

Variante alla SS12 da Buttapietra
alla tangenziale SUD di Verona

PROGETTO DEFINITIVO

COD. VE29

PROGETTAZIONE: RAGGRUPPAMENTO PROGETTISTI	MANDATARIA:  Sigeco Engineering	MANDANTI:  IDRO.STRADE s.r.l.	 No.Do. e Servizi s.r.l. Società di Ingegneria	 Barci Engineering	 SANDRO D'AGOSTINI INGEGNERE
IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE: <i>Ing. Antonino Alvaro – SIGECO ENGINEERING srl Ordine Ingegneri Provincia di Cosenza n. A282</i>		IL PROGETTISTA: <i>Arch. Giuseppe Luciano – SIGECO Eng. srl Ordine Architetti di Reggio Cal. n. A2316 Ing. Francesco Tucci – IDROSTRADE srl Ordine Ingegneri Cosenza n. A922 Ing. Carmine Guido – NO.DO. e Serv. srl Ordine Ingegneri Cosenza n. A1379 Ing. Sandro D'Agostini – Ordine Ingegneri Belluno n. A457 Ing. Antonio Barci – BARCI Eng. srl Ordine Ingegneri Cosenza n. A1003</i>			
IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE: <i>Arch. Giuseppe Luciano – SIGECO ENGINEERING srl Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. A2316</i>		GRUPPO DI PROGETTAZIONE: <i>Ing. Giovanni Costa – Steel Project Engineering – Ordine Ingegneri Livorno n. A1632 Arch. Alessandra Alvaro – SIGECO Eng. srl Ordine Architetti Cosenza n. A1490 Ing. Gaetano Zupo – SIGECO Eng. srl Ordine Ingegneri Cosenza n. A5385 Geom. Giuseppe Crispino – SIGECO Eng. srl Collegio Geometri Potenza n. 2296 Ing. Paola Tucci – IDROSTRADE srl Ordine Ingegneri Cosenza n. A5488 Ing. Mario Perri – IDROSTRADE srl Ordine Ingegneri Cosenza n. A3784 Arch. Simona Tucci – IDROSTRADE srl Ordine Ingegneri Cosenza n. A1637 Ing. Roberto Scrivano – NO.DO. e Serv. srl Ordine Ingegneri Cosenza n. A2061 Ing. Emiliano Domestico – NO.DO. e Serv. srl Ordine Ingegneri Cosenza n. A5501 Geol. Carolina Simone – NO.DO. e Serv. srl Ordine Geologi della Calabria n. 730 Ing. Giorgio Barci – BARCI Eng. srl Ordine Ingegneri Prov. di Cosenza n. A5873 Dott.ssa Laura Casadei – Kora s.r.l. –Iscr. el. Operatori abilitati Archeologia Prev. n. 2248</i>			
I GEOLOGI: <i>Dott. Geol. Domenico Carrà – SIGECO Eng. srl Ordine Geologi della Calabria n. 641 Dott. Geol. Francesco Molinaro – SIGECO Eng. srl Ordine Geologi della Calabria n. 1063</i>					
VISTO:IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: <i>Ing. Antonio Marsella</i>					
PROTOCOLLO:	DATA:				

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE (SIA)

Relazione

Parte 2[^] - Lo scenario di base

CODICE PROGETTO		NOME FILE T00IA01AMBRE02_B.pdf			REV.	SCALA:
CO ME0029 D 2001		CODICE ELAB. T00IA01AMBRE02			B	
D						
C						
B	EMISSIONE PER RISPOSTE E INTEGRAZIONI MASE	Gen. 2023	Sigeco Engineering	Arch. G. Bruno	Arch. G. Luciano	Ing. A. Alvaro
A	EMMISSIONE	Dic. 2021	Sigeco Engineering	Arch. G. Bruno	Arch. G. Luciano	Ing. A. Alvaro
REV.	DESCRIZIONE	DATA	SOCIETA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1. INTRODUZIONE	5
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
3. INQUADRAMENTO ARCHEOLOGICO	9
3.1. GENERALITÀ	9
3.1.1. INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO	9
3.1.2. PROBLEMATICHE AFFRONTATE	10
3.2. OBIETTIVI DELL'INTERVENTO	10
3.3. METODOLOGIA ADOTTATA	11
3.4. STUDIO DELL'EDITO E DELLA DOCUMENTAZIONE NOTA	12
3.4.1. PREISTORIA E PROTOSTORIA	12
3.4.2. ETÀ ROMANA	14
3.4.3. MEDIOEVO	14
3.4.4. IL DATO TOPONOMASTICO	15
3.5. ANALISI DEI FOTOGRAMMI AEREI	17
3.6. RICOGNIZIONI DI SUPERFICE E INDAGINI SUL CAMPO	20
3.6.1. METODOLOGIA ADOTTATA	20
3.6.2. EVIDENZE CONSIDERATE DURANTE LE RICOGNIZIONI DI SUPERFICIE	23
3.6.3. LA RACCOLTA E L'ELABORAZIONE DEI DATI	24
3.6.4. RELAZIONE ARCHEOLOGICA INTEGRATIVA	24
3.6.5. RISULTATI DELL'INDAGINE	25
3.7. CONCLUSIONI	28
4. ATMOSFERA	30
4.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	30
4.2. ANALISI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	34
4.2.1. PIANO DI RISANAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E ZONIZZAZIONE	34
4.2.2. MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	37
4.2.3. PARTICOLATO	40
4.2.3.1. PM 10	40
4.2.3.2. PM 2.5	42
4.2.4. OSSIDI DI AZOTO: NO _x	43

4.2.4.1.	BIOSSIDI DI AZOTO: NO ₂	43
4.2.5.	MONOSSIDO DI CARBONIO E BENZENE.....	44
4.3.	L'ANALISI METEO CLIMATICA.....	45
4.6.1	ASPETTI GENERALI.....	45
4.6.2	IL DATO STORICO: ANDAMENTO 2010/2021.....	45
4.6.2.1	FONTE E STAZIONE METEOROLOGICA DI RIFERIMENTO.....	45
4.6.2.2	REGIME TERMICO.....	46
4.6.2.3	REGIME PLUVIOMETRICO.....	46
4.6.2.4	REGIME ANEMOMETRICO.....	47
4.6.3	IL DATO METEOROLOGICO ATTUALE: 2021.....	48
4.6.3.1	REGIME TERMICO.....	48
4.6.3.2	REGIME PLUVIOMETRICO.....	49
4.6.3.3	REGIME ANEMOMETRICO.....	50
4.6.3.4	PRESSIONE.....	51
4.6.4	IL CONFRONTO TRA IL DATO STORICO E L'ANNO DI RIFERIMENTO DELLE SIMULAZIONI.....	52
4.6.4.1	PARAMETRI DI CONFRONTO.....	52
4.6.4.2	REGIME TERMICO.....	52
4.6.4.3	REGIME ANEMOMETRICO.....	53
4.6.4.4	CONCLUSIONI.....	54
5.	ACQUE SUPERFICIALI.....	55
5.1.	CONTESTO IDROGRAFICO.....	55
5.2.	INQUADRAMENTO DELL'AREA D'INTERVENTO IN RELAZIONE AL PAI (PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO).....	57
5.3.	INQUADRAMENTO DELL'AREA D'INTERVENTO IN RELAZIONE AL PGRA (PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI).....	58
6.	SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE SOTTERRANEE.....	60
6.1.	IL SUOLO NEL MODELLO GEOLOGICO DELL'AREA D'INTERVENTO.....	60
6.1.1.	PROCESSI DI DEGRADO DEI SUOLI A SCALA PROVINCIALE.....	65
6.1.1.1.	IL SITO DELLE DISCARICHE.....	65
6.1.2.	INQUINAMENTO DEI SUOLI A SCALA PROVINCIALE.....	66
6.1.3.	USO DEL SUOLO.....	72
6.1.4.	ANALISI DELLO STATO "ANTE OPERAM".....	75
6.1.4.1.	LE AREE AGRICOLE E I SISTEMI COLTURALI.....	79
6.1.4.2.	GLI ORDINAMENTI PRODUTTIVI.....	82

6.1.4.3.	PATRIMONIO AGROALIMENTARE E PRODOTTI DI QUALITÀ.....	84
6.1.5.	ANALISI DELLO STATO "POST OPERAM"	85
6.2.	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA.....	87
6.2.1.	CONTESTO SISMICO.....	91
6.2.2.	CONTESTO GEOTECNICO.....	93
6.2.3.	CONTESTO IDROLOGICO E IDRAULICO	98
6.2.3.1.	RACCOLTA ACQUE STRADALI E INVARIANZA IDRAULICA.....	102
6.2.3.2.	INTERFERENZA CON I CORSI D'ACQUA.....	104
6.2.3.3.	QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE	108
7.	FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI.....	114
7.1.	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE	114
7.2.	ECOSISTEMI.....	115
7.3.	VEGETAZIONE E FLORA	121
7.4.	FAUNA.....	121
7.4.1.	INVERTEBRATI.....	122
7.4.2.	ITTIOFAUNA.....	122
7.4.3.	ERPETOFAUNA.....	123
7.4.4.	ORNITOFAUNA.....	123
7.4.5.	MAMMALOFAUNA	125
8.	RUMORE.....	125
8.1.	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE	125
8.2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	126
8.2.1.	NORMATIVA EUROPEA	126
8.2.2.	NORMATIVA NAZIONALE	127
8.2.3.	NORMATIVA REGIONALE.....	128
8.3.	CLASSIFICAZIONI ACUSTICHE COMUNALI	129
8.3.1.	COMUNE DI VERONA	131
8.3.2.	COMUNE DI CASTEL D'AZZANO.....	133
8.3.3.	COMUNE DI BUTTAPIETRA.....	134
8.3.4.	COMUNE DI VIGASIO.....	135
8.3.5.	COMUNE DI ISOLA DELLA SCALA.....	136
8.4.	CARATTERIZZAZIONE DEI LIMITI DI RIFERIMENTO DA APPLICARE AGLI SCENARI DI PROGETTO ..	136
8.5.	ANALISI ACUSTICA DEL TERRITORIO	138
8.5.1.	INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI POTENZIALMENTE DISTURBATI.....	138

8.5.2.	INDAGINE FONOMETRICA	139
8.5.3.	IL MODELLO DI SIMULAZIONE ACUSTICA	140
9.	PAESAGGIO	146
9.1.	ASSETTO STRUTTURALE ED INFRASTRUTTURALE DEL TERRITORIO.....	147
9.2.	MORFOLOGIA DEL SUOLO	148
9.3.	COPERTURA DEL SUOLO	150
9.4.	PRESENZA DI BENI CULTURALI	153
9.5.	ANALISI DELLA PERCEZIONE VISIVA	156
10.	POPOLAZIONE E SALUTE PUBBLICA	158
10.1.	INQUADRAMENTO TEMATICO	158
10.2.	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE	159
10.2.1.	SCREENING DELLE FONTI DI DISTURBO DELLA SALUTE UMANA	160
10.2.2.	DISTRIBUZIONE DELLA POPOLAZIONE E CONTESTO DEMOGRAFICO	166
10.2.3.	PROFILO EPIDEMIOLOGICO SANITARIO	170

1. INTRODUZIONE

La descrizione dello stato dell'ambiente (Scenario di base) prima della realizzazione dell'opera, costituisce il riferimento su cui sarà fondato il SIA; in particolare lo sviluppo di un valido scenario di riferimento sarà di supporto a due scopi:

- fornire una descrizione dello stato e delle tendenze delle tematiche ambientali rispetto ai quali gli effetti significativi possono essere confrontati e valutati;
- costituire la base di confronto del Progetto di monitoraggio ambientale per misurare i cambiamenti una volta iniziate le attività per la realizzazione del progetto.

Per le tematiche ambientali potenzialmente interferite dall'intervento proposto, sono state svolte le attività per la caratterizzazione dello stato attuale dell'ambiente all'interno dell'area di studio, intesa come area vasta e area di sito.

Tali attività che sono peculiari del contesto ambientale in esame sono finalizzate a evidenziare gli aspetti ambientali in relazione alla sensibilità dei medesimi.

Vengono resi noti inoltre i valori di fondo delle pressioni ambientali per poter poi quantificare gli impatti complessivi generati dalla realizzazione dell'intervento proposto.

Gli elementi necessari per effettuare tali caratterizzazioni riguardano l'approfondimento delle seguenti "Tematiche ambientali" e/o componenti ambientali:

- **Atmosfera**
- **Acque superficiali**
- **Suolo e sottosuolo e acque sotterranee**
- **Flora, Fauna ed Ecosistemi**
- **Rumore**
- **Paesaggio**
- **Salute pubblica**

Una volta espletata la fase conoscitiva ed analitica attraverso la **caratterizzazione dello stato attuale** del sistema ambientale verranno individuate, nei successivi capitoli, le azioni di progetto che possono interferire con le diverse componenti ambientali e la tipologia di perturbazione indotta per passare poi alla **valutazione dell'impatto prodotto** dal progetto sulle diverse componenti ambientali.

L'impatto ambientale è definito come *"l'alterazione qualitativa e/o quantitativa, diretta ed indiretta, a breve e a lungo termine, permanente e temporanea, singola e cumulativa, positiva e negativa dell'ambiente, inteso come sistema di relazioni fra i fattori antropici, naturalistici, chimico-fisici, climatici, paesaggistici, architettonici, culturali, agricoli ed economici, in conseguenza dell'attuazione sul territorio di piani o programmi o di progetti nelle diverse fasi della loro realizzazione, gestione e dismissione, nonché di eventuali malfunzionamenti"* (art. 5 del D.Lgs n°4 del 16/01/2008).

Risulta quindi evidente che l'analisi dei potenziali impatti indotti da un progetto non può prescindere da una approfondita conoscenza delle caratteristiche intrinseche dell'ambiente e dello stato di qualità ante - operam delle matrici ambientali. Il presente capitolo ha, quindi, lo scopo di individuare le eventuali interferenze tra l'opera ed il sistema territoriale esistente, descrivendo i livelli di qualità delle componenti ambientali e ponendo in evidenza l'eventuale criticità degli equilibri esistenti.

Risulta quindi evidente che l'analisi dei potenziali impatti indotta da un progetto - che sarà approfondita nei capitoli successivi di questo SIA - non può prescindere da una approfondita conoscenza delle caratteristiche intrinseche dell'ambiente e dello stato di qualità ante - operam delle matrici ambientali.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'intervento in oggetto si colloca nell'area a Sud della città di Verona, nel territorio dei Comuni di Castel d'Azzano, Buttapietra, Vigasio ed Isola della Scala.

Questi comuni per anni hanno subito una continua perdita di residenzialità fino all'inizio degli anni '90, quando la lenta saturazione della Zona Agricola Industriale (ZAI) storica di Verona e l'uso delle aree periferiche della cintura veronese hanno spinto, con il favore di un minor costo dei terreni, nuove attività a collocarsi in queste zone favorendo una lenta e progressiva rivalutazione insediativa.

I nuclei abitati hanno assunto dimensioni sempre più rilevanti aumentando il livello di antropizzazione del territorio in modo maggiore a nord dell'area di intervento e minore procedendo verso la bassa pianura veronese, in cui l'ambito presenta ancora nel complesso una buona integrità paesaggistica, favorita da un permanere su ampie parti di territorio delle attività agricole della media e bassa pianura Veronese.

La viabilità, fortemente condizionata dal sistema attrattivo della città di Verona, si è sviluppata lungo le direttrici nord-sud che dalla pianura risalgono verso la città, mettendo in comunicazione i maggiori paesi della bassa veronese con le aree urbane della città.

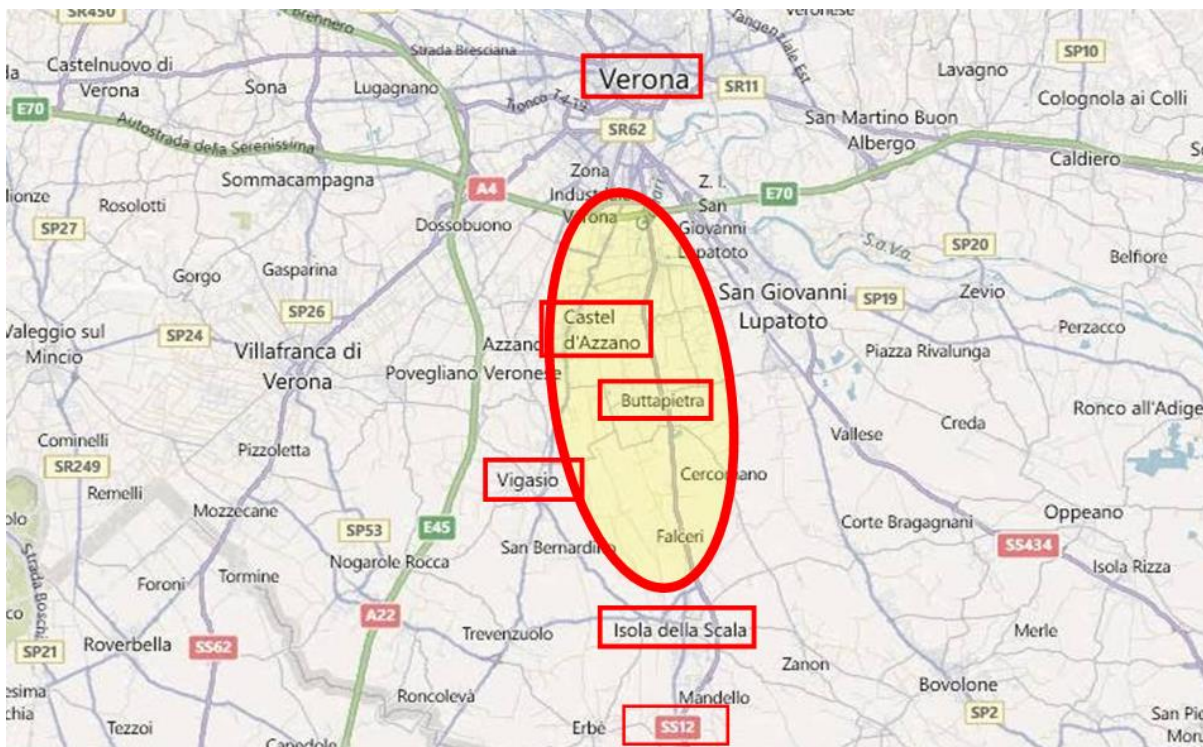


Fig. 2.1 - Inquadramento territoriale

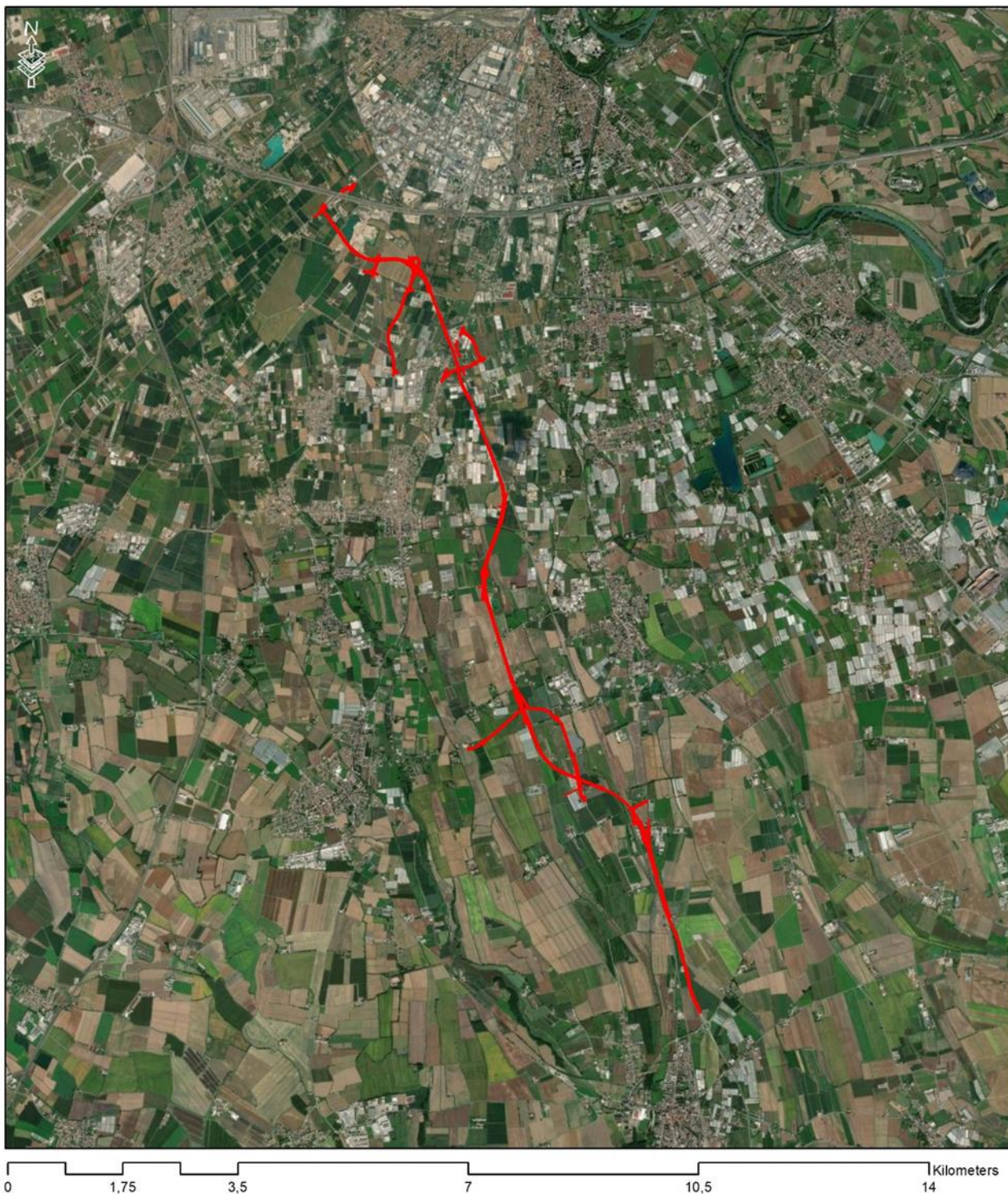


Fig.2.2 - Inquadramento territoriale su immagine satellitare

3. INQUADRAMENTO ARCHEOLOGICO

3.1. GENERALITÀ

L'area oggetto di indagine si situa immediatamente a sud del comune di Verona e si sviluppa attraverso una fascia N-S di territorio lunga circa tredici chilometri e larga quattro. Il tratto interessato dall'intervento prende avvio direttamente dal tracciato della Tangenziale Sud di Verona e attraversando trasversalmente, con direzione nord/ovest-sud/est, la fascia delle risorgive si sviluppa tra alta e medio-bassa pianura veronese. Il percorso della nuova variante della Strada Statale n° 12 seguirà in parte il tracciato dell'attuale linea ferroviaria Verona-Bologna, attraversando o lambendo i confini amministrativi di numerosi comuni, tra cui Verona, Castel D'Azzano, Vigasio, Buttapietra, Isola della Scala, presso la quale si ricollegherà al tracciato della vecchia Strada "dell'Abetone e del Brennero".

L'indagine archeologica preventiva ha interessato in maniera intensiva una striscia della larghezza media di 300m, sviluppata lungo 13.000m di pista principale e circa 3700m di collegamenti secondari. Studi e ricerche di carattere più spiccatamente storico e geografico, a scala più ampia, sono stati indispensabili per inquadrare l'area interessata dal percorso all'interno di dinamiche di sviluppo territoriale di tipo sincronico e diacronico.

3.1.1. INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO

La nuova viabilità percorrerà per circa 1.500m un'area peri-urbana pede-collinare; i successivi 3.000-3.500m andranno ad attraversare la fascia di alta pianura veronese. In corrispondenza della fascia delle risorgive, all'altezza del territorio comunale di Buttapietra, il tracciato la attraversa e passa all'interno della media pianura, muovendosi prevalentemente tra dossi, paleo alvei e meandri di origine fluvio-glaciale.

All'altezza di Buttapietra si distribuiscono due linee principali di fontanili di risorgiva; ossia delle sorgenti di acqua dal sottosuolo che portano in superficie le acque permeate dai sedimenti superficiali dei territori più settentrionali. La prima linea di risorgive, di cui fanno parte oggi le sorgenti Campagna, Vannina, Bra, Toniola, Bova, si situa poco a nord della linea di confine del comune. La seconda linea, di cui fanno parte le sorgenti Fumanella, Acqua Chiara e Fontanoni, si trova poco a sud del centro abitato di Buttapietra. Hanno qui origine importanti corsi d'acqua che attraversano la media e bassa pianura, tra cui il fiume Piganzio, che corre parallelo al tracciato indagato.

I sedimenti minuti e poco permeabili depositati dai corsi d'acqua di origine glaciale, le deboli pendenze altimetriche e i corsi fluviali meandriformi, spesso con alveo pensile, caratterizzano la pianura a sud della fascia delle risorgive e gran parte del territorio indagato. Il paesaggio è quello tipico della media pianura veronese: una piana fluvioglaciale e fluviale terrazzata, con una morfologia debolmente ondulata per la presenza di reticoli idrografici attivi e fossili debolmente incisi sul piano di campagna. L'area è attraversata oggi da una rete idrografica primaria, con asse N/NW-S/SE, composta da Tione, Tartaro, Piganzo e Menago e dai loro numerosi ed ampi paleoalvei. Una rete secondaria di fossi e scoli, anche di elevata portata ha origine spesso storica e scorre all'interno di tracciati abbandonati dai corsi principali. All'interno di

questo quadro idrografico spesso instabile e mutevole, dossi e cordoni sabbiosi emersi risultavano fondamentali per l'insediamento dell'uomo. L'indagine sul campo, come si vedrà oltre, si è quindi spesso concentrata sui lembi di terreno più antico ed elevato, erosi lateralmente dal passaggio dei corsi d'acqua, ma sopravvissuti come terrazzi fluviali. Tuttavia non si possono sottovalutare le aree caratterizzate da depositi limo-argillosi, digradanti verso sud-est lungo l'asse di dispersione e drenaggio, originati in alcuni casi da rotte fluviali ed estese alluvioni che possono aver obliterato completamente tracce di frequentazione antiche.

3.1.2. PROBLEMATICHE AFFRONTATE

Questa varietà di paesaggi attraversati ha richiesto l'applicazione di una notevole varietà di approcci e metodologie, spesso integrati tra loro, per l'analisi di un territorio estremamente diversificato e mutevole. La dinamicità di questi tipi di ambiente, fortemente influenzati e plasmati dallo scorrere delle acque e dalle variabili climatiche nel corso dei millenni, condiziona notevolmente il grado di visibilità e conservazione delle tracce di frequentazione antropica in superficie.

Un'altra problematica riscontrata durante l'indagine è legata al forte sfruttamento del territorio in questione dal punto di vista agricolo e soprattutto alle tecniche di coltivazione utilizzate. Un'alta percentuale di unità topografiche presenta infatti coltivazioni che rendono molto difficile l'indagine sia sul campo che da fotografia aerea: le risaie nell'area settentrionale di Isola della Scala non consentono l'accesso ai campi; i frutteti, spesso recintati, presentano gradi di visibilità nulla anche se accessibili; ampie porzioni di territorio soprattutto nella fascia più settentrionale del tracciato risultano coperte da serre e impianti vivaistici.

Per quanto riguarda la ricerca storica sulle fonti scritte e sull'edito, la problematica maggiore affrontata è quella dell'estensione di territorio attraversato e del numero di unità amministrative percorse dal tracciato, che hanno richiesto un'indagine su supporti di tipologia e soprattutto standard qualitativi molto diversificati.

Da ultimo si vuole citare una tematica storico-archeologica che ha richiesto un'analisi particolareggiata e dedicata: quella della viabilità principale antica che da Verona conduceva verso sud.

È possibile infatti che il tracciato della nuova S.S. n°12 vada ad intercettare l'antica via Claudia Augusta di epoca romana, di cui si proporranno qui i possibili percorsi in base alle fonti raccolte.

3.2. OBIETTIVI DELL'INTERVENTO

L'indagine si pone come obiettivo un inquadramento storico archeologico dell'area oggetto dell'intervento, ricostruendone a grandi linee lo sviluppo diacronico nel corso dei secoli da età protostorica ad oggi, per poter individuare eventuali emergenze culturali e archeologiche conservate all'interno del tracciato della viabilità in questione.

L'individuazione di tracce e frequentazioni antropiche di epoca storica all'interno del paesaggio e la possibile definizione di dinamiche insediative e di sfruttamento del territorio consentiranno di evidenziare e delimitare aree con diversi gradi di

rischio archeologico, da un grado basso o medio-basso nel caso in cui non emergano dalla ricerca particolari evidenze, ad un grado elevato in aree che abbiano già restituito materiale archeologico sul campo. Tutte le fasi della ricerca saranno finalizzate quindi alla creazione di una dettagliata cartografia tematica, messa in costante relazione con tracciato e caratteristiche della viabilità in corso di progettazione.

Come si vedrà a breve, le metodologie e le tecniche impiegate nel corso dell'indagine saranno quelle dell'HistoricLandscape Analysis o Archeologia del Paesaggio.

3.3. METODOLOGIA ADOTTATA

Dal punto di vista metodologico si è proceduto seguendo le linee guida generali ministeriali per un'analisi preventiva su scala territoriale. L'indagine ha previsto l'applicazione di strumenti e metodologie integrate, di varia tipologia, allo scopo di individuare eventuali elementi di interesse storico-archeologico presenti sul territorio in questione. In particolare sono state eseguite le seguenti tipologie di ricerca ed elaborazione dati:

- Ricerca bibliografica per l'inquadramento generale dell'area e l'individuazione di segnalazioni archeologiche già edite. I dati di partenza derivano dalla consultazione della Carta Archeologica del Veneto, che raccoglie tutte le segnalazioni di interesse archeologico, aggiornate al 1990. Un'approfondita ricerca bibliografica è andata ad aggiornare i dati forniti da questo strumento con le pubblicazioni edite negli ultimi 30 anni.
- Ricerca documentale d'archivio: cartografia storica e documenti notarili. La Carta Archeologica del Veneto non prende in considerazione evidenze relative alle dinamiche insediative di epoca medievale: una ricerca archivistica sulle principali fonti scritte di epoca medievale, edite e non, ha cercato di colmare questa lacuna a livello cronologico.
- Ricerca toponomastica. A partire dai supporti cartografici moderni e risalendo a quelli più antichi è stato possibile individuare alcune tracce dell'assetto insediativo del passato, in base alla sopravvivenza della toponomastica storica.
- Spoglio dei dati e delle segnalazioni presenti negli archivi della Soprintendenza Archeologica del Veneto, nucleo operativo di Verona. La ricerca sui dati degli archivi SBAV ha permesso un aggiornamento relativo anche ai dati archeologici non ancora editi o pubblicati.
- Studio delle fotografie aeree per l'individuazione di eventuali anomalie e tracce archeologiche sepolte. Lo studio è proceduto, mediante tecniche di aerofotointerpretazione, all'analisi di fotogrammi aerei, ripresi in periodi più o meno recenti, con eventuali trattamenti cromatici e applicazione di appositi filtri.
- Ricognizione sul posto e ricerca di superficie lungo il tracciato stradale, per individuare eventuali affioramenti di reperti archeologici in loco. Ampie aree del tracciato sono state ricognibili mediante survey: tecnica

archeologica che permette di individuare su campi coltivati e non, comunque non edificati, tracce e reperti provenienti da eventuali depositi archeologici sepolti.

- Inserimento dei dati raccolti su supporto informatico ed elaborazione di cartografie tematiche, allegate alla relazione scritta esplicativa dei risultati ottenuti, con segnalazione di eventuali aree di interesse archeologico. I dati della ricerca sono stati inseriti all'interno di una piattaforma GIS, strumento imprescindibile per la loro gestione, archiviazione, elaborazione e restituzione, caricati su base cartografica CTR e sui tracciati dei progetti preliminari, per procedere ad un confronto diretto, soprattutto mediante tecnica di overlay.

3.4. STUDIO DELL'EDITO E DELLA DOCUMENTAZIONE NOTA

Il progetto per il tracciato della variante S.S.n°12 "dell'Abetone e del Brennero", vede attraversare dall'infrastruttura, oltre a cinque comuni, diversi scenari geomorfologici che mutano di carattere da nord a sud. Le condizioni ambientali ad essi collegate, hanno condizionato nelle varie epoche che si sono succedute le scelte insediative dell'uomo. Come già descritto sopra, le principali fasce geologiche attraversate dalla nuova variante sono due (alta e media pianura) e su ognuna di queste l'insediamento umano ha avuto riflessi diversi, condizionati dalle diversità di rendimento del terreno, dalle risorse idriche e dai limiti giurisdizionali che hanno organizzato gli spazi nei secoli. Risulta difficile restituire un quadro completo dell'evoluzione storico-paesaggistica avvenuta in queste terre, soprattutto per alcuni periodi. Tuttavia è possibile avere un quadro storico generale sulla base di quanto gli studi storico-archeologici hanno fatto emergere finora.

3.4.1. PREISTORIA E PROTOSTORIA

Le condizioni geologiche e paleobotaniche nel periodo relativo all'ultima glaciazione, all'incirca dieci mila anni fa (gli estesi ghiacciai che si formavano durante le fasi glaciali arrivavano fino a valle nelle zone occupate ora da Ca' di David, Buttapietra e Castel D'Azzano, dove iniziavano i corsi d'acqua prodotti dalla fusione degli stessi), erano molto differenti rispetto a quelle attuali e il contesto dell'alta pianura era sicuramente caratterizzato dalla presenza massiccia di materiale di erosione alpina, lasciato dai ghiacciai.

Le testimonianze archeologiche per il periodo paleolitico nella fascia percorsa dal tracciato stradale sono inesistenti (a differenza dei noti insediamenti dell'arco prealpino dei Monti Lessini come dimostrato dai numerosi siti rinvenuti) e non risultano evidenze nemmeno per il periodo neolitico. Bisogna spostarsi verso Gazzo Veronese ed entrare nelle Grandi Valli Veronesi per individuare complessi sistemi di insediamento e ricche tracce archeologiche. Tuttavia per tale zona di "cerniera" tra alta e bassa pianura caratterizzata da condizioni idro-geologiche instabili e soprattutto dal ricco apporto di materiale alluvionale, non si possono escludere presenze antropiche sepolte in profondità.

Durante il vivace periodo dell'età del bronzo invece, i ritrovamenti si fanno più frequenti. Per quanto riguarda il Veronese, le aree notoriamente più popolate sono quelle lungo le sponde del basso Garda e nella fascia tra Tione e Tartaro, dove

le comunità si organizzano in abitati di grandi dimensioni formando reti di collegamento con le vicine popolazioni dell'area peninsulare adriatica.

Sono noti i ritrovamenti nelle vicinanze di Buttapietra in località Settimo, lungo il Tartaro in località Marcegaglia nel comune di Vigasio e a Palazzina di Isola della Scala, associabili al periodo del bronzo medio (XIV-XIII sec a.C.), come i contemporanei casi di studio presso il mulino Giarella di Isola della Scala, più a sud, e, un po' più a est, in località Feniletto del comune di Oppeano. Si tratta di esempi di abitati palafitticoli che ricordano per tipologia quelli degli insediamenti del territorio benacense e del basso mantovano posti in località umide. Si tratta comunque di siti che hanno una durata breve e sembrano finire a ridosso del bronzo finale.

Per quanto riguarda invece l'età del ferro, i ritrovamenti si fanno più significativi. L'età del ferro può essere distinta in due periodi principali: tra IX e IV secolo a.C., con la forte presenza nel territorio veneto della cultura dei Paleoveneti, e tra IV e I secolo a.C., caratterizzato dalla cultura delle popolazioni galliche. L'asse segnato dai fiumi Tione e Tartaro si pone per tutto il periodo come confine naturale tra le culture dei Veneti antichi e le popolazioni occidentali.

I dati significativi per la prima età del ferro, nella fascia della media pianura a sud di Verona, vedono una certa continuità insediativa nelle zone già occupate durante l'età del Bronzo, con tuttavia alcuni progressivi fenomeni di abbandono che documentano una fase di passaggio tra epoche non repentina.

Nella zona interessata dal progetto, tra Ca' di David e Isola della Scala, non si segnalano tuttavia al momento ritrovamenti eclatanti che possano risalire a questa fase insediativa. Sono invece presenti diverse tracce della fase cronologica successiva, quella celtica, nelle zone di Isolalata (frazione di Vigasio) e soprattutto di Ciringhelli (Vigasio), testimoniate dal ritrovamento di una necropoli nel 1929, durante i lavori di scavo per una cava di Ghiaia. Si tratta di un'area funeraria non dissimile da quelle riscontrate lungo tutta la fascia della media pianura occidentale, perlopiù in rapporto ad aree prive o quasi di insediamenti. Oltre a questo eccezionale ritrovamento (di cui purtroppo si sono persi molti reperti), si segnalano in località Brigafatta, Forette, Campagna S. Michele e Campagna Magra, sempre nel comune di Vigasio, altri elementi appartenenti alla cultura di La Tène.

Il quadro generale che si può estrapolare per il periodo in questione da questa serie di, seppur incompleti, ritrovamenti è quello di una zona (quella compresa tra Ca' di David e Isola della Scala) caratterizzata da due macro fasi: la prima, in cui la morfologia ambientale è ancora in fase di assestamento e, di conseguenza, probabilmente non è favorevole alla presenza insediativa dell'uomo, che non si sofferma se non in maniera sporadica; la seconda, coincidente all'età del ferro quando, evidentemente, per questioni non ancora del tutto chiarite, le condizioni ambientali sono più favorevoli all'insediamento stabile. Resta ad ogni modo sempre evidente una distinzione tra l'alta pianura, caratterizzata da un deposito alluvionale grossolano, composto prevalentemente da depositi post glaciali di carattere morenico e arido, e la medio-bassa pianura, composta da suoli a matrice più fine e condizione umida. La linea di demarcazione tra i due

ambienti sarà a lungo zona favorevole all'insediamento, per la presenza costante di risorgive e di zone dossive sopraelevate.

3.4.2. ETÀ ROMANA

Con l'integrazione giuridica dei territori delle popolazioni del nord Italia nell'ambito romano, nel I secolo a.C. le zone incolte soggette alla giurisdizione dei nuovi municipia, vengono adibite a centuriazione e bonifica. Il notevole cambiamento del paesaggio viene accentuato dalla messa in opera di infrastrutture di collegamento e comunicazione stradale. È questo il caso della via Claudia Augusta Padana che comprendeva una vasta rete di collegamenti tra il nord e il sud delle Alpi. Il tratto che interessava l'agro Veronese collegava la città di Verona ad Ostiglia, passando per Isola della Scala. Il posizionamento preciso del suo percorso rimane ancora al vaglio degli studiosi, che propongono una serie di varianti basate sull'osservazione dei ritrovamenti e l'analisi delle fonti a disposizione. Le ipotesi ruotano attorno a due tracciati alternativi, ognuno dei quali mostra una serie di indizi utili, ma non esaustivi: la prima ipotesi vedrebbe il percorso svilupparsi lungo l'asse che da Ca' di David, attraversando Buttapietra, prosegue a sinistra del fiume Piganzo, per passare davanti alla località Falceri, in direzione Isola della Scala; la seconda ipotesi vorrebbe vedere il percorso svilupparsi più a ovest, partendo da Verona, passando per località Terminon, attraverserebbe o toccherebbe Scuderlando, Zera, Settimo del Gallese, d'Oltra e infine Isola della Scala.

Per quanto riguarda le zone di particolare interesse per la presenza di numerosi ritrovamenti di età romana si segnalano la zona in località Falceri, subito a nord di Isola della Scala, e la direttrice Settimo del Gallese-Buttapietra-la Zera. In particolare degna di nota è quest'ultima località, nella quale, durante dei lavori di costruzione di un canale, sono stati segnalati dall'erudito Cipolla materiali appartenenti a una vasta area funeraria quali: ceramiche, vetri, statuette, anfore ed elementi architettonici attribuiti ad un sacello. La varietà dei ritrovamenti, insieme alle monete rinvenute, delineano un arco cronologico oscillante tra la prima età imperiale fino a quella costantiniana (I-IV d.C.).

Non sono evidenti tracce di centuriazione, ma non si esclude tuttavia la presenza di ampie aree messe a coltura. La toponomastica, seppur entro i limiti interpretativi, testimonierebbe indirettamente la presenza romana in loco: Melegno e Magagnano deriverebbero, ad esempio, rispettivamente, dal gentilizio Milichius e dal gentilizio Magnus.

3.4.3. MEDIOEVO

Per l'epoca medievale gli studi e le indagini sono molto limitati, probabilmente anche in relazione ad un numero ridotto di ritrovamenti sul campo. Si vogliono comunque qui riportare tutte le notizie di cui si dispone, dai risultati dei rari ritrovamenti archeologici ai dati provenienti dalla documentazione d'archivio sino ad ora studiata e edita principalmente su pubblicazioni di carattere locale. L'unico ritrovamento archeologico di un certo rilievo proviene dalla località di Ciringhelli, all'inizio del XIX secolo, e si tratta di tombe appartenenti a gruppi sociali vissuti tra il VI e il VII secolo d.C. La necropoli (i cui materiali sono andati per la maggior parte dispersi) è ricollegabile alle prime fasi di occupazione longobarda e trova confronti con le vicine necropoli di Povegliano, Raldon, S.Maria di Zevio.

Nonostante le profonde trasformazioni paesaggistiche e culturali che avvengono durante tutto l'alto medioevo, la modalità insediativa tra antico ed età medievale presenta per quest'area elementi di continuità. La scarsità di dati e i risultati delle ricerche sembrano suggerire infatti che la parte dell'alta pianura, che da epoca medievale rientrerà nella Capanea Maior, continua ad essere lasciata sgombra da insediamenti e sfruttamenti intensivi a livello agricolo. Il dato toponomastico e la documentazione scritta mostrano invece più a sud una campagna, comunque di pertinenza della città di Verona, con un maggior grado di sfruttamento e una maggior vivacità insediativa. Sono note ad esempio dalla documentazione diverse località (di cui spesso si è persa memoria), in cui insistevano appezzamenti di terra a destinazione agricola, talora legati a strutture: in località Pontesellus de Gosorlando, riconoscibile nell'attuale corte Vo' Pindemonte, ad esempio, esisteva una chiesa intitolata a San Francesco ed ora non più individuabile; oppure lungo la cosiddetta via Levata, di cui si dirà a breve, in un documento duecentesco esistevano due Hospitia nelle rispettive località di Scuderlando e Settimo. Come del resto, per citare solo alcuni esempi, è nota la presenza negli appezzamenti agricoli, di numerose testimonianze risalenti al XII secolo, che citano la presenza di una o più strutture abitative del tipo "casamentum". Il processo di ruralizzazione ed urbanizzazione continuò per tutto il medioevo attraverso un trend di lunghissimo periodo. È il XIII secolo, in cui si assesta il paesaggio agrario di questo territorio e in cui assunse una fisionomia definita, costituita dagli insediamenti sparsi e di piccola dimensione, riconoscibili nelle molte corti rurali che ancora oggi, purtroppo in costante abbandono, testimoniano quel lento processo di formazione.

A livello delle infrastrutture, la connessione tra alta e medio-bassa pianura era garantita, anche in epoca medievale, da tracciati stradali che probabilmente continuavano a ricalcare quelli romani. È l'ipotesi che riguarda la via Levata, che viene citata in un documento del 1224 ed è presente come toponimo in numerose mappe di XVII-XVIII secolo.

3.4.4. IL DATO TOPONOMASTICO

Per "toponomastica" s'intende lo studio dei nomi utilizzati per identificare un contesto territoriale, insieme all'analisi del loro significato etimologico e storico. Il nome che identifica un luogo è detto toponimo. Quando un gruppo di toponimi appartiene ad un'epoca storica circoscritta e questi sono per lo più caduti in disuso, si parla di toponimi storici. L'individuazione dei nomi geografici scomparsi e lo studio etimologico, si inserisce nel filone di studi della toponomastica storica. L'interesse per l'individuazione del significato e per lo studio dei nomi di luogo, che ha determinato l'utilizzo della disciplina in ambito scientifico, ha reso necessaria una classificazione, basata su specifiche caratteristiche d'origine, che potremmo sintetizzare come segue:

- Nomi locali derivati da nomi di persona.
- Nomi locali derivati da nomi di piante o relativi ad esse.
- Nomi locali derivati da nomi di animali.
- Nomi locali formati da aggettivi.

- Nomi locali attinenti alle condizioni del suolo.
- Nomi di varia origine.

Non sarà lo scopo primario di questa ricerca, date le contingenze tempistiche, ricostruire fedelmente il percorso etimologico dell'origine dei toponimi sui quali ci si è imbattuti, né sarebbe la sede adatta. Tuttavia si propone una selezione, in base alla tipologia e alle fonti da cui sono stati tratti, dei toponimi che sono presenti sul territorio almeno dall'età medievale, se non prima.

TOPONIMO (Nome originale)	COMUNE	ETA'	ATTESTAZIONE ORIGINE	ATTENDIBIL POSIZIONE (1min - 3max)
Settimo del Gallese	Vigasio	Romano	Documenti già dal X sec. d.C.	3
Zera	Buttapietra	Medievale	Documenti già dal XIII sec. d.C.	3
Zeretta	Buttapietra	Medievale	Documenti già dal XIII sec. d.C.	3
Scuderlando (Scudo de Rolando)	Castel D'Azzano	Medievale	Documenti già dal X sec. d.C.	3
Ciringhelli	Buttapietra	Medievale	Documenti già dal XIII sec. d.C.	3
Terminon	Verona	Medievale	Documenti già dal XV sec. d.C.	3
Fraccazzole	Verona	Medievale	Documenti già dal X sec. d.C.	3
Magnano	Verona	Romano	Patronimico, dal nome Magnus	3
Torre	Verona	Medievale	Presenza di struttura a torre	3
Melegano	Verona	Romano	Patronimico, dal nome Milichius	3
Marchesino	Verona	Medievale	Documenti dal XIII sec. d.C.	3
Fura	Buttapietra	Medievale	Documenti dal XIII sec. d.C.	2
Pontesello	Isola della Scala	Medievale	Documenti dal XIII sec. d.C.	1
Mazzaporchi	Isola della Scala	Medievale	Documenti dal XIII sec. d.C.	3
Buttapietra(Butaprea)	Buttapietra	Medievale	Documenti dal XII sec. d.C.	3
Brognolo	Buttapietra	Medievale		3
Dossi	Isola della Scala	Medievale		3
Raldon	Buttapietra	Medievale	Documenti dal XIII sec. d.C.	3
Bovo	Buttapietra	Medievale	Documenti dal X sec. d.C.	3
Campagna Magra	Vigasio	Medievale		3
Vigasio (Vicuseris)	Vigasio	Medievale	Documenti dal X sec. d.C.	3
Castello	Verona	Medievale	Documenti dal X sec. d.C.	2
Saccoveneri (SaccuVenerius)	Isola della Scala	Medievale	Documenti dal XIV sec. d.C.	3
Passolongo (PassusLongus)	Isola della Scala	Medievale	Documenti dal XIV sec. d.C.	3
Frassanara (Fraxanara)	Isola della Scala	Medievale	Documenti dal XIII sec. d.C.	3
Vo' Pindemonte (Vadum Orlandi)	Isola della Scala	Medievale	Documenti dal XIII sec. d.C.	2
Montalto	Isola della Scala	Medievale	Documenti dal XV sec. d.C.	2
Ca' di David (Daviorum)	Ca' di David	Medievale	Documenti dal XIV sec. d.C.	3

Tab.2.1 - Tabella dei toponimi

3.5. ANALISI DEI FOTOGRAMMI AEREI

Le fotografie aeree hanno consentito di inquadrare il contesto topografico e archeologico dell'area studiata, agevolando analisi paesaggistiche e morfologiche altrimenti molto difficoltose. In una fase più avanzata dell'indagine, le immagini aeree hanno permesso di distinguere localizzazione, forma geometrica, andamento ed estensione di numerose evidenze del paesaggio.

Per l'area in questione sono state analizzate esclusivamente fotografie aeree verticali. Grazie alla tipologia di ripresa e alle odierne potenzialità di processamento delle immagini, le fotografie verticali consentono una localizzazione estremamente precisa delle evidenze e il relativo posizionamento in fase di restituzione grafica.

Si vogliono qui segnalare in particolare alcune anomalie o gruppi di tracce, che hanno dato qualche riscontro sul campo o che sembrano agli scriventi alquanto significative:

- in corrispondenza del tratto di tracciato più a sud, nel comune di Isola della Scala, come si può notare dalla cartografia, si concentrano una serie di anomalie di forma abbastanza regolare e squadrata. Si noti la vicinanza di tali anomalie con due dossi fluviali e, come si vedrà oltre, alcuni siti e segnalazione di rinvenimenti di età romana.

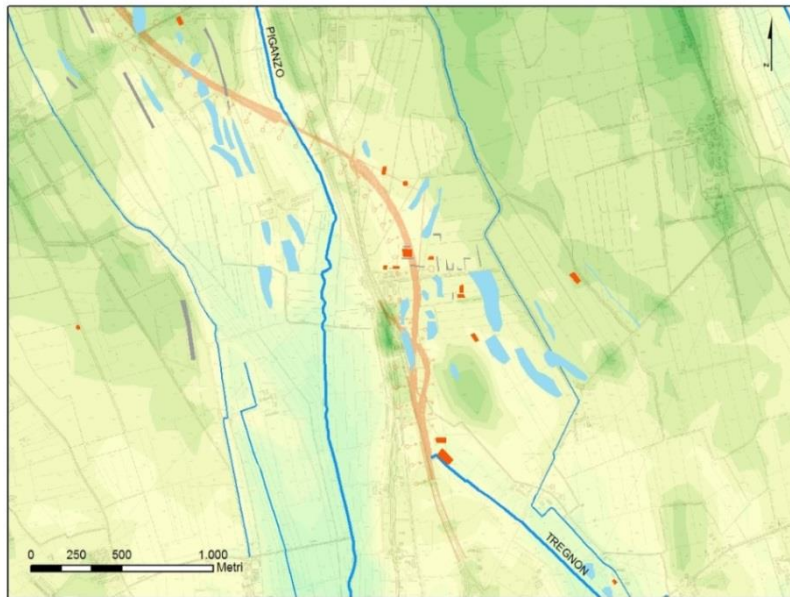


Fig.2.3 - Tracce da aerofotointerpretazione. Anomalie di forma geometrica o lineare e possibile origine antropica

- Più a nord-ovest lungo il tracciato è persa molto significativa la presenza di alcune anomalie abbastanza evidenti, con andamento lineare, allungato e che si protraggono per alcune unità topografiche. Si tratta delle anomalie A63 e A 267 verso ovest e A48, A265, A269 e A270 più ad est. È stato possibile verificare sul campo una di queste anomalie, la A265 all'interno dell'UT34, e si ipotizza possa trattarsi di una traccia relativa ad una viabilità antica. Come si vedrà oltre, una concomitanza di fattori ed indicatori suggeriscono l'ipotesi che si possa trattare di tratti alternativi del percorso della via Claudia Augusta Padana.

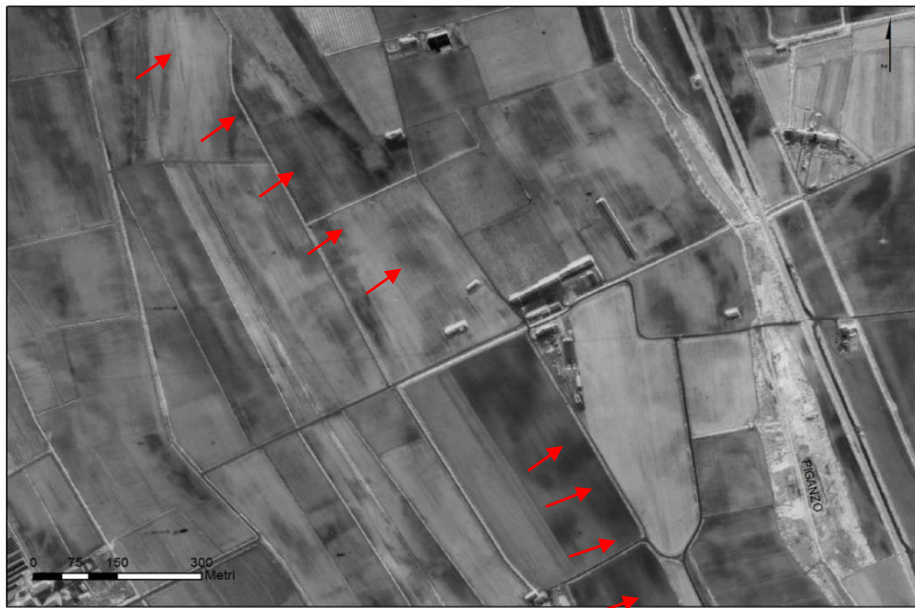


Fig.2.4 - Fotogramma aereo del 1983, con l'indicazione di alcune tracce lineari

- Interessante l'intensificarsi della presenza di tracce lineari o geometricamente ben definite lungo il tratto della viabilità in progetto che coincide con un rettilineo proposto come ipotetico tracciato dell'antica via Claudia Augusta Padana, esattamente lungo gli attuali confini tra i territori comunali di Buttapietra, ad est, e Vigasio, ad ovest.

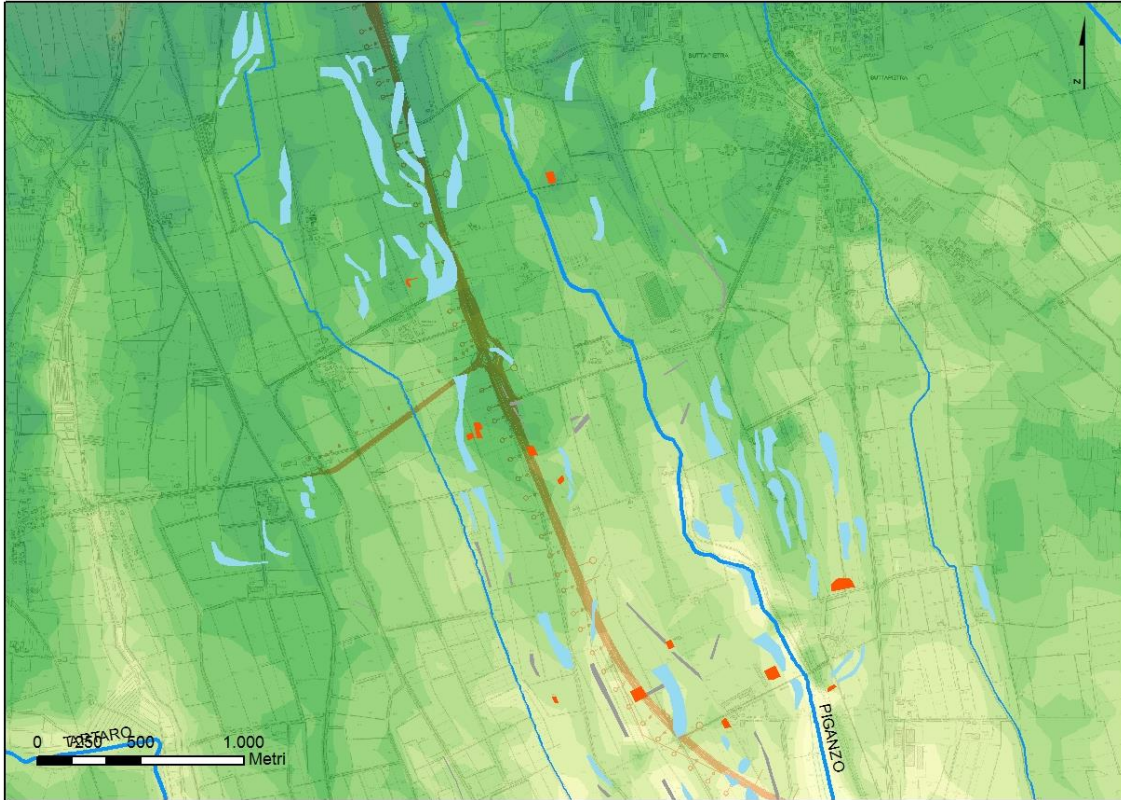


Fig. 2.5 - Coincidenza del rettilineo viario, al confine tra i Comuni di Buttapietra e Vigasio, con una serie di tracce di possibile origine antropica

- Infine, degna di nota sembra un'anomalia individuata esattamente lungo il confine di Buttapietra con Verona a nord e Castel D'Azzano a nord-ovest. Si tratta di una traccia molto evidente, individuabile anche semplicemente dai fotogrammi più recenti di Google Earth, composta da anomalie cromatiche e, nelle fotografie più vecchie, anche da "tracce da sopravvivenza", ossia da quello che sembra un allineamento di siepi o un piccolo salto di quota all'interno di un campo (vedi figura). L'anomalia ha un andamento sub circolare, irregolare, leggermente squadrato nella parte più a nord, e sembra perimetrata da una fascia ampia tra i 10 e i 15 m, particolarmente evidente verso est nelle immagini più recenti. Il diametro massimo dell'area occupata, in parte su dosso, è di circa 200-250 m e sembra richiamare forma e andamento di una possibile area insediativa arginata o circondata da fossato. Come si vedrà oltre, le ricognizioni di superficie nell'area hanno restituito materiale archeologico, proveniente in minima parte dall'interno del perimetro, in quantità maggiore da un'unità topografica limitrofa. Purtroppo massicci interventi di spianamento del dosso ed escavazione del canale Giuliani hanno fortemente compromesso una leggibilità completa dell'area.



Figura 2.6 - Fotogramma aereo del 1983 con l'anomalia presente in località Ca' Nuova, al confine tra Buttapietra, Verona e Castel D'Azzano

3.6. RICOGNIZIONI DI SUPERFICIE E INDAGINI SUL CAMPO

Tra le tecniche più utilizzate per un'indagine di tipo territoriale una delle più praticabili e spendibili nelle varie condizioni ambientali è il survey, o ricognizione di superficie.

Definita anche fieldwalking in ambito anglosassone, dove si pratica abitualmente ed in maniera metodica già all'inizio del XVIII secolo, la ricognizione diretta sul campo si presenta come una delle principali fonti di informazione e verifica sul territorio.

3.6.1. METODOLOGIA ADOTTATA

L'impronta metodologica di base dell'archeologia dei paesaggi prescrive di indagare spazi quanto più ampi possibile. In questo caso si è optato per coprire, in maniera sistematica, tutta l'area percorsa dal tracciato stradale in progetto, includendo dei "corridoi" laterali ampi tra i 100 e i 300m, di volta in volta influenzati dall'effettiva dimensione delle unità

topografiche individuate, dalla presenza di anomalie da fotografia aerea, dall'emergenza di particolari tracce che urgessero una verifica puntuale sul campo.

Le operazioni di ricognizione sistematica sul campo sono state condotte nel mese di novembre 2013, oltre ad una fase preliminare di preparazione e programmazione della campagna. In particolare il lavoro è stato programmato fin dall'inizio con l'intenzione di raggiungere una copertura pressoché totale dell'area descritta, considerando tuttavia i limiti imposti dalle proprietà private recintate e dalle zone fisicamente non raggiungibili.

Sono state ricognite in totale **107 Unità Topografiche** all'interno delle quali sono state di volta in volta riscontrate diverse condizioni d'uso e stato di lavorazione dei suoli, che hanno condizionato i livelli di visibilità e le scelte metodologiche nello svolgimento delle ricognizioni sul campo. Le ricognizioni sono state svolte, dove possibile, perlopiù in maniera sistematica, per file parallele, mantenendo una distanza media tra ricognitori compresa tra un minimo di dieci e un massimo di trenta metri. La distanza è stata di volta in volta stabilita in base alle caratteristiche di accessibilità del campo, al grado di visibilità all'interno di questo, alle verifiche richieste dai risultati dell'aerofotointerpretazione e infine in relazione a semplici questioni tempistiche e logistiche.

Nei casi in cui lo stato delle coltivazioni, l'inaccessibilità alle UT, condizioni di forza maggiore non hanno permesso l'indagine sistematica, la ricognizione è avvenuta per file non parallele o in maniera casuale, in modo da raggiungere comunque tutte le zone accessibili dei singoli campi.

Per ogni UT ricognita è stata subito compilata sul campo una specifica scheda descrittiva cartacea, sulla quale è stato possibile annotare i dati relativi alla metodologia impiegata in ogni singolo caso e ai risultati così ottenuti.



Fig.2.7 - Esempi di visibilità ottima



Fig.2.8 - Esempi diversi di visibilità media o medio-bassa



Fig.2.9 - Esempi di visibilità bassa



Fig. 2.10- Esempi di visibilità nulla



Fig.2.11 - Ricognizione a file parallele ad intensità medio-alta.

3.6.2. EVIDENZE CONSIDERATE DURANTE LE RICOGNIZIONI DI SUPERFICIE

Il paesaggio indagato dalle ricognizioni di superficie è caratterizzato da una serie di tracce ed evidenze di origine naturale o antropica. Lo scopo della ricognizione sul campo è quello di distinguere le diverse tracce e circoscriverne per quanto possibile l'estensione, in base all'osservazione delle anomalie e al rinvenimento di eventuali reperti presenti. L'origine di una determinata traccia non è sempre riconoscibile, soprattutto nei casi in cui questa non si associ al rinvenimento di materiali, per cui è indicato registrarne comunque sempre la presenza (mediante annotazione sulle schede UT) e limitarne la dimensione per poter approfondire in un momento successivo l'analisi in relazione anche ad altre fonti disponibili.

Le evidenze individuate sul campo durante la fase di ricerca di superficie e spesso registrate sulle schede UT, si possono classificare entro tre gruppi principali:

Resti di infrastrutture del paesaggio agrario. Si tratta per la maggior parte di tracce ancora visibili nel territorio, spesso ancora in uso, come canalizzazioni, percorsi viari, forme parcellari etc.

- Tracce di elementi geomorfologici sia di formazione naturale che modificati dall'intervento antropico. Si tratta di evidenze più o meno percepibili, come tracce di antichi paleoalvei, canali fluviali, dossi etc.

- Resti di insediamenti e altre attività di origine antropica. Si possono elencare qui il caso del "sito", del rinvenimento di materiale sporadico definibile come "off-site", ma anche dell'individuazione di strutture in elevato. Nel primo caso con la definizione "sito" si intendono evidenze prodotte da concentrazioni di materiali provenienti da strutture di diversa origine, completamente distrutte, la cui individuazione si effettua dalla presenza sul campo di materiali da costruzione o particolari alterazioni del terreno. L'off-site invece fa riferimento a una sporadica e molto scarsa presenza di manufatti (laterizi, ceramica, etc.), non associati tra loro in chiare e ben delineate aree, in assenza di alterazioni cromatiche del terreno. L'individuazione di strutture in elevato ancora conservate avviene soprattutto nei casi di ricognizioni mirate o in ambito urbano, o fa riferimento principalmente a strutture di epoca post-medievale e moderna.

Parallelamente, dati utili sono stati tratti anche da elementi di toponomastica "relitta" registrati nei vari luoghi o dalla memoria storica degli abitanti incontrati sul posto.

3.6.3. LA RACCOLTA E L'ELABORAZIONE DEI DATI

La raccolta e la catalogazione dei dati si è svolta principalmente in due fasi. Durante il lavoro sul campo si è operata una metodica registrazione dei dati, attraverso la compilazione delle schede UT cartacee, in parallelo alla redazione di un "diario di ricognizione" aggiornato regolarmente.

La seconda fase, svolta a tavolino, è stata caratterizzata dalla digitalizzazione e organizzazione dei dati raccolti: una parte del lavoro è consistita nell'aggiornamento delle planimetrie delle unità topografiche ricognite su GIS, l'altra parte nella catalogazione delle singole schede UT all'interno di un database progettato dagli scriventi.

La Scheda di Unità Topografica utilizzata ha permesso di registrare dati sul territorio, partendo dalle forme della parcellizzazione agraria attuale, a cui viene di volta in volta assegnato un numero univoco, unendo in un medesimo supporto le informazioni relative al campo ricognito a quelle indispensabili per comprendere le condizioni in cui tale ricognizione è avvenuta. Si è adottata come linea guida la struttura tipo della scheda UT cartacea, organizzando tuttavia i dati all'interno di un database informatizzato.

3.6.4. RELAZIONE ARCHEOLOGICA INTEGRATIVA

Lo studio archeologico integrativo, si inserisce nell'ambito della progettazione definitiva della "Variante alla SS 12 da Buttapietra alla tangenziale sud di Verona" che ricalca perlopiù il tracciato già proposto nel progetto preliminare, con variazioni del sedime dell'asse principale a breve distanza dal precedente per la gran parte del tracciato, tranne che relativamente all'innesto con la tangenziale sud di Verona in cui la nuova proposta progettuale prevede un flesso verso ovest congiungendosi con laviabilità esistente "Strada dell'Alpo" ne sfrutta in parte lo svincolo già esistente di innesto alla tangenziale sud.

Pertanto questo studio è stato inteso come integrazione della Valutazione del Rischio Archeologico redatta nel 2016 dalla Società Sap società archeologica srl; esso è stato integrato con una ricognizione di superficie sistematica che ha interessato le porzioni di tracciato modificate o aggiunte al tracciato previsto nel preliminare.

Per quanto attiene all'inquadramento paesaggistico, archeologico, allo studio di archivio, all'analisi dei fotogrammi aerei e alla bibliografia di riferimento, si rimanda alla Relazione di verifica preventiva sopra richiamata.

Il tracciato percorre i territori comunali di Verona, Castel d'Azzano, Vigasio, Buttapietra ed Isola della Scala.

Questo studio integrativo per la Verifica Preventiva dell'interesse archeologico è costituito da i seguenti documenti:

- Relazione (T00SG00GENRE01_A)
- Allegato 1 - Schede delle Unità topografiche (T00SG00GENSC01_A)
- Planimetria visibilità e distribuzione Unità Topografiche (T00SG00GENPL01_A)
- Planimetria visibilità e distribuzione Unità Topografiche (T00SG00GENPL02_A)
- Planimetria visibilità e distribuzione Unità Topografiche (T00SG00GENPL03_A)
- Planimetria Rischio Archeologico Relativo (T00SG00GENPL04_A)
- Planimetria Rischio Archeologico Relativo (T00SG00GENPL05_A)
- Planimetria Rischio Archeologico Relativo (T00SG00GENPL06_A)

ai quali, per maggiori approfondimenti si rimanda.

Le risultanze di questi studi integrativi sono state riportate, ovviamente, nella trattazione qui di seguito

3.6.5. RISULTATI DELL'INDAGINE

Nonostante le contingenze tempistiche e l'impossibilità di ricognire più volte o in condizioni diverse le UT più interessanti, già un primo survey di tipo sistematico lungo il tracciato della nuova S.S. n°12 ha dato risultati interessanti ed ha evidenziato anomalie e spargimenti di materiali, in alcuni casi già definibili come veri e propri siti archeologici.

Il numero totale di UT assegnate, come già accennato, è di 107; all'interno di queste 57 UT sono risultate non ricognibili o addirittura non accessibili mentre 50 UT sono state oggetto di ricognizione con metodo sistematico per file parallele di circa 5 metri di distanza.

Delle 50 UT ricognite, 27 hanno restituito materiali di interesse archeologico; di esse 10 con materiali riferibili all'età romana/medievale, 11 all'età moderna (1500-1700) e 6 hanno restituito materiali misti con elementi riferibili ad un arco cronologico dall'età romana a quella moderna.

Nel corso della ricognizione non sono state individuate significative concentrazioni di materiali tali da attribuire l'identificazione di un vero e proprio sito ed i materiali sono sempre risultati fortemente rimaneggiati dalle attività agricole.

La ricognizione è stata sviluppata lungo il tracciato del progetto definitivo, che ripercorrendo in parte quello del progetto

preliminare, ha reso sovrapponibili alcune UT della precedente ricognizione, anche se per rispondere alla visibilità riscontrata in campagna al momento della nuova ricognizione, le nuove UT hanno avuto talvolta una nuova geometria. La nuova ricognizione, effettuata nel novembre-dicembre 2021, redigendo delle UT diverse da quelle individuate in precedenti, ha utilizzato la numerazione da 1 a 104 (con 3 UT bis). Le cronologie riscontrate sulla base dei materiali rinvenuti nei terreni che ne hanno permesso l'osservazione interessati anche dal progetto definitivo, hanno confermato quanto già posto in evidenza dalla precedente ricognizione 2013.

Su numerose UT è stato possibile individuare il passaggio di evidenti tracce di origine idrografica, caratterizzate dalla presenza di terreni in genere più chiari a forte componente sabbio-limosa nell'area meridionale del tracciato, a componente quasi esclusivamente ghiaiosa nella parte più settentrionale. Un numero rilevante di UT ha restituito anche tracce di frequentazione, come frammenti di laterizio, ceramica o tracce di altri materiali di origine antropica. Nella maggior parte dei casi tali spargimenti di materiale, in quantità ridotta o sporadica, sono stati classificati come generici disturbi derivati dalla prossimità con strutture e agglomerati di case di origine moderna o con il passaggio di viabilità contemporanee. Alcune UT hanno invece restituito materiale cronologicamente ben definibile e collocabile in periodi più antichi; tali materiali sono stati quantitativamente e tipologicamente valutati, per definire spargimenti areali di tipo off site o veri e propri siti archeologici.

In particolare dalla campagna di ricognizione di superficie emergono areali ben definiti che hanno restituito delle evidenze, poi messe a confronto con i dati derivati da altre tipologie di fonte.

A partire dalla parte più meridionale del tracciato, l'**UT 5**, nonostante una visibilità bassa, disturbata dallo stato d'uso del suolo e dai residui della recente coltivazione di ortaggi, ha restituito numerosi frammenti di laterizio, alcuni definibili come embrici di età romana, alcuni frammenti ceramici, di cui uno con ogni probabilità protostorico, e grumi di malta. L'**UT 12**, poco più di 300m a nord-est rispetto alla precedente, ha evidenziato la presenza di elementi in laterizio, ciottoli e alcuni frammenti ceramici non meglio definibili. Considerando l'impossibilità di ricognire i terreni tra le due UT e quelli circostanti, peraltro insistenti su due dossi fluviali, e considerata la segnalazione di una serie di siti archeologici su queste località, si presume che tali UT siano interessate dalla presenza delle aree marginali di un sito o del relativo off site.

Nel tratto ad ovest dell'attuale S.S. n°12, dove il nuovo tracciato si dirige a nord-ovest per sovrapporsi all'attuale viabilità minore, le anomalie individuate durante il survey sembrano suggerire o confermare il passaggio di una viabilità di rilievo in epoca antica. L'**UT 34**, caratterizzata dalla presenza di una traccia su fotografia aerea, lineare con direzione leggermente curvilinea SE-NW, presenta una caratteristica strisciata chiara al centro del campo, composta dall'emersione in superficie di terreno ghiaioso, in un contesto geomorfologico dove invece le tracce da paleoidrografia si presentano normalmente a matrice sabbio-limosa. In associazione a questa anomalia sono stati rinvenuti rari frammenti identificabili come pertinenti ad anforacei, in numero tuttavia non sufficiente a definire un vero e proprio sito.

Verso nord-ovest, a causa dell'inaccessibilità ai fondi e della visibilità nulla, non è stato purtroppo possibile verificare la continuazione della traccia sul suolo. Più a nord, dove il nuovo tracciato si innesta sull'attuale via Vigasio, sono state individuate più aree di spargimento di materiale, ricollegabili probabilmente al passaggio di viabilità antica. Nell'**UT 40** numerosi frammenti di laterizio, grumi di malta, aree di terreno più scuro e organico e alcuni frammenti di ceramica depurata e anforaceo suggeriscono la presenza di un'area di frequentazione di età romana o tardo antica. Ai lati del lungo rettilineo di via Vigasio, le **UUT 65 e 66** presentano spargimenti di laterizi molto frammentati e di rari elementi ceramici non meglio definibili, proprio in corrispondenza dei limiti esterni dell'attuale viabilità. Nell'**UT 66**, lungo il limite ovest è stata rinvenuta una moneta in bronzo, chiaramente identificabile come asse romano databile ad età imperiale, entro il II secolo d.C.

Nella fascia delle risorgive è stata riscontrata una situazione ed una presenza di tracce archeologiche molto più evidenti. Il tracciato stradale in progetto passa, con direzione SW-NE, tra località Zeretta e Ca' Nuova, attraversando completamente l'**UT 71**. Qui sono emerse evidenti le tracce di un sito archeologico riferibile probabilmente ad area insediativa di età romana o tarda. La quantità di frammenti di embrice, ciottoli con malta, grumi di concotto al centro dell'**UT** è notevole. Alcuni frammenti ceramici depurati, di terra sigillata, di ceramica comune e anforaceo confermano la possibile presenza di edifici rustici. Purtroppo le **UUT** immediatamente a ovest e ad est non sono state ricognibili, tuttavia si è verificata l'estensione dell'off site fino a quasi tutta la porzione nord-ovest e sud dell'**UT 75**. Proprio all'interno dell'**UT 75** si sono inoltre osservate altre tipologie di anomalia. In concomitanza con la presenza di un'estesa traccia da fotografia aerea, l'**UT** presenta l'emergenza di un terreno bruno-scuro, torboso, con frequenti chiazze di limi chiari e alcuni grumi di quello che sembra limo scottato di origine antropica. Prosegue all'interno di tutta l'area lo spargimento, in quantità comunque minori rispetto all'**UT 71**, di frammenti di embrice e laterizio e spicca la presenza di un frammento di pietra ollare databile tra VI e VII secolo.

Infine procedendo verso nord, oltrepassando la fascia delle risorgive, come già accennato il paesaggio cambia notevolmente e così anche le **UUT** ricognite. Un elevato numero di **UUT** ipotizzate in fase di progettazione della campagna si sono rivelate coperte da serre più o meno permanenti. Le **UUT** su cui si è svolto il survey si presentavano di dimensioni molto ridotte rispetto alle precedenti, con terreni a forte componente ghiaiosa se non con scheletro in ciottoli di medio-piccole dimensioni, che ha presentato un costante disturbo visivo. Un'alta percentuale di **UUT** presentava tuttora terreni a riposo, con sterpaglie e stoppie che hanno sicuramente disturbato e diminuito ulteriormente la visibilità, inoltre numerosi campi sono stati inaccessibili a causa di recinzioni, frutteti o della recente semina. La porzione di territorio più a nord-ovest inoltre, quella interessata dalla variante di svincolo più occidentale, è interessata dalla presenza di cave e discariche, che presentano ormai evidentemente un rischio archeologico del tutto nullo. Per quanto comunque riguarda la situazione verificata sul campo dall'**UT 84** in poi, il numero di **UUT** ricognite e il livello di visibilità media sul campo non consentono di escludere la presenza di eventuali siti o off site, tuttavia visto anche il

confronto con contesti simili, ci si sente in grado di escludere evidenze di un certo rilievo in un'area di questa tipologia e con questa conformazione geomorfologica ed idrografica.

3.7. CONCLUSIONI

Analizzati singolarmente i risultati tratti dalle varie indagini e metodologie applicate, i dati emersi sono già notevoli e numerosi. Tuttavia solo un utilizzo integrato e un confronto costante tra le varie fonti può fornire un quadro più solido e consentire una valutazione del rischio di intercettare evidenze o strutture antropiche di valore storico-archeologico lungo il tracciato proposto.

Per quanto attiene all'inquadramento paesaggistico, archeologico, allo studio di archivio, all'analisi dei fotogrammi aerei e alla bibliografia di riferimento, si rimanda alla Relazione di verifica preventiva sopra richiamata.

Tenuto conto:

- del numero notevole di siti archeologici già noti tra alta e media pianura veronese ed, in particolare, lungo la fascia indagata;
- della buona percentuale di anomalie individuate mediante aerofotointerpretazione;
- della conformazione del territorio percorso, lungo un dosso fluviale del Piganzo;
- del numero di siti e off site individuati;
- ma soprattutto l'alta probabilità del passaggio di un ipotizzato percorso più occidentale della via Claudia Augusta Padana, o perlomeno di una viabilità principale di età antica;

non è possibile definire aree a rischio archeologico basso o nullo, se non in corrispondenza di cave o discariche già scavate.

Nella planimetria del rischio archeologico, Tavola 1 (T00SG00GENPL04_), il tracciato si sviluppa quasi integralmente all'interno del territorio comunale di Verona; ad una parte di questo è stato attribuito un rischio nullo poiché ricadente in una ex area di cava; le aree non raggiungibili perché in fondo chiuso, o perché urbanizzate, sono state classificate con rischio non determinabile. Laddove la ricognizione è stata effettuata ma non sono emersi elementi di interesse archeologico è stato assegnato un rischio basso. A tutto il tratto delle opere limitrofe alla ferrovia in Loc. Scuderlando, nonostante gli scarsi risultati ottenuti dalla ricognizione, si è comunque assegnato un rischio medio in considerazione della possibilità di intercettare la viabilità romana Claudia Augusta. Inoltre nella stessa tavola 1, è stato assegnato un rischio altro esclusivamente ad un breve tratto di tracciato in corrispondenza delle UT 58 e 59 per la estrema vicinanza con la villa di età moderna denominata Cà Brusà.



Fig.2.12 -Cà Brusà.

Nella planimetria del rischio archeologico, Tavola 2 (T00SG00GENPL05_A), il tracciato percorre i comuni di Verona, Buttapietra, Vigasio ed Isola della Scala. Lungo questo tratto in planimetria è stato assegnato un rischio non determinabile esclusivamente ad un settore in cui le UT sono risultate non raggiungibili. L'attribuzione del rischio medio è stata assegnata, in analogia con quanto già attribuito dalla ricognizione Sap 2013 anche sulla base di quanto riscontrato in sede di ricognizione. La porzione con attribuzione di rischio archeologico alto è risultata tale sia per la presenza di materiali in ricognizione che per la possibile interferenza con la viabilità romana Claudia Augusta ed ai potenziali siti ad essa connessi. In corrispondenza della UT 26 è stato attribuito un rischio archeologico alto per la vicinanza alla villa Giuliari, dimora storica del 1700.



Figura 2.13 -VillaGiuliari.

Nella planimetria del rischio archeologico, Tavola 3 (T00SG00GENPL06_A) il tracciato si sviluppa quasi integralmente nel comune di Isola della Scala. Le porzioni alle quali è stato attribuito un rischio medio, pur non avendo restituito

elementi archeologici nel corso della ricognizione, sono comunque fortemente indiziate per il passaggio della viabilità romana Claudia Augusta. Il settore al quale è stato attribuito un rischio alto, confermato con la ricognizione presso le UT 1,2,3,7,10,12 era in parte già stato ricognito con analogo esito nel 2013. Il settore nord (UT, 7,10,12) interessa una porzione interamente nuova del tracciato, al quale è stato assegnato un rischio alto, tanto per i materiali rinvenuti quanto per la presenza della chiesetta storica di S. Giorgio e di una lapide del 1711 che lasciano presagire anche il passaggio nei loro pressi di una viabilità antica potenzialmente interferente con le opere in progetto.



Fig.2.14 – Chiesa di S. Giorgio e lapide del 1711 rinvenuta nel corso della ricognizione.

4. ATMOSFERA¹

L'inquinamento atmosferico consiste in un'alterazione dello stato di qualità dell'aria conseguente all'immissione nella stessa di sostanze di qualsiasi natura, agenti inquinanti, in misura e condizioni tali da alterarne la salubrità e da costituire pregiudizio diretto o indiretto per la salute dei cittadini e dell'ambiente o danno a beni pubblici e/o privati.

Le pressioni antropiche determinate sul comparto aria sono generalmente costituite dalle emissioni in atmosfera di sostanze inquinanti derivanti da diverse fonti (trasporti stradali, processi industriali, impianti per il riscaldamento, centrali per la produzione energetica, uso di solventi, smaltimento e trattamento rifiuti, ecc.).

4.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'Unione Europea negli anni ha emanato una serie di direttive al fine di controllare il livello di alcuni inquinanti in aria. In particolare, si evidenziano le seguenti Direttive:

- Direttiva 96/62/CE relativa alla "valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente"; stabilisce il contesto entro il quale effettuare la valutazione e la gestione della qualità dell'aria secondo criteri armonizzati in tutti i paesi dell'unione europea (direttiva quadro), demandando poi a direttive "figlie" la definizione dei parametri tecnico-operativi specifici per gruppi di inquinanti;

¹Per un maggiore approfondimento vedi documento T00IA04AMBRE01: Atmosfera – Relazione Ambientale

- Direttiva 99/30/CE relativa ai “valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo”, stabilisce i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo (prima direttiva figlia);
- Direttiva 00/69/CE relativa ai “valori limite di qualità dell’aria ambiente per benzene ed il monossido di carbonio”, stabilisce i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio (seconda direttiva figlia);
- Direttiva 02/03/CE relativa all’“ozono nell’aria” (terza direttiva figlia);
- Direttiva 2001/81/CE relativa ai limiti massimi per le emissioni annue degli Stati membri di biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), composti organici volatili non metanici (COV) e ammoniaca (NH₃);
- Direttiva 04/107/CE relativa all’“arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici in aria” che fissa il valore obiettivo per la concentrazione nell’aria ambiente di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici;
- Direttiva 08/50/CE 107/CE relativa alla “qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”. Ha abrogato tutte le direttive sopra citate tranne la 2004/107/CE ribadendone, di fatto, i contenuti ed aggiungendo il PM_{2.5} tra gli inquinanti da monitorare.
- Direttiva Europea UE 2016/2284 pubblicata sulla GU.U.E. del 17/12/2016 ed entrata in vigore il 31.12.2016. La cosiddetta “NEC” stabilisce i nuovi obiettivi strategici per il periodo fino al 2030, con l’intento di progredire verso l’obiettivo di miglioramento di lungo termine dell’Unione attraverso l’indicazione di percentuali di riduzione delle emissioni nazionali dal 2020 al 2029 e poi a partire dal 2030.

L’emanazione dei diversi decreti di recepimento delle direttive europee ha contribuito a razionalizzare il quadro di riferimento e a qualificare gli strumenti di controllo e pianificazione del territorio nazionale. I principali riferimenti sono:

- Il D. Lgs. 351 del 4 agosto 1999 recepisce la direttiva 96/62/CE e costituisce quindi il riferimento “quadro” per l’attuale legislazione italiana;
- Il D.M. 60 del 2 aprile 2002 è la norma che recepisce la prima e la seconda direttiva figlia; definisce, infatti, per gli inquinanti di cui al gruppo I del D.Lgs. 351/1999 con l’aggiunta di benzene e monossido di carbonio (CO); i valori limite e le soglie di allarme, il margine di tolleranza, il termine entro il quale il limite deve essere raggiunto, i criteri per la raccolta dei dati di qualità dell’aria compreso il numero di punti di campionamento, i metodi di riferimento per le modalità di prelievo e di analisi;
- Il D.M. 261 dell’1 ottobre 2002 individua le modalità di valutazione preliminare della qualità dell’aria lì dove mancano i dati e i criteri per l’elaborazione di piani e programmi per il raggiungimento dei limiti previsti nei tempi indicati dal D.M. 60/2002;

- Il D. Lgs. 183 del 21 maggio 2004, recepisce la direttiva europea 02/03/CE riguardante l'ozono in atmosfera (terza direttiva figlia), in particolare indica "valori bersaglio" da raggiungere entro il 2010, demanda a Regioni e Province autonome la definizione di zone e agglomerati in cui la concentrazione di ozono superi il valore bersaglio; per tali zone dovranno essere adottati piani e programmi per il raggiungimento dei valori bersaglio. Piani e programmi dovranno essere redatti sulla base delle indicazioni del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. La normativa riporta anche valori a lungo termine (al di sotto dei quali non ci si attende alcun effetto sulla salute), soglie di informazione (valori al di sopra dei quali possono esserci rischi per gruppi sensibili) e soglie di allarme (concentrazioni che possono determinare effetti anche per esposizioni a breve termine);
- Il D. Lgs. 171 del 21 maggio 2004, recepisce la direttiva europea 2001/81/CE, riguardante i limiti massimi per le emissioni annue degli Stati membri, individua gli strumenti per assicurare che le emissioni nazionali annue per il biossido di zolfo, per gli ossidi di azoto, per i composti volatili e per l'ammoniaca, rispettino entro il 2010 e negli anni successivi i limiti nazionali di emissione;
- Il D.Lgs. 152/2007 (che recepisce la direttiva 2004/107/CE) è l'ultima norma figlia emanata e si riferisce ad un gruppo di inquinanti (l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), per cui non è ancora possibile una misura in continuo e che si trovano prevalentemente all'interno del particolato sottile. Anche in questo caso vengono stabiliti i limiti di qualità dell'aria, le modalità di misura e le informazioni da fornire al pubblico.

Il **D.Lgs 155/2010** costituisce l'attuazione della direttiva comunitaria 2008/50/CE circa la valutazione della qualità dell'aria ambiente, la sua gestione, nonché il suo miglioramento. Quest'unica norma sostituisce sia la legge quadro (DL 351/99) sia i decreti attuativi (che fornivano modalità di misura, indicazioni sul numero e sulla collocazione delle postazioni di monitoraggio, limiti e valori di riferimento per i diversi inquinanti) ribadendo i fondamenti del controllo dell'inquinamento atmosferico e i criteri di monitoraggio e introducendo, in base alle nuove evidenze epidemiologiche, tra gli inquinanti da monitorare anche il PM2.5, ormai ben noto per la sua pericolosità.

Il Decreto stabilisce per le sostanze inquinanti i seguenti criteri:

- i valori limite, vale a dire le concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente;
- le soglie di allarme, ossia la concentrazione atmosferica oltre la quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e per cui si deve immediatamente intervenire;
- il margine di tolleranza, cioè la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;

- il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;
- la soglia di valutazione superiore vale a dire la concentrazione atmosferica al di sotto della quale le misurazioni possono essere combinate con le tecniche di modellazione;
- la soglia di valutazione inferiore, ossia una concentrazione atmosferica al di sotto della quale è consentito ricorrere soltanto alle tecniche di modellazione o di stima oggettiva;
- i periodi di media, cioè il periodo di tempo durante il quale i dati raccolti sono utilizzati per calcolare il valore riportato.

Nell'allegato XI al decreto, vengono riportati i valori limite, i livelli critici, le soglie di allarme e di informazione e i valori obiettivo degli inquinanti normati.

Tale decreto ha subito delle leggere modifiche in base al nuovo Decreto Legislativo 24 dicembre 2012, n.250 "Modifiche ed integrazioni al Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" (G.U: n. 23 del 28.01.2013), entrato in vigore il 12 febbraio 2013.

Nella seguente tabella si riportano i limiti per le concentrazioni degli inquinanti presi a riferimento per stabilire la qualità dell'aria su territorio nazionale sopra accennati:

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Margine tolleranza	n° sup. consentiti
Biossido di Zolfo SO ₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m ³	-	24
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m ³	-	3
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	500 µg/m ³	-	-
	Livelli critici per la vegetazione	anno civile e inverno	20 µg/m ³	-	-
Biossido di Azoto NO ₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	200 µg/m ³	-	18
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-	-
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	400 µg/m ³	-	-
Ossidi di azoto NOx	Livelli critici per la vegetazione	anno civile	30 µg/m ³	-	-
Particolato PM10	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m ³	-	35
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-	-

Particolato fine PM2.5	Valore limite protezione salute umana	anno civile	25 µg/m ³	-	-
Piombo	Valore limite protezione salute umana	anno civile	0,5 µg/m ³		
Benzene	Valore limite protezione salute umana	anno civile	5 µg/m ³	-	-
Monossido di carbonio	Valore limite protezione salute umana	massima media su 8h consecutive	10 mg/m ³	-	-
Arsenico	Valore obiettivo	anno civile	6 ng/m ³	-	-
Cadmio	Valore obiettivo	anno civile	5 ng/m ³	-	-
Nichel	Valore obiettivo	anno civile	20 ng/m ³	-	-
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	anno civile	1 ng/m ³	-	-

Tab.2. 2 Valori limite, livelli critici, valori obiettivo, soglie di allarme per la protezione della salute umana per inquinanti diversi dall'ozono
(Fonte: Allegati XI e XIII D. Lgs. 155/2010)

Il Decreto attribuisce alle Regioni e alle Province autonome la competenza da adottare, a seguito della valutazione della qualità dell'aria, specifici piani nel caso del superamento dei valori limite con interventi di riduzione delle emissioni inquinanti per il raggiungimento di tali valori entro i termini previsti e misure per il perseguimento dei valori obiettivo e per il mantenimento della qualità dell'aria nonché piani per la riduzione del rischio di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie di allarme.

4.2. ANALISI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

4.2.1. PIANO DI RISANAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E ZONIZZAZIONE

Il quadro normativo regionale in materia di gestione della qualità dell'aria è costituito dalle competenze attribuite dal D.lgs 351/99 che recepisce i disposti della Direttiva europea e che attribuisce alle Regioni una serie di attività tra cui, secondo i criteri e le metodologie disposte dal D.M. 261/02 e sulla base, in prima applicazione, della valutazione preliminare e successivamente della valutazione della qualità dell'aria ambiente, la definizione di una lista di zone e agglomerati nei quali:

- i livelli di uno o più inquinanti eccedono il valore limite aumentato del margine di tolleranza;
- i livelli di uno o più inquinanti sono compresi tra il valore limite ed il valore limite aumentato del margine di tolleranza.

Sulla base di tale zonizzazione/classificazione del proprio territorio, le Regioni adottano un piano o un programma per il raggiungimento dei valori limite entro i termini stabiliti.

In particolare, le norme prevedono che si debba adottare un piano o programma di risanamento per il raggiungimento di tale soglia nelle zone o agglomerati ove uno o più inquinanti eccedono il valore limite di riferimento, oppure, adottare un piano di mantenimento della qualità dell'aria al fine di conservare e migliorare i livelli degli inquinanti laddove essi risultino al di sotto dei valori limite.

L'articolo 1, comma 4, del d.lgs. 155/2010, definisce, infatti, la zonizzazione del territorio "il presupposto su cui si organizza l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente", le cui modalità di svolgimento sono individuate sulla base della classificazione delle zone medesime. La valutazione della qualità dell'aria è, a sua volta, "il presupposto per l'individuazione delle aree di superamento dei valori, dei livelli, delle soglie e degli obiettivi previsti" dal decreto per i vari inquinanti; in caso di superamento devono essere adottati piani che agiscano sull'insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque localizzate, che influenzano tali aree di superamento. Il medesimo articolo 1, comma 4, indica sinteticamente i principi per la delimitazione delle zone e degli agglomerati, meglio specificati nell'Appendice I "Criteri per la zonizzazione del territorio".

In primo luogo, sulla base dell'assetto urbanistico, della popolazione residente e della densità abitativa, si individuano gli agglomerati e successivamente, in considerazione principalmente delle caratteristiche orografiche, di quelle meteorologiche, del carico emissivo e del grado di urbanizzazione del territorio, si prosegue con la delimitazione delle altre zone. Le zone e gli agglomerati individuati sono infine classificati ai fini della tutela della salute umana, secondo quanto specificato dall'articolo 4 del d.lgs. 155/2010, confrontando le concentrazioni nell'aria ambiente degli inquinanti SO₂, NO₂, C₆H₆, CO, Pb, PM₁₀, PM_{2.5}, As, Cd, Ni, B(a)P con le rispettive soglie di valutazione superiori e inferiori riportate nell'Allegato II del citato decreto.

L'attuale zonizzazione della regione Veneto, in vigore dal 1 gennaio 2021, è stata approvata con Delibera di Giunta Regionale 1855/2020 e aggiorna l'assetto zonale previgente, che era stato ratificato con DGRV 2130/2012.

La metodologia utilizzata per la zonizzazione del territorio ha previsto la definizione degli agglomerati e la successiva individuazione delle altre zone. Come indicato dal Decreto Legislativo n.155/2010 ciascun agglomerato corrisponde ad una zona con popolazione residente superiore a 250.000 abitanti, ed è costituito da un'area urbana principale e dall'insieme delle aree urbane minori che dipendono da quella principale sul piano demografico, dei servizi dei flussi di persone e merci. Sono stati individuati i seguenti 5 agglomerati:

- Agglomerato Venezia: oltre al Comune Capoluogo di provincia, include i Comuni contermini;
- Agglomerato Treviso: oltre al Comune Capoluogo di provincia, include i Comuni contermini;
- Agglomerato Padova: oltre al Comune Capoluogo di provincia, comprende i Comuni dell'area metropolitana;
- Agglomerato Vicenza: oltre al Comune Capoluogo di provincia, include i Comuni della Valle del Chiampo, caratterizzati dall'omonimo distretto della concia delle pelli;
- Agglomerato Verona: oltre al Comune Capoluogo di provincia, comprende i Comuni inclusi nell'area metropolitana.

L'analisi della meteorologia e della climatologia tipiche della regione e della base dati costituita dalle emissioni comunali dei principali inquinanti atmosferici, sono state alla base della definizione delle zone al di fuori degli agglomerati.

Le informazioni meteorologiche ed emissive sono state incrociate con i dati di qualità dell'aria del quinquennio 2015-2019, per ottenere una fotografia completa dello stato di qualità dell'aria della Regione. Sulla base di questo strutturato insieme di informazioni sono state individuate le zone denominate:

- Prealpi e Alpi;
- Fondovalle;
- Pianura;
- Zona Costiera e Colli.

Nella figura sottostante si riporta la suddivisione del territorio regionale nelle diverse zone individuate dal provvedimento regionale.

Ad ogni zona è associato uno specifico colore per agevolare la lettura della cartina.

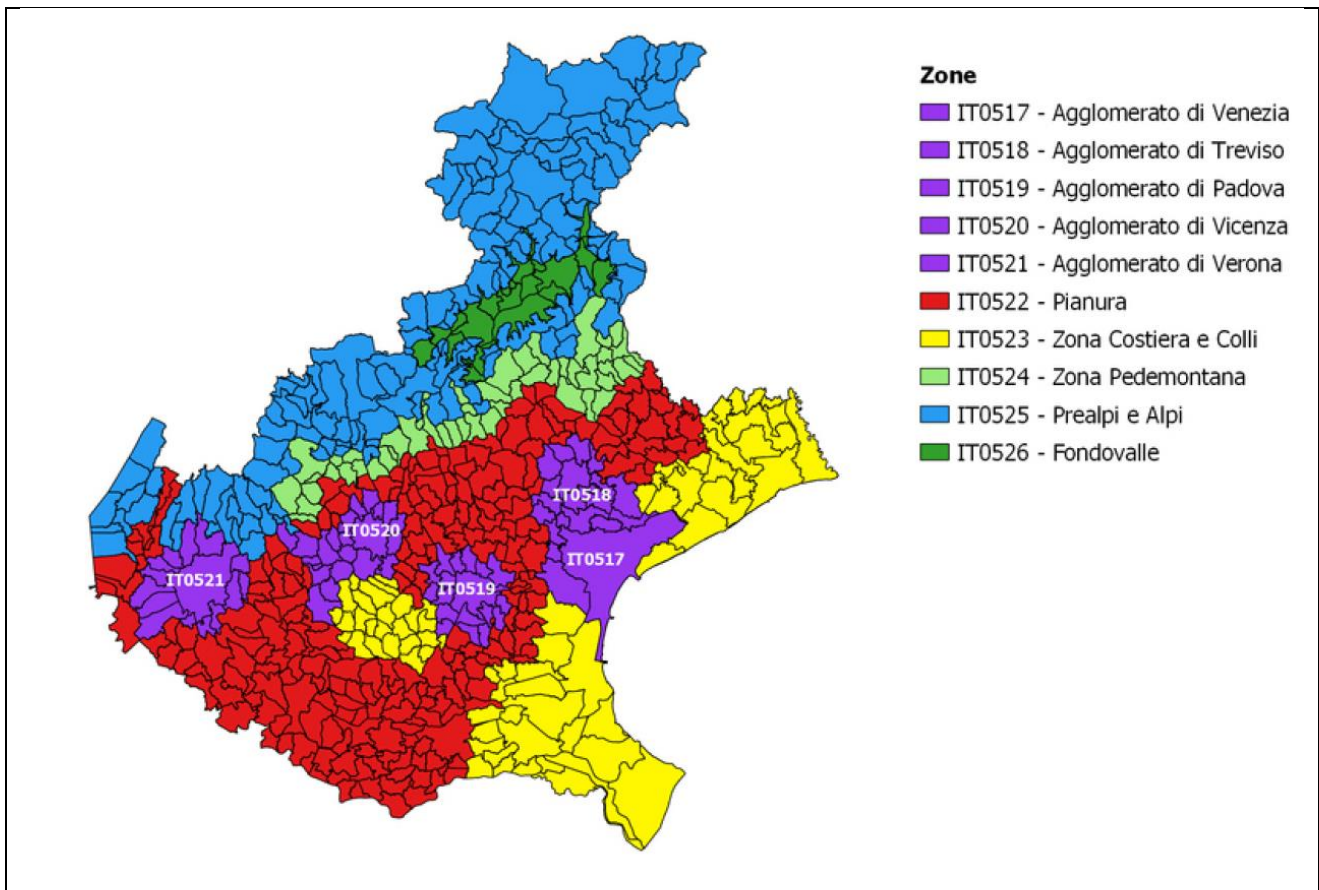


Fig. 2.15 - Zonizzazione del Veneto

Il tratto di strada da noi preso in esame nel seguente studio ricade all'interno dell'Agglomerato di Verona IT0521.

4.2.2. MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

La rete di monitoraggio regionale della qualità dell'aria è stata sottoposta ad un processo di revisione per renderla conforme alle disposizioni del Decreto Legislativo n.155/2010. Il Progetto di adeguamento, elaborato sulla base delle indicazioni del Tavolo di Coordinamento nazionale, ha portato alla definizione della rete regionale di monitoraggio e del relativo programma di valutazione della qualità dell'aria. Le elaborazioni grafiche contenute nella presente relazione si riferiscono esclusivamente al set di stazioni riportate in Tabella sottostante. Trattasi delle stazioni appartenenti al programma di valutazione di cui sopra.

Si precisa che ARPAV gestisce anche altre stazioni, non facenti parte del programma di valutazione, sulla base di convenzioni con Enti Locali o con aziende private, finalizzate principalmente alla valutazione dell'impatto di attività industriali specifiche. Per tutte queste stazioni si è verificato, al capitolo 8, il rispetto degli indicatori di legge di cui al Decreto Legislativo n.155/2010.

In Figura 2.16 si illustra l'ubicazione delle 35 centraline (indicate in blu) facente parte della rete di monitoraggio regionale e le 8 centraline in convenzione (con gli Enti Locali, indicate in azzurro, o con aziende private, indicate in rosso).

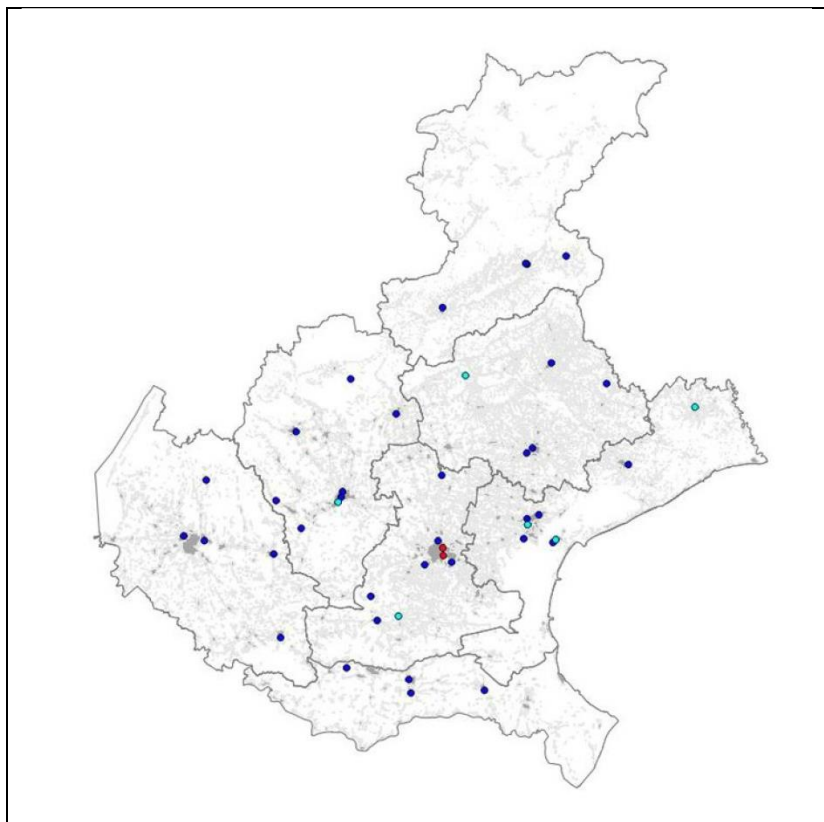


Fig. 2.16 – Rete di monitoraggio dell'aria

In generale, le stazioni si distinguono in:

- stazioni di misurazione di TRAFFICO: stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico medio alta
- stazioni di misurazione di FONDO: stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito
- stazioni di misurazione INDUSTRIALE: stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe.

Di seguito si riporta l'elenco delle stazioni appartenenti alla rete di monitoraggio regionale specificandone la tipologia e gli inquinanti monitorati.

Provincia	Stazione	Tipologia	SO ₂	NO ₂ /NO _x	CO	O ₃	PM10	PM2.5	Benzene	B(a)P	Metalli
PD	PD_Arcella	TU	√	√	√	√	√			√	√
PD	PD_Mandria	FU		√		√	√	√	√		
PD	PD_Granze	IU				√	√			√	√
PD	Parco Colli Euganei	FR		√		√	√				
PD	Este	IS	√			√	√	√		√	√
PD	Alta Badovana	FR		√		√	√			√	√
VR	VR_Borgo Milano	TU	√	√	√	√	√		√	√	√
VR	VR_Giarol	FU		√		√	√	√		√	√
VR	Legnago	FU		√		√	√				
VR	San Bonifacio	TU		√		√	√				
VR	Bosochiesanuova	FR	√	√	√	√	√			√	√
RO	RO_Largo Martin	TU	√	√	√	√	√	√	√	√	√
RO	RO_Borsea	FU		√		√	√			√	√
RO	Badia Polesine - Villafora	FR	√	√	√	√	√			√	
RO	Adria	FU	√						√		
BL	BL-Parco città Bologna	FU		√		√	√	√			
BL	BL_La Cerva	TU	√	√	√	√	√				
BL	Area Feltrina	FS		√		√	√	√	√	√	√
BL	Pieve d'Alpago	FR		√		√	√		√	√	√
TV	TV_Via Lancieri	FU		√		√	√	√	√	√	√
TV	TV-S.Agnese	TU	√	√	√	√	√				
TV	Conegliano	FU		√		√	√				
TV	Mansuè	FR		√		√	√				
VI	VI_San Felice	TU	√	√	√	√	√		√		
VI	VI_Quartiere Italia	FU		√		√	√	√			√
VI	Asiago_Cima Ekar	FR		√		√					
VI	Chiampo	IU		√					√		
VI	Bassano	FU		√		√	√				
VI	Montebello Vicentino	IS		√							
VI	Schio	FU		√		√	√	√	√	√	√
VE	VE_Parco Bissuola	FU	√	√		√	√	√	√	√	√
VE	VE_Sacca Fisola	FU	√	√		√	√				√
VE	VE_Via Tagliamento	TU		√	√	√	√				
VE	VE_Via Malcontenta	IS	√	√		√	√			√	√
VE	San Donà di Piave	FU		√		√	√	√		√	√

Legenda Tipologia
T: Traffico
F: Fondo
I: Industriale
U: Urbano
S: Suburbano
R: Rurale

Tab.2.3 – Elenco delle stazioni e dei relativi monitor

Per l'area oggetto di studio, possiamo prendere come riferimento le centraline presenti nella provincia di Verona, come evidenziato in Tabella 2.3.

Di seguito, invece, si riporta l'ubicazione delle centraline della provincia di Verona rispetto all'area oggetto di studio, cerchiata in azzurro.

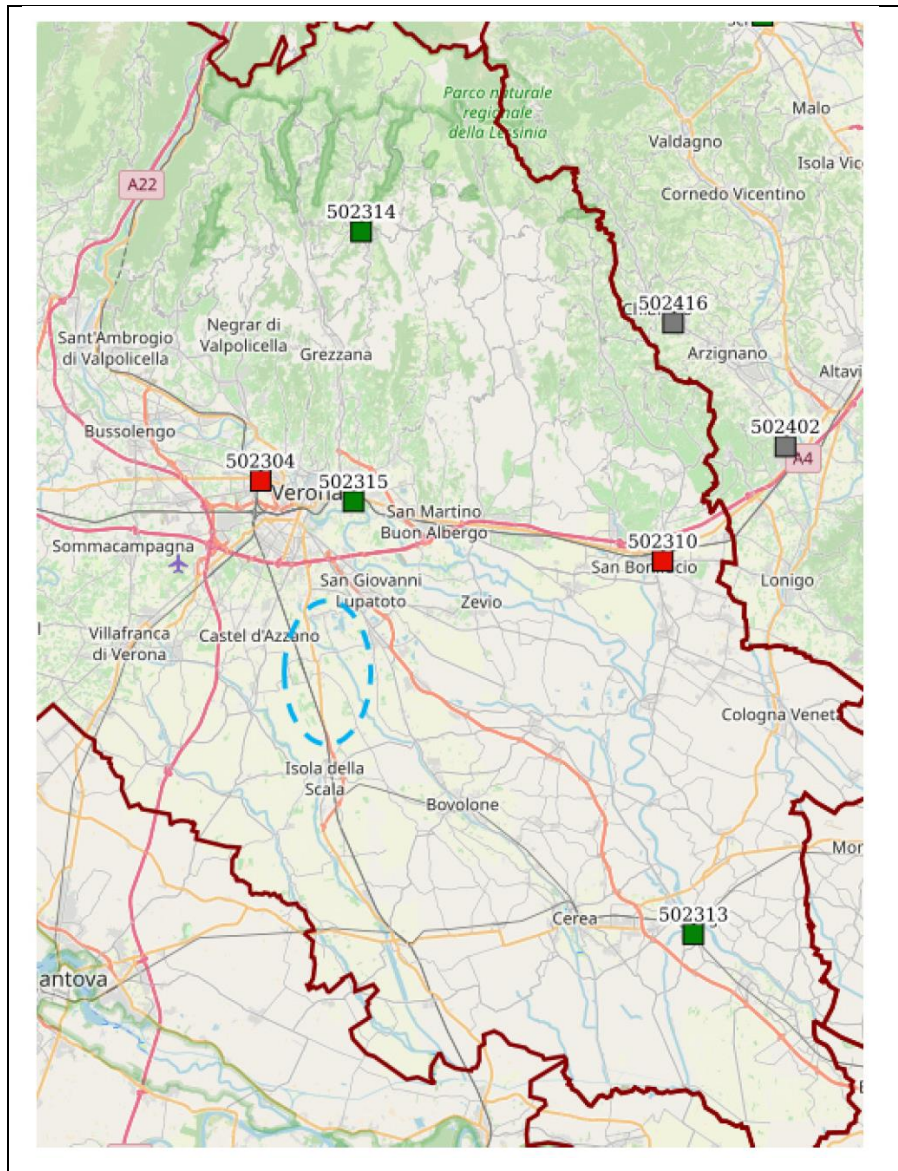


Figura 2.17- Posizione delle stazioni di misura della provincia di Verona rispetto all'area di studio

Nei successivi paragrafi si riportano le analisi dei dati per i vari inquinanti e le risultanze acquisite nell'ultimo anno vengono confrontate con quelle degli anni precedenti.

In particolare il documento preso in considerazione è "La qualità dell'aria in breve-2021" redatto da ARPA Veneto

che ha come finalità quella di fornire una prima serie di informazioni rilevanti sull'inquinamento atmosferico registrato in Veneto nel 2021, grazie ai dati misurati dalla strumentazione automatica presente nelle centraline fisse della rete di monitoraggio della qualità dell'aria. Il documento, in particolare, intende focalizzare l'attenzione su inquinanti atmosferici chiave, quali il biossido di azoto, il particolato atmosferico PM10 e PM2.5 e l'ozono, che vengono determinati in tempo reale dalle centraline fisse e i cui indicatori sono già calcolabili a pochi giorni dal termine dell'anno.

Tali informazioni consentono di dare una prima valutazione della qualità dell'aria basandosi su considerazioni fatte essenzialmente a scala regionale e confrontando i livelli degli inquinanti citati con i limiti imposti dal D.Lgs. 155/2010. Il panorama dello stato della qualità dell'aria nella provincia di Verona emerso dall'analisi dei dati del monitoraggio effettuato sul territorio nel 2021 e delle serie storiche indica una situazione positiva.

4.2.3. PARTICOLATO

Spesso il particolato rappresenta l'inquinante a maggiore impatto ambientale nelle aree urbane, tanto da indurre le autorità competenti a disporre dei blocchi del traffico nel tentativo di ridurre il fenomeno.

Le particelle sospese sono sostanze allo stato solido o liquido, che a causa delle loro piccole dimensioni, restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi.

Le polveri totali sospese o PTS vengono anche indicate come PM (particulate matter).

Le polveri PM10 rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 10 micron, mentre le PM2,5, che costituiscono all'incirca il 60% delle PM10, rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 2,5 micron.

Il particolato si origina sia da fonti naturali che antropogeniche. Tra le cause antropiche: l'utilizzo dei combustibili fossili, le emissioni degli autoveicoli, l'usura degli pneumatici, dei freni e del manto stradale.

4.2.3.1. PM 10

Per il particolato atmosferico PM10 il D.Lgs. 155/2010 fissa un limite annuale a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nel 2021 tale limite è stato ampiamente rispettato in tutte le 37 centraline fisse che monitorano in automatico questo inquinante. Per quanto riguarda il trend dei livelli medi di questo inquinante, nel 2021 le concentrazioni sono state significativamente più basse rispetto ai quattro anni precedenti (Figura 2.18).

Come si può notare il grafico riporta la distribuzione dei 37 valori di concentrazione media annua misurati dalle centraline della rete nel quinquennio 2017-2021. Il box arancione rappresenta l'intervallo in cui cadono la metà delle concentrazioni rilevate, mentre la linea orizzontale nel box rappresenta il valore mediano calcolato e consente un primo confronto tra gli anni. In rosso è inoltre evidenziato il valore limite.

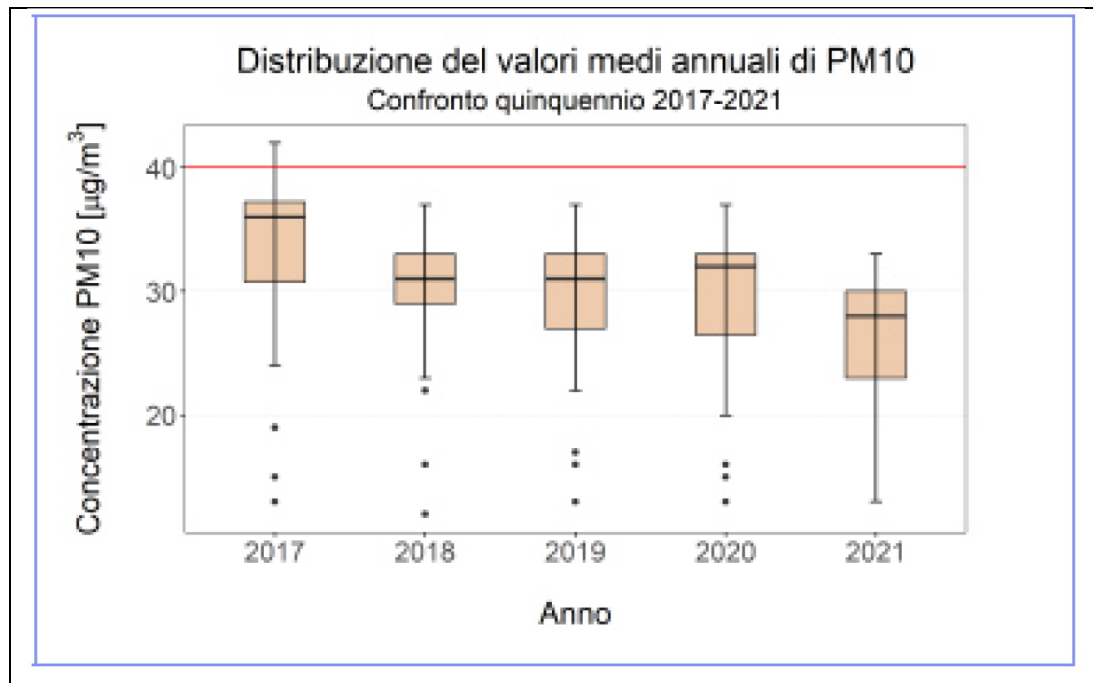


Fig. 2.18- Distribuzione delle concentrazioni medie annue di PM10. Confronto quinquennio 2017-2021

Oltre al valore limite annuale la norma fissa per il PM10 un valore limite giornaliero di 50 µg/m³, da non superare per più di 35 giorni all'anno. Tale valore limite nel 2021 risulta rispettato in 10 centraline delle 37 che monitorano in automatico il PM10, pari al 27% del totale. Il numero di superamenti mediamente registrati è inferiore al biennio precedente. In particolare, nella provincia di Verona, 4 centraline su 5 hanno superato il limite giornaliero, come riportato in Tabella 2.4.

Provincia	Tipo di stazione	Nome stazione	Num sup. valore limite giornaliero PM10 Anno 2021
Verona	TRAFFICO URBANA	Verona Borgo Milano	51
	FONDO URBANA	Verona Giarol Grande	47
	FONDO URBANA	Legnago	44
	TRAFFICO URBANA	San Bonifacio	47
	FONDO RURALE	Boscochiesanuova	9

Tab. 2.4 - Numero superamenti valore limite giornaliero del PM10 durante il 2021

In Figura 2.19 è riportato il grafico con la distribuzione dei superamenti del valore limite giornaliero misurati per anno dalle centraline della rete nel quinquennio 2017-2021. Il box lilla rappresenta l'intervallo in cui cadono la metà dei superamenti registrati, mentre la linea orizzontale nel box rappresenta il valore mediano calcolato e consente un primo confronto tra gli anni. In rosso è inoltre evidenziato il valore limite.

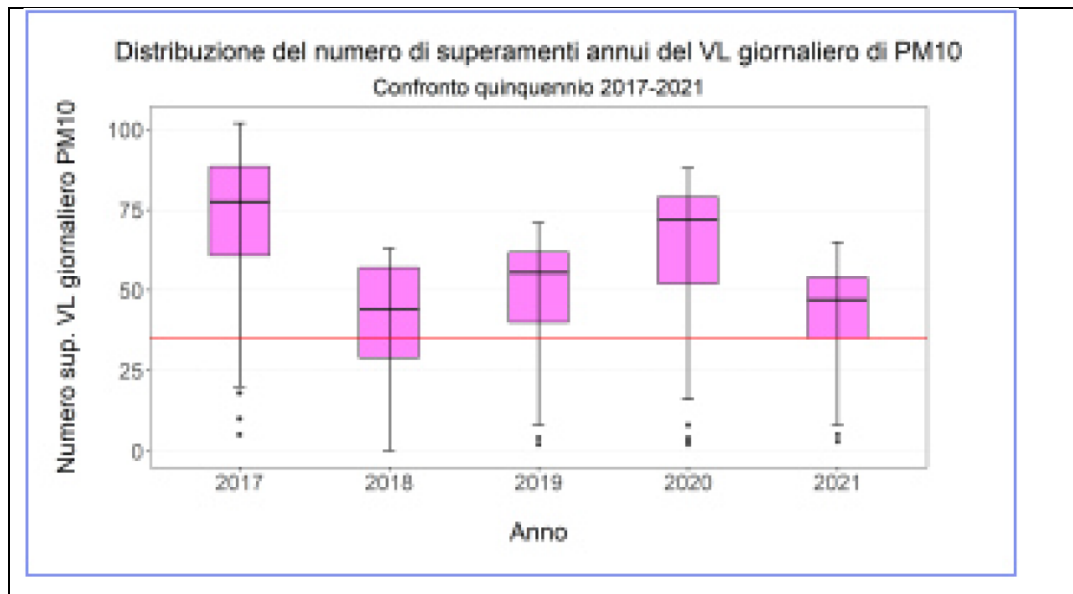


Fig. 2.19- Distribuzione del numero di superamenti del valore limite (VL) giornaliero di particolato PM10. Confronto quinquennio 2017-2021

4.2.3.2. PM 2.5

Per il particolato atmosferico PM2.5 il D.Lgs.155/2010 fissa, dal 2015, un limite annuale a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nel 2021 tale limite è stato rispettato in tutte le 17 centraline fisse che monitorano in automatico questo inquinante.

Per quanto riguarda il trend dei livelli medi di PM2.5, nel 2021, in analogia con il PM10, le concentrazioni sono state inferiori ai quattro anni precedenti (Figura 2.20).

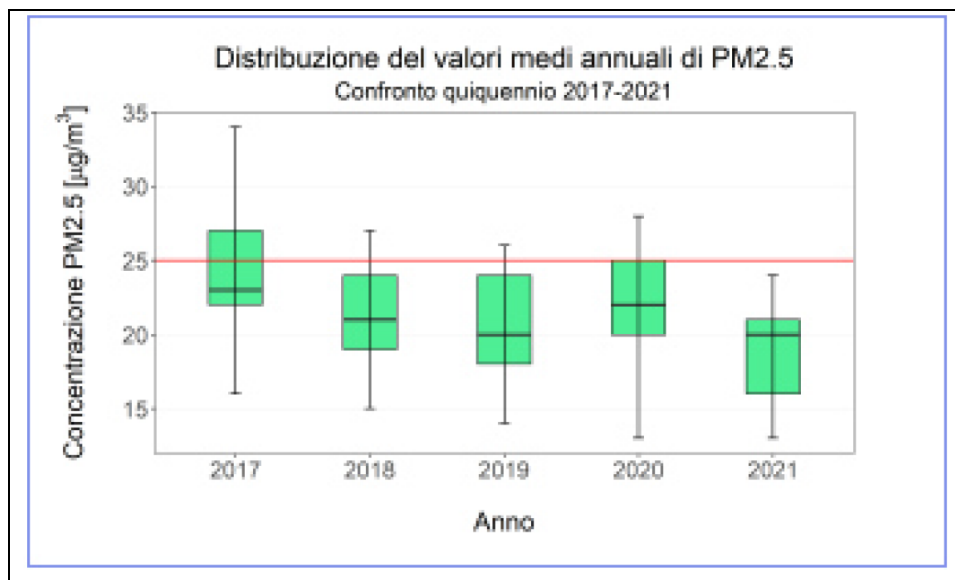


Fig.2.20- Distribuzione delle concentrazioni medie annue di particolato PM2.5. Confronto quinquennio 2017-2021

Il box verde rappresenta l'intervallo in cui cadono la metà delle concentrazioni rilevate, mentre la linea orizzontale nel box rappresenta il valore mediano calcolato e consente un primo confronto tra gli anni. In rosso è inoltre evidenziato il valore limite.

4.2.4. OSSIDI DI AZOTO: NO_x

Con il termine NO_x vengono indicati genericamente l'insieme dei due più importanti ossidi di azoto a livelli di inquinamento atmosferico ossia l'ossido di azoto, NO, e il biossido di azoto, NO₂.

Gli ossidi di azoto (NO_x) vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti i processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati.

Nel caso del traffico autoveicolare, le quantità più elevate di questi inquinanti si rilevano quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta e in fase di accelerazione, poiché la produzione di NO_x aumenta all'aumentare del rapporto aria/combustibile, cioè quando è maggiore la disponibilità di ossigeno per la combustione. A differenza delle polveri sottili, gli ossidi di azoto sono inquinanti più locali, in quanto a causa della loro brevità media subiscono processi di trasporto a scala spaziale limitata. Le concentrazioni registrate nelle singole stazioni sono pertanto fortemente condizionate dalle eventuali sorgenti presenti in prossimità.

4.2.4.1. BIOSSIDI DI AZOTO: NO₂

Per il biossido di azoto (NO₂) il D.Lgs. 155/2010 fissa un limite annuale a 40 µg/m³. Nel 2021 tale limite è stato rispettato in tutte le 41 centraline fisse che monitorano questo inquinante.

Per quanto riguarda il trend dei livelli medi di questo inquinante, nel 2021 le concentrazioni sono state generalmente confrontabili con il 2020 e tendenzialmente più basse rispetto al triennio 2017-2019.

In Figura 2.21 si riporta un grafico con la distribuzione dei 41 valori di concentrazione media annua misurati dalle centraline della rete nel quinquennio 2017-2021. Il box celeste rappresenta l'intervallo in cui cadono la metà delle concentrazioni rilevate, mentre la linea orizzontale nel box rappresenta il valore mediano calcolato e consente un primo confronto tra gli anni. In rosso è inoltre evidenziato il valore limite.

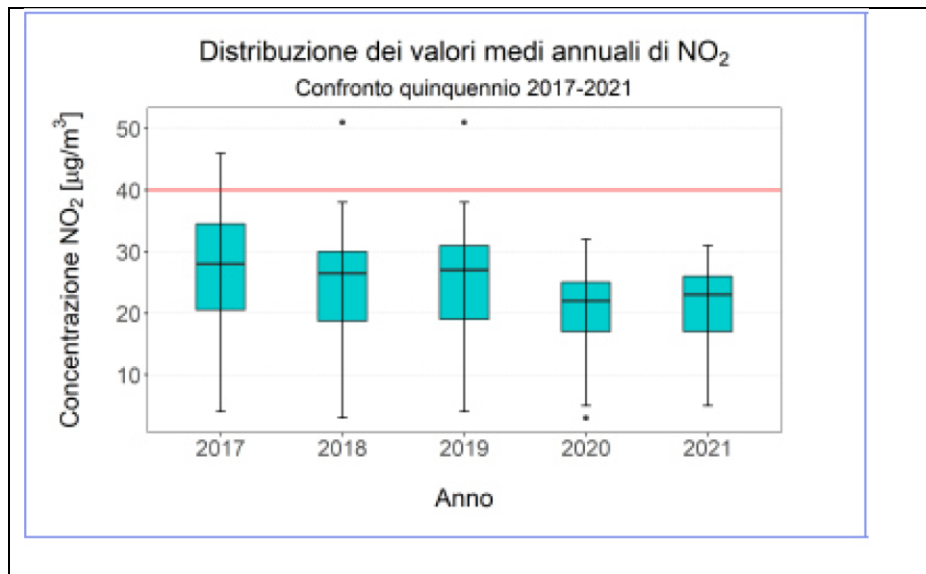


Fig.2.21- Distribuzione delle concentrazioni medie annue di biossido di azoto. Confronto quinquennio 2017-2021

Oltre al valore limite annuale, la norma fissa per il biossido di azoto un valore limite orario di 200 µg/m³, da non superare per più di 18 ore all'anno. Tale valore limite nel 2021 risulta rispettato in tutte le centraline della rete.

4.2.5. MONOSSIDO DI CARBONIO E BENZENE

Il monossido di carbonio (CO) ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. È un gas la cui origine è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, soprattutto ai veicoli a benzina. Le emissioni di CO dai veicoli sono maggiori in fase di decelerazione e di traffico congestionato. Le sue concentrazioni sono strettamente legate ai flussi di traffico locali e gli andamenti giornalieri rispecchiano quelli del traffico, come si nota dalla Figura 2.22.

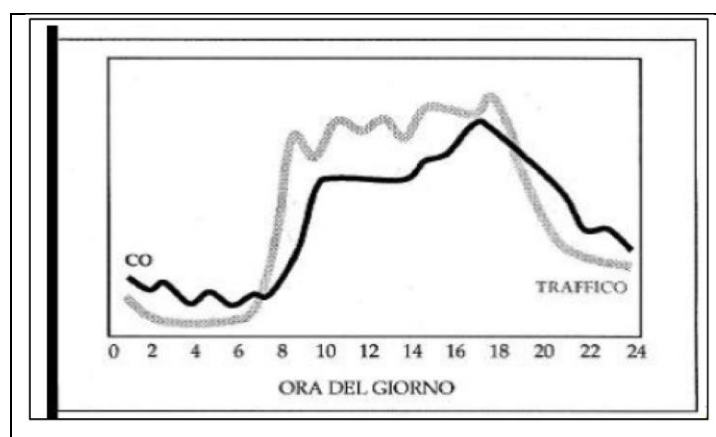


Fig. 2.22 - Andamento giornaliero del traffico vs CO

Il monossido di carbonio presenta anche una forte variabilità spaziale: la sua concentrazione mostra di solito valori massimi nell'intorno dell'asse stradale e decresce molto rapidamente allontanandosi da esso, fino a diventare trascurabile a una distanza di alcune decine di metri.

Anche per il benzene, la sorgente più rilevante nell'atmosfera è rappresentata dal traffico veicolare, principalmente dai gas di scarico dei veicoli alimentati a benzina, nei quali viene aggiunto al carburante (la cosiddetta benzina verde) come antidetonante, miscelato con altri idrocarburi (toluene, xilene, ecc.) in sostituzione del piombo tetraetile impiegato fino a qualche anno fa. In piccola parte il benzene proviene dalle emissioni che si verificano nei cicli di raffinazione, stoccaggio e distribuzione della benzina.

Le concentrazioni di questi due inquinanti, si sono significativamente ridotte negli anni, grazie alle modifiche introdotte sui combustibili ed allo sviluppo tecnologico nel settore automobilistico e si sono assestate su valori ampiamente inferiori ai limiti normativi.

4.3. L'ANALISI METEO CLIMATICA

4.6.1 ASPETTI GENERALI

Uno degli aspetti fondamentali per l'analisi della componente in esame, riguarda l'aspetto meteorologico dell'area di studio. Tale analisi è strutturata in due fasi consequenziali: in primis occorre analizzare dal punto di vista "storico" il contesto di intervento, definendo in un arco temporale ampio le condizioni climatiche che hanno caratterizzato l'area interessata dall'iniziativa progettuale in esame, secondariamente occorre analizzare il dato meteorologico di riferimento per le simulazioni modellistiche dell'area di intervento al fine di verificarne la coerenza con il dato storico.

In questo modo sarà possibile validare il dato utilizzato e verificare che le simulazioni effettuate non facciano riferimento ad outliers meteorologici che potrebbero inficiare l'intero processo di analisi.

La presente trattazione pertanto sarà divisa in due paragrafi principali: "il dato storico" che descrive l'analisi nell'arco temporale di riferimento 2010-2021 e l'analisi dei "dati di simulazione" corrispondenti allo stato attuale per il quale è stato preso a riferimento l'anno 2021.

4.6.2 IL DATO STORICO: ANDAMENTO 2010/2021

4.6.2.1 FONTE E STAZIONE METEOROLOGICA DI RIFERIMENTO

Per la caratterizzazione meteorologica dell'area in esame sono stati acquisiti i dati meteorologici disponibili per gli anni 2010-2021. Nei paragrafi successivi verranno analizzati separatamente diversi indicatori climatici appartenenti a tre categorie:

Temperature, Precipitazioni e Venti.

Per il rilevamento dei dati meteorologici, necessari per condurre le simulazioni modellistiche, è stata scelta la stazione meteo più vicina all'area oggetto di studio e per la quale erano disponibili i dati necessari alle analisi. Si tratta, pertanto, della stazione meteorologica di Buttapietra (X=1657525; Y=5023913 - Fuso Ovest Gauss-Boaga).

4.6.2.2 REGIME TERMICO

Il primo aspetto analizzato nella trattazione del dato storico riguarda il regime termico che riporta i dati circa le temperature medie dal 2010 al 2021.

Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
2.9	5.4	9.4	14.1	17.8	23.1	25.0	24.4	19.7	14.0	9.0	3.5

Tab. 2.5 - Temperatura media mensile

Con riferimento alla Temperatura Media registrata è possibile notare come le temperature siano comprese tra 2.9 °C e 25.0 °C, rispettivamente registrate nei mesi di gennaio e luglio.

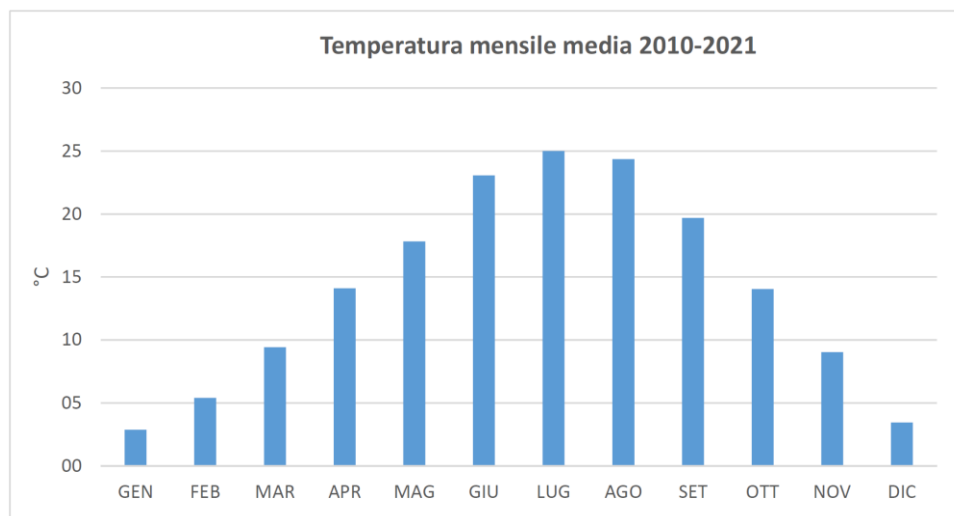


Fig. 2.23 – Temperatura media mensile

4.6.2.3 REGIME PLUVIOMETRICO

Il regime pluviometrico è definito attraverso i dati registrati e riportati nella Tabella 2.6 e nella Figura 2.24

Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
49.5	65.2	47.7	60.6	112.0	60.2	48.5	65.5	74.1	81.2	100.1	55.6

Tab. 2.6 - Precipitazione cumulativa media mensile in mm

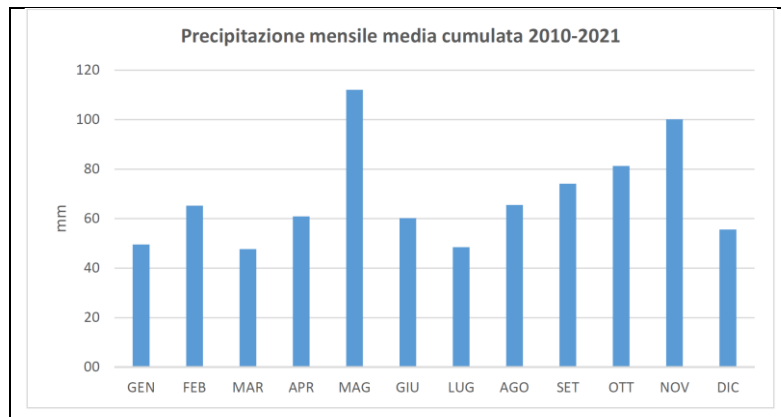


Fig. 2.24 - Precipitazione cumulativa media mensile

È possibile notare come il mese con la media mensile più elevata sia maggio con circa 112 mm di precipitazione, mentre il mese maggiormente asciutto è marzo con un valore di circa 47.7 mm.

Lo studio è stato condotto anche per quanto riguarda l'umidità percentuale media mensile per il periodo 2010-2021, come mostrato in Figura 2.25.

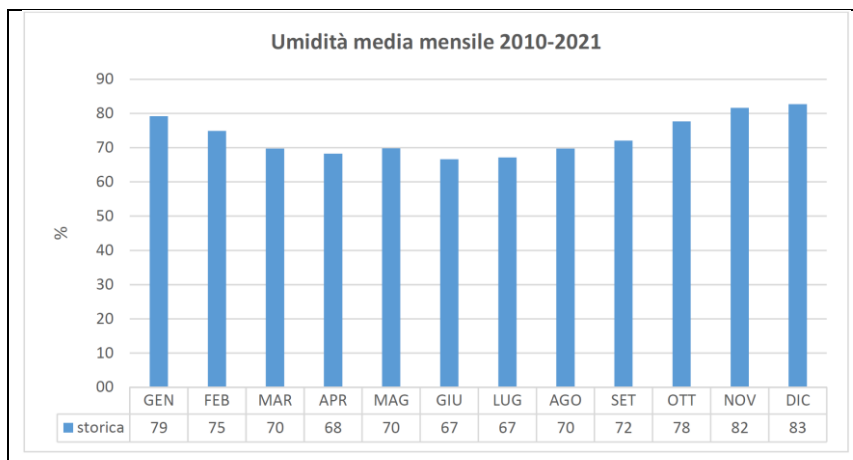


Fig. 2.25 - Umidità percentuale media mensile

4.6.2.4 REGIME ANEMOMETRICO

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne l'intensità espressa in m/s. I valori registrati sono sinteticamente riportati nella seguente tabella 2.7 e graficizzati nella Figura 2.26

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giù	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
intensità (m/s)	0.8	1.1	1.2	1.2	1.0	0.9	0.9	0.7	0.6	0.6	0.8	0.8

Tab. 2.7 - Andamento del regime anemometrico

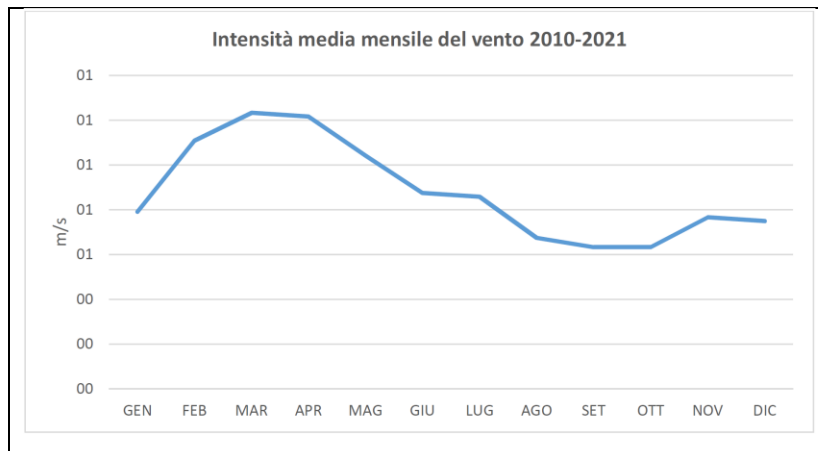


Fig. 2.26 - Andamento del regime anemometrico

È possibile notare come l'intensità media sia intorno a 0.9 m/s.

4.6.3 IL DATO METEOROLOGICO ATTUALE: 2021

Per la caratterizzazione meteorologica dell'area in esame sono stati acquisiti i dati meteorologici disponibili per l'anno 2021.

4.6.3.1 REGIME TERMICO

Per quanto riguarda le temperature nell'anno di riferimento, come visibile dalla Figura 2.27 si registrano temperature maggiori nei mesi estivi di giugno, luglio e agosto, con un massimo assoluto di 28.9 °C nel mese di agosto. I mesi più freddi sono dicembre, gennaio e febbraio, registrando un minimo assoluto pari a -3.1° C nel mese di gennaio. In generale, la media annua è pari a circa 13.7°C.

Di seguito, in Figura 2.28, è mostrato anche l'andamento medio mensile della temperatura.

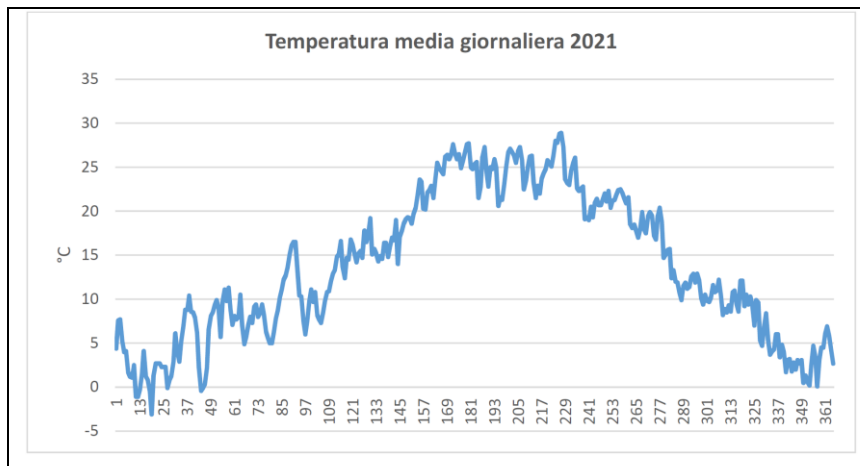


Fig. 2.27- Temperatura media giornaliera

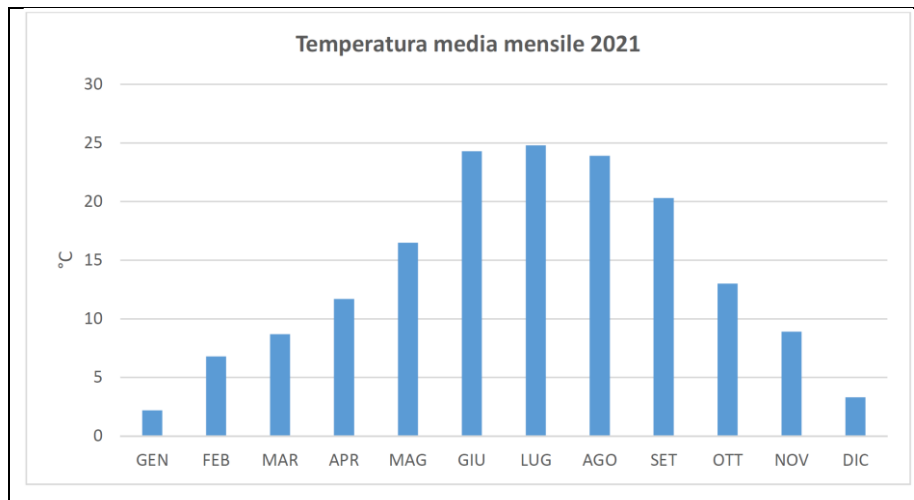


Fig. 2.28 - Temperatura media giornaliera

4.6.3.2 REGIME PLUVIOMETRICO

A partire dai dati giornalieri forniti dalla centralina di Buttapietra, è stato calcolato l'andamento delle precipitazioni cumulate mensili per il 2021 (Figura 2.29).

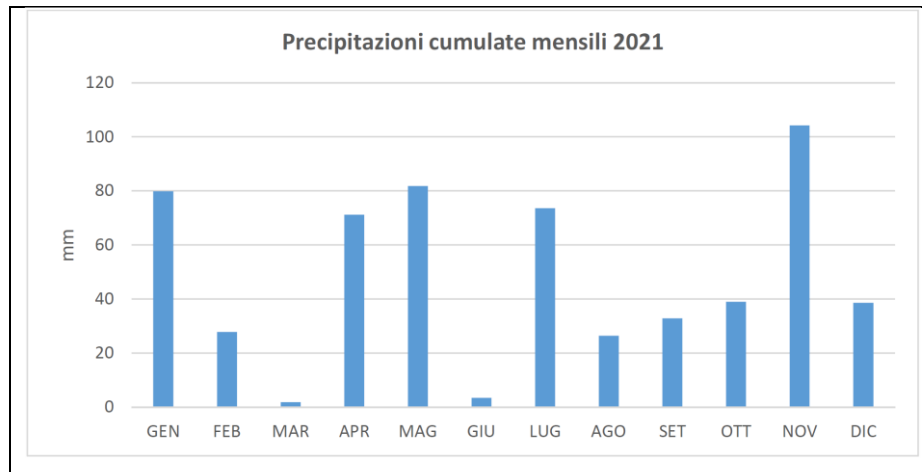


Fig. 2.29- Precipitazioni mensili cumulate

È stata inoltre condotta un'analisi anche sull'andamento dell'umidità percentuale media, i cui dati sono mostrati in Figura 2.30.

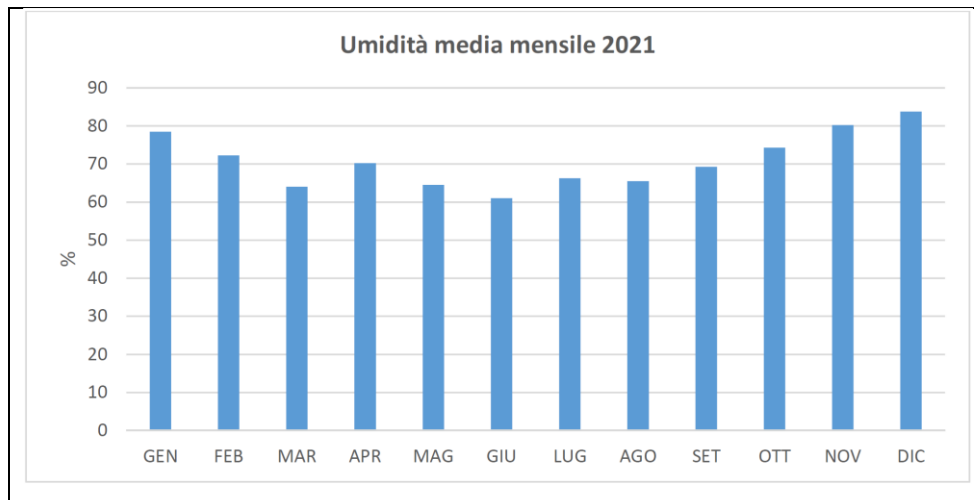


Fig. 2.30- Umidità media mensile

4.6.3.3 REGIME ANEMOMETRICO

Il vento influisce in modo rilevante sulle dinamiche di dispersione in atmosfera: venti intensi causano l'allontanamento delle sostanze emesse dalla sorgente disperdendole rapidamente, mentre venti deboli, spesso associati a perduranti condizioni anticicloniche, favoriscono l'accumulo delle sostanze inquinanti. Inoltre l'interazione del campo di vento con la superficie terrestre genera turbolenza di origine meccanica e le disomogeneità del terreno inducono lo sviluppo di dinamiche locali che si sovrappongono alla struttura generale della circolazione atmosferica influenzando in modo significativo la dispersione.

Per l'anno 2021 sono stati elaborati, con i dati forniti dalla centralina di Buttapietra, i grafici della velocità media e della rosa dei venti, come mostrato di seguito nella Figura 2.31 e nella Figura 2.32.

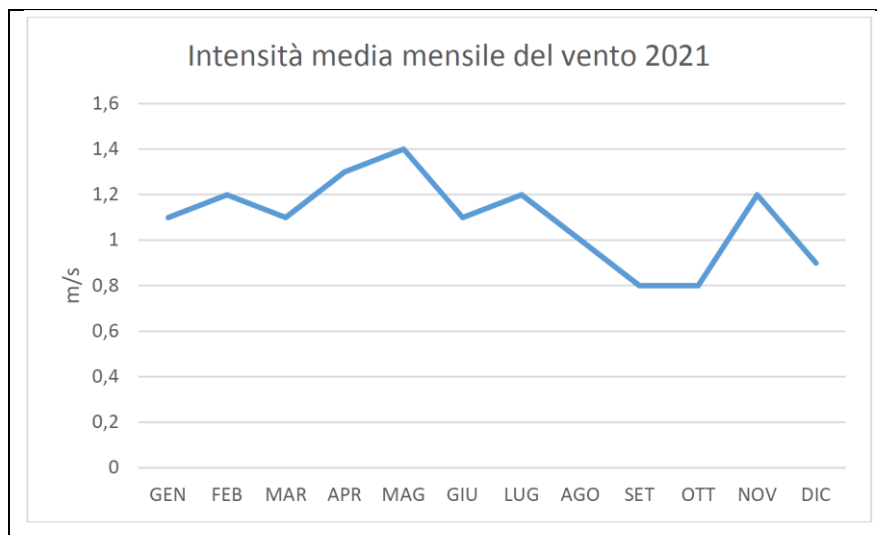


Fig. 2.31 - Velocità media del vento

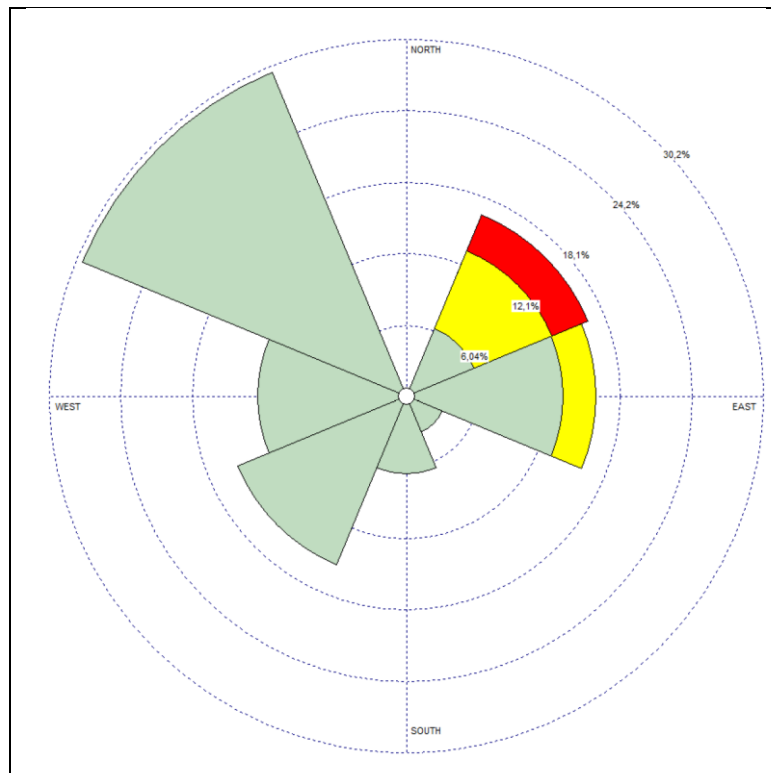


Fig. 2.32- Rosa dei venti

L'intensità del vento registrata, Figura 2.31, ha una media assoluta di 1.1 m/s. e presenta dei picchi distribuiti durante tutto l'anno.

In relazione alla frequenza percentuale per direzione del vento, Figura 2.32, si nota come le direzioni prevalenti siano:

- ENE che si verifica in circa il 18 % dei giorni dell'anno;
- E che si verifica in circa il 16 % dei giorni dell'anno;
- NO che si verifica in circa il 15 % dei giorni dell'anno;
- NE che si verifica in circa il 13 % dei giorni dell'anno;
- SO che si verificano in circa il 12 % dei giorni dell'anno;
- OSO che si verificano in circa l'11 % dei giorni dell'anno;
- O che si verificano in circa il 5 % dei giorni dell'anno.

4.6.3.4 PRESSIONE

La pressione media mensile, registra nell'anno di riferimento, ha un massimo di 1021 hPa nel mese di febbraio e un minimo di 1013 hPa nei mesi di gennaio, luglio e agosto. I valori registrati, quindi, hanno una bassa variabilità all'interno dell'anno.

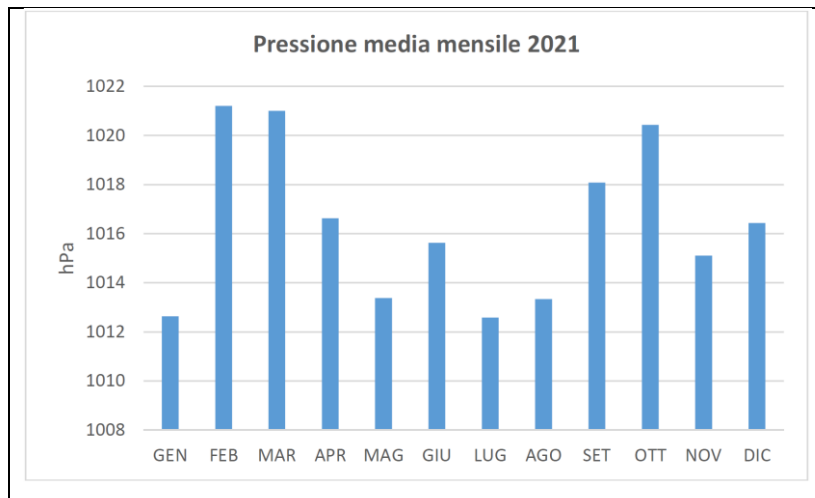


Fig. 2.33 - Pressione media mensile

4.6.4 IL CONFRONTO TRA IL DATO STORICO E L'ANNO DI RIFERIMENTO DELLE SIMULAZIONI

4.6.4.1 PARAMETRI DI CONFRONTO

Al fine di validare la simulazione che si andrà a condurre, in relazione all'aspetto meteorologico, è opportuno verificare la bontà del dato attuale assunto con la serie storica analizzata.

Ciò che si intende valutare, quindi, è la significatività del dato attuale 2021 rispetto alle condizioni meteorologiche che generalmente si verificano nell'area in cui è localizzato l'intervento.

Con tale verifica sarà quindi evidenziato come il dato meteorologico del 2021 sia conforme al dato storico, non rappresentando così un "outliers" rispetto alle condizioni meteo climatiche medie storiche analizzate nella stessa area. Nello specifico verranno, quindi, di seguito, analizzati e confrontati i principali parametri utilizzati nelle simulazioni modellistiche, quali il regime termico ed il regime anemometrico.

4.6.4.2 REGIME TERMICO

Per quanto riguarda il Regime Termico il confronto è stato effettuato tra le temperature medie mensili. Il grafico in Figura 2.34 mostra un andamento pressoché invariato tra i due differenti riferimenti temporali. In particolare, i dati dell'anno di riferimento registrano un decremento medio nell'anno 2021 di 0.3°C per le temperature medie mensili.

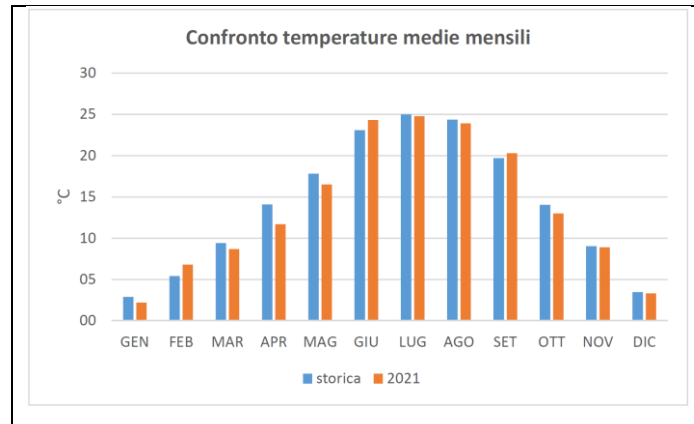


Fig.2.34 Confronto temperatura media

4.6.4.3 REGIME ANEMOMETRICO

Facendo riferimento ai dati relativi del vento è possibile identificarne l'intensità espressa in m/s.

Tale analisi, precedentemente effettuata, è stata ripetuta per l'anno di riferimento in modo tale da poter effettuare un confronto.

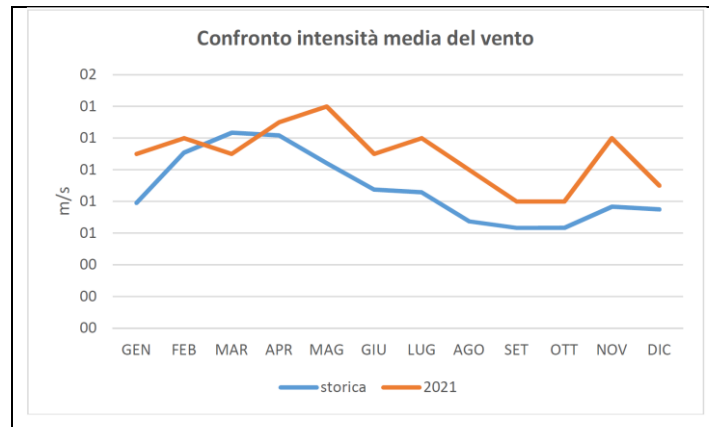


Fig. 2.35- Confronto intensità media del vento

Per l'anno 2021, la centralina di Buttapietra, si allinea all'andamento del dato storico, con un'intensità media intorno a 1.1 m/s, contro l'intensità media del periodo 2010-2021 che si attesta intorno ai 0.9 m/s.

4.6.4.4 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 della centralina di Buttapietra, con i dati provenienti dalle serie storiche per la stessa stazione meteo di riferimento.

Pertanto, può essere considerato attendibile l'intervallo di analisi per l'anno 2021, che verrà nel proseguo della trattazione adottato per le simulazioni modellistiche.

5. ACQUE SUPERFICIALI

5.1. CONTESTO IDROGRAFICO

Da un punto di vista idrografico, il tracciato in progetto ricade interamente all'interno del Bacino Interregionale dei Fiumi Fissero - Tartaro - Canalbianco - Po di Levante che, a partire dall'Alta Pianura Veronese e attraversando la fascia delle risorgive, si estende per gran parte del suo percorso nella Media e Bassa Pianura. Esso interessa il territorio delle Regioni Lombardia e Veneto (province di Mantova, Verona e Rovigo, più un comune della provincia di Venezia), ed è circoscritto dal corso del fiume Adige a nord e dal fiume Po a sud.

Il bacino ha un'estensione complessiva di circa 2.900 km² (di cui approssimativamente il 10% nella Regione Lombardia e il 90% nella Regione del Veneto) ed è interessato da consistenti opere artificiali di canalizzazione.

Lo stesso territorio è stato reso navigabile con importanti opere idrauliche sino ai laghi di Mantova. Il territorio veneto è stato suddiviso in due sottobacini:

- il Canalbianco-Po di Levante che ha un'estensione pari a circa 2.000 km² ed un'altitudine massima di 44 m s.l.m. e media di 9 m s.l.m.;
- il Tartaro-Tione, con una superficie di circa 600 km², una quota massima di 250 m s.l.m., minima di 15 m s.l.m. e media di 55 m s.l.m.

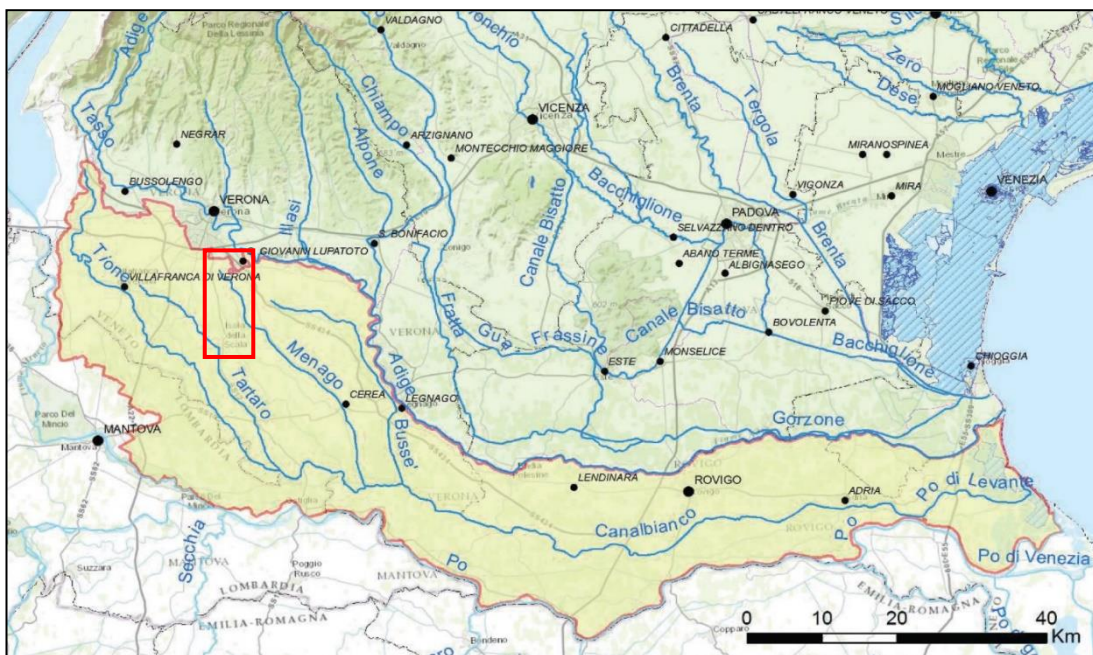


Fig.2.36 Area d'interesse all'interno del bacino idrografico dei Fiumi Fissero - Tartaro - Canalbianco

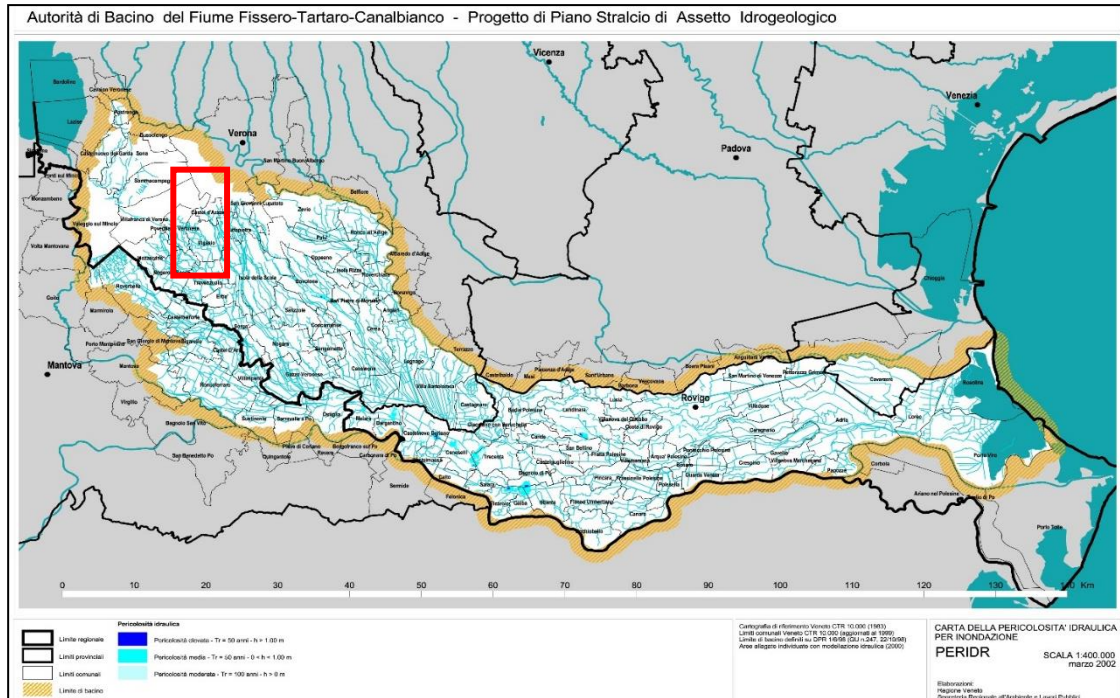


Fig.2.37 - Carta dell'idrografia superficiale PAI Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Nello specifico dell'area d'intervento è possibile notare come, a partire dalla fascia delle risorgive, la rete idrografica si infittisce notevolmente, arricchendosi di corsi d'acqua a carattere perenne che, alimentati direttamente dalle risorgive, scorrono con andamento NO-SE verso le grandi valli veronesi.

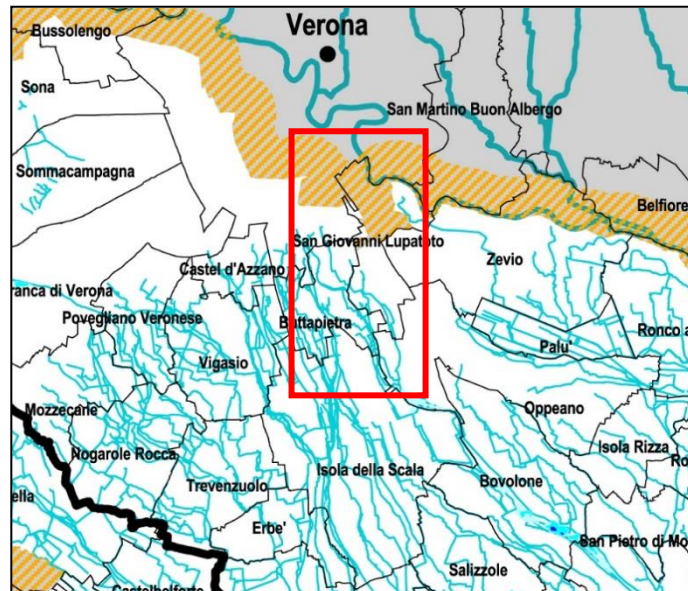


Fig.2.38 Reticolo idrografica dell'area d'intervento

5.2. INQUADRAMENTO DELL'AREA D'INTERVENTO IN RELAZIONE AL PAI (PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO)

Dallo studio della cartografia relativa al PAI (Piano per l'Assetto Idrogeologico) del bacino dei fiumi Fissero - Tartaro - Canalbianco risulta che l'area interessata dal tracciato non ricada in zone soggette a rischio idraulico.

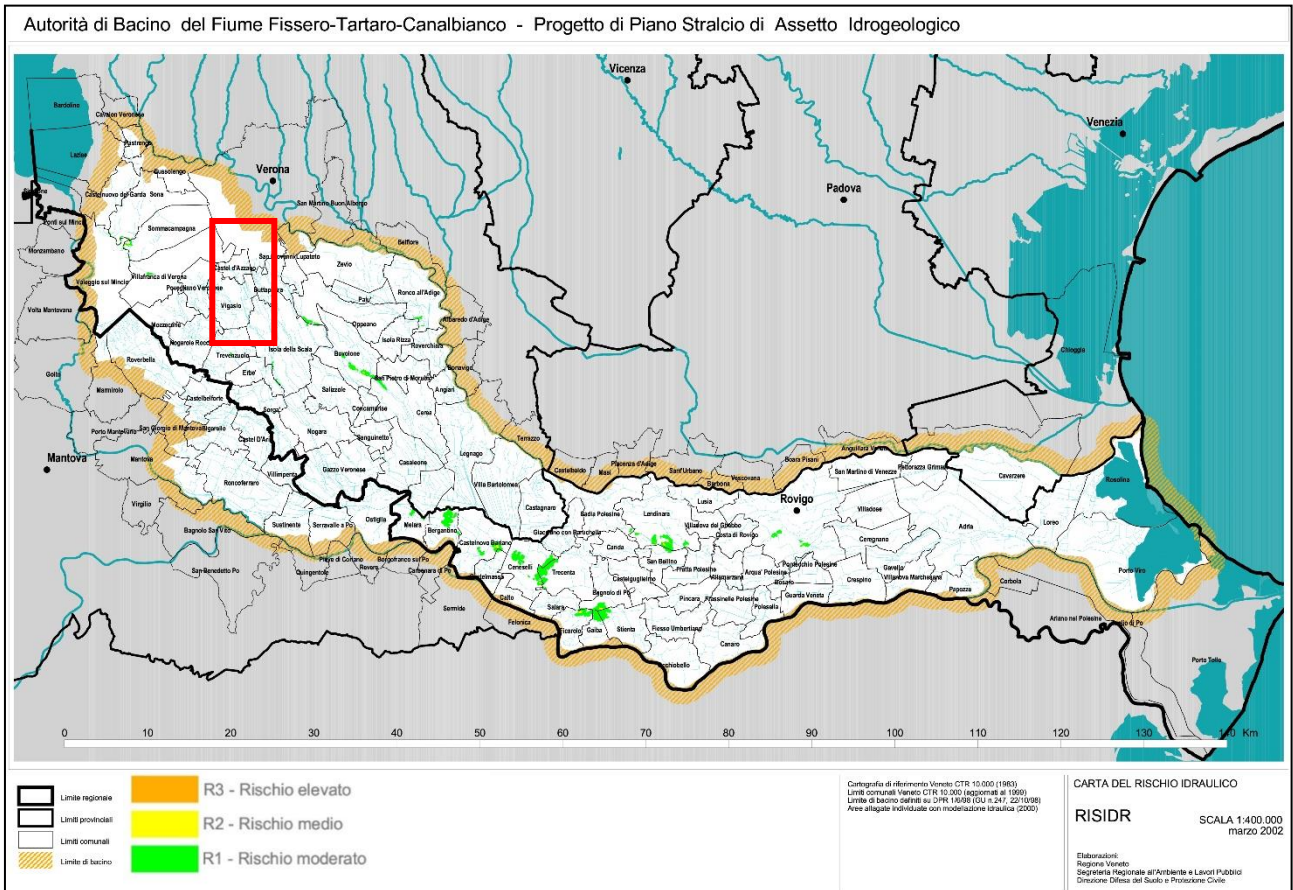


Fig.2.39 – Perimetrazione aree PAI del bacino dei fiumi Fissero - Tartaro – Canalbianco

L'unica zona difatti in cui risultano segnalate delle aree a rischio idraulico, rischio R1, comunque moderato, sono nel territorio di Isola della Scala a sud del tracciato e al difuori dell'area d'intervento.

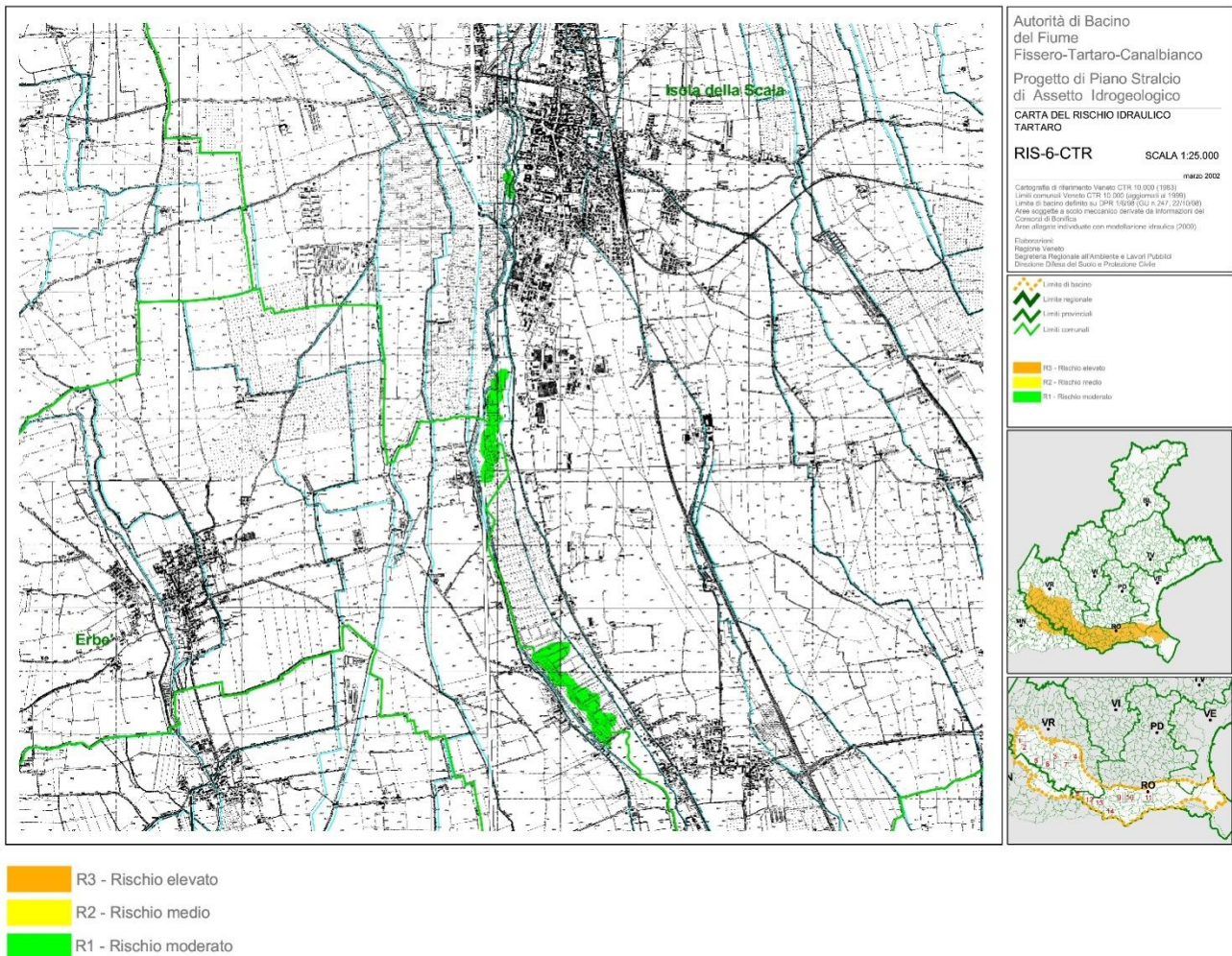
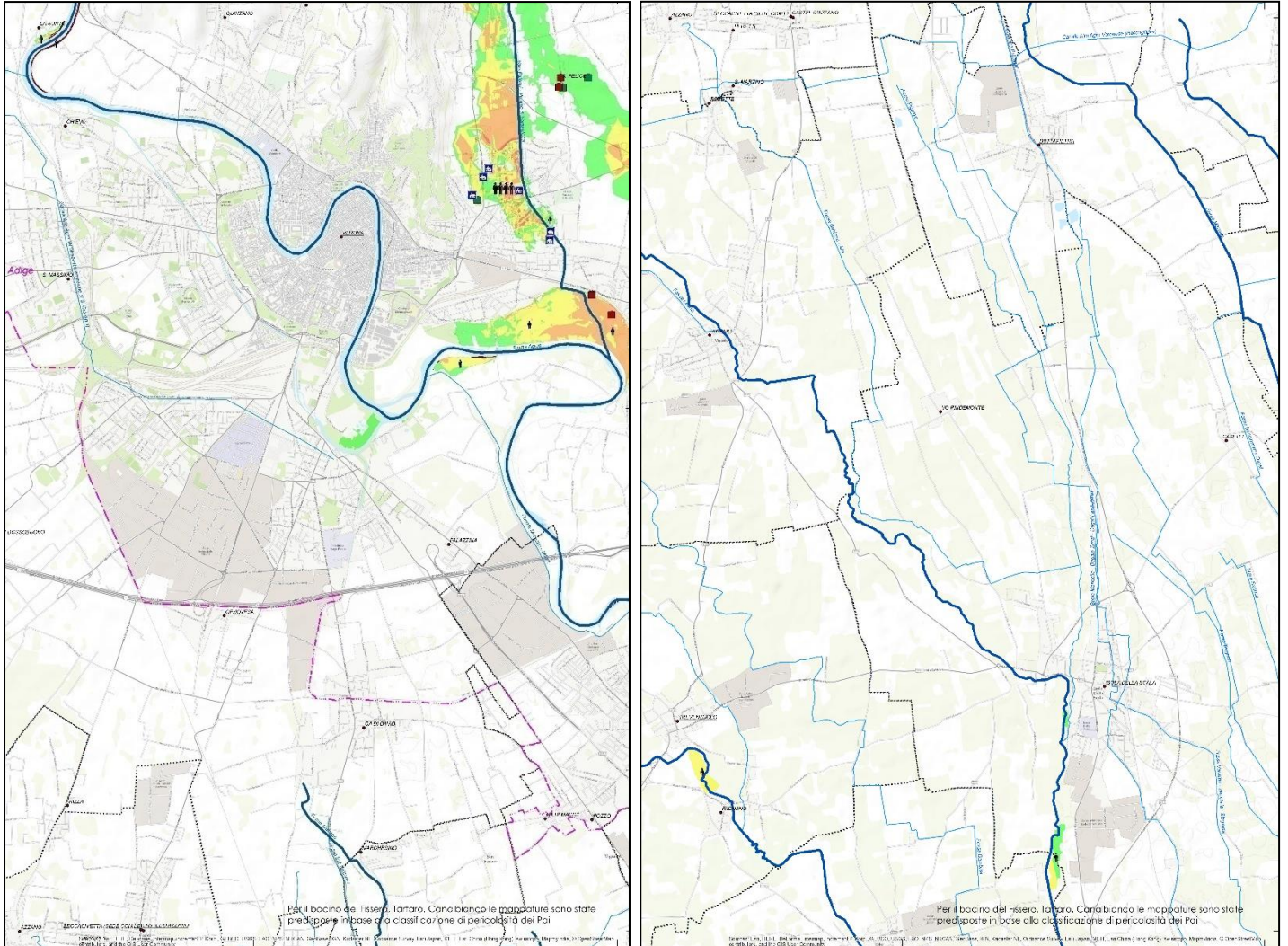


Fig.2.40– Tavola RIS 6 - Perimetrazione aree PAI nel territorio di Isola della Scala

5.3. INQUADRAMENTO DELL'AREA D'INTERVENTO IN RELAZIONE AL PGRA (PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI)

Dallo studio della cartografia relativa al PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni) del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali risulta che l'area interessata dal tracciato non ricada in zone a rischio anche considerando un tempo di ritorno dei fenomeni alluvionali pari a 100 anni.



PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI 2015-2021
DIRETTIVA ALLUVIONI 2007/60/CE

DISTRETTO IDROGRAFICO
DELLE ALPI ORIENTALI

AREE ALLAGABILI - CLASSI DI RISCHIO

SCENARIO DI MEDIA PROBABILITÀ - HMP (TR = 100 ANNI)

Q03-HMP-R

- CLASSI DI RISCHIO
- Moderato (R1): i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono trascurabili o nulli
 - Medio (R2): sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
 - Elevato (R3): sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni relativi al patrimonio ambientale
 - Molto elevato (R4): sono possibili perdite di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, a distruzione di attività socio-economiche

Fig.2.41 - Stralcio dalle Tavole P03 (nord) e Q03 (sud) del PGRA con tempo di ritorno pari a 100 anni.

6. SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE SOTTERRANEE

Nel presente capitolo verranno trattati gli aspetti del sistema suolo e sottosuolo affrontando in maniera distinta e dettagliata l'analisi del suolo, relativamente agli aspetti pedogenetici, chimici e dell'uso, e del sottosuolo relativamente ai temi geologici, geomorfologici, geotecnici ed idrogeologici.

6.1. IL SUOLO NEL MODELLO GEOLOGICO DELL'AREA D'INTERVENTO

Per suolo si intende la parte più superficiale di terreno atta ad ospitare la vegetazione, originata dall'alterazione degli strati più profondi. Costituito da una frazione inorganica (minerali, acqua, aria) e da una frazione organica prodotta dagli organismi animali e vegetali che trasformano i composti chimici con la loro attività biologica, il suolo è un sistema multifase (solido, liquido, gas) e multicomponente, variabile sia nel tempo sia in senso stratigrafico lungo il suo profilo. La tipologia di suolo presente in un'area è fortemente influenzata dal substrato roccioso presente e, soprattutto, dalle caratteristiche climatiche dell'area.

L'ambito geologico e stratigrafico in cui si sviluppa il tracciato stradale in progetto è dominato da processi sedimentologici e deposizionali tipici di una ampia pianura quale quella veronese limitata a monte dalle ultime propaggini dei Monti Lessini, costituiti da un tavolato roccioso prevalentemente calcareo che, verso Sud degrada progressivamente fino ad immergere sotto i depositi alluvionali della suddetta pianura schematizzabile da un punto di vista geologico e geomorfologico in tre differenti contesti di seguito descritti:

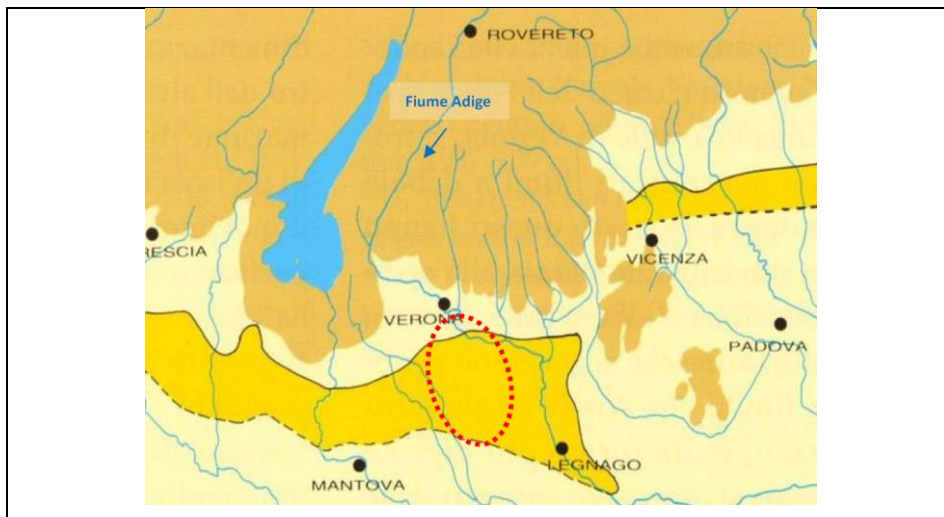


Figura 2.42 - Contesti geomorfologici e geolitologici della pianura veronese (da Etsch Adige – Il fiume gli uomini la storia; Cierre edizioni, 1997).

a) Alta Pianura: si estende dai Monti Lessini verso Sud fino alla fascia delle risorgive. L'evoluzione geomorfologica e geologica è legata principalmente all'interferenza fra il fiume Adige (agente morfogenetico), le variazioni climatiche che si sono succedute durante il Quaternario e le conseguenti variazioni di portata del corso d'acqua a carattere fluvio-glaciale.

E contraddistinta da una pendenza relativamente accentuata (15‰) in quanto i fiumi, a causa della forte dispersione delle proprie acque nel sottosuolo, perdono rapidamente di portata depositando così la maggior parte dei materiali grossolani. L'unità dell'Alta Pianura è caratterizzata da un materasso alluvionale ghiaioso – sabbioso indistinto contenente un unico acquifero indifferenziato a superficie libera.

b) Media Pianura: di fatto coincidente con la fascia delle risorgive corrisponde al tratto in cui i depositi ghiaiosi si riducono progressivamente di spessore a fronte di orizzonti e digitazioni limose ed argillose sempre più continue sia lateralmente che verticalmente; il passaggio dall'Alta alla Media Pianura è segnato dal limite superiore della fascia delle risorgive entro cui la superficie piezometrica intercetta quella topografica con conseguente venuta a giorno della falda.

c) Bassa Pianura: posta a valle della fascia dei fontanili, è caratterizzata da una pendenza sensibilmente minore rispetto all'Alta Pianura (2‰) e dalla presenza di granulometrie fini ed in particolare da alternanze di sabbie e argille che determinano la sussistenza di un sistema acquifero multistrato. Procedendo da Nord verso Sud, dalla parte apicale del conoide verso le sue parti più distali, si osserva infatti una costante diminuzione della granulometria, in ragione della natura del trasporto di tipo fluviale; l'energia idrica a disposizione per il trasporto del sedimento è infatti minore, e possono così depositarsi anche i sedimenti a granulometria fine quali limi ed argille. Dall'esame della Carta Litologica del P.T.C.P. (della quale si riporta un estratto con l'ubicazione dell'infrastruttura viaria) si riconosce la seguente successione litologica:

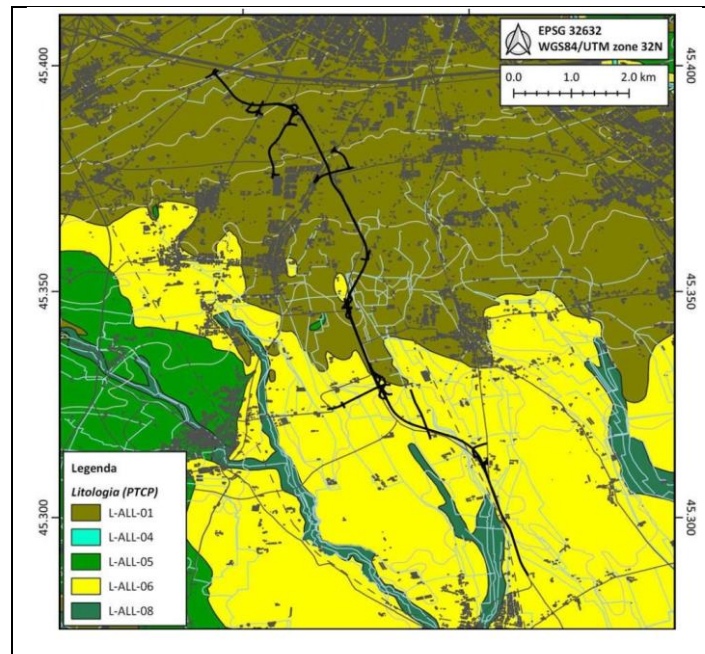


Fig. 2.43 - "Carta della Litologia" del P.T.C.P. della Provincia di Verona in scala 1:50.000. In nero il tracciato stradale

L-ALL-01: materiali granulari addensati di deposito fluviale e/o fluvio-glaciale a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa;
 L-ALL-04: materiali sciolti di deposito recente ed attuale dell'alveo mobile o delle aree di esondazione;

L-ALL-05: materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa;

L-ALL-06: materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa;

L-ALL-08: materiali di deposito palustre a tessitura fine e torbiere.

I dati geologici di bibliografia ricavati dalla pianificazione comunale e provinciale e i dati geognostici ricavati da indagini pregresse eseguite nelle vicinanze del tracciato di progetto hanno permesso di delineare un quadro generale del modello geologico dell'area d'intervento.

Dal punto di vista geolitologico, a partire dalla porzione più settentrionale, il tracciato interesserà una porzione di territorio costituita da depositi alluvionali di natura per lo più granulare (ghiaia ciottolosa e sabbia) che progressivamente sfumano in depositi via via più fini procedendo verso Sud. Al passaggio tra l'Alta e la Medio - Bassa Pianura il modello litostratigrafico locale diventa progressivamente meno continuo, con depositi granulari che si riducono di spessore a fronte di orizzonti e digitazioni limose ed argillose sempre più continue sia lateralmente che verticalmente, fino a divenire predominanti in corrispondenza del centroabitato di Isola della Scala.

La campagna di indagini geognostiche eseguita durante gli anni 2020 e 2021 e ancora in corso ha invece consentito di definire nel dettaglio le proprietà geologiche geolitologiche e stratigrafiche dei terreni attraversati dal tracciato stradale di progetto. E' pertanto stato possibile identificare le seguenti 4 unità geolitologiche rappresentative dei depositi presenti nel sottosuolo della porzione di territorio entro cui si sviluppa il tracciato stradale in progetto:

- **Depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi sabbiosi (tratta: 0.0 ÷ 5.0 km):** ghiaie ciottolose con frazioni minime di sabbie e limi. Si rinvencono nelle zone di Alta e Media Pianura e interessano la porzione più settentrionale del tracciato stradale, comprendendo il territorio del Comune di Verona e parte dei Comuni di Castel d'Azzano e Buttapietra, tra le località La Rizza, Borgo Verdi, Ca di David, Beccacivetta e Marchesino.
- **Depositi alluvionali prevalentemente sabbioso argillosi (tratta: 5.0 ÷ 9.5 km):** sabbie e, localmente, sabbie con ghiaia, con frazioni di limo e argilla che verso Sud diventano sempre più abbondanti tanto risultare non più come matrice ma organizzati in banchi metrici soprattutto nei livelli superficiali. Costituiscono tutta la fascia delle risorgive fino all'inizio della Media e Bassa Pianura e che quindi comprende le località di Scopella, Castel D'azzano Azzano fino allo Svincolo di Vigasio.
- **Depositi prevalentemente limosi e argillosi (tratta: 9.5 ÷ 14.5 km):** limo e argilla con frazione sabbiosa e ghiaiosa subordinata con presenza di materia organica di natura torbosa. Tali depositi non interessano direttamente le aree di competenza del tracciato, tuttavia sono presenti nei paleovalle del Tartaro (ad Ovest), del Menago (ad Est) e lungo il Piganzo (in corrispondenza di Isola della Scala).

Inoltre al fine di valutare l'eventuale interferenza con siti di particolare interesse pedologico, è stata analizzata la distribuzione dei tipi di suolo, attraverso la produzione di cartografie basate sulle Carte dei Suoli della Regione Veneto in scala 1:250.000 e 1:50.000.

La Regione Veneto, con DGRV n. 3397/99, ha approvato, nell'ambito del progetto esecutivo "Agricoltura Qualità", misura n. 5, la realizzazione della Carta dei Suoli del Veneto in scala 1:250.000. La realizzazione della carta dei suoli della regione in scala 1:250.000 ha permesso di inquadrare tutte le conoscenze pedologiche già acquisite alle diverse scale riportandole ad una visione più ampia, creando con l'occasione un unico sistema di archiviazione e gestione delle informazioni.

Ulteriore documento di valutazione sono le carte dei suoli in scala 1:50.000 che analizzano però solo in parte il territorio Veneto in quanto riguardano i territori del bacino scolante in laguna di Venezia, della Valbelluna, delle intere province di Treviso, Venezia, Padova, Rovigo e del territorio di pianura e collina della provincia di Vicenza. Le carte della provincia di Verona sono attualmente in corso di realizzazione e quelle disponibili coprono solo in maniera parziale il territorio di sviluppo della Variante.



Fig.2.43.1 -Copertura Carta dei Suoli Scala 1:50.000

Le suddette cartografie sono state inoltre integrate con la carta dei geositiprodotta dalla Regione Veneto nell'anno 2020.

La distribuzione dei tipi di suolo nell'area di intervento è riportata nei seguenti elaborati a i quali si rimanda:

1. Carta dei suoli con geositi in scala 1:250.000

2. Carta dei suoli con geositi in scala 1.250.000

Le indagini condotte hanno rilevato l'assenza di geositi.

Ulteriore analisi è stata condotta attraverso la consultazione della Carta dei Pedositid'Italia, realizzata da E.A.C. Costantini e G. Abate, rilevandone l'assenza nell'area di intervento. Il sito più prossimo è quello della frazione di Mazzantica del comune di Oppeano, comune non interessato dalla realizzazione della variante.



Fig.2.43.2 Carta dei pedositi di Italia (Fonte E.A.C. Costantini e G. Abate 2005)

6.1.1. PROCESSI DI DEGRADO DEI SUOLI A SCALA PROVINCIALE

Il suolo è una risorsa vitale ed in larga misura non rinnovabile, sottoposta a crescenti pressioni. L'importanza della protezione del suolo è stata riconosciuta a livello internazionale dall'Unione Europea che, con la Comunicazione della Commissione europea n°179/2002 relativa alla protezione del suolo, ha individuato in erosione, perdita di sostanza organica e di biodiversità, contaminazione, frane e alluvioni, compattamento, salinizzazione e cementificazione i principali processi di degradazione ambientale del suolo.

A livello locale, il "Rapporto sullo Stato dell'Ambiente della Provincia di Verona del 2004", redatto da ARPAV, rappresenta l'attuale documento di riferimento per quanto riguarda qualità e l'inquinamento dei suoli della Provincia di Verona. Tale documento valuta e quantifica il livello di degradazione ambientale sulla base dei seguenti indicatori:

- urbanizzazione e infrastrutture;
- vulnerabilità idrogeologica;
- livelli di compattazione dei suoli agricoli;
- spargimento di liquami zootecnici;
- dispersione di fanghi di depurazione;
- presenza di discariche di rifiuti;
- vendita di prodotti fitosanitari;
- estensione, localizzazione e tipologia dei siti inquinati.

Lo studio evidenzia, in particolare, che i fenomeni di degradazione ambientale sono più accentuati in corrispondenza delle aree in cui l'attività antropica è più consolidata, a causa di uno sviluppo non sempre compatibile con la conservazione della risorsa suolo.

6.1.1.1. IL SITO DELLE DISCARICHE

Il tracciato stradale in progetto, nel territorio comunale di Verona, è interessato, nei tratti compresi tra laprogr. Km AP-59-1225,00 e la AP-82-1800, da un'interferenza con due siti di discarica per rifiuti inerti, attualmente tombate, denominate "Cà Brusà" e "Bernascona". Il passaggio del tracciato da questo sito è stato deciso in modo da preservare dal passaggio della strada alcune particelle dove è inserita una serie di realtà produttive molto importanti per l'economia del comprensorio.

La strada in progetto interesserà le discariche in parte in rilevato, in parte in trincea. La stratigrafia delle discariche è sommariamente caratterizzata dai seguenti orizzonti:

- da p.c. a circa 1,00 m di profondità: terreno vegetale;
- da 1,00 m a 2,00 m da p.c.: limo di granito (impermeabile);

- da 2,00 m a 8,00 m da p.c.: limo di marmo (permeabile);
- tra 8,00 m a 9,00 m da p.c.: limo di granito (impermeabile);
- oltre i 9,00 m da p.c.: terreno naturale costituito da depositi fluvioglaciali di granulometria prevalentemente ghiaioso-sabbiosa.



Fig. 2.44 - Interferenza della viabilità con le discariche (perimetro tratteggiato in fucsia)

6.1.2. INQUINAMENTO DEI SUOLI A SCALA PROVINCIALE

Allo scopo di definire il livello di concentrazione di alcuni fra gli elementi chimici di origine antropica che con maggiore facilità possono concentrarsi nel suolo, il dipartimento ARPAV di Verona ha condotto, nel corso del biennio 2001-2003, un monitoraggio delle concentrazioni di metalli pesanti e di alcuni microinquinanti organici nei suoli della Provincia di Verona. In tal senso, in tutti i comuni della Provincia sono stati effettuati almeno tre campionamenti di terreno: uno in zona agricola, uno in zona industriale ed uno in zona a verde pubblico o residenziale. I valori sono stati quindi regionalizzati usando metodi geostatistici e tradotti in mappe di isovalori.

Gli inquinanti analizzati sono i seguenti:

- cadmio
- piombo
- cromo
- rame
- zinco

- nichel
- mercurio
- IPA e PCB (Idrocarburi Policiclici Aromatici e Policlorobifenili).

Le misure eseguite dall'ARPAV hanno permesso di quantificare il grado di contaminazione diffusa del territorio in relazione alle concentrazioni limite predefinite (standard o valori guida) ed al raggiungimento di livelli di contaminazione ritenuti ammissibili sulla base dell'analisi di rischio. Per quanto riguarda il riferimento ai valori limite lo studio fa riferimento alla metodologia degli "standard" applicata con il D.M.n°471/99. Nelle pagine seguenti si riportano una serie di rappresentazioni cartografiche della distribuzione delle concentrazioni da metalli pesanti e PCB sull'intero territorio provinciale, tratte dall'elaborazione dei dati registrati durante il monitoraggio condotto nel biennio 2001-2003 dal Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona.

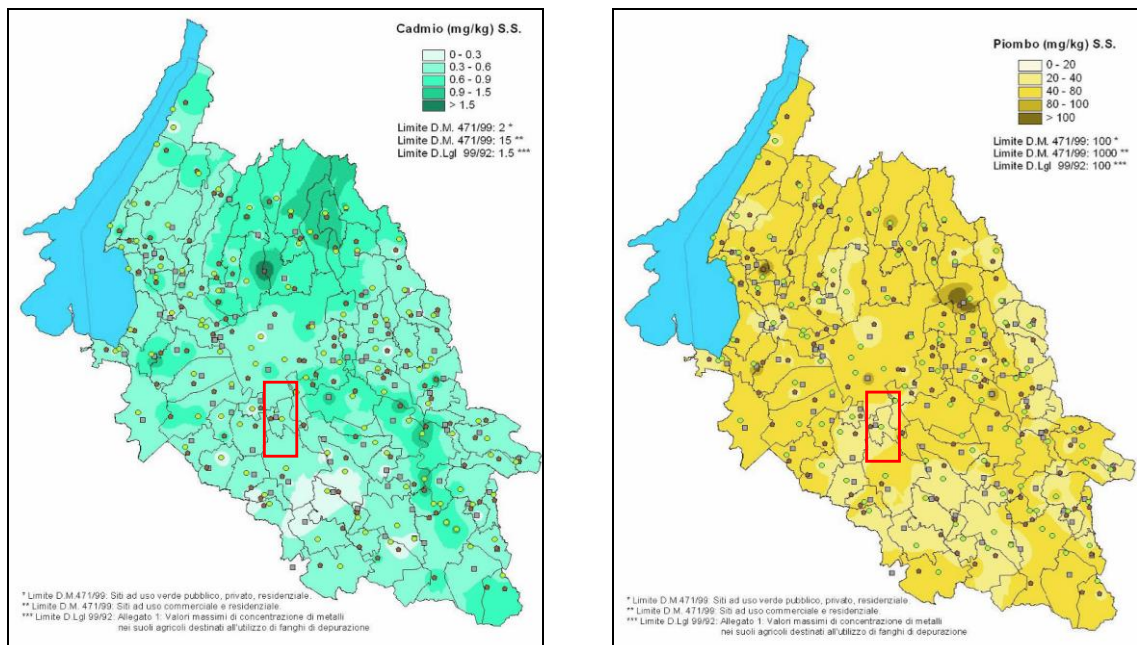


Fig. 2.45 - Mappe con interpolazione spaziale delle concentrazioni di vari inquinanti (Cadmio, Piombo) misurate nei suoli della Provincia di Verona. In rosso l'area d'interesse (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona 2003)

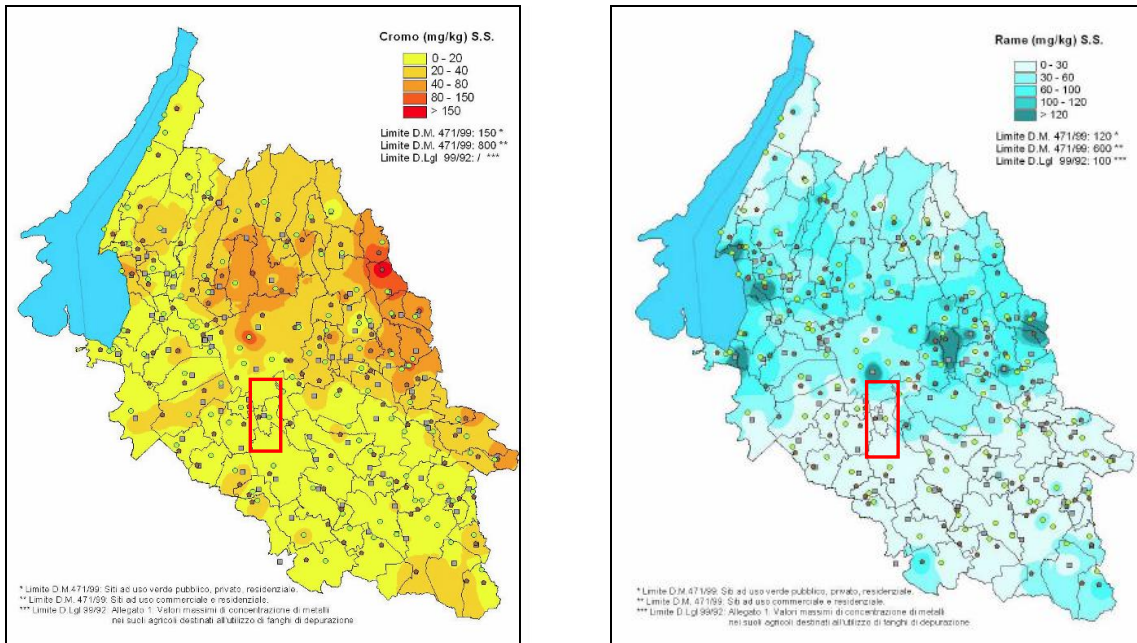


Fig. 2.46- Mappe con interpolazione spaziale delle concentrazioni di vari inquinanti (Cromo, Rame) misurate nei suoli della Provincia di Verona (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona 2003)

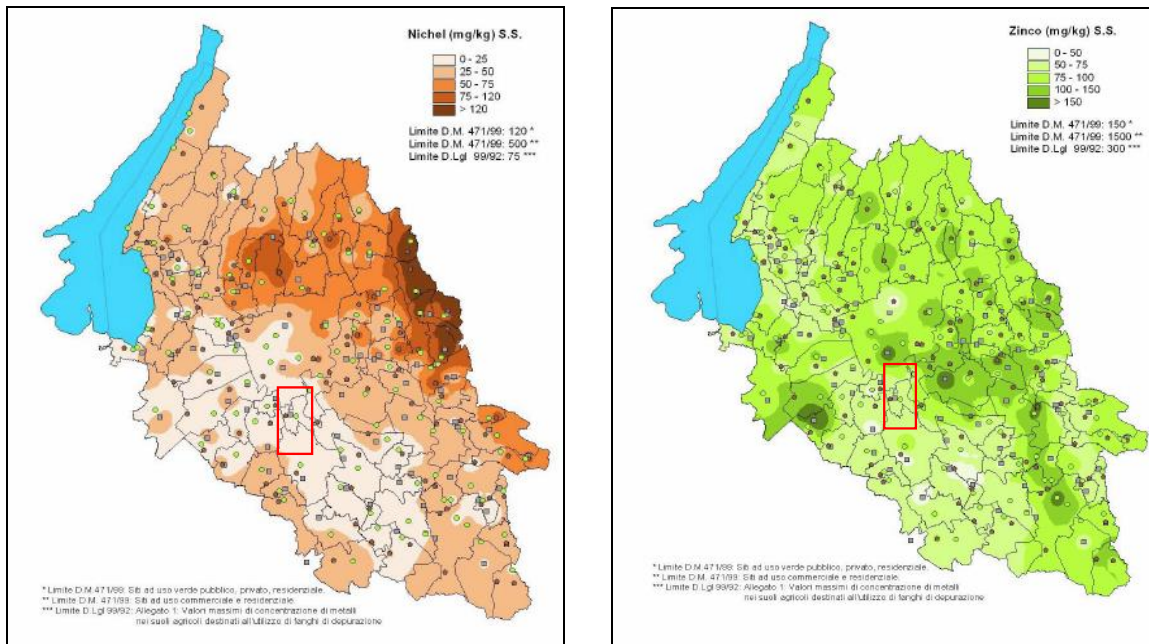


Fig. 2.47 - Mappe con interpolazione spaziale delle concentrazioni di vari inquinanti (Nichel, Zinco) misurate nei suoli della Provincia di Verona (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona 2003)

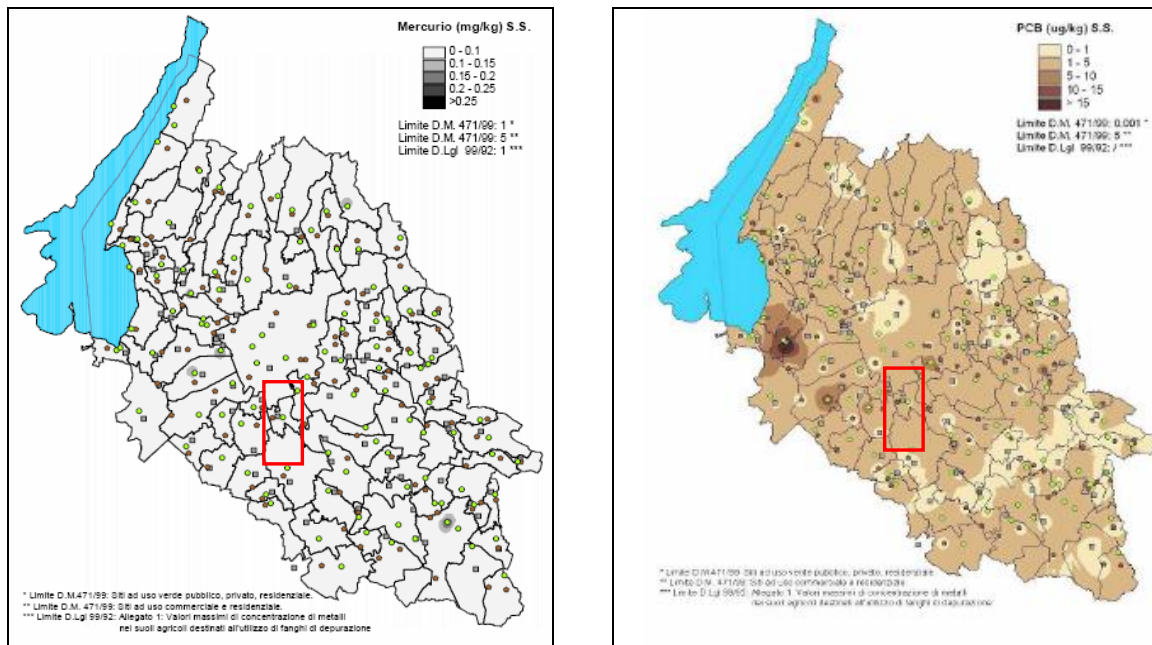


Fig. 2.48- Mappe con interpolazione spaziale delle concentrazioni di vari inquinanti (Mercurio, PCB) misurate nei suoli della Provincia di Verona (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona 2003)

I metalli pesanti sono elementi inorganici presenti in natura come ioni con singola o doppia carica positiva e con un peso atomico maggiore di 50. Il contenuto di metalli pesanti nei suoli è determinato da fonti sia naturali, quali l'alterazione del substrato pedogenetico, sia antropiche, quali attività civili, agricole e industriali. I costituenti metallici originari delle rocce naturali (substrato pedogenetico) possono quindi comportarsi come "inquinanti geochimici" in grado di produrre danni ambientali e biologici peraltro limitati ad aree ristrette e generalmente circoscritte. Per contro le attività civili agricole e industriali provocano emissioni di metalli pesanti che possono costituire una fonte di inquinamento su scala più ampia. Gli elementi coinvolti sono in genere cadmio, cromo, rame, mercurio, nichel, piombo e zinco. I metalli pesanti provenienti da attività civili si ritrovano nella fase gassosa dei combustibili utilizzati per il riscaldamento, nei fumi degli inceneritori o nelle emissioni determinate dal traffico veicolare. Nel corso della combustione dei carburanti e lubrificanti vengono rilasciati prevalentemente Pb e Cd, mentre dal consumo di pneumatici si liberano IPA. Relativamente alle attività agricole che possono costituire fonte di emissione di metalli pesanti si evidenzia che più del 10% dei fungicidi e insetticidi contengono Cu, Hg, Mn, Pb e Zn. Infine gli stessi concimi chimici contengono metalli pesanti che derivano sia dalle materie prime utilizzate, sia dai processi industriali che li producono. Tra questi i perfosfati risultano particolarmente indiziati per il loro possibile apporto di Cd e Pb. I metalli pesanti e i loro composti presenti nelle emissioni, raggiunta l'atmosfera, si associano con il particolato atmosferico e sono trasportati al suolo con le deposizioni secche, le deposizioni umide e le acque meteoriche che dilavano quelle secche. Con il dilavamento da parte delle acque meteoriche le particelle, a cui i metalli pesanti sono associati, possono essere trasportate per lunghe distanze, fino ad

aree non interessate da attività antropiche. Allo stesso modo, il trasporto atmosferico su vasta scala di questi inquinanti può produrre un elevato contenuto di metalli pesanti anche in aree non urbanizzate e non industrializzate. Nella tabella seguente vengono riportati i valori di concentrazione dei metalli pesanti relativi alla porzione di territorio in cui è inserito il sito oggetto di studio.

METALLI PESANTI	VALORE MISURATO(MG/KGS.S.)	LIMITE(MG/KG)	
Cadmio (Cd)	0,3 ÷ 0,6	2	D.Lgs. 152/2006 - aree verdi pubblico, privato, residenziali
		15	D.Lgs. 152/2006 - aree commerciali industriali
Piombo (Pb)	20 ÷ 80	100	D.Lgs. 152/2006 - aree verdi pubblico, privato, residenziali
		1000	D.Lgs. 152/2006 - aree commerciali industriali
Cromo (Cr)	0 ÷ 20	150	D.Lgs. 152/2006 - aree verdi pubblico, privato, residenziali
		800	D.Lgs. 152/2006 - aree commerciali industriali
Rame (Cu)	0 ÷ 60	120	D.Lgs. 152/2006 - aree verdi pubblico, privato, residenziali
		600	D.Lgs. 152/2006 - aree commerciali industriali
Nichel (Ni)	0 ÷ 25	120	D.Lgs. 152/2006 - aree verdi pubblico, privato, residenziali
		500	D.Lgs. 152/2006 - aree commerciali industriali
Zinco (Zn)	0 ÷ 75	150	D.Lgs. 152/2006 - aree verdi pubblico, privato, residenziali
		1500	D.Lgs. 152/2006 - aree commerciali industriali
Mercurio (Hg)	< 0,1	1	D.Lgs. 152/2006 - aree verdi pubblico, privato, residenziali
		5	D.Lgs. 152/2006 - aree commerciali industriali

Tab. 2.8 - Metalli pesanti: valori misurati e valori limiti

Oltre che dai metalli pesanti l'inquinamento del suolo è determinato dall'immissione nell'ambiente di quantità massive di prodotti chimici organici ed inorganici provenienti da attività civili, industriali e agrarie. Nel tempo sono infatti diventate sempre più consistenti la produzione e l'uso di una vasta serie di composti organici ed inorganici come fitofarmaci, agenti antimicrobici, farmaci, antibiotici, detersivi, solventi e lubrificanti. Molti sono anche gli elementi che arrivano al suolo tramite il reimpiego di fanghi di depurazione delle acque reflue, di rifiuti, di effluenti di allevamenti zootecnici e di scarti industriali.

Le indagini svolte dall'ARPAV nella provincia di Verona hanno interessato anche composti organici come gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e ed i Policlorobifenili (PCB). A differenza dei metalli pesanti, la cui presenza può essere determinata anche in parte dal substrato roccioso, IPA e PCB sono introdotti nell'ambiente dall'uomo e la loro origine è riconducibile esclusivamente alle attività civili industriali. Il monitoraggio di tali sostanze ha permesso, in particolare, l'acquisizione di informazioni sul trasporto atmosferico dei contaminati stessi.

Gli IPA, ricercati in 196 campioni prelevati tra suoli agrari e industriali, non hanno fornito valori superiori al limite di rilevabilità pari a 0.1mg/kg s.s. Il limite fissato per la somma degli IPA dalla normativa vigente è pari a 10mg/kg per i suoli residenziali e 100mg/kg per quelli industriali. I livelli medi di contaminazione sono inferiori a quelli stabiliti dalla normativa.

Con riferimento all'area di intervento si ricava quanto riportato in tabella seguente:

PRODOTTI CHIMICI ORGANICI	VALORE MISURATO (G/KG - S.S.)	LIMITE (MG/KG)	
IPA	< 0.1 mg/kg	10	D.Lgs. 152/2006 - aree verdi pubblico, privato, residenziali
		100	D.Lgs. 152/2006 - aree commerciali industriali

Tab. 2.9 - IPA: valori misurati e valori limiti

I PCB sono sostanze chimiche pericolose per gli esseri umani e per l'ambiente a causa delle loro caratteristiche:

- persistono nell'ambiente;
- si accumulano nei tessuti ad alto contenuto lipidico attraverso il cibo;
- sono tossici e rappresentano un rischio per la salute e l'ambiente a causa dei loro effetti nocivi;
- si spostano nell'atmosfera o attraverso le acque superficiali percorrendo anche distanze enormi.

Per stimare il valore di fondo della contaminazione da PCB nel territorio provinciale è stato confrontato il valore medio della concentrazione di PCB nelle aree verdi dei Comuni che presentano bassa urbanizzazione e ridotta industrializzazione, cioè con scarse fonti di pressione locali, con il valore medio ottenuto nell'area più urbanizzata e industrializzata del Comune di Verona.

I risultati ottenuti suggeriscono che il livello di contaminazione di fondo sul suolo per questi composti può essere stabilito ad una concentrazione di circa 3µg/kg. Il contenuto di PCB nel suolo delle aree più urbanizzate è più elevato rispetto a quello delle aree montane, ciò ad indicare che le aree urbane ed industrializzate rappresentano una fonte di emissione di PCB.

Con riferimento all'area di intervento, dalla mappa precedentemente riportata si ricava quanto indicato in tabella seguente:

PRODOTTI CHIMICI ORGANICI	VALORE MISURATO (G/KG - S.S.)	LIMITE (MG/KG)	
PCB	1 ÷ 5	0.06	D.Lgs. 152/2006 - aree verdi pubblico, privato, residenziali
		5	D.Lgs. 152/2006 - aree commerciali industriali

Tab. 2.10 - PCB: valori misurati e valori limiti

In conclusione, premesso quanto sopra, i valori degli inquinanti individuati per l'ambito di intervento sono tutti inferiori ai limiti di legge e si verifica che, per ogni inquinante considerato nel territorio esaminato, la concentrazione si colloca in prossimità dei valori minimi (valore di fondo) che si riscontrano mediamente nella Provincia di Verona.

6.1.3. USO DEL SUOLO

Alla luce della tipologia di opera in esame, per l'analisi del suolo si è deciso di prendere cautelativamente in esame la porzione di territorio compresa entro la distanza di un chilometro dal tracciato stradale, giudicata critica dal punto di vista delle azioni impattanti sia in fase di costruzione che in fase di utilizzo dell'opera. Operativamente, è stato realizzato un buffer di 1000 metri, all'interno del quale è stata analizzata la copertura del suolo a scala locale, attraverso l'utilizzo dei seguenti documenti:

- Uso del suolo AVEPA 2020;
- Carte tecniche regionali.

Per quanto riguarda la carta della copertura del suolo si è deciso di utilizzare i dati presenti sul sito AVEPA (Agenzia Veneta per i Pagamenti) che in qualità di organismo pagatore della Regione del Veneto, gestisce e aggiorna le informazioni territoriali attraverso sistemi GIS (LPIS AVEPA) al fine di verificare l'ammissibilità delle superfici agricole ai diversi regimi di aiuto comunitario.

Le informazioni di uso del suolo messe a disposizione dall' AVEPA sono state generate con l'ausilio di tecniche di **fotointerpretazione** di ortofoto AGEA 2018 a colori RGB con risoluzione nominale di 20 cm o immagini satellitari, oppure da poligoni GPS misurati a fini istruttori durante controlli/collaudi in loco o visite in campo.

La metodologia di fotointerpretazione adottata prevede l'identificazione di appezzamenti omogenei, delimitati da confini fisici e successiva attribuzione di codici agricoli e non agricoli, inteso come agricolo tutto ciò che è legato alla produzione agricola compresi gli elementi del paesaggio che vengono considerati secondo la normativa di riferimento. In particolar modo le tecniche di fotointerpretazione e classificazione recepiscono le raccomandazioni dei Servizi della Commissione Europea e del Centro Comune di Ricerca di ISPRA (JRC) e della Riforma della PAC 2014-2020, con particolare riferimento al "greening" e di AGEA

Il database utilizzato è strutturato in file vettoriali **Shapefile ESRI** (EPSG: 3003) per Comune aggiornato periodicamente con cadenza semestrale al fine di seguire le dinamiche variazioni di copertura dell'uso del territorio veneto.

Per l'analisi cartografica si è deciso di procedere in due fasi distinte: la prima fase sarà rivolta alla descrizione dello stato di fatto, facendo emergere le caratteristiche peculiari della zona in questione, per poi passare all'analisi della copertura del suolo della superficie direttamente interessata dalla realizzazione dell'arteria stradale di progetto. Questa metodologia permetterà di individuare ed approfondire le trasformazioni che potrebbero avvenire successivamente alla realizzazione dell'opera stradale in esame.

Attraverso l'analisi della cartografia ed in particolar del database Uso del suolo AVEPA 2020 si rileva che il territorio di indagine è suddiviso in:

- Superfici artificiali;
- Superfici agricole utilizzate;

- Territori boscati e ambienti semi-naturali;
- Zone Umide;
- Corpi Idrici.

Alla luce dei dati analizzati, è possibile evidenziare come il suolo attualmente destinato ad un utilizzo agricolo risulti prevalente. Tale indicazione è perfettamente in linea con quanto atteso, alla luce della vocazione principalmente agricola del territorio in cui l'opera si inserisce.

Un approfondimento di indagine rispetto all'utilizzo di suolo agricolo ed interferenze con il tracciato ha evidenziato come la maggior parte del suolo agricolo coinvolto sia costituito da seminativi (76%) rappresentati prevalentemente da mais e frumento. La coltivazione del riso è interessata in maniera marginale. Secondariamente sono interessate colture agricole di pregio (16%) costituite da Kiweti, Meleti e coltivazioni di piccoli frutti. Tra le colture agricole di pregio saranno interessate in maniera puntuale anche piccoli appezzamenti di Kaki. In ultimo saranno anche interessate colture agricole protette (8%) il cui ordinamento colturale è dettato dalle richieste di mercato.

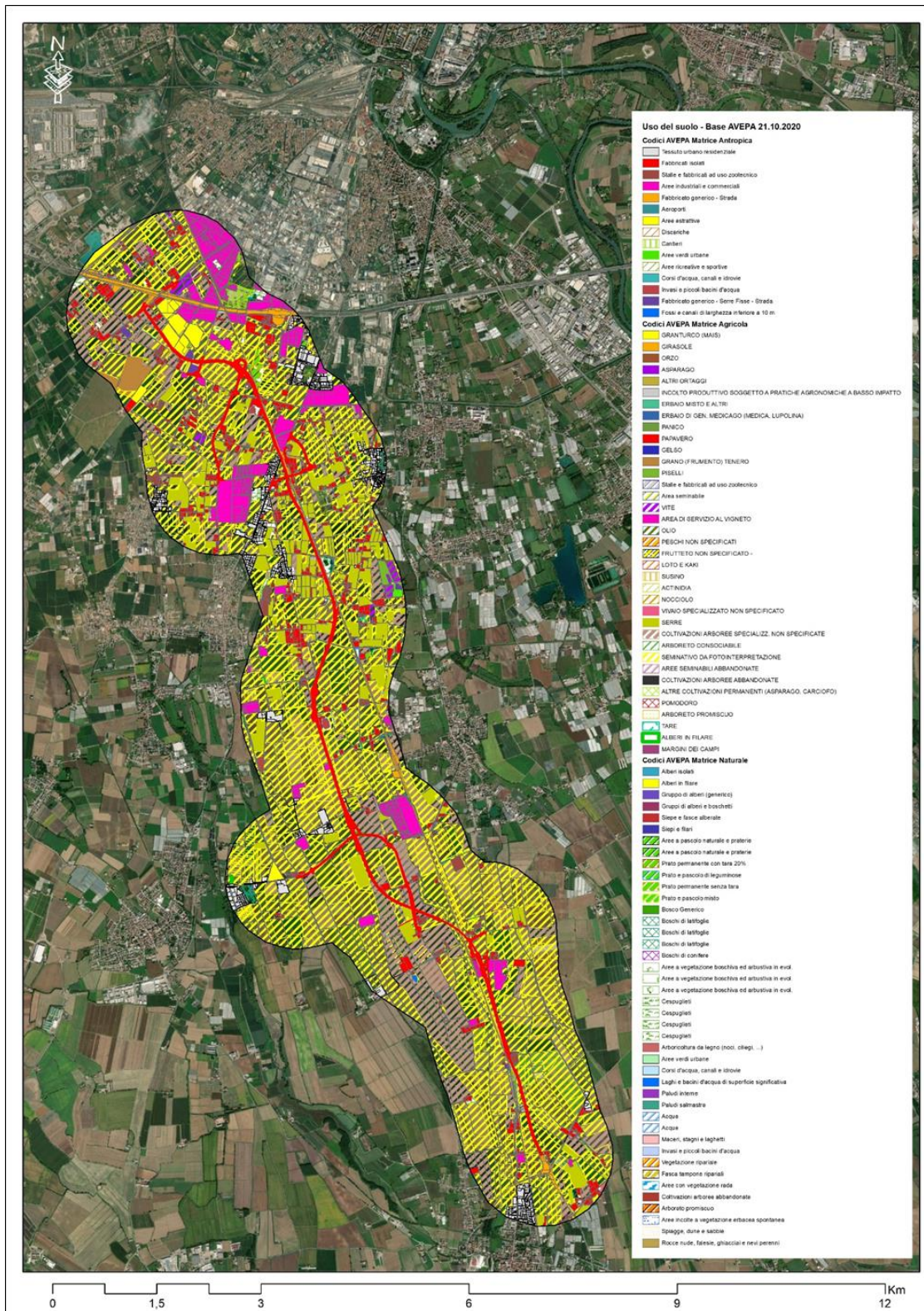


Fig.2.49- Mappa dell'uso del suolo relativa al territorio in esame. In rosso: il tracciato in progetto. In nero: la superficie di influenza considerata nel corso dell'analisi.

6.1.4. ANALISI DELLO STATO "ANTE OPERAM"

Considerando un buffer di circa 1km rispetto al tracciato stradale di progetto è stato possibile individuare un'area di circa **39,74 km²** all'interno della quale le diverse classi di uso del suolo, distinte con la nomenclatura AVEPA , allo stato attuale risultano essere come da tabella seguente:

Categoria	Nomenclatura AVEPA	Area (m ²)	Area Categoria (m ²)	Inc. Cat. (%)		
Acquiferi	Acque	15,61	422.340,77	1,06%		
Acquiferi	Corsi d'acqua, canali e idrovie	154631,27				
Acquiferi	Fossi e canali di larghezza inferiore a 10 m	224060,15				
Acquiferi	Invasi e piccoli bacini d'acqua	36298,91				
Acquiferi	Laghi e bacini d'acqua di superficie significativa	6502,73				
Acquiferi	Maceri, stagni laghetti	832,1				
Aree naturali	Aree a pascolo naturale e praterie	6619,22	567.356,28	1,43%		
Aree naturali	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evol.	59683,97				
Aree naturali	Aree con vegetazione rada	71431,25				
Aree naturali	Aree incolte a vegetazione erbacea spontanea	64688,61				
Aree naturali	Aree verdi urbane	17008,37				
Aree naturali	Cespuglieti	191989,23				
Aree naturali	Fasce tampone non ripariali	15970,76				
Aree naturali	Fasce tampone ripariali	8230,76				
Aree naturali	Prato e pascolo misto	326,74				
Aree naturali	Prato permanente senza tara	73337,1				
Aree naturali	Tare	6837,05				
Aree naturali	Vegetazione ripariale	51233,22				
Bosco	Boschi di latifoglie	95367,92			155.131,61	0,4%
Bosco	Bosco	59763,69				
Colture agricole di pregio	Coltivazioni arboree specializzate non specificate	4524127,01	4.782.901,95	12,03%		
Colture agricole di pregio	Frutteto non specializzato	78404,89				
Colture agricole di pregio	Frutteto non specificato	790,13				
Colture agricole di pregio	Vite	179579,92				
Colture agricole intensive	Altre Coltivazioni Permanenti (Asparago, Carciofo)	7146,19	23.137.564,63	58,22%		
Colture agricole intensive	Area seminabile	7493,74				
Colture agricole intensive	Aree seminabili abbandonate	27596,04				
Colture agricole intensive	Frumento	244665,87				
Colture agricole intensive	Mais	33447,4				
Colture agricole intensive	Margini dei campi	124447,42				
Colture agricole intensive	Piselli	41494,78				

Colture agricole intensive	Seminativo da fotointerpretazione	22651273,19		
Elementi naturali lineari o isolati	Alberi in filare	3190,76	448.855,85	1,13%
Elementi naturali lineari o isolati	Gruppi di alberi e boschetti	628,77		
Elementi naturali lineari o isolati	Gruppo di alberi (generico)	2526,43		
Elementi naturali lineari o isolati	Gruppo di alberi e boschetti	16745,72		
Elementi naturali lineari o isolati	Siepi e fasce alberate	422919,26		
Elementi naturali lineari o isolati	Siepi e filari	2844,91		

Tab.2.11 - Tabella riassuntiva uso del suolo buffer 1000 metri tracciato – Parte 1

Categoria	Nomenclatura AVEPA	Area (m ²)	Area Categoria (m ²)	Inc. Cat. (%)
Uso non agricolo (Residenziale, Commerciale, Industriale etc)	Aree estrattive	370126,56	7.561.999,42	19,03%
Uso non agricolo (Residenziale, Commerciale, Industriale etc)	Aree industriali e commerciali	2233583,26		
Uso non agricolo (Residenziale, Commerciale, Industriale etc)	Aree ricreative e sportive	163355,71		
Uso non agricolo (Residenziale, Commerciale, Industriale etc)	Cantieri	107583,82		
Uso non agricolo (Residenziale, Commerciale, Industriale etc)	Fabbricati isolati	1956637,6		
Uso non agricolo (Residenziale, Commerciale, Industriale etc)	Fabbricato generico - strada - serre fisse	66019,68		
Uso non agricolo (Residenziale, Commerciale, Industriale etc)	Infrastrutture di trasporto	1379371,55		
Uso non agricolo (Residenziale, Commerciale, Industriale etc)	Tessuto urbano residenziale	1285321,24		
Vivaio	Vivaio Forestale	45954,54		
Vivaio	Vivaio specializzato non specificato	5306,33		
Zootecnia	Stalle e fabbricati ad uso zootecnico	251827,2	251.827,2	0,63%
Colture agricole protette	Serre	2364001,16	2.364.001,16	5,95%
TOTALE				100,00%

Tab.2.12 - Tabella riassuntiva uso del suolo buffer 1000 metri tracciato – Parte 2

Operando in un territorio prevalentemente agricolo tale raggruppamento ha avuto lo scopo di definire l'incidenza dell'opera rispetto alle colture agricole praticate distinguendo il territorio.

Osservando la tabella precedente, l'area in esame risulta essere caratterizzata da:

- Acquiferi – 1.06%;
- Aree naturali - 1,43%;
- Bosco - 0,4%;
- Colture agricole di pregio - 12,03%;
- Colture agricole intensive - 58,22%;
- Colture agricole protette - 5,95%;

- Elementi naturali lineari o isolati - 1,13%;
- Uso non agricolo (Residenziale, Commerciale, Industriale etc) - 19,03%;
- Vivaio - 0,13%;
- Zootecnia - 0,63%.

Alla luce dei dati riportati, è possibile evidenziare come il suolo attualmente destinato ad un utilizzo agricolo risulti prevalente (76%) all'interno della fascia individuata dal buffer. Tale indicazione è perfettamente in linea con quanto atteso, alla luce della vocazione principalmente agricola del territorio in cui l'opera si inserisce. Un approfondimento di indagine rispetto all'utilizzo di suolo agricolo consente, attraverso l'analisi dei dati, di definire con maggiore precisione la tipologia di colture ricadenti all'interno della superficie considerata. In particolare, i dati areali sono stati inseriti, in forma di percentuale, nel grafico di seguito riportato.

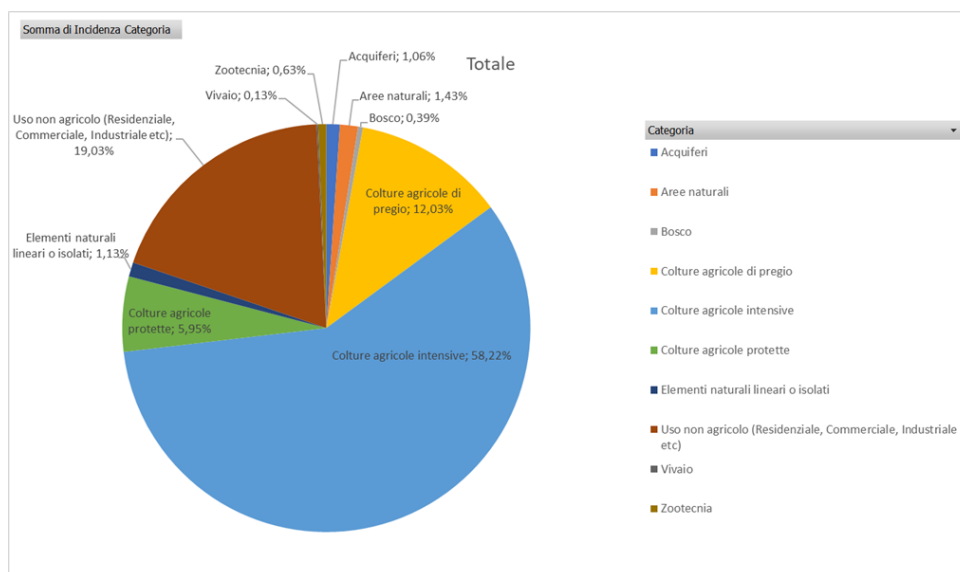


Fig.2.50 - Grafico relativo all'uso del suolo anteoperam

Si evidenzia quindi che il 76% della superficie ad utilizzo agricolo ricadente nel buffer di influenza (circa) è riconducibile a colture agricole intensive (seminativi, colture da pieno campo etc), il 16% a colture agricole di pregio (coltivazioni arboree a ciclo poliennale) e l'8% a colture agricole protette (coltivazioni in serra).

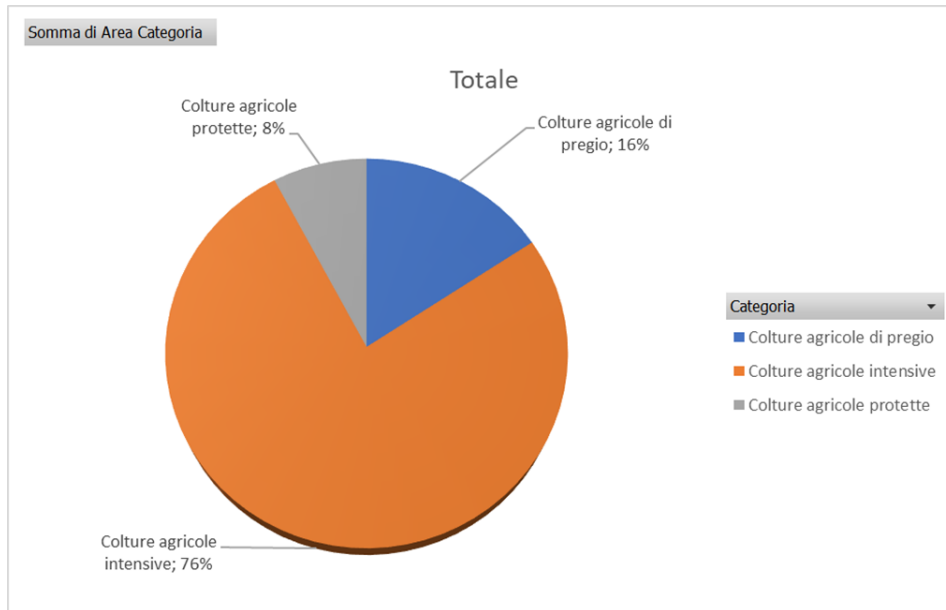


Fig. 2.51- Grafico relativo alla superfici agricole utilizzate

All'interno delle categorie dell'uso agricolo prevalgono i seminativi con il 74,80% della superficie totale seguiti dalle Coltivazioni arboree non specializzate non specificate (14,94%) e dalle serre (7,81%).

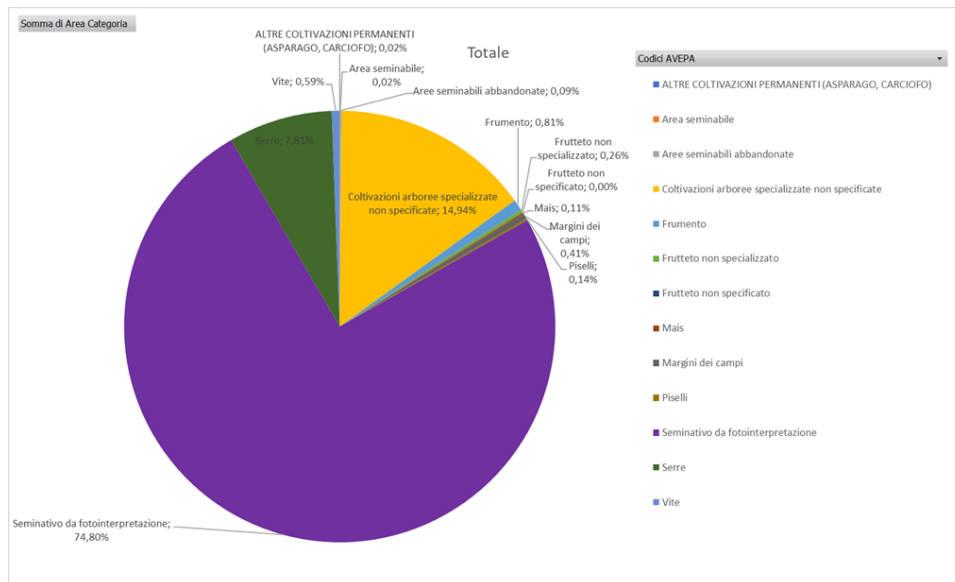


Fig.2.52 - Grafico relativo al dettaglio dell'uso del suolo anteoperam

I seminativi sono costituiti prevalentemente da Mais e in minor misura frumento. Sebbene non identificati dall'uso del suolo AVEPA nell'area definita dal buffer è stata inoltre rilevata la puntuale presenza di risaie.

Le coltivazioni arboree specializzate sono rappresentate da Actinidia, Kaki, Melo e Piccoli Frutti (mirtilli e lamponi).

Presenti all'interno del buffer considerato si è rilevata inoltre la presenza di vivai che occupano circa 51.000 m2 pari allo 0,13% dell'intera superficie del buffer.

Le superfici artificiali interessate dal tracciato di progetto risultano invece distribuite su una superficie totale di 7.56 km2. All'interno della categoria si evidenzia una prevalenza areale (circa il 30%) di aree commerciali ed infrastrutturali sul totale delle superfici artificiali ricadenti nella fascia di influenza del tracciato. Seguono i fabbricati isolati (26%) e le infrastrutture di trasporto (16%). Preme evidenziare che all'interno della quantificazione delle superfici dei fabbricati isolati sono anche considerate le corti degli stessi e le aree non edificate ad essi annessi.

Nel grafico che segue si riporta l'attuale destinazione d'uso di tali superfici, suddivisa secondo codifica AVEPA.

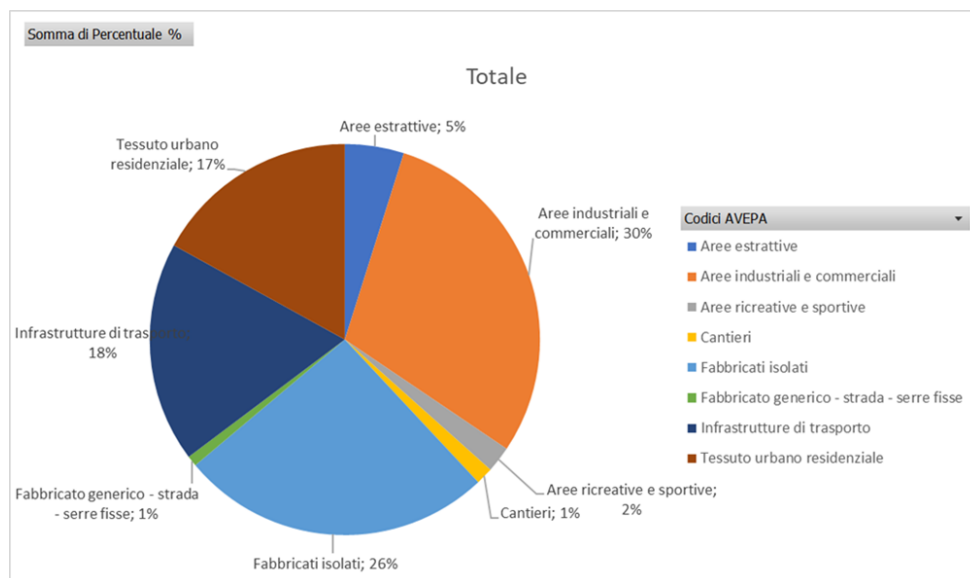


Fig. 2.53 - Grafico relativo alle superfici artificiali

6.1.4.1. LE AREE AGRICOLE E I SISTEMI COLTURALI

L'area in esame è dedicata prevalentemente alla coltivazione delle colture agrarie intensive da pieno campo. Seguono poi le coltivazioni arboree da frutto e le coltivazioni in serra.

Tra le coltivazioni intensive la destinazione colturale prevalente, per diffusione ed estensione, è senza dubbio quella dei seminativi, tra i quali primeggiano in ordine decrescente mais, soia, frumento, riso e tabacco, le cui colture intensive si prestano inoltre ad un'elevata meccanizzazione.

Lo sviluppo delle coltivazioni intensive nell'area, basato sull'elevato impiego di mezzi tecnici, comporta oggi un notevole aumento della produttività, talvolta con conseguenti problemi di inquinamento ambientale e sfruttamento del suolo.

Importanti tra i seminativi sono le risaie che rappresentano un vero e proprio ecosistema. La risicoltura nell'area di intervento, con il passare del tempo, è notevolmente mutata grazie alla genetica e al progresso tecnologico. Si è passati

infatti dallo sfruttamento di un elevato numero di braccianti nel corso del ciclo colturale, all'attività di un solo trattorista che effettua tutte le operazioni.

Tra le coltivazioni arboree da frutto quella maggiormente praticata nell'area di intervento è l'Actinidia, seguita dal melo, kaki, pero e piccoli frutti. L'incidenza della coltivazione della vite è molto bassa.

L'actinidia è una pianta di origine cinese, introdotta in Italia negli anni settanta, che ha trovato nel nostro Paese un areale particolarmente vocato, tanto da far diventare la nostra penisola il maggior produttore mondiale dopo la Cina con 52.000 t. Il Veronese, una delle zone di eccellenza, contribuisce con circa il 10% delle superfici e delle produzioni nazionali.

La melicoltura veronese è caratterizzata da un alto livello di innovazione e specializzazione. E' attualmente basata su moderne tecniche di coltivazione e grazie all'attività vivaistica che ha consentito di disporre di piante preformate, ramificate predisposte a produrre precocemente presenta elevati standard produttivi e qualitativi. La zona di coltivazione prevalente costeggia il corso dell'Adige uscito dall'alta pianura, ma impianti di melo sono diffusi un po' ovunque.

Il Kaki è presente nell'alta pianura veronese in piccole piantagioni specializzate, talora filari singoli o piante sparse dove più mite e idoneo risulta il clima. Le attuali superfici coltivate (52 ha) nella provincia evidenziano lo scarso interesse per la coltura, che costituisce il 95% della superficie regionale e il 2,3% di quella nazionale.

Non vi sono state innovazioni colturali rispetto al passato: la forma di allevamento è il vaso più o meno libero con impalcatura alta, il portainnesto il *Diospyros lotus*, una sola varietà "Kaki tipo"; non necessita di irrigazione e non presenta problematiche fitosanitarie; questo è il motivo della sua coltivazione, ma il valore del prodotto, in assenza di specifiche certificazioni di qualità, è modesto e spesso i frutti vengono lasciati sull'albero.

Nella provincia di Verona la coltivazione di piccoli frutti è presente da molti anni ma solo da 10 si è sviluppata in termini di tecniche di produzione e di commercializzazione. Nel territorio veronese la produzione e commercializzazione dei piccoli frutti è fatta quasi esclusivamente ad opera del Consorzio Piccoli Frutti, gruppo di aziende agricole associate in "Aurorafruit". Il consorzio raggruppa produttori di montagna trentini e di pianura veronesi, allo scopo di dare al mercato un flusso produttivo continuo, mantenendo uno standard qualitativo costante.

La tecnica colturale è in gran parte in coltivazione idroponica o fuori suolo con metodologie adattate alle diverse specie ma simili alla tecnica per la fragola in fuori suolo. Le specie coltivate sono lampone, mirtillo, mora e ribes.



Fig. 2.54– Vista coltivazione di mais presente nell'area di intervento



Fig. 2.55 – Vista meleto posto in prossimità del tracciato



Fig. 2.56 – Vista Kiweto posto in prossimità del tracciato

6.1.4.2. GLI ORDINAMENTI PRODUTTIVI

Il 6° censimento dell'agricoltura classifica le aziende anche in base all'indirizzo produttivo prevalente, stimato in base all'incidenza relativa della produzione standard delle diverse categorie di coltivazioni e allevamenti. La distribuzione delle aziende per orientamento tecnico-economico (OTE) evidenzia come le aziende specializzate siano largamente maggioritarie in provincia di Verona rispetto a quelle miste, a conferma di una tendenza presente in tutta Italia che vede la tipologia mista in rapido declino. Le aziende miste, che hanno una molteplicità di produzioni senza che nessuna di esse sia nettamente prevalente, rappresentano il 6% del totale (il 9% a livello nazionale), coltivano il 9% della superficie e producono il 6% della produzione.

Sono diffuse principalmente nelle zone di pianura, mentre la scarsa presenza nelle zone collinari e montane è legata alla mancanza di condizioni pedoclimatiche e socioeconomiche adatte alla diversificazione. L'indirizzo misto cede il passo in primo luogo a causa delle conoscenze sempre più specifiche sulle tecniche produttive, che difficilmente consentono all'imprenditore di mantenere produzioni molto diverse tra loro, e alla necessità di avere sufficienti economie di scala per aumentare la produttività, concentrandone i fattori su un numero ristretto di prodotti.

Questa evoluzione appare per certi versi ineluttabile e coerente con la tendenza alla specializzazione che pervade tutti i settori economici. D'altra parte non va dimenticato che con il declino delle aziende miste scompare anche un modo di

fare agricoltura che ha caratterizzato per secoli i sistemi agricoli e che ancora adesso, probabilmente, prevale nell'immaginario collettivo dei non-addetti.

Inoltre non va sottovalutato quanto fosse funzionale l'indirizzo produttivo misto al mantenimento di un certo equilibrio nell'uso delle risorse naturali da parte dell'azienda (le rotazioni, l'utilizzo del letame, le sistemazioni idraulico-agrarie, etc.). Tornare al passato non è possibile e nemmeno ragionevole, ma verificare se esistono delle opzioni produttive che evitino, ad esempio, il trasferimento da una specializzazione aziendale ad una specializzazione territoriale con impatti ambientali a volte molto rilevanti appare più che auspicabile.

Tra gli ordinamenti specializzati la diffusione relativa cambia a seconda del parametro preso in considerazione:

- a) il maggior numero di aziende adotta la specializzazione a coltivazioni permanenti (55%) rappresentata principalmente da viticoltura, peschicoltura e melicoltura e, in misura inferiore, da seminativi (24%), ordinamenti semplificati che possono essere gestiti anche attraverso imprese agromeccaniche e quindi si adattano bene alle piccole aziende;
- b) la superficie è coltivata in primo luogo dalle aziende a seminativo (34%), seguita dalle aziende con coltivazioni permanenti (30%) e dagli allevamenti di erbivori (18%);
- c) la produzione standard raggiunge il suo massimo nelle aziende specializzate in granivori (37%) e in coltivazioni permanenti (30%), produzioni intensive per eccellenza soprattutto nel primo caso dove la superficie coltivata è un fattore marginale per lo sviluppo delle imprese.

Osservando la distribuzione per zone altimetriche si nota una concentrazione elevata di aziende specializzate a coltivazioni permanenti nelle zone collinari che ne caratterizzano fortemente il paesaggio (79% della SAU di collina). Similmente anche le aziende specializzate in erbivori caratterizzano il paesaggio montano (69% della SAU montana) ma la diversa intensità degli indirizzi produttivi modifica la rilevanza economica – misurata dalla produzione standard - per cui anche nelle zone montane la produzione delle aziende con granivori arriva a rappresentare quasi il 50% della produzione complessiva.

La dimensione economica media aziendale varia dai valori minimi delle aziende a seminativo (37.000 euro) a quelli massimi rilevati per le aziende con granivori (1 milione di euro), passando per i valori medio-bassi delle aziende con coltivazioni permanenti (60.000euro). Le aziende ortofloricole, seppure con minime dimensioni fisiche, evidenziano i più alti fabbisogni di manodopera e si collocano ai primi posti per dimensione economica (258.000 euro). I valori elevati riscontrati per le aziende granivore sono dovuti anche al particolare assetto organizzativo che si configura come

prestazione di servizi di allevamento, spesso svincolato dall'attività agricola. Anche le aziende specializzate nell'allevamento di erbivori si caratterizzano per una consistente ampiezza fisica ed economica.

6.1.4.3. PATRIMONIO AGROALIMENTARE E PRODOTTI DI QUALITÀ

Alcuni prodotti tipici della provincia scaligera sono classificati con l'Indicazione Geografica Protetta (IGP). Altri con la Denominazione di Origine Protetta (DOP). Sono annoverati tra i prodotti di qualità ortaggi e frutta.

I marchi di maggiore qualità rilevati nella provincia sono i seguenti:

- Il Monte Veronese D.O.P.;
- Il Grana Padano Dop;
- Il riso Vialone Nano I.G.P.
- Radicchio di Verona IGP;
- Il Marrone di San Zeno D.O.P.;
- Olio extravergine di oliva Veneto D.O.P.
- Pesca di Verona I.G.P.;
- Prosciutto Veneto Berico-Euganeo DOP;

Tra i vini spiccano soprattutto i DOC e le DOCG seguite dalla IGT i cui marchi riportano di seguito:

- Arcole DOC;
- Bardolino DOC;
- Bianco di Custoza DOC;
- Garda DOC;
- Soave DOC;
- Recioto Soave DOCG;
- Terra dei Forti DOC;
- Valpolicella DOC;
- Lugana DOC;
- Lessini Durello DOC;
- Merlara DOC;
- Veneto IGT;
- Verona o Provincia di Verona o Veronese;

Oltre ai prodotti identificati da marchi di qualità vi sono poi produzioni di pregio quali l'asparago, le fragole, il melone, la mela, la Patata dorata dei terreni rossi del Guà, il Cavolo, il tartufo, l'anguria, la zucca etc.

Con specifico riferimento all'area di intervento bisogna evidenziare che non tutti i marchi di qualità possono essere adottati in quanto quest'ultima è esterna alla zona di produzione di buona parte di essi. In particolar modo, compatibilmente con l'uso del suolo, possono essere potenzialmente praticati solo i seguenti:

- Grana padano DOC;
- Il riso Vialone Nano I.G.P.
- Radicchio di Verona IGP;
- Olio extravergine di oliva Veneto D.O.P;
- Pesca di Verona I.G.P;
- Veneto IGT;
- Verona o Provincia di Verona o Veronese;

6.1.5. ANALISI DELLO STATO "POST OPERAM"

Come anticipato precedentemente l'analisi dell'uso del suolo "ante operam" è necessaria sia per individuare le caratteristiche dell'area in cui si inserisce il progetto, che per evidenziare le eventuali interazioni (positive o negative) che il progetto potrebbe avere nel territorio nel quale si inserisce.

Per procedere all'analisi delle superfici per le quali si prevede una variazione di utilizzo (e, quindi, di copertura), è stata delimitata l'area sulla quale sarà fisicamente realizzato il tracciato di progetto. L'estensione areale di tale superficie è stimabile in circa 750.000 m². Su tale superficie l'incidenza del tracciato stradale è pari al 40%, quella delle aree di mitigazione al 41%, quella delle aree di cantiere al 10% e quella dei bacini di laminazione pari al 9%.

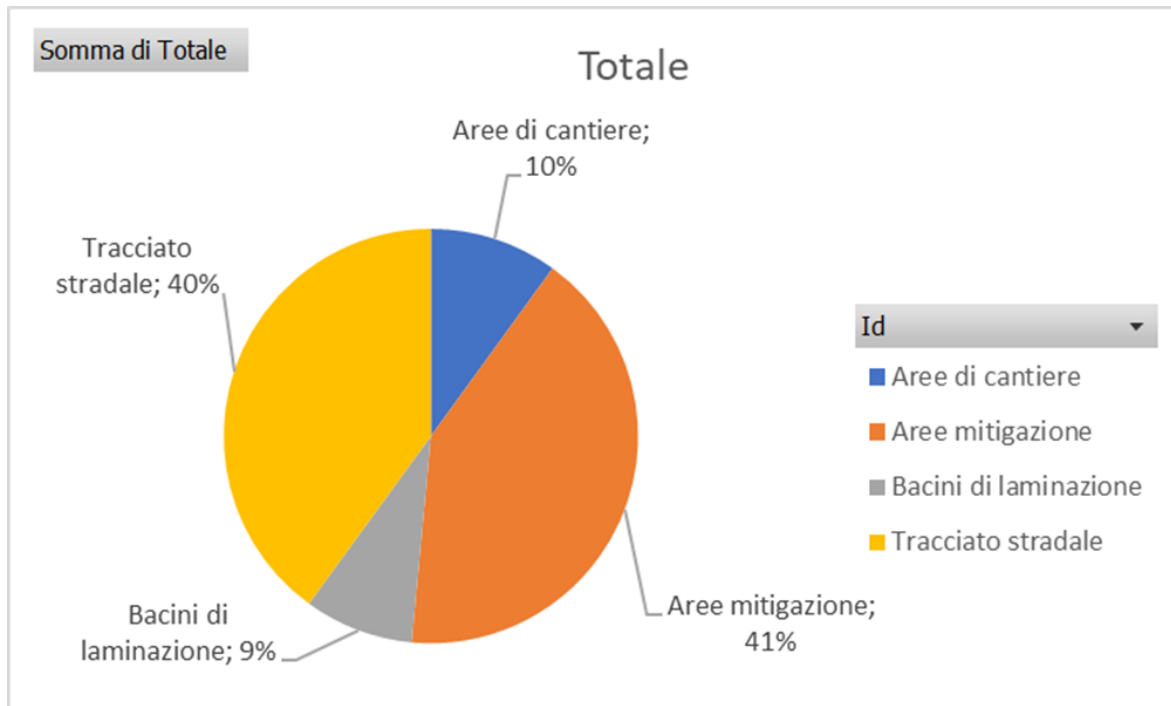


Fig. 2.57 – Grafico relativo all'incidenza delle opere sulla modifica del suolo occupato

Alla luce dei dati derivanti dall'analisi areale è possibile inoltre concludere che:

la copertura della categoria "superfici agricole utilizzate" interferita è stimabile in circa 572.000 m², pari al 76% dell'ingombro totale delle opere e al 1,89% (30.284.467 m²) delle aree presenti nel buffer di indagine considerato;

la copertura della categoria "territori boscati e ambienti semi naturali" interferita è stimabile in circa 41.283 m², pari al 6% dell'ingombro totale delle opere e al 3.52 % (1.171.343 m²) delle aree presenti nel buffer di indagine considerato;

la copertura della categoria "corpi idrici" interferita è stimabile in circa 8.318 m², pari al 1% dell'ingombro totale delle opere e al 1.97% (422.340 m²) delle aree presenti nel buffer di indagine considerato;

la copertura della categoria "superfici artificiali" interferita è stimabile in circa 127.348 m², pari al 17% dell'ingombro totale delle opere e al 1.62% (7865087,49 m²) delle aree presenti nel buffer di indagine considerato;

Si configura quindi una perdita di superficie agricola pari a 572.000 m² di cui circa 50.000 m² destinati alle aree di cantiere che saranno ripristinate al termine dei lavori. Si evidenzia inoltre che circa 250.000 m² della superficie agricola perduta sarà occupata dai ripristini vegetazionali e dalle mitigazioni che prevedono la ricomposizione a verde di parte dell'arteria stradale. Tale ricomposizione comporterà infatti la piantumazione di essenze arboree in corrispondenza degli spazi disponibili nonché il ripristino della vegetazione ripariale in concomitanza con la riconfigurazione dei corsi d'acqua intercettati dal tracciato.

6.2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA

La Pianura Padana è la più grande area pianeggiante dell'intero territorio italiano e, con i suoi 46.000 km², ne occupa circa il 15%. Da un punto di vista geomorfologico (Castiglioni et al., 1997a, b; Castiglioni & Pellegrini, 2001) è principalmente caratterizzata dal sistema meandriforme del fiume Po, dal suo vasto delta e dai suoi tributari che scorrono in sinistra e destra idrografica, alimentati rispettivamente da Alpi e Appennini. Le quote topografiche della Pianura decrescono progressivamente dalle due catene verso il Mar Adriatico, da un massimo di 650 m s.l.m. nel settore sud - occidentale ad un minimo di -5 m s.l.m. nelle aree del delta padano. Il Fiume Po suddivide la Pianura Padana in due zone, con sedimenti superficiali di diversa provenienza e dalle differenti caratteristiche litologiche: il settore settentrionale, correlato al complesso alpino, presenta depositi più grossolani e ricchi in sabbie rispetto a quello meridionale, più argilloso, legato al complesso appenninico (Astori et al., 2002). La staticità della posizione del fiume Po non è per nulla naturale, ma è il risultato della costruzione di argini sempre più massicci. In passato il fiume ha spesso cambiato corso a seguito di grandi esondazioni. In particolare, la posizione del delta del Po è variata in modo significativo per almeno quattro volte negli ultimi 2000 anni, per un totale di alcune decine di chilometri (Carminati et al 2006).

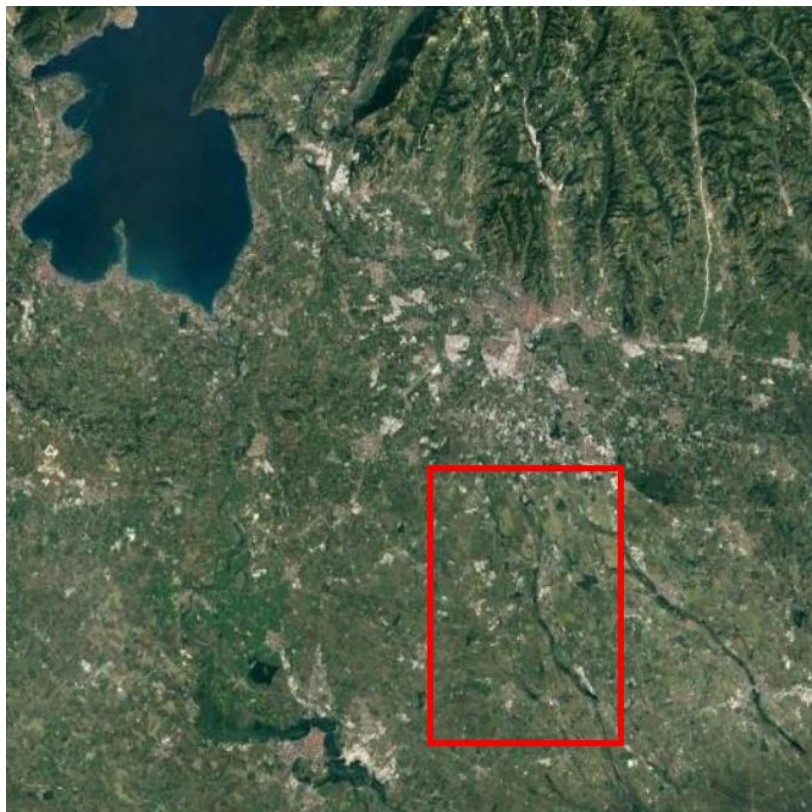


Fig. 2.58 – Area della Pianura Padana in cui è inserito il tracciato di Progetto

Gli elementi conoscitivi necessari per la ricostruzione del modello geologico, geomorfologico, sismico ed idrogeologico sono stati ricavati da: attività di rilevamento geologico e geomorfologico, fotointerpretazione di riprese aeree di epoche diverse e da una importante campagna di indagini geognostiche e geofisiche. Sono inoltre stati utilizzati i dati reperibili in letteratura e quelli desumibili dal confronto con piani e strumenti urbanistici a scala Regionale, Provinciale e Comunale (PAI, PTRC, PTCP, PRG, PAT, RETE NATURA 2000) dei territori interessati.

Nel dettaglio, la campagna di indagini svolta nel corso dell'anno 2021, ha portato alla esecuzione di:

- n. 60 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a profondità che vanno dai 15m a i 40m dal piano campagna in funzione degli obiettivi d'indagine. Per ogni foro di sondaggio è stata prevista la esecuzione di prove SPT, prove pressiometriche, prove di permeabilità del tipo Lefranc e prelievo di campioni indisturbati per analisi e prove di laboratorio. I fori di sondaggio sono stati attrezzati con tubo piezometrico aperto (sigla S00_PZ) o con tubo idoneo alla esecuzione di prospezioni sismiche del tipo down hole (sigla S00_DH);
- n.81 pozzetti esplorativi scavati in trincea con profondità massima di 3m dal piano campagna per la esecuzione di prove di carico su piastra e il prelievo di campioni ai fini di analisi geotecniche e ambientali (sigla PE00);
- n.20 pozzetti esplorativi in aree di deposito terre e rocce di scavo (sigla AD00);
- n. 20 prove penetrometriche del tipo CPTU o SCPTU (sigla CPTU00 o SCPTU00);
- n. 08 prospezioni geofisiche di cui n. 06 HVSR (sigla HVSR00) e n. 02 MASW (sigla MASW00).

Sono stati prodotti nel capitolo dedicato, oltre alla relazione geologica e alla relazione analisi della risposta sismica locale, la documentazione di tutte le indagini geognostiche, geofisiche e ambientali comprese le prove di laboratorio, la loro ubicazione, le carte geologiche generali e di dettaglio, le carte geomorfologiche, idrogeologiche, i profili e le sezioni geologiche, oltre alla relazione sulle gestione delle materie (esplicitata in altro capitolo della presente relazione.

Il tracciato di Progetto interessa una vasta area della lunghezza di circa 15km in direzione Nord-Sud a partire dal territorio di Verona fino al territorio del comune di Isola della Scala. Le carte geologiche a piccola scala quali quelle riportate di seguito danno la possibilità d'inquadrare l'area d'interesse da un punto di visto della geologia e della litologia dei terreni affioranti. Ciò ovviamente sarà poi trattato in modo approfondito sulla scorta dei dati derivanti dalla campagna geognostica eseguita. Dalla cartografia geologica si deduce che il tracciato si svilupperà su terreni di tipo sedimentario di formazione recente dati da depositi alluvionali. Nello specifico, i terreni affioranti sono dati da alluvioni fluvio-glaciali e fluviali da ciottolose a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso giallo rossiccio di ridotto spessore risalenti al Pleistocene, vedi stralcio dal Foglio 49 della Carta Geologica d'Italia.

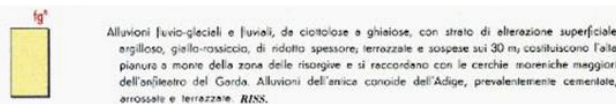
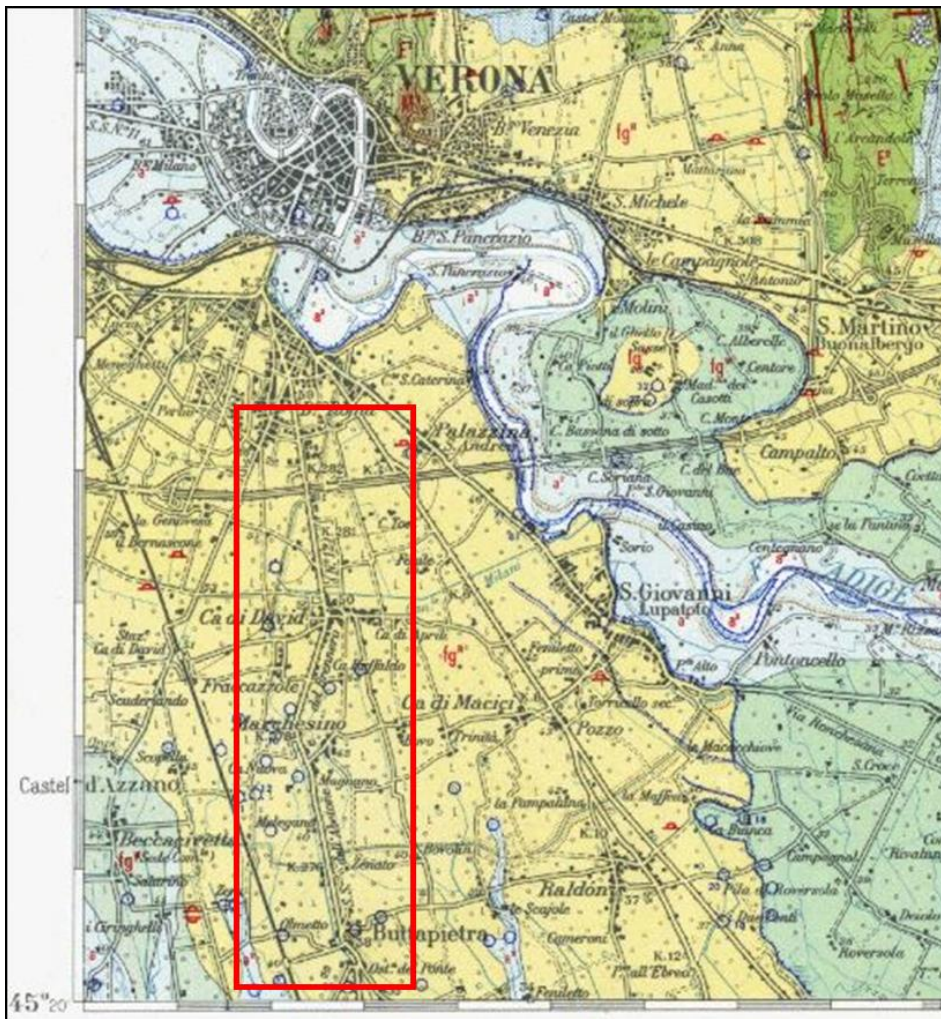


Fig. 2.59 - Stralcio dalla Carta Geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 49 VERONA

A sud di Buttapietra e fino alla fine del tracciato nei pressi di Isola della Scala abbiamo una continuità nei depositi sedimentari anche se le carote estruse attraverso i carotaggi testimoniano la presenza costante di una maggiore frazione limoso argillosa nei primi 3-4 metri e una dimensione granulometrica dei terreni incoerenti più vicina alle sabbie medie che non alle ghiaie ciottolose rilevate nella parte alte del tracciato.

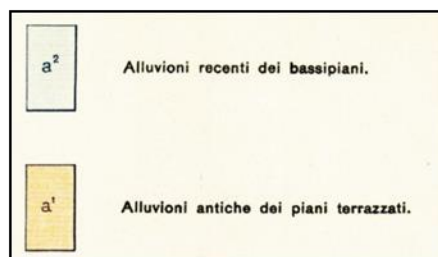
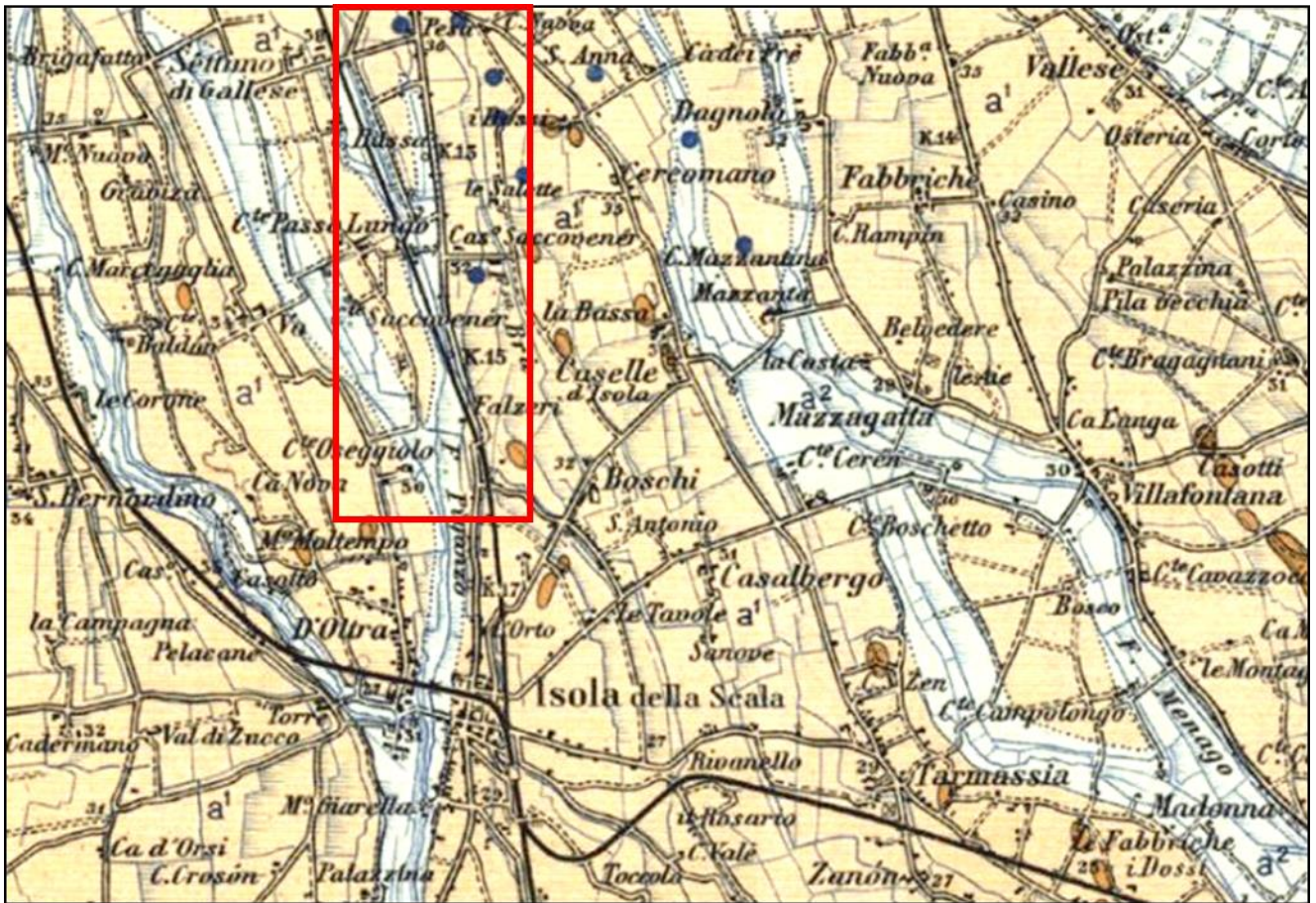


Fig. 2.60 - Stralcio dalla Carta Geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 63 LEGANGO

La uniformità geolitologica e composizionale dei terreni attraversati dal tracciato è anche confermata dalla cartografia di piano a livello comunale e in nello Specifico dai PAT Piani di Assetto del Territorio dei comuni di Verona, Buttapietra e Isola della Scala che sono ubicati rispettivamente all'estremo nord, al centro e all'estremo sud del tracciato di progetto, vedi Relazione Geologica.

6.2.1. CONTESTO SISMICO

Con Deliberazione di Giunta Regionale n. 244 del 09 marzo 2021 è stato approvato il provvedimento di aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche del Veneto, ai sensi dell'art. 65, comma 1, della L.R. 7 novembre 2003, n. 27, elenco che entrerà in vigore decorsi 60 giorni dalla data della sua pubblicazione sul BUR avvenuta il 16 marzo 2021 e quindi in data 15 maggio 2021.

REGIONE DEL VENETO
ALLEGATO A DGR n. 244 del 09 marzo 2021

pag. 1 di 1

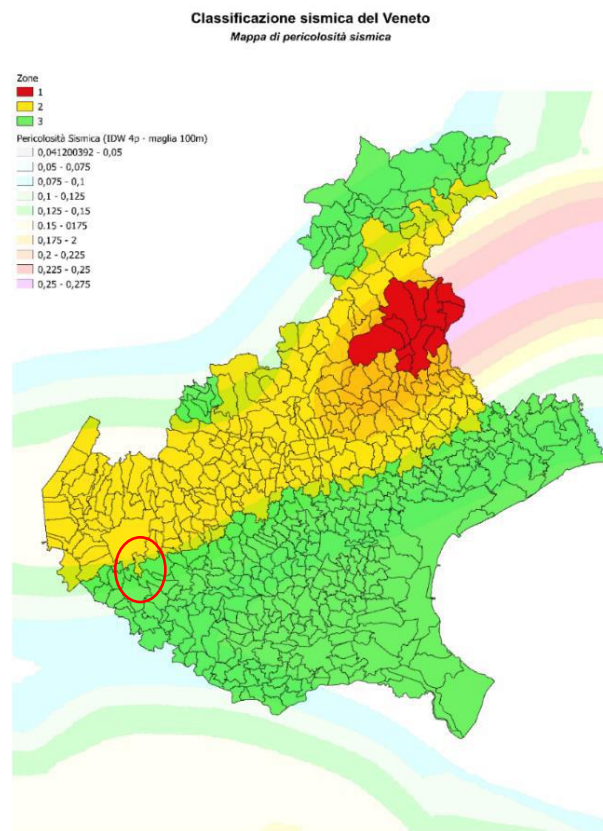


Fig. 2.61 - Allegato A del DGR 244/2021 – Nuova zonazione sismica del Veneto in vigore dal 15/05/2021

Nella tabella sotto riportata è presente un riepilogo dei comuni del Veneto ripartiti per provincia con indicazione della Zona sismica di appartenenza secondo la nuova zonazione sismica e la zonazione approvata dalla Delibera del Consiglio Regionale n. 67 del 3 dicembre 2003. In grigio gli enti comunali che sono stati sciolti per accorpamento ad altro comune o per creazione di nuovi enti comunali, in grassetto i Comuni capoluogo di Provincia.

Progressivo	ISTAT	Comune	Zonazione sismica	Zonazione sismica DCR 67
16	23016	Buttapietra	3	3
21	23021	Castel d'Azzano	3	3
40	23040	Isola della Scala	3	4
91	23091	Verona	2	3
94	23094	Vigasio	3	4

Tab. 2.13 Elenco comuni del Veneto con indicazione della zona sismica di appartenenza

Sono state individuate quattro zone, caratterizzate da quattro diversi valori di accelerazione (A_g) orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A, ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico. Ciascun comune è stato classificato mediante un valore di accelerazione massima del suolo (A_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s, secondo lo schema seguente:

Tabella Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (A_g)
1	$0,25 < a_g \leq 0,35$ g	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g
4	$a_g \leq 0,05$ g	0,05 g

Tab. 2.14 - Valori di accelerazione massima del suolo (A_g)

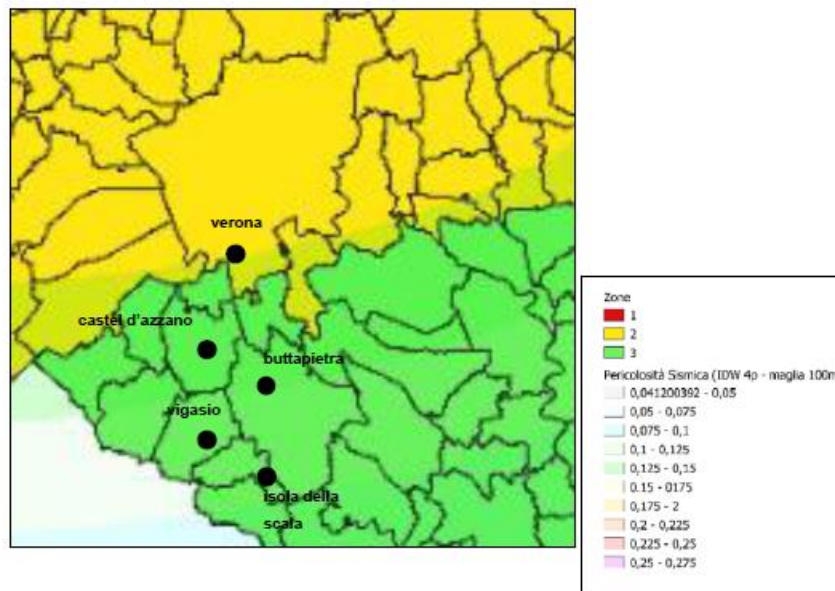


Fig.2.62 - I cinque Comuni interessati dal tracciato risultano in Zona sismica 2 e Zona sismica 3

6.2.2. CONTESTO GEOTECNICO

Negli elaborati geotecnici viene fornita una caratterizzazione dei sistemi geotecnici relativi all'infrastruttura viaria e alle diverse opere che si andranno a realizzare per la sua messa in esercizio. Tale caratterizzazione è finalizzata alla esecuzione delle verifiche geotecniche e strutturali dell'infrastruttura e delle sue opere accessorie.

In tale contesto è richiesta una progettazione esecutiva legata in maniera solidale alla definizione dei modelli geotecnici dei diversi sistemi interessati. Presupposto essenziale per la definizione di tali modelli è dunque la disponibilità di un adeguato quadro conoscitivo supportato da studi geologici e geomorfologici, da analisi idrologiche e da indagini ed analisi geotecniche. Diventa essenziale riuscire a definire le possibili cause di innesco dei dissesti.

Caratteristica essenziale degli interventi deve essere la loro efficacia per un "tempo indefinito". Per raggiungere tale fine è necessario, in sede di progettazione, la previsione di un programma di controllo e di manutenzione degli interventi che si andranno a realizzare che consenta, rispettivamente, di verificarne la funzionalità nel tempo e, se necessario, di ripristinarla.

Si ritiene necessario, per una corretta definizione delle opere, dare corso all'utilizzo del "metodo osservazionale" tipico della geotecnica: sulla base dei dati e delle informazioni che progressivamente si renderanno disponibili, saranno ulteriormente precisati i modelli geotecnici e saranno quindi verificate nel corso della realizzazione le scelte progettuali operate.

Gli obiettivi della progettazione geotecnica sono la verifica delle condizioni di sicurezza globale e locale del sistema opera – terreno, inclusa la determinazione delle sollecitazioni sulle strutture a contatto con il terreno e la valutazione delle prestazioni del sistema nelle condizioni di esercizio.

Tra i dati geotecnici necessari per il progetto delle opere devono essere presi in considerazione la successione stratigrafica, il regime delle pressioni interstiziali, le caratteristiche meccaniche e tutti gli elementi significativi del sottosuolo e delle opere che con esso interagiscono.

Le indagini geotecniche devono permettere un'adeguata caratterizzazione geotecnica del volume significativo di terreno, che è la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera e che influenza l'opera stessa.

Infine la Relazione Geotecnica deve contenere i principali risultati delle indagini e prove geotecniche, descrivere la caratterizzazione e la modellazione dei terreni interagenti con l'opera, e riassumere i risultati delle analisi svolte per la verifica delle condizioni di sicurezza e la valutazione delle prestazioni nelle condizioni di esercizio del sistema geotecnico.

Dalle indicazioni fornite dalla normativa si estraggono i principali contenuti della Relazione Geotecnica:

- una descrizione dei luoghi e dell'opera;
- problemi geotecnici e scelte tipologiche;

- le informazioni geologiche rilevanti;
- programma di indagine e prove geotecniche;
- le caratteristiche dell'opera rilevanti ai fini geotecnici;
- i risultati e l'interpretazione delle indagini e delle misure in sito e in laboratorio;
- caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni e definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici;
- approcci progettuali e valori di progetto dei parametri geotecnici;
- la definizione dei modelli geotecnici, compresi quelli sismici, riguardanti la geometria del suolo e del sottosuolo, la scelta dei modelli di comportamento dei terreni ed i relativi parametri in relazione alle caratteristiche dell'opera;
- piano di monitoraggio e controllo dei sistemi geotecnici in corso d'opera ed in fase di esercizio dell'infrastruttura;
- risultati delle analisi e loro commento.

Nel caso in si faccia ricorso al Metodo Osservazionale la Relazione Geotecnica deve comprendere anche l'illustrazione del piano di monitoraggio, con l'individuazione della strumentazione di controllo e l'individuazione delle possibili soluzioni alternative.

L'elemento fondamentale del Metodo Osservazionale è la istituzione di un adeguato sistema di "monitoraggio" attivo anche in corso d'opera, che ha lo scopo di consentire la misura ed il controllo di alcune grandezze significative, in grado di segnalare tempestivamente se il comportamento osservato sia in linea con le previsioni progettuali, o se bisogna introdurre elementi correttivi nel progetto.

Pertanto tale sistema di monitoraggio deve essere in grado di rilevare le evoluzioni dei fenomeni con adeguato anticipo, rispetto al possibile andamento degli eventi, così da poter porre in atto i necessari interventi correttivi.

Tutto ciò porta anche alla necessità di tempi osservazionali adeguati nella fase di progettazione , in quella di realizzazione interventi, e post-opera realizzata.

È prevista la realizzazione di una nuova infrastruttura stradale della lunghezza di circa 14.40 km che collegherà la città di Verona (ubicata a Nord) con la città di Isola della Scala (ubicata a Sud) attraversando i comuni di Castel'Azzano, butta pietra e Vigasio, costituendo di fatto una completa variante all'attuale sede stradale della S.S. n°12.

Lungo lo sviluppo dell'infrastruttura viaria è prevista la realizzazione di una nuova sede stradale con una sezione tipo di "Categoria C1 - Extraurbana secondaria" del D.M. 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade". Ai soli fini della descrizione del tracciato, l'opera viene suddivisa in quattro tratti, ricompresi fra diverse zone di svincolo:

- a. **Tratto Verona Sud - Svincolo di Via Cà Brusà: sarà realizzato completamente in trincea.**
- b. **Tratto Svincolo di Via Cà Brusà - Svincolo di Castel d'Azzano: sarà realizzato parte in trincea e parte in rilevato.**
- c. **Tratto Svincolo di Castel d'Azzano - Svincolo di Vigasio: completamente in rilevato.**

d. Tratto Svincolo di Vigasio - Svincolo di Buttapietra: completamente in rilevato.

In sintesi il tratto in trincea interessa i primi 2.0 km circa a Nord dove la profondità massima di scavo prevista è pari a 9.0 m, mentre tutto il resto del tracciato principale, per circa 11.0 km, risulta, invece, interamente in rilevato.

Lungo lo sviluppo del tracciato è prevista la realizzazione di una serie di controstrade in parallelo alla nuova viabilità per consentire l'accesso ai fondi agricoli e la manutenzione delle opere irrigue e di scolo. Verranno inoltre realizzate delle opere viarie accessorie necessarie per garantire la continuità alla rete esistente e per migliorare il collegamento della zona industriale e artigianale del comune di Castel d'Azzano alla rete viaria di ordine superiore:

- **Collegamento Z.A.I. di Castel d'Azzano** realizzato in parte riqualificando la sede stradale esistente di Via della Corte Bassa e parte in nuova sede, con una sezione tipo di "Categoria F2 - Locale Extraurbana" del D.M. 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".
- **Collegamento di Via Vigasio** realizzato in nuova sede stradale, con una sezione tipo di "Categoria F2 - Locale Extraurbana" del D.M. 05.11.2001.
- **Collegamento Variante S.P. N°51** sarà realizzato completamente in nuova sede stradale, con una sezione tipo di "Categoria F2 - Locale Extraurbana" del D.M. 05.11.2001.

L'intera infrastruttura stradale sarà interessata dalla realizzazione di numerose opere d'arte (ponti e sottopassi) che consentono la risoluzione delle interferenze con la viabilità stradale e ferroviaria esistente, nonché il superamento delle numerose opere idrauliche presenti sul territorio, prevedendo in alcuni casi anche la deviazione definitiva dell'alveo dei corsi d'acqua. Nello specifico:

- 1. Sovrapasso Le Cave** ubicato alla progressiva 1021.00 km e costituito da uno scatolare per una lunghezza di 16.5 m ed una larghezza di 10.5 m, servirà per consentire la strada di accesso alle cave ed la fabbricato presenti nell'area;
- 2. Sovrapasso La Rizza** ubicato alla progressiva 1192.00 km e costituito da uno scatolare per una lunghezza di 20.0 m ed una larghezza di 10.5 m;
- 3. Sovrapasso Ca Brusà** ubicato alla progressiva 1826.00 km e costituito da uno scatolare per una lunghezza di 23.0 m ed una larghezza di 11.5 m, per consentire la realizzazione del ramo di svincolo bidirezionale;
- 4. Sovrapasso Ca' Di David** ubicato alla progressiva 3481.00 km e costituito da uno scatolare per una lunghezza di 15.0 m ed una larghezza di 10.5 m, per consentire il prolungamento di via Stazione;
- 4b. Sottopasso FF.SS** ubicato alla progressiva 3481.00 km e costituito da monolite a spinta per una lunghezza di 12.0 m ed una larghezza di 11.5 m, per consentire il prolungamento di via Stazione;
- 5. Ponte fosso Campagna 1** ubicato alla progressiva 4712.00 km e costituito da un ponte a spalle inclinate per una lunghezza di 22.0 m ed una larghezza di 12.0 m;
- 6. Ponte fosso Campagna 2** ubicato alla progressiva 5161.00 km e costituito da un ponte a spalle parallele per una lunghezza di 22.0 m ed una larghezza di 12.0 m;

7. **Sottopasso via Scopella** ubicato alla progressiva 5341.00 km e costituito da uno scatolare per una lunghezza di 15.0 m ed una larghezza di 12.5 m;
8. **Scatolare via Scopella** costituito da uno scatolare idraulico per una lunghezza di 6.0 m ed una larghezza di 3.0 m, realizzato su Fosso Campagna 2 a valle del ponte e del sottopasso idraulico esistente sotto la sopraelevata Scopella;
9. **Sovrapasso via Scopella** ubicato alla progressiva 5728.00 km e costituito da uno scatolare per una lunghezza di 12.0 m ed una larghezza di 8.5 m, per consentire la viabilità a servizio di un fabbricato intercluso;
10. **Ponte Alto Agro Veronese** ubicato alla progressiva 6033.00 km e costituito da un ponte per una lunghezza di 44.0 m ed una larghezza di 12.0 m;
11. **Scatolare fosso Casara** ubicato alla progressiva 6425.00 km e costituito da uno scatolare per una lunghezza di 4.5 m ed una larghezza di 3.0 m;
12. **Fosso Campagna 3** costituito da Tubolari (in numero di 2) e muro di sottoscarpa ubicato alla progressiva 6540.00 km;
13. **Sovrapasso Castel D'Azzano** ubicato alla progressiva 6955.00 km e costituito da viadotto per una lunghezza di 70.0 m ed una larghezza di 12.0 m;
14. **Sovrapasso Vigasio** ubicato alla progressiva 8973.00 km e costituito da viadotto per una lunghezza di 70.0 m ed una larghezza di 12.0 m;
15. **Scatolare fosso Basilea** ubicato alla progressiva 10063.00 km;
16. **Sottopasso Cà Bassa** costituito da uno scatolare e ubicato alla progressiva 10375.00 km;
17. **Viadotto San Giorgio (FF.SS)** ubicato alla progressiva 10770.0 – 11510.00 km e costituito da un ponte per una lunghezza di 740.0 m ed una larghezza variabile lungo il suo sviluppo;
18. **Sovrapasso Fosso Nuovo 1** da uno scatolare e ubicato alla progressiva 11350.00 km;
19. **Sovrapasso Fosso Nuovo 2** da uno scatolare e ubicato alla progressiva 11517.00 km;
20. **Sovrapasso Fosso Nuovo 3** Padovano da uno scatolare e ubicato alla progressiva 12361.00 km;
21. **Sovrapasso Fosso Nuovo 4** da uno scatolare e ubicato alla progressiva 12711.00 km;
22. **Sovrapasso fosso Mandella** da uno scatolare e ubicato alla progressiva 13375.00 km.

Sono inoltre previsti la realizzazione di Tubolari sulla scarica del diametro nominale DN1000 alle progressive 1500.00 km e 1662.00 km ed una serie di muri di sostegno in calcestruzzo armato da ubicare lungo tutto lo sviluppo dell'infrastruttura.



Fig. 2.63 - Planimetria di inquadramento generale ed ubicazione delle opere strutturali di maggiore interesse

Per quanto riguarda il corpo stradale della pista principale, delle piste di svincolo e delle rotonde, questo sarà costituito come di seguito riportato:

- il piano di appoggio del rilevato stradale sarà ottenuto tramite uno strato di scoticamento dello spessore di 20.0 cm, da uno scavo di sbancamento dello spessore di 50.0 cm, e dal risanamento della zona di bonifica con uno strato di materiale arido dello spessore di 70.0 cm, posato su un telo di geocomposito che dovrà essere opportunamente risolto;
- i rilevati saranno costituiti in parte da materiale proveniente da cava di prestito appartenente ai gruppi A1, A3, A2-4 e A2-5 ed in parte da materiale proveniente dagli scavi;
- le scarpate dei rilevati, con pendenza del 3/2, saranno rivestite con uno strato di terreno vegetale dello spessore di 30.0 cm per ciascun lato, costipato in corso di esecuzione ed inerbite dopo la sagomatura.

La preparazione del piano di posa del rilevato stradale sarà eseguita con uno strato di bonifica costituito come segue:

- uno strato di scoticamento dello spessore di 20.0 cm, necessario per consentire la pulizia del terreno superficiale;
- uno scavo di sbancamento dello spessore di 50.0 cm, necessario per consentire l'asportazione del terreno argilloso superficiale;
- la stesa di uno telo di geocompositonper il rafforzamento del piano di appoggio, essendo la stratigrafia del terreno tale da non garantire la stabilizzazione del piano d'appoggio del corpo stradale;
- il risanamento della zona di bonifica con uno strato di materiale arido dello spessore di 70.0 cm, costituito da materiale arido (spaccato di cava di dimensioni 10/30 cm), posato sul geocomposito che dovrà essere opportunamente risvoltato.

L'ultimo strato costituente il piano di posa del rilevato stradale, a compattazione avvenuta, dovrà presentare un grado di costipamento con una densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 95% ed un modulo di deformazione, al primo ciclo di carico su piastra (DN30), non inferiore a 15.0 N/mm².

Il rilevato stradale sarà realizzato con le forme e dimensioni definite nelle sezioni tipo di progetto e sarà costituito come segue:

- il rilevato stradale sarà eseguito a strati successivi di spessore uniforme non eccedente i 50.0 cm (dopo il costipamento) e sarà costituito da materiali idonei provenienti da cava appartenenti ai gruppi A1, A3, A2-4 e A2-5, secondo la classificazione CNR-UNI 10006/63, ed in parte da materiali provenienti dagli scavi.
- le scarpate dei rilevati, con pendenza del 3/2, saranno rivestite con uno strato di terreno vegetale dello spessore di 30.0 cm per ciascun lato, inerbite dopo la sagomatura.

L'ultimo strato costituente il piano di posa della fondazione stradale, a compattazione avvenuta, dovrà presentare un grado di costipamento con una densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 95% ed un modulo di deformazione, al primo ciclo di carico su piastra (DN30), non inferiore a 50.0 N/mm².

Nella relazione geoteccnica sono sviluppati:

- L'inquadramento geologico strutturale dell'area;
- La campagna delle indagini eseguite;
- La caratterizzazione geotecnica ed il relativo modello;
- I sistemi geotecncici e i modelli di calcolo.

6.2.3. CONTESTO IDROLOGICO E IDRAULICO

La Relazione Idrologica contiene un breve esame del territorio interessato, che è quello dell'Alto Agro Veronese, già ricadente nell'Autorità di Bacino del Tartaro-Fissero-Canalbianco, oggi confluita nell'Autorità di Bacino del Po.

Sono stati studiate le precipitazioni da assumere nel progetto per determinare le portate di acque meteoriche stradali e quelle di piena dei corsi d'acqua interferenti con la Variante SS 12 in progetto.

Allo scopo sono stati raccolti i dati pubblicati sul sito ARPAV riguardo alla stazione pluviometrica di Buttapietra, baricentrica rispetto al tracciato stradale, eseguendo le elaborazioni secondo Gumbel per ottenere le curve di probabilità pluviometrica (cpp) per le durate inferiori all'ora, da 1 a 24 ore e di più giorni consecutivi, per i tempi di ritorno (Tr) di 5, 10, 25, 50 e 200 anni. Per ciascuna delle distribuzioni calcolate sono stati eseguiti i test del chi quadro e tracciate le fasce fiduciarie. Sempre sulla base dei dati ARPAV, le cpp sono state ottenute anche per la stazione pluviometrica di Valeggio sul Mincio, utile per studiare le portate di piena del Canale Raccogliatore.

Nella seguenti figure si riportano le curve in questione.

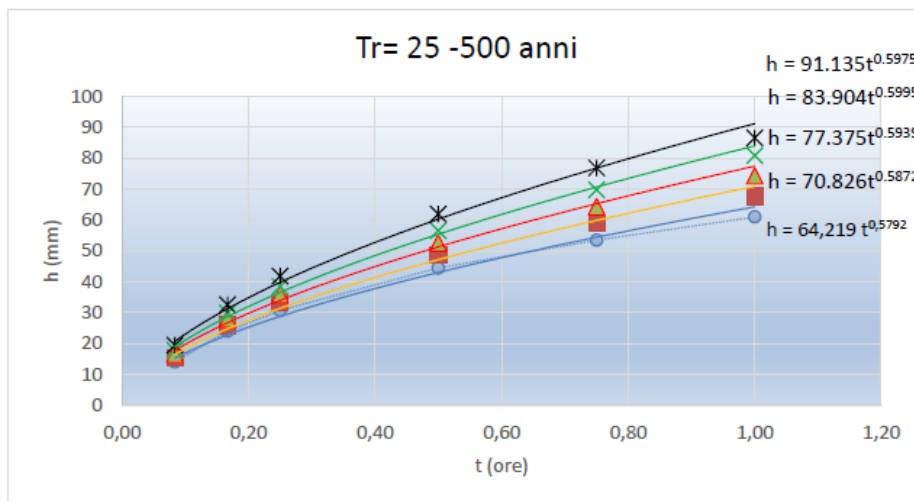


Fig. 2.64a- Pluviografo di Buttapietra - Curve di probabilità pluviometrica per le precipitazioni di durata ≤ 1 h

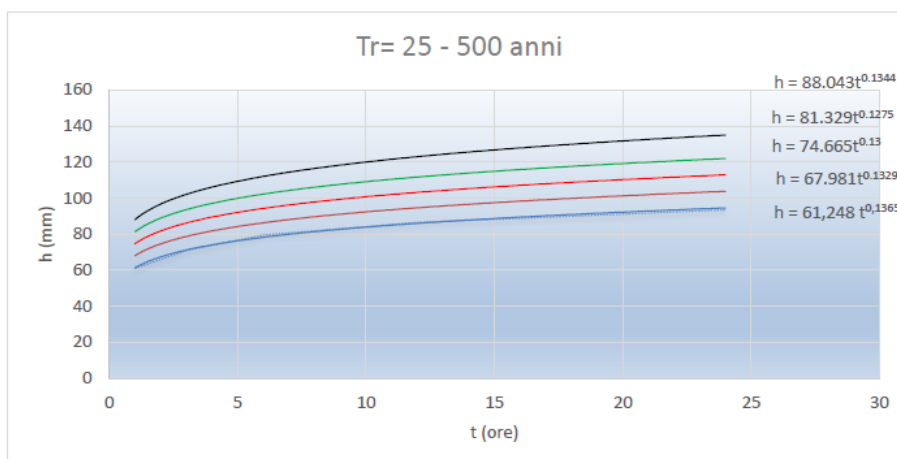


Fig.2.64b - Pluviografo di Buttapietra - Curve di probabilità pluviometrica per le precipitazioni di durata > 1 ora

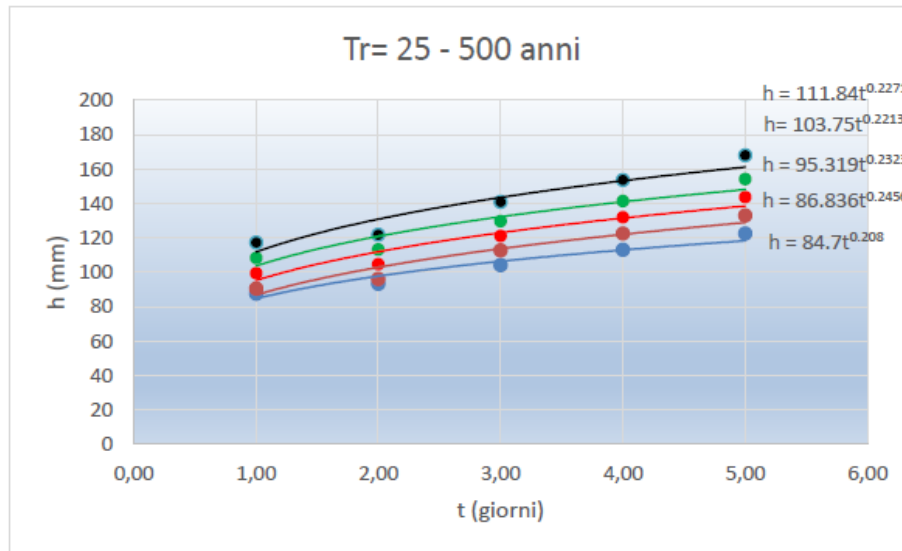


Fig.2.64c - Pluviografo di Buttapietra - Curve di probabilità pluviometrica per le precipitazioni di durata da 1 a 5 gg

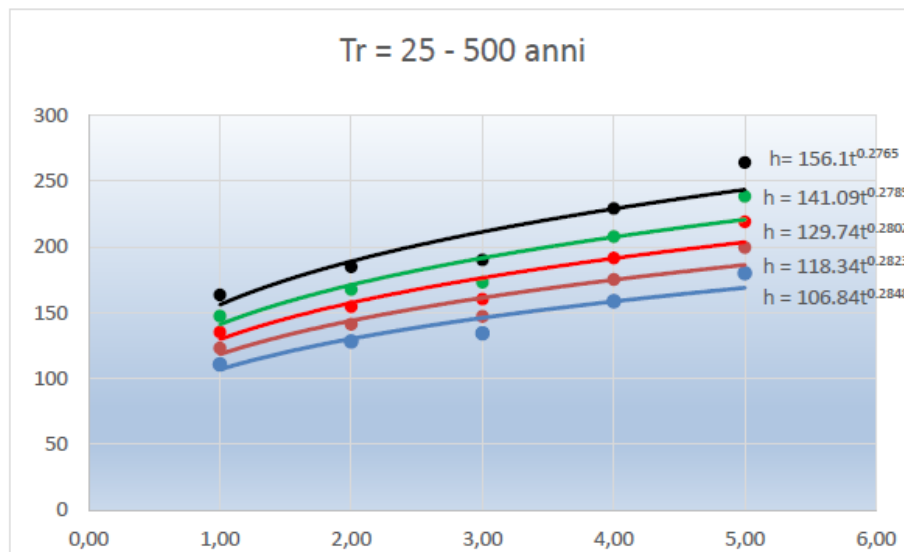


Fig. 2.64d - Pluviografo di Valeggio sul Mincio - Curva di probabilità pluviometrica per le precipitazioni di durata da durata da 1 a 5 giorni

Il territorio interessato è solcato da una complessa rete di fossi naturali e canali di bonifica, alcuni aventi funzione anche di irrigazione. La parte del territorio più a NORD della cosiddetta “fascia delle risorgive” è costituita da terreni essenzialmente ghiaiosi, caratterizzati da forte capacità d’infiltrazione, nei quali non si riconosce una rete di drenaggio naturale. All’interno della fascia delle risorgive, al contrario, si trovano numerosi corsi d’acqua, alimentati appunto dai fontanili o risorgive, che a volte si dividono in due rami, a volte si intersecano e si sovrappassano o sottopassano.

Lo studio delle portate di piena è stato eseguito in prima istanza delimitando i bacini idrografici interessati, i più importanti dei quali sono rappresentati nella seguente figura.

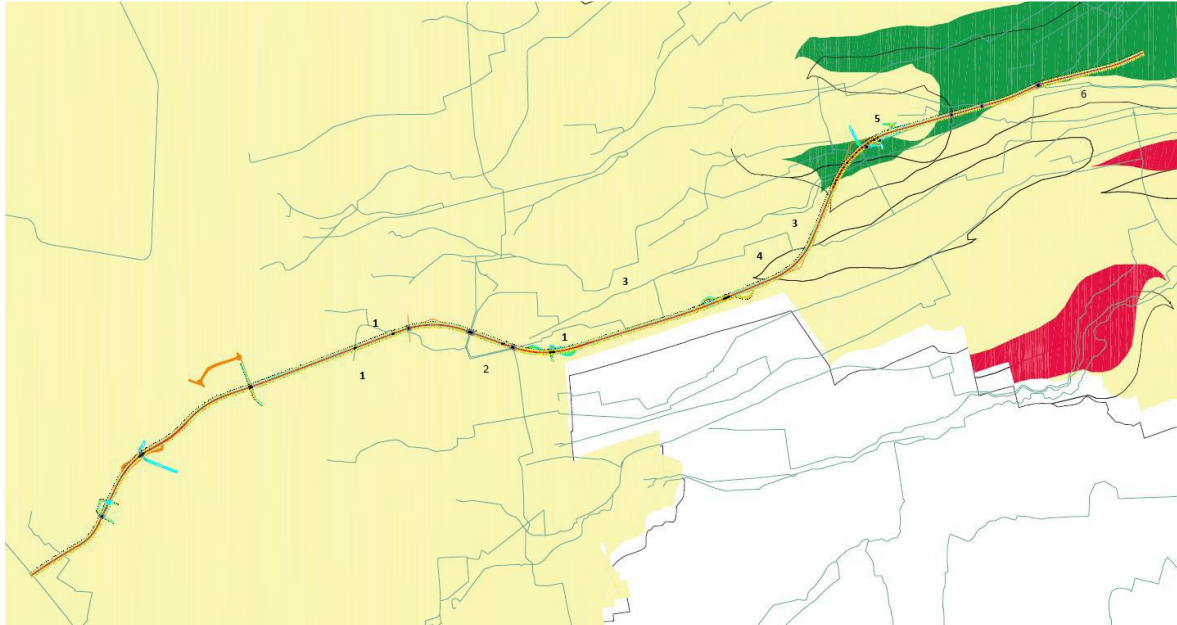


Fig. 2.65 - Rete idrografica principale e permeabilità dei terreni – dal PAI Fissero-Tartaro-Canalbianco- (1: Fosso Campagna; 2: Canale Raccogliatore Principale; 3: Fiume Piganzo; 4: Fosso Basilea; 5: Fosso Campagna; 6: Scolo Mandella. Permeabilità moderatamente alta, da 3,6 a 36 mm/h, in verde, e alta, da 36 a 360 mm/h, in giallo.)

Sono state successivamente determinate le portate di piena, sulla base dei dati morfologici e delle cpp. Allo scopo sono stati impiegati sia il metodo classico della corrivazione, scegliendo le formule del tempo di corrivazione più idonee ai casi in esame, sia il metodo americano SCS. In generale, il metodo SCS ha restituito portate di piena di un 20% inferiori al metodo della corrivazione, che quindi è stato prescelto, in via prudenziale, per determinare le portate di piena. I tempi di corrivazione interessati sono risultati dell'ordine di alcune ore, come in dettaglio si può riscontrare nella tabella seguente. Lo studio del Canale Raccogliatore è stato eseguito considerando le cpp elaborate per Buttapietra e Valeggio sul Mincio, per durate di uno o più giorni consecutivi, e per la determinazione delle portate in questo caso si è prescelto il metodo SCS.

In alcuni casi le portate di base, dovute alle risorgive o agli scoli, presentano valori non trascurabili, che, assieme alle intersezioni tra corsi d'acqua di cui si è detto, hanno dato luogo, a seguito dello studio idraulico, a una variazione del quadro delle portate di piena.

	Tr=25	Tr=50	Tr=100	Tr=200	Tr=500
	Qmax	Qmax	Qmax	Qmax	Qmax
Asse principale	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Fosso Campagna 1	1.55	1.71	1.87	2.03	2.22
Fosso Campagna 2	3.14	3.45	3.77	4.08	4.49
Fosso Campagna 3	2.79	3.08	3.36	3.64	4.00
Fosso Campagna 4	2.22	2.45	2.67	2.89	3.18
Fosso Casara	0.42	0.46	0.51	0.55	0.60
Fiume Piganzo	4.78	5.25	5.72	6.19	6.83
Fosso Basilea	1.61	1.78	1.94	2.11	2.31
Fosso Cappella 1	1.36	0.86	0.94	1.02	1.12
Fosso Cappella 2	0.82	0.91	1.00	1.08	1.18
Fosso Cappella 3	1.01	1.12	1.22	1.33	1.45
Fosso Nuovo	2.13	2.35	2.56	2.78	3.05
Rio Padovano	0.86	0.95	1.04	1.13	1.23
Scolo Mandella	2.20	2.42	2.64	2.87	3.15
Canale raccogliitore	12.27	14.2	15.8	18.19	20.93

Tab. 2.15 - Portate meteoriche calcolate per i fossi naturali

6.2.3.1. RACCOLTA ACQUE STRADALI E INVARIANZA IDRAULICA

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche è stato dimensionato per le precipitazioni con Tr=25 anni con riguardo a quelle provenienti dalla superficie stradale, mentre i fossi di guardia (FDG), il sistema di trattamento delle acque di prima pioggia e i bacini di laminazione o infiltrazione necessari per assicurare l'invarianza idraulica sono stati dimensionati per le precipitazioni con Tr=50 anni.

La raccolta delle acque stradali avviene attraverso dispositivi che si possono raggruppare in quattro casi : rilevato, rilevato con muro di sostegno, trincea, viadotto. Nel primo caso il deflusso delle acque dalla superficie stradale è raccolto da discenderie in embrici; nel secondo e nel terzo da cunette con griglie e relative tubazioni; nel quarto da griglie e bocchettoni collegati a tubazioni. Le acque provenienti dalla superficie stradale, se la loro portata supera quella destinata al trattamento, sono immesse nei fossi di guardia (FDG), mentre quelle provenienti dalle scarpate vi sono sempre immesse.

Il trattamento delle acque di prima pioggia è necessario ai sensi dell' art. 39 **"Acque meteoriche di dilavamento, acque di prima pioggia e acque di lavaggio"**, delle **"Norme tecniche di attuazione"** del **Piano di tutela delle acque della Regione Veneto, Allegato A3 alla deliberazione del C.R. n. 107 del 5/11/2009 e s.m.i.**

Per la separazione delle acque di prima pioggia, gli embrici e le tubazioni elementari recapitano a dei pozzetti dotati di sfioro, che sono collegati da una tubazione che corre parallela FDG. Le acque di prima pioggia, fino a una portata derivante da 5 mm di precipitazione con un'intensità corrispondente al tempo di corrivazione del tratto stradale interessato, vengono raccolte dalla tubazione che collega i pozzetti e avviate a una o più vasche di sedimentazione/disolazione, mentre le acque sfiorate dai pozzetti vengono raccolte dai FDG. A questi è stata assegnata una dimensione costante, a sezione trapezia con 50 cm di base, altezza 75 cm e pareti a scarpa 2/3.

L'intero sistema è stato suddiviso in 14 settori, la portata delle acque di prima pioggia da trattare è stata determinata tenendo conto dei tempi di corrivazione e della superficie stradale drenata, mentre quella dei FDG è stata calcolata con il metodo dell'invaso.

Ai sensi della **Dgr n. 2948 del 6 ottobre 2009** e delle **"Linee Guida per la Valutazione della compatibilità idraulica"**, **redatte dal Commissario delegato per l'emergenza per gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto**, la massima portata imposta in uscita nella configurazione di progetto non potrà essere superiore a quella desumibile da un coefficiente idrometrico di 10 l/s/ha riferito all' area soggetta a trasformazione, qui valutata come area della superficie stradale + area scarpate. E' necessario pertanto impiegare dei bacini di infiltrazione o laminazione. Tenuto conto della necessità di infiltrare non più del 50% del complessivo volume d'acqua meteorica, secondo le citate disposizioni della Regione Veneto, le acque dei FDG verranno addotte a 4 bacini di infiltrazione e 10 bacini di laminazione. Gli stessi bacini riceveranno anche le acque di prima pioggia provenienti dalle vasche di trattamento.

Nella seguente tabella è riportata una sintesi delle portate massime addotte e rilasciate dai singoli bacini.

bacino	tipo	Q piena	Area trasformata	q rilasciata	Area bacino
n.		(l/s)	(ha)	(l/s)	(m²)
1	infiltrazione	654	4.56	48	2400
2	infiltrazione	450	2.02	18	900
3	laminazione	443	3.28	31	900
4	laminazione	776	4.01	40	1800
5	laminazione	350	2.22	21	900
6	laminazione	527	3.27	32	1200

7	laminazione	841	5.22	40	3600
8	laminazione	785	4.12	40	1500
9	laminazione	1106	5.61	40	2400
10	laminazione	712	4.57	40	1980
11	infiltrazione	510	3.11	24	1225
12	laminazione	1180	6.91	62	3600
13	infiltrazione	760	4.49	40	2025
14	laminazione	567	4.05	41	1800
	somme	9661	50.61	517	26230

Tab 2.16 - Portate massime addotte e rilasciate dai singoli bacini.

I quattro bacini d'infiltrazione sono concentrati lungo la prima parte del percorso, e saranno dotati di un filtro disposto sul fondo e sulle pareti, in modo da limitare la portata immessa nel sottosuolo; ad essi viene conferito in tutto il 25 % circa come portata di punta delle acque di provenienza dalla struttura stradale in progetto e rilasciano nel sottosuolo il 25% del totale della portata massima immessa nell'ambiente. La dimensione tipica di questi bacini è di 500 m² per ha di area attiva (0.9*area della superficie stradale +0.5*area scarpate+0.5 area FDG) e la profondità è di 1 m.

Anche per i dieci bacini di laminazione la dimensione tipica è dell'ordine di 500 m² per ha di area attiva, con profondità dell'ordine di 1 m. I bacini di laminazione sono dotati di uno o due dispositivi limitatori di portata tipo HYDROBRAKE, in grado di rilasciare una portata non superiore a quella prevista dalle citate disposizioni della Regione Veneto, cioè 10 l/s/ha di superficie trasformata, il fondo è in blocchi di cls di dimensione tale da resistere alla sottospinta e le pareti sono rese impermeabili con rivestimento in cls. Il recapito finale nei corsi d'acqua avviene al di sopra dei previsti livelli di piena con Tr=50 anni.

6.2.3.2. INTERFERENZA CON I CORSI D'ACQUA

Le interferenze con i corsi d'acqua sono state studiate considerando le portate di piena con Tr=25-50-100-200 e 500 anni indicate nella Relazione idrologica e sommando a queste le portate di base, queste ultime valutate per mezzo dei livelli idrici riscontrati durante i rilievi.

Il software utilizzato è il noto HEC-RAS dell'US ArmyCorps of Engineers – HydrologicEngineering Center – Versione 6.0 Beta 3Di , per moto permanente monodimensionale.

Di seguito si dà una rapida descrizione delle interferenze e dei manufatti.

Il Fosso Campagna attraversa una prima volta il tracciato stradale alla progr. 4687.876 (tratto denominato nel progetto F. Campagna 1), subito a monte di un ponte ferroviario; qui è prevista la costruzione di un ponte a una campata di

lunghezza 22 m tra gli assi delle spalle. Nelle sezioni interessate il franco idraulico è dell'ordine di 4 m. Affiancata al ponte stradale sarà realizzata una passerella di servizio della stessa luce.

Successivamente il F. Campagna attraversa di nuovo la linea ferroviaria (tratto denominato nel progetto F. Campagna 2) e, a valle di questa, il tracciato di progetto alla progr. 5135.754. È prevista anche in questo caso la costruzione di un ponte a campata unica della lunghezza di 22 m tra gli assi delle spalle, con un franco di 2.50 m. Sulla rampa per via Scopella è previsto uno scatolare da 5 x 3.5 m, con un franco di 1.45 m. Inoltre, sulla strada denominata via Scopella, a valle dell'attraversamento suddetto, in sostituzione di un esistente ponticello, è prevista la costruzione di un tombino scatolare di 4.0x 2.0 m.

Il F. Campagna 2, ancora più a valle, sottopassa il Canale Raccoglitore con una tubazione e quindi si divide in due rami, denominati nel presente progetto F. Campagna 3 e F. Campagna 4. La portata di piena del F. Campagna 2 non può essere contenuta se non in minima parte nella tubazione suddetta, pertanto si riversa nel Canale Raccoglitore. A sua volta, il Canale Raccoglitore, non potendo contenere questa portata, la riversa sulla sua destra nel F. Campagna 3.

Quest'ultimo ha un alveo molto ristretto, per cui la portata di piena viene raccolta dal F. Casara. Il F. Casara attraversa la Variante SS12 alla progr. 6402.148 con uno scatolare di 3.0 x 3.0 m, con un franco di 1.58 m.

Per sorpassare il Canale Raccoglitore e il F. Campagna 4 alle progr. 5995.940 è previsto un ponte a campate unica da 46 m tra gli assi delle spalle, in modo da comprendere all'interno anche la pista ciclabile e le piste di servizio per il Consorzio.

Il Fosso Basilea interferisce con il tracciato stradale alla progr. 10049.850 e il manufatto previsto è uno scatolare di 3.0 x 3.0 m, con un franco di 1.87 m.

Il Fosso Nuovo passa sotto il Viadotto S. Giorgio previsto nel progetto della Variante SS 12 alla progr. 11256.453, con un franco di 9.2 m.

Il Fiume Piganzo e il Fosso Cappella 1 vengono leggermente deviati per passare sotto il Viadotto S. Giorgio, previsto nel progetto della Variante SS 12, a una distanza di almeno 5 m dalle pile, come prescritto dal Consorzio; la sezione sarà trapezia con sponde rivestite in pietra e il franco è dell'ordine di circa 11 e 12 m rispettivamente.

Il F. Cappella 2 attraversa due rampe di svincolo (ramo Nord e ramo Sud-Est) con due scotalari, rispettivamente di 4.0 x 2.0 m e 3.0 x 1.70 m con franchi tra 0.80 e 1.0 m. Questi franchi sono ammissibili per i tombini a norma della Circolare n. 7/2019 del 21/1/2019.

Per consentire una distanza di almeno 5 m dalla strada in progetto, il tratto del F. Cappella denominato nel progetto F. Cappella 3 viene deviato alla progr. 11525.000 circa sulla dx idraulica del corso originale, rimanendo sulla dx della strada in progetto percorsa in direzione da Nord a Sud, con un'inalveazione a sezione trapezia, con fondo 4 m e sponde a scarpa 2/1 rivestite in pietra; successivamente, alla progr. 12600.000, il fosso attraversa la strada in progetto con un tombino scatolare 3.0 x 2.0 m con franco di 1.40 m. Da questo tombino il fosso viene deviato sulla sn idraulica del corso

originale, rimanendo alla sn della strada in progetto, e inalveato con la sezione descritta sopra, fino alla progr. 13039.000.

Il Rio Padovana attraversa la Variante SS 12 in progetto alla progr. 12347.881, passando al di sotto del F. Cappella con una tomba-sifone; il manufatto previsto è uno scatolare di 4 x 2.0 m .

Lo scolo Mandella viene deviato sulla sinistra idraulica del corso originale alla progr. 12700.000 circa, sempre allo scopo di mantenere una distanza di 5 m dalla strada in progetto, con un' inalveazione in sezione trapezia con fondo 2 m e sponde a scarpa 2/1, in c.a. e rivestite in pietra; il fosso passa al di sotto del F. Cappella e prosegue fino alla progr. 1308.000 dove attraversa la Variante SS 12 in progetto con uno scatolare 3.0 x 2.0 m, mantenendosi poi sempre alla dx della strada (percorsa da Nord a Sud) con inalveazione fino alla progr. 13450.000 circa.

Nella Relazione Idraulica e nelle allegate Planimetrie sono contenute le necessarie informazioni di dettaglio, oltre ai calcoli idraulici. Nella presente relazione si riporta solo la tabella con la sintesi delle caratteristiche dei manufatti.

Riguardo ai particolari costruttivi, per il F. Piganzo, il Fosso Cappella e lo Scolo Mandella, nei tratti che vengono deviati, è previsto il rivestimento delle pareti in pietra trachitica, come prescritto dal Consorzio (v. Particolari costruttivi).

Per quanto riguarda i tombini, a monte di ciascun manufatto verrà realizzato un taglione in cls di profondità -0.80 m dal piano di scorrimento. A monte e a valle dei tombini sono previsti opportuni tratti di raccordo del tipo "a cuneo", per una lunghezza pari a 10 m, con fondo e pareti rivestite con lastre di cls armato con rete metallica e ricoperte in pietra trachitica liscia sigillata con malta (vedasi l'elaborato Particolari costruttivi).

Il sottopasso del Fosso Mandella verrà realizzato come i tratti di raccordo, salvo la differenza di quota tra sezione iniziale e sezione centrale del tratto, che nel caso sarà di 1.85 m.

	Interferenza	Progr.	Q calcolo Tr=200 anni	Manufatto	Quota fondo	Quota livello idrico al Tr = 200 anni	Quota minima intradosso	Franco
Asse principale			m ³ /s			m s.l.m.	m	m
Fosso Campagna 1	Variante SS12	4687.876	2.53	Ponte 1 campata 22 m	39.90	41.08	45.23	4.15
Fosso Campagna 1	Ponte di servizio	4687.876	2.53	1 campata 22 m	39.92	41.05	43.01	1.96

Fosso Campagna 2	Variante SS12	5135.754	6.08	1campata da 22 m	39.99	41.31	43.85	2.54
Fosso Campagna 2	Sottopasso via Scopella	Fuori asse	6.08	Scatolare 5 x 3.5 m	39.77	40.82	42.27	1.45
Fosso Campagna 2	Via Scopella	Fuori asse	6.08	Scatolare 4 x 2 m				
Canale Raccogliore	Variante SS12	5995.940	9.00	Ponte a campata unica da 46 m	38.80	40.76	45.27	4.51
Fosso Campagna 4	Variante SS12	5995.940	0	Ponte a campata unica da 46 m	39.4	0.00		
Fosso Campagna 3	Variante SS12	6511.150	0	Tubolare Da 2000 mm	39.172	0.00		
Fosso Casara	Variante SS12	6402.148	6.08	Scatolare 3x3	37.35	38.86	40.35	1.58
Fosso Basilea	Variante SS12	10049.85 0	2.61	Scatolare 3x3	32.62	31.49	34.49	1.87
Fiume Piganzo	Variante SS 12	10896.45 3	3.61	Viadotto S. Giorgio	28.19	29.33	40.30	10,9
Fosso Cappella 1	Variante SS 12	10976.45 3	1.62	Viadotto S. Giorgio	29.32	30.23	42.31	12.0
Fosso Cappella 2	Via San Giorgio	310.802	1.68	Scatolare 4x2	29.16	30.12	31.16	
Fosso Cappella 3	Rampa 13	11.132	1.93	Scatolare 4x2	29.15	30.07	30.85	
Fosso Cappella 3	Variante SS 12	12600.00 0	1.93	Scatolare 4x2	28.10	28.72	30.12	1.4
Fosso Nuovo	Variante SS 12	11256.45 3	3.28	Viadotto S. Giorgio	30.52	31.80	41.00	9.2

Rio Padovana	Variante SS 12	12347.88 1	1.63	Scatolare 4x2	27.4	27.90	29.40	
Scolo Mandella	Variante SS 12	13080.44 0	2.84	Scatolare 3x2	30.51	29.31	28.01	

6.2.3.3. QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Lo stato chimico attuale della prima falda corrisponde al risultato di anni di sfruttamento con un inquinamento influenzato in modo determinante dai contaminanti rilasciati nella zona di ricarica dell'alta pianura. Il "Rapporto sullo stato dell'ambiente della provincia di Verona" (anno 2006, ARPAV e Provincia di Verona) riporta appunto un'analisi sulla qualità dell'acqua sotterranea di prima falda basata sul monitoraggio di circa 200 pozzi artesiani e freatici diffusi sul territorio provinciale compreso tra la fascia di ricarica degli acquiferi e la bassa pianura. Si tratta di un monitoraggio diffuso su gran parte del territorio provinciale, pertanto non legato ad eventi di inquinamento o di pericolo di inquinamento, in grado di fornire una indicazione complessiva della distribuzione dei principali elementi caratterizzanti le acque. L'obiettivo è quello di aumentare il livello di conoscenza sullo stato qualitativo della acqua sotterranea presenti nei livelli più superficiali del sottosuolo, più direttamente influenzabili dall'uomo. In particolare e finite "inquinanti": Ammoniaca, Alcalinità, Calcio, Cloruri, Conducibilità, Magnesio, Manganese, Mercurio, Nitrati, Nitriti, PH 20°C, Piombo, Potassio, Rame, Sodio, Solfati, Tri e Tetracloroetilene, Trialometani, Antimonio, Arsenico, Cadmio, Nichel, Ossidabilità di Kubel.

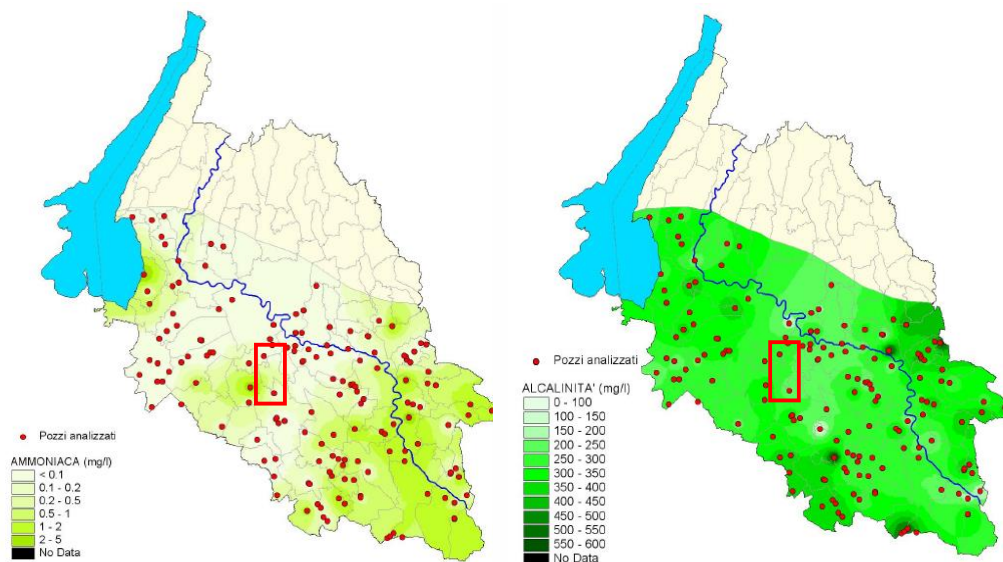


Fig. 2.66 - Elaborazioni cartografiche della distribuzione delle sostanze indagate dal "Rapporto sullo stato dell'ambiente della provincia di Verona" (anno 2006, ARPAV e Provincia di Verona)

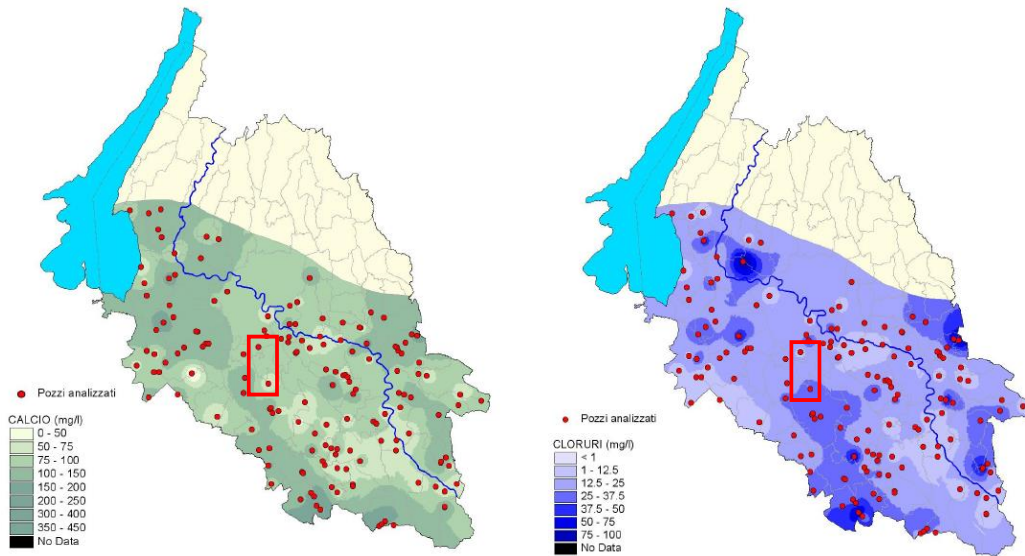


Fig. 2.67- Elaborazioni cartografiche della distribuzione delle sostanze indagate dal "Rapporto sullo stato dell'ambiente della provincia di Verona" (anno 2006, ARPAV e Provincia di Verona)

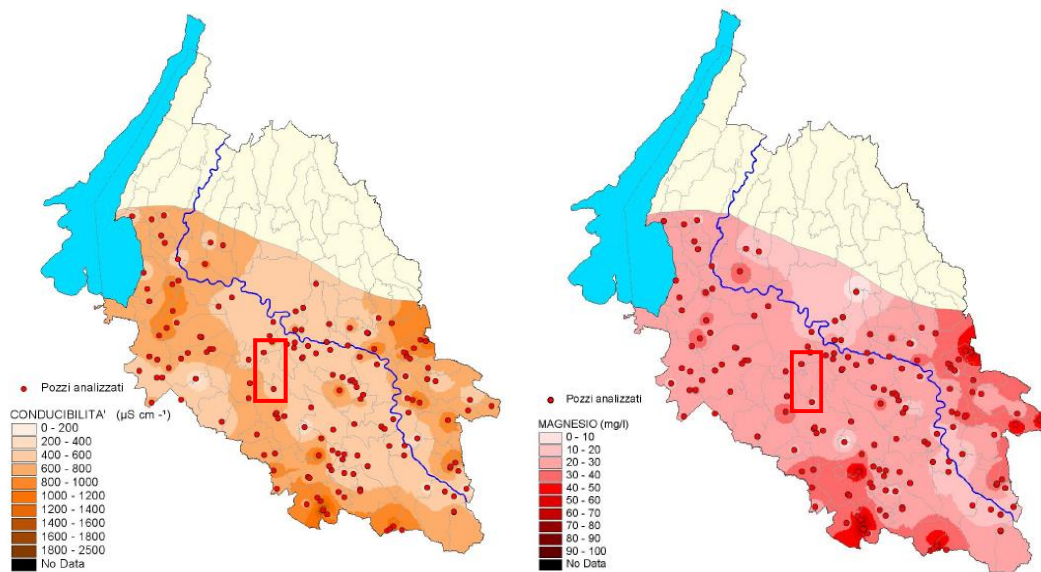


Fig. 2.68 - Elaborazioni cartografiche della distribuzione delle sostanze indagate dal "Rapporto sullo stato dell'ambiente della provincia di Verona" (anno 2006, ARPAV e Provincia di Verona)

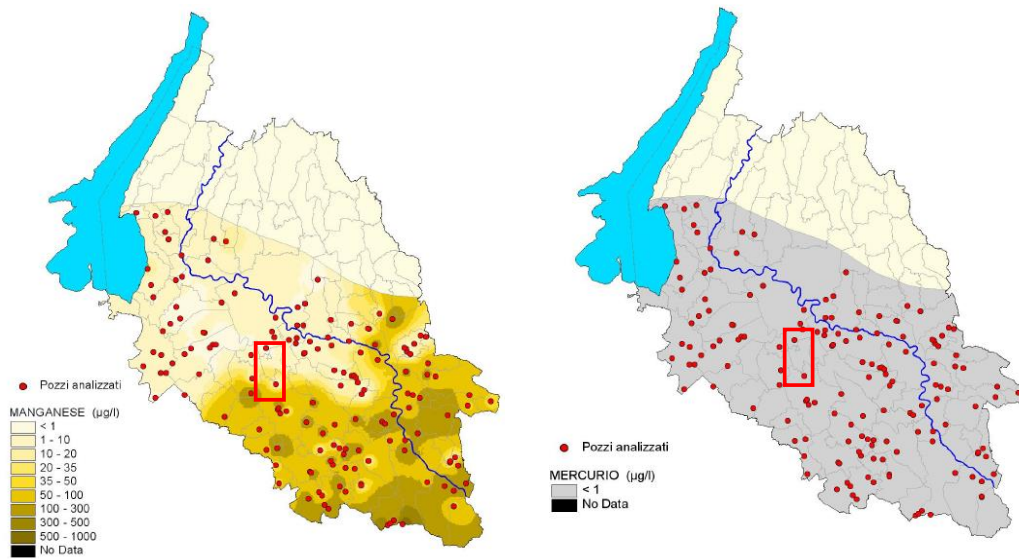


Fig. 2.69- Distribuzione delle sostanze indagate dal "Rapporto stato dell'ambiente Provincia di Verona" (2006) - ARPAV e Provincia di Verona

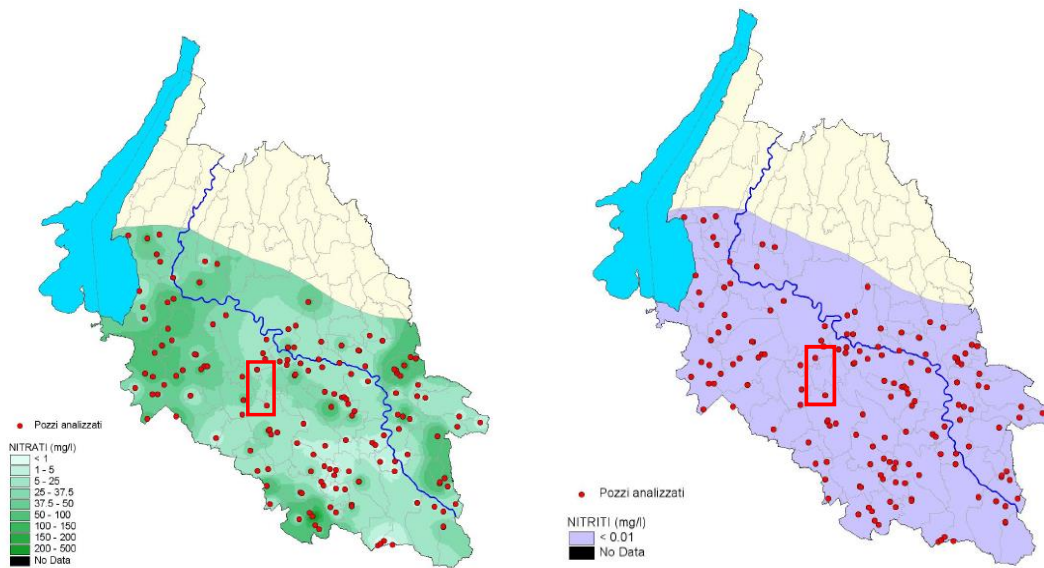


Fig. 2.70 - Distribuzione delle sostanze indagate dal "Rapporto stato dell'ambiente Provincia di Verona" (2006) - ARPAV e Provincia di Verona

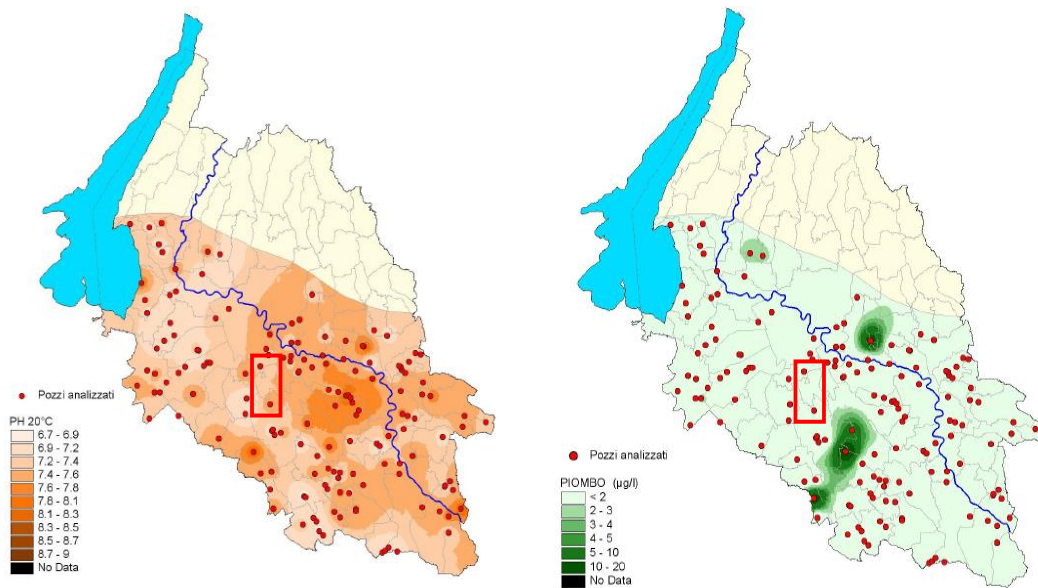


Fig. 2.71 - Distribuzione delle sostanze indagate dal "Rapporto stato dell'ambiente Provincia di Verona" (2006) - ARPAV e Provincia di Verona

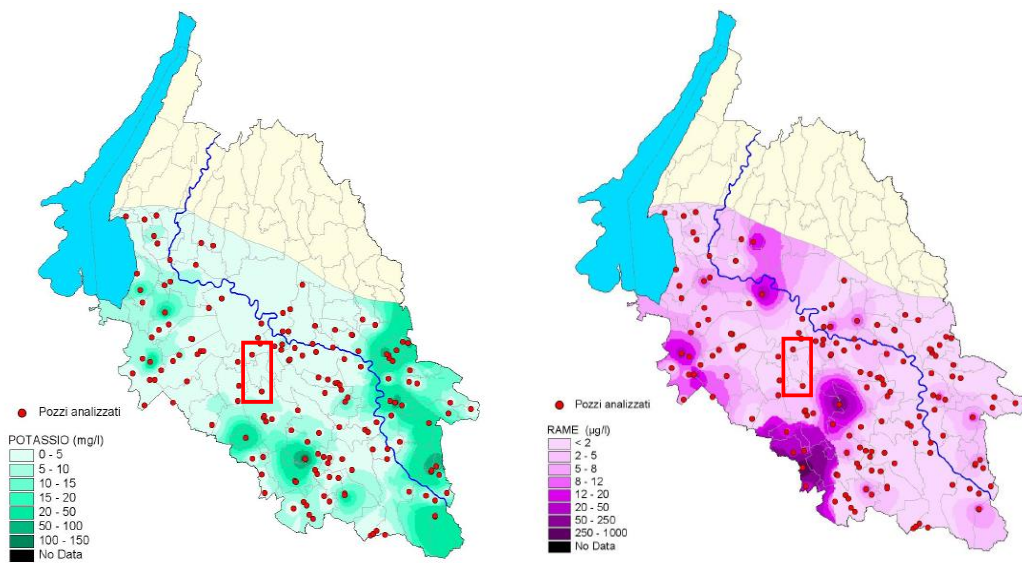


Fig. 2.72 - Distribuzione delle sostanze indagate dal "Rapporto stato dell'ambiente Provincia di Verona" (2006) - ARPAV e Provincia di Verona

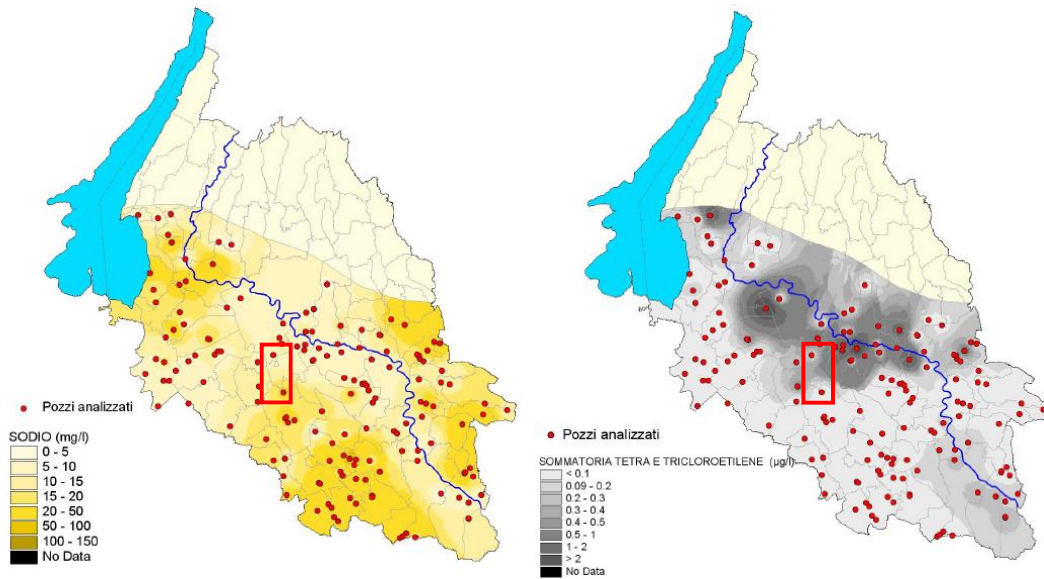


Fig. 2.73 - Distribuzione delle sostanze indagate dal "Rapporto stato dell'ambiente Provincia di Verona" (2006) - ARPAV e Provincia di Verona

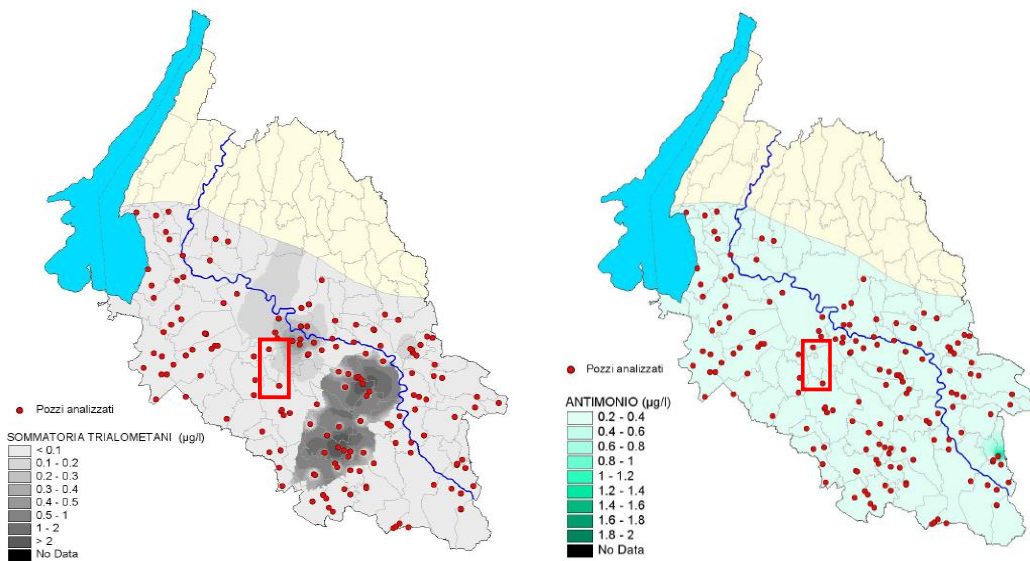


Fig. 2.74 - Distribuzione delle sostanze indagate dal "Rapporto stato dell'ambiente Provincia di Verona" (2006) - ARPAV e Provincia di Verona

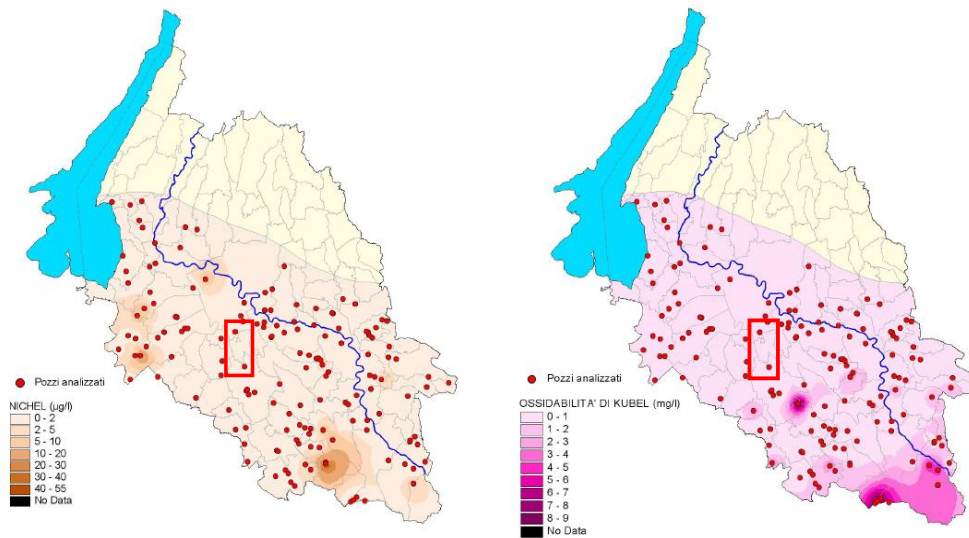


Fig. 2.75 - Distribuzione delle sostanze indagate dal "Rapporto stato dell'ambiente Provincia di Verona" (2006) - ARPAV e Provincia di Verona

Dallo studio emerge una distribuzione areale di alcuni tipi di contaminanti di origine antropica (quali ad esempio nitrati e solventi organoclorurati), nonché la diffusione nelle acque di alcuni contaminanti riconosciuti come naturali (Arsenico, Ferro, Manganese, Ammoniaca) riscontrabili maggiormente nella Media e Bassa Pianura Veronese. Le elevate concentrazioni di Ammoniaca, Manganese e Arsenico, che in modo discontinuo si riscontrano in tutto il territorio a Sud - Est di Isola della Scala e Bovolone, derivano da fattori geologici a seguito della presenza nel sottosuolo di torba e argilla. **Per quanto concerne l'area in oggetto, essa presenta una buona qualità dell'acqua sotterranea, con valori di inquinamento in linea con quelli relativi alla media provinciale.**

7. FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI

7.1. CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE

L'ambito di intervento è caratterizzato da un mosaico paesistico dominato da aree agricole di pratica intensiva, coltivazioni stagionali, orticole, serre e risaie, frammiste a centri abitati e zone commerciali-artigianali collegate da una rete viaria extraurbana e ferroviaria di valenza sovregionale.

In tale contesto estremamente artificializzato si possono, tuttavia, ritrovare elementi di naturalità diffusa, i quali rappresentano un freno al processo di frammentazione, se non di completa scomparsa, della variabilità ambientale necessaria a mantenere la funzionalità dei sistemi ecologici e dei sistemi agricoli stessi.

In ragione della forte frammentazione delle formazioni naturali nei sistemi agricoli di pianura, la valutazione dei potenziali impatti a carico delle componenti naturalistiche ed ecologiche del territorio si ritiene vada riferita al sistema ecologico d'area vasta poiché interventi anche puntuali su specie ed ecosistemi possono ripercuotersi sulla funzionalità complessiva ambientale.

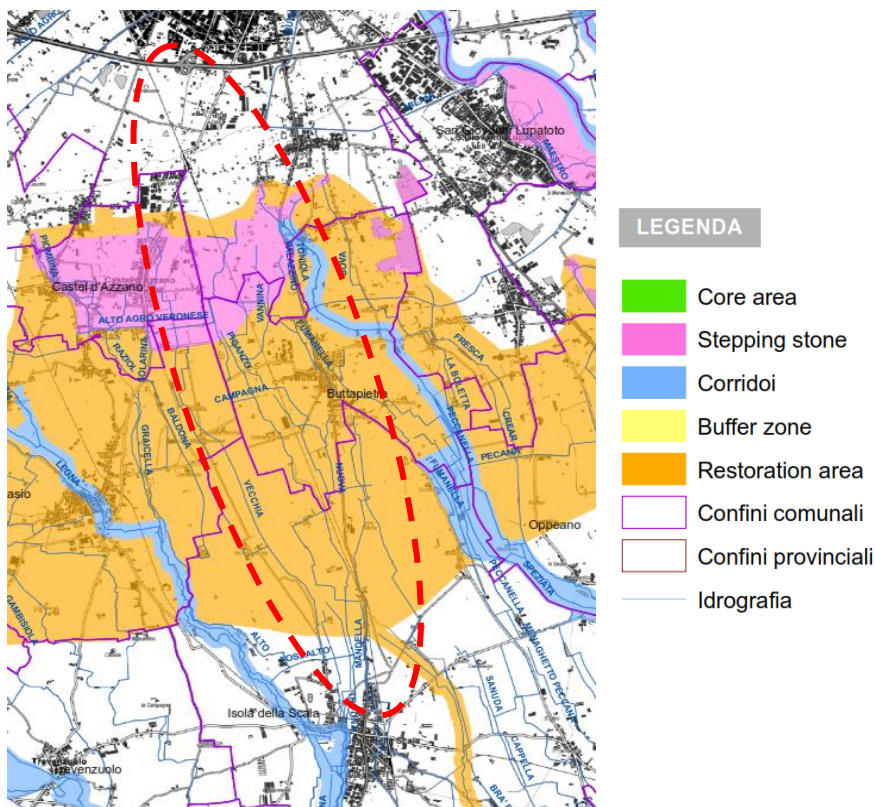


Fig. 2.76- Estratto della Carta per lo Studio del Sistema Ecorelazionale Provinciale (Provincia di Verona, 2009)

In tale ottica risulta efficace riferire l'analisi al sistema ecorelazionale provinciale proposto nel PTCP della provincia di Verona, il quale evidenzia nell'ambito di intervento la presenza di alcuni elementi ecologici di interesse per la rete provinciale, tra cui:

- la fascia delle risorgive, cui viene attribuito il ruolo di "area di rinaturalizzazione", ovvero di area dotata di elementi ambientali che, se implementati e valorizzati, possono efficacemente contribuire alla funzionalità della rete ecologica provinciale;
- il sistema di risorgive posto nei territori di Verona e Buttapietra, quale "isola di naturalità", in quanto luogo di rifugio e stazionamento di specie animali;
- il sistema di corsi d'acqua che afferiscono a Est al fiume Menago e ad Ovest al fiume Tione, quali corridoi ecologici principali. Il secondo, origina per altro dalle risorgive site nel vicino comune di Povegliano Veronese e riconosciute quale Sito di Interesse Comunitario e Zona di Protezione Speciale.

7.2. ECOSISTEMI

Nell'area di intervento gli ecosistemi appartenenti al sistema ecorelazionale provinciale sono di tipo acquatico e ripariale e principalmente riconducibili alle formazioni di risorgiva.

La descrizione idrologica degli ecosistemi di risorgiva che segue deriva dallo studio condotto nel 2002 dalla Provincia di Verona. La fascia delle risorgive si colloca lungo una linea ideale che si estende dal Piemonte al Friuli. Essa ha una larghezza variabile fra i 2 ed i 30 km e corrisponde, in generale, al punto di contatto fra le alluvioni permeabili (ghiaiose) dell'Alta Pianura e quelle più fini e meno permeabili della Media Pianura.

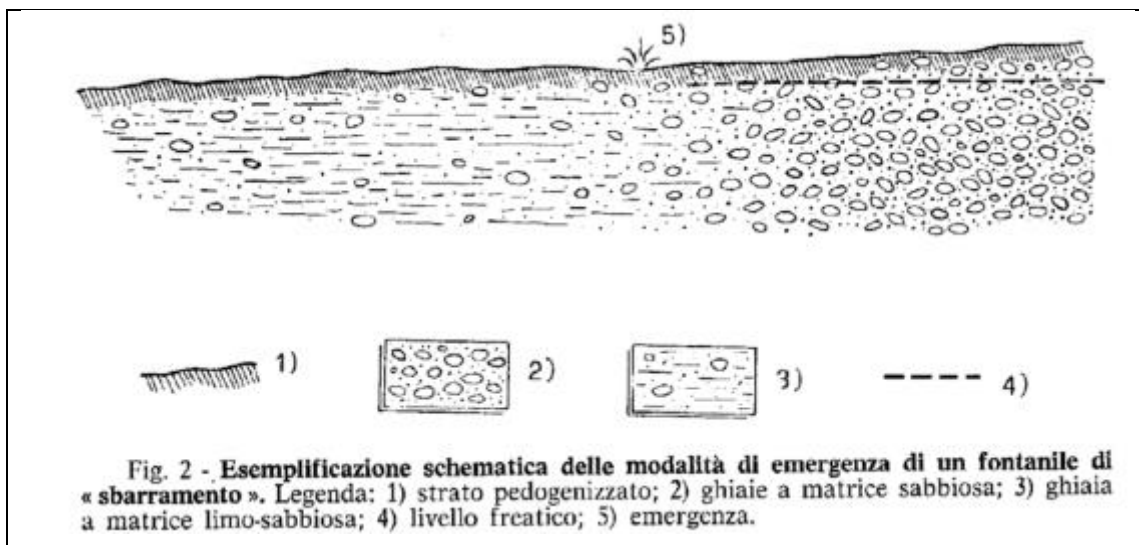


Fig. 2.77 - Schema di formazione delle risorgive

Da tale fascia ("fascia dei fontanili") traggono origine i principali corsi d'acqua della Pianura veronese.

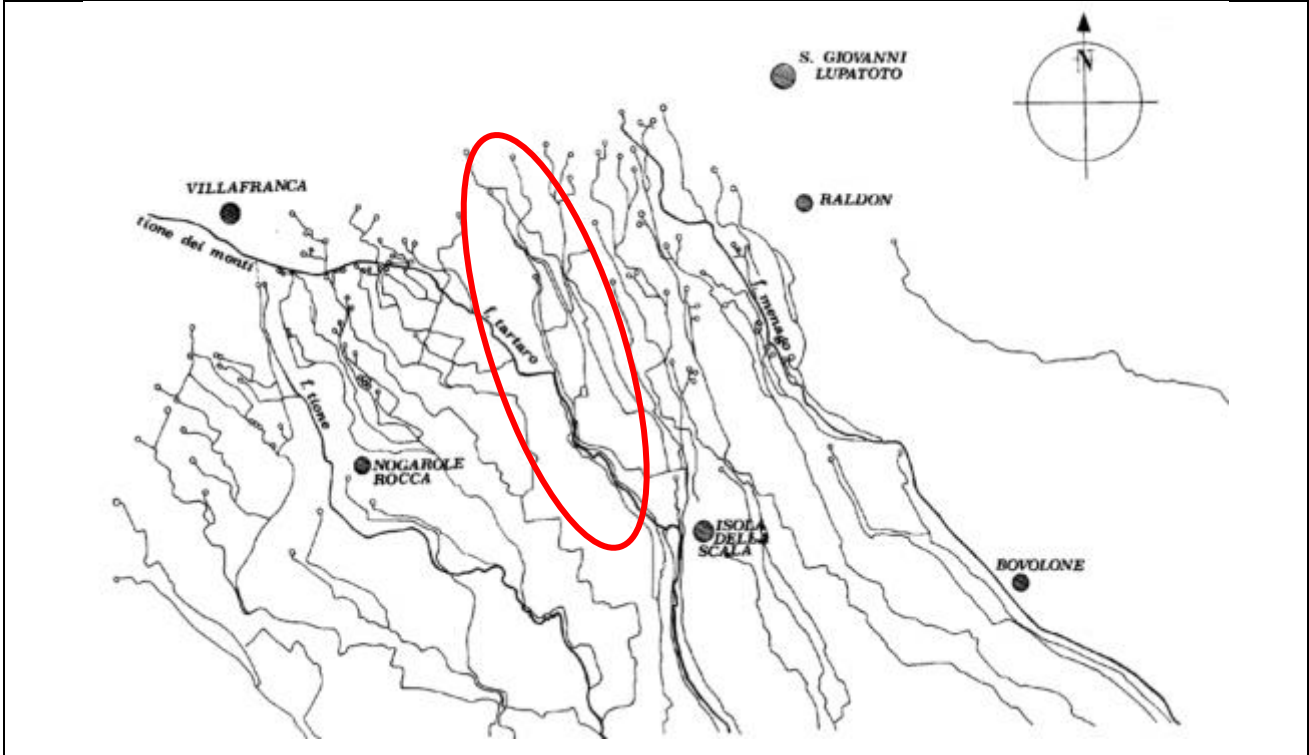


Fig. 2.78 - Distribuzione delle risorgive e del sistema idrico superficiale da esse derivante in provincia di Verona.

Le acque sotterranee che le alimentano presentano un regime tipico in cui si riscontra un'unica fase di piena estiva ed una magra primaverile, con un certo sfasamento tra l'alta e la media pianura. Studi basati su varie campagne di misura di portata effettuate tra il 1978 ed il 1988, hanno indicato in 11.5 m³/s la portata media annua (Dal Pra e De Rossi, 1989).

L'espansione sull'attuale pianura dei materiali alluvionali, relativamente recenti ed in grande prevalenza grossolani e permeabili, è avvenuta su terreni più antichi prevalentemente impermeabili per uno spessore non inferiore mediamente ai 200 m. In termini del tutto generali possiamo dire che il limite fra queste due unità geologiche è definito a Sud dalla fascia delle risorgive che, senza soluzione di continuità, determina il passaggio dall'alta alla bassa pianura (Antonelli e Stefanini, 1982).

La fonte principale di ricarica degli acquiferi è rappresentata dal fiume Adige, che vi contribuisce per i 2/3, non solo tramite le dispersioni dirette dall'alveo, ma anche tramite una falda di subalveo. La ricarica avviene prevalentemente nella zona apicale del conoide (Antonelli, 1989).

Le acque dei fontanili, come diretta conseguenza della loro origine sotterranea, presentano caratteristiche fisico-chimiche ed idrologiche peculiari, che influenzano anche gli aspetti biologici. Sono infatti caratterizzate da una limitata

escursione termica annuale, da una notevole limpidezza, da una certa costanza della composizione chimica e da una portata relativamente stabile. Tali caratteristiche condizionano fortemente il popolamento vegetale ed animale di questi ambienti, determinando la presenza di elementi di notevole interesse floristico e faunistico.

L'evoluzione naturale comporta tuttavia il progressivo interrimento delle polle d'acqua, a causa degli accumuli dei resti di vegetazione sul fondo.

Il mantenimento delle condizioni ecologiche ottimali, a maggiore biodiversità è assicurato dalla periodica manutenzione del fontanile, con la rimozione della vegetazione accumulata ("spurgo").

Residuo fisso a 180°C	0.276-0.381 g/l
Durezza totale	13.0-18.7 °dT
Sodio (Na)	4.32-9.92 mg/l
Potassio (K)	2.32-8.32 mg/l
Magnesio (Mg)	16.5-22.6 mg/l
Calcio (Ca)	64.5-103 mg/l
Stronzio (Sr)	0.12-0.30 mg/l
SO ₄	28-43 mg/l
SiO ₂	8.4-12.7 mg/l

Tab.2.17 - Composizione chimica delle acque dei fontanili veronesi (Antonelli e Stefanini, 1982)

Il medesimo studio del 2002 ha permesso di censire e valutare lo stato di qualità ecosistemica delle risorgive della Provincia di Verona (Modena ealtri, 2002).

Lo stato di qualità è stato valutato tramite un Indice di Funzionalità della Risorgiva (I.F.R.) modificato dall'I.F.F. (Indice di Funzionalità Fluviale) e basato su una serie di rilevazioni condotte tramite una scheda di analisi *in situ*:

- stato dell'ambiente circostante;
- stato dell'area di rilievo (sito di risorgiva);
- stato delle ripe;
- stato della risorgenza;
- stato della vegetazione (varietà e struttura);
- elementi di degrado (presenza di elementi puntuali di degrado e/o di impatti legati
- ad usi impropri).

Il punteggio risultante dalla compilazione della scheda permette di classificare la funzionalità ecosistemica della risorgiva come: ottima, buona, scarsa, pessima.

Nello studio del 2002 risultava che la maggior parte dei fontanili veronesi presenta una qualità "scarsa", solo 16% una qualità "buona", mentre nessuno arriva ad una qualità "ottima".

Distribuzione in classi di qualità secondo l'Indice I.F.R.

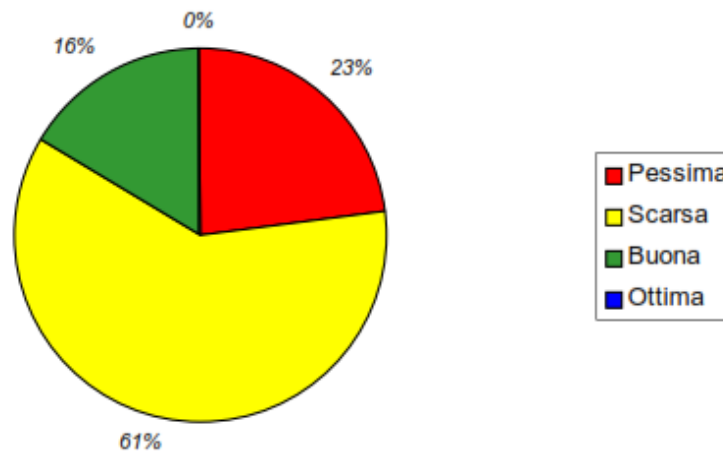


Fig. 2.79 - Distribuzione delle classi di qualità delle risorgive in provincia di Verona al 2002

Secondo tale studio le risorgive più prossime al tracciato di progetto risultano le n°115, 63, 74, 79, i cui stati di funzionalità corrispondono alle seguenti classi del IFR.

SORGIVA (N°)	INDICE DI FUNZIONALITA' (I.F.R.)	STATO DI QUALITA'
115	18.4	Scarso
63	Non rilevabile	
74	14	pessimo
79	Non rilevabile	

La non rilevabilità di alcune teste dipende dalla difficile accessibilità per la loro localizzazione in terreni privati e/o per lo stato di degrado della vegetazione infestante che ne ricopre le ripe e ne impedisce la visibilità.

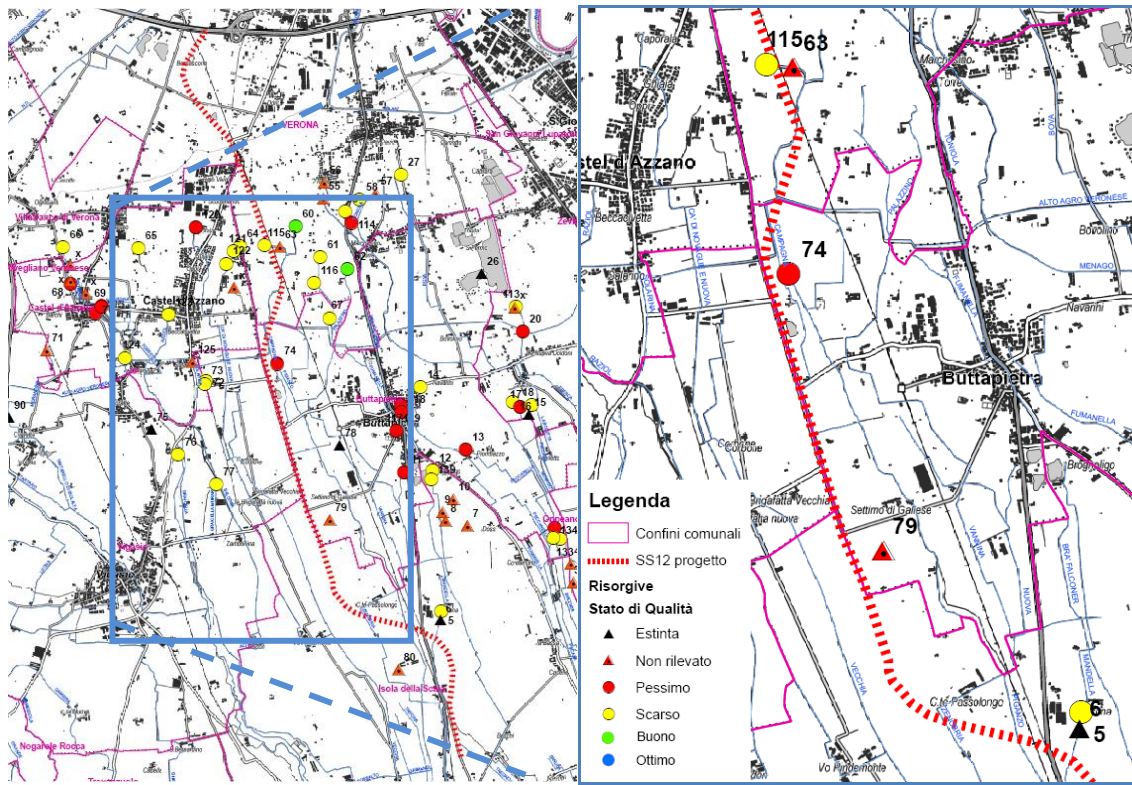


Fig. 2.80 - Distribuzione delle teste di risorgiva nell'area di interesse.

In particolare la sorgiva n°63 e n°115, già prossime alla esistente via ferroviaria, risultano direttamente interessate dal nuovo percorso stradale.

La situazione di maggior interesse riguarda la risorgiva n°115, sia per la sua posizione rispetto al tracciato di progetto sia per lo stato di qualità rilevato. Per essa è stata, quindi rinnovata la scheda di rilevazione, la quale mostra una sostanziale conservazione dello stato di funzionalità anche se il territorio circostante mostra un'ulteriore edificazione di strutture agricolo-artigianali.

Tale risorgiva risulta di qualità "scarsa", principalmente a causa del contesto territoriale fortemente antropizzato, per la ripidezza delle rive e per la presenza di rifiuti abbandonati. Tuttavia le dimensioni della testa e la ricchezza di vegetazione la rendono un ecosistema importante anche quale luogo di rifugio e stazionamento della ornitofauna, osservata anche in sede di rilevamento in qualche esemplare di anatide.

Il tessuto territoriale a dominante matrice agricola trova quindi nel sistema delle teste di risorgiva e lungo i corsi d'acqua delle zone umide, veri e propri ecosistemi acquatici e ripariali con importanti specie di interesse naturalistico.

Si riportano di seguito i rilevamenti condotti tramite l'uso delle "schede di campagna" nel 2002 e nel 2013.



Fig. 2.81 - Capannoni di nuova costruzione in prossimità della risorgiva 115 (novembre 2013)



Fig. 2.82 - La ferrovia in prossimità della risorgiva 115

7.3. VEGETAZIONE E FLORA

Le formazioni vegetazionali naturali o seminaturali presenti nel territorio sono relative agli ecosistemi acquatici e ripariali precedentemente descritti. Esse si trovano in nuclei radi e sparsi lungo i corsi d'acqua, ma soprattutto in corrispondenza delle teste di risorgiva.

La vegetazione assume nel fontanile una tipica disposizione a fasce concentriche. In prossimità delle polle sorgentizie il continuo movimento dell'acqua ostacola l'insediamento di macrofite, mentre a poca distanza si ritrovano varie specie di *Potamogeton* e *Callitriche.*, *Myriophyllumspicatum*, *Hippurisvulgaris*, *Lemna minor* e *L.trisulca*.

Spesso nelle porzioni centrali della "testa" vi sono zattere galleggianti costituite da *Nasturtium officinale*, *Apiumnodiflorum*, *Mantha aquatica*, *Veronica anagallis-aquatica*.

Le rive e le zone periferiche del fontanile risentono molto della morfologia conferita loro dallo scavo. Infatti in condizioni ottimali di pendenze non troppo elevate, è possibile osservare la presenza di fasce di vegetazione arboreo arbustiva via via più igrofila man mano che ci si approssima all'acqua. Avremo, quindi, a partire dalle porzioni più alte delle scarpate: *Populus*sp., *Sambucusnigra*, *Broussonetiapapyrifera*, *Acer campestre*, *Salix*sp. Sempre più frequenti sono le specie alloctone e invasive quali *Robinia pseudacacia*.

Le stesse specie si possono ritrovare nei tratti meglio conservati dei corsi d'acqua.

La fisionomia vegetazionale risente molto dello stadio evolutivo della risorgiva; tale processo corrisponde ai fenomeni di senescenza che intervengono a causa dell'accumulo di sostanza organica di origine vegetale. Lo stadio terminale di tale processo vede in luogo della polla sorgentizia un esiguo rivolo d'acqua, alla superficie del materiale di fondo in lenta decomposizione.

7.4. FAUNA

La presenza dei vari ordini di fauna è strettamente legata alla qualità degli ecosistemi. La diffusa antropizzazione ed, in particolare, lo sfruttamento agricolo delle aree di pianura sempre più massiccio e meccanizzato, ha portato, in generale, ad una banalizzazione ambientale, con rarefazione spinta dei residui nuclei di naturalità. Ciò comporta il venir meno delle condizioni ecologico-stazionali consone alla presenza non solo degli uccelli, ma di tutta la componente faunistica tipica.

Ad oggi le condizioni ambientali e l'assetto antropico del territorio da evidenza dei seguenti ambienti rappresentativi dal punto di vista faunistico:

- Spazi aperti;
- Zone Umide;

Con il termine spazi aperti si intendono le aree incolte ed i grandi appezzamenti coltivati. In queste aree però l'elevato utilizzo di fitofarmaci e le frequenti lavorazioni del terreno limitano molto la presenza della fauna riducendola a specie di interesse non primario e per lo più ubiquitarie.

In queste aree è possibile osservare molti uccelli predatori quali rapaci notturni (Gufo, Civetta, Barbagianni) e diurni (Poiana e Gheppio). Durante i mesi estivi è inoltre possibile avvistare con frequenza branchi di stormi che popolano le campagne o i Corvi che le abitano nei mesi invernali. Altri uccelli tipici degli spazi aperti sono il Fagiano, la Quaglia, la Starna, il Colombaccio, la Tortora, la Cornacchia grigia. Riguardo all'avifauna è possibile rilevare inoltre numerosi Fringillidi, la cui presenza è però condizionata dalle forme di agricoltura spesso eccessivamente impattante ed invasiva che ne riducono fortemente gli ambienti di ecotono indispensabili per la riproduzione e l'alimentazione.

Tra i mammiferi vi è la presenza del Riccio, della Talpa, della Lepre, del Coniglio selvatico. Numerosi sono i micromammiferi (Topi e Arvicole) che a loro volta attirano un nutrito gruppo di predatori come Faine, Donnole e Volpi.

Con il termine "Zone umide" sono da intendersi invece tutte le zone interessate dal corso d'acqua principale e i corsi d'acqua secondari. Numerosi sono gli animali che in questi ambienti trovano un luogo ideale per lo svernamento, la nidificazione o il semplice rifugio.

Gli ambienti umidi, rappresentano perciò gli ambiti di maggiore valenza per il territorio di studio e pertanto la fauna ad essi associata viene di seguito dettagliatamente trattata.

7.4.1. INVERTEBRATI

La fauna acquatica delle risorgive è molto varia in rapporto alle particolari condizioni fisiche e chimiche, idrologiche, ecologiche e biogeografiche.

In particolare, i macroinvertebrati bentonici – oggetto delle presenti indagini – sono ampiamente rappresentati in tutti i suoi ordini in forme larvali (Coleotteri, Ditteri, Efemerotteri, Tricotteri) che adulte (Molluschi Gasteropodi e Bivalvi, Irudinei, e Crostacei).

Un tempo molto frequente era anche il decapode gambero di fiume, *Austropotamobiuspallipesfulcianus*. Tale specie, in elenco nell'allegato II della Direttiva Comunitaria Habitat, è considerata prioritaria, ma rarefatta se non assente nei siti in questione.

7.4.2. ITTIOFAUNA

La testa della risorgiva ed il tratto immediatamente successivo costituiscono ambienti non favorevoli per la fauna ittica, che invece ha modo di svilupparsi sia in ricchezza di specie sia di biomassa, nelle zone situate più a valle, ove esistono condizioni ambientali migliori.

In generale si possono riscontrare le specie: tinca (*Tinca tinca*), la carpa (*Cyprinus carpio*), la scardola (*Scardinius erythrophthalmus*) il carassio dorato (*Carassius auratus*), il triotto (*Rutilus erythrophthalmus*), l'alborella (*Alburnus alburnus alborella*), il pesce persico (*Perca fluviatilis*), il cobite (*Cobitis tenia*) e il ghiozzo padano (*Padogobius martensii*). Da segnalare inoltre la presenza in tali ambienti del piccolo panzarolo (*Orsinogobius punctatissimus*) (fam. Gobidi) e della lampreda padana (*Lethenteron zanandreai*): in particolare la prima specie è endemica dell'Italia nord-orientale (Veneto, Lombardia, Friuli Venezia Giulia e parte dell'Emilia Romagna) esclusivamente nelle acque di risorgiva. A partire da una decina d'anni tali corsi d'acqua risultano popolati dal piccolo rodeo amaro (*Rhodeus sericeus*) e dalla pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*), entrambe provenienti dall'est europeo a seguito dell'importazione di materiale ittico da parte di alcune ditte della pianura veronese.

Si ritrovano inoltre lo scazzone (*Cottus gobio*), un tempo assai comune e apprezzato dalle genti locali, il luccio (*Esox lucius*) e il cavedano (*Leuciscus cephalus*).

7.4.3. ERPETOFAUNA

Fra gli anfibi risultano comuni le rane verdi (*Rana lessonae* e *Rana esculenta*).

Mentre tra i rettili sono potenzialmente rinvenibili la testuggine palustre (*Emys orbicularis*), la natrice dal collare (*Natrix natrix*) e la natrice tassellata (*Natrix tessellata*). Incerta nell'area di intervento, anche se di particolare interesse, è la presenza della lucertola vivipara (*Zootoca vivipara*), animale microtermo che trova nella costanza delle basse temperature l'elemento a lei favorevole (PARADISI EL APINI, in AA.VV., 2001).

E' da osservare che per numerose specie (vedi caso della vipera comune, *Vipera aspis francisciredi*) sono le residue caratteristiche di naturalità dell'ambito, specie se ricco di siepi e quinte alberate, a costituire fattori favorevoli.

7.4.4. ORNITOFAUNA

La presenza degli Uccelli negli ambiti di risorgiva è molto varia sia quantitativamente che qualitativamente. Alcuni, infatti, le scelgono come luogo di nidificazione, altre vi trascorrono solo l'autunno e l'inverno, altre ancora le visitano durante le migrazioni (DE FRANCESCHI, 1983, 1991).

Le stesse specie possono frequentare i corsi d'acqua ed i vicini campi lasciati a riposo nel periodo autunnale.



Fig. 2.83 - Ardeidi nella campagna in comune di Isola della Scala (novembre 2013)

Dai primi di febbraio tutti gli specchi d'acqua iniziano ad essere popolati da specie migratrici quali Germani reali (*Anas platyrhynchos*), Codoni (*Anas querquedula*), alzavole (*Anas crecca*) e fischioni (*Anas penelope*). Comune è l'usignolo di fiume (*Cettiaceiti*).

Nelle zone di risorgiva inserite in ambiti coltivati, con presenza di fasce arboreo arbustive marginali, è accertata la presenza della cannaioia verdognola (*Acrocephaluspalustris*), dell'usignolo (*Lusciniamegarhynchos*), che nidifica nei boschetti umidi a livello del terreno, e della capinera (*Sylviaatricapilla*).

Lungo i fossati, tra i rami dei salici, il pendolino (*Remizpendulinus*) costruisce il suo nido caratteristico.

Nei nuclei boscati con piante di una certa dimensione è reperibile il Picchio rosso maggiore (*Dendrocoposmajor*) ed il Lui piccolo (*Phylloscopuscollybita*).

La gallinella d'acqua (*Gallinulachloropus*) nidifica nel canneto, tra l'erba ed i cespugli. Soprattutto in primavera ed in estate è possibile osservare presso tutti i biotopi umidi del Veronese la nitticora (*Nycticoraxnycticorax*), l'airone rosso (*Ardea purpurea*) ed il tarabusino (*Isobrychusminutus*) ed altre specie di ardeidi.

La pavoncella (*Vanellusvanellus*) vive in aree incolte e prative planiziali. Essa nidifica nella Pianura Padana centro-occidentale. DE FRANCESCHI (1991) riferisce dei ritrovamenti nel Veronese di alcuni nidi, andati distrutti in seguito a pratiche agricole.

Questa specie, assieme a germani, marzaiole, svassi e beccaccini è comunque svernante presso le nostre zone umide. Il seguente elenco (desunto da DE FRANCESCHI, l.c.) comprende specie nidificanti nel Veronese, e legate strettamente alle zone umide o ad ambiti ad esse contermini, quali aree boscate marginali o estese, praterie e coltivi.

TUFFETTO (*Tachybaptisrufigollis*)
TARABUSINO (*Isobrychusminutus*)
GERMANO REALE (*Anas platyrhynchos*)
GALLINELLA D'ACQUA (*Gallinulachloropus*)
PAVONCELLA (*Vanellusvanellus*)
MARTIN PESCATORE (*Alcedoatthis*)
BALLERINA GIALLA (*Motacilla cinerea*)
BALLERINA BIANCA (*Motacilla alba*)
USIGNOLO (*Lusciniamegarhynchos*)
USIGNOLO DI FIUME (*Cettiacetti*)
CANNAIOLA (*Acrocephaluspalustris*)
CANNAIOLA VERDOGNOLA (*Acrocephalusscirpaeus*)
CANNARECCIONE (*Acrocephalusarundinaceus*)
PENDOLINO (*Remizpendulinus*)

7.4.5. MAMMALOFAUNA

La progressiva eliminazione delle foreste ha comportato la graduale affermazione di specie legate ad ambienti aperti, quali le praterie ed i coltivi.

Inoltre, come per la maggioranza dei popolamenti vegetali ed animali, si è avuta la penetrazione e diffusione di elementi di provenienze varie, ma per lo più orientali.

Si possono quindi rinvenire: il topolino delle risaie (*Micromysminutus*), il toporagno acquatico di Miller (*Neomysanomalus*) e l'arvicola terrestre (*Arvicola terrestris*). Un roditore di grande taglia è la nutria (*Myocastor corpus*).

Di importazione americana ed oramai naturalizzato ampiamente e diffusamente in Pianura Padana, ove la sua presenza determina numerose problematiche gestionali.

8. RUMORE²

8.1. CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE

Il rumore viene individuato dai sondaggi come una delle più rilevanti cause del peggioramento della qualità della vita ed è ormai riconosciuto come uno dei principali problemi ambientali; pur essendo talora ritenuto meno rilevante rispetto ad

²Per maggiori approfondimenti si veda la documentazione relativa allo studio settoriale sul Rumore ed in particolare la relazione con codice T00IA05AMBRE01_A

altre forme di inquinamento come l'inquinamento atmosferico o delle acque, il rumore suscita sempre più reazioni negative nella popolazione esposta.

Al contrario di quanto accade per altri fattori di inquinamento, i dati disponibili sull'esposizione al rumore sono piuttosto scarsi e soprattutto poco confrontabili, a causa delle diverse tecniche di rilevamento e di analisi utilizzate.

Dai dati del libro verde della commissione europea sul rumore ambientale (2000) relativamente alla diffusione dell'inquinamento acustico, emerge che una percentuale pari ad almeno il 25% di popolazione dell'UE sperimenta un peggioramento della qualità della vita a causa dell'"annoyance", e una percentuale compresa fra il 5 e il 15% soffre di seri disturbi del sonno, dovuti al rumore.

In Italia "L'emanazione della Legge quadro sull'inquinamento acustico n°447 /1995 ha stabilito i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno ed abitativo dall'inquinamento acustico; essa definisce tra l'altro l'inquinamento acustico come l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con legittime fruizioni degli ambienti stessi.

Il conseguimento delle finalità legislative viene ricercato con una strategia di azione completa che prevede attività di "prevenzione ambientale" e di protezione ambientale. La Legge Quadro individua in un sistema pubblico/privato il soggetto deputato all'attuazione della strategia di azione delineata, definendo in dettaglio le competenze in materia per i vari enti. In tal senso s'inserisce l'obbligo per le Amministrazioni Comunali di procedere alla classificazione del territorio di competenza in aree acusticamente omogenee ("zonizzazione acustica") (A.R.P.A. Piemonte linee guida per la classificazione acustica comunale).

Scopo del presente capitolo è la valutazione previsionale di impatto acustico relativo al progetto della S.S. n°12 "DELL'ABETONE E DEL BRENNERO" - VARIANTE TRA VERONA SUD - CASTEL D'AZZANO - BUTTAPIETRA - VIGASIO - ISOLA DELLA SCALA".

Il presente capitolo ha la seguenti finalità:

- individuare i gruppi di ricettori potenzialmente disturbati dalla realizzazione dell'intervento;
- fornire una caratterizzazione qualitativa dello stato di progetto con la produzione di mappe isofoniche che illustrino la propagazione della rumorosità indotta dal traffico veicolare transitante lungo la nuova infrastruttura.

8.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

8.2.1. NORMATIVA EUROPEA

Lo strumento normativo di cui il Parlamento ed il Consiglio Europeo si sono dotati per gestire in modo organico le problematiche acustiche connesse alle diverse sorgenti è la **Direttiva 2002/49/CE**. L'obiettivo principale della Direttiva è quello di migliorare il livello di tutela della salute e dell'ambiente dal punto di vista acustico, definendo a livello comunitario un approccio comune per evitare, prevenire o ridurre, secondo le rispettive priorità, gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale. Tale direttiva pone le basi per lo sviluppo di misure comunitarie relative alle principali sorgenti di rumore, grazie al fatto che i dati relativi ai livelli di inquinamento acustico saranno rilevati, ordinati e presentati secondo criteri confrontabili. L'approccio si fonda sull'uso di metodi e descrittori acustici armonizzati a livello comunitario per la determinazione dell'esposizione al rumore ambientale, sull'informazione del pubblico e sull'attuazione di piani di azione a livello locale. Resta invece a carico dei singoli Stati membri la determinazione di opportuni valori limite, che tengano conto delle esigenze locali.

8.2.2. NORMATIVA NAZIONALE

L'inquinamento acustico è entrato nel panorama legislativo con il **DPCM 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"**, che ha rappresentato un primo tentativo di regolamentazione, in attesa di una più completa legge quadro. I principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico sono stati delineati con l'emanazione della **Legge Quadro n. 447 del 26/10/95**, che definisce le competenze sia degli enti pubblici che esplicano le azioni di regolamentazione, pianificazione e controllo, sia dei soggetti pubblici e/o privati, che possono essere causa diretta o indiretta di inquinamento acustico. La Legge Quadro definisce le seguenti grandezze di riferimento per la descrizione dell'inquinamento acustico:

- *valori limite di emissione*: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa;
- *valori limite di immissione*: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.

I valori limite di immissione sono distinti in:

- *valori limite assoluti*, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
- *valori limite differenziali*, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo;
- *valori di attenzione*: il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente;
- *valori di qualità*: i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge.

A seguito della L. n. 447/1995 sono stati emanati una serie di decreti attuativi, sia di carattere generale sia relativi alla gestione di specifiche fonti di rumore. Tra i primi si ricordano:

- **DPCM 14 novembre 1997** - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- **DM 16 marzo 1998** - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;

La disciplina normativa di specifiche fonti di rumore è stata affrontata dal legislatore con i seguenti decreti:

- DM 31 ottobre 1997 - Metodologia di misura del rumore aeroportuale;
- DPCM 5 dicembre 1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- DPR 11 dicembre 1997 n. 496 - Regolamento recante le norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto da aeromobili civili;
- DPR 18 novembre 1998 n. 459 - Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995 n. 447 in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario;
- DPCM 16 aprile 1999 n. 215 - Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi;
- DM 20 maggio 1999 - Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico;
- DM 3 dicembre 1999 - Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti;
- **DM 29 novembre 2000** - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore;
- **DPR n. 142 del 30.03.2004** - "Regolamento recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447";
- D. Lgs. 17 gennaio 2005, n. 13 - Attuazione della direttiva 2002/30/CE relativa all'introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti comunitari.

8.2.3. NORMATIVA REGIONALE

Nel 1993 la Giunta Regionale, con propria **deliberazione n. 4313 del 21 settembre 1993**, emana la Delibera "Criteri orientativi per le amministrazioni comunali del Veneto nella suddivisione dei rispettivi territori secondo le classi previste nella tab.1 allegata al DPCM 1 marzo 1991: "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno". Nel 1999, in ottemperanza alle previsioni della Legge Quadro 447/95 e con l'obiettivo specifico di tutelare l'ambiente esterno e quello abitativo dall'inquinamento prodotto da rumore, è stata emanata la **Legge**

Regionale 10 maggio 1999 n. 21 "Norme in materia di inquinamento acustico". Con tale atto, la Regione ha ribadito l'obbligo per i Comuni di provvedere alla redazione dei Piani di classificazione acustica, entro un termine fissato in sei mesi dall'entrata in vigore della legge stessa.

8.3. CLASSIFICAZIONI ACUSTICHE COMUNALI

L'intervento in oggetto si colloca nell'area a Sud della città di Verona, nel territorio dei Comuni di Castel d'Azzano, Buttapietra, Vigasio ed Isola della Scala.

L'asse principale dell'infrastruttura attraverserà prevalentemente aree a destinazione agricola, lambendo solamente una lottizzazione residenziale sita a nord dell'abitato di Castel d'Azzano.

La L.Q. n°447/1995 attribuisce ai Comuni una molteplicità di funzioni e compiti (art 6) tra cui la classificazione acustica del territorio comunale. Il DPCM 14/11/1997 fissa i limiti delle diverse grandezze acustiche previste dalla legge quadro e le classi che devono essere previste nella elaborazione della zonizzazione acustica del territorio, come riportato nella tabella seguente.

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO		VALORI LIMITE DI IMMISSIONE		VALORI LIMITE DI EMISSIONE		VALORI DI QUALITA'	
		Diurno 6 ⁰⁰ -22 ⁰⁰	Notturno 22 ⁰⁰ -6 ⁰⁰	Diurno 6 ⁰⁰ -22 ⁰⁰	Notturno 22 ⁰⁰ -6 ⁰⁰	Diurno 6 ⁰⁰ -22 ⁰⁰	Notturno 22 ⁰⁰ -6 ⁰⁰
I.	Aree particolarmente protette	50	40	45	35	47	37
II.	Aree prevalentemente residenziali	55	45	50	40	52	42
III.	Aree di tipo misto	60	50	55	45	57	47
IV.	Aree di intensa attività umana	65	55	60	50	62	52
V.	Aree prevalentemente industriali	70	60	65	55	67	57
VI.	Aree esclusivamente industriali	70	70	65	65	70	70

Tab. 2.18 – Classificazione acustica ai sensi del DPCM 14/11/1997

I valori limite riportati in Tabella, non si applicano al rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto all'interno delle rispettive fasce territoriali di pertinenza mentre valgono per le singole sorgenti sonore diverse dalle infrastrutture di trasporto anche quando il ricettore è all'interno della fascia di pertinenza.

I valori limite di emissione devono essere applicati al rumore generato da ogni singola sorgente (con l'esclusione delle infrastrutture di trasporto).

I valori differenziali, fissati dal D.P.C.M. del 14/11/1997, art. 4, co. 1, misurati all'interno degli ambienti abitativi, non devono superare i seguenti limiti:

5 dB(A) periodo diurno (06.00-22.00)

$L_{AMB} - L_{RES}$

3 dB(A) periodo notturno (22.00-06.00)

dove:

L_{AMB} = livello di pressione sonora equivalente, pesato in curva A, misurato con tutte le sorgenti sonore rumorose in funzione, compresa quella ritenuta disturbante;

L_{RES} = livello di pressione sonora equivalente, pesato in curva A, misurato con tutte le sorgenti sonore rumorose in funzione, ad esclusione di quella ritenuta disturbante.

Il superamento dei limiti di emissione e di immissione comporta l'applicazione di sanzioni amministrative, mentre il superamento del valore di attenzione comporta l'adozione del Piano di risanamento acustico. Il valore di qualità, invece, serve da riferimento per la classificazione del territorio in zone omogenee.

Le classi di destinazione d'uso del territorio individuate sono le seguenti:

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

Si riportano di seguito gli stralci delle zonizzazioni acustiche dei Comuni interessati dal progetto relativi alle aree di pertinenza.

8.3.1. COMUNE DI VERONA

Il Comune di Verona, con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 108 del 13 novembre 1998, adotta il Piano di Zonizzazione acustica.

Il **Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Verona risale al 1998**, non appare pertanto coerente alla realtà del territorio comunale, che nel frattempo ha subito cambiamenti significativi dal punto di vista acustico, sia in termini insediativi che infrastrutturali. Tale Piano non appare quindi lo strumento più adatto ai fini dell'individuazione delle aree dove il clima acustico non è adeguato alla destinazione d'uso del territorio (aree di criticità).

Il Comune di Verona, ai sensi del D.Lgs 194/2005, ha elaborato ed approvato La **Mappa acustica strategica**, ovvero un rilievo del livello di rumore effettivo nel periodo diurno e notturno, derivante da molteplici fonti (industrie, strade, ferrovie), nonché del livello di rumore complessivo derivante dalla somma delle singole fonti.

Successivamente la redazione della mappa acustica strategica è stato predisposto il **Piano di Azione**, obbligatorio ai sensi del D.Lgs 194/2005 e direttiva 2002/49/CE, da aggiornare ogni 5 anni, che individuerà gli interventi necessari per ridurre l'esposizione al rumore dei cittadini.

Il Comune di Verona, con Delibera di Giunta Comunale n. 213 del 1 luglio 2019, ha adottato il **Piano d'Azione** dell'agglomerato di Verona con l'obiettivo di migliorare le condizioni della popolazione esposta a livelli elevati di rumore, gestendo i problemi di inquinamento acustico e i relativi effetti attraverso un programma attuativo di azioni per la sua riduzione.

Il **Piano d'Azione** non ha né effetti di carattere pianificatorio, né effetti di carattere normativo, proprio perché contiene azioni previste in altri Piani o Programmi. Tuttavia assume un carattere più generale in quanto non solo mette a sistema le azioni previste in Piani e Programmi diversi, ma ne valuta i relativi effetti in termini di riduzione dell'inquinamento acustico. Pertanto rappresenta una ricognizione degli interventi realizzati e programmati dall'Amministrazione Comunale, con benefici anche sul disinquinamento acustico, nell'ambito degli altri strumenti pianificatori e programmatici.

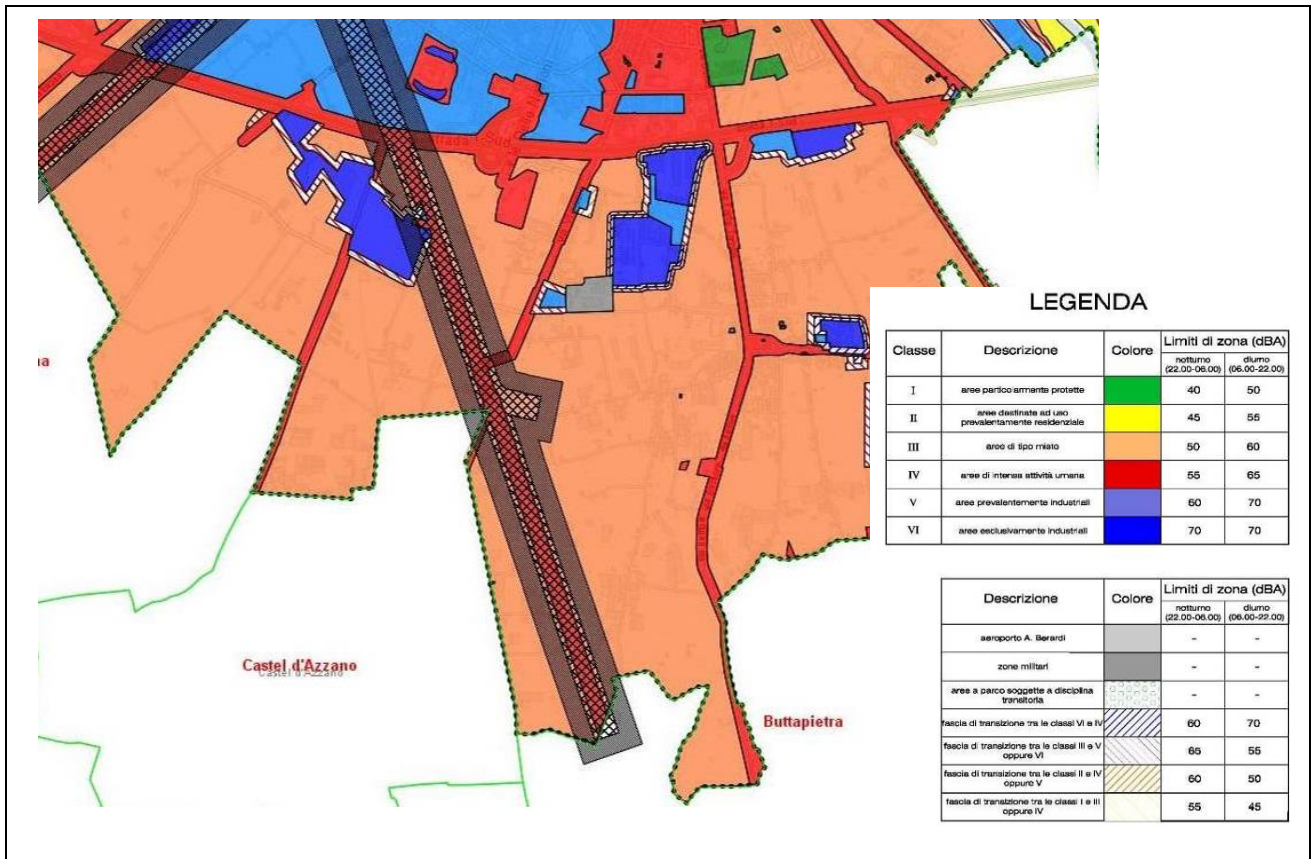


Fig. 2.84 - Stralcio Piano di Zonizzazione acustica Comune di Verona – 1998

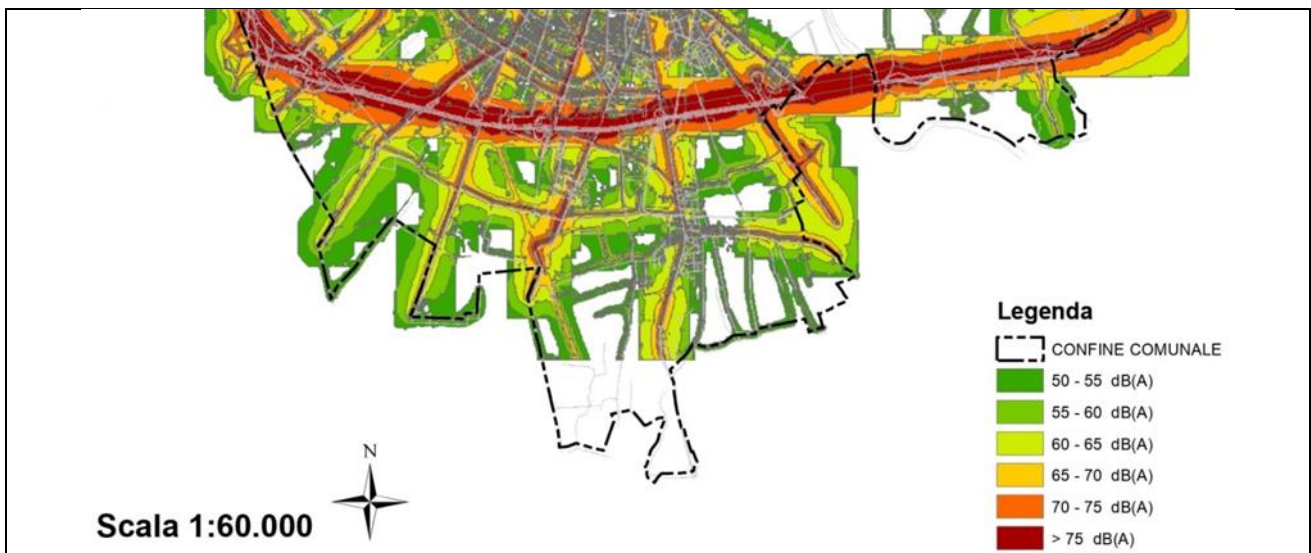


Fig. 2.85 - Stralcio Mappa acustica Strategica – Lden (livello giorno-sera-notte)- somma di tutte le sorgenti

8.3.2. COMUNE DI CASTEL D'AZZANO

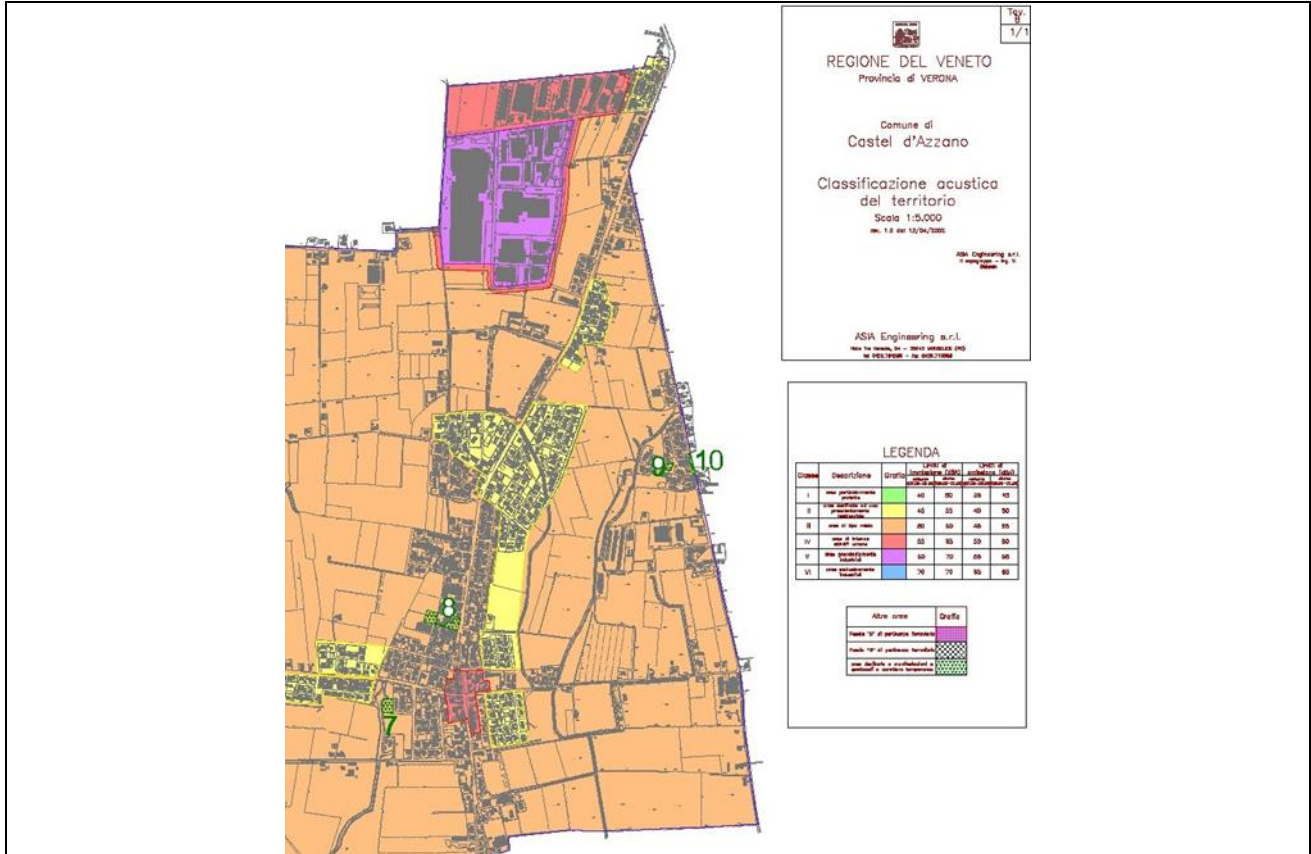
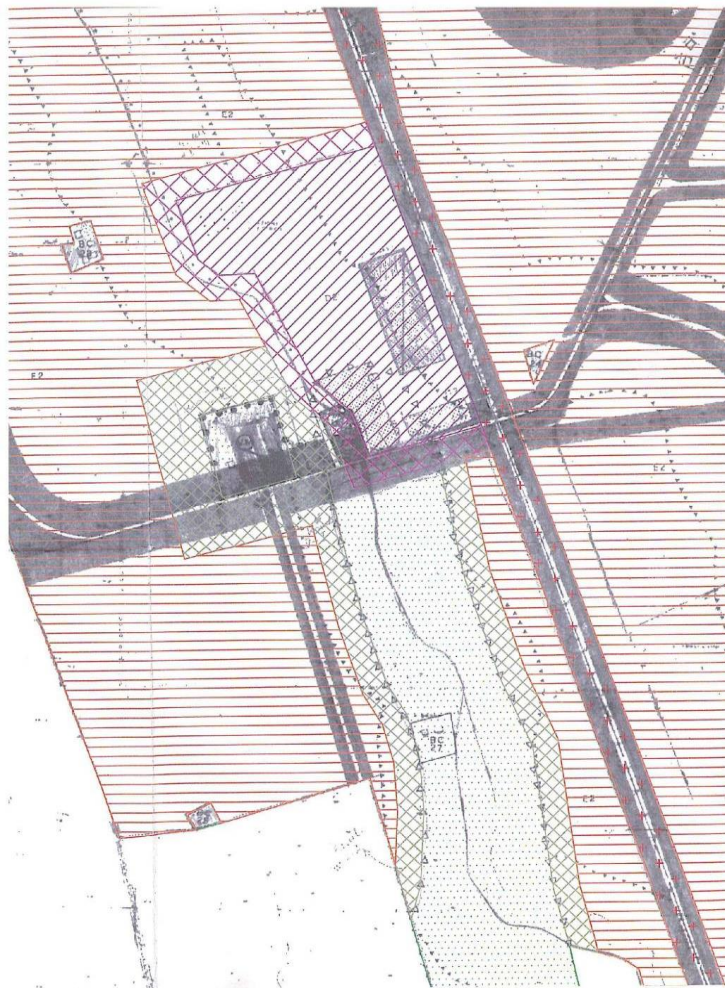


Fig. 2.86 - Stralcio Piano di Zonizzazione acustica Comune di Castel d'Azzano – 2002

8.3.3. COMUNE DI BUTTAPIETRA

Il Comune di Buttapietra, con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 28 del 30/07/2003 adotta in via definitiva il Piano di zonizzazione Comunale, già adottato con deliberazione consiliare n. 58/2002



LEGENDA
Livelli equivalenti max espressi in dB(A)

CLASSE I 50 (diurno) 40 (notturno)	TRANS. I-III 55 (diurno) 45 (notturno)
CLASSE II 55 (diurno) 45 (notturno)	TRANS. I-IV 55 (diurno) 45 (notturno)
CLASSE III 60 (diurno) 50 (notturno)	TRANS. I-V 60 (diurno) 50 (notturno)
CLASSE IV 65 (diurno) 55 (notturno)	TRANS. II-IV 60 (diurno) 50 (notturno)
CLASSE V 70 (diurno) 60 (notturno)	TRANS. II-V 60 (diurno) 50 (notturno)
CLASSE VI 70 (diurno) 70 (notturno)	TRANS. III-V 65 (diurno) 55 (notturno)

Fig. 2.87 - Stralcio Piano di Zonizzazione acustica Comune di Buttapietra – 2003

8.3.4. COMUNE DI VIGASIO



LEGENDA
Livelli equivalenti max
espressi in dB(A)

CLASSE I 50 (diurno) 40 (notturno)	TRANS. I-III 55 (diurno) 45 (notturno)
CLASSE II 55 (diurno) 45 (notturno)	TRANS. I-IV 55 (diurno) 45 (notturno)
CLASSE III 60 (diurno) 50 (notturno)	TRANS. I-V 60 (diurno) 50 (notturno)
CLASSE IV 65 (diurno) 55 (notturno)	TRANS. II-IV 60 (diurno) 50 (notturno)
CLASSE V 70 (diurno) 60 (notturno)	TRANS. II-V 60 (diurno) 50 (notturno)
CLASSE VI 70 (diurno) 70 (notturno)	TRANS. III-V 65 (diurno) 55 (notturno)
UBICAZIONE RILIEVO FONOMETRICO n. X	

Fig. 2.88 - Stralcio Piano di Zonizzazione acustica Comune di Vigasio

8.3.5. COMUNE DI ISOLA DELLA SCALA

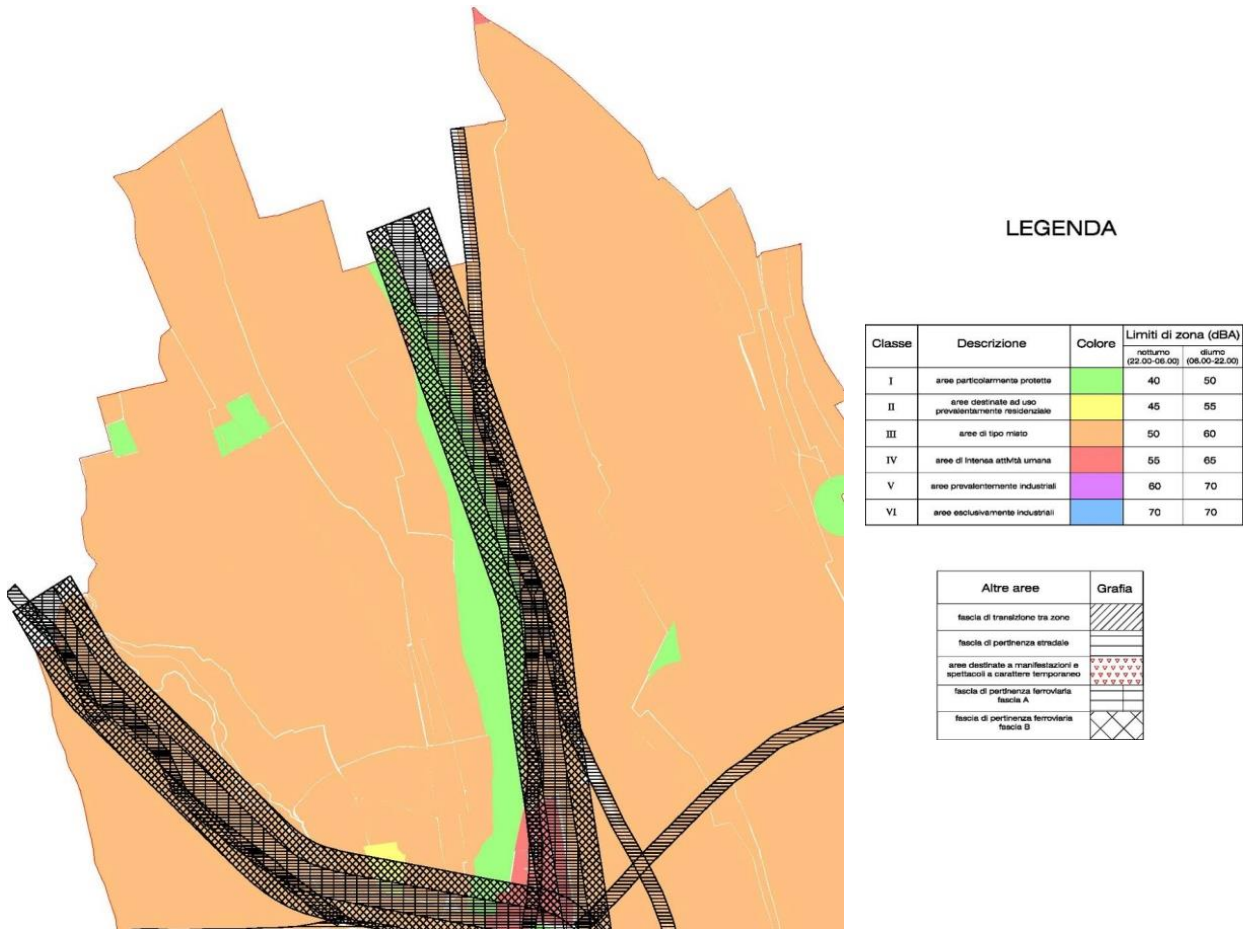


Fig. 2.89 - Stralcio Piano di Zonizzazione acustica Comune di Isola della Scala

8.4. CARATTERIZZAZIONE DEI LIMITI DI RIFERIMENTO DA APPLICARE AGLI SCENARI DI PROGETTO

Le soglie normative a cui fare riferimento per la stima di esposizione acustica dei ricettori e per l'eventuale predisposizione di interventi di mitigazione qualora tale esposizione sia eccessiva, riguardano le fasce di pertinenza acustica dell'opera di progetto tenendo conto dell'eventuale presenza di infrastrutture concorsuali. Al di fuori delle fasce di pertinenza acustica, il rumore emesso dalla sola infrastruttura di progetto concorre al raggiungimento dei limiti di zona così come indicati nella pianificazione comunale (zonizzazione acustica del comune di Buttapietra). I limiti acustici indicati nel Piano comunale, inoltre, saranno preso a riferimento per quanto riguarda la fase di cantiere.

Nello specifico l'opera in progetto è definita dal DPR 30 marzo 2004 n 142 (All.1 - Tabella 1) come strada di nuova realizzazione categoria "C - Extraurbana secondaria", sottocategoria ai fini acustici "C1", con fascia di pertinenza acustica unica di ampiezza **250 metri dal ciglio, per lato**. I limiti acustici sono i seguenti:

- 50 dB(A) Leq per il periodo diurno e 40 dB(A) Leq per il periodo notturno, per ricettori sensibili quali scuole, ospedali ecc
- 65 dB(A) Leq per il periodo diurno e 55 dB(A) Leq per il periodo notturno, per gli altri ricettori considerando un'ampiezza della fascia di pertinenza di 250 m dal ciglio validi per le infrastrutture di nuova realizzazione.

Nel caso di sovrapposizione di fasce di pertinenza acustica di altre infrastrutture stradali, è stata verificata la condizione di concorsualità, come indicata nel DMA 29/11/2000, attraverso la stima delle emissioni dei singoli archi viari in ragione del flusso veicolare che insiste su di essi. Nel caso in cui, oltre all'opera di progetto siano presenti ulteriori infrastrutture, non sottoposte a simulazioni, i limiti imposti alla strada vengono ridotti di una quantità Δ Leq ottenuta in base alla seguente equazione:

$$10\log_{10}\left(10^{\frac{L_1-\Delta\text{Leq}}{10}} + 10^{\frac{L_2-\Delta\text{Leq}}{10}}\right) = \max(L_1, L_2) \quad [1]$$

con L_1 ed L_2 pari ai limiti propri delle due infrastrutture considerate singolarmente. In questo modo i due assi infrastrutturali rispettano dei limiti inferiori a quelli consentiti qualora le stesse fossero considerate separatamente, imponendo che la somma dei livelli sonori non superi il limite massimo consentito per ogni singolo ricettore.

Tale formula fa sì che, nel caso in cui L_1 ed L_2 siano diversi, si applichi, ai due limiti, un'uguale riduzione percentuale, di modo che non venga penalizzata l'infrastruttura cui compete un limite acustico inferiore.

I limiti applicabili sono ottenuti sottraendo ai limiti imposti alla sola strada, il Δ Leq ottenuto in base all'equazione precedentemente riportata. Tale Δ Leq, e di conseguenza i limiti, variano in funzione delle diverse modalità di sovrapposizione delle fasce di pertinenza delle due infrastrutture.

Di seguito sono riportati i diversi scenari che descrivono le possibili interazioni fra le infrastrutture presenti.

Scenario A – Presenza della sola infrastruttura principale

Nel caso che nell'area non siano presenti ulteriori infrastrutture si applicano i seguenti limiti al rumore emesso dalla sola infrastruttura di progetto:

Fascia	Leq diurno	Leq notturno
Unica (0m – 250m)	65.0 dB(A)	50.0 dB(A)

Tab. 2.19- Valori limite in dB(A) in base a DPR 142/2004

Scenario B – Presenza della strada e di un'ulteriore infrastruttura

Nel caso in cui, oltre alla strada, sia presente un'ulteriore infrastruttura non oggetto di verifica delle emissioni ai fini normativi, i limiti imposti all'infrastruttura di progetto vengono ridotti.

Nelle zone in cui le rispettive fasce si sovrappongono, i limiti da rispettare sono inferiori a quelli che andrebbero rispettati nel caso in cui le due infrastrutture fossero considerate singolarmente.

Altra infrastruttura	Infrastruttura di progetto
	Fascia unica
Fascia A	63.8 dB(A)Leq diurno
	53.8 dB(A)Leq notturno
Fascia B	62.0 dB(A)Leq diurno
	52.0 dB(A)Leq notturno

Tab. 2.20- Valori limite in dB(A) in caso di sovrapposizione con fasce di pertinenza di infrastrutture concorsuali.

Le infrastrutture considerate concorsuali nel progetto in esame sono quelle indicate anche nel Piano di zonizzazione acustica del comune come oggetto di fascia di pertinenza acustica, fatta eccezione per gli assi viari locali (classe E, F del DPR 142/2004):

- SS 12
- Variante alla SS12

8.5. ANALISI ACUSTICA DEL TERRITORIO

8.5.1. INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI POTENZIALMENTE DISTURBATI

Al fine di verificare la presenza di ricettori all'interno dell'area di studio è stato condotto un censimento di tutti gli edifici situati all'interno di essa. Tale ambito di studio ha preso in considerazione una fascia di ampiezza pari a 250 m dal ciglio infrastrutturale di progetto. In una fascia più estesa, pari a 500 metri dal ciglio infrastrutturale di progetto, sono stati poi censiti solamente i ricettori sensibili, ovvero scuole.

Per ciascun ricettore è stata predisposta una specifica scheda esplicativa contenente varie informazioni (geografiche, quota in mt. sul s.l.m., altezza del ricettore).

In riferimento alla destinazione d'uso, i ricettori sono stati differenziati come segue:

- Per lo più in Buttapietra "Residenziale", in cui sono stati inseriti sia gli edifici ad esclusivo uso residenziale, sia quelli di tipo misto, aventi attività commerciali al piano terra e abitazioni nei restanti piani, nonché gli alberghi e/o simili;
- Riconducibili a "Residenziali" come quei pochi di Terziario, comprendente edifici con attività commerciali, edifici con attività ricreative ed uffici;
- Produttivo, riscontrabili nel "Attraversamento in variante alla SS12" comprendente attività industriali, artigianali ed attività agricole medio-grandi;
- Culto, comprendente chiese, cimiteri ed eventuali edifici monumentali;
- Altro, comprendente edifici non classificabili come ricettori acustici in quanto destinati ad un uso saltuario, ma di dimensioni tali da costituire un ostacolo significativo alla propagazione del rumore.

Complessivamente sono stati censiti **1370** edifici per la città di Buttapietra e **1760** per gli edifici in "Variante alla SS 12".

8.5.2. INDAGINE FONOMETRICA

Per la caratterizzazione del clima acustico allo stato attuale e, per la verifica dei livelli acustici di output del modello di simulazione, è stata condotta una campagna fotometrica mediante l'installazione di diversi fonometri, tutti di classe I.

L'indagine fonometrica è stata effettuata nel mese di marzo 2021 ed ha coinvolto complessivamente un punto di misura, di durata settimanale in continuo (PS01). Contemporaneamente sono stati rilevati i parametri meteo (temperatura, velocità del vento, umidità, precipitazioni) necessari affinché la misura possa essere ritenuta valida ai sensi di legge.

Le misurazioni sono state effettuate presso ricettori che si trovano in prossimità della sorgente stradale da caratterizzare, per far sì che il rumore rilevato non risulti "disturbato" dalla presenza di altre sorgenti sonore. Il microfono del fonometro viene posizionato a circa 1,5 metri dal suolo, ad almeno un metro da altre superfici interferenti (pareti ed ostacoli in genere) e orientato verso la sorgente di rumore la cui provenienza sia identificabile.

I dati di traffico corrispondenti ai periodi di misura, ripartiti per tipologia di veicolo, velocità di percorrenza, corsia di marcia e rispettiva sezione considerata non sono stati effettuati, per un semplice ragionamento; in primo luogo si è decisi di andare in variante, quindi scelta progettuale a monte; in secondo luogo il software utilizzato consente di effettuare la modellazione previsionale con il solo inserimento delle misure fonometriche di durata settimanale a campionamento.

Di seguito si riporta la descrizione sintetica delle postazioni di misura, sia come localizzazione, che come risultati ottenuti.

ELENCO POSTAZIONE DI MISURA FONOMETRICA

POSTAZIONE	TIPO MISURA	AREA/TOPONIMO	SORGENTI RUMORE
PS-01	SETTIMANALE	SS12	INIZIO ABITATO BUTTAPIETRA

Tab. 2.21 – Ubicazione postazione di misura

Nel seguito si riporta la sintesi dei valori acustici rilevati separatamente per il periodo diurno e per il periodo notturno, rimandando per ogni dettaglio del caso al citato allegato con il report di indagine.

RUMORE DA TRAFFICO VEICOLARE

	Diurno	Notturmo
giorni	06.00 – 22.00	22.00 – 06.00
1	66.07	61.3
2	68	61.3
3	65.99	60.1
4	66.82	60.6
5	65.62	58.8
6	62.67	61.2
7	62.67	61.2
LAeq settimanale	65.8	60.7

Tab. 2.22 – Valori acustici periodo diurno e notturno

8.5.3. IL MODELLO DI SIMULAZIONE ACUSTICA

Il modello di simulazione utilizzato per l'elaborazione dei progetti acustici di dettaglio come quello in oggetto, è il software SoundPlan 7.3, un software previsionale per effettuare simulazioni acustiche in grado di rappresentare al meglio le reali condizioni ambientali che caratterizzano il territorio studiato.

Attraverso la propagazione dei raggi sonori contenenti lo spettro di energia acustica provenienti dalla sorgente, il software tiene conto dei complessi fenomeni di riflessione multipla sul terreno e sulle facciate degli edifici, nonché della diffrazione di primo e secondo ordine prodotta da ostacoli schermanti (edifici, barriere antirumore, terrapieni, etc.). A partire dalla cartografia DTM (Digital Terrain Model), cioè il modello digitale utilizzato per rappresentare la superficie del

suolo terrestre, si perfeziona la costruzione del 3D dell'area operando attraverso una banca dati dei materiali che è inserita all'interno del modello, comunque implementabile.

La generazione del 3D è completata attraverso l'estrusione degli edifici, il posizionamento di tutti i ricettori in facciata, la creazione delle sorgenti e di tutta la geometria del territorio. Dopo aver ultimato la digitalizzazione degli elementi base, si sono attribuiti i primi parametri acustici per l'elaborazione cartografica dei ricettori, ossia il corridoio di indagine, la fascia di rispetto ed eventuali sotto divisioni della fascia rimanente: in tal modo si è assegnato ai singoli ricettori il pertinente limite di legge.

Per quanto riguarda la definizione della sorgente di rumore, SoundPlan 7.3 consente di inserire i parametri di caratterizzazione della sorgente sonora mediante diverse procedure:

- TGM: inserimento del numero di veicoli giornalieri totali, della percentuale di veicoli pesanti e della velocità media dell'intero flusso.
- V/h: inserimento dei precedenti parametri suddivisi nelle tre fasce orarie standard: fasce diurna (06:00 - 20:00), serale (20:00 - 22:00) e notturna (22:00 - 06:00).
- Emissioni: per ognuna delle tre fasce orarie suddette, è possibile inserire direttamente il livello della potenza sonora prodotta dalla sorgente stessa.

Successivamente si inseriscono le proprietà fisiche dell'infrastruttura, indicando il numero e le dimensioni delle corsie e delle carreggiate di cui è composta, indicando il tipo della superficie stradale e la tipologia del flusso veicolare che la caratterizza (fluido continuo, continuo disuniforme, accelerato, decelerato) ed indicando, infine, il tipo di superficie stradale di cui è composta.

I dati di input del modello sono dunque i seguenti.

- *Cartografia 3D*: un fattore di fondamentale importanza per poter sviluppare una corretta modellizzazione acustica è la realizzazione di una cartografia tridimensionale compatibile con le esigenze "acustiche" del modello previsionale adottato. Per una precisa descrizione del terreno da inserire all'interno del modello è necessario definire all'interno del software le isoipse, l'edificato e le infrastrutture di trasporto interessate;
- *Sorgenti stradali*: per ogni infrastruttura è necessario definire la conformazione geometrica, i dati relativi ai flussi e alle velocità di percorrenza in ciascun tratto, il tipo di asfalto e il senso di marcia;
- *Edifici*: per ciascun edificio è necessario definire posizione e altezza;
- *Griglia di calcolo*: occorre definire la griglia di calcolo in cui verranno effettuate le simulazioni;

- *Tempi di riferimento*: secondo quanto predisposto dalla legge n°447 26/10/1995 e s.m.i. gli scenari temporali di riferimento sono due: diurno (6.00-22:00) e notturno (22:00-6:00).

Durante lo svolgimento delle operazioni matematiche, questo software permette di effettuare calcoli complessi e di archiviare tutti i livelli parziali collegati con le diverse sorgenti, per qualsiasi numero di punti di ricezione al fine di individuare i singoli contributi acustici. Inoltre i livelli acustici stimati sui punti della griglia (mappe acustiche) possono essere sommati, sottratti ed elaborati, con qualsiasi funzione definita dall'utente.

Il software SoundPlan 7.3 permette, infine, di ottenere in formato tabellare qualunque valore acustico si voglia conoscere di un ricettore, per ognuna delle sua facciate, per ogni piano, restituendo anche l'orientamento delle facciate rispetto alla sorgente sonora, la distanza relativa dall'asse dell'infrastruttura, la differenza di quota sorgente ricettore ed altre informazioni presenti nel modello.

Per quanto riguarda la progettazione di interventi di mitigazione acustica, il modello di simulazione SoundPlan 7.3 consente di inserire schermi antirumore con caratteristiche variabili a scelta dell'utente, sia dal punto di vista dell'assorbimento acustico (coefficienti di assorbimento alfa, per ogni banda di frequenza), sia relativamente ai requisiti fisici.

8.6 VIBRAZIONI

8.6.1 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: Tab. 2.22.1 e Tab. 2.22.2; 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 ²)	L_w (dB) 5,0 10-3
Aree critiche	$5,0 \cdot 10^{-3}$	74

	a_w (m/s ²)	L_w (dB) 5,0 10-3
Aree critiche	$5,0 \cdot 10^{-3}$	74
Abitazioni (notte)	$7,0 \cdot 10^{-3}$	77
Abitazioni (giorno)	$10,0 \cdot 10^{-3}$	80
Uffici	$20,0 \cdot 10^{-3}$	86
Fabbriche	$40,0 \cdot 10^{-3}$	92

Tab. 2.22.1 – Valori e livelli limite di riferimento delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per l'asse z (UNI 9164:1990, App. A1)

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

Tab. 2.22.2 – Valori e livelli limite di riferimento delle accelerazioni complessive 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).

	a_w (m/s ²)	L_w (dB) 5,0 10-3
Abitazioni (notte)	$3,6 \cdot 10^{-3}$	71
Abitazioni (giorno)	$7,2 \cdot 10^{-3}$	77
Luoghi lavorativi	$14,4 \cdot 10^{-3}$	83
Ospedali, case di cura ed affini	$2 \cdot 10^{-3}$	66
Asili e case di riposo	$3,6 \cdot 10^{-3}$	71
Scuole	$5,4 \cdot 10^{-3}$	75

Tab. 2.22.3– 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 tabella seguente

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

Tab. 2.22.4- 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.

9. PAESAGGIO

Il concetto di paesaggio assume una pluralità di significati, non sempre di immediata identificazione, che fanno riferimento sia al quadro culturale e naturalistico, sia alla disciplina scientifica che ne fa uso. Il paesaggio infatti è costituito da forme concrete, oggetto della visione di chi ne è circondato, ma anche dalla componente riconducibile all'immagine mentale, ovvero alla percezione umana. Anche a livello normativo, per molto tempo non è esistita, di fatto, alcuna definizione univoca, poiché sia la Legge n°1497/1939 (beni ambientali e le bellezze d'insieme) e n°1089/1939 (beni culturali) sia la successiva Legge n°431/1985 ("legge Galasso") tendevano a ridurre il paesaggio ad una sommatoria di fattori antropici e geografici variamente distribuiti sul territorio. Solo di recente la Convenzione Europea del Paesaggio (Firenze, 2000) e il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D.Lgs.n°42/2004) hanno definito in modo sufficientemente organico il concetto di paesaggio. L'art. 1 della Convenzione Europea indica che *"paesaggio designa una determinata parte del territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni"*. Il codice dei Beni Culturali e del Paesaggio ha fatto proprie le indicazioni della Convenzione Europea e all'art.131 afferma:

- "per paesaggio si intende una parte omogenea di territorio i cui caratteri derivano dalla natura, dalla storia umana o dalle reciproche interrelazioni;
- la tutela e la valorizzazione del paesaggio salvaguardano i valori che esso esprime quali manifestazioni identitarie percepibili".

Da queste definizioni si desume che è di fondamentale importanza, per l'analisi di un paesaggio, lo studio dell'evoluzione dello stesso nel corso dei secoli, con l'identificazione delle "parti omogenee", ovvero delle unità di paesaggio. Per procedere alla valutazione su base storica del paesaggio in un dato territorio è necessario compiere un'analisi delle principali categorie di elementi che lo costituiscono:

- l'assetto strutturale e infrastrutturale del territorio (presenza di case, strade, corsi d'acqua, opere di bonifica e altri manufatti);
- la morfologia del suolo con le sistemazioni idrauliche agrarie, le dimensioni degli appezzamenti;
- la copertura del suolo con le coltivazioni e la vegetazione;
- la presenza di beni di interesse architettonico-culturale.

Quest'ultime consentono di individuare anche le già accennate unità di paesaggio, ossia le porzioni omogenee in termini di visibilità e percezione in un determinato territorio. Riguardo il valore del paesaggio, è necessario distinguere tra valore intrinseco, ossia percepito sulla base di sensibilità innate, e valore dato dalla nostra cultura.

I caratteri del paesaggio sono l'unicità, la rilevanza e l'integrità, mentre le qualità possono variare da straordinarie, notevoli, interessanti fino a deboli o tipiche degli ambienti degradati. Frideldey (1995) ha cercato di riassumere quali sono i fattori che influenzano l'apprezzamento del paesaggio. Tra gli attributi del paesaggio che aumentano il gradimento, egli individua la complessità (da moderata ad elevata), le proprietà strutturali di tale complessità (che consentono di individuare un punto focale), la profondità di campo visivo, la presenza di una superficie del suolo omogenea e regolare, la presenza di viste non lineari, l'identificabilità ed il senso di familiarità.

9.1. ASSETTO STRUTTURALE ED INFRASTRUTTURALE DEL TERRITORIO

Il centro romano di Verona, ampliatosi in modo molto consistente nel Medioevo a opera di Cangrande della Scala, era all'epoca uno dei più grandi d'Europa. Rimasto invariato come superficie per motivi militari-strategici dal 250 circa all'unità d'Italia, ha conservato un distacco notevole dai centri limitrofi fino a tempi abbastanza recenti.

Nel dopoguerra la città si è ulteriormente estesa con ritmi a volte vertiginosi, dando origine alla cosiddetta *Verona sud* come conseguenza insediativa di uno sviluppo industriale e logistico che fino agli anni ottanta trovava il proprio perno nei magazzini generali, nel mercato ortofrutticolo, nella fiera e nella Zona Agricola Industriale (ZAI) storica. Con la creazione del Quadrante Europa e dell'aeroporto, con l'evoluzione del sistema produttivo e con l'espansione delle funzioni terziarie, direzionali e commerciali, Verona si è ulteriormente ampliata, estendendosi quasi senza soluzione di continuità ai comuni limitrofi di maggiori dimensioni. La crescita di questi comuni, ampliatisi secondo le proprie vocazioni produttive, anche in relazione alla loro posizione rispetto a importanti corridoi o a direttici di livello provinciale, ha generato diversi conflitti correlati tra loro, quali scarsa accessibilità alla città, conseguente necessità di nuove infrastrutture, appesantimento del traffico in zone urbane, fuoriuscita dalla città di diverse attività, creazione di zone commerciali ovunque intorno alla città, perdita delle caratteristiche agrarie e fenomeni di dispersione urbana.

Nell'area afferente la città di Verona l'espansione urbana e metropolitana ha quindi fortemente compromesso il paesaggio rurale, ormai poco distinguibile dall'ambiente urbano, mentre verso sud, nelle aree di pianura utilizzate per l'agricoltura, rivestono ancora particolare importanza i seminativi, le orticole ed i frutteti e, nella bassa pianura, le risaie.



Fig. 2.90 - L'area di intervento in località Cà Brusà (Verona)



Fig. 2.91 - L'area di intervento in località VòPindemonte (Isola della Scala)

9.2. MORFOLOGIA DEL SUOLO

L'ambito di intervento appartiene al sistema paesaggistico formato dall'alta pianura, formata dai terrazzamenti alluvionali antichi e recenti del fiume Adige, e dalla bassa pianura a valle della linea delle risorgive.

La fascia interessata dall'alta pianura è di antica formazione, caratterizzata da suoli ghiaiosi e calcarei e da superficie modale e terrazzi recenti del conoide fluvioglaciale dell'Adige.

A valle della linea delle risorgive invece, è presente la bassa pianura antica calcarea con dossi sabbiosi fini, che costituisce la porzione distale della pianura proglaciale dell'apparato gardesano.

L'idrologia dell'ambito è caratterizzata dalla fascia delle risorgive, da una fitta serie di canali e fossati artificiali, afferenti il bacino dei fiumi Tartaro e Tione. Le zone che conservano tuttora un certo valore ambientale sono i paleovalvei e il sistema di fiumi, canali, fossi e torrenti con la loro dotazione di vegetazione riparia e retro riparia.

Gli elementi di diversificazione paesaggistica che ancora permangono a valorizzare la campagna riguardano gli ambienti umidi, che, nel contesto di riferimento, sono riconducibili alle numerose risorgive.



Fig. 2.92 – Esempio di Risorgiva “Liona” in comune di Povegliano Veronese

Il paesaggio rurale posto a cavallo tra alta e bassa pianura è sempre stato fortemente condizionato dalla sua caratterizzazione idrologica, ovvero dalla ricchezza d'acqua e dalla superficialità delle risorse idriche sotterranee, le quali imponevano consistenti e continui interventi antropici per mantenere la salubrità e fertilità delle terre. In tale contesto, le risorgive, o “fontanili”, rappresentano elementi di identificazione storico-culturale dei luoghi, oltre che di diversificazione ambientale. Già, in epoca romana, dopo un lungo periodo di colonizzazione e di sviluppo dell'attività agraria, seguirono l'abbandono delle terre e il dominio delle acque dell'Adige e del Tartaro che distrussero ogni residua coltura (“Diluvio di Paolo Diacono”, 589d.C.) e contribuirono al progressivo impaludamento della pianura. Solo a partire dal VI secolo ebbe inizio un rinnovato processo di colonizzazione e bonifica delle aree della bassa pianura veronese, che raggiunse il suo apice alla fine del '200, con il consolidarsi dei monasteri e con l'affermazione del potere comunale.

Nel Rinascimento parte delle terre venne nuovamente abbandonato all'impaludamento, per soddisfare alle esigenze difensive della Serenissima, che temeva le possibili azioni dei Gonzaga. Occorre arrivare alla seconda metà del XVI per ritrovare un rinnovato interesse per la pratica agricola che porta all'insediamento di numerose abitazioni nobiliari, di cui restano tuttora pregevoli tracce sul territorio, ed alla introduzione della risicoltura. Bisognerà attendere la dominazione austriaca ed il concomitante incremento demografico, per assistere ad un nuovo e risolutivo grande avvio degli interventi di bonifiche e prosciugamenti. Tali interventi si protrassero sino ai primi del novecento, conferendo ai nostri paesaggi rurali l'attuale assetto fondamentale. Proprio in tale epoca si consolidano gli interventi di escavazione dei fontanili per la bonifica dei terreni e l'organizzazione di un sistema stabile di irrigazione, i quali determineranno la classica struttura della testa e dell'asta delle risorgive ancora oggi riconoscibile.

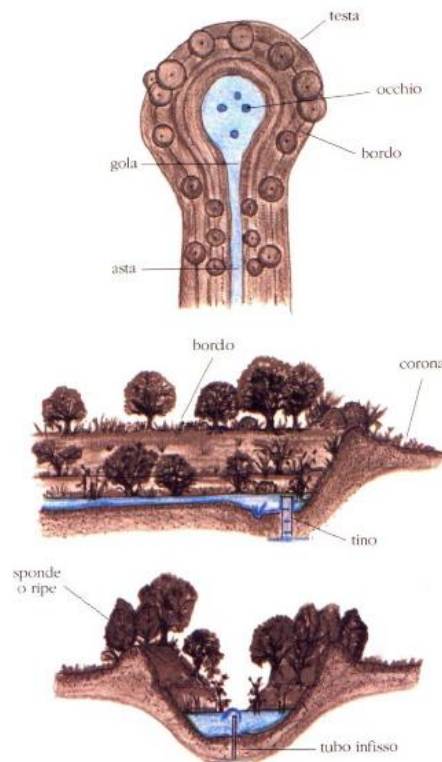


Fig. 2.93 - Struttura di un fontanile.

9.3. COPERTURA DEL SUOLO

La carta della copertura del suolo riporta l'area vasta di pertinenza del progetto ed evidenzia la connotazione a mosaico del tessuto paesaggistico, formato da macchie a diverso uso del suolo.

Tale struttura paesaggistica presenta una forte diversificazione in direzione Nord-Sud.

Secondo questa direttrice, infatti, le tessere del mosaico prima piccole e squadrate diventano poi più ampie e dalle geometrie più irregolari. Inoltre, in direzione Sud, diminuisce la marcata frammentazione e frammistione di elementi diversi a favore di una matrice prevalentemente agricola a coltivazioni a seminativo, nella quale si inseriscono ampie e diffuse aree urbane frammiste a macchie di zone industriali più dense a Nord e via via più rarefatte a meridione.

Ovunque sparsi appezzamenti a frutteto e vigneto si scorgono tra i seminativi, mentre nella zona centromeridionale compaiono le risaie che diventano a Sud un elemento di forte connotazione del paesaggio agricolo soprattutto in tarda primavera ed estate.

La rete idrografica si presenta fitta su tutto il territorio ma solo raramente si riconoscono piccole e sparse macchie di vere e proprie zone umide, una volta tipiche del paesaggio della bassa pianura.

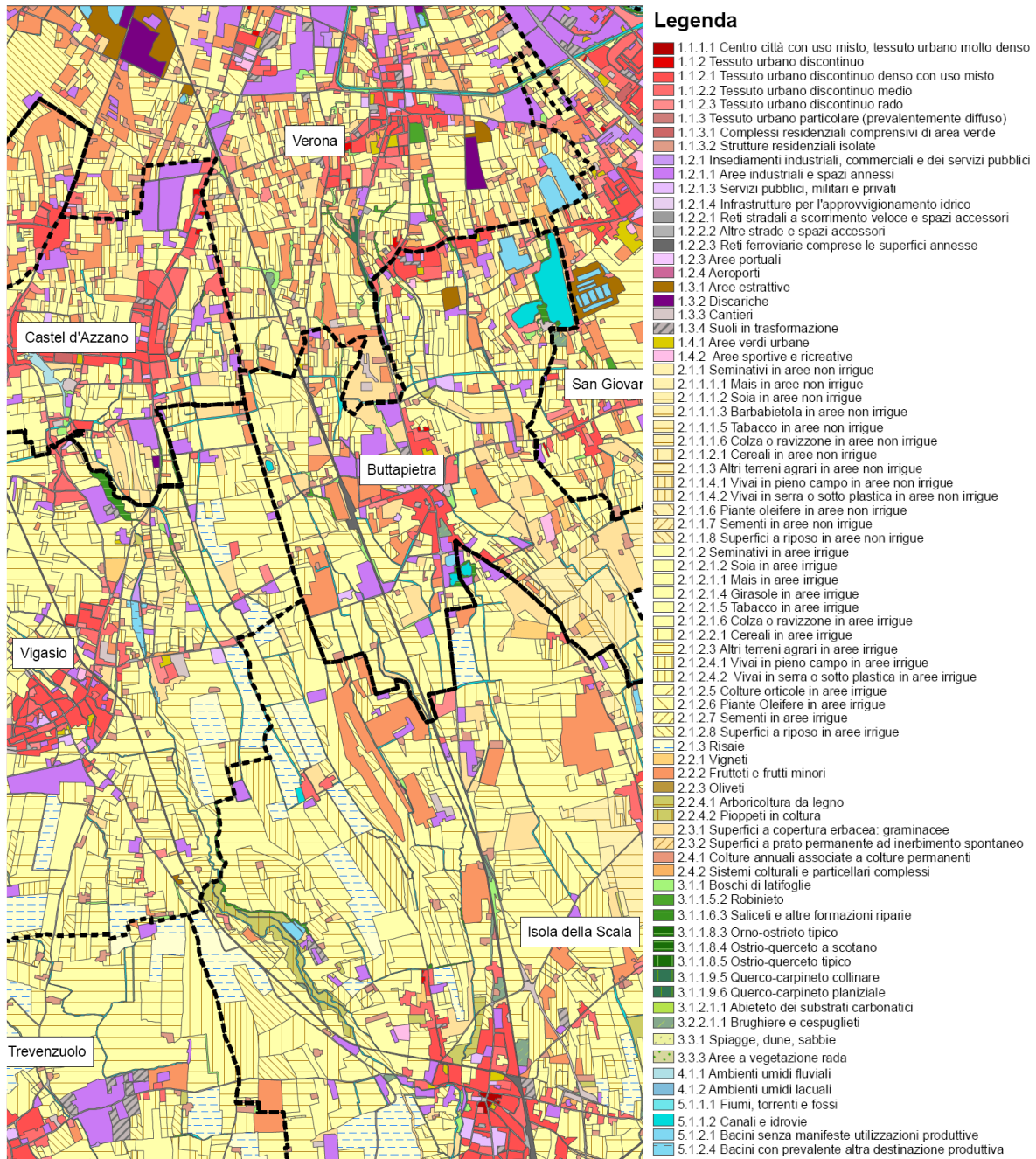


Fig. 2.94 - Estratto della tavola di copertura del suolo.

9.4. PRESENZA DI BENI CULTURALI

Il carattere rurale storico dell'ambito è evidenziato dal permanere di manufatti di interesse architettonico-culturale, riconoscibili nelle corti rurali e nelle ville venete diffuse sul territorio.

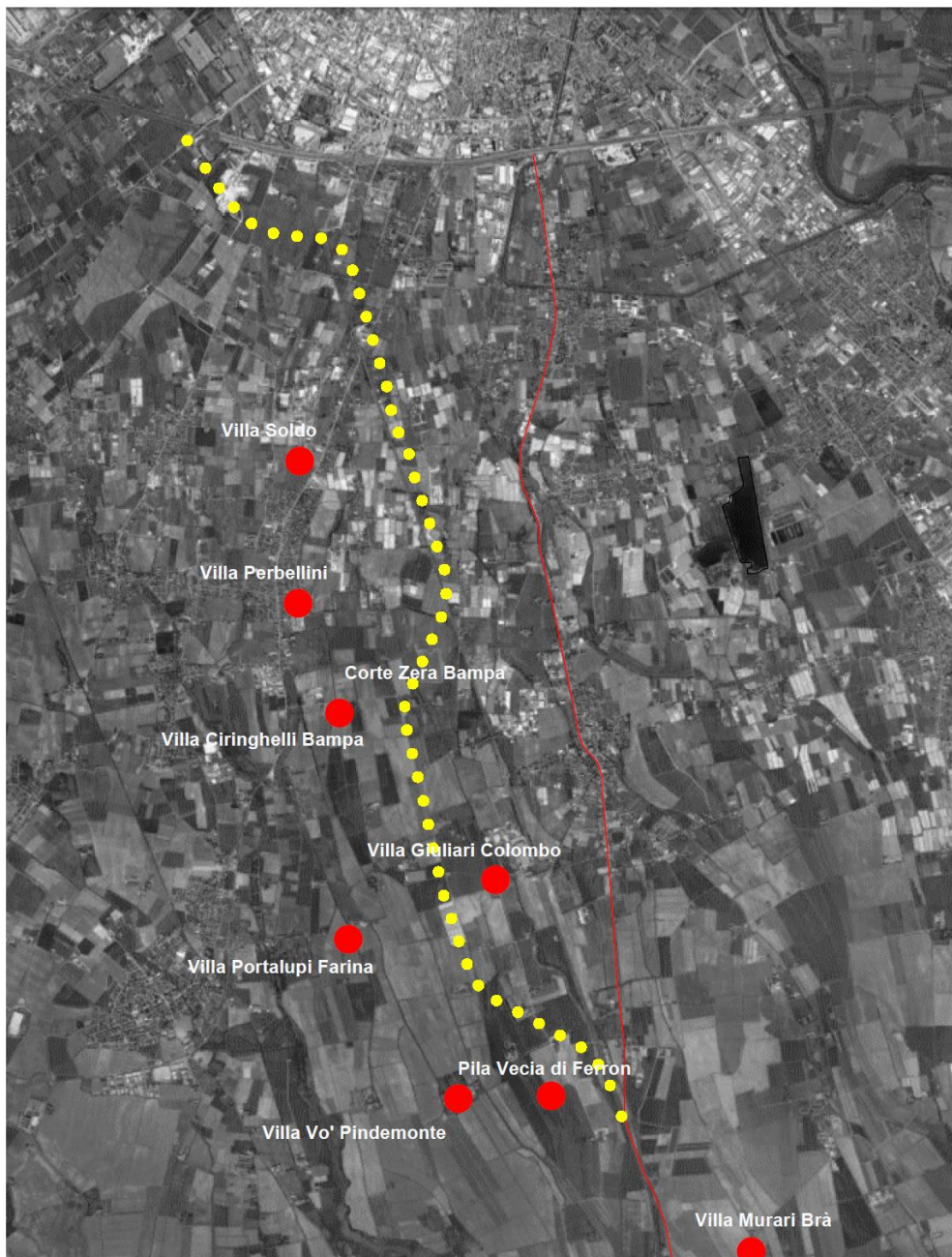


Fig. 2.95 - Distribuzione dei beni culturali nell'area di interesse

In particolare, nell'area di pertinenza del progetto il P.T.C.P. 2015 individua da Nord a Sud:

- Villa Soldo detta "la Caporala" del XVIII sec in comune di Castel d'Azzano (L. 1089/1939);
- Villa Perbellini del XVIII sec in comune di Castel d'Azzano;
- Corte ZeraBampa del XVII sec in comune di Buttapietra;
- Villa CiringhelliBampa del XV sec in comune di Vigasio;
- Villa Giuliani Colombo del XVIII sec in comune di Buttapietra (L. 364/1909 e L. 1089/1939);
- Villa Portalupi Farina, detta "la Zambonina" del XVII sec in comune di Vigasio;
- Villa Vo' Pindemonte del XVIII sec in comune di Isola della Scala (L. 1089/1939 e L. 1497/1939);
- Villa Murari Brà detta "i Boschi" del XV sec in comune di Isola della Scala(L. 1089/1939).



Fig. 2.96- Villa Giuliani Colombo in Comune di Buttapietra



Fig. 2.97 - Villa VòPinemonte in Comune di Isola della Scala



Fig. 2.98 - Villa Murari Brà. In Comune di Isola della Scala

Si ritrovano, inoltre alcuni manufatti di archeologia industriale, tra cui risulta degno di nota la Pila Vecia di Ferron in Comune di Isola della Scala, la quale risulta l'unica opera direttamente interessata dal tracciato di progetto.

La Pila Vecia di Ferron risulta essere il più antico impianto di trattamento del riso risalente alla **metà del secolo XVII** e situata a Passolongo di Isola della Scala. Da documenti dell'Archivio di Stato di Venezia, risulta infatti che la richiesta per poter costruire la pila fu inoltrata alla Serenissima il 26 aprile 1644 da Domenico Cristato, latifondiere del tempo, e che nel 1656 essa era già da tempo funzionante.

Nel corso dei secoli diverse famiglie del patriziato veneto si susseguirono nella conduzione della Pila Vecia. Tra queste ricordiamo gli **Zenobio**, proprietari della Pila Vecia per oltre un secolo e mezzo. A testimonianza di questo periodo rimane lo stemma araldico della famiglia, raffigurante un leone e un'aquila, che ancor oggi campeggia sulla facciata della Pila Vecia. Inoltre il corso d'acqua che ancor oggi in parte fornisce l'energia necessaria a muovere i meccanismi della Pila porta il nome di Fossa Zenobia.

La Pila è tuttora formata da una grande ruota a pale, di 7,5 metri di diametro, azionata dall'acqua della Fossa Zenobia, e da **9 pile** ricavate in un blocco unico di marmo rosso di Verona e i relativi **pestelli**, che con il loro movimento ritmico liberano il risone dalla pula. Nel secondo dopoguerra, agli antichi pestelli mossi solo dall'energia idrica, sono stati affiancati macchinari più moderni alimentati anche dall'energia elettrica.

Le struttura della Pila Vecia sono oggi adibite alla produzione di riso e prodotti derivati di alta qualità, a riseria didattica e ristorante.



Fig. 2.99 - Vista esterna ed interna della Pila Vecia in comune di Isola della Scala

9.5. ANALISI DELLA PERCEZIONE VISIVA

L'ambito di intervento del progetto si colloca nel sistema paesaggistico regionale di pianura nel quale il PTRC approvato nel 2020 distingue nell' Atlante Ricognitivo degli Ambiti di Paesaggio due unità denominate Alta Pianura e Bassa Pianura. A queste è possibile affiancare una unità di paesaggio Urbano in corrispondenza della zona sud della città di

Verona, dove l'espansione urbana e metropolitana ha fortemente compromesso e ridotto il paesaggio rurale - ormai poco distinguibile dall'ambiente urbano.

L'unità di Alta Pianura corrisponde ai terrazzamenti alluvionali antichi e recenti del fiume Adige ed è caratterizzata dai suoli ghiaiosi e calcarei della fascia di ricarica degli acquiferi. Qui il paesaggio si caratterizza per la frammistione della componente rurale con quella urbana di servizio alla città di Verona. Il continuo sviluppo dei centri urbani periferici e delle relative infrastrutture di servizio ha progressivamente ridotto e frammentato gli spazi rurali, i quali risultano per lo più formati da piccoli appezzamenti coltivati prevalentemente a seminativo interposti a macchie di coltivazioni legnose. Nell'area, priva di rilevanti elementi di variabilità ambientale e paesaggistica, risultano ridotte anche le valenze storico-monumentali.

L'unità di Bassa Pianura corrisponde agli antichi depositi calcarei con dossi sabbiosi fini e costituisce la porzione distale della pianura proglaciale dell'apparato gardesano. Essa è fortemente connotata dalla idrologia d'ambito, caratterizzata dalla fascia delle risorgive e da una fitta serie di canali e fossati artificiali, afferenti il bacino dei fiumi Tartaro e Tione. Le zone che conservano tuttora un certo valore ambientale e paesaggistico sono i paleoalvei e il sistema di fiumi, canali, fossi e torrenti con la loro dotazione di vegetazione riparia e retro riparia.

In tale unità rilevanti nuclei urbani, per lo più residenziali, si inseriscono in un tessuto prevalentemente agricolo, coltivato a seminativi intensivi. La presenza di una numerosa edilizia rurale diffusa di pregio storico-monumentale segna il territorio generando dei contesti figurativi di interesse paesaggistico, sebbene anche qui gli elementi di variabilità ambientale, per lo più legati alle risorgive ed al sistema di fiumi e rogge, siano in progressiva riduzione e frammentazione.

La viabilità di progetto attraversa tale sistema paesaggistico da Nord a Sud affiancandosi, per la maggior parte del tratto settentrionale, ad infrastrutture esistenti quali il tracciato ferroviario e la strada Via Scopela, e minimizzando in tal modo, sia l'interferenza con la visibilità delle residue valenze storico-architettoniche, sia la percepibilità dell'intervento dal territorio circostante.

La situazione di potenziale interferenza dell'opera con la percezione del paesaggio e dei suoi elementi qualificanti viene evidenziata, invece, nel tratto meridionale del progetto, dove la variante attraversa la Bassa Pianura in prossimità di edifici segnalati dal PTCP 2015 approvato dalla Provincia di Verona, come valenze storico-monumentali e altre costruzioni caratterizzanti i luoghi.

Qui la collocazione del tracciato e le caratteristiche progettuali dell'opera, quali la sopraelevazione, interferiscono con la visione dei contesti figurativi qualificanti il paesaggio della Bassa Pianura e degli stessi manufatti di interesse storico-architettonico. Allo stesso tempo in corrispondenza di questi stessi manufatti, luogo di attrazione e frequentazione turistica, risulta particolarmente percepibile l'interferenza prodotta dall'opera nella visione del paesaggio aperto.

L'adozione di opportuni interventi di mitigazione, quali piantumazioni, che dovranno essere oggetto di adeguato studio e progettazione in fase di progettazione esecutiva, possono efficacemente mitigare il potenziale impatto paesaggistico dell'opera nel tratto segnalato come maggiormente critico.

10. POPOLAZIONE E SALUTE PUBBLICA

Obiettivo della caratterizzazione dello stato di qualità dell'ambiente in relazione al benessere ed alla salute umana è quello di verificare la compatibilità delle conseguenze dirette ed indirette delle opere e del loro esercizio con gli standard ed i criteri per la prevenzione dei rischi riguardanti la salute umana a breve, medio e lungo termine.

10.1. INQUADRAMENTO TEMATICO

Il concetto di salute si è evoluto nel tempo raccogliendo sempre più la complessità delle relazioni tra organismo ed ambiente. Dapprima è stata discussa e trasformata l'idea di salute la quale, inizialmente riferita alla sola condizione di equilibrio fisico, è poi passata all'idea di equilibrio tra le componenti fisica, mentale e sociale dell'essere umano, inteso nella sua totalità. Quindi, si è avviata una discussione sul concetto di "ambiente", il quale è passato dalla considerazione di mero vettore di eventuali agenti patogeni a quella di vero e proprio ecosistema, la cui integrità condiziona la salute della popolazione umana.

Negli ultimi anni del secolo scorso, infatti, i risultati di indagini mediche, epidemiologiche ed ecologiche, hanno approfondito sempre più la natura e gli effetti del legame tra ambiente e salute al punto che si è dimostrata e diffusa l'idea che:

- la salute umana dipenda direttamente ed indirettamente dallo stato complessivo dell'ambiente, poiché i cambiamenti ambientali contribuiscono alla emersione di nuovi problemi sanitari, indipendentemente dalla esposizione a fattori di rischio il cui effetto è noto (OMS, 1998; McCally, 2000). L'azione dei cambiamenti ambientali si riflette sulla salute umana in conseguenze indirette e di difficile determinazione, e si presenta con diversi gradi di evidenza a seconda dei casi (Last, 1998);
- l'Uomo è parte di ecosistemi complessi, ovvero di insiemi di componenti biologiche (popolazioni animali e vegetali) e fisico-chimiche (condizioni meteo-climatiche, geomorfologiche, idrologiche, ecc.) interagenti tra loro, ed in quanto tale rimane completamente dipendente dal funzionamento dell'ecosistema terrestre e della biosfera (OMS 1998).

Tale prospettiva, secondo la quale la salute potenziale della popolazione umana è direttamente dipendente dalla funzionalità dell'intero ecosistema, sottolinea la forte correlazione esistente, non solo tra singoli fattori ambientali di rischio e la salute umana, ma soprattutto, tra quest'ultima e la funzionalità complessiva dell'ecosistema stesso.

Alla luce di tali considerazioni si sottolinea come qualsiasi alterazione ambientale possa interagire con la salute umana a differenti livelli di scala, come nel caso dell'opera oggetto di valutazione.

10.2. CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE

L'intasamento del traffico veicolare di auto private e mezzi pesanti sulla SS12 e sulla SP 25 è da anni segnalato dai residenti quale elemento detrattore della vivibilità dei quartieri e dei paesi attraversati.

Tali arterie stradali costituiscono accessi diretti alla zona artigianale - industriale del comune di Verona ed agli svincoli per le tangenziali Nord e Sud della provincia, presentando perciò una frequentazione estremamente elevata soprattutto nelle ore di punta. Tuttavia esse attraversano numerosi centri abitati, tra cui: il quartiere di Borgo Roma, Cà di David, Castel d'Azzano, Buttapietra.

La congestione stradale conseguente a tale situazione interessa direttamente tali centri abitati e presenta diversi fattori di potenziale impatto sulla salute intesa come equilibrio psico-fisico della popolazione:

- rappresenta una frattura nel tessuto sociale dei centri abitati attraversati, poiché la pericolosità nell'attraversamento delle strade e la scarsa fluidità della viabilità la trasformano in una barriera che scoraggia la frequentazione pedonale dei centri stessi e compromette le conseguenti pratiche di socialità che qualificano la vita di una comunità;
- determina una persistenza di emissioni inquinanti e polveri che peggiorano localmente lo stato di qualità dell'aria con potenziali ripercussioni sulla salute pubblica, sia nei fenomeni acuti che cronici;
- determina emissioni rumorose e vibrazioni che incidono negativamente sulla percezione della vivibilità dell'ambiente sia aperto che delle abitazioni e dei luoghi di lavoro.

Tale condizione vissuta dai cittadini residenti è stata compresa dagli stessi, i quali hanno sviluppato un forte senso critico che li ha spinti ad organizzarsi in comitati ed associazioni per denunciare la situazione e fare pressioni sugli Enti locali e sovraordinati al fine di trovare una soluzione efficace a ricondurre i territori a condizioni di vivibilità e qualità.

Negli ultimi decenni, infatti, la stessa apertura delle pratiche amministrative ai processi partecipativi ha contribuito a far crescere nei cittadini il desiderio di informazione e partecipazione ai processi di programmazione territoriale locale ed il senso di responsabilità collettiva nella gestione della salute pubblica e della qualità dell'ambiente.

Il percorso partecipativo e le mobilitazioni dei comitati cittadini, svoltesi dal 2008 ad oggi e documentate dai media locali, sono sfociate nella richiesta di realizzare una viabilità alternativa ed esterna ai centri abitati che, spostando il traffico pesante e quello in accesso alle tangenziali ed alla zona industriale di Verona dalla SS12 e dalla SP25, ne riduca e fluidifichi il traffico, riportandole alla loro originaria funzione di collegamento intercomunale.

Il progetto di variante in corso di studio rappresenta dunque una risposta alle richieste della popolazione locale e degli Enti locali.

La caratterizzazione dello stato attuale è strutturata in tre fasi:

1. screening delle principali fonti di disturbo per la salute umana
2. analisi del contesto demografico, del profilo epidemiologico sanitario condotta attraverso il sup-porto di studi epidemiologici e di dati statistici;
3. stima delle condizioni allo stato attuale della popolazione residente in prossimità dell'area in esame, partendo dallo scenario relativo alle componenti "Aria e clima" e "Rumore".

10.2.1. SCREENING DELLE FONTI DI DISTURBO DELLA SALUTE UMANA

Al fine di individuare le principali patologie che possono compromettere la salute dell'uomo, la prima operazione compiuta è stata l'individuazione delle potenziali fonti di disturbo derivanti dalle attività relative all'infrastruttura stradale in esame.

Data la natura dell'opera in esame, i due ambiti nei quali ricercare le potenziali fonti di impatto sono il clima acustico e la qualità dell'aria; di conseguenza le principali azioni che possono avere effetti sulla salute umana, sono riconducibili in primo luogo alla produzione di *emissioni atmosferiche ed acustiche determinate dal traffico*.

In tal senso, le principali patologie legate all'esercizio di una infrastruttura stradale possono essere:

- cardiovascolari;
- respiratorie;
- polmonari;
- tumorali;
- alterazioni del sistema immunitario e delle funzioni psicologiche e psicomotorie.

Effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana

Gli effetti sulla salute pubblica delle sostanze emesse in atmosfera sono varie e diversificati a seconda dell'inquinante e, ovviamente, delle specifiche concentrazioni. Si è soliti distinguere gli effetti dell'inquinamento atmosferico in effetti di tipo acuto a breve latenza ed effetti cronici. I primi si manifestano in modo episodico in occasione di picchi d'inquinamento e comportano disturbi che interessano principalmente l'apparato respiratorio ed il sistema cardiovascolare. Nel lungo termine (dopo anni di esposizione a livelli eccessivi di inquinamento), invece, in alcuni soggetti possono svilupparsi malattie ad andamento cronico (broncopneumopatie croniche, tumori, ecc.).

I principali inquinanti sono gli ossidi di azoto e il particolato, di seguito descritti, evidenziandone gli effetti di entrambi sulla salute pubblica.

Ossidi di Azoto (NOx): in atmosfera sono presenti diverse specie di ossidi di azoto, tuttavia per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria si fa quasi esclusivamente riferimento al termine **NOx** che sta ad indicare **la somma pesata del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO2)**.

Il monossido di azoto NO è un gas incolore, insapore ed inodore prodotto soprattutto nel corso dei processi di combustione ad alta temperatura assieme al biossido di azoto (che costituisce meno del 5% degli NOx totali emessi). Viene poi ossidato in atmosfera dall'ossigeno e più rapidamente dall'ozono, producendo biossido di azoto. La tossicità del monossido di azoto è limitata, al contrario di quella del biossido di azoto che risulta invece notevole.

Il biossido di azoto NO2 è un gas tossico di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente e con grande potere irritante; è un ossidante molto reattivo e quindi altamente corrosivo. Esiste nelle due forme N2O4 (forma dimera) e NO2 che si forma per dissociazione delle molecole dimere. Rappresenta un inquinante secondario dato che deriva, per lo più, dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto. Esso svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico, in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso, gli alchilnitrati, i perossiacetilnitrati ed altri.

Il monossido di azoto è da ritenersi a tossicità estremamente bassa mentre il biossido di azoto presenta problemi di maggior rilevanza essendo 4÷5 volte più tossico del primo.

L'NO2 è un irritante polmonare, disturba la ventilazione, inibisce la funzione polmonare, incrementa la resistenza delle vie aeree, indebolisce la difesa contro i batteri, danneggia il sistema macrofagico, diminuisce l'attività fagocitaria, provoca edema polmonare, inattiva il sistema enzimatico cellulare, denatura le proteine e provoca le perossidazioni dei lipidi.

Gli ossidi di azoto possono inoltre essere adsorbiti sulla frazione inalabile del particolato. Queste particelle hanno la possibilità di raggiungere, attraverso la trachea e i bronchi, gli alveoli polmonari provocando gravi forme di irritazione e, soprattutto nelle persone deboli, notevoli difficoltà di respirazione anche per lunghi periodi di tempo.

L'NO2, attraverso il processo respiratorio alveolare, si combina con l'emoglobina esercitando un'azione di ossidazione sul ferro dell'anello prostetico. Questa reazione comporta una modificazione delle proprietà chimiche e fisiologiche

dell'emoglobina dando luogo a formazione di metaemoglobina. Quest'ultima molecola non è più in grado di trasportare ossigeno e già a valori intorno al 3÷4 % di metaemoglobina si manifestano disturbi a carico della respirazione.

L'NO₂ a contatto con i liquidi gastrici comporta necessariamente la formazione di acido nitroso che è il precursore della formazione delle nitrosammine, ben note per l'azione cancerogena a loro associata.

Il Particolato - Polveri Inalabili (PM₁₀) e Polveri Respirabili (PM_{2,5}) consistono in particelle solide e liquide di diametro variabile fra 100 µm e 0.1 µm.

I particolati presenti in atmosfera provengono in buona parte anche da processi naturali, quali le eruzioni vulcaniche e l'azione del vento sulla polvere e sul terreno.

L'inquinamento da particolati proveniente da attività antropiche ha origine dalla industria delle costruzioni (particelle di polvere), dalle fonderie (ceneri volatili) e dai processi di combustione incompleta (fumi). Il traffico urbano contribuisce all'inquinamento dell'aria da particolati, oltre che con le emissioni, anche attraverso la lenta polverizzazione della gomma dei pneumatici.

Nell'aria urbana, più dell'80% del PM₁₀ è formato da agglomerati di composti organici, prodotti per condensazione o sublimazione dei composti gassosi più pesanti emessi dai processi di combustione. Circa il 50% di questa frazione organica si produce nello smog fotochimico nella complessa reazione fra composti organici ed ossidi di azoto.

Nelle aree urbane il PM₁₀ riveste un ruolo importante sia dal lato sanitario che da quello climatologico locale. A causa della loro elevata superficie attiva e dei metalli (piombo, nichel, cadmio etc.) in esse dispersi, le particelle agiscono da forti catalizzatori delle reazioni di conversione degli ossidi di zolfo e di azoto ad acido solforico ed acido nitrico. Pertanto, la loro azione irritante viene potenziata dalla veicolazione di acidi forti, la cui concentrazione nella singola particella può essere molto elevata. Esse costituiscono anche il mezzo attraverso cui avviene la deposizione secca degli acidi su edifici ed opere d'arte.

Il sistema maggiormente attaccato dal particolato è l'apparato respiratorio e il fattore di maggior rilievo per lo studio degli effetti è probabilmente la dimensione delle particelle, in quanto da essa dipende l'estensione della penetrazione nelle vie respiratorie. Prima di raggiungere i polmoni, i particolati devono oltrepassare delle barriere naturali, predisposte dall'apparato respiratorio stesso.

Alcuni particolati sono efficacemente bloccati; si può ritenere che le particelle con diametro superiore a 5 µm si fermano e stazionano nel naso e nella gola. Le particelle di dimensioni tra 0,5 µm e 5 µm possono depositarsi nei bronchioli e per azione delle ciglia vengono rimosse nello spazio di due ore circa e convogliate verso la gola.

Il pericolo è rappresentato dalle particelle che raggiungono gli alveoli polmonari, dai quali vengono eliminate in modo meno rapido e completo, dando luogo ad un possibile assorbimento nel sangue. Il materiale infine che permane nei polmoni può avere un'intrinseca tossicità, a causa delle caratteristiche fisiche o chimiche.

Sulla base dei risultati di diversi studi epidemiologici, si ipotizza che ad ogni 10 mg/m³ di concentrazione in aria di PM10 è associato un incremento stimato nel tasso relativo di mortalità per ogni causa, risultato pari a 0,51%. L'incremento stimato nel tasso relativo di mortalità per cause cardiovascolari e respiratorie è risultato pari a 0,68% (The New England Journal of Medicine).

Attualmente in Italia il D.lgs. 155/2010 stabilisce per la concentrazione in aria del PM10, lo standard di riferimento di 40 mg/m³ come valore obiettivo (media annuale). Per le polveri PM2,5, definite respirabili in quanto capaci di penetrare fino agli alveoli polmonari, in assenza di normativa statale lo standard di riferimento è quello fissato dall'EPA, pari a 15 mg/m³.

La Tabella 2.23 riassume le conseguenze sulla salute determinate dall'inquinamento atmosferico, a breve e a lungo termine, stimati per un aumento di 10 mg/m³ della concentrazione di PM10. Tali dati sono basati sulla letteratura epidemiologica attualmente disponibile.

Effetti sulla salute	Incremento % della frequenza degli effetti sulla salute per un aumento di 10 mg/m³ di PM10
Effetti a breve termine (acuti)	
Uso bronco dilatatori	3
Tosse	3
Sintomi delle basse vie respiratorie	3
Diminuzione della funzione polmonari negli adulti rispetto alla media (picco respiratorio)	-13
Aumento dei ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie	0,8
Aumento della mortalità giornaliera totale (escluse morti accidentali)	0,7
Effetti a lungo termine (cronici)	
Aumento complessivo della mortalità escluse morti accidentali)	10
Bronchiti	29
Diminuzione della funzione polmonare nei bambini rispetto alla media (picco respiratorio)	-1,2
Diminuzione della funzione polmonari negli adulti rispetto alla media (picco respiratorio)	-1

Tab. 2.23 - Effetti a breve e lungo termine sulla salute umana dell'inquinamento atmosferico

Inquinamento acustico e salute umana

L'inquinamento da rumore comporta nell'individuo reazioni di allarme che tendono ad ingigantirsi e ad influenzare tutto il sistema di vita, provocando lo sconvolgimento di attività organiche e ghiandolari.

Le conseguenze sull'uomo sono diverse e di differente entità in funzione della reattività specifica di ognuno: pregiudizio per sistema nervoso, apparato cardiovascolare, digerente e respiratorio.

Le conseguenze per gli abitanti delle zone adiacenti a grandi arterie di traffico possono essere significative sia in termini qualitativi che quantitativi.

Gli effetti del rumore sull'organismo umano sono molteplici e complessi, possono avere carattere tempo-raneo o permanente e possono riguardare specificatamente l'apparato uditivo, oppure interagire negativamente con altri fattori generando situazioni patologiche a carico del sistema nervoso o endocrino.

In fisiologia acustica gli effetti del rumore vengono classificati in tre categorie, denominate danno, disturbo e fastidio ("annoyance").

Gli effetti di *danno* si riferiscono ad alterazioni irreversibili o parzialmente irreversibili dovute, oggettivamente dal punto di vista clinico (ad esempio, l'innalzamento della soglia dell'udibile oppure la riduzione della capacità di comprensione del parlato).

L'azione patogena del rumore aumenta con il crescere dell'intensità sonora; non è tuttavia possibile stabilire un rapporto lineare relativo all'andamento dei due fenomeni, sia per la mancanza di una correlazione diretta tra incremento della potenza acustica recepita ed intensità della sensazione acustica provata, sia per il diversificarsi del danno in relazione alla entità dei livelli sonori impattanti. Si preferisce, pertanto, definire una serie di bande di intensità, i cui limiti sono stati delimitati sperimentalmente ed in corrispondenza delle quali tende a verificarsi un "danno tipo".

Gli effetti di *disturbo* riguardano, invece, le alterazioni temporanee delle condizioni psico-fisiche del soggetto che determinano conseguenze fisio-patologiche ben definite su:

- apparato cardiovascolare (cuore e vasi sanguigni): con rumori intermittenti si osserva un'accelerazione della frequenza cardiaca, con conseguente minor gittata e minor nutrimento del cuore per riduzione del flusso nelle arterie coronarie. Un rumore di intensità superiore a 70 dB determina una brusca contrazione dei vasi sanguigni con centralizzazione della circolazione e conseguente minor irrorazione sanguigna, maggior aggregazione dei globuli rossi e tendenza alla trombosi. Cessato il rumore, lo spasmo vascolare scompare tanto più lentamente quanto più lunga è stata l'esposizione.
- sistema nervoso centrale
- apparato digerente: studi meno recenti parlano di azione inibitrice sulle secrezioni ghiandolari del tratto gastrointestinale. Ciò sembrerebbe in accordo con il meccanismo di attivazione simpatica indotto dal rumore;

indagini più recenti segnalano invece la secrezione gastrica di acido cloridrico. C'è comunque notevole accordo sul possibile effetto lesivo del rumore sull'apparato gastrointestinale, che precocemente si traduce in inappetenza e disturbi digestivi e, alla lunga, in gastriti e talora ulcera.

- ghiandole endocrine: inizialmente aumenta l'attività di certe ghiandole endocrine per rispondere allo stress, ma successivamente tale eccessiva attività porta ad esaurimento funzionale, con minore capacità di resistenza ed adattamento agli eventi della vita. Tra le molte altre dannose conseguenze di queste alterazioni endocrine va ricordata la riduzione di alcune categorie di globuli bianchi, con conseguente diminuzione delle difese nei confronti di batteri e virus;
- senso dell'equilibrio: per livelli di rumore oltre i 110 dB si può avere una sensazione accentuata di vertigine e nausea, che produce insicurezza nel movimento e una minore capacità di autocontrollo;
- vista: le conseguenze dirette sulla vista sono riconducibili a una diminuzione dell'acutezza visiva per difficoltà di accomodazione e dilatazione della pupilla, a una riduzione della percezione del rilievo e del riconoscimento dei colori, a un'alterazione della visione notturna.
- apparato respiratorio: il rumore aumenta la frequenza respiratoria, mentre diminuisce il volume corrente (volume di aria che viene scambiato ad ogni singolo atto respiratorio). Il consumo di ossigeno presenta una diminuzione costante, anche se non grande; alla lunga c'è la possibilità che anche questo fatto incida negativamente;
- psiche: il rumore produce sull'uomo effetti sul carattere, sul comportamento e sulla personalità;
- alterazioni dell'affettività (azioni depressive o aggressive);
- alterazioni della funzionalità psico-motoria: ritardo nei tempi di reazione con l'aumento di intensità del rumore, aumento degli errori, diminuzione dell'attenzione e della precisione;
- sonno: a parità di intensità il rumore notturno è molto più dannoso di quello diurno per tre motivi:
 1. i soggetti esposti presentano in genere segni di affaticamento e una più elevata reattività psichica, poiché persistono gli effetti degli stress accumulati durante le ore precedenti;
 2. tale rumore è spesso inaspettato e dunque psichicamente meno accettabile e caratterizzato da una componente ansiogena molto superiore;
 3. è meno tollerato per la maggior differenza che in genere si verifica tra rumore di fondo e picchi durante la notte.

Gli effetti di *annoyance* indicano un sentimento di scontentezza riferito al rumore che l'individuo sa o crede possa agire su di lui in modo negativo. Tale fastidio è la risposta soggettiva agli effetti combinati dello stimolo disturbante e di altri fattori di natura psicologica, sociologica ed economica.

In generale gli effetti, diversi da soggetto a soggetto, possono essere distinti in due categorie: uditivi ed extrauditivi. Gli uditivi si verificano quando l'esposizione al rumore avviene per tempi molto lunghi, mentre gli effetti extrauditivi influenzano la sfera psicosomatica dell'uomo, generando ansia, stress, palpitazioni, scarsa capacità di concentrazione e confusione mentale.

Il rumore può provocare vari effetti dipendenti dal tipo (pressione, frequenza), dalla durata e dal periodo di esposizione ma anche dalla particolare suscettibilità della popolazione esposta. La risposta di ciascun individuo è poi, specie ai livelli di inquinamento urbano, grandemente influenzata da fattori legati sia a determinate caratteristiche del soggetto che sente il rumore, sia a fattori circostanziali cioè dipendenti dalle occasioni di esposizione, e spiega perché le persone possono avere diverse reazioni allo stesso rumore.

La sensibilità al rumore ha comunque una spiccata variabilità individuale: mentre alcuni individui sono in grado di tollerare alti livelli di rumore per lunghi periodi, altri nello stesso ambiente vanno rapidamente incontro ad una diminuzione della sensibilità uditiva (ipoacusia).

In particolare, i bambini appaiono una categoria a maggior rischio, soprattutto nella fase dell'acquisizione del linguaggio, insieme ai ciechi, agli affetti da patologie acustiche e ai pazienti ricoverati negli ospedali.

Alla luce delle considerazioni effettuate sulla base di studi noti di letteratura, si può concludere che l'esposizione ad elevati livelli di rumore porta ad un deterioramento dello stato di salute, per cui si avverte una condizione di scadimento della qualità della vita.

10.2.2. DISTRIBUZIONE DELLA POPOLAZIONE E CONTESTO DEMOGRAFICO

Il presente paragrafo riporta l'analisi della demografia e della distribuzione della popolazione nell'area in esame in riferimento all'ambito regionale, provinciale e comunale.

La popolazione residente in Veneto al 1° Gennaio 2021 ammonta a 4.852.453 abitanti. All'ultimo censimento ISTAT del 2011 la popolazione Veneta contava 4.853.657 abitanti; ad oggi dunque, per l'orizzonte temporale 2011 – 2021, si registra un decremento pari allo 0.02%.

La popolazione al 2021 in provincia di Verona è pari a 922.291 abitanti, e rappresenta il 19% della popolazione veneta.

La distribuzione della popolazione nei territori comunali interessati dall'opera oggetto di valutazione è sintetizzata nella tabella seguente.

Popolazione residente al 2021			
Area Territoriale	Popolazione	Superficie kmq	Densità ab/Kmq
Regione Veneto	4.852.453	18.345	265
Provincia di Verona	922.291	3.096	298
Comune di Buttapietra	6.956	17	403
Comune di Castel D'Azzano	11.930	10	1.227
Comune di Isola della Scala	11.463	70	164
Comune di Verona	257.838	199	1.296
Comune di Vigasio	10.197	31	331

Tab. 2.24 - Popolazione residente (fonte: tuttitalia - anno 2021)

Di seguito si riporta la composizione della popolazione, per le diverse aree territoriali di interesse, divisa per fasce di età.

Regione Veneto					Provincia di Verona				
Età	Maschi	Femmine	Totale		Età	Maschi	Femmine	Totale	
				%					%
0_4	91.102	85.331	176433	3,6%	0_4	18.995	17.852	36847	4,0%
05_09	107.433	102.026	209459	4,3%	05_09	21.540	20.309	41849	4,5%
10_14	120.165	113.359	233524	4,8%	10_14	23.543	22.230	45773	5,0%
15_19	120.385	112.387	232772	4,8%	15_19	22.953	21.672	44625	4,8%
20_24	124.941	115.210	240151	4,9%	20_24	23.729	22.113	45842	5,0%
25-29	124.239	116.949	241188	5,0%	25-29	24.121	23.249	47370	5,1%
30_34	127.419	124.407	251826	5,2%	30_34	25.813	25.526	51339	5,6%
35_39	136.386	136.227	272613	5,6%	35_39	27.925	27.703	55628	6,0%
40_44	162.724	161.337	324061	6,7%	40_44	32.208	31.744	63952	6,9%
45_49	197.950	195.320	393270	8,1%	45_49	37.976	36.962	74938	8,1%
50_54	206.618	205.205	411823	8,5%	50_54	38.467	37.791	76258	8,3%
55_59	196.013	198.638	394651	8,1%	55_59	35.622	35.809	71431	7,7%
60_64	160.623	167.303	327926	6,8%	60_64	28.837	30.134	58971	6,4%
65_69	136.757	145.952	282709	5,8%	65_69	24.651	26.107	50758	5,5%
70_74	131.779	147.728	279507	5,8%	70_74	23.758	27.120	50878	5,5%
75_79	97.162	118.052	215214	4,4%	75_79	17.248	21.169	38417	4,2%
80_84	78.561	107.905	186466	3,8%	80_84	14.537	19.665	34202	3,7%
85_89	40.380	71.359	111739	2,3%	85_89	7.636	13.103	20739	2,2%
90_94	14.358	37.695	52053	1,1%	90_94	2.670	6.949	9619	1,0%
95_99	2.714	10.962	13676	0,3%	95_99	518	2.055	2573	0,3%
100+	182	1.210	1392	0,0%	100+	39	243	282	0,0%
Totale	2.377.891	2.474.562	4852453	100,0%	Totale	452.786	469.505	922291	100,0%

Comune di Buttapietra					Comune di Castel D'Azzano				
Età	Maschi	Femmine	Totale		Età	Maschi	Femmine	Totale	
				%					%
0_4	163	133	296	4,3%	0_4	259	212	471	3,9%
05_09	157	159	316	4,5%	05_09	294	263	557	4,7%
10_14	204	185	389	5,6%	10_14	305	314	619	5,2%
15_19	202	171	373	5,4%	15_19	352	298	650	5,4%
20_24	203	177	380	5,5%	20_24	327	303	630	5,3%
25_29	172	163	335	4,8%	25_29	290	301	591	5,0%
30_34	202	188	390	5,6%	30_34	313	328	641	5,4%
35_39	237	209	446	6,4%	35_39	344	358	702	5,9%
40_44	240	240	480	6,9%	40_44	427	436	863	7,2%
45_49	309	325	634	9,1%	45_49	503	527	1030	8,6%
50_54	297	317	614	8,8%	50_54	525	538	1063	8,9%
55_59	297	283	580	8,3%	55_59	462	420	882	7,4%
60_64	218	219	437	6,3%	60_64	329	389	718	6,0%
65_69	167	171	338	4,9%	65_69	332	318	650	5,4%
70_74	169	171	340	4,9%	70_74	311	360	671	5,6%
75_79	115	127	242	3,5%	75_79	235	278	513	4,3%
80_84	81	101	182	2,6%	80_84	185	199	384	3,2%
85_89	43	83	126	1,8%	85_89	73	112	185	1,6%
90_94	14	30	44	0,6%	90_94	23	64	87	0,7%
95_99	5	7	12	0,2%	95_99	4	15	19	0,2%
100+	0	2	2	0,0%	100+	1	3	4	0,0%
Totale	3.495	3.461	6956	100,0%	Totale	5.894	6.036	11930	100,0%

Comune di Isola della Scala					Comune di Verona				
Età	Maschi	Femmine	Totale		Età	Maschi	Femmine	Totale	
				%					%
0_4	237	179	416	3,6%	0_4	4.901	4.664	9565	3,7%
05_09	263	269	532	4,6%	05_09	5.448	4.991	10439	4,0%
10_14	318	270	588	5,1%	10_14	5.661	5.546	11207	4,3%
15_19	279	258	537	4,7%	15_19	5.908	5.773	11681	4,5%
20_24	331	263	594	5,2%	20_24	6.490	5.963	12453	4,8%
25_29	300	301	601	5,2%	25_29	6.763	6.740	13503	5,2%
30_34	359	301	660	5,8%	30_34	7.325	7.318	14643	5,7%
35_39	368	326	694	6,1%	35_39	7.391	7.523	14914	5,8%
40_44	405	400	805	7,0%	40_44	7.966	8.210	16176	6,3%
45_49	471	432	903	7,9%	45_49	9.586	9.992	19578	7,6%

50_54	482	457	939	8,2%	50_54	10.064	10.610	20674	8,0%
55_59	439	420	859	7,5%	55_59	9.686	10.481	20167	7,8%
60_64	382	361	743	6,5%	60_64	8.108	8.857	16965	6,6%
65_69	313	350	663	5,8%	65_69	6.586	7.630	14216	5,5%
70_74	313	322	635	5,5%	70_74	6.804	8.545	15349	6,0%
75_79	215	245	460	4,0%	75_79	5.353	7.205	12558	4,9%
80_84	167	239	406	3,5%	80_84	4.638	7.051	11689	4,5%
85_89	84	172	256	2,2%	85_89	2.668	4.709	7377	2,9%
90_94	34	103	137	1,2%	90_94	983	2.567	3550	1,4%
95_99	6	27	33	0,3%	95_99	207	810	1017	0,4%
100+	0	2	2	0,0%	100+	21	96	117	0,0%
Totale	5.766	5.697	11463	100,0%	Totale	122.557	135.281	257838	100,0%

Comune di Vigasio				
Età	Maschi	Femmine	Totale	
				%
0_4	268	231	499	4,9%
05_09	280	292	572	5,6%
10_14	295	273	568	5,6%
15_19	282	250	532	5,2%
20_24	251	253	504	4,9%
25_29	257	256	513	5,0%
30_34	296	299	595	5,8%
35_39	367	343	710	7,0%
40_44	391	406	797	7,8%
45_49	466	478	944	9,3%
50_54	475	379	854	8,4%
55_59	358	364	722	7,1%
60_64	279	295	574	5,6%
65_69	253	265	518	5,1%
70_74	232	236	468	4,6%
75_79	144	177	321	3,1%
80_84	129	141	270	2,6%
85_89	50	94	144	1,4%
90_94	23	44	67	0,7%
95_99	3	20	23	0,2%
100+	0	2	2	0,0%
Totale	5.099	5.098	10197	100,0%

La distribuzione percentuale della popolazione residente per fasce di età al 2021, riportata nelle tabelle sovrastanti, mostra come la struttura anagrafica di questa popolazione appare caratterizzata da un'incidenza importante nella fascia di età 45 - 59 anni. Percentuali decisamente inferiori si registrano per gli under 14 e over 65. I bambini e gli anziani sono gruppi più suscettibili degli adulti agli effetti di molti fattori ambientali. In particolare i bambini presentano un'esposizione

maggiore per unità di peso corporeo rispetto agli adulti, e sono più suscettibili agli effetti dell'esposizione a causa del sistema immunitario complessivo più immaturo o in via di sviluppo. Inoltre, essendo maggiore la loro speranza di vita, hanno più tempo a disposizione per sviluppare una patologia a lunga latenza in proporzione agli adulti; questo vale soprattutto per alcune patologie tumorali e per la perdita di alcune funzioni, come la possibilità di procreare da adulti. Adottando il dato relativo all'incidenza delle tipologie di popolazione più deboli come livello di sensibilità della popolazione, emerge che l'area in studio non presenta specificità locali importanti rispetto al contesto regionale. Infatti l'ambito di studio, costituito dai comuni di Buttapietra, Castel d'Azzano, Isola di Scala, Verona e Vigasio, interessa popolazioni che presentano percentuali di bambini e anziani sostanzialmente analoghe a quelle della popolazione della regione Veneto.

10.2.3. PROFILO EPIDEMIOLOGICO SANITARIO

Data l'impossibilità e il difficile reperimento di dati epidemiologici a scala comunale, di seguito si riporta profilo epidemiologico sanitario riferito alla provincia di Verona.

Nello specifico, per la costruzione del quadro dello stato di salute della popolazione di riferimento, ci si è avvalsi del supporto di un sistema informativo territoriale su sanità e salute, un database di indicatori sul sistema sanitario e sulla salute in Italia, ospitato sul sito ISTAT, strutturato in maniera tale da poter essere interrogato dal software HFA -HEALTH FOR ALL – ITALIA, fornito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità adattato alle esigenze nazionali.

Tale strumento racchiude un numero elevato di informazioni e indicatori necessari a restituire, seppur a scala provinciale, un quadro completo sulle diverse cause di mortalità e morbosità della popolazione, tipicamente associate alla tossicità di inquinanti atmosferici e al disturbo causato dall'inquinamento acustico.

Per ottenere un corretto quadro dello stato di salute della popolazione di riferimento, sono stati analizzati gli ultimi dati disponibili forniti dall'Istat:

- sulla mortalità registrata nell'anno 2015;
- sulla morbosità relativa al 2016.

Per ciascuna causa, sia di morte che di morbosità, l'Istat fornisce, oltre al numero di decessi e al numero di dimissioni, altri indicatori di seguito elencati:

- tasso di mortalità;
- tasso di mortalità standardizzato;
- tasso di dimissioni;
- tasso di dimissioni standardizzato.

In Tabella 2.25 sono sintetizzate le varie cause di morte e di morbosità tipicamente associate alla tossicità di inquinanti atmosferici e al disturbo causato dall'inquinamento acustico.

Cause di morte	Cause di ospedalizzazione
Tumori	
Tumori maligni	Tumori maligni
Tumori maligni dell'apparato respiratorio e degli organi intratoracici	-
Tumori maligni della trachea bronchi e polmoni	Tumori maligni della trachea bronchi e polmoni
Sistema cardiocircolatorio	
Malattie del sistema circolatorio	Malattie del sistema circolatorio
Malattie ischemiche del cuore	Malattie ischemiche del cuore
-	Infarto miocardico acuto
Sistema cerebrovascolare	
Disturbi circolatori dell'encefalo	Disturbi circolatori dell'encefalo
Apparato respiratorio	
Malattie dell'apparato respiratorio	Malattie dell'apparato respiratorio
BPCO (Broncopneumopatia cronico ostruttiva)	BPCO (Broncopneumopatia cronico ostruttiva)
Sistema nervoso	
Malattie del sistema nervoso e organi di senso	Malattie del sistema nervoso e organi di senso
Disturbi psichici	-

Tab. 2.25 - Cause di morte e di ospedalizzazione

Mortalità

Nel presente paragrafo sono riportati in forma tabellare i dati di mortalità registrati dall'Istat, con riferimento all'annualità 2018, in termini di numero di decessi, tasso di mortalità e tasso di mortalità standardizzato. Per tali indicatori sono esplicitati i casi di mortalità legati a patologie eventualmente correlate alle attività oggetto del presente studio.

Entrando nel dettaglio dello studio di mortalità in funzione delle cause specifiche, di seguito si elencano le patologie considerate che potrebbero essere direttamente legate alla realizzazione degli interventi in progetto per un'infrastruttura stradale:

- tumori;
- patologie del sistema cardiocircolatorio;
- patologie del sistema cerebrovascolare;
- patologie del sistema respiratorio;
- patologie del sistema nervoso.

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori dei tre indicatori precedentemente descritti, forniti dall'Istat per l'ultimo anno disponibile (2018). Ogni tabella è relativa ad una specifica causa di mortalità e per ognuna sono stati distinti i valori di mortalità per area territoriale di riferimento, età e sesso.

In primo luogo, in Tabella 2.26, si riportano i dati di mortalità causate da tumore, prendendo in considerazione la totalità dei tumori maligni, dell'apparato respiratorio e degli organi intratoracici e dei tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

Tumori	Area territoriale	Numero decessi		Tasso di mortalità		Tasso di mortalità std	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Tumori maligni	Italia	99.854	80.449	34,01	25,98	32,6	19,32
	Veneto	7.770	6.672	32,27	26,47	31,24	19,3
	Verona	1.433	1.141	30,14	1433	9,92	17,64
Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici	Italia	26.291	11.068	8,96	3,58	8,55	2,8
	Veneto	1.929	865	8,02	3,43	7,72	2,62
	Verona	350	132	7,53	2,71	7,44	2,22
Tumori maligni trachea, bronchi, polmoniti	Italia	23.579	10.256	8,03	3,31	7,67	2,6
	Veneto	1.712	815	7,12	3,23	6,86	2,47
	Verona	313	123	6,71	2,52	6,64	2,07

Tab. 2.26 - Decessi avvenuti causa tumori (fonte: HFA 2018)

In linea generale, per le tre tipologie di tumori, i valori considerati risultano essere sempre maggiori negli uomini rispetto alle donne. Relativamente ai dati della provincia di Verona, questi risultano essere pressoché in linea con i valori sia regionali che nazionali.

Per quanto riguarda i decessi legati alle patologie del sistema cardiovascolare si fa riferimento alle malattie del sistema circolatorio e alle malattie ischemiche del cuore, i cui valori di mortalità sono riportati in Tabella 2.27.

Patologie del sistema cardiovascolare	Area territoriale	Numero decessi		Tasso di mortalità		Tasso di mortalità std	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema	Italia	96.017	124.439	32,57	40,21	32,03	24,22

circolatorio	Veneto	7.078	9.281	29,1	36,84	29,69	21,61
	Verona	1.277	1.646	27,12	34,14	28,17	20,47
Malattie ischemiche del cuore	Italia	32.765	29.669	11,09	9,58	10,84	5,82
	Veneto	2.448	2.278	10,05	9,03	10,16	5,32
	Verona	45	414	7,95	7,06	8,21	4,23

Tab. 2.27 - Decessi avvenuti per malattie del sistema circolatorio (fonte: HFA 2018)

Tra le due 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 minori per le malattie ischemiche del cuore rispetto alle patologie del sistema circolatorio. Per entrambi gli indicatori si registrano valori maggiori negli uomini.

Con riferimento alle patologie del sistema cerebrovascolare si evidenziano i decessi per disturbi circolatori dell'encefalo, i cui dati sono riportati in Tabella 2.28.

Patologie del sistema cerebrovascolare	Area territoriale	Numero decessi		Tasso di mortalità		Tasso di mortalità std	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi circolatori dell'encefalo	Italia	22.062	33.372	7,51	10,79	7,39	6,52
	Veneto	1.522	2.177	6,29	8,68	6,44	5,15
	Verona	264	341	5,63	7,08	5,83	4,39

Tab. 2.28 - Decessi avvenuti per disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2018)

Non si riscontrano nette differenze tra gli uomini e le donne. Nel caso specifico dei disturbi circolatori dell'encefalo i tassi di mortalità registrati per la provincia di Verona sono in linea con le tendenze regionali e nazionali.

Per quanto concerne le patologie dell'apparato respiratorio, di cui sono state considerate le malattie totali dell'apparato respiratorio e le malattie broncopneumopatiche croniche ostruttive (BPCO), si riportano i dati di mortalità nella Tabella 2.29.

Patologie dell'apparato respiratorio	Area territoriale	Numero decessi		Tasso di mortalità		Tasso di mortalità std	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie dell'apparato respiratorio	Italia	27.010	24.746	9,2	8	9,09	4,91
	Veneto	1.888	1.846	7,84	7,33	8,13	4,32
	Verona	398	379	8,66	7,97	9,1	4,74
Malattie BPCO	Italia	13.532	10.520	4,61	3,4	4,55	2,1
	Veneto	780	641	3,25	2,55	3,36	1,52
	Verona	143	121	3,11	2,48	3,27	1,48

Tab. 2.29 - Decessi avvenuti per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2018)

Anche per quanto concerne i casi di mortalità per malattie broncopneumopatiche croniche ostruttive, esaminando i tassi di mortalità, i valori registrati per la Provincia di Verona sono in linea con le tendenze regionali e nazionali.

Infine, con riferimento alle patologie del sistema nervoso e degli organi di senso si possono osservare le tabelle seguenti, in cui sono riportati i valori di mortalità relativi all'anno 2018, avvenuti a causa di malattie del sistema nervoso o a causa di disturbi psichici gravi.

Patologie del sistema nervoso e degli organi di senso	Area territoriale	Numero decessi		Tasso di mortalità		Tasso di mortalità std	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema nervoso	Italia	12.997	16.625	4,43	5,38	4,28	3,48
	Veneto	1.036	1.272	4,3	5,08	4,23	3,25
	Verona	226	267	4,88	5,62	4,92	3,54
Disturbi psichici	Italia	8.171	16.460	2,78	5,33	2,77	3,09
	Veneto	978	1.947	4,07	7,76	4,26	4,36
	Verona	119	268	2,63	5,7	2,76	3,27

Tab. 2.30 - Decessi avvenuti per malattie del sistema nervoso e degli organi di senso (fonte: HFA 2018)

I dati ISTAT riportanti i valori del tasso di mortalità per quanto concerne le malattie del sistema nervoso e dei disturbi psichici, risultano essere pressoché equivalenti nei due sessi. Infine, esaminando i valori degli indicatori, i dati provinciali risultano in linea con la regione Veneto e l'Italia.

Morbosità

Per quanto riguarda la morbosità in generale, per le diverse aree di riferimento vengono esplicitati due indicatori: il tasso di ospedalizzazione degli acuti e il tasso di ospedalizzazione di lungodegenza e di riabilitazione. Il primo indicatore riguarda i ricoveri in tutti quei reparti che non sono classificati come riabilitativi o di lungodegenza, ad esclusione, inoltre, dei neonati sani. Per lungodegenza si intendono, invece, quei ricoveri di durata inferiore a 60 giorni, che insieme ai ricoveri per riabilitazione, costituiscono il secondo indicatore di morbosità.

I valori di tali indicatori, forniti dall'ISTAT, fanno riferimento all'ultimo anno disponibile (2018) e sono riportati in Tabella 2.31.

Arete territoriali	Tasso di ospedalizzazione acuti	Tasso di ospedalizzazione lungodegenza e riabilitazione
Italia	101.76	7.09
Veneto	101.13	6.82
Verona	118.75	9.27

Tab. 2.31 - Indicatori di morbosità per la Provincia di Verona, la Regione Veneto e l'Italia (Fonte: HFA 2018)

Entrando nel dettaglio dello studio della morbosità in funzione delle cause di ospedalizzazione, si fa riferimento alle patologie di seguito elencate, coerentemente con quanto analizzato per la mortalità:

- tumori;
- patologie del sistema cardiocircolatorio;
- patologie del sistema cerebrovascolare;
- patologie del sistema respiratorio;
- patologie del sistema nervoso.

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori di tre indicatori specifici: numero di dimissioni, tasso di dimissioni tasso di dimissioni standardizzato.

I dati riportati sono forniti dall'Istat e sono relativi all'ultima annualità disponibile (2019). Ogni tabella, come è stato effettuato per la mortalità, è relativa ad una specifica causa di ospedalizzazione in cui i valori dei tre indicatori per area territoriale di riferimento, sono distinti per sesso.

In primo luogo, in Tabella 2.32, si riportano i dati di morbosità corrispondenti all'ospedalizzazione dei malati di tumore, prendendo in considerazione la totalità dei tumori maligni e i tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

Tumori	Area territoriale	Numero dimissioni		Tasso di dimissioni		Tasso di dimissioni std	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Tumori maligni	Italia	419.996	436.252	143,85	141,75	135,64	125,64
	Veneto	34.356	37.120	143	148,14	133,97	129,33
	Verona	6.621	6.881	145,43	145,39	140,93	129,65
Tumori maligni trachea, bronchi, polmoniti	Italia	31.381	15.984	10,75	5,2	10,07	4,36
	Veneto	2.365	1.247	7,84	4,98	9,21	4,05
	Verona	430	258	9,44	5,45	9,23	4,61

Tab. 2.32 - Ospedalizzazione per tumori (fonte: HFA 2019)

A differenza dei valori di mortalità, i dati riguardanti le ospedalizzazioni risultano essere maggiori rispetto i valori regionali e nazionali.

Analogamente a quanto esplicitato per i tumori, in Tabella 2.33si riportano i valori di morbosità relativi alle patologie del sistema circolatorio, articolate in malattie del sistema circolatorio, malattie ischemiche e infarti.

Patologie del sistema cardiovascolare	Area territoriale	Numero dimissioni		Tasso di dimissioni		Tasso di dimissioni std	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema circolatorio	Italia	642.415	447.555	220,06	145,47	206,92	110,04
	Veneto	51.866	35.560	215,96	141,94	202,53	102,73
	Verona	9.202	6.164	202,12	130,28	195,75	99,01
Malattie ischemiche del cuore	Italia	179.615	72.270	61,53	23,49	57,16	18,37
	Veneto	13.031	4.806	54,26	19,18	49,81	14,53
	Verona	2.113	748	46,41	15,81	44,08	12,46
Infarto del miocardio	Italia	72.495	34.999	24,84	11,38	23,01	8,48

acuto	Veneto	4.725	2.182	19,67	8,71	18,06	6,26
	Verona	803	378	17,64	7,99	16,68	5,98

Tab. 2.33 - Ospedalizzazione per malattie del sistema circolatorio (fonte: HFA 2019)

In generale per tutte e tre le tipologie di malattia emergono tassi di dimissioni provinciali in linea con quelli regionali, e più alti bassi rispetto al territorio nazionale.

Per quanto riguarda la morbosità relativa alle patologie dei disturbi circolatori dell'encefalo, si riportano in Tabella 2.45i dati di ospedalizzazione.

Patologie del sistema cerebrovascolare	Area territoriale	Numero dimissioni		Tasso di dimissioni		Tasso di dimissioni std	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi circolatori dell'encefalo	Italia	105.650	100.959	36,19	32,82	33,93	23,86
	Veneto	8.139	7.737	33,89	30,88	31,72	21,94
	Verona	1.390	1.317	30,57	27,84	29,53	20,37

Tab. 2.34 - Ospedalizzazione per disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2019)

In generale, per le tipologie di malattia considerata, emergono tassi di dimissioni provinciali in linea con quelli regionali e nazionali.

I valori di morbosità corrispondenti a patologie dell'apparato respiratorio sono riportati in Tabella 2.35, distinguendo le malattie dell'apparato respiratorio dalle malattie polmonari croniche ostruttive (BPCO).

Patologie dell'apparato respiratorio	Area territoriale	Numero dimissioni		Tasso di dimissioni		Tasso di dimissioni std	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie dell'apparato respiratorio	Italia	347.800	286.381	119,13	93,07	118,38	79,48
	Veneto	28.384	23.841	118,17	95,14	118,37	78,62
	Verona	5.735	4.866	125,92	102,8	127,28	87,66
Malattie BPCO	Italia	20.527	17.623	7,03	5,73	6,94	4,83
	Veneto	1.271	1.274	5,29	5,09	5,16	3,86
	Verona	132	108	2,9	2,28	2,92	1,96

Tabella 2.35 - Ospedalizzazione per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2019)

In termini di area di riferimento, per la provincia di Verona i valori registrati risultano essere maggiori rispetto all'ambito regionale e nazionale, sia per gli uomini che per le donne e con particolare riferimento alle malattie dell'apparato respiratorio.

Infine, con riferimento alle patologie del sistema nervoso si evidenziano i valori di morbosità relativi alle malattie di tale sistema, riportati in Tabella 2.36

Patologie del	Area territoriale	Numero dimissioni	Tasso di dimissioni	Tasso di dimissioni std
---------------	-------------------	-------------------	---------------------	-------------------------

sistema nervoso e degli organi di senso		Uomini		Donne		Uomini		Donne	
Malattie del sistema nervoso	Italia	180.405	174.607	61,73	56,71	60,52	52,73		
	Veneto	12.447	11.673	51,77	46,56	50,22	42,91		
	Verona	2.756	2.603	60,53	54,97	59,44	50,67		

Tab. 2.36 - Ospedalizzazione per malattie del sistema nervoso (fonte: HFA 2019)

Dallo studio del contesto epidemiologico effettuato sui dati messi a disposizione dall'Istat, è stato possibile confrontare lo stato di salute dell'ambito provinciale di Verona e le aree di riferimento corrispondenti all'ambito regionale e all'intero territorio nazionale.

Da tali confronti è possibile affermare che, allo stato attuale, tra la provincia di Verona e le suddette aree di riferimento, non esistono sostanziali differenze tra i valori di mortalità e di ricoveri relativi alle patologie eventualmente collegate alle attività afferenti l'opera infrastrutturale in esame.

Non sono, quindi, associabili fenomeni specifici rispetto all'infrastruttura stradale.