.3.2 Fase di esercizio – identificazione e valutazione dei potenziali impatti**

Per quanto riguarda gli impatti sulla struttura del paesaggio evono essere valutati in relazione alla tipologia di opera che viene presa in considerazione: nello specifico si tratta di un ammodernamento di una strada esistente che solca il fondovalle della Val Trebbia.

Gli interventi si collocano in prossimità dell'attuale strada statale 45 interessando talvolta il medesimo sedime stradale, talaltra, occupando nuove superfici in area agricola o forestale in prossimità della strada stessa.

Non si ritiene pertanto che si possano prevedere impatti sulla struttura del paesaggio che nel suo complesso non viene alterata, poiché gli interventi si pongono in prossimità di ambiti già interessati dal passaggio dell'attuale SS45.

Si individuano tuttavia situazioni locali e marginali di alterazione della struttura paesaggistica in relazione all'interessamento di porzioni di ambiti di paesaggio delle aree agricole, delle aree boscate e del paesaggio fluviale.

Ne sono un esempio l'interferenza sull'ambito di paesaggio fluviale imputabile al viadotto sul rio Cernusca, dovuto alla realizzazione del viadotto sul rio Cernusca, le interferenze sul paesaggio agrario imputabile alla nuova rotonda e relativa viabilità per l'abitato di Dolgo, il nuovo tratto prospiciente l'abitato di Travo, il nuovo tratto di viabilità lungo le aree agricole della frazione di Colombarola, il nuovo accesso all'abitato di Piane e l'ultimo tratto prospiciente l'abitato di Case Marchesi.



Figura 4-114: ambito di paesaggio fluviale del Cernusca interferito dagli interventi



Figura 4-115: ambito di paesaggio delle aree agricole interferito dagli interventi (accesso all'abitato di Dolgo)



Figura 4-116: ambito di paesaggio delle aree boscate interferito dagli interventi (prospiciente l'abitato di Travo)

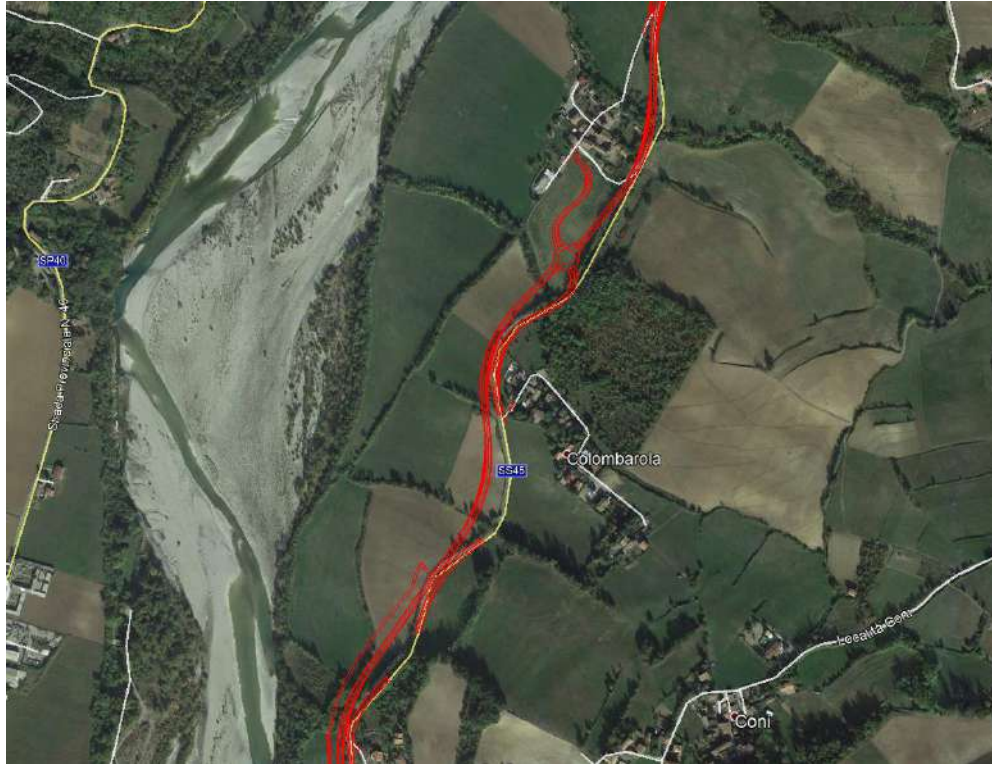


Figura 4-117: trama di appezzamenti e filari caratterizzanti l'ambito di paesaggio delle aree agricole interferito dagli interventi (nei pressi della Frazione Colombarola)



Figura 4-118: trama di appezzamenti e filari caratterizzanti l'ambito di paesaggio delle aree agricole interferito dagli interventi (nei pressi di Case Marchesi)

Si evidenzia come l'alterazione della struttura del paesaggio avvenga in maniera puntuale a livello locale e ripercorra in maniera parallela l'attuale tracciato della SS 45.

Si ritiene pertanto che l'impatto sulla struttura del paesaggio di area vasta sia un **impatto di livello basso**.

Per quanto riguarda l'impatto sugli elementi del paesaggio visuale si sottolinea come gli interventi in oggetto si collochino al piede dei versanti posti in destra idrografica del Trebbia e quindi siano più facilmente visibili o dal fondovalle o dalla sponda opposta (sinistra idrografica).

Il principale asse di fruizione dinamica dal quale saranno visibili gli interventi è sicuramente la SS45: da tale asse saranno percepibili gli ambiti posti a valle della stessa, nelle aree agricole adiacenti il Trebbia.

Per quanto riguarda la SP 63, sebbene offra ampi scorci panoramici sull'area vasta del fondovalle in virtù della posizione preminente sul versante, essa risulta distare dalle aree di intervento almeno 1,8 km. Gli interventi saranno minimamente percepibili unicamente ad un attento fruitore dei luoghi: nello specifico potranno essere avvertiti i tagli della vegetazione del tratto tra Dolgo e Quadrelli ed il relativo inserimento del nuovo rilevato stradale in terre rinforzate.



Figura 4-119: visuale dalla SP 63 verso il fondovalle nei pressi della frazione Dolgo.

Si ritiene pertanto che l'impatto su tale asse di fruizione visuale sia un **impatto di livello basso**.

La SP40 interessa l'ambito di fondovalle che da Travo conduce a Case Marchesi: essa corre parallelamente al corso del Trebbia e quindi agli interventi che si collocano sulla sponda opposta tra

Canova Ponte e la fine dell'intervento. Tale asse di colloca a circa 750m dalle aree di intervento.

L'asse in oggetto, costituito da una viabilità secondaria a sezione ridotta, permette una fruizione lenta dei luoghi con una buona percezione degli ambiti di fondovalle interessati dagli interventi oltre il corso del Trebbia: si rileva tuttavia come la presenza di vegetazione di ripa, presente a tratti lungo tale asse, come la presenza, più lontano, delle fasce di vegetazione igrofila lungo il Trebbia, ostacolano spesso la visuale verso gli ambiti interessati dagli interventi. Tuttavia laddove la vegetazione non risulta presente gli interventi saranno nettamente percepibili specialmente in corrispondenza dei tratti nei quali è prevista una variante della SS45 interessando gli ambiti agricoli e boscati posti a valle della stessa. Si evidenzia come gli interventi di mitigazione ed inserimento paesaggistico potranno mascherare parzialmente l'inserimento dei nuovi manufatti (terre rinforzate e nuova rotatoria e viabilità per la frazione Piane).



Figura 4-120:visuale dalla SP40 verso gli ambiti interessati dagli interventi

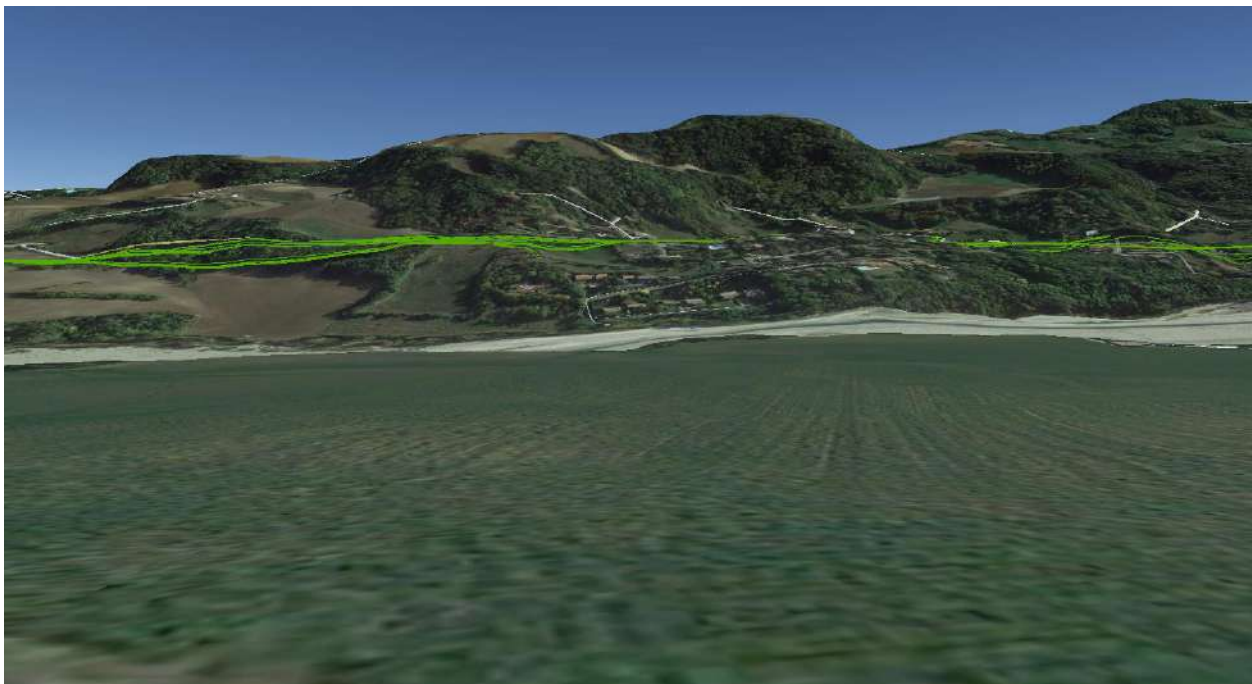


Figura 4-121: simulazione 3D dalla visuale dalla SP40 verso gli ambiti interessati dagli interventi (in verde gli interventi)

Si ritiene pertanto che l’impatto su tale asse di fruizione visuale sia un **impatto di livello medio**.

La SP76 si colloca sul confine settentrionale dell’area vasta di studio e termina nei pressi del Belvedere di Statto incrociando la SP40.

Scendendo dal versante verso il fondovalle si potranno percepire, volgendo lo sguardo verso sud, gli ambiti interessati dall’ultima parte degli interventi. A causa della lontananza dell’asse dalle aree di intervento (1600 m circa) e dell’entità limitata degli interventi (adeguamenti in asse dell’attuale SS45), l’impatto sull’asse di fruizione visuale in oggetto sarà un **impatto di livello basso**.



Figura 4-122: visuale dalla SP76 verso gli ambiti interessati dagli interventi



Figura 4-123: simulazione 3D dalla visuale dalla SP76 verso gli ambiti interessati dagli interventi (in verde gli interventi)

La viabilità minore da Donceto a Caverzago costituisce un percorso di fruizione visuale dinamica minore collocato nella parte meridionale dell'area di studio: esso corre sul fondovalle parallelamente al Trebbia ed unisce gli abitati di Donceto e Caverzago. Da tale asse visuale sarà possibile scorgere gli ambiti interessati dal primo tratto di interventi fino all'abitato di Quadrelli.



Gli elementi di progetto più facilmente percepibili saranno il viadotto sul Rio Cernusca, che rappresenta il maggiore manufatto di prevista realizzazione con una lunghezza pari a 180 m ed un prospetto in corten che sarà dotato di barriere antirumore che ne aumenteranno la percezione. Altri interventi visibili da tale asse saranno quelli relativi alla realizzazione della rotatoria e nuova viabilità per Dolgo: quest'ultima tuttavia, essendo posta a quote più basse, rimarrà parzialmente nascosta dalla vegetazione presente nell'intorno.



Figura 4-124: visuale dalla viabilità da Donceto e Cavernago verso la Valle del Cernusca

In relazione alla presenza del viadotto sul Cernusca, quale manufatto emergente dal piano campagna, e alla ridotta distanza dell'asse di fruizione visuale dagli interventi si ritiene di individuare un livello di **impatto** su tale asse di livello **medio-alto**.

Per quanto riguarda gli **ambiti ad elevata percezione visiva** corrispondenti al fulcro visuale sul ponte per Travo e al fulcro visuale sul ponte per Case Marchesi si segnala come da essi si possano percepire parzialmente gli interventi in progetto con particolare riferimento all'eliminazione della vegetazione e alla realizzazione dei rilevati in terre rinforzate. Tale visibilità viene a tratti ostruita dalla presenza delle fasce di vegetazione ripariale che corre lungo il fiume Trebbia costituendo una fitta cortina visuale. Per le considerazioni espresse sopra si ritiene di individuare un **impatto di livello basso**.

Infine per quanto gli impatti sui **beni culturali e le emergenze architettoniche** si segnala come l'unico bene relativamente vicino alle aree di intervento sia rappresentato dal Castello di Montechiaro che rappresenta anche il bene culturale di maggiore importanza del tratto di valle considerato.

Il Castello è collocato in posizione arroccata ad una distanza di 320 m dall'attuale SS 45 e risulta parzialmente circondato da vegetazione arborea. Sul lato sud tuttavia tale vegetazione risulta assente cosicché potranno essere percepiti gli interventi di ammodernamento che nel tratto considerato si pongono nelle aree agricole adiacenti la SS 45 attuale facilitandone la vista dal bene culturale. Si ritiene pertanto di valutare un livello di **impatto di livello medio** ma circoscritto al solo bene culturale in oggetto.

Per una completa trattazione degli impatti sulla componente paesaggistica si rimanda alla relazione paesaggistica allegata al progetto (crf. EC07 - T00EC02AMBRE07\_A).

### **INTERVENTI DI MITIGAZIONE**

Gli interventi di mitigazione per la componente in oggetto relativi alla fase di esercizio consistono essenzialmente negli interventi di inserimento paesaggistico della SS45 tramite l'impiego di materiale vegetale arboreo ed arbustivo in coerenza fitosociologica con la vegetazione naturale potenziale dell'area.

### **INTERVENTI DI MONITORAGGIO**

Il monitoraggio dei potenziali impatti sulla componente paesaggio è strettamente connesso alla realizzazione degli interventi di mitigazione e alla loro riuscita in termini di attecchimento del materiale vegetale posto a dimora.

Considerato che la presenza fisica dei nuovi manufatti non potrà essere oggetto di modifiche, dovranno essere monitorati gli interventi di inserimento paesaggistico e la loro effettiva funzione mitigativa, prevedendo, laddove necessario e possibile, ulteriori piantumazioni integrative se quelle esistenti non raggiungessero l'effetto desiderato.

Sempre in relazione alle opere di inserimento paesaggistico si ritiene sia auspicabile prevedere il monitoraggio di tali interventi in termini di manutenzione e sostituzione delle fallanze al fine di garantire la perfetta riuscita degli interventi mitigativi.

#### **4.7.3 OPERE DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO AMBIENTALE**

Le scelte progettuali relative alle opere in verde di prevista attuazione sono rappresentate nei seguenti elaborati cartografici:

- EB20 – Interventi di inserimento paesaggistico e ambientale – Tavola 1 di 3;
- EB21 – Interventi di inserimento paesaggistico e ambientale – Tavola 2 di 3;
- EB22 – Interventi di inserimento paesaggistico e ambientale – Tavola 3 di 3.

In sintesi le scelte progettuali adottate prevedono interventi a verde che si caratterizzano, in via generale, per:

- Utilizzo di specie vegetali autoctone appartenenti alla vegetazione potenziale delle aree d'intervento;
- Utilizzo di specie autoctone appartenenti alla vegetazione potenziale del contesto territoriale d'intervento, non invasive, non allergeniche;
- Proposizione di impianti a verde plurispecifici al fine di massimizzare le probabilità di affermazione dei medesimi (in caso, ad esempio, di moria di una delle specie componenti, l'intervento continua ad essere presente in campo grazie alla presenza

di altre specie in grado di colmare i vuoti; si segnala, in ogni caso, che il piano di manutenzione descritto nel seguito della relazione prevede la sostituzione delle fallanze nel primo periodo post-impianto);

- Utilizzo di esemplari arbustivi e arborei di non eccessivo sviluppo e dimensione all'impianto e dunque in grado di sopportare il "trauma da impianto"; le dimensioni all'impianto scelte, tuttavia, sono in grado di fornire un "pronto effetto" agli interventi a verde realizzati.

Gli impianti a verde di prevista realizzazione sono concepiti in maniera tale da pervenire, con l'affermazione dei medesimi, a formazioni vegetali naturaliformi in grado di affrancarsi progressivamente da esigenze manutentive.

La scelta effettuata delle specie vegetali di previsto impiego per la realizzazione degli interventi a verde di inserimento paesaggistico e ambientale in progetto si è basata su di un criterio fito-geografico. La scelta delle specie vegetali da utilizzare negli interventi di mitigazione ambientale è stata effettuata innanzitutto sulla base dell'analisi della vegetazione potenziale della fascia fitoclimatica d'intervento.

In base al criterio fito-geografico è stato possibile stilare una lista di specie autoctone di previsto impiego e tale scelta garantirà una migliore capacità di attecchimento e maggior resistenza ad attacchi parassitari o a danni da agenti atmosferici (es. gelate tardive e siccità) consentendo al contempo di diminuire anche gli oneri della manutenzione. Pervenendo, inoltre, a formazioni vegetali plurispecifiche in grado di permanere in campo anche al cessare delle prime cure manutentive.

Di seguito sono descritti in modo sintetico gli interventi a verde di inserimento paesaggistico e ambientale dell'opera in progetto, i quali verranno realizzati mettendo a dimora le specie indicate nello schema seguente.

Sono previste le seguenti tipologie di intervento:

- *Rimboschimenti*: messa a dimora di formazioni boscate naturaliformi costituite da specie arbustive e arboree autoctone. Schema d'impianto che segue linee sinusoidali per permettere un agevole accesso alle piantumazioni durante i primi anni dall'impianto (attività manutentive) e portare alla formazione di un bosco di aspetto naturale a specie affermate. Superficie totale d'intervento in progetto: 33.000 mq;
- *Siepi arbustive*: formazione di siepi arbustive a doppio filare costituite da specie autoctone disposte a quinconce. Intervento con duplice funzione: paesaggistica (per l'inserimento dell'infrastruttura in prossimità di nuclei abitati e in assenza di altre tipologie d'intervento a verde e per allestire i margini stradali (scarpate) in funzione di corridoio ecologico di nuova formazione; lunghezza totale d'intervento in progetto: 2.860 m;
- *Nuclei arbustivi*: formazione di nuclei di 10 arbusti autoctoni ciascuno composto da tre specie; superficie totale d'intervento in progetto: 4.390 mq;
- *Nuclei arbustivi igrofilii*: intervento previsto in prossimità dei corsi d'acqua attraversati, con formazione di nuclei di 12 arbusti autoctoni, con tre specie rappresentate per ciascun nucleo; superficie totale d'intervento in progetto: 2.660 mq;
- *Prato arborato*: Intervento previsto in aree di dimensioni ridotte o forma tale da non renderle idonee alla messa a dimora di formazioni boscate. In corrispondenza di tali superfici, inerbite, verranno messi a dimora alberi singoli o in gruppi di due e tre. La disposizione delle specie sarà casuale tra quelle indicate nello schema riportato all'inizio di questo paragrafo; superficie totale d'intervento in progetto: 5.930 mq;
- *Inerbimenti*: realizzati mediante idrosemina; superficie totale d'intervento in progetto: 56.935 mq.

Di seguito le specie di previsto impiego.

SPECIE DI PREVISTO IMPIEGO		ARBUSTI	
	Nuclei arbustivi (CM, CS, EE, LV, VO)	CS	<i>Cornus sanguinea</i>
	Nuclei arbustivi igrofilii (VO, SE, SP)	CM	<i>Crataegus monogyna</i>
	Siepi arbustive (CM, CS, EE, LV, SE, SP, VO)	EE	<i>Euonymus europaeus</i>
	Rimboschimenti:	LV	<i>Ligustrum vulgare</i>
	Alberi a pronto effetto (AC, CB, FE, PA, PAv, QR, TC)	PS	<i>Prunus spinosa</i>
	Alberi giovani (AC, CB, FE, PA, PAv, QR, TC)	PC	<i>Pyracantha coccinea</i>
	Arbusti (CM, CS, EE, LV, PC, PS, RC, VO)	RC	<i>Rosa canina</i>
	Prato arborato (AC, CB, FE, PA, PAv, QR, TC)	SE	<i>Salix eleagnis</i>
		SP	<i>Salix purpurea</i>
		VO	<i>Viburnum opulus</i>
			<b>ALBERI</b>
		AC	<i>Acer campestre</i>
		CB	<i>Carpinus betulus</i>
		FE	<i>Fraxinus excelsior</i>
		PA	<i>Populus alba</i>
		PAv	<i>Prunus avium</i>
		QR	<i>Quercus robur</i>
		TC	<i>Tilia cordata</i>

Figura4.7-35: Specie di previsto impiego e tipologie d'intervento a verde in progetto

La maggior parte delle aree di cantiere saranno oggetto di recupero vegetazionale utilizzando le tipologie d'intervento a verde appena descritte (superfici d'inerbimento, esemplari arborei e arbustivi quantificati nei paragrafi precedenti). Il progetto, inoltre, prevede il recupero al precedente uso agricolo della superficie di cantiere prevista in corrispondenza delle aree precedentemente utilizzate nel settore agricolo.

Particolare attenzione è riposta per i tratti del nuovo tracciato che attraversano corsi d'acqua in quanto rappresentano situazioni di particolare attenzione per le opere a verde previste; in essi occorre coniugare interventi di sistemazione e ricucitura delle zone cantierizzate con interventi di ripristino della continuità ecologica del corso d'acqua e delle sue sponde.

In questo quadro una particolare attenzione riguarda la zona del rio Molini per l'estensione sia del nuovo ponte sia delle opere di ripristino a verde previste, realizzati in un contesto di continuità boschiva.

Le scelte progettuali adottate prevedono interventi a verde che si caratterizzano come di seguito riepilogato:

- Utilizzo di specie vegetali autoctone appartenenti alla vegetazione potenziale delle aree d'intervento;
- Utilizzo di specie autoctone appartenenti alla vegetazione potenziale del contesto territoriale d'intervento, non invasive, non allergeniche;
- Proposizione di impianti a verde plurispecifici al fine di massimizzare le probabilità di affermazione dei medesimi (in caso, ad esempio, di moria di una delle specie componenti, l'intervento continua ad essere presente in campo grazie alla presenza di altre specie in grado di colmare i vuoti; si segnala, in ogni caso, che il piano di

manutenzione descritto nel seguito della relazione prevede la sostituzione delle fallanze nel primo periodo post-impianto);

- Utilizzo di esemplari arbustivi e arborei di non eccessivo sviluppo e dimensione all'impianto e dunque in grado di sopportare il "trauma da impianto"; le dimensioni all'impianto scelte, tuttavia, sono in grado di fornire un "pronto effetto" agli interventi a verde realizzati.

Gli impianti a verde di prevista realizzazione sono concepiti in maniera tale da pervenire, con l'affermazione dei medesimi, a formazioni vegetali naturaliformi in grado di affrancarsi progressivamente da esigenze manutentive.

La scelta effettuata delle specie vegetali di previsto impiego per la realizzazione degli interventi a verde di inserimento paesaggistico e ambientale in progetto si è basata su di un criterio fito-geografico. La scelta delle specie vegetali da utilizzare negli interventi di mitigazione ambientale è stata effettuata innanzitutto sulla base dell'analisi della vegetazione potenziale della fascia fitoclimatica d'intervento.

In base al criterio fito-geografico è stato possibile stilare una lista di specie autoctone di previsto impiego e tale scelta garantirà una migliore capacità di attecchimento e maggior resistenza ad attacchi parassitari o a danni da agenti atmosferici (es. gelate tardive e siccità) consentendo al contempo di diminuire anche gli oneri della manutenzione. Pervenendo, inoltre, a formazioni vegetali plurispecifiche in grado di permanere in campo anche al cessare delle prime cure manutentive.

Di seguito sono descritti in modo sintetico gli interventi a verde di inserimento paesaggistico e ambientale dell'opera in progetto, i quali verranno realizzati mettendo a dimora le specie indicate nello schema seguente.

Sono previste le seguenti tipologie di intervento:

- **Rimboschimenti:** messa a dimora di formazioni boscate naturaliformi costituite da specie arbustive e arboree autoctone. Schema d'impianto che segue linee sinusoidali per permettere un agevole accesso alle piantumazioni durante i primi anni dall'impianto (attività manutentive) e portare alla formazione di un bosco di aspetto naturale a specie affermate. superficie totale d'intervento in progetto: 33.000 mq;
- **Siepi arbustive:** formazione di siepi arbustive a doppio filare costituite da specie autoctone disposte a quinconce. Intervento con duplice funzione: paesaggistica (per l'inserimento dell'infrastruttura in prossimità di nuclei abitati e in assenza di altre tipologie d'intervento a verde e per allestire i margini stradali (scarpate) in funzione di corridoio ecologico di nuova formazione; lunghezza totale d'intervento in progetto: 2.860 m;
- **Nuclei arbustivi:** formazione di nuclei di 10 arbusti autoctoni ciascuno composto da tre specie; superficie totale d'intervento in progetto: 4.390 mq;
- **Nuclei arbustivi igrofilii:** intervento previsto in prossimità dei corsi d'acqua attraversati, con formazione di nuclei di 12 arbusti autoctoni, con tre specie rappresentate per ciascun nucleo; superficie totale d'intervento in progetto: 2.660 mq;
- **Prato arborato:** Intervento previsto in aree di dimensioni ridotte o forma tale da non renderle idonee alla messa a dimora di formazioni boscate. In corrispondenza di tali superfici, inerbite, verranno messi a dimora alberi singoli o in gruppi di due e tre. la disposizione delle specie sarà casuale tra quelle indicate nello schema riportato all'inizio di questo paragrafo; superficie totale d'intervento in progetto: 5.930 mq;
- **Inerbimenti:** realizzati mediante idrosemina; superficie totale d'intervento in progetto: 56.935 mq.

Di seguito le specie di previsto impiego.

SPECIE DI PREVISTO IMPIEGO		ARBUSTI	
	Nuclei arbustivi (CM, CS, EE, LV, VO)	CS	<i>Cornus sanguinea</i>
	Nuclei arbustivi igrofilii (VO, SE, SP)	CM	<i>Crataegus monogyna</i>
	Siepi arbustive (CM, CS, EE, LV, SE, SP, VO)	EE	<i>Eurogynus europaeus</i>
	Rimboschimenti:	LV	<i>Ligustrum vulgare</i>
	Alberi a pronto effetto (AC, CB, FE, PA, PAu, QR, TC)	PS	<i>Prunus spinosa</i>
	Alberi giovani (AC, CB, FE, PA, PAu, QR, TC)	PC	<i>Pyracantha coccinea</i>
	Arbusti (CM, CS, EE, LV, FC, PS, RC, VO)	RC	<i>Rosa canina</i>
	Prato arborato (AC, CB, FE, PA, PAu, QR, TC)	SE	<i>Salix elaeagnus</i>
		SP	<i>Salix purpurea</i>
		VO	<i>Viburnum opulus</i>
		ALBERI	
		AC	<i>Acer campestre</i>
		CB	<i>Carpinus betulus</i>
		FE	<i>Fraxinus excelsior</i>
		PA	<i>Populus alba</i>
		PAu	<i>Prunus avium</i>
		QR	<i>Quercus robur</i>
		TC	<i>Tilia cordata</i>

Figura 4.7-36: Specie di previsto impiego e tipologie d'intervento a verde in progetto

La maggior parte delle aree di cantiere saranno oggetto di recupero vegetazionale utilizzando le tipologie d'intervento a verde appena descritte (superfici d'inerbimento, esemplari arborei e arbustivi quantificati nei paragrafi precedenti). Il progetto, inoltre, prevede il recupero al precedente uso agricolo della superficie di cantiere prevista in corrispondenza delle aree precedentemente utilizzate nel settore agricolo.

Particolare attenzione è riposta per i tratti del nuovo tracciato che attraversano corsi d'acqua in quanto rappresentano situazioni di particolare attenzione per le opere a verde previste; in essi occorre coniugare interventi di sistemazione e ricucitura delle zone cantierizzate con interventi di ripristino della continuità ecologica del corso d'acqua e delle sue sponde. In questo quadro una particolare attenzione riguarda la zona del rio Molini per l'estensione sia del nuovo ponte sia delle opere di ripristino a verde previste, realizzati in un contesto di continuità boschiva.

### Barriere acustiche

Le barriere acustiche di prevista realizzazione sono di due tipi:

- Barriere acustiche fonoisolanti e fonoassorbenti, in pannelli metallici;
- Barriere acustiche in pannelli trasparenti in PMMA, fonoisolanti non fonoassorbenti, con rigature ottenute con serigrafia o fresatura per prevenire l'impatto dell'avifauna.



La prima tipologia è prevista applicata in presenza di ricettori sui due fronti stradali, mentre la seconda è prevista nei casi di assenza di ricettori sul fronte opposto.

In entrambe le soluzioni i montanti sono previsti in Corten, in continuità tipologica con le strutture metalliche dei ponti e dei viadotti. L'acciaio Corten garantisce una elevata durevolezza della componente strutturale.

Il contesto paesaggistico di riferimento è costituito da insediamenti residenziali integrati in un territorio diffusamente agricolo e con estesa presenza di aree boscate. Si ritiene che il colore dell'acciaio Corten, richiamando il legno anche nell'assenza di uniformità cromatica, sia idoneo, in tutte le condizioni stagionali, per la definizione degli elementi verticali delle barriere nel contesto descritto, caratterizzato dalla diffusa presenza di specie arboree decidue.

Per quanto riguarda più precisamente l'articolazione cromatica dei pannelli metallici della prima tipologia di barriera, a partire dal colore dei montanti in Corten, si è definita una scala di colori RAL che, evitando l'effetto di muro uniforme e mantenendo costante il richiamo al colore di essenze lignee, consentisse di rendere gradevole la percezione visiva dell'opera.

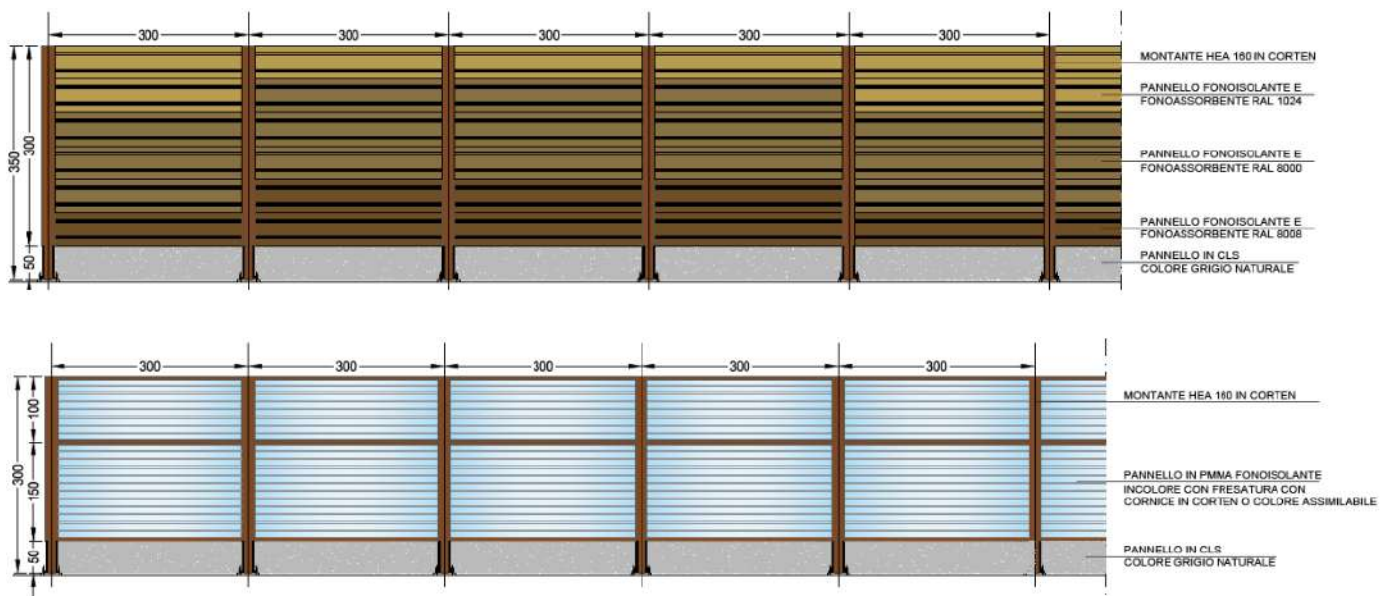


Figura 4-125: Tipologie barriere antirumore

## 4.8 SALUTE PUBBLICA

### 4.8.1 PREMESSA

L'obiettivo principale dell'analisi del fattore ambientale Salute umana è lo studio dello stato di salute degli abitanti residenti in prossimità dell'infrastruttura in esame, al fine di verificare successivamente la compatibilità degli effetti diretti e indiretti del progetto con gli standard ed i criteri per la prevenzione dei rischi riguardanti la salute umana.

La caratterizzazione dello stato attuale, in merito al fattore in esame è strutturata in due fasi:

- analisi del contesto demografico, delle condizioni socioeconomiche della popolazione e del profilo epidemiologico sanitario condotta attraverso il supporto di studi epidemiologici e di dati statistici;
- stima delle condizioni allo stato attuale della popolazione residente in prossimità dell'area in esame, partendo dai risultati ottenuti dallo studio delle componenti "Aria e clima" e "Rumore" del presente Studio

e, secondo tale schema metodologico, viene presentata nei paragrafi che seguono.

### 4.8.2 IL CONTESTO DEMOGRAFICO

Il presente paragrafo riporta l'analisi della demografia e della distribuzione della popolazione nell'area interessata dall'opera in oggetto, in riferimento all'ambito regionale, provinciale e comunale. In particolare, lo scopo è quello di verificare se la presenza dell'opera rappresenterà un fattore enfatizzante sul sistema antropico complessivo del territorio rispetto alla salute della popolazione.

Secondo i dati dell'Istat28, la popolazione residente in Emilia-Romagna, riferita all'annualità 2019, si attesta attorno i 4,4 milioni di abitanti, ripartiti in circa 2,2 milioni di uomini e poco più di 2,2 milioni di donne.

Si sottolinea che, al fine di ottenere un quadro il più possibile oggettivo, sono stati considerati i dati aggiornati al 2019 poiché i dati successivi riferiti all'annualità 2020-2021 e di conseguenza 2022 potrebbero aver subito alterazioni in virtù dell'emergenza sanitaria Covid.

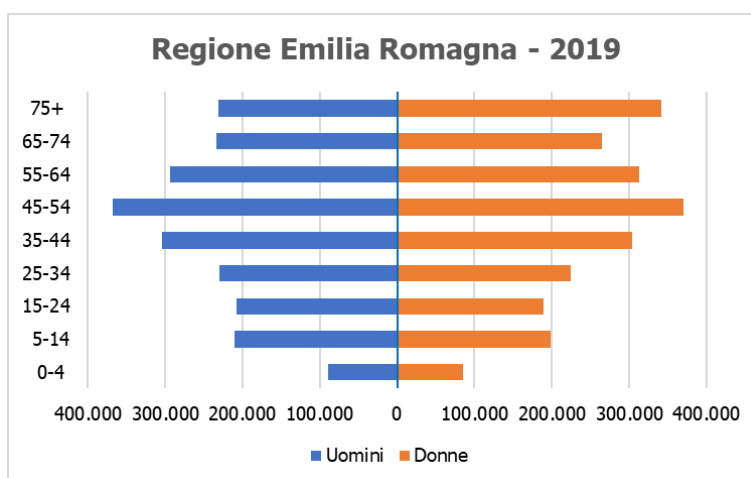
<sup>28</sup> Sistema informativo territoriale su sanità e salute – Health for All (HFA) Italia - aggiornato a giugno 2021

<https://www.istat.it/it/archivio/14562>

**Tabella 4-76 Popolazione residente nella Regione Emilia-Romagna distinta per tipologia e fasce d'età (fonte ISTAT – anno 2019)**

Età	Regione Emilia-Romagna		
	Uomini	Donne	Totale
0-4 anni	89.882	84.704	174.586
5-14 anni	210.475	198.074	408.549
15-24 anni	208.250	188.793	397.043
25-34 anni	230.064	223.990	454.054
35-44 anni	303.992	304.350	608.342
45-54 anni	368.152	369.914	738.066
55-64 anni	293.825	313.541	607.366
65-74 anni	233.628	264.650	498.278
75+ anni	231.379	341.790	573.169
Totale	2.169.647	2.289.806	4.459.453

Dalla seguente tabella è possibile evincere come sia distribuita la popolazione a livello regionale tra i due sessi nelle varie classi di età. Si può constatare infatti che la popolazione tenda a distribuirsi maggiormente nel range tra i 35-44 e i 55-64 anni di età. La fascia d'età più popolosa risulta essere quella tra i 45-54 anni d'età, con una leggera prevalenza della componente femminile su quella maschile.



**Figura 4-126 Composizione della popolazione residente nella Regione Emilia-Romagna distinta per tipologia e fascia d'età (fonte ISTAT – anno 2019)**

Nel seguito si riportano anche i dati demografici relativi al livello della Provincia di Piacenza, relativi all'anno 2019, dei quali è riportata la suddivisione dei residenti per fasce di età.

Tabella 4-77 Popolazione residente nella provincia di Piacenza distinta per tipologia e fasce d'età (fonte Istat – anno 2019)

Età	Provincia di Piacenza		
	Uomini	Donne	Totale
0-4 anni	5.812	5.293	11.105
5-14 anni	12.748	12.210	24.958
15-24 anni	13.523	12.097	25.620
25-34 anni	15.191	14.513	29.704
35-44 anni	18.745	18.093	36.838
45-54 anni	23.439	23.172	46.611
55-64 anni	19.819	20.242	40.061
65-74 anni	15.355	16.784	32.139
75+ anni	15.549	23.680	39.229
<b>Totale</b>	<b>140.181</b>	<b>146.084</b>	<b>286.265</b>

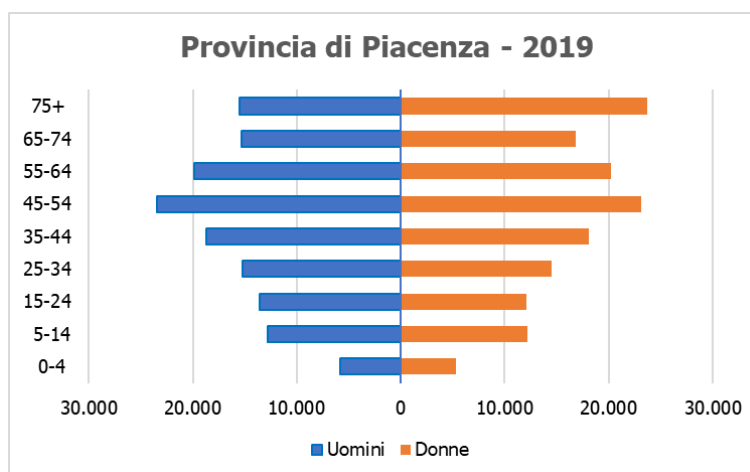


Figura 4-127 Composizione della popolazione residente nella provincia di Piacenza distinta per tipologia e fascia d'età (fonte Istat – anno 2019)

Analizzando la popolazione residente nella provincia di Piacenza, all'annata 2019, si osserva la presenza di poco meno di 300.000 individui, ripartiti in circa 140 mila uomini e circa 145 mila donne. La ripartizione in fasce di età è messa in evidenza in Figura 4-127, dalla quale si conferma quanto già affermato per i dati regionali. A livello provinciale, infatti, la popolazione si distribuisce maggiormente nel range tra i 35-44 e i 55-64 anni d'età; la fascia d'età più popolosa si conferma quella tra i 45-54 anni d'età.

Per avere un quadro ancora più esaustivo del contesto demografico, nel seguito sono presentati i dati demografici relativi al livello dei Comuni coinvolti dalle attività oggetto del presente studio.

Tabella 4-78 Popolazione residente nei Comuni coinvolti dal progetto (fonte Istat - anno 2019)

Comuni	Uomini	Donne	Totale
Rivergaro	3.454	3.561	7.015
Travo	1.059	1.054	2.113

Tabella 4-79 Popolazione residente nel Comune di Rivergaro distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: Istat - anno 2019)

Età	Comune di Rivergaro		
	Uomini	Donne	Totale
0-4 anni	130	117	247
5-14 anni	338	320	658
15-24 anni	323	293	616
25-34 anni	341	321	662
35-44 anni	443	463	906
45-54 anni	609	645	1.254
55-64 anni	519	507	1.026
65-74 anni	373	393	766
75+ anni	378	502	880
<b>Totale</b>	<b>3.454</b>	<b>3.561</b>	<b>7.015</b>

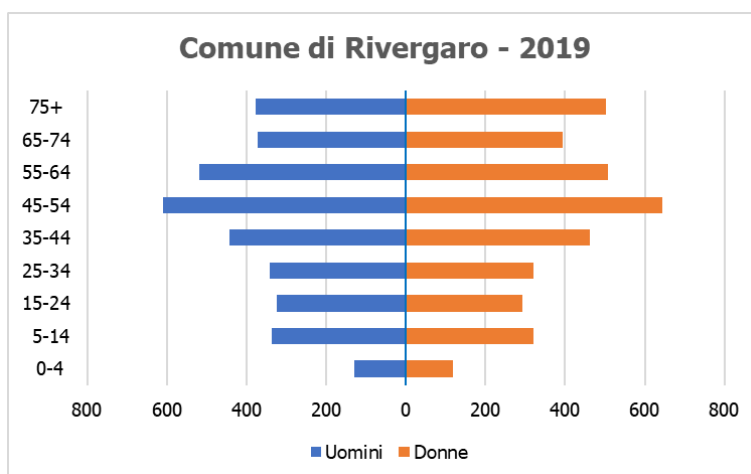


Figura 4-128 Composizione della popolazione residente nel Comune di Rivergaro distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: Istat – anno 2019)

La Figura 4-128 evidenzia una distribuzione della popolazione nel Comune di Rivergaro che ricalca tendenzialmente quella già messa in luce per i dati regionali e provinciali. La classe d'età più popolosa risulta essere quella tra i 45 e i 54 anni d'età.

Tabella 4-80 Popolazione residente nel Comune di Travo distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: Istat - anno 2019)

Età	Comune di Travo		
	Uomini	Donne	Totale
0-4 anni	19	24	43
5-14 anni	67	55	122
15-24 anni	83	65	148
25-34 anni	80	86	166
35-44 anni	119	114	233
45-54 anni	205	175	380
55-64 anni	175	186	361

Età	Comune di Travo		
	Uomini	Donne	Totale
65-74 anni	149	142	291
75+ anni	162	207	369
Totale	1.059	1.054	2.113

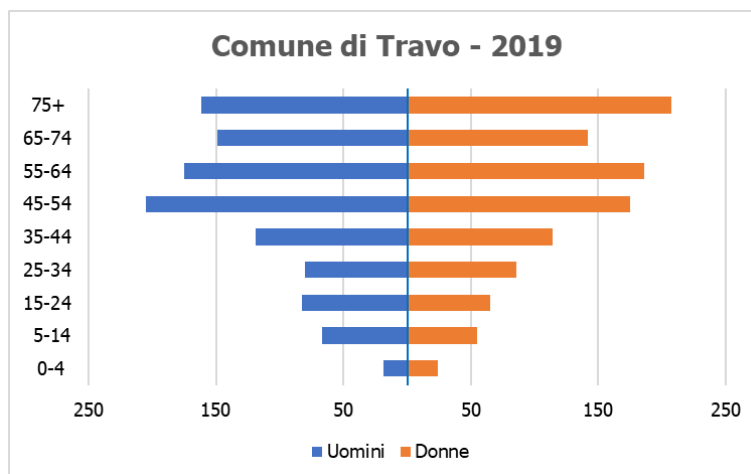


Figura 4-129 Composizione della popolazione residente nel Comune di Travo distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: Istat – anno 2019)

Anche dalla Figura 4-129 si evidenzia una distribuzione della popolazione appartenente al Comune di Travo che ricalca tendenzialmente quella già messa in luce per i dati regionali e provinciali. La classe d'età più popolosa risulta essere quella tra i 45 e i 54 anni d'età, ad eccezione della classe oltre i 75 anni di età in cui prevale la componente femminile con un valore pari a 207.

#### 4.8.3 PROFILI DELLE CONDIZIONI SOCIO ED ECONOMICHE DELLA POPOLAZIONE

Con l'obiettivo di avere una panoramica del profilo delle condizioni socioeconomiche della popolazione vengono riportati i dati a livello comunale, disponibili all'ultimo censimento ISTAT 2011, relativi al grado di istruzione e alle principali occupazioni della popolazione per settore di attività economica, come mostrato nella Tabella 4-81 e nella Tabella 4-82.

Tabella 4-81 Grado di istruzione comunale e distribuzione percentuale della popolazione residente di età maggiore di 6 anni - Anno 2011 (fonte: Censimento Istat 2011 - <http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx?lang=it#>)

Comuni	Analfabeta	Alfabeta privo di titolo di studio	Licenza di scuola elementare	Licenza di scuola media inferiore o di avviamento professionale	Diploma di scuola secondaria superiore	Diploma terziario non univ. del vecchio ord e diplomi A.F.A.M.	Titoli universitari
Rivergaro	6	424	1.321	1.730	2.250	21	691

Travo	2	104	492	481	647	10	189
-------	---	-----	-----	-----	-----	----	-----

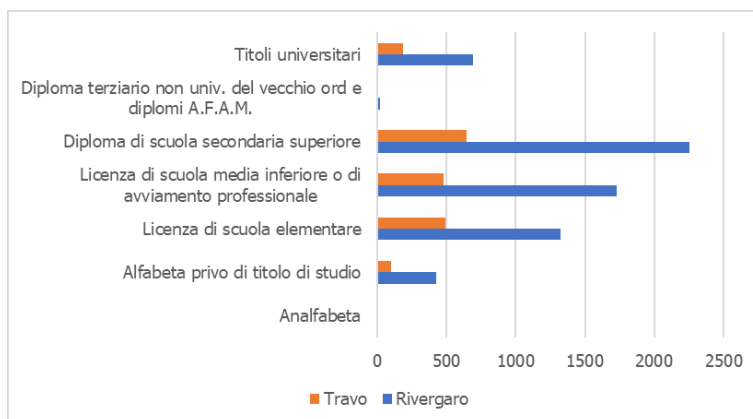


Figura 4-130 Grado di istruzione comunale e distribuzione percentuale della popolazione residente di età maggiore di 6 anni (rielaborata tramite dati di fonte Censimento Istat 2011)

Tabella 4-82 Numero di occupati e loro distribuzione per sezioni di attività economica - Anno 2011 (fonte Censimento Istat 2011 - <http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx?lang=it#>)

Comuni	agricoltura, silvicoltura e pesca	totale industria	commercio, alberghi e ristoranti	trasporto, magazzino, servizi di informazione e comunicazione	attività finanziarie e assicurative, attività immobiliari, attività professionali, scientifiche e tecniche, noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	altre attività
Rivergaro	210	920	703	215	415	696
Travo	73	217	179	58	96	227

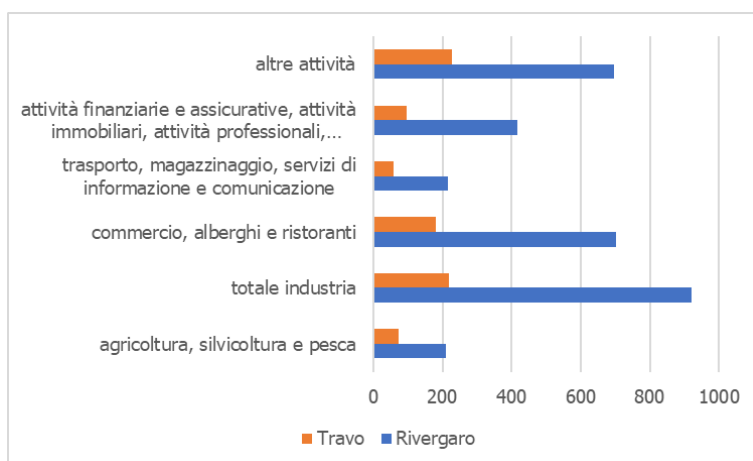


Figura 4-131 Numero di occupati e loro distribuzione per sezioni di attività economica (rielaborata tramite dati di fonte Censimento Istat 2011)

In merito al grado di istruzione (cfr. Tabella 4-81) emerge che nella popolazione residente nei Comuni interessati, i gradi di istruzione più frequenti sono costituiti dal diploma di scuola

secondaria superiore, seguito dalla licenza di scuola media inferiore o di avviamento professionale e dalla licenza di scuola elementare.

Per quanto concerne il tema dell'occupazione (cfr. Tabella 4-82) la sezione di attività economica maggiormente rappresentata nei comuni ricadenti nell'area oggetto di studio è quella di "totale industria", seguita da "commercio, alberghi e ristoranti" e da "altre attività" (che comprendono per esempio il settore pubblico e quello sanitario). Le sezioni di attività economiche con minor occupazione sono invece quelle riguardanti l'"agricoltura, silvicoltura e pesca" seguite dal "trasporto, magazzinaggio, servizi di informazione e comunicazione".

#### 4.8.4 IL PROFILO EPIDEMIOLOGICO SANITARIO

##### Premessa

Per ottenere un corretto quadro dello stato di salute della popolazione di riferimento, è stata condotta un'analisi sulla base delle varie cause di morte e di morbosità tipicamente associate alla tossicità di inquinanti atmosferici e al disturbo causato dall'inquinamento acustico.

Di seguito si riporta l'elenco delle patologie considerate, sia come esiti di mortalità e ricoveri ospedalieri, esaminate nel presente studio.

Tabella 4-83 Cause di morte

Cause di morte	
ISTAT	Atlante mortalità Emilia-Romagna
<u>Tumori</u>	
Tumori	Tumori
Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici	--
Tumori maligni della trachea bronchi e polmoni	Tumori maligni della trachea, bronchi e polmoni
<u>Sistema cardiovascolare</u>	
Malattie del sistema circolatorio	Malattie del sistema circolatorio
Malattie ischemiche del cuore	Cardiopatie ischemiche (escluso infarto)
Disturbi circolatori dell'encefalo	Malattie cerebrovascolari
<u>Apparato respiratorio</u>	
Malattie dell'apparato respiratorio	Malattie dell'apparato respiratorio
BPCO (Broncopneumopatia cronico ostruttiva)	Malattie croniche delle basse vie respiratorie
<u>Sistema nervoso</u>	
Malattie del sistema nervoso e organi di senso	--
Disturbi psichici	--

Tabella 4-84 Cause di ospedalizzazione

Cause di ospedalizzazione	
ISTAT	
<u>Tumori</u>	
Tumori maligni	
Tumori maligni della trachea bronchi e polmoni	



<u>Sistema cardiovascolare</u>
Malattie del sistema circolatorio
Malattie ischemiche del cuore
Disturbi circolatori dell'encefalo
<u>Apparato respiratorio</u>
Malattie dell'apparato respiratorio
BPCO (Broncopneumopatia cronico ostruttiva)
<u>Sistema nervoso</u>
Malattie del sistema nervoso e organi di senso

In merito allo studio della mortalità nel seguito (cfr. par.4.8.5) sono riportati i dati forniti dall'Istat<sup>29</sup>, con riferimento all'ultima annualità disponibile rappresentata dal 2019, in termini di numero di decessi, tasso grezzo di mortalità e tasso di mortalità standardizzato, relativamente a tre livelli: provinciale, regionale e nazionale.

Relativamente al livello del distretto appartenente all'AUSL di Piacenza (distretto Ponente) a cui afferiscono i Comuni di Rivergaro e Travo, coinvolti dall'infrastruttura in esame, sono analizzati i dati di mortalità messi a disposizione dall'*Atlante della mortalità in Emilia-Romagna 2014-2019*<sup>30</sup>. Quest'ultimo fornisce, per il periodo 2014-2018, oltre al numero di decessi ed ai tassi grezzi e standardizzati di mortalità anche il Rapporto Standardizzato di mortalità indicato come SMR (Standardized Mortality Ratio).



Figura 4-132 Mappa dei Distretti appartenenti alla azienda AUSL di piacenza

L'analisi della distribuzione geografica della mortalità a livello comunale viene effettuata anche tramite mappe di rischio di mortalità, le quali forniscono, tramite una scala di colori, una immediata visualizzazione del fenomeno di mortalità nelle diverse aree territoriali.

<sup>29</sup> Sistema informativo territoriale su sanità e salute – Health for All (HFA) Italia - aggiornato a giugno 2021  
<https://www.istat.it/it/archivio/14562>

<sup>30</sup> <https://salute.regione.emilia-romagna.it/normativa-e-documentazione/rapporti/atlante-di-mortalita>

Lo studio della distribuzione geografica della mortalità viene effettuato tramite la valutazione della mortalità attesa in ogni area, stimando successivamente lo scarto tra mortalità attesa e osservata. Per ciascuna area territoriale è stato infatti calcolato il Rapporto Standardizzato di mortalità, SMR (si veda nel seguito la definizione). Le stime degli SMR (rischio relativo) sono state quindi suddivise in cinque classi cromatiche. Le prime due classi (rischio relativo inferiore o uguale a 0,7 e rischio relativo tra 0,7 e 0,9) comprendono comuni con rischio relativo inferiore alla media regionale (popolazione di riferimento), mentre alle ultime due classi (rischio relativo compreso tra 1,1 e 1,3 e rischio relativo maggiore di 1,3) sono attribuiti i comuni che presentano rischio relativo superiore alla media regionale. La classe intermedia (rischio relativo tra 0,9 e 1,1) è associata ai comuni che presentano rischio relativo vicino alla media regionale.

In merito alle formule associate a ciascun indice di mortalità sopra menzionato valgono le seguenti:

#### Tasso grezzo di mortalità

- Dati ISTAT-HFA:  $\frac{\text{Numero decessi}}{\text{Popolazione}} * 10.000$
- Dati Atlante mortalità:  $\frac{\text{Numero decessi}}{\text{Popolazione}} * 100.000$

Il tasso grezzo esprime il numero medio di decessi nel periodo considerato che si verifica per ogni causa di morte ogni 10.000/100.000 residenti.

#### Tasso standardizzato di mortalità

- Dati ISTAT-HFA:  $\frac{\sum_i T_i * pse_i}{\sum_i pse_i} * 10.000$
- Dati Atlante mortalità:  $\frac{\sum_i T_i * pse_i}{\sum_i pse_i} * 100.000$

con:

- $T_i = n_i / p_i$  = tasso di mortalità nella popolazione in osservazione nella i-esima classe di età;
- $n_i$  = decessi osservati in tutto il periodo nella popolazione in osservazione nella classe i-esima di età;
- $p_i$  = popolazione residente nella i-esima classe di età;
- $pse_i$  = popolazione regionale nella i-esima classe di età.

Il tasso standardizzato rappresenta il tasso di mortalità che si avrebbe se la popolazione in studio avesse la stessa struttura per età della popolazione standard.

#### Rapporto Standardizzato di Mortalità

L'SMR esprime l'eccesso o il difetto di mortalità esistente tra le diverse popolazioni al netto delle influenze esercitate dalla diversa composizione per età e sesso delle popolazioni stesse:

$$SMR = \frac{\text{decessi osservati}}{\text{decessi attesi}} = \frac{\sum_j n_j}{\sum_i \sum_j Tr_{ij} \cdot p_{ij}}$$

dove:

- $Tr_{ij}$  rappresenta il tasso di mortalità specifico nella fascia d'età  $i$  e nel sesso  $j$  nella popolazione di riferimento;
- $n_j$  rappresenta il numero di decessi osservati nel sesso  $j$  nella popolazione in studio;
- $p_{ij}$  rappresenta la popolazione osservata nella fascia d'età  $i$  e nel sesso  $j$ .

Valori dell'SMR maggiori o minori di 1 indicano un rischio, rispettivamente, maggiore o minore rispetto a quello osservato nella popolazione di riferimento. In altre parole, valori di SMR superiori all'unità indicano una mortalità superiore a quella regionale; valori inferiori indicano un livello di mortalità inferiore rispetto a quella regionale.

Relativamente allo studio della morbosità (cfr. par. 0) i dati a livello provinciale, regionale e nazionale sono stati selezionati dal portale HFA dell'Istat<sup>31</sup>, per l'ultima annualità disponibile rappresentata dal 2020 e per ciascuna delle cause di ospedalizzazione riportate nella Tabella 4-84.

Per completezza, relativamente ai tre distretti comprendenti i Comuni coinvolti dal progetto in esame, si riportano anche i tassi grezzi e standardizzati di ospedalizzazione forniti dal portale della Regione Emilia-Romagna<sup>32</sup>, indicatori che tuttavia non sono associati a singole cause di ospedalizzazione ma sono distinti per regime di ricovero (degenza ordinaria, day-hospital, DRG chirurgico o medico).

#### 4.8.5 MORTALITÀ

L'analisi che segue è strutturata prendendo in esame inizialmente i dati forniti da Istat e successivamente quelli messi a disposizione dall'Atlante della mortalità in Emilia-Romagna.

In primo luogo, in Tabella 4-85 si riportano i dati di mortalità forniti da Istat causati da tumori, prendendo in considerazione la totalità dei tumori, dei tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici e dei tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni. Si ricorda che oltre ai dati provinciali di Piacenza, sono riportati anche i valori relativi alla regione Emilia-Romagna e a livello nazionale.

Tabella 4-85 Decessi avvenuti causa tumori (fonte: HFA 2022- anno 2019)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne

<sup>31</sup> Sistema informativo territoriale su sanità e salute – Health for All (HFA) Italia - aggiornato a giugno 2021  
<https://www.istat.it/it/archivio/14562>

<sup>32</sup> <https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/ReportERHome/stats/flusso/10/macroambito/1/ambito/1/scheda/1>

<b>Tumori</b>	Piacenza	508	423	37,21	29,85	31,99	18,93
	Emilia-Romagna	7.645	6.579	34,48	28,18	30,14	19,13
	Italia	99.384	79.921	34,20	26,11	32,07	19,09
<b>Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici</b>	Piacenza	156	63	11,19	4,59	9,60	3,21
	Emilia-Romagna	1.955	1.036	8,78	4,46	7,71	3,25
	Italia	25.465	11.009	8,77	3,60	8,20	2,77
<b>Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni</b>	Piacenza	142	57	10,05	4,18	8,62	2,92
	Emilia-Romagna	1.773	977	7,99	4,21	7,02	3,08
	Italia	22.854	10.163	7,87	3,22	7,36	2,56

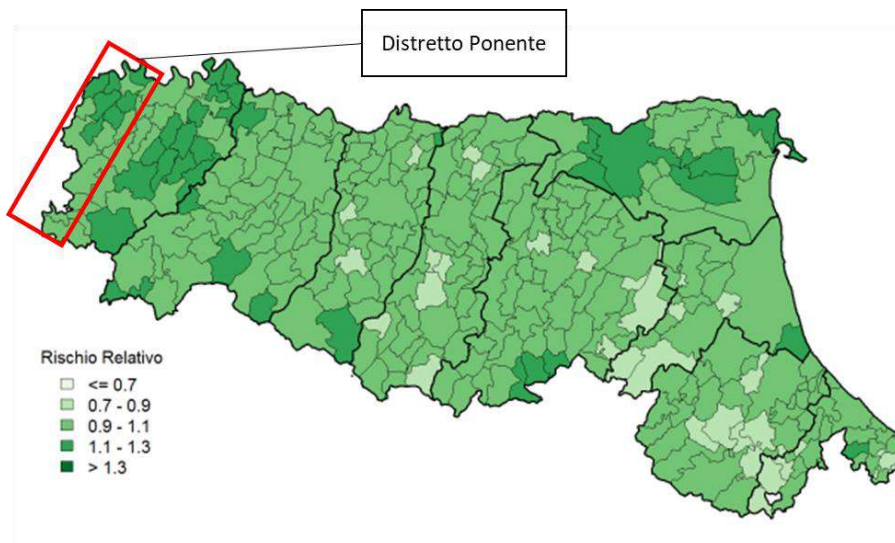
Per le tre tipologie di tumori, i tassi standardizzati relativi alla regione interessata risultano essere pressoché confrontabili e tendenzialmente inferiori in confronto con quelli di livello provinciale e nazionale, sia per la componente maschile che per quella femminile.

Relativamente al livello distrettuale si riportano gli indicatori messi a disposizione dall'Atlante della mortalità in Emilia-Romagna per la totalità dei tumori. Si ricorda che i valori riportati sono relativi al periodo quinquennale 2014-2018.

**Tabella 4-86 Decessi avvenuti causa tumori per i distretti coinvolti dal progetto in esame (fonte Atlante della mortalità in Emilia-Romagna 2014-2019 – periodo 2014-2018)**

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		SMR	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
<b>Tumori</b>	Distretto Ponente	791	608	415,3	311,8	459,7	270,3	1,11	1,06

I valori di SMR risultano essere leggermente maggiori rispetto a quelli regionali, evidenziando valori maggiori dell'11% negli uomini e del 6% nelle donne. Tali conclusioni sono messe in luce anche attraverso la mappa del rischio di mortalità comunale riportata in

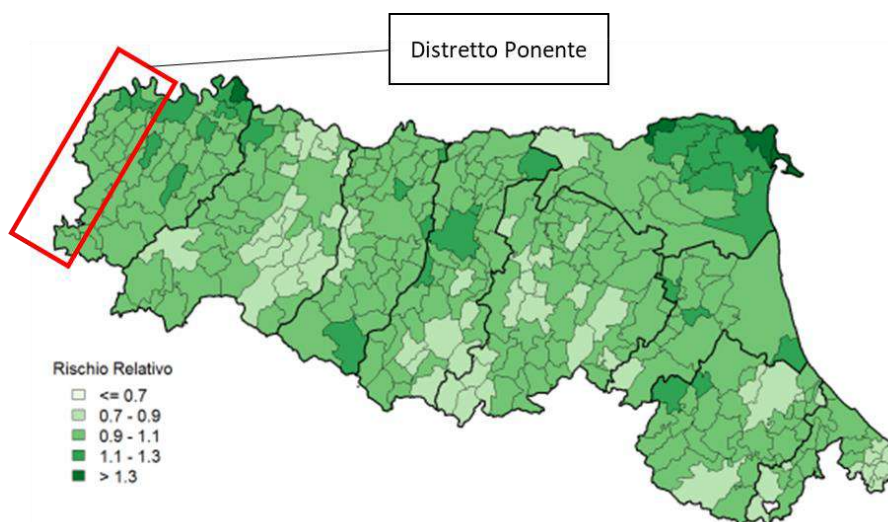


**Figura 4-133 Mappa dei rischi di mortalità. Stima degli SMR per tutti i tumori e per il distretto di appartenenza dei comuni in studio, popolazione totale (fonte Atlante della mortalità in Emilia-Romagna 2014-2019 – periodo 2014-2018)**

Relativamente ai tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone l'Atlante della mortalità fornisce i dati riportati in Tabella 4-87. Anche relativamente a tale tipologia tumorale si può constatare come i valori di SMR siano inferiori o pressoché analoghi ai livelli regionali, attestandosi nel range intermedio tra 0.95 e 1.05, come è possibile visualizzare anche nella mappa della

**Tabella 4-87 Decessi avvenuti causa tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni per i distretti coinvolti dal progetto in esame (fonte Atlante della mortalità in Emilia-Romagna 2014-2019 – periodo 2014-2018)**

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		SMR	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
<b>Tumori maligni trachea, bronchi e polmone</b>	Distretto Ponente	177	78	92,9	40,0	101,9	35,1	1,02	0,98



**Figura 4-134** Mappa dei rischi di mortalità. Stima degli SMR per i tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni per i distretti coinvolti dal progetto in esame, popolazione totale (fonte Atlante della mortalità in Emilia-Romagna 2014-2019 – periodo 2014-2018)

Per quanto concerne i decessi legati alle patologie del sistema cardiovascolare, l'Istat fornisce i dati relativi alle malattie del sistema circolatorio, alle malattie ischemiche del cuore ed ai disturbi circolatori dell'encefalo, i cui valori di mortalità sono riportati in Tabella 4-88, Tabella 4-89 e Tabella 4-90.

**Tabella 4-88** Decessi avvenuti per malattie del sistema circolatorio (fonte: HFA 2022- anno 2019)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
<b>Malattie del sistema circolatorio</b>	Piacenza	483	652	35	44,71	29,52	21,29
	Emilia-Romagna	7.161	9.424	32,48	40,69	27,91	21,42
	Italia	97.340	125.108	33,35	40,89	31,88	24,10

**Tabella 4-89** Decessi avvenuti per malattie ischemiche del cuore (fonte: HFA 2022- anno 2019)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
<b>Malattie ischemiche del cuore</b>	Piacenza	160	132	11,19	8,90	9,46	4,59
	Emilia-Romagna	2.412	2.147	10,90	9,20	9,39	4,90
	Italia	32.853	29.132	11,24	9,52	10,68	5,67

Tabella 4-90 Decessi avvenuti per disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2022- anno 2019)

Disturbi circolatori encefalo	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
	Piacenza	110	210	8,48	14,93	6,99	7,25
	Emilia-Romagna	1.558	2.408	7,08	10,48	6,02	5,6
	Italia	22.186	32.888	7,63	10,75	7,29	6,37

Tra le tre differenti malattie legate al sistema cardiovascolare si evidenzia una netta differenza sia in termini assoluti di decessi, sia in termini di tasso di mortalità, caratterizzata da valori maggiori per le malattie del sistema circolatorio rispetto alle ischemie del cuore e disturbi circolatori dell'encefalo, poiché queste ultime rappresentano una quota parte delle prime.

Nonostante questa differenza tra le tre malattie, è possibile evincere come, in linea generale, si evidenzia un quadro di sostanziale omogeneità tra i tassi standardizzati delle aree geografiche considerate, con i valori regionali e della provincia di Piacenza che si attestano su livelli pressoché inferiori a quelli nazionali.

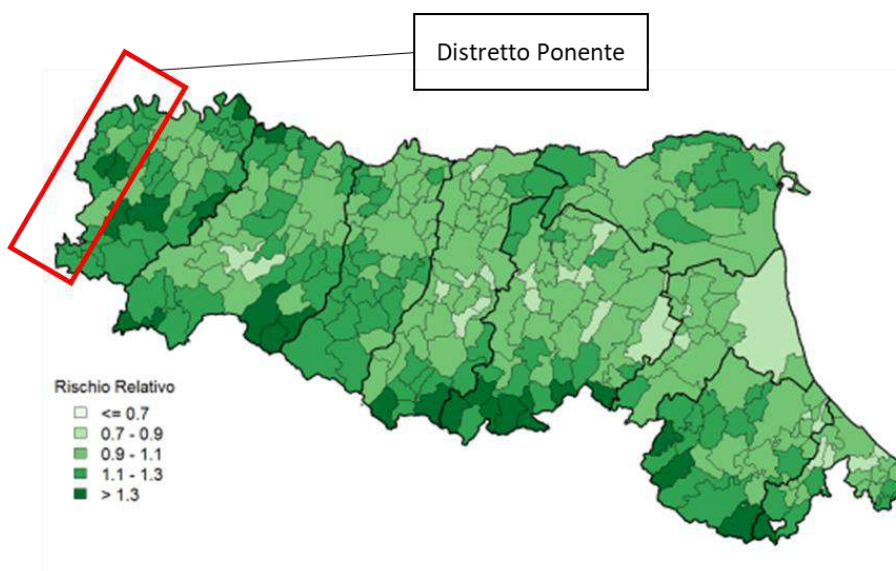
Nella Tabella 4-91 si riportano i parametri forniti dall'Atlante della mortalità in merito al livello distrettuale per le patologie a carico del sistema cardiovascolare.

Tabella 4-91 Decessi avvenuti per il distretto coinvolto dal progetto in esame (fonte Atlante della mortalità in Emilia-Romagna 2014-2019 – periodo 2014-2018)

Distretto Ponente	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		SMR	
	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema circolatorio	780	990	409,5	507,6	477,4	400,7	1,15	1,12
Cardiopatie ischemiche	128	141	67,2	72,3	79,3	56,7	0,86	1,00
Malattie cerebrovascolari	215	295	112,9	151,3	133,1	119,5	1,46	1,35

I dati di SMR della Tabella 4-91 relativi alle *Malattie del sistema circolatorio* sono compresi nel range tra 1,10 e 1,15, evidenziando deviazioni leggermente maggiori rispetto al valore di riferimento regionale.

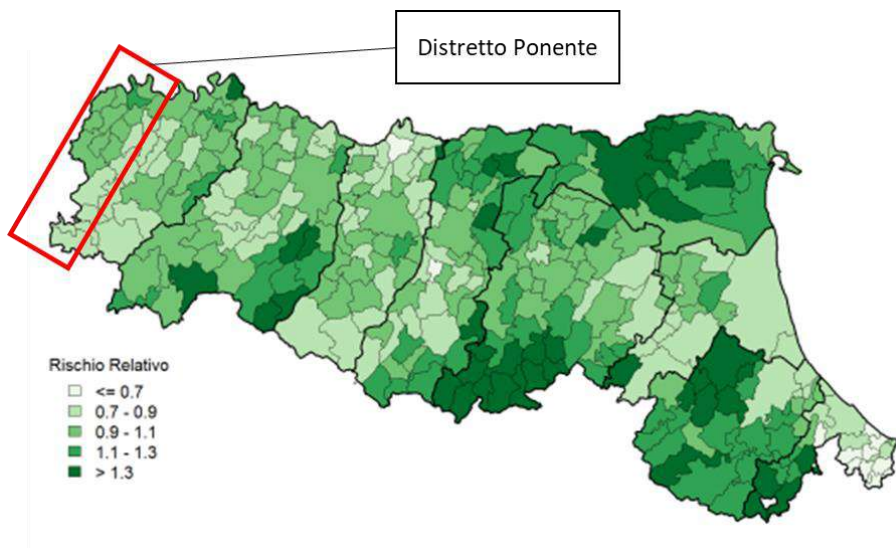
La visualizzazione dell'andamento della mortalità tramite mappe di rischio per le malattie del sistema circolatorio è riportata in Figura 4-135, dalla quale si evidenzia lo scostamento tra il rischio relativo al livello comunale e regionale.



**Figura 4-135** Mappa dei rischi di mortalità. Stima degli SMR per le malattie del sistema circolatorio per il distretto in cui ricadono i comuni in studio, popolazione totale (fonte Atlante della mortalità in Emilia-Romagna 2014-2019 – periodo 2014-2018)

I parametri relativi alle cardiopatie ischemiche (ad esclusione dell'infarto), sempre in Tabella 4-91, mostrano valori di SMR pressoché omogenei con quelli di livello regionale, attestandosi tendenzialmente attorno all'unità per le donne e leggermente inferiori per gli uomini.

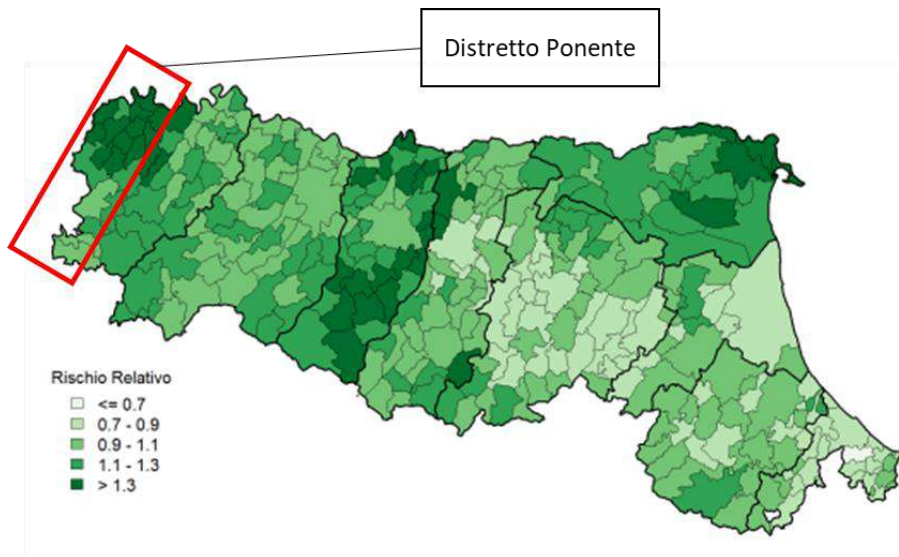
La Figura 4-136 conferma il quadro in cui, per l'area di studio, si possono riscontrare aree di rischio relativo per la maggior parte del distretto ponente comprese tra 0,7-0,9 e tra 0,9-1,1.



**Figura 4-136** Mappa dei rischi di mortalità. Stima degli SMR per le cardiopatie ischemiche (escluso l'infarto) per il distretto in cui ricadono i comuni in studio, popolazione totale (fonte Atlante della mortalità in Emilia-Romagna 2014-2019 – periodo 2014-2018)

In ultimo, si riportano i dati associati alle malattie cerebrovascolari, sempre in Tabella 4-91 in cui i valori di SMR risultano essere maggiori dell'unità evidenziando un potenziale eccesso di rischio di mortalità con valori compresi tra 1,3-1,5 come si può desumere anche dalla Figura 4-137.





**Figura 4-137** Mappa dei rischi di mortalità. Stima degli SMR per le malattie cerebrovascolari per il distretto in cui ricadono i comuni in studio, popolazione totale (fonte Atlante della mortalità in Emilia-Romagna 2014-2019 – periodo 2014-2018)

Per quanto concerne le patologie dell'apparato respiratorio, sono state considerate le malattie totali dell'apparato respiratorio e le malattie bronco-pneumopatiche croniche ostruttive (BPCO), di cui si riportano i dati di mortalità forniti da Istat rispettivamente nella Tabella 4-92 e nella Tabella 4-93.

Tabella 4-92 Decessi avvenuti per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2022- anno 2019)

Malattie apparato respiratorio	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
	Piacenza	171	162	11,55	10,27	9,64	5,08
	Emilia-Romagna	2.302	2.302	10,46	9,84	8,93	5,23
	Italia	28.108	25.549	9,67	8,36	9,27	5,02

Tabella 4-93 Decessi avvenuti per malattie BPCO (fonte: HFA 2022- anno 2019)

BPCO	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
	Piacenza	74	80	5,13	5,07	4,26	2,49
	Emilia-Romagna	985	899	4,5	3,85	3,83	2,12
	Italia	13.725	10.780	4,73	3,53	4,52	2,14

Per quanto riguarda i decessi avvenuti per malattie che coinvolgono il sistema respiratorio, emerge un quadro di sostanziale concordanza tra le tre aree considerate. Si può tuttavia constatare che, relativamente ai tassi di mortalità standardizzati, i valori provinciali e regionali risultino essere leggermente maggiori rispetto a quelli nazionali, ad eccezione della componente maschile regionale che risulta inferiore.

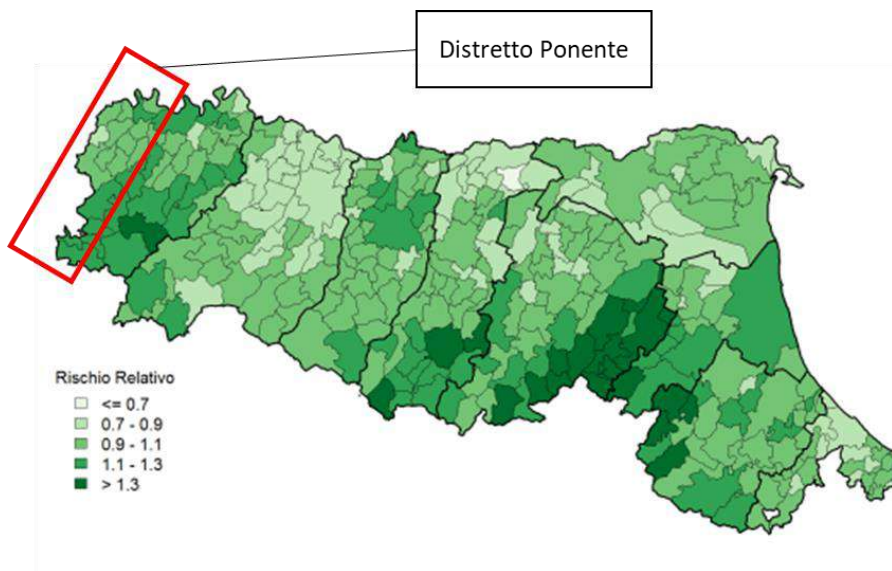
Nella Tabella 4-94 sono mostrati gli indicatori forniti dall'Atlante della mortalità e relativi alle patologie a carico dell'apparato respiratorio per le tre aree distrettuali considerate.

Tabella 4-94 Decessi avvenuti per il distretto coinvolto dal progetto in esame (fonte atlante della mortalità in Emilia-Romagna 2014-2019 – periodo 2014-2018)

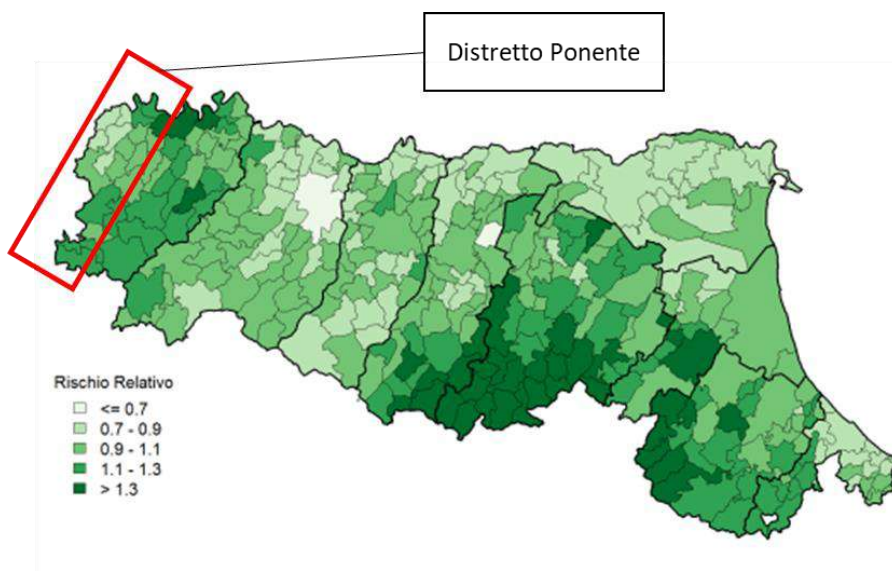
Distretto Ponente	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato		SMR	
	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema respiratorio	204	192	107,1	98,5	126,6	78,0	1,06	1,04
Malattie croniche delle basse vie respiratorie	82	54	43,0	27,7	51,4	22,6	1,01	0,81

Per entrambe le tipologie di malattia si possono riscontrare valori di SMR pressoché confrontabili con il livello di riferimento regionale, con l'unica eccezione rappresentata dal SMR associato alla popolazione femminile per le malattie delle basse vie respiratorie, pari a 0,81.

Le mappe di rischio di mortalità, per il distretto in cui ricadono i comuni di interesse, associate alle malattie del sistema respiratorio e alle malattie croniche delle basse vie respiratorie sono mostrate rispettivamente nella Figura 4-138 e Figura 4-139 dalle quali si evidenziano valori di rischio relativo prevalentemente appartenenti alle fasce di rischio basso e intermedio tra 0,9 e 1,1.



**Figura 4-138** Mappa dei rischi di mortalità. Stima degli SMR per le malattie del sistema respiratorio per il distretto in cui ricadono i comuni in studio, popolazione totale (fonte Atlante della mortalità in Emilia-Romagna 2014-2019 – periodo 2014-2018)



**Figura 4-139** Mappa dei rischi di mortalità. Stima degli SMR per le malattie croniche delle basse vie respiratorie per il distretto in cui ricadono i comuni in studio, popolazione totale (fonte Atlante della mortalità in Emilia-Romagna 2014-2019 – periodo 2014-2018)

Infine, con riferimento alle patologie del sistema nervoso e degli organi di senso si possono osservare le tabelle seguenti ottenute tramite i dati Istat, in cui sono riportati i valori di mortalità avvenuti a causa di malattie del sistema nervoso o a causa di disturbi psichici gravi.

Si precisa che i dati inerenti al livello distrettuale a carico del sistema nervoso sono stati omessi, poiché gli indicatori forniti nell'atlante sono principalmente focalizzati sull'analisi delle patologie cerebrali senili e presenili, trascurate nel presente studio.

Tabella 4-95 Decessi avvenuti per malattie del sistema nervoso e organi di senso (fonte: HFA 2022- anno 2019)

Malattie del sistema nervoso e organi dei sensi	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
	Piacenza	37	80	2,85	5,07	2,32	2,87
	Emilia-Romagna	984	1.215	4,49	5,24	3,88	3,09
	Italia	13.489	16.887	4,65	5,53	4,38	3,53

Tabella 4-96 Decessi avvenuti per disturbi psichici (fonte: HFA 2022- anno 2019)

Disturbi psichici	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
	Piacenza	41	69	2,99	4,72	2,51	2,21
	Emilia-Romagna	902	1.721	4,14	7,47	3,51	3,76
	Italia	8.694	17.372	3,00	5,69	2,88	3,24

Dall'analisi delle tabelle precedenti si evince che, per le malattie del sistema nervoso e organi dei sensi, i valori dei tassi standardizzati dei tre livelli geografici considerati risultino essere pressoché coerenti tra loro, mentre nel caso dei disturbi psichici si può evidenziare una leggera superiorità dei dati regionali rispetto a quelli della provincia di Piacenza e quelli nazionali.

#### 4.8.6 MORBOSITÀ

In questo paragrafo sono riportati in primo luogo i valori di tre indicatori specifici rappresentati dal numero di dimissioni, dal tasso grezzo di dimissioni e dal tasso di dimissioni standardizzato forniti dall'Istat per il contesto provinciale, regionale e nazionale, relativi all'ultima annualità disponibile rappresentata dall'anno 2020. Si sottolinea che tutti i parametri forniti da Istat sono calcolati per 10.000 abitanti.

Entrando nel dettaglio dello studio della morbosità in funzione delle cause di ospedalizzazione, per gli indicatori ottenuti dall'Istat si fa riferimento alle patologie di seguito elencate, coerentemente con quanto analizzato per la mortalità:

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

In Tabella 4-97 si riportano i dati di morbosità forniti da Istat e corrispondenti alle dimissioni dei malati di tumore, prendendo in considerazione la totalità dei tumori maligni e i tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

Tabella 4-97 Dimissione per tumori (fonte: HFA 2022- anno 2020)

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
<b>Malattie del sistema nervoso e organi dei sensi</b>	Piacenza	619	521	44,24	35,89	41,72	32,67
	Emilia-Romagna	9.833	9.002	45,32	39,45	43,21	35,80
	Italia	126.973	118.983	44,06	39,22	42,79	36,39
<b>Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni</b>	Piacenza	152	82	10,86	5,65	9,48	4,35
	Emilia-Romagna	2.428	1.617	11,19	7,09	10,00	5,70
	Italia	27.105	14.437	9,41	4,76	8,66	3,95

In linea generale dalla tabella sopra si delinea un quadro in cui i tassi standardizzati delle tre aree coinvolte risultano essere pressoché confrontabili tra loro, emergendo tuttavia una leggera superiorità dei valori regionali rispetto a quelli nazionali.

Analogamente a quanto esplicitato per i tumori, in Tabella 4-98 si riportano i valori di morbosità relativi alle patologie del sistema circolatorio, di cui fanno parte le malattie del sistema circolatorio, le malattie ischemiche del cuore e i disturbi circolatori dell'encefalo.

Tabella 4-98 Dimissione per malattie del sistema circolatorio, ischemiche del cuore e disturbi circolatori encefalo (fonte: HFA 2022- anno 2020)

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
<b>Malattie del sistema circolatorio</b>	Piacenza	2.649	1.925	189,34	132,60	165,82	90,55
	Emilia-Romagna	41.252	31.939	190,11	139,98	169,41	97,78
	Italia	502.657	340.303	174,57	112,27	161,22	83,55
<b>Malattie ischemiche del cuore</b>	Piacenza	644	302	46,03	20,80	40,10	15,02
	Emilia-Romagna	9.922	4.123	45,73	18,07	40,77	13,15
	Italia	145.654	56.855	50,59	18,76	46,19	14,49
<b>Disturbi circolatori encefalo</b>	Piacenza	511	536	36,52	36,92	31,48	24,07
	Emilia-Romagna	7.554	7.438	34,81	32,60	30,48	21,89
	Italia	86.992	81.360	30,22	26,84	27,80	19,26

L'analisi mette in luce un quadro in cui, mentre per le malattie del sistema circolatorio e i disturbi circolatori dell'encefalo si riscontrano valori dei tassi standardizzati regionali e provinciali superiori

a quelli nazionali, nel caso delle malattie ischemiche del cuore si può constatare la situazione opposta, nella quale il dato nazionale è pressoché superiore a quello regionale e provinciale.

I valori di morbosità corrispondenti a patologie dell'apparato respiratorio sono presentati in Tabella 4-99, distinguendo le malattie dell'apparato respiratorio dalle malattie polmonari croniche ostruttive (BPCO).

Tabella 4-99 Dimissione per malattie dell'apparato respiratorio e per malattie BPCO (fonte: HFA 2022- anno 2020)

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
<b>Malattie apparato respiratorio</b>	Piacenza	2.967	2.096	212,06	144,37	187,97	100,31
	Emilia-Romagna	36.435	29.812	167,91	130,66	152,91	96,25
	Italia	365.224	268.592	126,84	88,60	120,72	70,88
<b>BPCO</b>	Piacenza	61	51	4,36	3,51	3,76	2,36
	Emilia-Romagna	1.270	1.164	5,85	5,10	5,23	3,65
	Italia	11.603	9.405	4,03	3,10	3,90	2,58

I tassi standardizzati provinciali e regionali relativi alle malattie dell'apparato respiratorio risultano essere pressoché in linea tra loro e superiori ai dati di livello nazionale, mentre quelle relative alle malattie polmonari croniche ostruttive presentano valori regionali maggiori di quelli nazionali, e valori provinciali inferiori di quelli nazionali.

Infine, con riferimento alle patologie del sistema nervoso, si evidenziano i valori di morbosità relativi alle malattie di tale sistema.

Tabella 4-100 Dimissione per malattie del sistema nervoso (fonte: HFA 2022- anno 2020)

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
<b>Malattie del sistema nervoso e organi dei sensi</b>	Piacenza	619	521	44,24	35,89	41,72	32,67
	Emilia-Romagna	9.833	9.002	45,32	39,45	43,21	35,80
	Italia	126.973	118.983	44,06	39,22	42,79	36,39

I dati di dimissioni relativi alla Tabella 4-100 evidenziano un quadro di sostanziale omogeneità tra i dati standardizzati relativi alle tre aree geografiche considerate.

#### 4.8.7 ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE

Dallo studio del contesto epidemiologico effettuato sui dati messi a disposizione dall'Istat, dall'Atlante della mortalità dell'Emilia-Romagna è stato possibile analizzare, ed in alcuni casi confrontare, lo stato di salute del distretto Ponente in cui ricadono i comuni di Rivergaro e Trevo, con quello provinciale, regionale e nazionale in termini di mortalità e morbosità.

Da tali confronti si può affermare che allo stato attuale non esistono sostanziali differenze tra i valori di mortalità e di morbosità relativi alle patologie eventualmente collegate alle attività afferenti all'infrastruttura in esame, anche se per talune tipologie di morbosità il tasso registrato è leggermente superiore a quello della media nazionale.

Detta occorrenza è tuttavia in linea con le caratteristiche di inquinamento atmosferico tipiche della Pianura Padana.

Per quanto riguarda gli effetti correlati all'infrastruttura stradale in relazione alle analisi sopra riportate si può fare riferimento a quanto concluso nella componente Atmosfera.

Codice	Media Annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						
	NOx	NO2	NO2 con fondo progetto	CO ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	CO con fondo progetto	PM10	PM10 con fondo progetto
RE-01	19,8	14,8	26,7	0,010	0,4	0,90	24,9
RE-02	16,4	12,3	24,2	0,012	0,402	0,82	24,82
RE-03	7,5	5,6	17,5	0,009	0,399	0,45	24,45
RE-04	8,0	6,0	17,9	0,0085	0,3985	0,43	24,43
RE-05	11,2	8,4	20,3	0,008	0,398	0,65	24,65
RE-06	14,7	11,0	22,9	0,011	0,401	0,85	24,85

Figura 4-140 Contributo fase di esercizio e livello di qualità dell'aria locale

Come si nota i valori relativi all'inquinamento atmosferico risultano al di sotto dei limiti normativi, anche in considerazione delle ipotesi altamente cautelative derivanti dall'assunzione della metodologia del Worst Case.



Tabella 4-101 Sintesi output simulazioni di cantiere Scenario 1 e 2

Recettore	Scenario 1		Recettore	Scenario 2	
	Concentrazione media annua di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrazione media annua di NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Concentrazione media annua di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrazione media annua di NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
R1	0,89	0,75	R8	0,04	0,25
R2	0,74	0,64	R9	0,05	0,39
R3	0,15	0,59	R10	0,60	1,87
R4	0,61	0,52	R11	0,21	0,70
R5	0,24	0,25	R12	0,27	1,32
R6	0,19	0,16	R13	0,43	5,87
R7	0,42	0,41			

Anche per quanto riguarda la fase di cantiere come si può notare dagli output delle simulazioni modellistiche il contributo si può considerare trascurabile rispetto ai limiti di norma. Si rimanda per gli approfondimenti alla componente Atmosfera, in merito ai risultati puntuali di dette simulazioni, mentre per la componente Salute Pubblica si può quindi concludere che, anche in relazione alle BAT ed alle misure di mitigazione di cantiere che saranno comunque messe in opera nella fase di realizzazione, il contributo della fase di esercizio e quella costruttiva può considerarsi trascurabile.

Altro elemento correlato ai fattori di impatto di mortalità e morbosità per la componente Salute Pubblica è legata all'inquinamento acustico.

In particolare lo studio acustico ha messo in evidenza come, grazie all'applicazione delle barriere acustiche la quasi totalità dei ricettori risulta all'interno dei limiti normativi.

In particolare, nello Studio di impatto acustico facente parte degli elaborati del presente progetto, si documenta come nello scenario di esercizio, grazie alle modifiche progettuali, alcuni superamenti già presenti nella situazione ante-operam, vengano eliminati, alcuni ridotti e altri rimangano sostanzialmente invariati.

In ogni caso, le modifiche progettuali non generano in alcun caso incrementi delle criticità acustiche esistenti, né tantomeno l'insorgere di nuove criticità.

Lo studio ha comunque analizzato soluzioni mitigative per tutte le situazioni di superamento dei limiti ancora in essere nello scenario di esercizio, individuando le situazioni in cui lo spazio disponibile consente la collocazione di una barriera antirumore

La tabella seguente riporta localizzazione e dati dimensionali di tali mitigazioni. Le successive figure illustrano la localizzazione delle barriere e i ricettori interessati

Barriera	Ricettore protetto	Localizzazione	Progressiva inizio	Progressiva fine	Tipologia	Altezza	Lunghezza	Superficie
1	135	Tratto 1 (da inizio intervento a rotonda 1)	0+318	0+336	Fonoisolante e fonoassorbente	3.5	22	77
2	133	Tratto 1 (da inizio intervento a rotonda 1)	0+368	0+409	Fonoisolante e fonoassorbente	3	41	123
3	127	Tratto 1 (da inizio intervento a rotonda 1)	1+359	1+387	Fonoisolante Non fonoassorbente	3	28	84
4	43	Tratto 6 (tra le rotonde 5 e 6)	0+715	0+750	Fonoisolante e fonoassorbente	3	35	105
5	36	Tratto 6 (tra le rotonde 5 e 6)	0+950	0+975	Fonoisolante Non fonoassorbente	3	33	99

**Tabella 4-102: Interventi di mitigazione acustica di prevista realizzazione**

Grazie all'applicazione di dette mitigazioni unicamente alcuni ricettori risultano fuori dai valori limiti. Detta condizione è già presente alla fase Ante Operam e sarà comunque verificata in fase di progettazione successiva con gli approfondimenti relativi allo studio acustico andando a completare la valutazione sul potere fonoisolante delle vetrate, valutando in maniera puntuale i livelli interni.

Ad oggi i ricettori che presentano superamenti residui in facciata sono i seguenti

**Tabella 4-103 Livelli acustici interni ai ricettori con superamenti dei limiti**

Ricettore	Livelli calcolati in Facciata		Superamenti In Facciata		Descrizione serramento da "studio di impatto acustico - allegato 7 - censimento dei ricettori"	Rw Stimato Serramento da UNI12354-3	Ctr da UNI12354-3	Tipologia vetro	Ctr corretto	Livello interno Diurno	Livello interno Notturno
	LAeq Diurno	LAeq Notturno	LAeq Diurno	LAeq Notturno							
n.	LAeq Diurno	LAeq Notturno	LAeq Diurno	LAeq Notturno		[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dBA]	[dBA]
14	49,9	42,0	-	2,0	Vetrate fisse con vetri doppi. Telai in alluminio con vetri doppi e persiane in pvc	29	-4	4/(6-16)/4	-8	28,9	21,0
28	68,5	60,6	-	0,6	Telai e vetri non verificabili. Chiusure	29	-4	4/(6-16)/4	-8	47,5	39,6

Ricettore	Livelli calcolati in Facciata		Superamenti In Facciata		Descrizione serramento da "studio di impatto acustico - allegato 7 - censimento dei ricettori"	Rw Stimato Serramento da UNI12354-3	Ctr da UNI12354-3	Tipologia vetro	Ctr corretto	Livello interno Diurno	Livello interno Notturmo
	LAeq Diurno	LAeq Notturmo	LAeq Diurno	LAeq Notturmo							
n.						[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dBA]	[dBA]
					esterne con persiane in legno						
29	68,7	60,9	-	0,9	Presenza di Telai in alluminio con vetri semplici, in parte non osservabili	29	-3	4	-8	47,7	39,9
32	66,4	60,4	-	0,4	Telai in legno con doppi vetri	29	-4	4/(6-16)/4	-8	45,4	39,4
37	69,9	62,0	0,3	2,4	Piano inferiore con telai in legno, vetri semplici. Piano superiore con telai in alluminio, vetri doppi	29	-3	4	-8	48,9	41,0
45	68,4	60,5	-	0,5	Buono. Infissi non osservabili.	29	-4	4/(6-16)/4	-8	47,4	39,5
47	68,2	60,3	-	0,3	Buono. Alcune parti dell'edificio non verificabile. Presenza di telai in alluminio perimetrali con vetrate uniche, vetri semplici e doppi	29	-3	4	-8	47,2	39,3
53	68,6	60,7	-	0,7	Buono. Primo e secondo piano con telai in alluminio e doppi vetri e persiane in legno. Ultimo piano telai in legno, vetri non verificabili e persiane in legno	29	-4	4/(6-16)/4	-8	47,6	39,7
57	70,3	62,4	0,3	2,4	Buono. Telai in alluminio con doppi vetri e persiane avvolgibili	29	-4	4/(6-16)/4	-8	49,3	41,4
58	68,5	60,7	-	0,7	Discreto. Telai in legno con vetri semplici e persiane in legno	29	-3	4	-8	47,5	39,7
61	68,9	61,0	-	1,0	Discreti. Telai principalmente in legno con vetri semplici e persiane in legno	29	-3	4	-8	47,9	40,0
63	70,7	62,8	0,7	2,8	Buono. In parte non osservabili. Porzione meridionale con telai in alluminio con doppi vetri.	29	-4	4/(6-16)/4	-8	49,7	41,8
63	70,2	62,4	0,2	2,4	Buono. In parte non osservabili. Porzione	29	-4	4/(6-16)/4	-8	49,2	41,4

Ricettore	Livelli calcolati in Facciata		Superamenti In Facciata		Descrizione serramento da "studio di impatto acustico - allegato 7 - censimento dei ricettori"	Rw Stimato Serramento da UNI12354-3	Ctr da UNI12354-3	Tipologia vetro	Ctr corretto	Livello interno Diurno	Livello interno Notturno
	LAeq Diurno	LAeq Notturmo	LAeq Diurno	LAeq Notturmo							
					meridionale con telai in alluminio con doppi vetri.						
<b>64</b>	69,7	61,8	-	1,8	Buono, telai in alluminio con doppi vetri e tapparelle avvolgibili	29	-4	4/(6-16)/4	-8	<b>48,7</b>	<b>40,8</b>
<b>65</b>	70,7	62,8	0,7	2,8	Buono. Finestre a doppio infisso con telai interni in legno e vetri semplici ed esterno in alluminio con vetri doppi	29	-4	4/(6-16)/4	-8	<b>49,7</b>	<b>41,8</b>
<b>85</b>	69,7	61,9	-	1,9	Buono, telai in parte in alluminio con persiane in pvc e in parte non osservabili ma con persiane in legno	29	-4	4/(6-16)/4	-8	<b>48,7</b>	<b>40,9</b>
<b>86</b>	68,6	60,7	-	0,7	Buono. Telai in legno con vetri doppi e persiane in legno	29	-4	4/(6-16)/4	-8	<b>47,6</b>	<b>39,7</b>
<b>119</b>	70,6	62,8	0,6	2,8	Telai in metallo con vetri doppi + vetrine per porzione a ristorante. Serrande avvolgibili al piano terra. Persiane in legno	29	-4	4/(6-16)/4	-8	<b>49,6</b>	<b>41,8</b>
<b>126</b>	72,0	64,2	2,0	4,2	Buono, telai in legno con vetri semplici e persiane in legno	29	-3	4	-8	<b>51,0</b>	<b>43,2</b>
<b>132</b>	69,5	61,6	-	1,6	Buono. Telai in legno con vetri normali e persiane in legno	29	-3	4	-8	<b>48,5</b>	<b>40,6</b>
<b>133</b>	69,8	61,9	-	1,9	Buono. Telai in alluminio con vetri doppi e persiane. Porzione al pubblico con vetrate a giorno	29	-4	4/(6-16)/4	-8	<b>48,8</b>	<b>40,9</b>

#### 4.8.8 CONCLUSIONI

##### *Inquinamento atmosferico e salute umana*

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, CO stimati sui ricettori per la protezione della salute umana allo scenario di progetto, non sono emerse criticità in termini di inquinamento atmosferico, in quanto i valori di concentrazione registrati in prossimità di questi rispettano sempre i valori soglia limite definiti in normativa.

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

##### *Inquinamento acustico e salute umana*

Dall'analisi dei livelli acustici ai ricettori per la protezione della salute umana allo scenario di progetto, si specifica come la situazione di progetto porterà comunque dei miglioramenti rispetto alle condizioni attuali.

Le misure di mitigazioni, infatti, vedono la realizzazione di barriere acustiche che permetteranno di migliorare la situazione nella fase di esercizio. Sono state inoltre verificate le condizioni di superamento residuo e per i quali nelle fasi successive è prevista la progettazione di dettaglio degli interventi di mitigazione.

In aggiunta a ciò, è previsto nel Piano di Monitoraggio Ambientale, la verifica dei livelli acustici, attraverso una serie di postazioni di monitoraggio, indicate nell'elaborato "*Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio*" e al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

#### 4.8.9 INCIDENTALITA'

##### 4.8.9.1 Premessa

Il tema viene trattato dal punto di vista dell'incidentalità.

Per quanto riguarda le implicazioni concernenti la qualità dell'aria ed il rumore si rimanda agli specifici capitoli del SIA.

Si riprendono di seguito le analisi sviluppate in termini di riduzione della potenziale incidentalità esposte nella Relazione generale di progetto

#### 4.8.9.2 Sicurezza stradale

##### 4.8.9.2.1 Asse Principale

L'innalzamento del livello di sicurezza è stato valutato in base al confronto tra tracciato esistente e tracciato di progetto per ognuno degli 8 assi che lo costituiscono. Per valutare l'innalzamento del livello di sicurezza, è necessario riferirsi ad una misura di incidentalità, tipicamente la frequenza di incidentalità (incidenti/anno). La frequenza di incidentalità viene pertanto stimata nell'ipotesi di confrontare le seguenti due alternative progettuali per lo specifico anno orizzonte:

- Alternativa "zero" di non intervento, corrispondente al tracciato esistente;
- Alternativa "uno" di intervento, corrispondente al tracciato in progetto.

Trattandosi di un confronto effettuato con riferimento ad un anno futuro e rispetto ad una condizione di progetto (non ancora realizzata), occorre utilizzare un modello di previsione dell'incidentalità che fornisca una stima della frequenza di incidentalità per entrambe le alternative, in base ad alcune variabili caratteristiche del tracciato.

Il modello per la previsione dell'incidentalità scelto è quello sviluppato da Cafiso et al. (2010)<sup>33</sup> per tronchi stradali extraurbani a due corsie (a partire da dati italiani di incidenti gravi con almeno un morto e/o un ferito). Il modello in parola è stato selezionato in quanto sviluppato per il contesto italiano tra quelli presenti in letteratura per la tipologia di strada in esame.

Tale modello lega la frequenza annuale di incidenti gravi alle seguenti variabili:

- Lunghezza del segmento "L" (all'aumentare della lunghezza e, dunque, dell'esposizione al rischio, aumenta l'incidentalità);
- Volume di traffico giornaliero medio "TGM" (all'aumentare del traffico e, dunque, dell'esposizione al rischio, aumenta l'incidentalità);
- Numero di accessi al km (densità di accessi) "DA" (all'aumentare della densità e, dunque, dei potenziali conflitti, aumenta l'incidentalità);
- Percentuale di curve sulla lunghezza totale del tracciato "%C" (all'aumentare della percentuale, diminuisce l'incidentalità, effetto principalmente spiegato da una minore velocità media degli utenti);
- Deviazione standard della velocità operativa lungo il tracciato "SD-V85", calcolata rispetto alla popolazione di tutte le singole velocità operative (all'aumentare della deviazione, aumenta l'incidentalità, effetto principalmente spiegato con una pericolosa disomogeneità tra gli elementi geometrici di un tracciato). La deviazione standard delle velocità operative sul tracciato SD-V85 è ricavata attraverso l'applicazione della seguente relazione:

$$SD - V85 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (v85, i - v85, media)^2}{n}}$$

dove:

v85,i = velocità operativa del singolo elemento (curva o rettilo) costituente il tracciato;

<sup>33</sup>Cafiso, S., Di Graziano, A., Di Silvestro, G., La Cava, G., & Persaud, B. (2010). Development of comprehensive accident models for two-lane rural highways using exposure, geometry, consistency and context variables. *Accident Analysis & Prevention*, 42(4), 1072-1079.

v85,media = velocità operativa media caratteristica del tracciato (pesata rispetto alle lunghezze dei singoli elementi che lo costituiscono);

n = numero di elementi (curve e/o rettili) presenti sul tracciato.

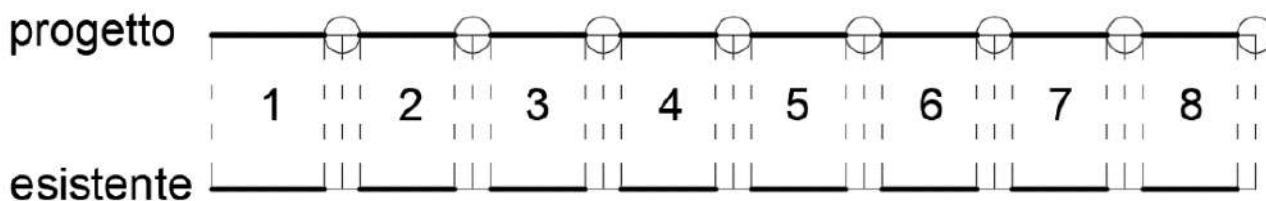
Il modello è stato applicato per le due alternative di tracciati stradali (alternativa di non intervento ed alternativa di intervento), variando i parametri di input in funzione delle caratteristiche geometriche dei tracciati.

Infine, è stata calcolata la seguente quantità, che rappresenta la differenza percentuale tra la frequenza di incidentalità dell'alternativa zero (tracciato esistente) e la frequenza di incidentalità dell'alternativa uno (tracciato in progetto):

$$\Delta\% = \frac{\text{Frequenza incidentalità alternativa Zero} - \text{Frequenza incidentalità alternativa Uno}}{\text{Frequenza incidentalità alternativa Zero}} * 100$$

Nelle tabelle che seguono si riportano i valori assunti dalle variabili di input del modello per le due alternative, per ognuno degli 8 assi che costituiscono il tracciato principale.

Si precisa che, ai fini del confronto, il tracciato esistente è stato segmentato in 8 porzioni sovrapponibili agli 8 assi principali (escludendo inoltre le lunghezze interessate dall'inserimento delle rotatorie in progetto tra gli assi); così come rappresentato nello schema riportato di seguito. Qui a seguire si riporta lo schema delle lunghezze considerate (in grassetto) per il calcolo della frequenza di incidentalità sul tracciato esistente e su quello in progetto, con indicazione della posizione delle rotatorie e del numero progressivo degli assi.



VARIABILE	L (km)		TGM (veicoli/giorno)		DA (accessi/km)		%C		SD-V85 (km/h)	
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
ASSE 1	2.13	2.09	7979	7979	12.7	7.2	50	65	11.5	3.4
ASSE 2	1.03	0.99	7979	7979	7.8	4.0	58	100	8.3	1.5
ASSE 3	1.58	1.57	7979	7979	8.2	5.7	25	82	11.5	3.0
ASSE 4	1.14	1.14	7979	7979	6.1	0.9	51	75	7.4	4.8
ASSE 5	0.95	0.95	7979	7979	8.4	8.4	43	67	8.9	3.8
ASSE 6	1.87	1.84	7979	7979	12.3	10.3	46	70	9.9	7.0
ASSE 7	1.26	1.25	7979	7979	11.1	6.4	47	56	8.6	4.1
ASSE 8	0.87	0.68	7979	7979	1.2	0.0	59	78	3.5	6.6

Tabella 4-104

I dati di input presentati nella precedente tabella 1 conducono ai valori previsti di incidentalità per le due alternative di tracciato riportati in tabella 2. La stessa tabella mostra anche, asse per asse, il valore della differenza percentuale tra le due alternative progettuali.

In base ai risultati dell'applicazione del modello previsionale, è possibile affermare che sul tracciato in progetto (a parità di traffico e con lunghezza sostanzialmente invariata) si stima una riduzione di circa il 67% dell'incidentalità grave (con morti e/o feriti) rispetto al tracciato esistente. La riduzione è più marcata per alcuni assi (nei casi degli assi 2 e 3, la riduzione supera il 75%)

ed è più contenuta per altri (ad esempio, il 36% per l'asse 8, dove il tracciato è sostanzialmente tutto in variante).

MISURA	INCIDENTALITÀ PREVISTA (INCIDENTI GRAVI/ANNO)		Δ%	INCIDENTALITÀ PREVISTA (INCIDENTI GRAVI/ANNO * km)		Δ%
	ALTERNATIVA			ALTERNATIVA		
	0	1		0	1	
ASSE 1	1,36	0,41	-69,85%	0,64	0,20	-69,28%
ASSE 2	0,33	0,07	-78,79%	0,32	0,07	-77,93%
ASSE 3	1,21	0,19	-84,30%	0,77	0,12	-84,20%
ASSE 4	0,35	0,13	-62,86%	0,31	0,11	-62,86%
ASSE 5	0,44	0,19	-56,82%	0,46	0,20	-56,82%
ASSE 6	1,11	0,5	-54,95%	0,59	0,27	-54,22%
ASSE 7	0,63	0,28	-55,56%	0,50	0,22	-55,20%
ASSE 8	0,13	0,08	-38,46%	0,15	0,12	-21,27%
<b>TOTALE</b>	<b>5,56</b>	<b>1,86</b>	<b>67</b>	<b>0,51</b>	<b>0,18</b>	<b>-65,53%</b>

Tabella 4-105

La riduzione dell'incidentalità è dovuta essenzialmente a:

- Una riduzione della densità degli accessi su tutti gli assi in progetto ad eccezione dell'asse 5 (per cui il valore rimane costante);
- Un aumento della percentuale di curve sul tracciato (migliorandone però le caratteristiche geometriche secondo i dettami del DM2001);
- Una riduzione della deviazione standard delle velocità operative su tutti gli assi in progetto ad eccezione dell'asse 8.

Tali tendenze sono infatti facilmente riscontrabili dal confronto con i valori riportati nelle precedenti tabelle.

#### 4.8.9.2.2 Rotatorie

Gli 8 assi che costituiscono il tracciato stradale sono intervallati dalla presenza di 7 intersezioni a rotatoria. Inoltre, il tracciato dell'asse 8 (lato Sud) termina con una ulteriore rotatoria di estremità già esistente. Come anticipato, la presenza delle rotatorie lungo il tracciato deve essere letta nell'insieme delle misure adottate per adeguare in sicurezza il tracciato stradale. Attesa infatti la impossibilità di realizzare con continuità lungo l'intera estesa viabilità di servizio per eliminare i numerosi oggi accessi presenti, è stato necessario inserire le rotatorie che consentono, da un lato di consentire ad intervalli regolari agevoli inversioni di marcia permettendo così di impedire lungo il tracciato tutte le pericolose svolte a sinistra da e verso gli accessi, dall'altro di regimentare le velocità operate lungo l'asta principale interrompendo la continuità dell'asse di progetto. Esse, in ogni caso, anche considerate singolarmente, danno luogo ad un intrinseco miglioramento della sicurezza delle intersezioni che sostituiscono. Infatti:

- la rotatoria 1 è quattro bracci. Il braccio "Est" si connette ad un tratto del vecchio tracciato mantenuto in attività per garantire il collettamento degli innesti 24 e 27 (chiusi pertanto



sull'asse principale in progetto). Il braccio "Ovest" sostituisce invece l'intersezione (innesto 28) alla stessa progressiva;

- la rotatoria 2 è a quattro bracci. Il braccio "Sud" di nuova realizzazione, colletta i quattro innesti 33bis, 35, 36 e 37 (chiusi sull'asse principale in progetto) relativi alla località Monte Travaso. Il braccio "Nord" di nuova realizzazione, sostituisce invece l'intersezione esistente (innesto 33, chiuso sull'asse principale ad una diversa progressiva e ricollocato nella rotatoria in progetto), che afferisce alla località Cisiano;
- la rotatoria 3 è a quattro bracci. Il braccio "Sud" si connette ad un tratto del vecchio tracciato mantenuto in attività per garantire il collettamento di diversi innesti (chiusi sull'asse principale in progetto), tra cui l'innesto 48 in prossimità della rotatoria 3. Il braccio "Nord", di nuova realizzazione, collega la località Le Piane (inglobando anche le funzioni dell'innesto 47, chiuso sull'asse principale in progetto);
- la rotatoria 4 è a tre bracci. Il braccio "Est" si connette ad un tratto del vecchio tracciato mantenuto in attività per garantire il collettamento di numerosi innesti (chiusi sull'asse principale in progetto), tra cui gli innesti 51, 52, 53 e 54 in prossimità della rotatoria 4;
- la rotatoria 5 è a tre bracci. Essa converte una precedente intersezione esistente a 3 bracci in località Canova Ponte tra la SS45 e la SP40 diretta a Travo;
- la rotatoria 6 è a tre bracci. Il braccio "Nord" sostituisce l'intersezione (innesto 86) alla stessa progressiva, con una viabilità di servizio che conduce al fiume Trebbia;
- la rotatoria 7 è a tre bracci. Il braccio "Ovest", di nuova realizzazione, collega la località Dolgo, precedentemente servita dall'intersezione (innesto 97, chiuso sull'asse principale in progetto) posta ad una diversa progressiva e che presentava evidenti criticità nei riguardi della sicurezza della circolazione;
- la rotatoria 8 è la rotatoria a 4 bracci esistente in località Cernusca, al termine dell'asse 8, di collegamento alla variante di Perino della stessa SS.45.

Esse, dunque, provvedono a:

- eliminare le svolte a sinistra lungo il tracciato esterno alle località urbane, eliminando ovunque i punti di conflitto d'intersezione;
- diminuire il numero degli innesti presenti sull'asse principale grazie alla chiusura di molti di essi con il conseguente spostamento e concentrazione dei punti di conflitto in rotatoria;
- sostituire le esistenti intersezioni a raso con alcune viabilità locali in intersezioni a rotatoria.

Con riferimento a tali funzioni, si osserva in particolare, che numerosi studi presenti in letteratura dimostrano la sussistenza di un più elevato livello di sicurezza in presenza di una rotatoria piuttosto che di una intersezione a raso a 3 o 4 bracci. Ad esempio, in condizioni simili a quella di progetto, la riduzione dell'incidentalità totale è stata stimata in un -26% per le rotatorie a 3 bracci e -74% per le rotatorie a 4 bracci (-72% se riferita ad incidenti con feriti per le rotatorie a 3 bracci e -89% per le rotatorie a 4 bracci)<sup>34</sup>.

Appare pertanto evidente il contributo positivo che esse, anche considerate singolarmente, forniscono all'innalzamento globale del livello di sicurezza del nuovo asse viario.

### 4.8.9.3 Valutazione di potenziale impatto

#### 4.8.9.3.1 Fase di costruzione

Considerando le modalità di organizzazione della viabilità nei tratti di progressiva attuazione degli interventi in progetto, con le necessarie segnalazioni, rallentamenti, parzializzazioni e deviazioni di traffico, si prevede che le attuali condizioni di sicurezza della circolazione viaria non si modifichino in misura significativa nel corso delle attività di cantiere delle opere in progetto.

#### 4.8.9.3.2 Fase di esercizio

Sulla base di quanto esposto la realizzazione delle opere in progetto consente un miglioramento strutturale nelle condizioni di circolazione viaria lungo il tratto stradale in esame, che diventa ancora più significativo se si considerano le premesse, già attuate in alcuni segmenti, di separazione del traffico veicolare da quello non motorizzato; si riscontra pertanto un miglioramento, permanente, di livello alto.

---

<sup>34</sup>Isebrands, H., & Hallmark, S. (2012). Statistical analysis and development of crash prediction model for roundabouts on high-speed rural roadways. Transportation research record, 2312(1), 3-13.

## 5. QUADRO RIEPILOGATIVO DI VALUTAZIONE

Nel prospetto di seguito riportato si riprendono le valutazioni esposte nelle diverse parti dello studio di impatto, fornendo un quadro di sintesi degli impatti previsti.

Nel complesso si evidenzia un quadro di compatibilità ambientale delle opere in progetto conseguente:

- all'assenza di interferenze con aree protette;
- alla coerenza con gli strumenti di pianificazione del territorio e urbanistici;
- all'assenza di situazioni di impatto non mitigabile;
- alle sistemazioni ambientali previste.

	<b>Modificazioni ambientali indotte dalle opere in progetto – Opere di mitigazione</b>	<b>Valutazione di impatto</b>
<b>Vincoli territoriali - ambientali</b>	<p>In relazione alla tipologia di intervento in progetto consistente nell'adeguamento di un tratto stradale superiore ai 10 km, risulta inevitabile l'interferenza con aree vincolate dal punto di vista ambientale.</p> <p>Il progetto di adeguamento interferisce, come già avviene attualmente, con le seguenti aree vincolate:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vincolo paesaggistico ai sensi dell'art 136 del Dlgs 42/2004 Galassino "Monte Pillerone e Castello di Montechiari";</li> <li>• Vincolo paesaggistico ai sensi dell'art 142 del Dlgs 42/2004 comma 1 lettere c) fasce fluviali (150m), f) aree parco (parco del Trebbia), g) aree boscate;</li> <li>• Vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923;</li> </ul> <p>In pendenza dell'interferenza con i vincoli paesaggistici di cui sopra si rende necessario l'ottenimento della Autorizzazione paesaggistica ai sensi dell'art. 147 del Dlgs 42/2004.</p>	
<b>Relazioni con piani e programmi</b>	<p>Per quanto riguarda le relazioni con il sistema dei piani e dei programmi occorre in primo luogo evidenziare che trattandosi di un adeguamento di una strada esistente, l'intervento risulta strettamente legato al tracciato della strada attuale: le interferenze con le aree di pregio e tutelate dalla pianificazione sovraordinata avvengono già attualmente con la SS45 esistente.</p> <p>Le prescrizioni e le direttive della pianificazione che normano dette aree prevedono l'ammissibilità di opere ed interventi che le interferiscono a patto che esse abbiano le seguenti caratteristiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• siano pubbliche o di interesse pubblico;</li> <li>• siano previste da strumenti di pianificazione sovraordinata e locale.</li> </ul> <p>Tali caratteristiche contraddistinguono il progetto di adeguamento in questione.</p> <p>Si evidenzia tuttavia come la coerenza degli interventi con la pianificazione sovraordinata potrà avvenire unicamente attraverso la verifica di compatibilità paesaggistico-ambientale espletata attraverso la procedura di Valutazione di impatto ambientale alla quale verranno sottoposti</p>	<p>Intervento previsto dal PRIT 2025 ed ammesso dagli strumenti di pianificazione sovraordinata in quanto di interesse pubblico.</p>

Fattore ambientale	Modificazioni ambientali indotte dalle opere in progetto – Opere di mitigazione	Valutazione di impatto
<p><b>Atmosfera – Qualità dell'aria</b></p>	<p>Per quanto riguarda <u>la fase di esercizio</u> sono state effettuate delle simulazioni della concentrazione di inquinanti da traffico tenendo conto di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• livelli di traffico cautelativi rispetto alla media dell'anno ed agli scenari futuri di traffico previsti,</li> <li>• una condizione peggiorativa nelle condizioni atmosferiche.</li> </ul> <p>Su questa base non si evidenziano criticità nei livelli di concentrazione di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NOx - I livelli si mantengono al di sotto dei limiti di norma (30 µg/mc) a protezione della vegetazione.</li> <li>• NO2 - I livelli si mantengono al di sotto dei limiti di norma (40 µg/mc) a protezione della salute umana;</li> <li>• CO –I livelli si mantengono al di sotto dei limiti di norma (10 mg/mc).</li> <li>• PM10 – Polveri sottili I livelli si mantengono di gran lunga al di sotto dei limiti di norma (40 mg/mc) a protezione della salute umana.</li> </ul> <p><b>È stato inoltre valutato il bilancio della CO2 tra quanto emesso allo scenario di progetto e quanto assorbimento le misure di mitigazione riusciranno a garantire.</b> <b>Da detta analisi è emerso come le emissioni di CO2 saranno completamente bilanciate e come, anche alla luce di assunti cautelativi, le nuove piantumazioni garantiranno una riduzione della CO2 complessiva</b></p> <p>In <u>fase di costruzione</u> sono state eseguite simulazioni modellistiche previsionali, valutando le concentrazioni di polveri e Nox correlate alle attività di cantiere. <b>Dette simulazioni non hanno messo in evidenza situazioni di criticità. Inoltre</b> le emissioni di polvere verranno contenute attraverso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interventi di bagnatura delle aree sterrate;</li> <li>▪ La copertura dei cassoni dei mezzi adibiti al trasporto;</li> <li>▪ Copertura o bagnatura dei cumuli di inerti potenzialmente polverulenti;</li> <li>▪ la pavimentazione della superficie di transito degli automezzi;</li> <li>▪ l'inerbimento dei cumuli di terreno di scavo depositati per periodi prolungati;</li> <li>▪ l'imposizione di velocità ridotta agli automezzi di cantiere, che dovranno inoltre essere lavati giornalmente in un'apposita platea di lavaggio;</li> <li>▪ l'installazione di cunette lava-ruote agli ingressi del cantiere;</li> <li>▪ la pulizia dei tratti viari interessati dal passaggio dei mezzi.</li> </ul>	<p>Fase di esercizio: impatto non significativo</p> <p>Fase di costruzione: impatto di livello basso, temporaneo e mitigabile</p>

Fattore ambientale	Modificazioni ambientali indotte dalle opere in progetto – Opere di mitigazione	Valutazione di impatto
<p><b>Rumore</b></p>	<p><u>Fase di costruzione</u> È stata effettuata una verifica della distanza entro la quale, per ogni tipo di lavorazione, si hanno livelli acustici superiori ai 70 dBA, che è il limite consentito dai regolamenti comunali per i cantieri stradali. Di seguito i risultati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pali - 70 dBA entro 70 m</li> <li>• micropali - 70 dBA entro 25 m</li> <li>• pavimentazione - 70 dBA entro 32 m</li> <li>• stesa asfalto - 70 dBA entro 32 m</li> </ul> <p>Almeno tutti gli edifici del primo fronte stradale ricadono entro tali distanze. Nelle situazioni di superamento dei limiti l'Impresa che realizzerà l'intervento dovrà acquisire l'autorizzazione in deroga ai limiti acustici. Si prevede la posa di barriere antirumore mobili di cantiere in presenza di ricettori. Si prevedono inoltre misure gestionali del cantiere per il contenimento del rumore indotto.</p> <p><u>Fase di esercizio</u> Nello scenario di esercizio, grazie alle modifiche progettuali, alcuni superamenti già presenti nella situazione ante-operam, vengano eliminati, alcuni ridotti e altri rimangano sostanzialmente invariati. In ogni caso, le modifiche progettuali non generano in alcun caso incrementi delle criticità acustiche esistenti, né tantomeno l'insorgere di nuove criticità. Lo studio ha analizzato soluzioni mitigative per tutte le situazioni di superamento dei limiti, individuando le situazioni in cui lo spazio disponibile consente la collocazione di una barriera antirumore. Non si è ritenuto applicabile, nell'ambito di questo progetto, l'utilizzo di pavimentazioni fonoassorbenti per vincoli di manutenzione e per la sua ridotta efficacia in contesto urbano con limite di velocità. Permangono 23 situazioni di superamento residuale. Sono previste 5 barriere antirumore.</p>	<p>In fase di cantiere si avrà un peggioramento del clima acustico attuale:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temporaneo e di ridotta durata in corrispondenza delle aree di cantiere stradale (fronte avanzamento lavori);</li> <li>• Temporaneo e di lunga durata in corrispondenza delle aree di cantiere.</li> </ul> <p>In fase di esercizio si avrà un miglioramento rispetto alla situazione attuale. Questa modificazione, ancorché permanente, è da ritenersi di livello medio – basso per il permanere di diffuse situazioni di superamento.</p>
<p><b>Vibrazioni</b></p>	<p><b>Sono state effettuate delle valutazioni previsionali per la fase di cantiere, attraverso uno specifico modello di propagazione delle vibrazioni, in coerenza alle norme UNI attualmente vigenti.</b></p> <p><b>Non si rilevano situazioni di particolare criticità e si prevede comunque un monitoraggio specifico in fase di PMA</b></p>	<p><b>In fase di costruzione si avrà un'interferenza limitata nel tempo e completamente reversibile, e valutata pertanto trascurabile. I punti maggiormente esposti saranno comunque monitorati come previsto da PMA.</b></p>

Fattore ambientale	Modificazioni ambientali indotte dalle opere in progetto – Opere di mitigazione	Valutazione di impatto
<p><b>Biodiversità</b></p>	<p>Fase di costruzione, potenziali modificazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sottrazione di terreni agricoli;</li> <li>• Sottrazione di aree vegetate (con vegetazione naturale o naturaliforme);</li> <li>• Sottrazione di porzioni di habitat faunistico;</li> <li>• Interferenze con elementi della rete ecologica locale;</li> <li>• Emissione di inquinanti in fase di realizzazione;</li> <li>• Emissioni sonore in fase di realizzazione;</li> <li>• Sollevamento di polveri in fase di cantiere;</li> <li>• Interferenze con gli accessi ai fondi agricoli;</li> <li>• Frazionamento delle proprietà agricole.</li> </ul> <p>Fase di esercizio, potenziali modificazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Effetto barriera dell’infrastruttura che si oppone agli spostamenti faunistici locali;</li> <li>• Presenza residua di specie vegetali esotiche invasive in corrispondenza delle ex-aree di lavorazione e nell’intorno di queste;</li> <li>• Non permanenza in campo degli interventi a verde di inserimento paesaggistico e ambientale con conseguente impoverimento della componente vegetale locale e il pericolo di espansione della vegetazione alloctona invasiva.</li> </ul>	<p>Fase di costruzione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le aree agricole temporaneamente interferite saranno oggetto di conservazione della fertilità dei suoli e di recupero della coltivabilità; non sono previste interferenze con gli accessi ai fondi o frazionamento di proprietà</li> <li>• La sottrazione di aree vegetate sarà compensata dagli interventi a verde in progetto;</li> <li>• Non sono previsti peggioramenti della funzionalità della rete ecologica locale; le opere a verde in progetto, al contrario, potenzieranno tale funzionalità;</li> <li>• Emissioni sonore: impatto temporaneo;</li> <li>• Sollevamento polveri: impatto temporaneo mitigabile.</li> </ul> <p>Fase di esercizio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La strada avrà una elevata permeabilità faunistica;</li> <li>• Monitoraggio ed eventuali interventi di contenimento della vegetazione esotica invasiva;</li> <li>• Monitoraggio e manutenzione delle opere a verde</li> </ul>

Fattore ambientale	Modificazioni ambientali indotte dalle opere in progetto – Opere di mitigazione	Valutazione di impatto
<p><b>Ambiente idrico</b></p>	<p><u>Fase di costruzione</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Riduzioni temporanee delle sezioni idrauliche dei corsi d'acqua attraversati per la realizzazione delle fondazioni in alveo, dei muri d'ala e delle spalle.</li> <li>2. Sia per la rete idrica, sia per la prima falda sono possibili impatti legati a sversamenti accidentali di liquidi di lavorazione;</li> </ol> <p><u>Fase di esercizio</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Miglioramento dei deflussi lungo i rii minori, con franchi adeguati alle portate calcolate, per la ricostruzione delle opere di attraversamento dei rii minori.</li> <li>4. Miglioramento delle condizioni di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma.</li> <li>5. Prevenzione degli inquinamenti connessi alle emissioni e deposizioni da traffico ed ai potenziali sversamenti accidentali nella rete idrica superficiale e nella falda superficiale, conseguenti alla realizzazione di una capillare rete di raccolta e convogliamento in vasche di intercettazione.</li> </ol>	<p>Potenziali rischi di livello alto, mitigabili con misure di prevenzione che li rendono di livello non significativo.</p> <p>Miglioramenti di elevato livello delle condizioni in atto lungo la S.S. 45 nell'attuale assetto, da rendere permanenti con una adeguata manutenzione.</p>



Fattore ambientale	Modificazioni ambientali indotte dalle opere in progetto – Opere di mitigazione	Valutazione di impatto
<p><b>Suolo - Geologia e geomorfologia</b></p>	<p><u>Fase di costruzione</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Occupazione di nuove aree, in via temporanea, dai cantieri di lavoro (e definitiva in corrispondenza all'impronta dell'opera di progetto, per allargamento e rettifica della sede stradale con realizzazione di nuovi tratti).</li> <li>2. Scotico e sbancamento di suolo e sottosuolo e taglio di vegetazione arborea e arbustiva nelle zone interessate. Il consumo di suolo naturale è complessivamente pari a circa 4 ettari (dei quali 1, 6 ha sono fasce forestali).</li> <li>3. Scavo del sottosuolo per fondazioni superficiali e/o profonde quali muri di sostegno, terre armate e piloni di ponti, con conseguente produzione e necessità di smaltimento di terre e rocce di risulta.</li> <li>4. Interferenze con aree di versante a rischio di dissesto o con dissesti in atto.</li> <li>5. Potenziale inquinamento dei terreni, sia a causa di un'eventuale contaminazione dovuta ad uno sversamento accidentale, sia connesso con la realizzazione di fondazioni profonde.</li> </ol> <p><u>Fase di esercizio</u></p> <p>Il progetto è stato predisposto con soluzioni tecniche conseguenti alle valutazioni effettuate sul dissesto idrogeologico e le caratteristiche sismiche dell'area interessata dal passaggio dell'S.S. 45.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. intervento realizzato con normative aggiornate e vincolanti, con particolare riferimento all'adeguamento alla normativa sismica in un'area appenninica che ha avuto ripetuti episodi sismici attorno al 4° grado della scala MCS e classificata attualmente in zona 3;</li> <li>7. modalità fondazionali tramite pali e micropali dei sostegni di ponti e viadotti come maggiori garanzie di indipendenza rispetto a locali movimenti franosi della copertura o a colate di fango;</li> <li>8. muri di controripa e sottoscarpa adeguatamente fondati, con intercapedini drenanti e sistemi di raccolta e smaltimento capillare delle acque piovane.</li> </ol>	<p>L'esecuzione dei lavori determina impatti sulla componente suolo di livello medio, locale, permanente.</p> <p>I potenziali rischi sono di livello medio, puntualmente localizzabili, con possibilità di applicazione di misure di prevenzione.</p> <p>L'intervento nel suo complesso determina un impatto, relativamente al cambio d'uso del suolo, di livello basso, locale, permanente, per la parziale mitigazione dovuta al recupero naturalistico di aree pavimentate.</p> <p>In relazione agli aspetti geologici, geomorfologici e sismici il progetto introduce importanti fattori migliorativi rispetto alla situazione attuale.</p> <p>Si prevede il mantenimento del monitoraggio delle situazioni di dissesto di versante mediante colonne inclinometriche, al fine di verificare l'evoluzione dei fenomeni di dissesto.</p>

Fattore ambientale	Modificazioni ambientali indotte dalle opere in progetto – Opere di mitigazione	Valutazione di impatto
<p><b>Paesaggio</b></p>	<p><u>Fase di costruzione</u></p> <p>La tipologia di interventi previsti comporterà in tale fase una momentanea intrusione visuale delle lavorazioni. Gli interventi maggiormente critici per tale fase sono riconducibili alla eliminazione della vegetazione, alle opere di sbancamento lato monte, alla realizzazione dei rilevati e delle piste di cantiere in area agricola, lato valle.</p> <p>Gli ambiti maggiormente interessati dal disturbo sono quelli nei quali gli interventi in progetto interessano ambiti extra-tracciato attuale e si inseriscono in spazi naturali quali l'ambito del Cernusca (realizzazione viadotto), la viabilità di accesso per Dolgo, gli interventi fuori tracciato in aree boscate nei pressi di Canova Ponte-Travo, la nuova viabilità per la frazione Piane, gli interventi fuori asse a sud di Cisiano ed infine gli interventi in area agricola e boscata a nord di Fabbiano.</p> <p><u>Fase di esercizio</u></p> <p>Si individuano situazioni locali e marginali di alterazione della <b>struttura paesaggistica</b> in relazione all'interessamento di porzioni di ambiti di paesaggio delle aree agricole, delle aree boscate e del paesaggio fluviale.</p> <p>Il principale <b>asse di fruizione dinamica</b> dal quale saranno visibili gli interventi è la SS45 attuale: da tale asse saranno percepibili gli interventi posti negli ambiti a valle della stessa, nelle aree agricole adiacenti il Trebbia.</p> <p>Un ulteriore asse di fruizione dinamica interferito è la viabilità minore da Donceto a Caverzago dal quale sarà possibile scorgere il viadotto sul Rio Cernusca, che rappresenta il maggiore manufatto di prevista realizzazione.</p> <p>Si rileva inoltre un'interferenza visiva degli interventi rispetto al Castello diMontechiaro che rappresenta anche il <b>bene culturale</b> di maggiore importanza del tratto di valle considerato.</p>	<p>Gli impatti generate dalla fase di cantiere sono temporanei e di livello medio, in particolare nei tratti con tracciato in variante.</p> <p>Struttura paesaggistica: impatto di livello basso.</p> <p>Assi di fruizione dinamica: impatto di livello medio</p> <p>Castello di Montechiaro: impatto di livello medio</p>

Fattore ambientale	Modificazioni ambientali indotte dalle opere in progetto – Opere di mitigazione	Valutazione di impatto
<p><b>Salute pubblica</b></p>	<p><u>Salute Pubblica</u></p> <p><u>Incidentalità</u></p> <p><u>Fase di costruzione</u></p> <p>Le attività di cantiere saranno affiancate da interventi di organizzazione della viabilità, con segnalazioni, rallentamenti, parzializzazioni e deviazioni di traffico</p> <p><u>Fase di esercizio</u></p> <p>L'attuazione delle opere in progetto consente di prevedere una elevata riduzione dell'incidentalità, dovuta essenzialmente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ad una riduzione della densità degli accessi;</li> <li>• al miglioramento delle caratteristiche geometriche dell'infrastruttura;</li> <li>• all'inserimento di rotatorie con locale riorganizzazione della viabilità convergente;</li> <li>• ad una riduzione della variabilità delle velocità operative.</li> </ul>	<p>Modificazione non significativa delle condizioni di sicurezza della circolazione viaria.</p> <p>Miglioramento permanente e di elevato livello nelle condizioni di circolazione viaria lungo il tratto stradale in esame.</p>