



Società Autostrada Tirrenica p.A.  
GRUPPO AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A.

**AUTOSTRADA (A12) : ROSIGNANO – CIVITAVECCHIA**  
**LOTTO 4**

**TRATTO: FONTEBLANDA – ANSEDONIA**  
**PROGETTO DEFINITIVO**

**INFRASTRUTTURA STRATEGICA DI PREMINENTE INTERESSE NAZIONALE**

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

**QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE**

**RELAZIONE**

**IL PROGETTISTA SPECIALISTICO**  
Ing. Davide Canuti  
Ord. Ingg. Milano N. 21033  
**RESPONSABILE UFFICIO SUA**

**IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**  
Ing. Alessandro Alfì  
Ord. Ingg. Milano N. 20015  
**CAPO PROGETTO**

**IL DIRETTORE TECNICO**  
Ing. Massimiliano Giacobbi  
Ord. Ingg. Milano N. 20746

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO						DATA: LUGLIO 2016	REVISIONE	
	DIRETTORIO			FILE				n.	data
—	codice	commessa	N.Prog.	unita'	ufficio argomento	n. progressivo	Rev.	1	SETTEMBRE 2016
—	12	12	1409	—	SUA	300	—		

	<b>COORDINATORE GENERALE INIZIATIVA SAT</b> Ing. Massimiliano Giacobbi Ord. Ingg. Milano N. 20746 <b>CAPO COMMESSA</b>		ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
	CONSULENZA A CURA DI :		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	
			IL RESPONSABILE UNITA' :	Ing. Ferruccio Bucalo

	<b>VISTO DEL COMMITTENTE</b> 	<b>VISTO DEL CONCEDENTE</b>  <b>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti</b> DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI
--	----------------------------------	---

<b>INDICE</b>	
<b>1</b>	<b>ATMOSFERA..... 4</b>
1.1	DESCRIZIONE DELLE SOSTANZE INQUINANTI .....4
1.1.1	Monossido di carbonio .....4
1.1.2	I composti organici volatili (VOC).....5
1.1.3	Il particolato atmosferico (PTS, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> ) .....6
1.1.4	Ossidi di azoto .....7
1.1.5	Ozono .....7
1.1.6	Biossido di zolfo .....8
1.1.7	Composti del piombo .....9
1.2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....9
1.2.1	Le Direttive europee di settore.....9
1.2.2	Riferimenti normativi nazionali..... 10
1.3	L'ANALISI METEOROLOGICA: CARATTERISTICHE FISICHE DEI BASSI STRATI DELL'ATMOSFERA SULLA ZONA MERIDIONALE DELLA MAREMMA ..... 12
1.3.1	Introduzione ..... 12
1.3.2	Caratteristiche a scala sinottica e a mesoscala: loro interazione con la scala locale ..... 12
1.3.3	Analisi delle caratteristiche diffusive del boundary layer..... 13
1.3.4	Conclusioni .....20
1.4	LE SORGENTI EMISSIVE NELL'AREA DI STUDIO.....21
1.5	LO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA SUL TERRITORIO DI INTERESSE .....24
1.6	L'IMPATTO IN FASE DI ESERCIZIO.....28
1.6.1	Il modello di emissione.....28
1.6.2	Il bilancio emissivo .....34
1.7	IL MODELLO DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI .....34
1.7.1	Specifiche del modello di dispersione.....35
1.7.2	Conclusioni .....39
1.8	STIMA DI IMPATTO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE .....39
1.8.1	Metodo di studio.....39
1.8.2	Attività di cantiere: specifiche dei modelli di emissione .....39
1.8.3	Movimentazione mezzi pesanti sulla rete viaria: specifiche dei modelli di emissione .....42
1.8.4	Risultati .....42
1.8.5	Conclusioni .....43
<b>2</b>	<b>AMBIENTE IDRICO ..... 44</b>
2.1	INQUADRAMENTO GENERALE ..... 44
2.2	IDROGRAFIA SUPERFICIALE ..... 44
2.2.1	Idrografia del Parco della Maremma ..... 44
2.2.2	Corsi d'acqua interferiti..... 45
2.3	QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI ..... 47
2.3.1	Inquadramento generale ..... 47
2.3.2	Definizione degli indicatori e metodologia di calcolo ..... 47
2.3.3	Risultati..... 48
2.3.4	Monitoraggi del Torrente Osa e del Fiume Albegna..... 49
2.4	AREE SENSIBILI ..... 50
2.4.1	Correlazione recettori ed impatti potenziali ..... 50
2.5	ANALISI DEGLI IMPATTI..... 51
2.5.1	Definizione degli Impatti Potenziali..... 51
2.5.2	Impatti in fase di cantiere ..... 51
2.5.3	Impatti in fase di esercizio..... 51
2.6	ANALISI DELLE INTERAZIONI OPERA-AMBIENTE ..... 52
2.7	TIPOLOGIE DI IMPATTO..... 52
2.7.1	Alterazione del deflusso delle acque di ruscellamento e delle acque di versante..... 52
2.7.2	Interferenza con corsi d'acqua e relative aree golenali ..... 52
2.7.3	Interferenza con area esondabile..... 53
2.7.4	Inquinamento delle acque superficiali per acque di prima pioggia e/o per sversamenti accidentali ..... 54
2.8	SISTEMI DI DRENAGGIO E TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE ..... 54
2.8.1	Sistema di drenaggio del corpo autostradale ..... 54
2.8.2	Presidi idraulici ..... 55
2.8.3	Interventi di mitigazione..... 55
2.9	CONCLUSIONI..... 57
<b>3</b>	<b>SUOLO E SOTTOSUOLO.....58</b>
3.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO ..... 58
3.2	GEOLOGIA E TETTONICA DELL'AREA DI STUDIO..... 58
3.2.1	Stratigrafia ..... 59
3.3	GEOMORFOLOGIA..... 61
3.4	IDROGEOLOGIA ..... 62
3.4.1	Complessi idrogeologici ..... 63
3.4.2	Pozzi..... 63

<p>3.4.3 Zone di rispetto, di salvaguardia e di protezione idrogeologica ..... 64</p> <p>3.4.4 Sorgenti..... 64</p> <p>3.4.5 Intrusione salina..... 65</p> <p>3.5 SISMICITÀ..... 65</p> <p>3.6 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI ..... 66</p> <p>3.7 PROFILO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO - IDROGEOLOGICO IN ASSE AL TRACCIATO ..... 68</p> <p>3.8 USO DEL SUOLO..... 68</p> <p>3.9 AREE SENSIBILI..... 69</p> <p>    3.9.1 Correlazione recettori ed impatti potenziali..... 69</p> <p>3.10 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI ..... 69</p> <p>    3.10.1 Definizione degli impatti potenziali..... 69</p> <p>    3.10.2 Impatti in fase di cantiere..... 70</p> <p>    3.10.3 Impatti in fase di esercizio..... 70</p> <p>3.11 TIPOLOGIE DI IMPATTO ..... 70</p> <p>    3.11.1 Cedimenti del terreno di sedime ..... 70</p> <p>    3.11.2 Occupazione del suolo..... 70</p> <p>    3.11.3 Sottrazione di suolo ..... 70</p> <p>    3.11.4 Interferenza con il regime di deflusso delle acque sotterranee..... 70</p> <p>    3.11.5 Inquinamento del suolo e del sottosuolo da dilavamento meteorico della piattaforma stradale e da sversamenti accidentali..... 71</p> <p>    3.11.6 Inquinamento delle falde acquifere da dilavamento meteorico della piattaforma stradale e da sversamenti accidentali..... 71</p> <p>3.12 CONCLUSIONI ..... 71</p> <p><b>4 VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA..... 72</b></p> <p>4.1 FITOCLIMA E VEGETAZIONE POTENZIALE ..... 72</p> <p>4.2 VEGETAZIONE ATTUALE..... 73</p> <p>    4.2.1 Uso del suolo e fisionomia della vegetazione ..... 73</p> <p>    4.2.2 Analisi di area vasta..... 75</p> <p>    4.2.3 Analisi della vegetazione ..... 75</p> <p>    4.2.4 La naturalità dei soprassuoli ..... 77</p> <p>4.3 FAUNA..... 77</p> <p>    4.3.1 Ittiofauna ..... 78</p> <p>    4.3.2 Erpetofauna ..... 78</p> <p>    4.3.3 Ornitofauna ..... 79</p> <p>    4.3.4 Mammalofauna ..... 80</p>	<p>4.4 RICETTORI SENSIBILI ..... 82</p> <p>    4.4.1 Le vulnerabilità ..... 82</p> <p>        4.4.1.1 Alberature artificiali e/o di pregio lungo la Via Aurelia..... 83</p> <p>        4.4.1.2 Sponde con vegetazione igrofila del reticolo idrografico..... 84</p> <p>        4.4.1.3 Colture legnose mediterranee..... 87</p> <p>        4.4.1.4 Popolamenti studiati con le indagini vegetazionali..... 87</p> <p>4.5 IMPATTI POTENZIALI..... 88</p> <p>    4.5.1 Vegetazione e Flora ..... 88</p> <p>    4.5.2 Fauna ..... 89</p> <p>    4.5.3 Correlazione recettori ed impatti potenziali ..... 90</p> <p>4.6 CONCLUSIONI..... 91</p> <p><b>5 ECOSISTEMI..... 92</b></p> <p>5.1 LA RETE ECOLOGICA..... 92</p> <p>5.2 CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI ..... 92</p> <p>5.3 TIPOLOGIE CULTURALI ..... 93</p> <p>5.4 AREE NATURALI PROTETTE E NATURA 2000 ..... 93</p> <p>    5.4.1 Natura 2000..... 93</p> <p>    5.4.2 Aree naturali protette..... 94</p> <p>    5.4.3 Zona del Parco Naturale Regionale della Maremma ..... 95</p> <p>    5.4.4 Area Contigua al Parco Naturale Regionale della Maremma..... 96</p> <p>    5.4.5 Important Birds Areas..... 96</p> <p>5.5 IMPATTI POTENZIALI..... 96</p> <p>    5.5.1 Recettori sensibili ..... 96</p> <p>    5.5.2 Impatti potenziali ..... 96</p> <p>    5.5.3 Correlazione recettori ed impatti potenziali ..... 97</p> <p>5.6 CONCLUSIONI..... 98</p> <p><b>6 RUMORE ..... 99</b></p> <p>6.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI..... 99</p> <p>    6.1.1 Legge 447 del 26/10/95..... 99</p> <p>    6.1.2 Il D.P.C.M. 14/11/97..... 99</p> <p>    6.1.3 D.P.R. 30 Marzo 2004 n. 142..... 100</p> <p>    6.1.4 DPR 18/11/98 - Regolamento attuativo rumore ferroviario ..... 103</p> <p>    6.1.5 D.M.A. 29 Novembre 2000 n. 142 (GU n.285 del 06-12-2000)..... 103</p> <p>6.2 MONITORAGGIO ..... 104</p> <p>6.3 METODOLOGIA ADOTTATA..... 104</p>
---	---

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

6.4	ANALISI PREVISIONALE .....	106
6.4.1	Scelta del modello di simulazione.....	106
6.4.2	Input e taratura del modello di simulazione .....	108
6.4.3	Metodo di dimensionamento degli interventi di mitigazione.....	109
6.5	LA MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI PRODOTTI .....	110
6.6	DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE.....	111
6.7	CONSIDERAZIONI SUL CLIMA ACUSTICO .....	112
6.8	L'IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI CANTIERE.....	113
6.8.1	Metodologia e criteri di valutazione.....	113
6.8.2	Modello previsionale .....	113
6.8.3	Caratteristiche delle aree di cantiere e delle lavorazioni previste .....	113
6.8.4	Interventi di mitigazione .....	118
<b>7</b>	<b>VIBRAZIONI.....</b>	<b>120</b>
7.1	PREMESSA .....	120
7.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	120
7.3	VALUTAZIONE DELL'IMPATTO VIBRAZIONALE GENERATO DALLE ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE .....	120
7.3.1	Grandezze e convenzioni adottate .....	120
7.3.2	Metodo seguito per la valutazione dell'impatto vibrazionale.....	121
7.3.3	Scenari di cantiere .....	121
7.3.4	Spettri di emissione dei singoli macchinari .....	121
7.3.5	Caratterizzazione litologica del tracciato.....	122
7.3.6	Livelli di vibrazione risultanti ai ricettori.....	122
7.3.7	Verifica rispetto ai valori di normativa .....	125
7.3.8	Definizione del tipo di sorgente.....	125
7.3.9	Effetti delle vibrazioni sulle persone.....	125
7.3.10	Effetti delle vibrazioni sugli edifici .....	126
7.4	CONCLUSIONI .....	126
<b>8</b>	<b>PAESAGGIO .....</b>	<b>128</b>
8.1	PREMESSA .....	128
8.2	DESCRIZIONE DELLO STATO DELLA COMPONENTE .....	129
8.2.1	Il contesto paesaggistico di riferimento.....	129
8.2.2	Vincoli paesaggistici.....	138
8.2.3	Caratteri paesaggistici dell'area di intervento .....	139
8.2.4	Visibilità.....	141
8.3	DEFINIZIONE DEGLI AMBITI DI SENSIBILITÀ PAESAGGISTICA.....	142

8.4	METODOLOGIA DI VALUTAZIONE POST OPERAM.....	143
8.5	DEFINIZIONE DEGLI AMBITI CRITICI.....	144
8.6	CONCLUSIONI.....	149

**ELENCO ELABORATI**

TITOLO	SCALA	FILE
Atmosfera - concentrazioni Nox - stato attuale	1:10.000	
Atmosfera - concentrazioni Nox al 2030 - opzione zero	1:10.000	
Atmosfera - concentrazioni Nox al 2030 - post operam	1:10.000	
Atmosfera - concentrazioni PM 2.5 - stato attuale	1:10.000	
Atmosfera - concentrazioni PM 2.5 al 2030 - opzione zero	1:10.000	
Atmosfera - concentrazioni PM 2.5 al 2030 - post operam	1:10.000	
Atmosfera - concentrazioni PM 10 - stato attuale	1:10.000	
Atmosfera - concentrazioni PM 10 al 2030 - opzione zero	1:10.000	
Atmosfera - concentrazioni PM 10 al 2030 - post operam	1:10.000	
Carta Idrogeologica	1:10.000	
Carta Geologica-Geomorfologica	1:10.000	
Carta della capacità di uso del suolo	1:10.000	
Carta dell'uso del suolo e della fisionomia della vegetazione	1:10.000	
Carta degli ecosistemi	1:10.000	
Zonizzazione acustica - tav. 1/3	1:5.000	
Zonizzazione acustica - tav. 2/3	1:5.000	
Zonizzazione acustica - tav. 3/3	1:5.000	
Carta dei ricettori e degli interventi di mitigazione - tav. 1/3	1:5.000	
Carta dei ricettori e degli interventi di mitigazione - tav. 2/3	1:5.000	
Carta dei ricettori e degli interventi di mitigazione - tav. 3/3	1:5.000	
Carta dei caratteri del paesaggio	1:10.000	
Carta della percezione visiva	1:10.000	
<b>ALLEGATI</b>		
<b>Allegato 2</b>		
Componente Rumore - Monitoraggio	-	
<b>Allegato 3</b>		
Componente Rumore - Censimento ricettori	-	
<b>Allegato 4</b>		
Componente Rumore - Simulazioni acustiche e verifica di concorsualità	-	

## 1 ATMOSFERA

### 1.1 Descrizione delle sostanze inquinanti

Le condizioni che determinano l'inquinamento atmosferico variano, sia in funzione della qualità e della intensità delle sorgenti emissive, sia per le diverse condizioni geografiche e meteorologiche che influenzano la dispersione degli inquinanti. La situazione meteorologica è determinante per l'accumulo o la dispersione. Infatti, le situazioni più critiche si determinano quando l'altezza dello strato di inversione termica (la temperatura decresce con l'altitudine fino ad un punto, detto punto di inversione, quindi cresce nuovamente) diminuisce e si ha calma di vento. In queste condizioni le dispersioni verticale e orizzontale sono entrambe minime e gli inquinanti possono raggiungere e superare le concentrazioni di soglia. Fattori geografici, quali ad esempio la presenza di monti intorno alla città, possono influire anch'essi sulla dispersione degli inquinanti. Fenomeni di abbassamento dello strato di inversione sono frequenti in ogni stagione ed una variazione di altezza si verifica anche con ritmo circadiano (abbassamento serale). Nel presente paragrafo sono illustrate le caratteristiche delle principali sostanze inquinanti.

#### 1.1.1 Monossido di carbonio

Il monossido di carbonio è un gas incolore, inodore, infiammabile, e molto tossico. Il CO è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera, l'unico per il quale l'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ). Si forma durante la combustione delle sostanze organiche, quando questa è incompleta per difetto di ossigeno. La quantità maggiore di questa specie è prodotta dagli autoveicoli e dall'industria (impianti siderurgici e raffinerie di petrolio). I motori Diesel, funzionando con maggiori quantità di aria, garantiscono una combustione più completa ed emettono minori quantità di CO rispetto ai motori a benzina (in compenso emettono più materiale particolato). Negli ultimi anni la quantità di CO emessa dagli scarichi degli autoveicoli è diminuita per il miglioramento dell'efficienza dei motori, per il controllo obbligatorio delle emissioni e per il crescente utilizzo delle marmitte catalitiche. Le emissioni naturali del monossido di carbonio comprendono l'ossidazione del metano e degli altri idrocarburi naturalmente emessi nell'atmosfera, l'emissione diretta dalle piante e l'attività microbica degli oceani. Le emissioni naturali e quelle antropiche di questa specie sono globalmente dello stesso ordine di grandezza.

Il ruolo del monossido di carbonio nella chimica troposferica delle aree industrializzate è di trascurabile importanza, data la scarsa reattività di questa molecola. Il tempo medio di residenza del CO in atmosfera è di circa quattro mesi, e, quindi, questa specie può essere utilizzata come tracciante dell'andamento temporale degli inquinanti primari al livello del suolo.

La presenza di monossido di carbonio nell'aria in corrispondenza di una strada è infatti notevolmente correlata al flusso di traffico relativo. Nella figura 1.1 si evidenzia come l'andamento delle concentrazioni di CO misurato nei pressi della sezione di una strada durante l'arco giornaliero è generalmente molto simile a quello dei flussi veicolari che la percorrono.

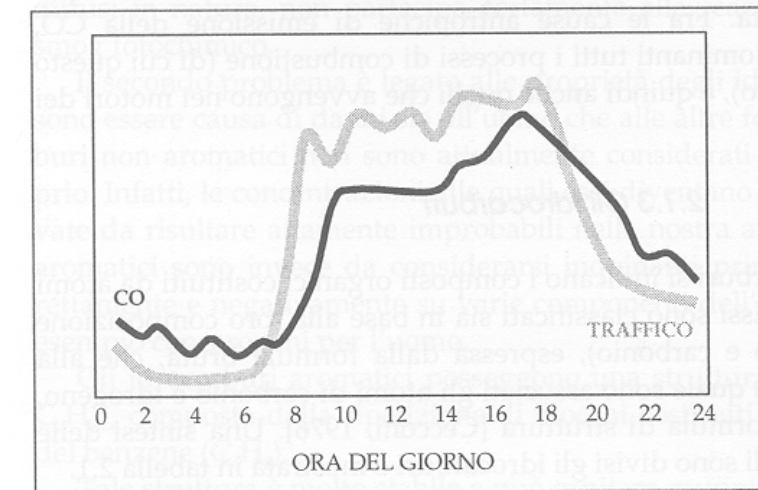


Figura 1.1 – Confronto tra l'andamento della CO e del traffico durante la giornata.

Oltre a questo, il CO presenta una forte variabilità spaziale: in una strada isolata 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, come illustrato nella figura seguente.

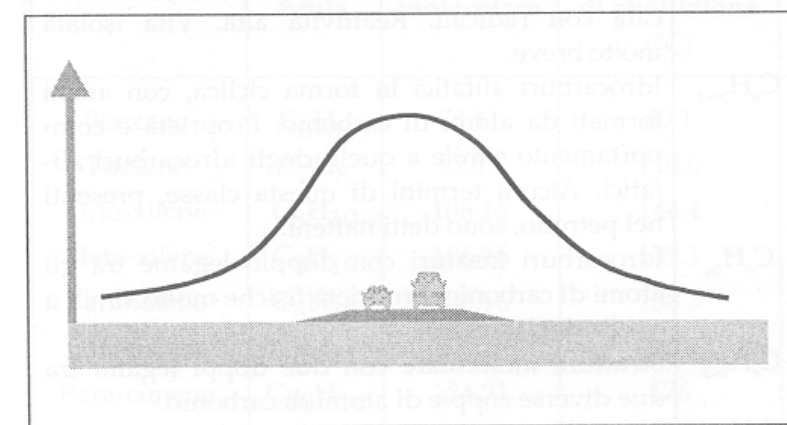


Figura 1.2 – Concentrazione della CO nell'intorno della sezione stradale

La presenza di monossido di carbonio nelle aree inquinate mostra anche una pronunciata variabilità in funzione delle condizioni atmosferiche ed è in particolare notevolmente influenzata dalla presenza del

vento che tende a ridurre l'entità. A ragioni meteorologiche è riconducibile la variabilità stagionale del CO, caratterizzato da massimi nei periodi invernali e minimi nei periodi estivi.

Gli effetti sull'ambiente sono da considerarsi trascurabili, mentre gli effetti sull'uomo sono particolarmente pericolosi. La sua pericolosità è dovuta alla formazione con l'emoglobina del sangue di un composto fisiologicamente inattivo, la carbossiemoglobina, che impedisce l'ossigenazione dei tessuti: i primi sintomi dell'avvelenamento sono cefalea e vertigine. La morte sopravviene pertanto per asfissia. L'affinità del CO per l'emoglobina è di circa oltre 200 volte superiore a quella dell'ossigeno. A basse concentrazioni provoca emicranie, debolezza diffusa, giramenti di testa; a concentrazioni maggiori può provocare esiti letali. L'effetto del CO risulta maggiore in altitudine, per la ridotta percentuale di ossigeno nell'aria. In presenza di 1000 ppm si sopravvive circa 90 minuti. A causa del traffico automobilistico la popolazione urbana è spesso soggetta a lunghe esposizioni a basse concentrazioni. Quando nell'aria la concentrazione di CO è di 12-31 ppm si arriva al 2-5% di carbossiemoglobina e si manifestano i primi segni con aumento delle pulsazioni cardiache, aumento della frequenza respiratoria e disturbi psicomotori (nei guidatori di auto si allungano in modo pericoloso i tempi di reazione). A 100 ppm di esposizione per diverse ore (come nel caso di lunghe soste in gallerie stradali) compaiono vertigini, cefalea e senso generale di spossatezza, che possono essere seguiti da collasso. L'esposizione a monossido di carbonio comporta inoltre l'aggravamento delle malattie cardiovascolari, un peggioramento dello stato di salute nelle persone sane ed un aggravamento delle condizioni circolatorie in generale.

### 1.1.2 I composti organici volatili (VOC)

Con la denominazione di Composti Organici Volatili (VOC) viene indicato l'insieme di sostanze, in forma liquida o gassosa, con un punto di ebollizione che va da un limite inferiore di 50-100°C ad un limite superiore di 240-260°C. Il termine "volatile" indica, infatti, proprio la capacità di queste sostanze chimiche ad evaporare facilmente a temperatura ambiente.

I composti che rientrano in questa categoria sono più di 300 ed includono gruppi che possiedono comportamenti chimici e fisici diversi. Si classificano come VOC, infatti, sia gli idrocarburi contenenti carbonio ed idrogeno come unici elementi (alcheni e composti aromatici), sia composti contenenti ossigeno, cloro o altri elementi tra il carbonio e l'idrogeno, come aldeidi, eteri, alcool, esteri, clorofluorocarburi (CFC) ed idroclorofluorocarburi (HCFC).

I VOC possono essere prodotti da diverse sorgenti, che possono essere antropiche o biogeniche. Tra quelli emessi da fonti antropiche rientrano benzene, toluene, metano, etano, ecc., prodotti principalmente dal traffico veicolare, mentre quelli di origine naturale, che comprendono principalmente terpeni ( $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene, limonene, sabinene, ecc.) ed isoprene, vengono emessi come gas da fiori, semi, frutti e vegetali.

I composti organici volatili, in relazione ai loro possibili effetti sulla salute e sull'ambiente, sono classificati secondo il seguente schema:

- VOC-OX: VOC caratterizzati da alto potenziale di produzione di ozono; essi contribuiscono inoltre al fenomeno della deposizione acida (principalmente alcani, alcheni, areni e xileni).
- VOC – TOX: VOC direttamente tossici per l'uomo, gli animali e le piante (principalmente solventi clorinati, di olefine, nitrobenzene e composti alogenati del benzene).
- VOC-STRAT: VOC caratterizzati da alto potenziale di riduzione dell'ozono stratosferico (essenzialmente clorofluorocarburi indicati come CFC).
- VOC-CLIM: VOC capaci di assorbire la radiazione infrarossa e, per questo, responsabili dell'effetto serra (principalmente CFC11 e 12 e CH4).

I composti organici volatili presenti nelle aree urbane sono legati alle emissioni di prodotti incombusti provenienti dal traffico veicolare e dal riscaldamento domestico e all'evaporazione dei carburanti durante le operazioni di rifornimento nelle stazioni di servizio o dai carburatori degli autoveicoli stessi. Negli ultimi anni l'uso sempre più frequente di benzine con basso tenore di piombo ha aumentato la frazione aromatica dal 30% al 45% in peso. Le emissioni di benzene e toluene sono inferiori nelle macchine con marmitte catalitiche: l'impiego di motori dotati di questo sistema riduce di circa sette volte le emissioni. Fonti secondarie, ma non trascurabili, sono le emissioni dirette di solventi usati in attività di lavaggi a secco, di sgrassatura e di tinteggiatura. Tra i VOC antropogenici, il Benzene è il composto con i maggiori rischi per la salute dell'uomo. Il benzene è un idrocarburo aromatico, cioè un composto di carbonio e idrogeno con una struttura planare ad anello esagonale di formula bruta  $C_6H_6$ . E' presente nei greggi di petrolio ed in molti combustibili e carburanti il cui impiego è il principale responsabile della presenza di benzene nell'atmosfera. In realtà non è un additivo delle benzine e la quantità contenuta naturalmente nel greggio contribuisce poco alle concentrazioni nel prodotto finito. Sono i precursori, naftenici ed aromatici, presenti in quantità variabili nei diversi greggi, ad originare il 70-80% del benzene presente nelle benzine.

Altre fonti del benzene atmosferico sono le emissioni delle industrie di produzione, che però contribuiscono complessivamente in minima parte ed hanno interesse in tal senso solo a livello locale, e quelle naturali, praticamente circoscrivibili agli incendi di boschi.

Il benzene è una molecola chimicamente molto stabile. Nell'acqua e nel suolo si degrada ad opera di agenti biologici; nell'aria viene lentamente aggredito solo ad opera dei radicali OH ed in minor misura (a causa della sua debolissima concentrazione) dal radicale Cl.

La degradazione nell'aria è perciò lenta e la vita media della molecola è dell'ordine di alcuni giorni. Per tale motivo il benzene può dare luogo a fenomeni di accumulo a livello di microscala, quando l'aria è

stagnante, ed a fenomeni di trasporto con valori significativi nel raggio di qualche decina di chilometri dalle aree urbane che costituiscono i principali centri di emissione.

Gli effetti dell'esposizione cronica al benzene sono noti già dalla fine dell'800 quando in Svezia si ebbero le prime segnalazioni di casi di "benzoismo cronico" in operai addetti alla produzione di copertoni per ruote di bicicletta. In Italia il problema è esploso negli anni '60 dopo numerosi casi di leucemia verificatisi nei laboratori calzaturieri. Più recentemente, alla fine degli anni '80, si è manifestato, soprattutto nei ricercatori ma anche nell'opinione pubblica, un rinnovato interesse per il benzene, conseguentemente alla diffusione di questa sostanza in tutti gli ambienti di vita. Il benzene infatti, è ora considerato un elemento potenziale di rischio per la popolazione in generale e non solo per alcune categorie di soggetti esposti.

L'effetto più noto dell'esposizione cronica del benzene è quello sul sistema emopoietico: date le correlazioni tra benzene e leucemia, l'International Agency for Research on Cancer (IARC) ed altri diversi enti (ACGIH, OSHA, NIOSH, etc.) lo hanno catalogato nella classe A1, ovvero come cancerogeno certo per l'uomo. Per questo motivo sono stati individuati i "valori soglia", ora largamente diffusi per calcolare il rischio relativo all'uso di farmaci o all'influenza dei contaminanti o degli eventi ambientali sugli organismi umani. Al di sotto della soglia si ritiene che il rischio non sussista; qualora la si superi si deve intervenire per evitarlo. La via principale di assorbimento è quella inalatoria: quella orale e dermica sono trascurabili in termini di assorbimento giornaliero. Nell'uomo è dimostrato un assorbimento polmonare di circa il 50% per esposizioni continuative a concentrazioni di 160-320 mg/m<sup>3</sup>: la ritenzione è stimata intorno al 30% del contenuto dell'aria assorbita. Il benzene, essendo una molecola lipofila a basso peso molecolare, una volta assorbito, attraversa con facilità le barriere fisiologiche e tende ad accumularsi nei tessuti in funzione del loro contenuto lipidico. Circa il 16-50% della dose assorbita viene eliminata per via respiratoria, mentre una piccola quantità (0,07-0,2%) è rimossa attraverso l'urina in forma non modificata. La quota residua viene metabolizzata a livello del fegato. A causa del benzene, pertanto, si possono avere degli effetti nocivi acuti come la depressione, l'aritmia o l'asfissia, oppure effetti cronici quali ematotossicità (anemia, granulocitemia, leucemia); immunotossicità (aumento IgM e diminuzione IgG e IgA nel siero); neurotossicità (cefalea, anoressia) o cancerogenicità (leucemie).

### 1.1.3 Il particolato atmosferico (PTS, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)

Con il termine polveri atmosferiche, o materiale particolato, si intende l'insieme eterogeneo di particelle solide e liquide che, a causa delle ridotte dimensioni, tendono a rimanere sospese in aria per tempi più o meno lunghi. Le caratteristiche dimensionali, morfologiche e chimiche delle particelle possono variare anche sensibilmente in funzione delle sorgenti e dei fenomeni di trasporto e trasformazione. Hanno dimensioni comprese tra 0,005µm e 50-150µm ed una composizione costituita da una miscela di

elementi quali: carbonio (organico ed elementare), fibre tessili naturali ed artificiali, silice, metalli (ferro, rame, piombo, nichel, cadmio), nitrati, solfati, composti organici (idrocarburi, acidi organici, I.P.A.), materiale inerte (frammenti di suolo, spore, pollini), ecc.

L'insieme delle particelle sospese in atmosfera sono definite con vari termini, tra i quali i più usati sono: PTS (Polveri Totali Sospese) o TSP (Total Suspended Particles) o PM (Particulate Matter).

Il particolato atmosferico è un inquinante che ha origine sia per emissione diretta (particelle primarie) che per reazioni chimico-fisiche in atmosfera da precursori gassosi, quali ossidi di azoto e di zolfo, ammoniaca, composti organici (particelle secondarie). Alcune particelle sono di dimensioni tali da essere visibili, come la fuliggine o il fumo, altre possono essere viste solo al microscopio ottico o elettronico. Le sorgenti del particolato atmosferico possono essere antropiche e naturali. Le più importanti fonti antropiche sono: traffico veicolare (processi di combustione di benzina e gasolio, degrado pneumatici e marmitte, abrasione dell'asfalto, logorio freni, movimentazione del materiale depositato al suolo), combustione di combustibili fossili (centrali termoelettriche, riscaldamento civile), legno, rifiuti, processi industriali (cementifici, fonderie, miniere), combustione di residui agricoli, cave e miniere a cielo aperto. Le fonti naturali, invece, sono sostanzialmente: aerosol marino, erosione del suolo e delle rocce ed in generale materiale inorganico prodotto da agenti naturali (vento e pioggia), aerosol biogenico (spore, polline e frammenti vegetali), virus, batteri, incendi boschivi, emissioni vulcaniche.

Esistono differenti metodi di classificazione del particolato atmosferico. Quello più usato prevede la suddivisione delle polveri in "classi" in funzione della dimensione delle particelle (misurata in micrometri, µm) e la quantificazione della loro presenza in aria in termini di concentrazione (espressa in µg/m<sup>3</sup>). Sulla base delle dimensioni, si possono distinguere le seguenti categorie: il particolato grossolano con diametro superiore a 10µm; il particolato fine con diametro inferiore a 10µm (PM<sub>10</sub>); il particolato finissimo con diametro inferiore a 2.5µm (PM<sub>2.5</sub>), che costituisce circa il 60% del PM<sub>10</sub>; ed il particolato ultrafine con diametro inferiore ad 1µm (PM<sub>1</sub>).

Scendendo ancora di diametro, all'interno del particolato ultrafine ricadono le cosiddette nanopolveri, che sono polveri con un diametro compreso fra 2 e 100nm.

Il rischio sanitario legato alle sostanze presenti in forma di particelle sospese nell'aria dipende, oltre che dalla loro concentrazione, anche dalla dimensione delle particelle stesse. Le particelle con diametro superiore ai 10µm si fermano nelle prime vie respiratorie (cavità nasali, faringe e laringe) generando vari effetti irritativi come l'infiammazione e la secchezza del naso e della gola, mentre le particelle con diametro inferiore a 10µm penetrano nel sistema respiratorio a varie profondità fino a raggiungere gli alveoli polmonari e possono trascorrere lunghi periodi di tempo prima che vengano rimosse, per questo sono le più pericolose. Queste polveri aggravano le malattie respiratorie croniche come l'asma, la bronchite e l'enfisema, ma anche le malattie cardio-circolatorie. Le persone più vulnerabili sono gli

anziani, gli asmatici, i bambini e chi svolge un'intensa attività fisica all'aperto, sia di tipo lavorativo che sportivo.

#### 1.1.4 Ossidi di azoto

Con la terminologia "ossidi di azoto", dal punto di vista chimico, si intende la serie di composti binari fra azoto e ossigeno nei vari stati di ossidazione. Pur essendo presenti in atmosfera diverse specie di ossidi di azoto, per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria, si fa quasi esclusivamente riferimento al termine generico  $\text{NO}_x$  che identifica la somma delle due specie chimiche monossido di azoto (NO) e biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ). Questi due ossidi sono raggruppati insieme poiché la maggior parte del biossido presente in atmosfera proviene dalla rapida conversione del monossido e, per tale motivo, tutte le emissioni di  $\text{NO}_x$  vengono espresse e convertite in equivalenti di biossido di azoto.

Le più grandi quantità di ossidi di azoto vengono emesse da sorgenti antropiche come il traffico veicolare, le fonti energetiche, le fonti industriali, commerciali e residenziali che comunque si basano su processi di combustione. Gli ossidi di azoto possono anche essere emessi da processi naturali come fulmini, incendi, emissioni vulcaniche, attività batteriche del suolo, l'irradiazione solare diurna e l'iniezione verticale dalla stratosfera.

Il monossido di azoto è un gas incolore ed inodore che si forma in tutti i processi di combustione che avvengono in aria e ad elevata temperatura ( $> 1210\text{ }^\circ\text{C}$ ) per reazione diretta tra azoto ( $\text{N}_2$ ) e ossigeno ( $\text{O}_2$ ). La tossicità del monossido di azoto è limitata e per tale motivo le norme vigenti non pongono per esso limiti di concentrazione nell'aria.

Nei processi di combustione si forma anche una piccola parte di biossido di azoto (circa il 5%). Il biossido di azoto è un gas tossico di colore rosso-bruno, dall'odore forte e pungente e con grande potere irritante; è un energico ossidante, molto reattivo e quindi altamente corrosivo. Questo ultimo è considerato un inquinante secondario perché deriva principalmente dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto da parte di ossidanti quali ozono ( $\text{O}_3$ ) e perossiradicali ( $\text{HO}_2$  e  $\text{RO}_2$ ). Il ben noto colore rosso-marrone delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto per l'appunto al biossido di azoto per la sua capacità di assorbire la luce visibile a lunghezze d'onda minori di 430 nm.

Gli ossidi di azoto permangono in atmosfera per pochi giorni (4-5) e sono rimossi in seguito a reazioni chimiche che portano alla formazione di acidi e di sostanze organiche.

I maggiori fenomeni di inquinamento da ossidi di azoto si verificano d'inverno, in coincidenza con giornate fredde e stabilità atmosferica che favoriscono l'accumulo di questi inquinanti ed in particolare nelle ore in cui il traffico raggiunge i massimi livelli.

Per ciò che concerne gli effetti sulla salute, il biossido d'azoto è circa quattro volte più tossico del monossido d'azoto. L' $\text{NO}_2$  è un gas irritante per gli occhi e per le mucose nasali e può contribuire all'insorgere di varie alterazioni delle funzioni polmonari, bronchiti croniche, asma ed enfisema

polmonare. Come il monossido di carbonio (CO) anche l' $\text{NO}_2$ , introdotto nell'organismo attraverso il processo respiratorio alveolare, si combina con l'emoglobina, modificandone le proprietà chimiche e fisiologiche dando luogo a formazione di metaemoglobina. Questa ultima molecola non è più in grado di trasportare l'ossigeno (ruolo che è proprio dell'emoglobina).

#### 1.1.5 Ozono

L'ozono è un gas altamente reattivo, di odore pungente e di colore blu, costituito da molecole instabili formate da tre atomi di ossigeno; queste molecole si scindono facilmente liberando ossigeno molecolare ed un atomo di ossigeno estremamente reattivo. Per queste sue caratteristiche l'ozono è quindi un energico ossidante in grado di demolire sia materiali organici che inorganici.

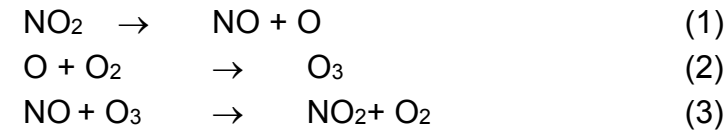
L'ozono è presente per più del 90% nella stratosfera (la fascia dell'atmosfera che va dai 10 ai 50 km di altezza) dove viene prodotto dall'ossigeno molecolare per azione dei raggi ultravioletti solari. La quantità di ozono presente nella stratosfera viene mantenuta costante, se non intervengono altri fattori, mediante un equilibrio dinamico tra la reazione di formazione e quella di fotolisi. La formazione predomina ad un'altitudine superiore ai 30 km, dove la radiazione UV avente lunghezza d'onda inferiore ai 242 nm dissocia l'ossigeno molecolare, largamente presente, in ossigeno atomico; questo si combina rapidamente con un'altra molecola di ossigeno a formare la molecola triatomica dell'ozono. L'effetto netto della reazione è la conversione di tre molecole di ossigeno in due molecole di ozono. L'ozono così formato assorbe a sua volta la radiazione solare di lunghezza d'onda compresa tra i 240 e 320 nm, subendo fotolisi e dando luogo ad una molecola ed un atomo di ossigeno. Questo assorbimento della radiazione solare nella stratosfera costituisce l'importante effetto di schermare la terra da più del 90% delle radiazioni UV dannose per la vita sul nostro pianeta.

L'ozono troposferico è presente esclusivamente per il ridotto scambio atmosferico fra troposfera e stratosfera e per la formazione di ozono a partire da inquinanti atmosferici primari. Infatti, per effetto della circolazione atmosferica, l'ozono viene in piccola parte trasportato anche negli strati più bassi dell'atmosfera (troposfera che va dai 0 a 10 km di altezza), nei quali si forma anche per effetto di scariche elettriche durante i temporali.

Nella troposfera in genere l'ozono è presente a basse concentrazioni e rappresenta un inquinante secondario ed è, in particolare nelle immediate vicinanze della superficie terrestre, un componente dello "smog fotochimico" che si origina soprattutto nei mesi estivi in concomitanza di un intenso irraggiamento solare e di un'elevata temperatura. Infatti, l'ozono non ha sorgenti dirette, ma si forma all'interno di un ciclo di reazioni fotochimiche che coinvolgono in particolare gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili. Infatti, nella troposfera la sorgente principale di ozono è rappresentata dall'ossigeno atomico proveniente dalla fotolisi del biossido di azoto.

h<sub>v</sub>





La produzione di ozono da parte dell'uomo è, quindi, indiretta dato che questo gas si origina a partire da molti inquinanti primari. Per estensione si può, quindi, affermare che le principali sorgenti antropiche risultano essere quelle che liberano gli inquinanti precursori e cioè il traffico veicolare, i processi di combustione, l'evaporazione dei carburanti, i solventi. Di conseguenza, è da sottolineare che la concentrazione dell'ozono troposferico varia a seconda della zona geografica considerata, dell'ora, del periodo dell'anno, delle condizioni climatiche, della direzione e velocità del vento, del grado di inquinamento primario.

L'evoluzione giornaliera in aree ad elevato traffico stradale delle concentrazioni di ozono e delle specie chimiche coinvolte nella sua formazione è mostrata nella figura sottostante.

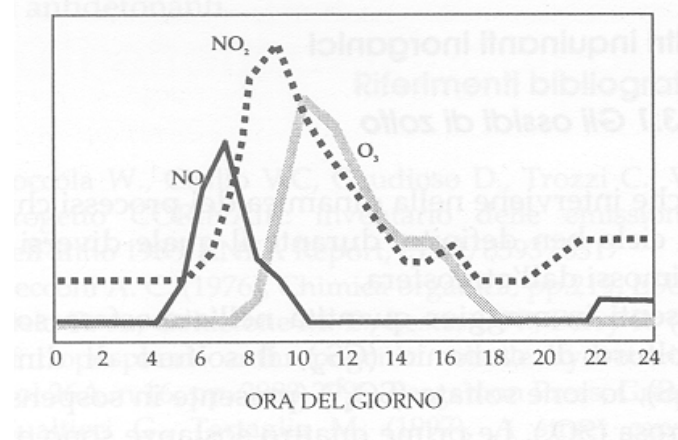


Figura 1.3 – Evoluzione delle concentrazioni delle specie chimiche in funzione del traffico.

Nelle prime ore della giornata si ha il massimo di concentrazione di NO prodotto dalla punta mattutina di traffico. NO viene convertito in NO<sub>2</sub> in un periodo di qualche ora; mentre la formazione di O<sub>3</sub> inizia soltanto quando il processo di formazione di NO<sub>2</sub> si avvicina a completamento. A questo punto la concentrazione di ozono cresce molto rapidamente nel tempo raggiungendo il suo massimo in tarda mattinata o nel primo pomeriggio e cominciando poi a diminuire.

A causa del fatto che la reazione (3) ostacola la coesistenza di grandi concentrazioni di NO e O<sub>3</sub>, le concentrazioni di ozono tendono ad essere basse in presenza di sorgenti di emissione di monossido di azoto. Questa è la ragione per cui l'entità di ozono è solitamente bassa nei pressi di forti flussi di traffico anche se può essere notevole nelle immediate vicinanze.

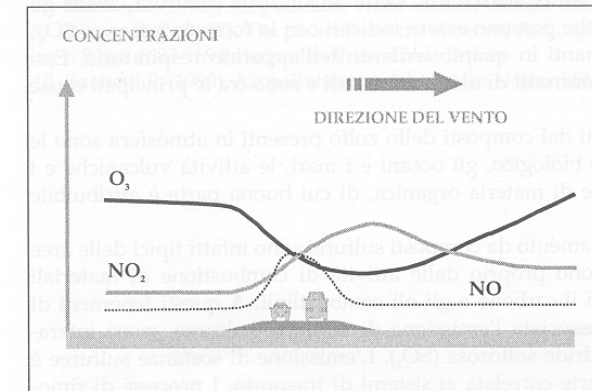


Figura 1.4 – Andamento qualitativo delle concentrazioni di NO, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> in una sezione stradale.

La molecola dell'ozono è estremamente reattiva, in grado di ossidare numerosi componenti cellulari, fra i quali amminoacidi, proteine e lipidi. A concentrazioni di ozono pari a 0,1 ppm si manifestano effetti di irritazione agli occhi ed alla gola per la sua azione nei confronti delle mucose. Concentrazioni più elevate causano irritazioni all'apparato respiratorio, tosse ed un senso di oppressione al torace che rende difficoltosa la respirazione. I soggetti più sensibili, come gli asmatici e gli anziani possono essere soggetti ad attacchi di asma anche a basse concentrazioni. Alla concentrazione di 1 ppm provoca mal di testa e a 1,7 ppm può produrre edema polmonare.

### 1.1.6 Biossido di zolfo

L'anidride solforosa o biossido di zolfo è un gas incolore, irritante, non infiammabile, molto solubile in acqua e dall'odore pungente. Dato che è più pesante dell'aria tende a stratificarsi nelle zone più basse. Rappresenta l'inquinante atmosferico per eccellenza essendo il più diffuso, uno dei più aggressivi e pericolosi e di gran lunga quello più studiato ed emesso in maggior quantità dalle sorgenti antropiche.

Il biossido di zolfo si forma per reazione tra lo zolfo contenuto in alcuni combustibili fossili e l'ossigeno atmosferico. L'emissione del biossido di zolfo deriva dal riscaldamento domestico, dai motori alimentati a gasolio o diesel, dagli impianti per la produzione di energia, ed in generale dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (carbone, gasolio, olio combustibile) contenenti piccole percentuali di zolfo. Rilevanti sono anche le emissioni nei processi di produzione dell'acido solforico, nella lavorazione di molte materie plastiche, nella desolforazione dei gas naturali, nell'arrostimento delle piriti, nell'incenerimento dei rifiuti; l'apporto inquinante dato dalle emissioni dei mezzi di trasporto appare invece trascurabile. Infatti, le emissioni di biossido di zolfo sono sensibilmente diminuite fin dagli anni '80, grazie alla legislazione che impone sempre più bassi tenori di zolfo nei combustibili e alla penetrazione del gas naturale, che di zolfo è praticamente privo. Ciò ha ridotto sensibilmente le emissioni di SO<sub>2</sub> dalle piccole e medie fonti di emissione (inclusi i trasporti), per cui la principale fonte di emissione sono attualmente i grandi impianti di combustione (centrali

termoelettriche non alimentate con metano e altri impianti). Le emissioni naturali di biossido di zolfo sono principalmente dovute alle attività vulcaniche.

Una volta emesso in atmosfera, l'SO<sub>2</sub> si ossida ad acido solforico e solfati, formando un aerosol spesso associato con altri inquinanti in particelle solide o liquide, ed è all'origine del fenomeno di inquinamento transfrontaliero noto con il nome di precipitazioni acide. Infatti, il biossido di zolfo permane in atmosfera per 1-4 giorni.

Per l'elevata solubilità in acqua il biossido di zolfo viene facilmente assorbito dalle mucose del naso e del tratto superiore dell'apparato respiratorio. L'alta reattività lo rende un composto estremamente irritante. E' stato comunque notato un effetto irritante sinergico con le polveri sospese per la capacità che queste hanno di veicolare gli inquinanti nelle zone più profonde dell'apparato respiratorio. A basse concentrazioni gli effetti del biossido di zolfo sono principalmente legati a patologie dell'apparato respiratorio come bronchiti, asma e tracheiti e ad irritazioni della pelle, degli occhi e delle mucose.

### 1.1.7 Composti del piombo

Il piombo è un metallo pesante dagli effetti tossici per l'uomo. La principale causa della presenza di composti del piombo nell'atmosfera è di tipo antropico e deriva dalla combustione, nei mezzi di trasporto, di benzine contenenti alcuni composti del piombo con funzioni antidetonanti.

## 1.2 Quadro normativo di riferimento

### 1.2.1 Le Direttive europee di settore

Fino all'11.06.2010, il principale riferimento europeo in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente è stato costituito dalla Direttiva europea 96/62/CE ovvero Direttiva Quadro sulla qualità dell'aria ambiente. Essa fissava i principi generali, ripresi a livello nazionale dal D. Lgs n.351 del 4 Agosto 1999, relativi ai seguenti adempimenti:

- la valutazione della qualità dell'aria ambiente e la zonizzazione del territorio degli Stati membri;
- l'adozione delle misure da adottare in relazione ai regimi di concentrazione valutati sull'intero territorio di ogni Stato membro;
- l'informazione da fornire al pubblico;

La Direttiva Quadro demandava a Direttive successive, le cosiddette Direttive "figlie", la definizione di valori limite, valori bersaglio e obiettivi a lungo termine della qualità dell'aria, nonché di standard specifici per la protezione della vegetazione, per i seguenti inquinanti atmosferici: biossido di zolfo, biossido e ossidi di azoto, PM<sub>10</sub>, piombo, ozono, benzene, monossido di carbonio, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), cadmio, arsenico, nichel e mercurio.

Di seguito si riporta l'elenco delle Direttive figlie derivate:

- I:99/30/CE SO<sub>2</sub> NO<sub>x</sub> PM<sub>10</sub> Pb
- II: 2000/69/CE Benzene, CO
- III: 2002/3/CE O<sub>3</sub>
- IV: 2004/107/CE: IPA, cadmio; arsenico; nichel; mercurio.

Il 21 maggio 2008 è stata emanata la Direttiva 2008/50/CE secondo la quale, ai fini della tutela della salute umana e dell'ambiente nel suo complesso, è particolarmente importante combattere alla fonte l'emissione di inquinanti, nonché individuare e attuare le più efficaci misure di riduzione delle emissioni a livello locale, nazionale e comunitario. È opportuno pertanto evitare, prevenire o ridurre le emissioni di inquinanti atmosferici nocivi e definire adeguati obiettivi per la qualità dell'aria ambiente che tengano conto Direttiva: la direttiva 96/62/CE del Consiglio del 27 settembre 1996 in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente e le direttive da essa derivate; la direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente 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; la direttiva 2000/69/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 novembre 2000 concernente i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente, la direttiva 2002/3/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 febbraio 2002 relativa all'ozono nell'aria e la decisione 97/101/CE del Consiglio del 27 gennaio 1997 che instaura uno scambio reciproco di informazioni e di dati provenienti dalle reti e dalle singole stazioni di misurazione dell'inquinamento atmosferico negli Stati membri devono essere modificate sostanzialmente per incorporarvi gli ultimi sviluppi in campo scientifico e sanitario e le esperienze più recenti degli Stati membri. A decorrere dall'11 giugno 2010, secondo quanto riportato all'articolo 31 della Direttiva 2008/50/CE, le Direttive 96/62/CE, 1999/30/CE, 2000/69/CE e 2002/3/CE sono state abrogate, "fatti salvi gli obblighi degli Stati membri riguardanti i termini per il recepimento o dall'applicazione delle suddette direttive". Riguardo alla Decisione 97/101/CE, invece, la direttiva si esprime nei seguenti termini: "la decisione 97/101/CE è abrogata con effetto dalla fine del secondo anno civile successivo all'entrata in vigore delle disposizioni di attuazione di cui all'articolo 28, paragrafo 2 della presente direttiva". Pertanto, attualmente la decisione 97/101/CE risulta abrogata. La direttiva 2004/107/CE, invece, è stata modificata dal Regolamento n. 219/2009 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 marzo 2009 delle pertinenti norme, orientamenti e programmi dell'Organizzazione mondiale della sanità. Secondo tale

### 1.2.2 Riferimenti normativi nazionali

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria si è basata fino al 30 settembre 2010, data di pubblicazione del Decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, attuativo della Direttiva 2008/50/CE, sui seguenti riferimenti legislativi:

1. DPCM n. 30 del 28.3.1983: "Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativa agli inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno".
2. DPR n. 203 del 24.5.1988: "Attuazione delle Direttive CEE 80/779, 82/884, 84/360, e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotti dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della L. 183 del 16.4.1987.
3. DM Ambiente 6.05.1992: "Definizione del sistema nazionale finalizzato al controllo ed assicurazione di qualità dei dati di inquinamento atmosferico ottenuti dalle reti di monitoraggio".
4. D.M.A. 12.11.1992: "Criteri generali per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane e disposizioni per il miglioramento della qualità dell'aria".
5. DM 15.04.1994: "Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli articoli 3 e 4 del DPR 24 maggio 1988, n. 203, e dell'art. 9 del DM. 20 maggio 1991".
6. D.M.A. 25.11.1994: " Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinamenti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994.
7. D.M. 21.04.1999, n. 163: "Regolamento recante norme per l'individuazione dei criteri ambientali e sanitari in base ai quali i sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione".
8. D.L. 4.08.1999, n. 351: "Attuazione della direttiva CEE in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente".
9. D.M. 2 aprile 2002, n. 60: "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente 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 e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".
10. D.M. 1 ottobre 2002, n. 261: "Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351".

Il D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155, recependo la Direttiva 2008/50/CE, riordina completamente la normativa in materia di gestione e tutela della qualità dell'aria abrogando i riferimenti legislativi precedentemente elencati.

Nella tabella seguente sono riportati per ogni inquinante i valori normati.

Tabella 1.1 - Valori di concentrazione stabiliti dal D.Lgs. 13 agosto 2010 n.155

	SO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Pb	CO	PM 10		PM 2,5	O <sub>3</sub>	As	Cd	Ni	BaP
	periodo di mediazione		periodo di mediazione		periodo di mediazione	periodo di mediazione	periodo di mediazione	periodo di mediazione	periodo di mediazione		periodo di mediazione	periodo di mediazione	periodo di mediazione	periodo di mediazione	periodo di mediazione	periodo di mediazione
<b>valore limite</b>	1 ora	1 giorno	1 ora	anno civile		anno civile	anno civile	media massima giornaliera calcolata su 8 h	1 giorno	anno civile	anno civile					
	350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile	125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per anno civile	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno	40 µg/m <sup>3</sup>		5 µg/m <sup>3</sup>	0.5 µg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	25 µg/m <sup>3</sup>					
<b>livello critico per la protezione della vegetazione</b>	anno civile	invernale (1° ottobre-21 marzo)			anno civile											
	20 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>			30 µg/m <sup>3</sup>											
<b>soglia di allarme</b>	3 ore consecutive		3 ore consecutive									1 ora				
	500 µg/m <sup>3</sup>		400 µg/m <sup>3</sup>									240 µg/m <sup>3</sup>				
<b>soglia di informazione</b>												1 ora				
<b>valore obiettivo</b>												anno civile	1 ora	anno civile	anno civile	anno civile
												25 µg/m <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>	6 ng/m <sup>3</sup> *	5 ng/m <sup>3</sup> *	20 ng/m <sup>3</sup> *

\* Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su anno civile.

### 1.3 L'analisi meteorologica: caratteristiche fisiche dei bassi strati dell'atmosfera sulla zona meridionale della maremma

Dopo aver delineato brevemente la climatologia dell'area prospiciente al litorale della bassa Toscana in relazione ai problemi di inquinamento atmosferico, in questo paragrafo si analizzano le caratteristiche diffusive del boundary layer sulla zona meridionale della Maremma, come si evincono da statistiche derivanti da misure e osservazioni al suolo nella stazione di Grosseto nel periodo dal 1952 al 1991. Dallo studio si traggono conclusioni rilevanti per la caratterizzazione dei bassi strati dell'atmosfera sulla zona di interesse e per le conseguenze relative ai fenomeni di dispersione o accumulo di inquinanti. Inoltre, si forniscono i dati climatici diffusivi per poter effettuare simulazioni con modelli di dispersione.

#### 1.3.1 Introduzione

La conoscenza dettagliata delle caratteristiche fisiche dei bassi strati dell'atmosfera, unita ad informazioni sulle emissioni e le reazioni chimiche intercorrenti tra i vari inquinanti, è un elemento basilare per comprendere e prevedere fenomeni di inquinamento atmosferico. In questo senso, l'analisi statistica di dati meteorologici relativi al boundary layer consente proprio di cogliere le caratteristiche diffusive medie dell'atmosfera su un sito di interesse, permettendo di inferire la propensione o meno all'accumulo di inquinanti in determinate situazioni ricorrenti sul sito stesso.

Nel presente studio, l'analisi meteorologica viene effettuata:

- dapprima considerando brevemente le caratteristiche dei moti atmosferici a varie scale nell'area della bassa Toscana, in particolare sulle zone litoranee
- quindi analizzando con più dettaglio dati statistici relativi a 40 anni di misure e osservazioni al suolo nella stazione meteorologica del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica di Grosseto, con particolare riferimento a direzione/velocità del vento e classi di stabilità.

Tutto ciò consente di trarre conclusioni sulle caratteristiche fisico-meteorologiche medie diurne e notturne in tutte le stagioni e, come conseguenza, sulla propensione o meno ad episodi di inquinamento atmosferico primario o secondario sulla bassa Maremma, e più specificatamente sulle zone di interesse prospicienti al litorale.

#### 1.3.2 Caratteristiche a scala sinottica e a mesoscala: loro interazione con la scala locale

A nostra conoscenza, le caratteristiche meteo-climatiche delle zone litoranee della bassa Maremma non sono state specificatamente analizzate in lavori scientifici. In alcuni articoli recenti, tuttavia, si è posta l'attenzione sui cambiamenti climatici degli ultimi decenni anche relativamente al settore centro-settentrionale del versante occidentale della penisola italiana, di cui la regione Toscana fa parte, con

particolare riferimento ai trend climatici di temperatura e precipitazione<sup>1</sup>. In questo contesto, si inquadrerà il clima delle zone della bassa Maremma nell'ambito della circolazione mediterranea e dei fenomeni ad essa correlati, come si evincono da analisi a più grande scala<sup>2</sup> e da considerazioni di climatologia a mesoscala e a carattere locale.

Come noto, i moti a grande scala, che coinvolgono spostamenti di masse d'aria di caratteristiche termodinamiche diverse su distanze di migliaia di Km, sono i responsabili del ricambio completo di aria su vaste zone. La loro azione viene ovviamente influenzata dalla struttura del territorio a mesoscala (poche centinaia di Km). I moti e i processi a queste scale spaziali rappresentano il termine forzante per i cambiamenti dell'aria su un determinato sito sulla scala temporale di alcuni giorni. Essi tuttavia interagiscono fortemente con altri moti e processi a scala locale (decine di Km). Al limite, nel caso di condizioni pressoché stazionarie a grande scala, i moti e i processi a scala locale diventano dominanti per stabilire le caratteristiche fisiche dei bassi strati dell'atmosfera sul sito di interesse.

Ebbene, il versante tirrenico dell'Italia centro – settentrionale, e la Toscana in particolare, sono dominati dalla circolazione a grande scala nel bacino del Mediterraneo. Questi moti a scala sinottica sono guidati dal posizionamento di centri di azione a carattere globale come l'anticiclone dinamico delle Azzorre, quello termico siberiano, la depressione di Islanda e infine quella sahariana, la cui influenza pure si risente in diversi casi alle latitudini di interesse. Nel periodo che va dall'autunno inoltrato alla prima parte della primavera, il posizionamento di questi centri di azione permette l'ingresso sull'area di interesse di depressioni, di volta in volta con un tragitto differente, il che regola la presenza di precipitazioni e la rotazione dei venti in loco. Nel restante periodo dell'anno, quando mediamente sono più frequenti i casi di presenza di un campo di pressioni alte e livellate sulla bassa Toscana con precipitazioni più scarse, diventano più importanti gli effetti dovuti alla scala locale, dove il mare (e il contrasto termico che si origina con l'entroterra) rappresenta ovviamente l'elemento forzante.

Tra i venti originati sulla Toscana meridionale da configurazioni bariche a scala sinottica e a mesoscala, particolarmente tipici sono il Maestrone, il Libeccio, il Grecale e lo Scirocco. Il Maestrone, vento proveniente da nord-ovest, porta aria fredda sulla Toscana e favorisce la dispersione di inquinanti. Il Libeccio, vento da sud-ovest, pur essendo generalmente meno intenso del Maestrone, può risultare comunque alquanto impetuoso e ricco di raffiche, creando turbolenza almeno moderata e mareggiate. Il Grecale, vento proveniente da nord-est, crea generalmente condizioni di bel tempo sul versante sottovento agli Appennini, sia pur con aria fresca e moderatamente turbolenta. Infine, lo Scirocco, vento

<sup>1</sup> E. Piervitali, M. Colacino e M. Conte (2001), Signals of Climatic Change in the Central-Western Mediterranean Basin, Theor. Appl. Clim. 58, 211-219 e M. Brunetti, M. Colacino, M. Maugeri e T. Nanni (2001), Trends in the daily intensity of precipitation in Italy from 1951 to 1996, Int. J. Clim. 21, 299-316.

<sup>2</sup> Servizio Meteorologico dell'Aeronautica, Atlante climatico d'Italia (in stampa) e M. Giuliacci, S. Abelli e G. Dipierro (2001), Il clima dell'Italia nell'ultimo ventennio, Alpha Test edizioni.

da sud-est, porta sulla zona aria calda e umida, accentuando la stratificazione ai bassi livelli dell'atmosfera e reprimendo i moti verticali, fattori questi negativi per la qualità dell'aria.

A scala locale il fenomeno più significativo è ovviamente quello delle brezze dovute al riscaldamento differenziale di mare e superficie terrestre (mediamente 8 m/s dal quadrante sud - occidentale durante il giorno e 3 m/s dal quadrante nord - orientale durante la notte). Come già detto, questo fenomeno diventa statisticamente dominante nel periodo estivo.

Inoltre, un'analisi sinottica delle carte di pressione al suolo mediate sugli ultimi 20 anni<sup>3</sup> (riportate nelle figure 1.5 e 1.6), mostra come in autunno e in inverno la configurazione barica media favorisca il provenire dei venti da est-sud-est sulla zona di interesse<sup>4</sup>. Nelle altre stagioni le mappe analoghe (non riportate) mostrano un gradiente medio di pressione più lasco che non permette di individuare una direzione prevalente di origine sinottica.

Dunque in primavera inoltrata e in estate, quando la circolazione a grande scala è mediamente debole, sulle zone prospicienti al litorale della bassa Toscana il fenomeno più significativo è ovviamente quello delle brezze diurne e notturne dovute al riscaldamento differenziale di terra e mare.

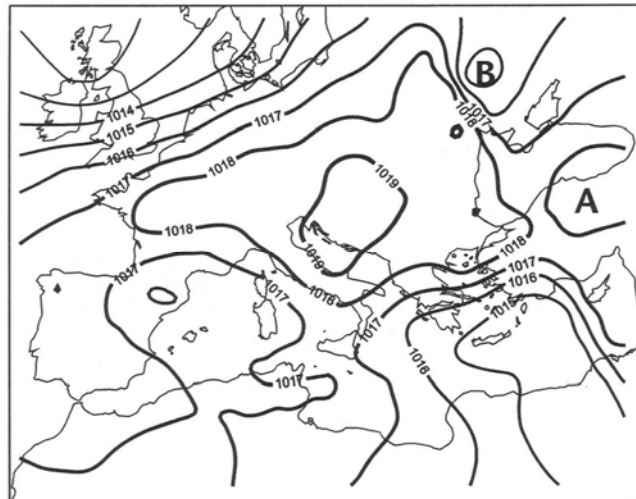


Figura 1.5 –Media della pressione atmosferica al livello del mare in autunno.

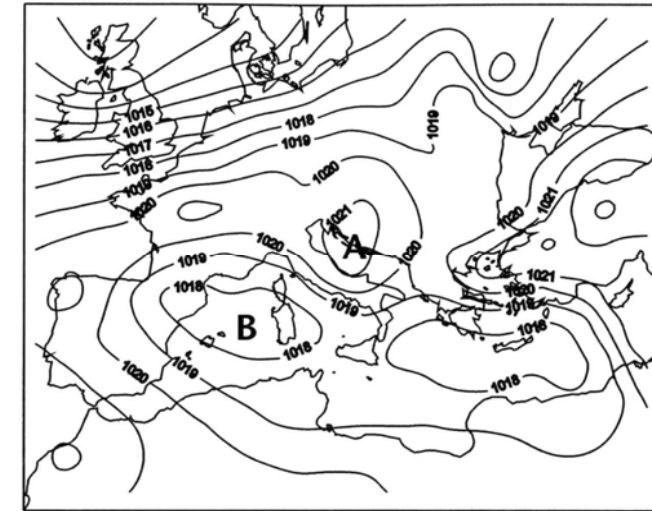


Figura 1.6 –Media della pressione atmosferica al livello del mare in inverno.

### 1.3.3 Analisi delle caratteristiche diffusive del boundary layer

Dopo la breve disamina relativa alle caratteristiche medie dei moti orizzontali, siano esse dovute a moti a scala globale, a mesoscala o a scala locale, di seguito si approfondisce l'analisi considerando serie di dati meteorologici che consentano di specificare meglio le caratteristiche diffusive di tutto il boundary layer, sia relativamente alla turbolenza di origine meccanica che a quella di origine termica (fondamentale nei casi di stabilità correlata ai fenomeni più acuti di inquinamento primario). A tal fine si farà riferimento alla base dati e alle elaborazioni statistiche dell'ENEL, relative al lavoro svolto in collaborazione con il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica sulle caratteristiche diffusive dell'atmosfera<sup>5</sup>, che si riferisce ad osservazioni più che quarantennali nell'area di interesse.

Nella zona litoranea della bassa Maremma sono ubicate le stazioni del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica, del Monte Argentario e di Grosseto. Pur essendo il Monte Argentario più vicino alla zona di interesse, l'ubicazione della sua stazione meteorologica, ad una altitudine di oltre 630 metri s.l.m. su un promontorio che si protende in mare per molti km, fa sì che i dati di tale sito di rilevamento non siano rappresentativi della situazione di direzione e intensità dei venti e dello stato di stabilità o instabilità dell'aria a quote molto inferiori, sulle zone prospicienti al litorale che sono di interesse per questo studio. Così si è scelto di analizzare i dati di misura e osservazione della stazione di Grosseto, disponibili da gennaio 1952 al dicembre 1991, che si ritengono maggiormente rappresentativi.

Utilizzando i dati diffusivi di Grosseto nel periodo 1952-1991, una prima elaborazione utile al fine di comprendere le caratteristiche diffusive medie del boundary layer sulla zona di interesse è quella

<sup>3</sup> M. Giuliacci, S. Abelli e G. Dipiero (2001), Il clima dell'Italia nell'ultimo ventennio, Alpha Test edizioni

<sup>4</sup> Si ricordi che il vento al suolo segue le isobare tagliandole con un angolo variabile (in media di circa 30° su superficie costituita da terra solida) andando dalle aree di alta a quelle di bassa pressione.

<sup>5</sup> ENEL e Servizio Meteorologico dell'Aeronautica (1992), Caratteristiche diffusive dell'atmosfera, ENEL Direzione Relazioni Pubbliche e Comunicazione, Roma

relativa alle distribuzioni stagionali delle velocità del vento e delle frequenze per la sua direzione di provenienza. Nelle figure successive si riportano rappresentazioni grafiche di questi dati.

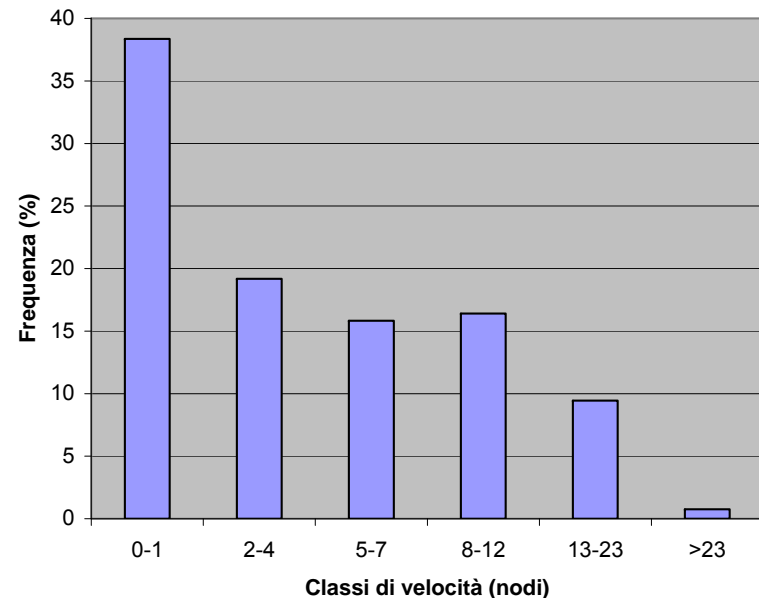


Figura 1.7 – Distribuzione di velocità del vento (primavera).

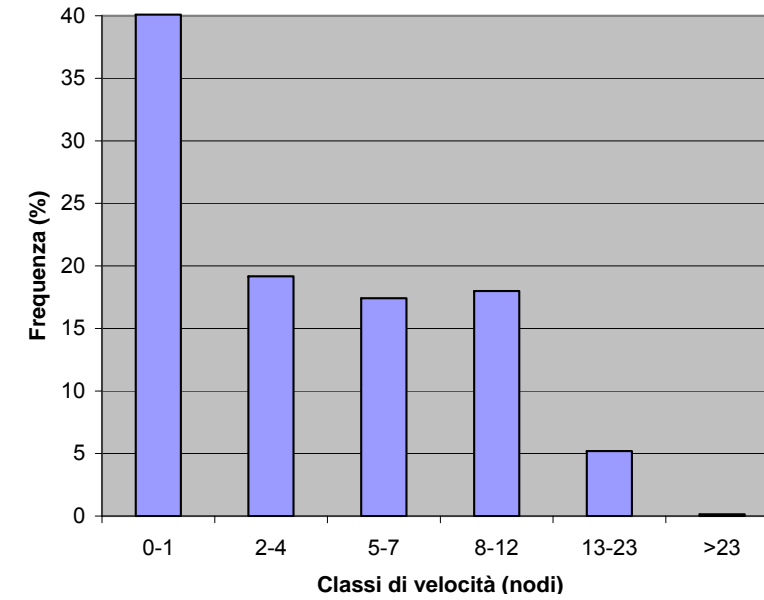


Figura 1.9 - Distribuzione di velocità del vento (estate).

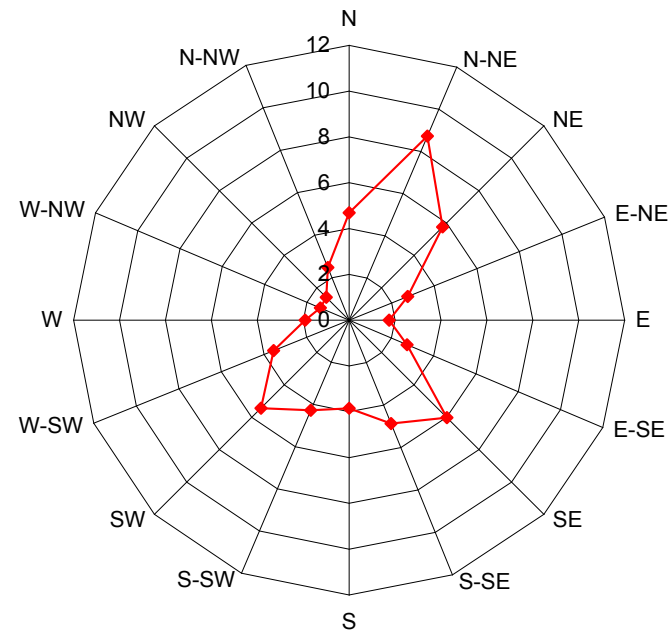


Figura 1.8 - Rosa dei venti (primavera).

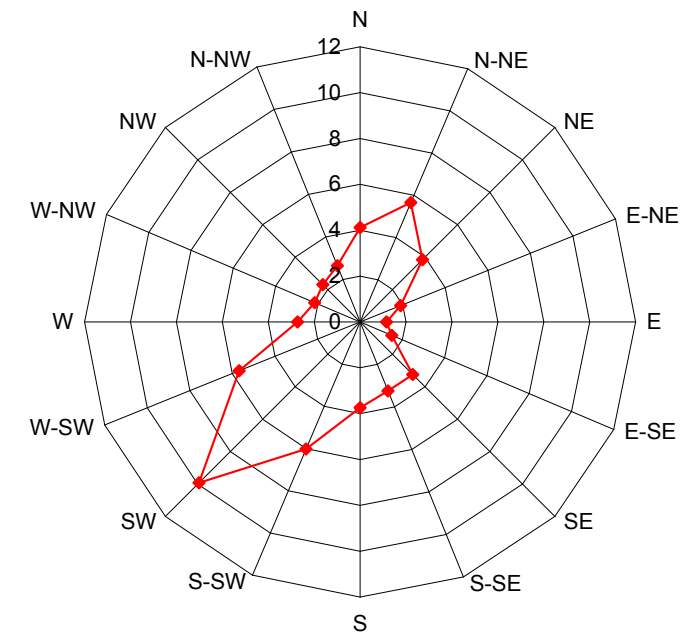


Figura 1.10 - Rosa dei venti (estate).

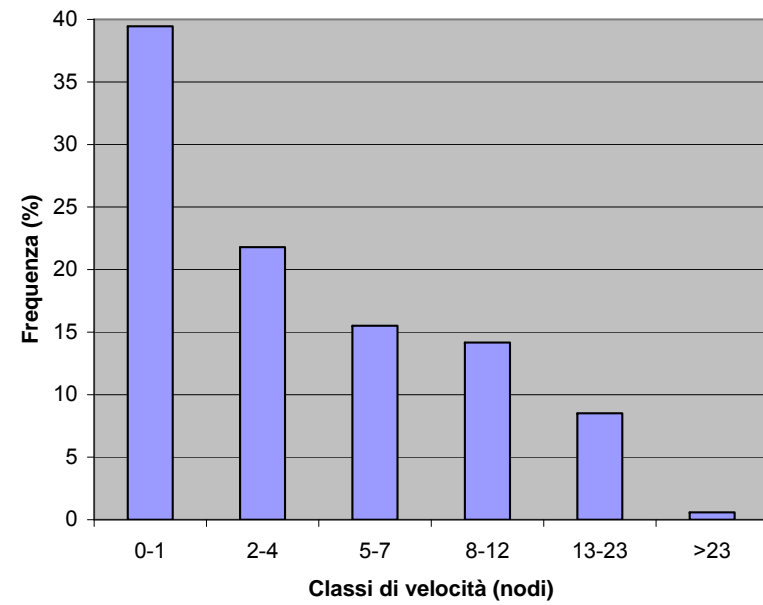


Figura 1.11 - Distribuzione di velocità del vento (autunno)

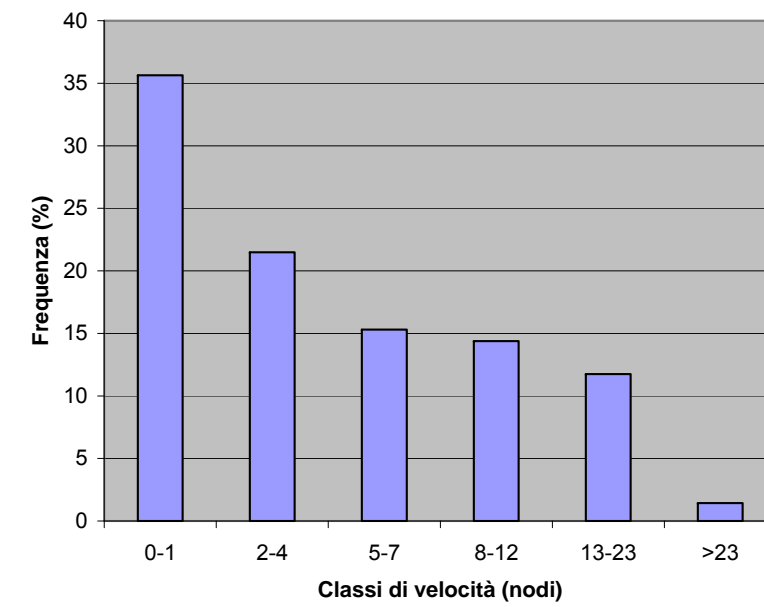


Figura 1.13 - Distribuzione di velocità del vento (inverno).

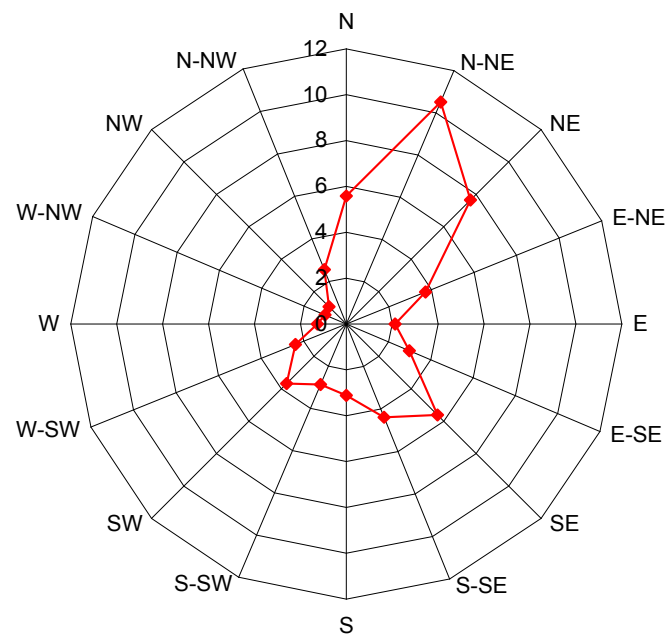


Figura 1.12 - Rosa dei venti (autunno).

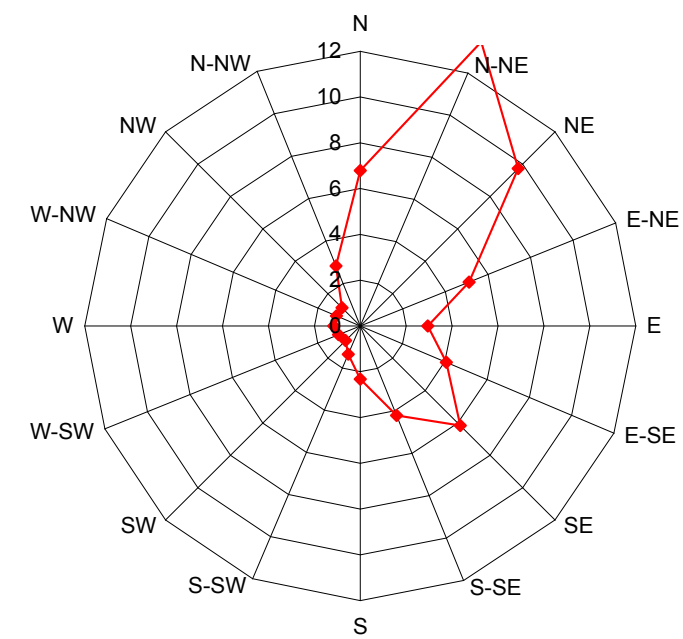


Figura 1.14 - Rosa dei venti (autunno).





Una volta constatato che su Grosseto le calme di vento si riscontrano in poco meno del 40% delle osservazioni, percentuale che sicuramente diminuisce nei tratti di interesse più vicini al mare, dai dati riportati si ritrova la predominanza in tutte le stagioni del Grecale che, come già accennato, apporta aria fresca e solo moderatamente turbolenta sulla zona di interesse. Le altre due direzioni dominanti sono dai quadranti meridionali: lo Scirocco da sud-est e il Libeccio da sud-ovest. Quest'ultima direzione di provenienza appare particolarmente frequente in estate, quando però è sicuramente dovuta non alla circolazione sinottica ma al fattore locale della brezza di mare. Infine, i dati locali ci mostrano come la configurazione della costa e dei rilievi non consenta al Maestrale di presentarsi frequentemente sulla zona di interesse.

Come si è già accennato, lo Scirocco tende a far stratificare la bassa troposfera, creando possibili inversioni in quota, deleterie per quanto riguarda l'accumulo di sostanze inquinanti, il Libeccio e il Grecale apportano una turbolenza moderata, mentre il fatto che il Maestrale, con la sua maggiore turbolenza, sia quasi assente, è ovviamente un fattore negativo per la qualità dell'aria.

Un altro metodo interessante per ottenere informazioni sulle caratteristiche diffusive su un sito di interesse è il calcolo delle classi di stabilità di Pasquill<sup>6</sup>, che, per i dati di una stazione al suolo non dotata di strumentazione atta a rilevare direttamente la radiazione, si può effettuare tenendo conto del bilancio radioattivo in superficie tramite le osservazioni di nuvolosità e il calcolo dell'altezza del Sole sull'orizzonte<sup>7</sup>.

Questi schemi di classificazione<sup>8</sup> permettono una prima sommaria distinzione tra situazioni stabili (cioè critiche per i fenomeni di inquinamento) ed instabili (cioè più favorevoli alla dispersione), con una discriminazione tra le classi che risulta più affidabile nel range delle classi stabili (E, F, G) piuttosto che in quello delle classi instabili (A, B, C).

*Tabella 1.7 - Classi di stabilità di Pasquill (1)*

Grado di stabilità	Categorie di Pasquill	Gradiente termico verticale (°C/100m)
Instabilità forte	A	< -1.9
Instabilità moderata	B	da -1.9 a -1.7
Instabilità debole	C	da -1.7 a -1.5
Neutralità o adiabaticità	D	da -1.5 a -0.5
Stabilità debole	E	da -0.5 a +1.5
Stabilità moderata	F	da +1.5 a +4.0
Stabilità forte	G	> +4.0

<sup>6</sup> F. Pasquill (1962), Atmospheric Diffusion, Van Nostrand, Londra

<sup>7</sup> ENEL e Servizio Meteorologico dell'Aeronautica (1992), Caratteristiche diffusive dell'atmosfera, ENEL Direzione Relazioni Pubbliche e Comunicazione, Roma

<sup>8</sup> Safety Guide 23 on Site Meteorological Programs (1972), U.S. N.R.C., Washington; Safety Guide 50 on Atmospheric Dispersion in Power Plant Siting (1980), IAEA, Vienna

*Tabella 1.8 - Classi di stabilità di Pasquill (2)*

Velocità del vento U (m/s)	$\Delta t/\Delta z = -1.5$	$-1.4 < \Delta t/\Delta z < -1.2$	$-1.1 < \Delta t/\Delta z < -0.9$	$-0.8 < \Delta t/\Delta z < -0.7$	$-0.6 < \Delta t/\Delta z < 0.0$	$+0.1 < \Delta t/\Delta z < +2.0$	$\Delta t/\Delta z ? + 2.0$
$U < 1$	A	A	B	C	D	F	F
$1 = U < 2$	A	B	B	C	D	F	F
$2 = U < 3$	A	B	C	D	D	E	F
$3 = U < 5$	B	B	C	D	D	D	E
$5 = U < 7$	C	C	D	D	D	D	E
$U = 7$	D	D	D	D	D	D	D

Determinazione delle classi di stabilità in funzione del gradiente termico e della velocità del vento

Classe di stabilità con  $\Delta t/\Delta z$  (°K/100m) misurato tra 20 e 120 metri di quota

Dall'analisi delle statistiche relative alla stazione al suolo di Civitavecchia emerge una prevalenza generalizzata della classe D (neutralità) e una notevole frequenza delle classi B e F+G, con ovvie oscillazioni giorno-notte e a carattere stagionale. In particolare, si noti che le frequenze delle classi stabili rimangono pressoché invariate anche in estate e che la brezza di mare o le avvezioni calde possono consentire il formarsi di inversioni in quota, favorendo così l'instaurarsi di condizioni critiche per eventi acuti di smog fotochimico.

Le Tabelle successive permettono una più accurata disamina delle situazioni critiche per l'inquinamento, consentendo anche di utilizzare questi dati come ingresso ad un modello di dispersione in vari casi esemplificativi. Per una corretta lettura delle tabelle stesse va notato come i rilevamenti più frequenti siano stati effettuati dalle 6 alle 18 UTC, mentre i rilevamenti notturni nel periodo considerato risultano di numero leggermente inferiore.

*Tabella 1.9 - Classi di stabilità – Distribuzione delle frequenze mensili e annuali n° osservazioni 103.496*

CLASSI STABIL.	MESE												INTERO PERIODO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A	0.00	4.73	25.02	45.50	52.39	80.67	70.40	67.47	44.78	11.57	0.00	0.00	33.43
B	34.34	55.40	66.42	64.25	140.54	197.78	219.65	112.33	94.87	80.53	49.68	28.22	95.08
C	19.65	29.51	46.97	71.31	100.97	118.52	133.86	105.45	93.11	45.04	24.84	12.08	66.61
D	498.73	531.37	474.64	473.95	320.78	195.88	139.97	291.77	305.72	393.53	477.58	504.74	384.32
E	90.06	69.47	60.28	53.25	61.84	67.19	71.69	67.70	65.65	68.40	82.11	87.70	70.47
F + G	356.53	308.52	325.41	289.88	322.01	339.48	363.50	355.16	394.81	400.49	364.19	364.79	348.97
NEBBIA	0.69	1.00	1.25	1.85	1.46	0.47	0.94	0.12	1.06	0.45	1.61	2.48	1.12
TOTALE	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
N. OSS.	8650	8032	8792	8638	8894	8454	8509	8582	8485	8904	8696	8860	103496

**Tabella 1.10 - Classi di stabilità – Distribuzione delle frequenze stagionali e annuali  
 n° osservazioni 103.496**

STAGIONI	CLASSI DI STABILITA'							
	A	B	C	D	E	F + G	NEBBIA	TOTALE
DIC-GEN-FEB	0.37	9.58	4.97	126.13	20.43	84.97	0.35	246.79
MAR-APR-MAG	10.43	23.08	18.62	107.44	14.88	79.51	0.39	254.35
GIU-LUG-AGO	17.97	43.53	29.43	51.70	17.00	87.07	0.13	246.82
SET-OTT-NOV	4.67	18.88	13.59	99.05	18.16	97.42	0.26	252.04
<b>TOTALE</b>	<b>33.43</b>	<b>95.08</b>	<b>66.61</b>	<b>384.32</b>	<b>70.47</b>	<b>348.97</b>	<b>1.12</b>	<b>1000.00</b>

**Tabella 1.11 - Classi di stabilità – Distribuzione delle frequenze annuali  
 n° osservazioni 103.496**

ORE SINOTTICHE (UTC)	CLASSI DI STABILITA'							
	A	B	C	D	E	F + G	NEBBIA	TOTALE
0	0.00	0.00	0.00	26.80	9.33	79.97	0.14	116.25
3	0.00	0.00	0.00	27.96	9.11	78.99	0.25	116.31
6	0.00	16.52	2.05	63.38	8.02	37.86	0.51	128.34
9	22.06	29.52	12.16	65.21	0.00	0.00	0.14	129.09
12	11.18	39.33	25.19	56.81	0.00	0.00	0.00	132.51
15	0.19	9.71	27.21	78.46	4.35	10.50	0.00	130.42
18	0.00	0.00	0.00	38.83	28.33	62.78	0.02	129.96
21	0.00	0.00	0.00	26.86	11.32	78.87	0.07	117.13
<b>TOTALE</b>	<b>33.43</b>	<b>95.08</b>	<b>66.61</b>	<b>384.32</b>	<b>70.47</b>	<b>348.97</b>	<b>1.12</b>	<b>1000.00</b>

**Tabella 1.12 - Classi di stabilità – Distribuzione delle frequenze stagionali (MAR-APR-MAG)  
 n° osservazioni 26.324**

ORE SINOTTICHE (UTC)	CLASSI DI STABILITA'							
	A	B	C	D	E	F + G	NEBBIA	TOTALE
0	0.00	0.00	0.00	29.74	8.74	77.04	0.19	115.71
3	0.00	0.00	0.00	31.07	7.33	76.77	0.42	115.60
6	0.00	12.23	1.90	89.69	3.84	22.07	0.84	130.57
9	25.30	31.49	12.73	58.77	0.00	0.00	0.00	128.29
12	15.42	35.67	26.29	55.31	0.00	0.00	0.00	132.69
15	0.27	11.36	32.29	85.13	0.00	0.00	0.00	129.05
18	0.00	0.00	0.00	43.53	27.73	60.59	0.04	131.89
21	0.00	0.00	0.00	29.17	10.86	76.13	0.04	116.21
<b>TOTALE</b>	<b>40.99</b>	<b>90.75</b>	<b>73.20</b>	<b>422.43</b>	<b>58.50</b>	<b>312.60</b>	<b>1.52</b>	<b>1000.00</b>

**Tabella 1.13 - Classi di stabilità – Distribuzione delle frequenze stagionali (GIU-LUG-AGO)  
 n° osservazioni 25.545**

ORE SINOTTICHE (UTC)	CLASSI DI STABILITA'							
	A	B	C	D	E	F + G	NEBBIA	TOTALE
0	0.00	0.00	0.00	8.81	5.25	100.57	0.08	114.70
3	0.00	0.00	0.00	8.81	5.09	100.76	0.08	114.74
6	0.00	54.34	6.34	66.86	0.00	0.00	0.23	127.77
9	50.69	40.56	14.95	21.80	0.00	0.00	0.00	128.01
12	21.61	56.49	40.05	15.46	0.00	0.00	0.00	133.61
15	0.51	24.98	57.90	49.32	0.00	0.00	0.00	132.71
18	0.00	0.00	0.00	28.54	49.21	52.81	0.00	130.55
21	0.00	0.00	0.00	9.86	9.32	98.61	0.12	117.91
<b>TOTALE</b>	<b>72.81</b>	<b>176.36</b>	<b>119.24</b>	<b>209.47</b>	<b>68.86</b>	<b>352.75</b>	<b>0.51</b>	<b>1000.00</b>

**Tabella 1.14 - Classi di stabilità – Distribuzione delle frequenze stagionali (SET-OTT-NOV)  
 n° osservazioni 26.085**

ORE SINOTTICHE (UTC)	CLASSI DI STABILITA'							
	A	B	C	D	E	F + G	NEBBIA	TOTALE
0	0.00	0.00	0.00	26.03	11.23	79.47	0.04	116.77
3	0.00	0.00	0.00	27.68	11.16	77.71	0.27	116.81
6	0.00	0.00	0.00	47.15	12.84	67.47	0.65	128.12
9	12.34	34.23	13.95	69.43	0.00	0.00	0.04	130.00
12	6.17	38.07	21.31	65.78	0.00	0.00	0.00	131.34
15	0.00	2.61	18.67	95.80	3.87	9.62	0.00	130.57
18	0.00	0.00	0.00	33.66	21.01	73.76	0.04	128.46
21	0.00	0.00	0.00	27.45	11.96	78.51	0.00	117.92
<b>TOTALE</b>	<b>18.52</b>	<b>74.91</b>	<b>53.94</b>	<b>392.98</b>	<b>72.07</b>	<b>386.54</b>	<b>1.04</b>	<b>1000.00</b>

**Tabella 1.15 - Classi di stabilità – Distribuzione delle frequenze stagionali (DIC-GEN-FEB)  
 n° osservazioni 25.542**

ORE SINOTTICHE (UTC)	CLASSI DI STABILITA'							
	A	B	C	D	E	F + G	NEBBIA	TOTALE
0	0.00	0.00	0.00	42.56	12.10	62.92	0.23	117.81
3	0.00	0.00	0.00	44.20	12.88	60.80	0.23	118.12
6	0.00	0.00	0.00	49.37	15.43	61.74	0.31	126.85
9	0.00	11.63	6.97	110.95	0.00	0.00	0.51	130.06
12	1.49	27.21	13.15	90.56	0.00	0.00	0.00	132.41
15	0.00	0.00	0.00	83.00	13.66	32.73	0.00	129.39
18	0.00	0.00	0.00	49.57	15.54	63.78	0.00	128.89
21	0.00	0.00	0.00	40.87	13.15	62.33	0.12	116.47
<b>TOTALE</b>	<b>1.49</b>	<b>38.84</b>	<b>20.12</b>	<b>511.08</b>	<b>82.77</b>	<b>344.30</b>	<b>1.41</b>	<b>1000.00</b>



**Tabella 1.22 - Classe di stabilità Nebbia – Distribuzione delle frequenze stagionali (DIC-GEN-FEB)  
n° osservazioni 116**

N.	SETTORI GRADI	CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						TOTALE	VELOCITA' MEDIA NEL SETTORE (NODI)
		0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	24		
1	0.0 - 22.5		15.09	0.00	0.00	0.00	0.00	15.09	3.43
2	22.5 - 45.0		36.64	8.62	0.00	0.00	0.00	45.26	2.86
3	45.0 - 67.5		40.95	17.24	0.00	0.00	0.00	58.19	3.44
4	67.5 - 90.0		19.40	4.31	0.00	0.00	0.00	23.71	3.36
5	90.0 - 112.5		36.64	19.40	0.00	0.00	0.00	56.03	3.69
6	112.5 - 135.0		23.71	10.78	0.00	0.00	0.00	34.48	4.38
7	135.0 - 157.5		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	157.5 - 180.0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	180.0 - 202.5		0.00	0.00	0.00	6.47	0.00	6.47	18.00
10	202.5 - 225.0		0.00	0.00	0.00	2.16	0.00	2.16	18.00
11	225.0 - 247.5		8.62	0.00	0.00	0.00	0.00	8.62	2.00
12	247.5 - 270.0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	270.0 - 292.5		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	292.5 - 315.0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	315.0 - 337.5		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	337.5 - 360.0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIREZIONE VARIABILE CALME ( % 1 NODO )		750.00						750.00	
TOTALE		750.00	181.03	60.34	0.00	8.62	0.00	1000.00	

Da questa analisi di dati al suolo risulta chiaro che la climatologia diffusiva della regione di interesse si distacchi nettamente dalle caratteristiche riscontrabili in zone ad alta stabilità dei bassi strati come la Pianura Padana. Ad esempio, l'informazione più evidente che si evince da questi dati statistici è che le caratteristiche dei bassi strati dell'atmosfera sull'area prospiciente al litorale della bassa Toscana risentono positivamente della mitigazione del mare e della presenza del Grecale (anche se non di forte intensità), consentendo situazioni notturne meno critiche rispetto a quelle di altre zone del Paese più "continentali", come la Pianura Padana, dove la stabilità notturna appare ben più forte in tutte le stagioni. D'altro canto la regione ha un tipico carattere mediterraneo, in cui la fisica dei bassi strati dell'atmosfera non è particolarmente favorevole a fenomeni di inquinamento primario dovuti a grande stabilità, anche se la notevole percentuale di calme di vento e la bassa percentuale di casi di Maestrale possono favorire, temporaneamente, un ristagno più accentuato di inquinanti primari. Fenomeni estivi di calma di vento e , alta pressione e stabilità in quota possono favorire, invece, eventi acuti di inquinamento fotochimico.

Come noto, va detto che le stime di stabilità ottenute dai dati al suolo possono essere affette da incertezze maggiori di quelle che risalgono all'analisi anche di dati a quote immediatamente superiori, come quelli che si possono desumere dai radiosondaggi. Purtroppo, però, non si hanno a disposizione radiosondaggi nella zona di interesse. In ogni caso, la climatologia diffusiva qui discussa ci dà la possibilità di trarre conclusioni per la propensione o meno al ristagno di inquinanti sull'area di interesse.

### 1.3.4 Conclusioni

In questo paragrafo, sfruttando le analisi della circolazione e dello stato dei bassi strati, si presenteranno alcune considerazioni relative alla rilevanza delle caratteristiche fisiche evidenziate in

questo studio per la propensione (dal punto di vista statistico) ad eventi di inquinamento atmosferico sulla zona prospiciente al litorale della bassa Toscana.

Tenendo conto della sua localizzazione, si può senz'altro affermare che, pur trovandosi a latitudini inferiori dove le perturbazioni sinottiche arrivano meno di frequente, la circolazione orizzontale sulla zona di interesse è meno statica rispetto a quella della Pianura Padana, che, a causa della protezione della catena alpina, risente di frequenti fenomeni di calma di vento e subsidenza. Ciò è vero sia nel semestre freddo che in quello caldo, anche a causa della mitigazione locale del mare e del fenomeno della brezza. Questo fa già capire come gli episodi acuti di inquinamento primario siano statisticamente meno gravi e frequenti su questo litorale rispetto, ad esempio, all'area milanese, molto studiata dal punto di vista di questo fenomeno. Un altro fattore cui bisogna accennare è il valore elevato di soleggiamento e radiazione globale rilevato mediamente nell'area della bassa Toscana in tutti i periodi dell'anno (ovviamente con un picco in estate), che rende più intensa la produzione di inquinanti secondari di origine fotochimica.

Inoltre si ribadisce che, in questa zona litoranea tirrenica, le frequenze delle classi stabili rimangono pressoché invariate in estate e che la brezza di mare o le avvezioni calde sciroccali possono consentire il formarsi di inversioni in quota, favorendo così l'instaurarsi di condizioni critiche per eventi acuti di smog fotochimico.

Tutto questo fa capire come da un lato gli episodi acuti di inquinamento primario siano statisticamente molto meno gravi e frequenti sul tratto di interesse rispetto ad altre aree del Paese. Allo stesso tempo, si può supporre anche che gli episodi di inquinamento secondario di origine fotochimica possano essere più acuti, come accade statisticamente in aree dal clima più tipicamente mediterraneo.

Queste considerazioni generali tengono ovviamente conto dell'analisi statistica presentata precedentemente relativamente alla frequenza delle classi di Pasquill. Le conclusioni più importanti che si devono trarre da questa analisi per la qualità dell'aria sulla zona di interesse sono le seguenti:

- ❖ statisticamente e da un punto di vista fisico-meteorologico, vi è una propensione medio-bassa verso fenomeni di inquinamento primario, in generale di moderata intensità.
- ❖ I valori abbastanza alti di soleggiamento e intensità di radiazione globale estivi, nonché i fenomeni di brezza e quelli sciroccali, che favoriscono la formazione o la persistenza residua di inversioni in quota, consentono di dedurre che, statisticamente, lo stato fisico della bassa atmosfera nella zona prospiciente al litorale della bassa Maremma favorisce generalmente fenomeni di inquinamento secondario di origine fotochimica di elevata intensità nel semestre caldo.

#### 1.4 Le sorgenti emissive nell'area di studio

L'area di studio interessa la regione Toscana ed in particolare i comuni di Orbetello, Magliano in Toscana e Grosseto. Ancora più nel dettaglio, sono interessate dall'opera le frazioni Fonteblanda e Casa Valentina (comune di Orbetello), Collecchio ed Albarese Scalo (comune di Magliano in Toscana), Valle Maggiore, S. Maria di Rispecchia ed Enaoli (comune di Grosseto).

Si riportano le informazioni relative alle fonti emissive, ricavate dall'Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissioni in atmosfera (IRSE) del 2010, la versione più recente.

*Tabella 1.23 - Emissioni per macrosettore della Regione Toscana (1)*

	CH4 (Mg)	CO (Mg)	CO2 (Mg)	COVNM (Mg)	H2S (Mg)
01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	310,49	1.361,33	6.397.240,08	186,13	0,00
02 Impianti di combustione non industriali	21.591,07	92.861,94	7.108.974,89	12.467,41	0,00
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	594,59	3.873,79	3.792.899,58	230,39	0,00
04 Processi produttivi	1.613,22	15.731,93	3.082.038,12	4.060,29	0,53
05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica	14.595,25	0,00	1.827.232,28	2.196,04	10.382,68
06 Uso di solventi	0,00	0,00	0,00	59.296,18	37,73
07 Trasporti stradali	1.327,44	97.963,83	7.771.478,55	23.036,80	0,00
08 Altre sorgenti mobili e macchine	49,55	2.588,89	736.871,59	864,02	0,00
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	95.161,78	72,13	432.412,59	879,26	0,00
10 Agricoltura	13.612,88	1,47	0,00	1.938,36	0,00
11 Altre sorgenti/Natura	458,08	381,04	5.587,34	11.299,95	0,00
<b>Totale</b>	<b>149.314,36</b>	<b>214.836,34</b>	<b>31.154.735,01</b>	<b>116.454,84</b>	<b>10.420,95</b>

*Tabella 1.24 - Emissioni per macrosettore della Regione Toscana (2)*

	N2O (Mg)	NH3 (Mg)	NOX (Mg)	PM10 (Mg)	PM2,5 (Mg)	SOX (Mg)
01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	75,51	19,09	3.721,20	168,84	141,71	4.786,20
02 Impianti di combustione non industriali	257,61	1.668,15	4.713,50	16.797,91	16.392,02	549,35
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	61,63	32,01	7.573,20	107,75	101,53	1.398,06
04 Processi produttivi	0,00	22,82	236,51	2.041,38	516,76	1.663,50
05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica	0,00	10.018,63	0,00	0,00	0,00	0,00
06 Uso di solventi	0,00	2,25	0,00	47,48	43,92	0,00
07 Trasporti stradali	603,96	416,70	38.714,81	3.139,27	2.663,79	49,36
08 Altre sorgenti mobili e macchine	195,41	1,22	11.022,36	387,16	384,95	525,64
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	127,88	752,03	526,72	2,65	2,62	380,30
10 Agricoltura	1.920,88	6.811,16	0,07	1.117,86	128,14	0,01
11 Altre sorgenti/Natura	7,41	4,99	10,68	46,29	46,29	3,56
<b>Totale</b>	<b>3.250,27</b>	<b>19.749,04</b>	<b>66.519,04</b>	<b>23.856,58</b>	<b>20.421,73</b>	<b>9.355,98</b>

Si osservi come il macrosettore relativo ai trasporti stradali rappresenti in Regione Toscana la principale fonte per il CO (45,6%), il CO<sub>2</sub> (24,9%) e gli NO<sub>x</sub> (58,2%) e la seconda fonte per importanza per COVNM (19,8%), N<sub>2</sub>O (18,6%), PM<sub>10</sub> (13,2%) e PM<sub>2,5</sub> (13%).

*Tabella 1.25 - Emissioni per macrosettore della Provincia di Grosseto (1)*

	CH4 (Mg)	CO (Mg)	CO2 (Mg)	COVNM (Mg)	H2S (Mg)
01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	0,29	5,90	6.811,80	3,62	0,00
02 Impianti di combustione non industriali	2.556,14	10.886,14	490.337,08	1.458,69	0,00
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	1,57	49,45	78.647,52	3,57	0,00
04 Processi produttivi	0,00	0,00	89.462,94	108,44	0,16
05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica	382,84	0,00	280.175,78	54,99	1.781,13
06 Uso di solventi	0,00	0,00	0,00	2.449,34	0,00
07 Trasporti stradali	79,44	5.695,00	405.964,95	1.372,09	0,00
08 Altre sorgenti mobili e macchine	7,91	431,52	126.503,05	137,84	0,00
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	21.429,69	0,46	0,00	197,85	0,00
10 Agricoltura	4.735,96	0,41	0,00	523,98	0,00
11 Altre sorgenti/Natura	250,22	237,88	3.488,16	1.999,69	0,00
<b>Totale</b>	<b>29.444,05</b>	<b>17.306,77</b>	<b>1.481.391,29</b>	<b>8.310,10</b>	<b>1.781,29</b>

*Tabella 1.26 - Emissioni per macrosettore della Provincia di Grosseto (2)*

	N2O (Mg)	NH3 (Mg)	NOX (Mg)	PM10 (Mg)	PM2,5 (Mg)	SOX (Mg)
01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	0,06	0,00	30,09	0,40	0,39	0,13
02 Impianti di combustione non industriali	24,34	198,03	297,20	1.979,00	1.931,43	56,83
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	1,50	1,35	114,23	2,54	2,54	22,64
04 Processi produttivi	0,00	0,00	75,41	171,38	29,65	1.406,46
05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica	0,00	2.075,80	0,00	0,00	0,00	0,00
06 Uso di solventi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07 Trasporti stradali	30,33	20,14	1.845,06	165,97	140,18	2,59
08 Altre sorgenti mobili e macchine	42,43	0,27	1.656,49	69,17	68,63	14,69
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	2,09	156,95	0,00	0,00	0,00	0,00
10 Agricoltura	539,30	1.845,63	0,02	320,22	35,91	0,00
11 Altre sorgenti/Natura	7,06	3,11	6,67	28,90	28,90	2,22
<b>Totale</b>	<b>647,10</b>	<b>4.301,27</b>	<b>4.025,17</b>	<b>2.737,58</b>	<b>2.237,63</b>	<b>1.505,57</b>

Nella Provincia di Grosseto, invece, il macrosettore relativo ai trasporti stradali rappresenta la principale fonte per i soli NO<sub>x</sub> (45,8%) e la seconda fonte per importanza per il CO (32,9%), il CO<sub>2</sub> (37,4%), il N<sub>2</sub>O (4,7%) e le PM<sub>2,5</sub> (6,3%).



Tabella 1.30 - Emissioni per macrosettore del Comune di Orbetello (1)

	CH4 (Mg)	CO (Mg)	CO2 (Mg)	COVNM (Mg)	H2S (Mg)
01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02 Impianti di combustione non industriali	125,02	536,67	39.481,94	71,64	0,00
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	0,00	0,00	0,61	0,00	0,00
04 Processi produttivi	0,00	0,00	20,79	6,27	0,00
05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica	35,73	0,00	0,35	5,15	0,00
06 Uso di solventi	0,00	0,00	0,00	153,91	0,00
07 Trasporti stradali	6,00	457,21	31.340,70	97,58	0,00
08 Altre sorgenti mobili e macchine	0,73	29,61	10.046,27	9,96	0,00
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	118,46	0,00	0,00	1,10	0,00
10 Agricoltura	207,50	0,02	0,00	22,88	0,00
11 Altre sorgenti/Natura	87,37	3,25	47,63	78,81	0,00
<b>Totale</b>	<b>580,82</b>	<b>1.026,77</b>	<b>80.938,29</b>	<b>447,29</b>	<b>0,00</b>

Tabella 1.31 - Emissioni per macrosettore del Comune di Orbetello (2)

	N2O (Mg)	NH3 (Mg)	NOX (Mg)	PM10 (Mg)	PM2,5 (Mg)	SOX (Mg)
01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02 Impianti di combustione non industriali	1,43	9,67	26,42	96,71	94,38	4,22
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04 Processi produttivi	0,00	0,00	0,00	10,73	1,07	0,00
05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06 Uso di solventi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07 Trasporti stradali	2,44	1,69	139,81	12,48	10,49	0,20
08 Altre sorgenti mobili e macchine	2,13	0,01	178,76	5,19	5,03	1,25
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00
10 Agricoltura	25,03	86,70	0,00	14,53	1,54	0,00
11 Altre sorgenti/Natura	2,39	0,04	0,09	0,39	0,39	0,03
<b>Totale</b>	<b>33,42</b>	<b>98,96</b>	<b>345,09</b>	<b>140,03</b>	<b>112,91</b>	<b>5,70</b>

Tabella 1.33 - Emissioni per macrosettore del Comune di Magliano in Toscana (1)

	CH4 (Mg)	CO (Mg)	CO2 (Mg)	COVNM (Mg)	H2S (Mg)
01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02 Impianti di combustione non industriali	91,42	388,12	12.754,35	51,38	0,00
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04 Processi produttivi	0,00	0,00	40,06	7,85	0,00
05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
06 Uso di solventi	0,00	0,00	0,00	31,94	0,00
07 Trasporti stradali	1,49	113,95	7.791,14	24,14	0,00
08 Altre sorgenti mobili e macchine	0,43	26,75	7.544,42	8,30	0,00
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10 Agricoltura	354,25	0,03	0,00	33,75	0,00
11 Altre sorgenti/Natura	2,07	0,00	0,00	74,45	0,00
<b>Totale</b>	<b>449,67</b>	<b>528,84</b>	<b>28.129,97</b>	<b>231,82</b>	<b>0,00</b>

Tabella 1.34 - Emissioni per macrosettore del Comune di Magliano in Toscana (2)

	N2O (Mg)	NH3 (Mg)	NOX (Mg)	PM10 (Mg)	PM2,5 (Mg)	SOX (Mg)
01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02 Impianti di combustione non industriali	0,79	7,09	7,09	69,88	68,21	1,65
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04 Processi produttivi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06 Uso di solventi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07 Trasporti stradali	0,61	0,42	34,63	3,10	2,60	0,05
08 Altre sorgenti mobili e macchine	2,91	0,02	82,92	4,12	4,12	0,24
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10 Agricoltura	41,14	123,09	0,00	23,58	2,62	0,00
11 Altre sorgenti/Natura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Totale</b>	<b>45,45</b>	<b>130,63</b>	<b>124,64</b>	<b>100,68</b>	<b>77,55</b>	<b>1,94</b>

Per quel che riguarda il Comune di Magliano in Toscana, il macrosettore relativo ai trasporti stradali costituisce la seconda fonte per importanza in termini di CO (21,5%), CO<sub>2</sub> (27,7%) e NO<sub>x</sub> (27,8%).

Si osservi come il macrosettore relativo ai trasporti stradali rappresenti nel Comune di Orbetello la seconda fonte per importanza per CO (44,5%), CO<sub>2</sub> (38,7%), COVNM (21,8%), N<sub>2</sub>O (7,3%), NO<sub>x</sub> (40,5%) e PM<sub>2,5</sub> (9,3%).

Tabella 1.35 - Emissioni totali del Comune di Grosseto

Comune di Grosseto	CH4 (Mg)	CO (Mg)	CO2 (Mg)	COVNM (Mg)	H2S (Mg)
	<b>2.741,19</b>	<b>3.366,93</b>	<b>273.218,82</b>	<b>1.918,78</b>	<b>0,00</b>
N2O (Mg)	NH3 (Mg)	NOX (Mg)	PM10 (Mg)	PM2,5 (Mg)	SOX (Mg)
<b>107,18</b>	<b>420,86</b>	<b>1.062,32</b>	<b>388,00</b>	<b>311,17</b>	<b>14,62</b>

Tabella 1.32 - Emissioni totali del Comune di Magliano in Toscana

Comune di Magliano	CH4 (Mg)	CO (Mg)	CO2 (Mg)	COVNM (Mg)	H2S (Mg)
	<b>449,67</b>	<b>528,84</b>	<b>28.129,97</b>	<b>231,82</b>	<b>0,00</b>
N2O (Mg)	NH3 (Mg)	NOX (Mg)	PM10 (Mg)	PM2,5 (Mg)	SOX (Mg)
<b>45,45</b>	<b>130,63</b>	<b>124,64</b>	<b>100,68</b>	<b>77,55</b>	<b>1,94</b>

Tabella 1.36 - Emissioni per macrosettore del Comune di Grosseto (1)

	CH4 (Mg)	CO (Mg)	CO2 (Mg)	COVNM (Mg)	H2S (Mg)
01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02 Impianti di combustione non industriali	321,95	1.382,65	102.935,47	184,07	0,00
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	0,19	8,30	8.998,20	0,49	0,00
04 Processi produttivi	0,00	0,00	46,96	25,75	0,00
05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica	157,33	0,00	1,54	22,43	0,00
06 Uso di solventi	0,00	0,00	0,00	858,08	0,00
07 Trasporti stradali	27,21	1.900,26	137.407,20	482,57	0,00
08 Altre sorgenti mobili e macchine	1,55	75,63	23.829,45	24,79	0,00
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	1.443,35	0,03	0,00	13,34	0,00
10 Agricoltura	789,62	0,07	0,00	111,97	0,00
11 Altre sorgenti/Natura	0,00	0,00	0,00	195,27	0,00
<b>Totale</b>	<b>2.741,19</b>	<b>3.366,93</b>	<b>273.218,82</b>	<b>1.918,78</b>	<b>0,00</b>



*Tabella 1.37 - Emissioni per macrosettore del Comune di Grosseto (2)*

	N2O (Mg)	NH3 (Mg)	NOX (Mg)	PM10 (Mg)	PM2,5 (Mg)	SOX (Mg)
01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02 Impianti di combustione non industriali	3,68	24,90	67,96	248,41	242,40	10,01
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	0,16	0,16	14,32	0,52	0,52	1,80
04 Processi produttivi	0,00	0,00	0,00	13,26	0,65	0,00
05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06 Uso di solventi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07 Trasporti stradali	10,10	6,59	626,18	56,78	48,06	0,88
08 Altre sorgenti mobili e macchine	6,97	0,04	353,85	12,61	12,39	1,94
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	0,00	10,47	0,00	0,00	0,00	0,00
10 Agricoltura	86,27	378,69	0,00	56,43	7,15	0,00
11 Altre sorgenti/Natura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Totale</b>	<b>107,18</b>	<b>420,86</b>	<b>1.062,32</b>	<b>388,00</b>	<b>311,17</b>	<b>14,62</b>

Nel Comune di Grosseto, il macrosettore dei trasporti stradali rappresenta la fonte principale per quel che riguarda CO (56,4%), CO<sub>2</sub> (50,3%) e NO<sub>x</sub> (58,9%) e la seconda per importanza per quel che riguarda COVNM (25,1%), N<sub>2</sub>O (9,4%), PM<sub>10</sub> (14,6%) e PM<sub>2,5</sub> (15,4).

### 1.5 Lo stato della qualità dell'aria sul territorio di interesse

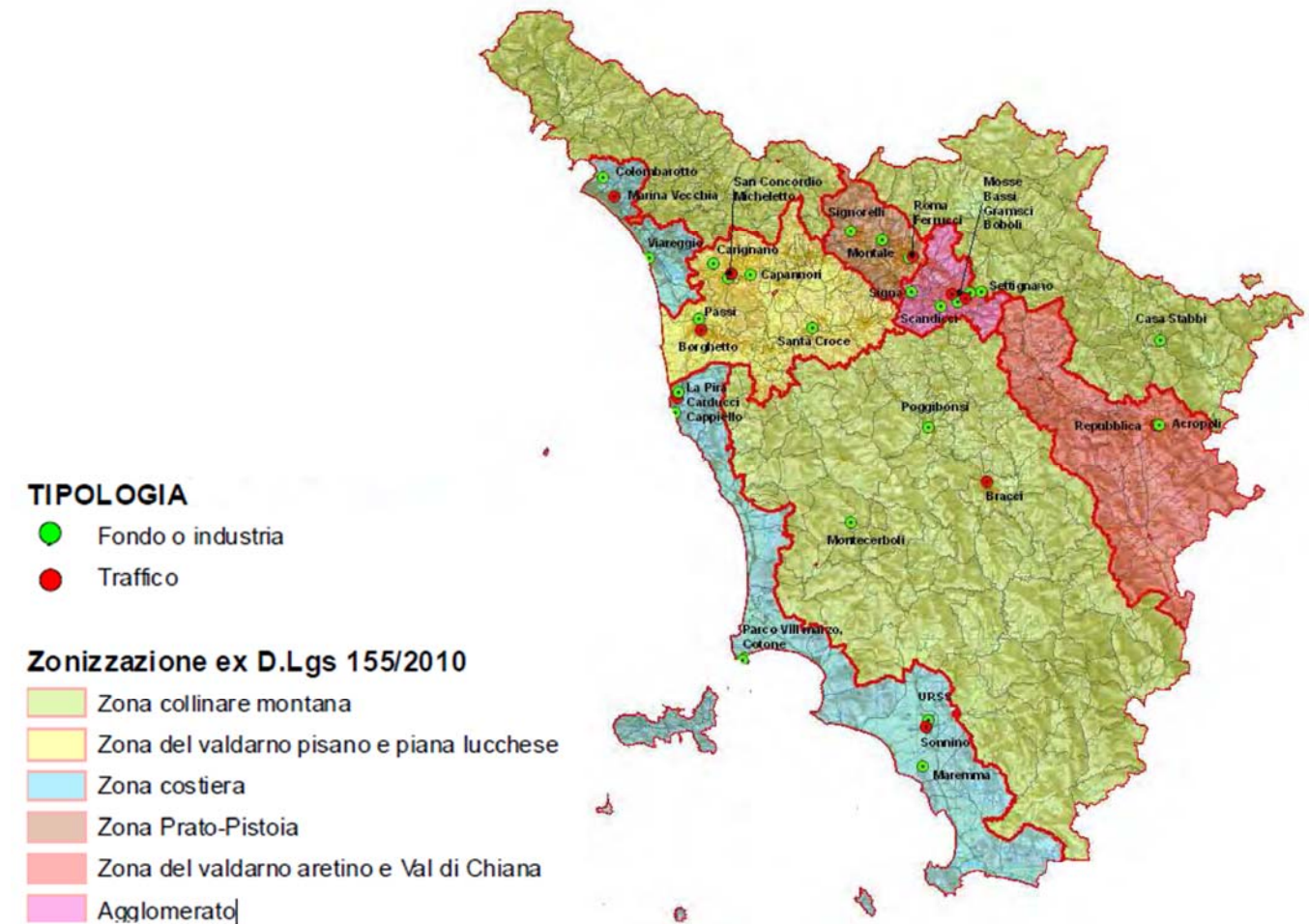
Si riassumono dapprima i contenuti principali della "Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Regione Toscana" relativa all'anno 2014 (l'ultima disponibile) redatta da ARPAT – Settore Centro Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria.

Il quadro conoscitivo dello stato della qualità dell'aria ambiente del 2014 in regione Toscana si basa sulle misurazioni ottenute dalle stazioni della rete regionale di rilevamento gestite dal Settore Centro Regionale Tutela della Qualità dell'Aria (CRTQA) attraverso quattro centri di gestione collocati nelle tre Aree Vaste. L'archivio dei dati validati è gestito dal Sistema Informativo Regionale Ambientale (SIRA) di ARPAT, che per ciascun inquinante monitorato elabora gli indicatori previsti dalla normativa.

Il riferimento normativo per la valutazione e la discussione sono i valori limite fissati dalla Direttiva europea 2008/50/CE e recepiti in Italia con il D.Lgs. 155/2010 modificato con il D.Lgs. del 24 dicembre 2012 n° 250: Modifiche e integrazioni al 155/2010. I risultati ottenuti dal monitoraggio della qualità della aria hanno fornito per la prevalenza degli inquinanti un quadro di tendenza sul lungo termine al miglioramento della qualità dell'aria in Toscana.

La struttura delle Rete Regionale è stata modificata negli anni rispetto a quella descritta dall'allegato III della DGRT1025/2010 fino alla struttura attiva nel 2015 che ha compreso 35 stazioni. Nell'arco dell'anno sono state collocate in modo definitivo le ultime tre stazioni: GR-Sonnino (UT), LU-S.Concordio (UF) e MS-Marina Vecchia (UF).

Con queste ultime attivazioni, si è raggiunta la configurazione definitiva della rete regionale delle stazioni di misura, che è riportata nella figura seguente.



*Figura 1.15 - Rete regionale inquinanti all.V D.Lgs 155/2010.*



Figura 1.16 - Rete regionale ozono.

La Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Regione Toscana relativa al 2014 fa riferimento alla rete attiva in tale anno, quando non erano ancora state introdotte le ultime stazioni. Il quadro della qualità dell'aria che offre può essere così sinteticamente descritto:

- per quanto riguarda i valori delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> è stata registrata una diminuzione: per tale inquinante nel 2014 il limite dei 35 superamenti annuali della media giornaliera di 50 µg/m<sup>3</sup> è stato rispettato in tutte le stazioni, fatta eccezione che per LU-Capannori (UF), mentre la media annuale è diminuita del 10% rispetto al 2013, confermando un trend decrescente ed il rispetto del limite sulla media annuale di 40 µg/m<sup>3</sup> per tutti i siti di monitoraggio.
- anche per il biossido di azoto, le concentrazioni registrate nel 2014 hanno confermato un trend decrescente: non si è verificato alcun superamento della media oraria di 200 µg/m<sup>3</sup> presso i siti di monitoraggio ed il limite di 40 µg/m<sup>3</sup> sulla media annuale non è rispettato soltanto presso tre stazioni urbane di tipo traffico: LI-Carducci, FI-Mosse e FI-Gramsci. Sebbene il numero delle

stazioni che non hanno rispettato il limite sia rimasto invariato, la media regionale dei valori è diminuita complessivamente del 9% rispetto al 2013.

- i dati di PM<sub>2.5</sub>, monossido di carbonio e biossido di zolfo confermano il pieno rispetto dei limiti.
- il primo anno di monitoraggio del benzene attraverso strumentazione di rilevamento in continuo ha confermato anche per questo inquinante il rispetto del limite di legge.
- per quanto riguarda l'ozono, nonostante le condizioni meteorologiche del 2014 non siano state particolarmente favorevoli alla sua formazione, entrambi i limiti normativi indicati dal D.Lgs.155/2010 non sono stati rispettati nella maggior parte delle stazioni di rilevamento confermando quindi la criticità per tale inquinante. Dalle elaborazioni dei dati relativi alle concentrazioni di ozono registrati nel 2014 presso le 10 stazioni di rete Regionale, si evince che in media entrambi i parametri di riferimento sono diminuiti rispetto agli anni precedenti ma la media triennale 2012-2014 del numero delle medie su 8 ore superiori a 120 µg/m<sup>3</sup> registrata dalle stazioni non è ancora rispettata presso 6 stazioni su 9 e la media quinquennale dell'AOT40 calcolato sui valori orari da maggio a luglio non è rispettata presso 7 stazioni su 9.
- i risultati delle analisi degli IPA e dei metalli su PM<sub>10</sub> hanno confermato il rispetto dei limiti normativi in tutti i siti di rilevamento.

L'area interessata dal tracciato, situata nei Comuni di Orbetello, Magliano in Toscana e Grosseto, ricade nella parte della zona costiera caratterizzata da bassa densità di popolazione.

Nelle sue vicinanze è presente la stazione di monitoraggio di fondo rurale GR-Maremma, posta in corrispondenza del limite tra lotto 4 e lotto 5, che rileva solamente gli NO<sub>2</sub>. Nel 2014, essa non ha registrato alcun superamento del limite di legge orario di 200 µg/m<sup>3</sup>; il valor medio durante l'anno è stato pari a 4 µg/m<sup>3</sup>.

Per avere un altro termine di paragone, si osservano anche i dati delle stazioni interne al centro abitato di Grosseto, ossia la stazione di fondo urbano GR-URSS e la stazione di traffico GR-Sonnino. Purtroppo quest'ultima è stata riattivata solamente nel corso del 2015, dunque non sono disponibili dati relativamente agli ultimi anni. La GR-URSS restituisce ancora una volta un numero di superamenti orari pari a zero per gli NO<sub>2</sub>; la media annuale risulta invece pari a 20 µg/m<sup>3</sup>.

Il valore risulta coerente con quanto registrato negli anni precedenti.

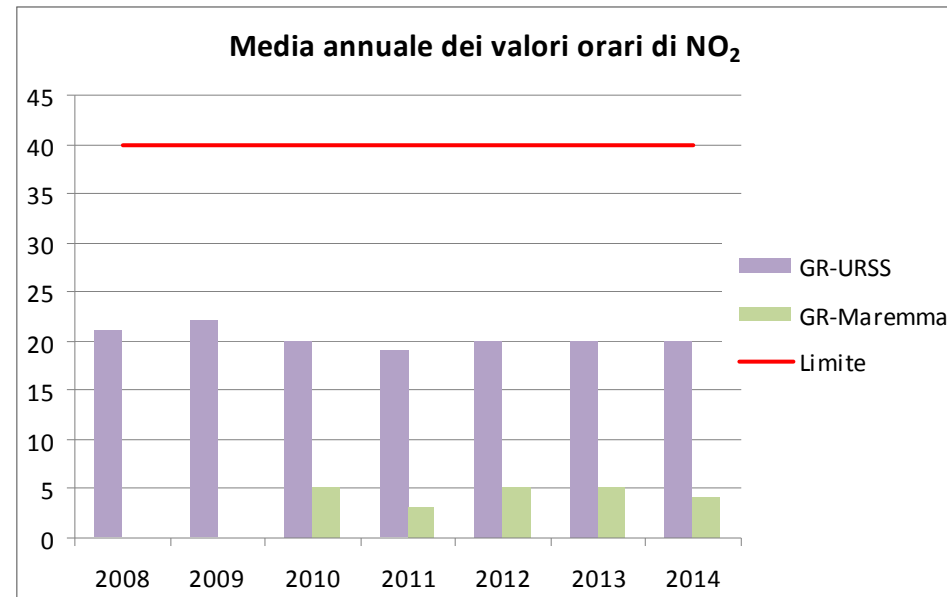


Figura 1.17 - Media annuale dei valori orari di NO<sub>2</sub>.

Complessivamente, dunque, si è ben lontani dal raggiungere i limiti imposti dalla legge per entrambi gli inquinanti, sia in termini orari e giornalieri, sia di media annuale.

Inoltre, nell'ambito del SIA per il lotto 5B sono state eseguite da SPEA due campagne di monitoraggio della durata di 15 giorni ognuna dal 16/03/2016 al 30/03/2016 e dal 01/04/2016 al 15/04/2016.

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è stata condotta con l'unità mobile SPEA equipaggiata con i seguenti sensori:

- Analizzatore di monossido di azoto, biossido di azoto e ossidi di azoto totali NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>: Thermo ltd modello 42I a chemiluminescenza.
- Analizzatore di ozono O<sub>3</sub>: Thermo ltd modello 49I, fotometro non dispersivo a ultravioletti UV.
- Analizzatore di Benzene, toluene, xilene: gascromatografo SRI Instruments modello ORION BTX 2000.
- Analizzatore di monossido di carbonio CO: Thermo ltd modello 48I 9830, fotometro non dispersivo a infrarossi.
- Analizzatore della frazione inalabile delle polveri PM<sub>10</sub> PM<sub>2,5</sub>: CHARLIE HV - TCR TECORA.

Per quel che riguarda il PM<sub>10</sub>, i limiti giornalieri sono stati superati solamente in 3 occasioni, mentre la media annuale risulta pari a 17µg/m<sup>3</sup>.

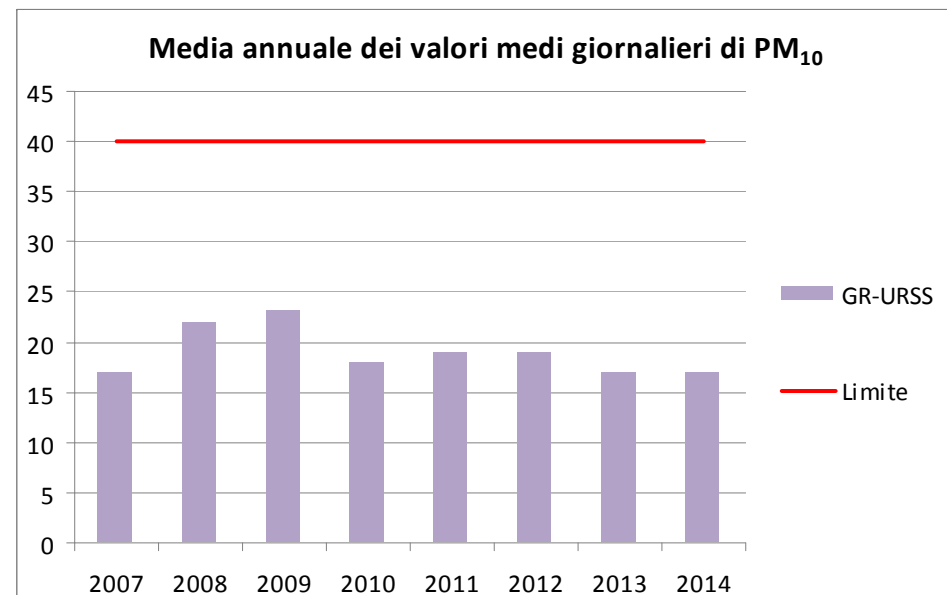


Figura 1.18 - Media annuale dei valori medi giornalieri di PM<sub>10</sub>

L'unità mobile SPEA è stata posizionata a distanza di circa 300 metri dal tracciato stradale dell'Aurelia, in prossimità di un centro sportivo ai margini dell'abitato di Orbetello Scalo. L'area circostante è costituita in parte da campi coltivati e in parte da terreni edificati con abitazioni. Ad ogni modo la sorgente principale di PM<sub>10</sub> è costituita dai transiti veicolari (leggeri e pesanti) lungo il tracciato dell'Aurelia, in quando i transiti sulla viabilità secondaria sono assai scarsi. Assieme alle polveri sono stati monitorati i parametri meteorologici.

Sono di seguito riportate le ortofoto con la localizzazione dell'unità mobile installata da SPEA, i rilievi fotografici dell'unità mobile ed in tabella i dati rilevati nel sito di prelievo.

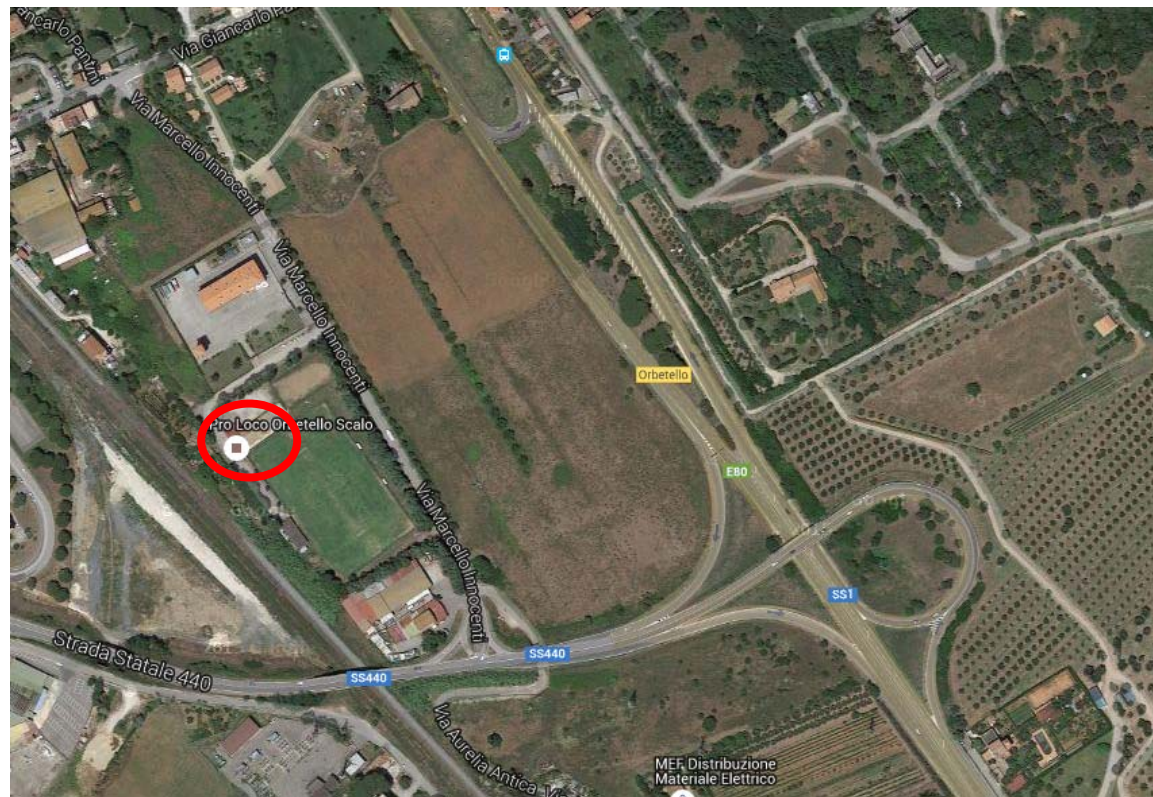


Figura 1.19 - Ortofoto con localizzazione dell'unità mobile.



Figura 1.20 - Rilievi fotografici dell'unità mobile

Tabella 1.38 - Misurazioni del PM10 (prima campagna).

Dettaglio misure							
Data	Pesata	Volume	T amb [°C]		P amb [kPa]		Concentrazione
	[mg]	[Nm <sup>3</sup> ]	max	min	max	min	[µg/Nm <sup>3</sup> ]
16/03/2016	0,58	52,9134	14,5	7	102,1	101,1	11
17/03/2016	0,58	52,489	22,7	8,6	102,2	101,9	11
18/03/2016	1,02	52,4655	18,2	7,4	101,9	101,6	19
19/03/2016	0,91	52,6544	18,9	4,8	101,9	101,6	17
20/03/2016	0,86	52,5487	17,3	6,1	102,1	101,6	16
21/03/2016	1,16	51,6736	22,7	11,2	101,6	100,7	22
22/03/2016	2,52	51,0161	25,1	8,8	100,7	99	49
23/03/2016	0,4	51,4968	14,7	7,1	100	98,8	8
24/03/2016	0,74	51,8582	20,4	7,4	101,5	99,9	14
25/03/2016	0,59	52,3781	19,3	8	101,9	101,4	11
26/03/2016	1,16	52,3849	20	5,7	102	101,5	22
27/03/2016	1,15	52,4294	18,8	5,3	102	101,6	22
28/03/2016	1,27	52,0299	18,5	12,6	101,7	101,5	24
29/03/2016	1,57	52,0997	19,1	12,8	102,1	101,5	30
30/03/2016	1,88	52,2214	19,3	12,8	102,3	102	36

I valori di concentrazione di PM<sub>10</sub> rilevati nella prima campagna sono sempre inferiori al limite giornaliero (50 µg/m<sup>3</sup>) e si mantengono anche al di sotto dei 40 µg/m<sup>3</sup> (media annua), fatta eccezione per la giornata del 22 marzo. La concentrazione media sui 15 giorni è pari a 20,8 µg/m<sup>3</sup>.

Tabella 1.39 - Misurazioni del PM10 (seconda campagna)

Dettaglio misure							
Data	Pesata	Volume	T amb [°C]		P amb [kPa]		Concentrazione
	[mg]	[Nm <sup>3</sup> ]	max	min	max	min	[µg/Nm <sup>3</sup> ]
01/04/2016	1,5	51,6149	20,3	11,7	101,7	101,1	29
02/04/2016	1,13	51,75	24,9	10,2	101,8	101,4	22
03/04/2016	1,12	51,7169	28	9,1	102	101,6	22
04/04/2016	1,12	51,5149	21,7	14,3	101,8	101,3	22
05/04/2016	1,55	51,3347	24,2	10,2	101,4	101,1	30
06/04/2016	1,08	51,3777	24,8	9	101,2	100,9	21
07/04/2016	1,8	51,1267	26,7	9,5	101	100,4	35
08/04/2016	1,27	51,1339	18,5	11,7	100,4	100,2	25
09/04/2016	0,97	51,7682	19,1	7,6	100,9	100,2	19
10/04/2016	0,57	51,9912	19,6	7,6	101,5	100,8	11
11/04/2016	0,75	52,1006	20,9	6,2	101,8	101,3	14
12/04/2016	1,15	51,757	20,5	13,7	101,8	101,3	22
13/04/2016	1,78	51,2767	23,8	11,8	101,4	100,9	35
14/04/2016	1,01	51,5792	25,8	8,8	101,7	101	20
15/04/2016	1,09	52,0077	20,7	7,7	101,8	101,5	21

I valori di concentrazione di PM<sub>10</sub> rilevati nella seconda campagna sono sempre inferiori al limite giornaliero (50 µg/m<sup>3</sup>) e si mantengono anche al di sotto dei 40 µg/m<sup>3</sup> (media annua). La concentrazione media sui 15 giorni è pari a 23,2 µg/m<sup>3</sup>.

Per quel che riguarda l'NO<sub>2</sub>, non si registrano superamenti del massimo valore orario (200 µg/m<sup>3</sup>) in nessuna delle due campagne, mentre si riportano di seguito i risultati delle misure in termini di media giornaliera.

*Tabella 1.40 - Misurazioni dell'NO<sub>2</sub>*

<b>Dettaglio misure</b>				
Data	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>		Data	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>
16/03/2016	14,90		01/04/2016	7,37
17/03/2016	12,30		02/04/2016	16,79
18/03/2016	11,75		03/04/2016	12,47
19/03/2016	13,05		04/04/2016	8,60
20/03/2016	8,07		05/04/2016	12,01
21/03/2016	10,89		06/04/2016	20,78
22/03/2016	10,54		07/04/2016	18,58
23/03/2016	6,91		08/04/2016	14,93
24/03/2016	6,81		09/04/2016	12,19
25/03/2016	7,35		10/04/2016	11,50
26/03/2016	9,96		11/04/2016	14,55
27/03/2016	5,51		12/04/2016	6,07
28/03/2016	4,66		13/04/2016	9,45
29/03/2016	5,71		14/04/2016	16,58
30/03/2016	4,88		15/04/2016	16,48

La concentrazione media rilevata, pari a 8,89 µg/m<sup>3</sup> per la prima campagna e a 13,22 µg/m<sup>3</sup> per la seconda, è inferiore al valore limite annuale (40 µg/m<sup>3</sup>).

## 1.6 L'impatto in fase di esercizio

Il primo passo è stato la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria a partire dai risultati emersi dallo studio di traffico.

La metodologia seguita nella valutazione ha previsto l'applicazione di opportuni modelli, di cui più avanti si descrivono le specifiche, focalizzando l'attenzione sul processo emissivo e diffusivo della fonte stradale, relativamente ai seguenti scenari: attuale, programmatico 2022, progettuale 2022, programmatico 2030 e progettuale 2030.

Si specifica che le simulazioni sulla rete oggetto dello studio trasportistico sono state condotte, per quanto riguarda le stime delle emissioni in atmosfera, relativamente ai seguenti composti: CO, CO<sub>2</sub>,

NO<sub>x</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>. Il processo di dispersione degli inquinanti è stato, invece, limitato a PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e NO<sub>x</sub>.

I principali risultati sono forniti in tabelle e su tavole (per la stima delle dispersioni: "Atmosfera - concentrazioni NO<sub>x</sub> - stato attuale" – SUA301, "Atmosfera - concentrazioni NO<sub>x</sub> al 2030 - opzione zero" – SUA302, "Atmosfera - concentrazioni NO<sub>x</sub> al 2030 - post operam" – SUA303, "Atmosfera - concentrazioni PM<sub>2.5</sub> - stato attuale" – SUA304, "Atmosfera - concentrazioni PM<sub>2.5</sub> al 2030 - opzione zero" – SUA305, "Atmosfera - concentrazioni PM<sub>2.5</sub> al 2030 - post operam" – SUA306, "Atmosfera - concentrazioni PM<sub>10</sub> - stato attuale" – SUA307, "Atmosfera - concentrazioni PM<sub>10</sub> al 2030 - opzione zero" – SUA308, "Atmosfera - concentrazioni PM<sub>10</sub> al 2030 - post operam" – SUA309; tutte in scala 1:10.000) che riportano una sintesi dei risultati dei modelli di emissione e dispersione e le concentrazioni attese negli scenari futuri (progettuali e programmatici) per i principali inquinanti.

### 1.6.1 Il modello di emissione

Le simulazioni del processo emissivo sono state eseguite considerando specifiche ipotesi sulle velocità di marcia e sui cicli di guida, sul parco veicolare transitante e sui fattori di emissione per i differenti inquinanti e per le singole classi veicolari del parco. Le emissioni sono state calcolate separatamente per le autovetture, i veicoli commerciali leggeri e i veicoli pesanti.

Le simulazioni sono state eseguite relativamente ai 5 casi seguenti:

1. attuale;
2. programmatico al 2022;
3. progettuale al 2022;
4. programmatico al 2030;
5. progettuale al 2030.

### Le ipotesi sul parco veicolare

Per il parco veicolare è stata utilizzata la composizione del parco circolante sulla base dei dati ACI 2014 (i più aggiornati) per lo scenario attuale. Le percentuali di presenza nel parco delle differenti classi veicolari sono state quindi corrette secondo la metodologia ISPRA, pesando la numerosità di ogni classe di veicoli sulla base delle rispettive percorrenze effettive, così come desunte dalla stessa banca dati ISPRA. Per gli scenari futuri (2022 e 2030) è stato tenuto in considerazione il rinnovo spontaneo del parco. Le ipotesi alla base del rinnovo hanno riguardato il solo standard emissivo (e cioè l'anzianità del parco), senza fare alcuna ipotesi sull'alimentazione e sulla cilindrata. La distribuzione del parco per alimentazione e cilindrata è stata, cioè, mantenuta costante e pari a quella del 2014. Il rinnovo per standard emissivo è stato invece effettuato mantenendo costante negli anni l'anzianità del parco, facendo in modo, cioè, che sia al 2022 sia al 2030 la percentuale di presenza nel parco dei veicoli per

anzianità rimanga costante e pari a quella del 2014. Il rinnovo è stato effettuato sulla base dell'evoluzione delle normative sulle immatricolazioni, in maniera separata per le autovetture, i veicoli commerciali leggeri e i veicoli pesanti.

Come parco ACI al 2014 (alla base di tutte le proiezioni) si è fatto riferimento al parco circolante nella Toscana per la stima delle emissioni relative sia all'Aurelia e all'Autostrada A12 sia alla restante viabilità.

Si riportano nei grafici seguenti le distribuzioni dei parchi utilizzati per la simulazione dei processi emissivi. Si specifica che per il 2030 è stata utilizzata la medesima distribuzione del 2022: è stato cioè adottato un approccio decisamente conservativo, in quanto è atteso negli anni un rinnovo del parco, soprattutto relativamente ai veicoli passeggeri, che porterà a percentuali decisamente consistenti dei veicoli a trazione ibrida ed elettrica.

### Parco Veicolare Leggeri al 2014

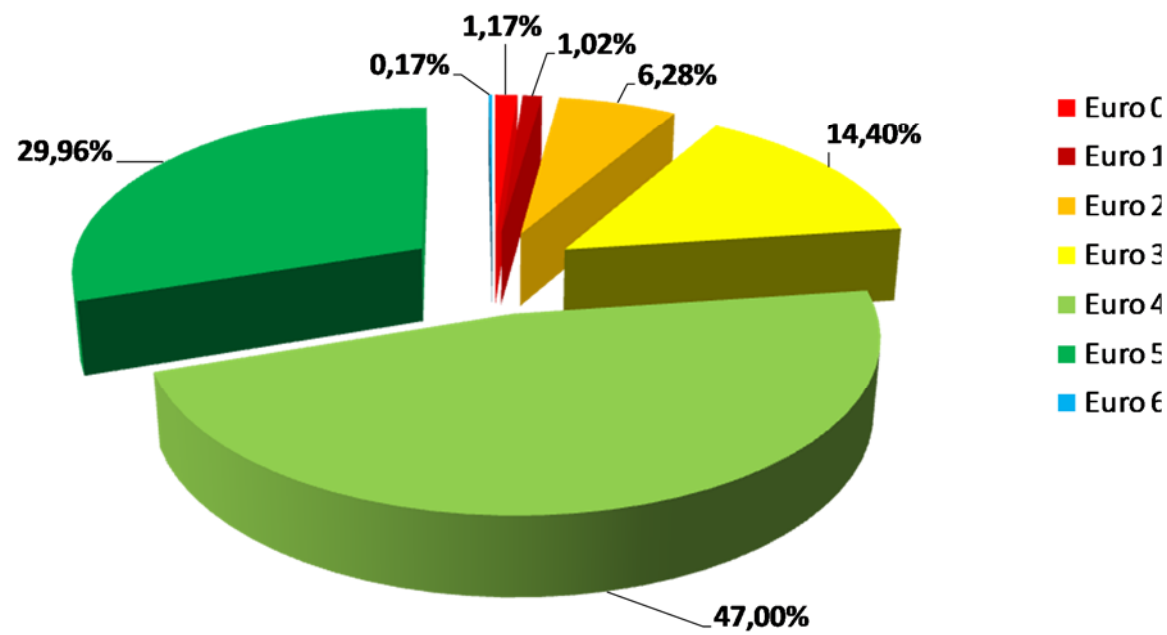


Figura 1.21 - Distribuzione del parco per standard emissivo – veicoli leggeri (2014)

### Parco Veicolare Leggeri di previsione al 2022

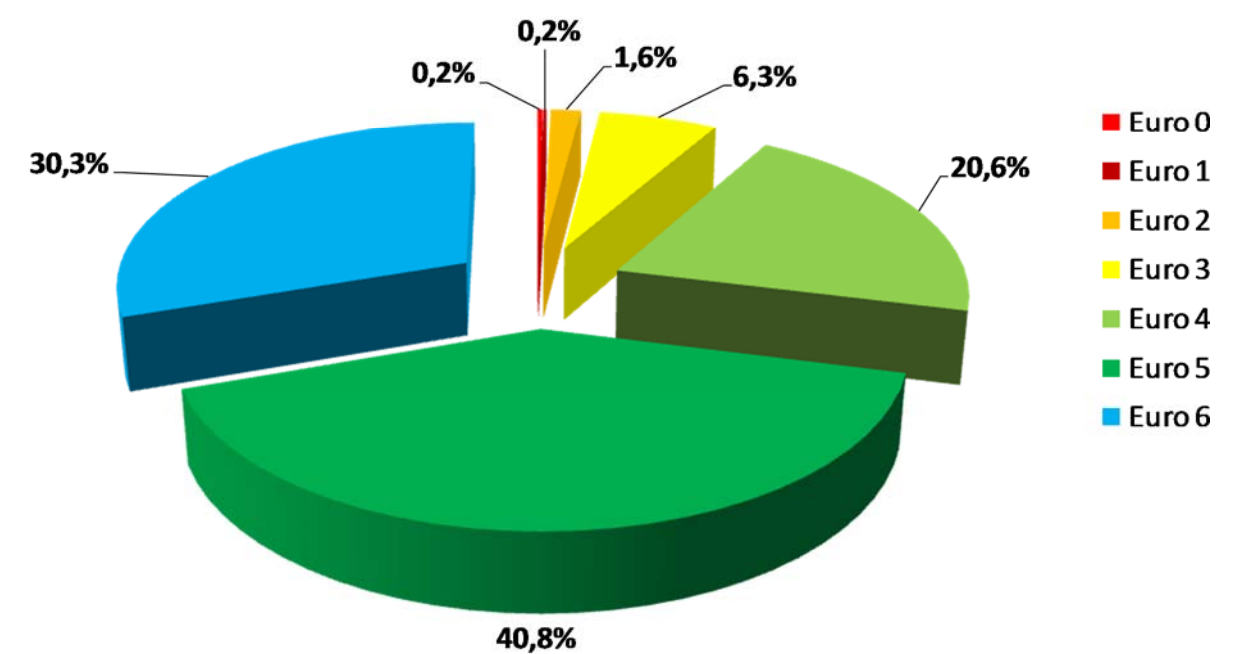


Figura 1.22 - Distribuzione del parco per standard emissivo – veicoli leggeri (2022)

### Parco Veicolare LDV al 2014

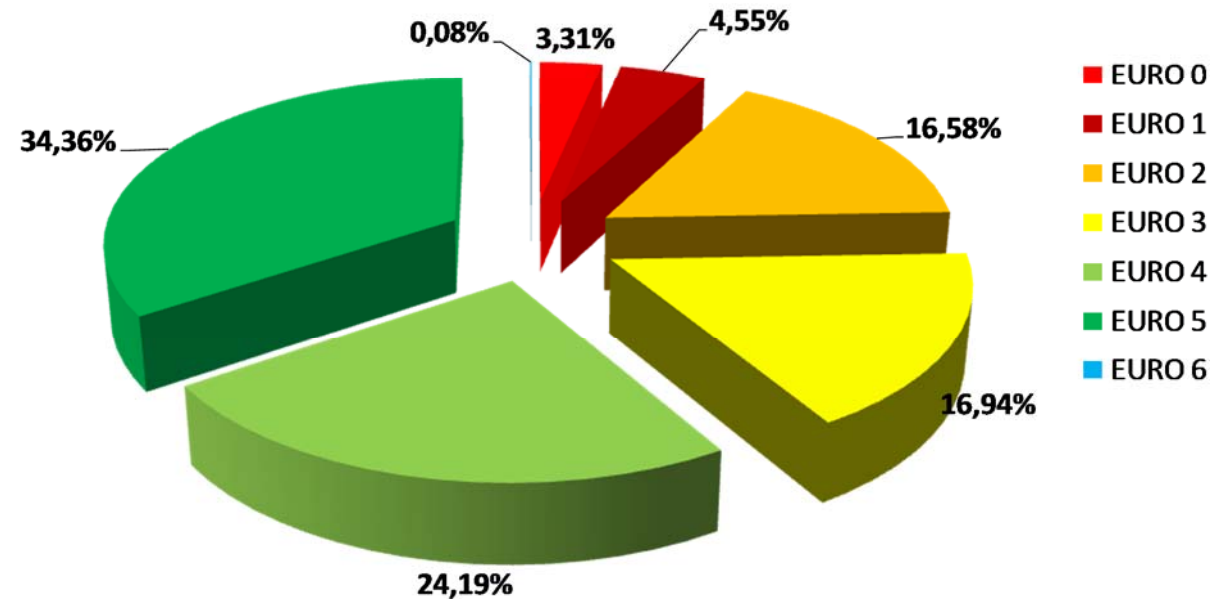


Figura 1.23 - Distribuzione del parco per standard emissivo – LDV (2014)

### Parco Veicolare LDV di previsione al 2022

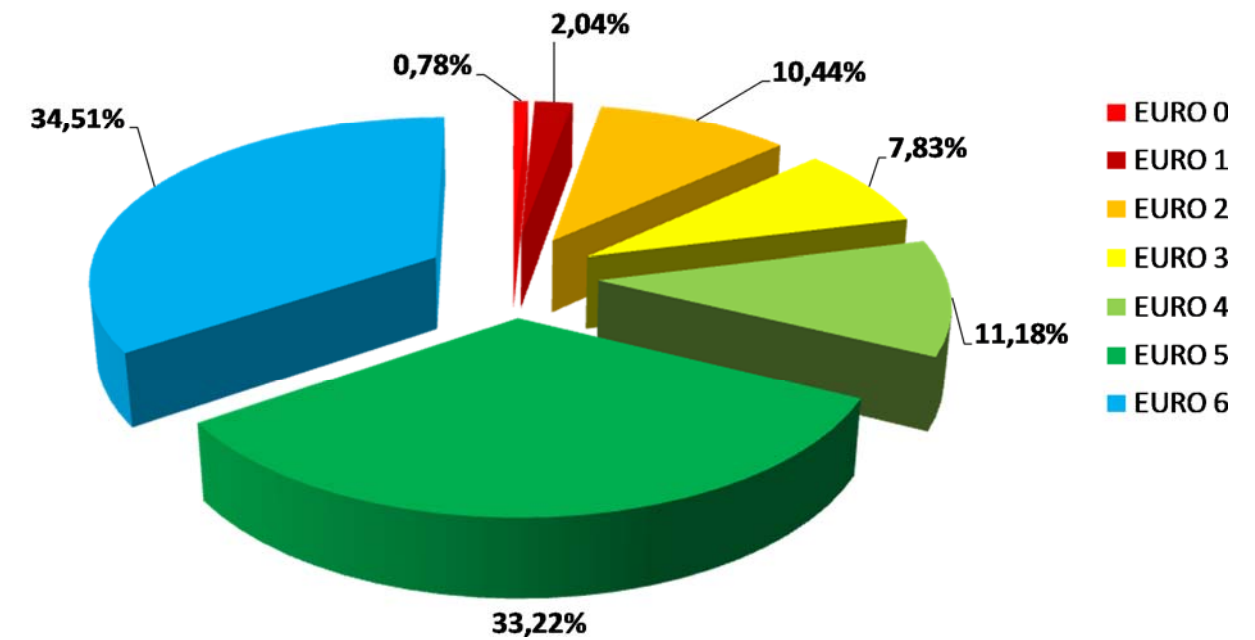


Figura 1.25 - Distribuzione del parco per standard emissivo – LDV (2022)

### Parco Veicolare Pesanti al 2014

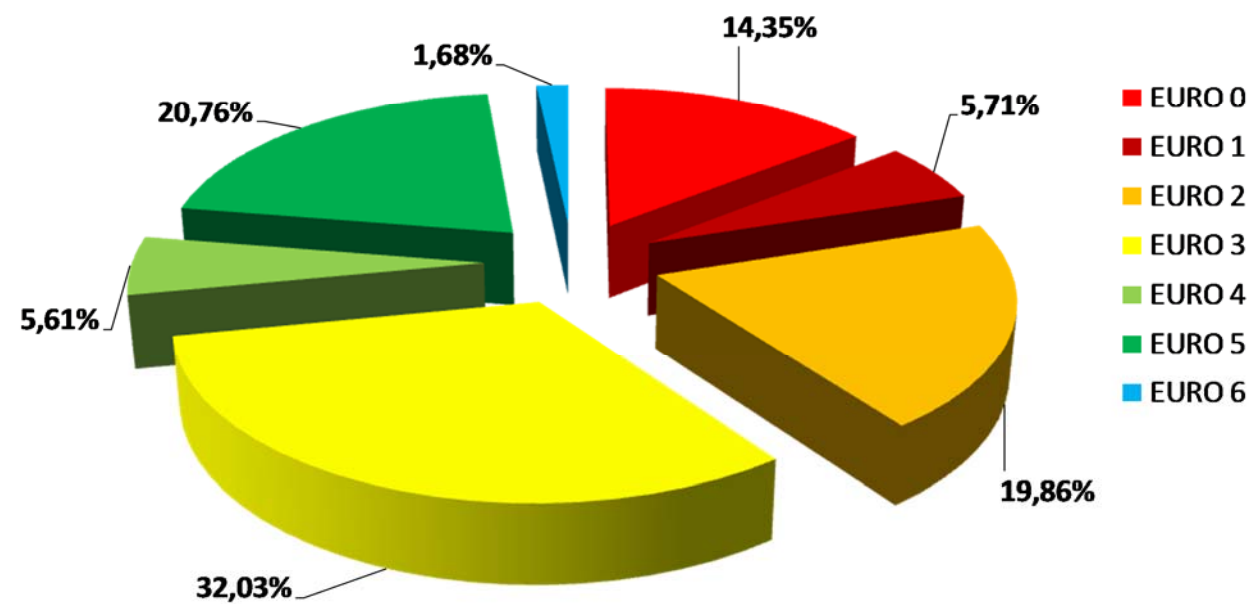


Figura 1.24 - Distribuzione del parco per standard emissivo – veicoli pesanti (2014)

### Parco Veicolare Pesanti di previsione al 2022

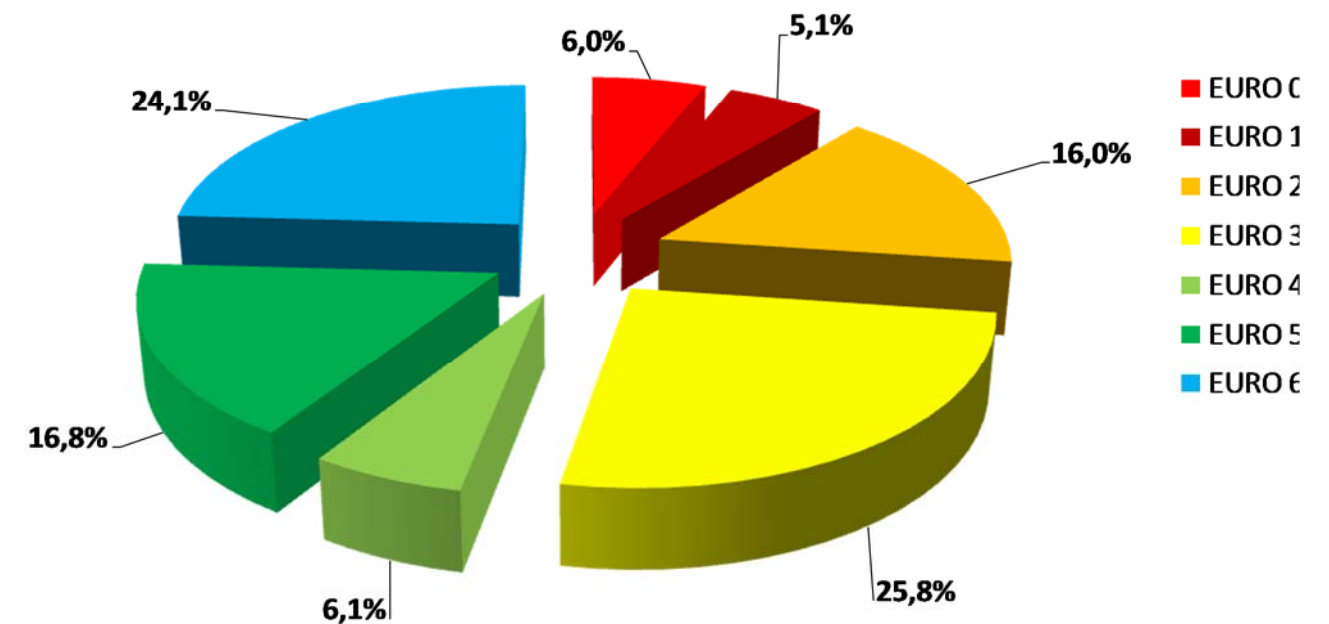


Figura 1.26 - Distribuzione del parco per standard emissivo – veicoli pesanti (2022)

Le differenti distribuzioni di classi veicolari sono riportate nelle tabelle seguenti.

*Tabella 1.41 - Distribuzione dei veicoli leggeri (1)*

Sottosettore	Tecnologia	2014	2022
Gasoline <0,8 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0,00%	0,00%
Gasoline <0,8 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0,00%	0,00%
Gasoline <0,8 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,00%	0,00%
Gasoline <0,8 l	PC Euro 6c - EC 715/2007	0,00%	0,00%
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PRE ECE	0,90%	0,12%
Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/00-01	0,00%	0,00%
Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/02	0,00%	0,00%
Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/03	0,00%	0,00%
Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/04	0,00%	0,00%
Gasoline 0,8 - 1,4 l	Improved Conventional	0,00%	0,00%
Gasoline 0,8 - 1,4 l	Open Loop	0,00%	0,00%
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,57%	0,07%
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	3,31%	0,78%
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	6,34%	2,95%
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	18,01%	7,84%
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	9,62%	9,07%
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,03%	8,47%
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 6c - EC 715/2007	0,00%	0,00%
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PRE ECE	0,24%	0,03%
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/00-01	0,00%	0,00%
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/02	0,00%	0,00%
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/03	0,00%	0,00%
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	0,00%	0,00%

*Tabella 1.42 - Distribuzione dei veicoli leggeri (2)*

Sottosettore	Tecnologia	2014	2022
Gasoline 1,4 - 2,0 l	Improved Conventional	0,00%	0,00%
Gasoline 1,4 - 2,0 l	Open Loop	0,00%	0,00%
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,26%	0,03%
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,83%	0,19%
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	0,97%	0,45%
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	2,41%	1,05%
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0,83%	0,78%
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,00%	0,94%
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 6c - EC 715/2007	0,00%	0,00%
Gasoline >2,0 l	PRE ECE	0,04%	0,01%
Gasoline >2,0 l	ECE 15/00-01	0,00%	0,00%
Gasoline >2,0 l	ECE 15/02	0,00%	0,00%
Gasoline >2,0 l	ECE 15/03	0,00%	0,00%
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	0,00%	0,00%
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,03%	0,00%
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,06%	0,01%
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	0,11%	0,05%
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0,33%	0,14%
Gasoline >2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0,09%	0,09%
Gasoline >2,0 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,00%	0,06%
Gasoline >2,0 l	PC Euro 6c - EC 715/2007	0,00%	0,00%
Diesel <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	5,51%	2,40%
Diesel <1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	3,03%	2,86%

*Tabella 1.43 - Distribuzione dei veicoli leggeri (3)*

Sottosettore	Tecnologia	2014	2022
Diesel <1,4 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,10%	25,29%
Diesel <1,4 l	PC Euro 6c - EC 715/2007	0,00%	0,00%
Diesel 1,4 - 2,0 l	Conventional	0,08%	0,01%
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,06%	0,01%
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,63%	0,15%
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	4,11%	1,91%
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	9,34%	4,07%
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	8,07%	7,61%
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,00%	0,84%
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 6c - EC 715/2007	0,00%	0,00%
Diesel >2,0 l	Conventional	0,09%	0,01%
Diesel >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,06%	0,01%
Diesel >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,41%	0,10%
Diesel >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	2,53%	1,18%
Diesel >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	5,59%	2,43%
Diesel >2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	6,90%	6,51%
Diesel >2,0 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,01%	2,12%
Diesel >2,0 l	PC Euro 6c - EC 715/2007	0,00%	0,00%
LPG	Conventional	0,12%	0,02%
LPG	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,07%	0,01%
LPG	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,26%	0,06%
LPG	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	0,35%	0,16%
LPG	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	3,32%	1,44%

*Tabella 1.44 - Distribuzione dei veicoli leggeri (4)*

Sottosettore	Tecnologia	2014	2022
LPG	PC Euro 5 - EC 715/2007	1,99%	1,88%
LPG	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,01%	2,83%
E85	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0,00%	0,00%
E85	PC Euro 5 - EC 715/2007	0,00%	0,00%
E85	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,00%	0,00%
CNG	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	1,01%	0,44%
CNG	PC Euro 5 - EC 715/2007	1,03%	0,97%
CNG	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,01%	1,22%
2-Stroke	Conventional	0,00%	0,00%
Hybrid Gasoline <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0,03%	0,01%
Hybrid Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0,26%	0,25%
Hybrid Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0,00%	0,06%



*Tabella 1.45 - Distribuzione degli LDV*

Sottosettore	Tecnologia	2014	2022
Gasoline <3,5t	Conventional	3,27%	0,77%
Gasoline <3,5t	LD Euro 1 - 93/59/EEC	4,51%	2,02%
Gasoline <3,5t	LD Euro 2 - 96/69/EEC	16,39%	10,32%
Gasoline <3,5t	LD Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	16,52%	7,64%
Gasoline <3,5t	LD Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	18,75%	8,66%
Gasoline <3,5t	LD Euro 5 - 2008 Standards	27,14%	26,24%
Gasoline <3,5t	LD Euro 6	0,03%	12,02%
Gasoline <3,5t	LD Euro 6c	0,00%	0,00%
Diesel <3,5 t	Conventional	0,03%	0,01%
Diesel <3,5 t	LD Euro 1 - 93/59/EEC	0,04%	0,02%
Diesel <3,5 t	LD Euro 2 - 96/69/EEC	0,19%	0,12%
Diesel <3,5 t	LD Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	0,42%	0,19%
Diesel <3,5 t	LD Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	5,44%	2,52%
Diesel <3,5 t	LD Euro 5 - 2008 Standards	7,22%	6,98%
Diesel <3,5 t	LD Euro 6	0,05%	22,49%
Diesel <3,5 t	LD Euro 6c	0,00%	0,00%

*Tabella 1.46 - Distribuzione dei veicoli pesanti (1)*

Sottosettore	Tecnologia	2014	2022
HDV Gasoline >3,5 t	Conventional	0,52%	0,22%
HDV Diesel <=7,5 t	Conventional	4,75%	1,98%
HDV Diesel <=7,5 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I	1,65%	1,51%
HDV Diesel <=7,5 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II	4,87%	3,93%
HDV Diesel <=7,5 t	HD Euro III - 2000 Standards	7,56%	6,09%
HDV Diesel <=7,5 t	HD Euro IV - 2005 Standards	2,17%	2,36%
HDV Diesel <=7,5 t	HD Euro V - 2008 Standards	3,87%	3,13%
HDV Diesel <=7,5 t	HD Euro VI	0,09%	1,31%
HDV Diesel 7,5 - 12 t	Conventional	3,43%	1,44%
HDV Diesel 7,5 - 12 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I	1,41%	1,28%
HDV Diesel 7,5 - 12 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II	3,71%	2,99%
HDV Diesel 7,5 - 12 t	HD Euro III - 2000 Standards	5,21%	4,20%
HDV Diesel 7,5 - 12 t	HD Euro IV - 2005 Standards	0,69%	0,75%
HDV Diesel 7,5 - 12 t	HD Euro V - 2008 Standards	2,28%	1,85%
HDV Diesel 7,5 - 12 t	HD Euro VI	0,13%	1,84%
HDV Diesel 12 - 14 t	Conventional	0,71%	0,30%
HDV Diesel 12 - 14 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I	0,11%	0,10%
HDV Diesel 12 - 14 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II	0,26%	0,21%
HDV Diesel 12 - 14 t	HD Euro III - 2000 Standards	0,57%	0,46%
HDV Diesel 12 - 14 t	HD Euro IV - 2005 Standards	0,12%	0,13%
HDV Diesel 12 - 14 t	HD Euro V - 2008 Standards	0,40%	0,32%
HDV Diesel 12 - 14 t	HD Euro VI	0,03%	0,39%
HDV Diesel 14 - 20 t	Conventional	1,50%	0,63%
HDV Diesel 14 - 20 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I	0,85%	0,77%

*Tabella 1.47 - Distribuzione dei veicoli pesanti (2)*

Sottosettore	Tecnologia	2014	2022
HDV Diesel 14 - 20 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II	2,48%	2,00%
HDV Diesel 14 - 20 t	HD Euro III - 2000 Standards	3,94%	3,17%
HDV Diesel 14 - 20 t	HD Euro IV - 2005 Standards	0,54%	0,58%
HDV Diesel 14 - 20 t	HD Euro V - 2008 Standards	3,39%	2,74%
HDV Diesel 14 - 20 t	HD Euro VI	0,20%	2,82%
HDV Diesel 20 - 26 t	Conventional	2,34%	0,98%
HDV Diesel 20 - 26 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I	1,02%	0,92%
HDV Diesel 20 - 26 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II	3,59%	2,89%
HDV Diesel 20 - 26 t	HD Euro III - 2000 Standards	5,26%	4,23%
HDV Diesel 20 - 26 t	HD Euro IV - 2005 Standards	0,52%	0,56%
HDV Diesel 20 - 26 t	HD Euro V - 2008 Standards	4,28%	3,46%
HDV Diesel 20 - 26 t	HD Euro VI	0,44%	6,37%
HDV Diesel 26 - 28 t	Conventional	0,02%	0,01%
HDV Diesel 26 - 28 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I	0,00%	0,00%
HDV Diesel 26 - 28 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II	0,01%	0,01%
HDV Diesel 26 - 28 t	HD Euro III - 2000 Standards	0,01%	0,01%
HDV Diesel 26 - 28 t	HD Euro IV - 2005 Standards	0,00%	0,00%
HDV Diesel 26 - 28 t	HD Euro V - 2008 Standards	0,00%	0,00%
HDV Diesel 26 - 28 t	HD Euro VI	0,03%	0,46%
HDV Diesel 28 - 32 t	Conventional	0,03%	0,01%
HDV Diesel 28 - 32 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I	0,11%	0,10%
HDV Diesel 28 - 32 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II	0,90%	0,72%
HDV Diesel 28 - 32 t	HD Euro III - 2000 Standards	2,67%	2,15%
HDV Diesel 28 - 32 t	HD Euro IV - 2005 Standards	0,35%	0,38%

*Tabella 1.48 - Distribuzione dei veicoli pesanti (3)*

Sottosettore	Tecnologia	2014	2022
HDV Diesel 28 - 32 t	HD Euro V - 2008 Standards	1,71%	1,38%
HDV Diesel 28 - 32 t	HD Euro VI	0,04%	0,59%
HDV Diesel >32 t	Conventional	0,06%	0,03%
HDV Diesel >32 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I	0,03%	0,03%
HDV Diesel >32 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II	0,08%	0,06%
HDV Diesel >32 t	HD Euro III - 2000 Standards	0,13%	0,10%
HDV Diesel >32 t	HD Euro IV - 2005 Standards	0,02%	0,02%
HDV Diesel >32 t	HD Euro V - 2008 Standards	0,09%	0,07%
HDV Diesel >32 t	HD Euro VI	0,01%	0,13%
Bus Diesel	Conventional	0,99%	0,42%
Bus Diesel	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I	0,52%	0,48%
Bus Diesel	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II	3,96%	3,19%
Bus Diesel	HD Euro III - 2000 Standards	6,68%	5,38%
Bus Diesel	HD Euro IV - 2005 Standards	1,21%	1,32%
Bus Diesel	HD Euro V - 2008 Standards	4,74%	3,84%
Bus Diesel	HD Euro VI	0,71%	10,18%

### Le ipotesi sui Fattori di emissione

Per le simulazioni, sono stati utilizzati i fattori di emissione presenti nel software COPERT IV versione 11.3.

Ai fini della stima delle emissioni mediante l'uso della metodologia COPERT IV sono state definite le specifiche dei combustibili, mediante opportuna modifica dei valori di "default". A tale scopo è stata effettuata un'indagine documentale finalizzata a valutare sia le quote mercato dei carburanti (TOTAL, Eni, Esso, Erg, Q8, Tamoil, ...) sia le diverse tipologie di combustibili vendute. Dall'indagine condotta è emerso che non vi sono sostanziali differenze tra le caratteristiche tecniche dichiarate per i carburanti in commercio.

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori di default COPERT IV, i valori stabiliti dalla direttiva europea in vigore riguardante le specifiche dei carburanti gasolio e benzina, i valori dichiarati nelle schede tecniche dei prodotti venduti e, infine, i valori utilizzati per le simulazioni:

*Tabella 1.49 - Caratteristiche gasolio<sup>9</sup>*

	Density (kg/m <sup>3</sup> )	PCA (%v/v)	CN	T95 (°C)	Sulfur (mg/kg)
COPERT default	835	5	53	320	0
Limite normativa	Max 845	Max 11	Min 51	Max 360	Max 10
Caratteristiche gasolio in commercio	820 – 845	8	51	360	10
Valori utilizzati	845	8	51	360	10

*Tabella 1.50 - Caratteristiche benzina<sup>10</sup>*

	E 100 (%v/v)	E 150 (%v/v)	Aromatics (%v/v)	Olefins (%v/v)	Benzene (%v/v)	Sulfur (mg/kg)
COPERT default	52	86	33	10	0.8	0
Limite normativa	min 46	min 75	max 35	max 18	max 1	max 10
Caratteristiche benzina in commercio	46 - 71	75	35	18	1	10
Valori utilizzati	46	75	35	18	1.0	10

Per i valori dei rapporti H:C e C:O, infine, sono stati adottati i seguenti valori rappresentativi del mercato Italiano: 1,86 per H:C e 0,005 per C:O. Il contenuto dei metalli pesanti, non essendo questi oggetto di calcolo ai fini del presente studio, non è stato modificato.

<sup>9</sup> In tabella sono riportati: la densità del gasolio (Density, espressa in kg/m<sup>3</sup>), il contenuto di Idrocarburi Policiclici Aromatici sul volume (PCA), il numero di cetano (CN), temperatura di distillazione in °C del 95% del volume (T95) e il contenuto di zolfo in peso (Sulfur).

<sup>10</sup> In tabella sono riportati: la percentuale in volume di liquido evaporato alla temperatura di 100 °C (E100 (% v/v) - i limiti devono cadere entro un intervallo definito, che dipende dalle stagioni, si hanno valori minori in estate e maggiori in inverno; la percentuale in volume di liquido evaporato alla temperatura di 150 °C (E150 (% v/v)); il contenuto di Idrocarburi Policiclici Aromatici sul volume (Aromatics %v/v), il contenuto di Olefine sul volume (Olefins %v/v), il contenuto di Benzene sul volume (Benzene %v/v) e il contenuto di zolfo in peso (Sulfur).

### La rete simulata

Le simulazioni modellistiche, del processo emissivo prima e di quello dispersivo poi, sono state condotte sulla rete oggetto dello studio trasportistico, utilizzando in input al modello di emissione i valori di flusso e velocità contenuti nel database estratto dai file di output dello studio trasportistico per tutti gli scenari, applicando opportuni fattori moltiplicativi (ricavati a partire dai coefficienti mensili e giornalieri di traffico dello studio trasportistico) per tenere conto delle variazioni dei flussi nell'arco delle 24 ore, della settimana e dei 12 mesi dell'anno. È stato simulato, per ogni scenario, un elevato numero di archi (come riassunto nella tabella 1.51); in tabella 1.52 si riportano le percentuali delle percorrenze (distinte tra veicoli leggeri, commerciali e pesanti) sulla viabilità locale rispetto al totale. Si specifica che la SS1 negli scenari attuale e programmatici non è inclusa nella viabilità locale, mentre lo è negli scenari di progetto.

*Tabella 1.51 - Numero di archi simulati in ogni scenario.*

scenario	numero archi
attuale	90
PRM 2022	90
PRG 2022	108
PRM 2030	90
PRG 2030	108

*Tabella 1.52 - Percentuale delle percorrenze sulla viabilità locale rispetto all'intera rete simulata.*

	autovetture	commerciali leggeri	pesanti
Attuale	9,5%	9,5%	23,1%
PRM 2022	9,8%	9,8%	23,3%
PRG 2022	19,9%	19,9%	41,0%
PRM 2030	9,8%	9,8%	23,4%
PRG 2030	19,8%	19,8%	41,0%

Si noti come negli scenari progettuali sia più netta la separazione tra flussi locali (che non utilizzano la nuova infrastruttura) e sovralocali.

I flussi sono stati quindi distribuiti sulle differenti classi veicolari: 81 classi per i veicoli passeggeri leggeri, 16 classi per i veicoli commerciali leggeri e 57 classi per i veicoli pesanti.

Per ognuna delle suddette 154 classi, come già specificato, i fattori di emissione non sono costanti ma variano in funzione della velocità. Per ogni arco della rete sono stati utilizzati i fattori di emissione relativi alla velocità propria dell'arco.

Si riassumono di seguito i dati di traffico nei 5 scenari simulati, utili per la successiva corretta valutazione dei bilanci emissivi:

1. attuale;
2. programmatico al 2022;
3. progettuale al 2022;
4. programmatico al 2030;
5. progettuale al 2030.

*Tabella 1.53 - Estensione della rete nei 5 scenari*

	<b>Estensione della rete [km]</b>	<i>di cui con flussi nulli [km]</i>	<b>Rete caricata [km]</b>
Attuale	132,4	8,2	124,2
Programmatico 2022	132,4	8,2	124,2
Progettuale 2022	187,1	9,2	177,9
Programmatico 2030	132,4	8,2	124,2
Progettuale 2030	187,1	9,2	177,9

Si osservi come l'estensione della parte di rete con flussi diversi da "zero" non mostri variazioni tra gli scenari che presentano la stessa rete.

*Tabella 1.54 - Variazione percentuale delle percorrenze rispetto allo scenario attuale*

	<b>percorrenze</b>		
	<i>autovetture</i>	<i>commerciali leggeri</i>	<i>pesanti</i>
Programmatico 2022	4,5%	4,5%	4,8%
Progettuale 2022	5,6%	5,6%	-5,2%
Programmatico 2030	9,7%	9,7%	9,6%
Progettuale 2030	11,0%	11,0%	-0,6%

Tutti gli scenari evidenziano un incremento delle percorrenze rispetto alla situazione attuale per i veicoli leggeri e commerciali leggeri; viceversa, i veicoli pesanti vedono ridursi le proprie percorrenze negli scenari progettuali. I maggiori incrementi percentuali sono, come era da attendersi, relativi agli scenari al 2030, con il valore massimo dell'11% per i veicoli leggeri e commerciali leggeri. Di maggiore interesse risultano, però, i confronti tra scenari al medesimo intervallo temporale.

*Tabella 1.55 - Variazione percentuale delle percorrenze tra gli scenari programmatici e quelli progettuali*

	<b>percorrenze</b>		
	<i>autovetture</i>	<i>commerciali leggeri</i>	<i>pesanti</i>
PRG vs PRM 2022	1,1%	1,1%	-9,6%
PRG vs PRM 2030	1,2%	1,2%	-9,3%

Tra gli scenari programmatici e quelli progettuali si osservano variazioni delle percorrenze con segno positivo per i veicoli leggeri e per i commerciali leggeri sia al 2022 (1,1% per entrambi) sia al 2030 (1,2% per entrambi); con segno negativo per i veicoli pesanti, rispettivamente -9,6% e -9,3% al 2022 e al 2030.

### 1.6.2 Il bilancio emissivo

I risultati delle stime sono riassunti nella tabella 1.56, che riporta le emissioni complessive stimate per l'intero anno solare per i 5 scenari simulati. Si specifica che le emissioni annuali sono state stimate sulla base dello studio trasportistico.

*Tabella 1.56 - Emissioni complessive [t/anno]*

	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>PM<sub>2.5</sub></b>	<b>CO</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>
Attuale	42,4	2,0	1,6	53,3	10.795,9	70,9
Programmatico 2022	33,9	1,6	1,2	21,5	10.929,8	14,6
Progettuale 2022	41,8	1,7	1,3	63,6	12.680,7	18,2
Programmatico 2030	35,5	1,7	1,3	22,5	11.463,2	15,4
Progettuale 2030	44,0	1,8	1,4	66,9	13.324,0	19,1

### 1.7 Il modello di dispersione degli inquinanti

Per stimare le ricadute al suolo e le concentrazioni attese, sono state condotte simulazioni di dispersione in atmosfera relativamente a 3 scenari:

1. attuale;
2. programmatico al 2030;
3. progettuale al 2030.

Per la simulazione dei processi di dispersione è stato utilizzato il modello ADMS Roads® - Modello di diffusione gaussiana multisorgente in versione per Windows®, realizzato dal CERC (Cambridge Environmental Research Consultant Ltd.). Quale modello gaussiano multisorgente, ADMS Roads® consente di effettuare simulazioni in versione "short-term" e in versione "long-term".

Per ADMS Roads® la struttura dello strato rimescolato è definita mediante parametri fisici misurabili che permettono una più realistica rappresentazione delle caratteristiche che influiscono sulla dispersione degli inquinanti e sulla concentrazione al suolo. Il 'boundary layer', secondo tale approccio, è caratterizzato dall'altezza h e dalla lunghezza di Monin-Obukhov L<sub>MO</sub> e non più unicamente mediante le

classe di instabilità di Pasquill-Gifford. La lunghezza di Monin-Obukhov è definita dalla seguente espressione:

$$L_{MO} = \frac{-u_o^3}{kgF_\phi / (\rho c_p T_0)}$$

dove

$u_o$  = velocità di frizione,

$k$  = costante di Von Barman, uguale a 0,4,

$F_\phi$  = flusso di calore in superficie,

$\rho$  = densità dell'aria,

$c_p$  = calore specifico dell'aria,

$T_0$  = temperatura della superficie.

### 1.7.1 Specifiche del modello di dispersione

Per tutti gli archi della rete simulati dal modello di emissione è stato disperso in versione “long-term” il carico emissivo medio stimato dal modello di emissione.

Il modello è stato impostato per effettuare l'elaborazione sull'intera area comprendente la rete simulata ed è stata così calcolata la distribuzione spaziale sul territorio delle concentrazioni al suolo di NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>. Per il calcolo delle medie annuali, le simulazioni sono state eseguite applicando un approccio di tipo climatologico sulla base dei dati meteorologici misurati e osservati dal gennaio 1952 al dicembre 1991 nella stazione di Grosseto<sup>11</sup>. Tale approccio statistico è preferibile rispetto all'approccio cronologico, in quanto basato su valori meteorologici statistici calcolati su un periodo di tempo molto lungo (39 anni), anziché con riferimento ai valori meteorologici ora per ora ma associati ad uno specifico anno solare.

La scelta di fare riferimento ai dati disponibili dal gennaio 1952 al dicembre 1991 è giustificata dalla importante circostanza che sono gli ultimi dati su cui sono stati effettuati studi ed elaborazioni in merito alle caratteristiche diffusive dell'atmosfera su un periodo di tempo sufficientemente lungo (40 anni). Tali elaborazioni sono inoltre accreditate e affidabili essendo state condotte da ENEL e Servizio Meteorologico dell'Aeronautica. Sono, infatti, le caratteristiche diffusive a descrivere con accuratezza il boundary layer e quelle che consentono le migliori prestazioni dei modelli di dispersione. Il ricorso a dati più recenti avrebbe avuto il difetto non trascurabile, in primo luogo, di fare riferimento a dati di un anno specifico sicuramente meno rappresentativo delle condizioni meteorologiche locali rispetto ad

analisi di lungo periodo; dati, in secondo luogo, risultato di elaborazioni modellistiche (come ad esempio i dati LAMA) e non di elaborazioni statistiche su valori monitorati. Inoltre, come prescritto dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM), a fini climatici, la raccolta dei dati meteorologici deve essere effettuata per periodi di 30 anni e attualmente il Clima ufficiale di riferimento è dedotto dai valori raccolti dal 1961 al 1990.

Ad ogni modo si presentano di seguito i risultati di una ricerca condotta su dati recenti dalla quale emerge l'affidabilità dei dati utilizzati, che sono pertanto da considerarsi rappresentativi.

Nel grafico seguente si riporta il confronto tra le Temperature massime e minime registrate nei trentenni 1961-1990 e 1971-2000 nella stazione di Grosseto (206 A.M.).

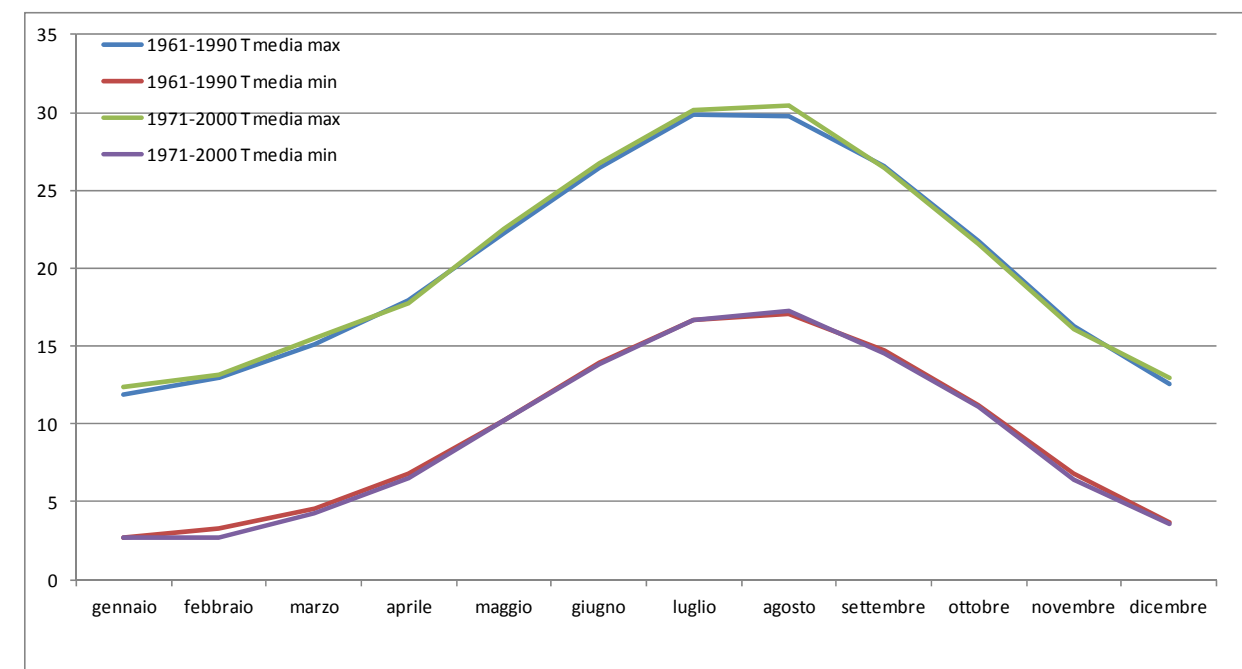


Figura 1.27 - Confronto tra le temperature massime e minime registrate nei trentenni 1961-1990 e 1971-2000 (stazione di Grosseto – 206 A.M.).

Si può osservare come le medie effettuate su lunghi periodi non mostrino significative differenze.

Nei grafici seguenti si riporta, invece, il confronto tra i valori medi delle temperature massima e minima registrate nel trentennio 1961-1990 e i valori medi annuali registrati a partire dal 2005 fino al 2010 (dati più recenti disponibili) nella stazione di Grosseto (206 A.M.).

La linea continua rosso/blu rappresenta l'andamento delle temperature massime/minime (medie mensili) in °C calcolate su un campione statistico di 30 anni di osservazione. Il periodo di riferimento è 1961-1990, stabilito per convenzione dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM, WMO). Per ogni mese è riportata la deviazione standard del parametro. Il simbolo  $\diamond$  rappresenta la temperatura

<sup>11</sup> Si veda la trattazione climatologica del presente studio

massima/minima (media mensile) registrata per i mesi dell'anno indicati nel titolo del grafico (2010, 2009, 2008, 2007, 2006, 2005). L'assenza del simbolo  $\diamond$  indica la non disponibilità del dato.

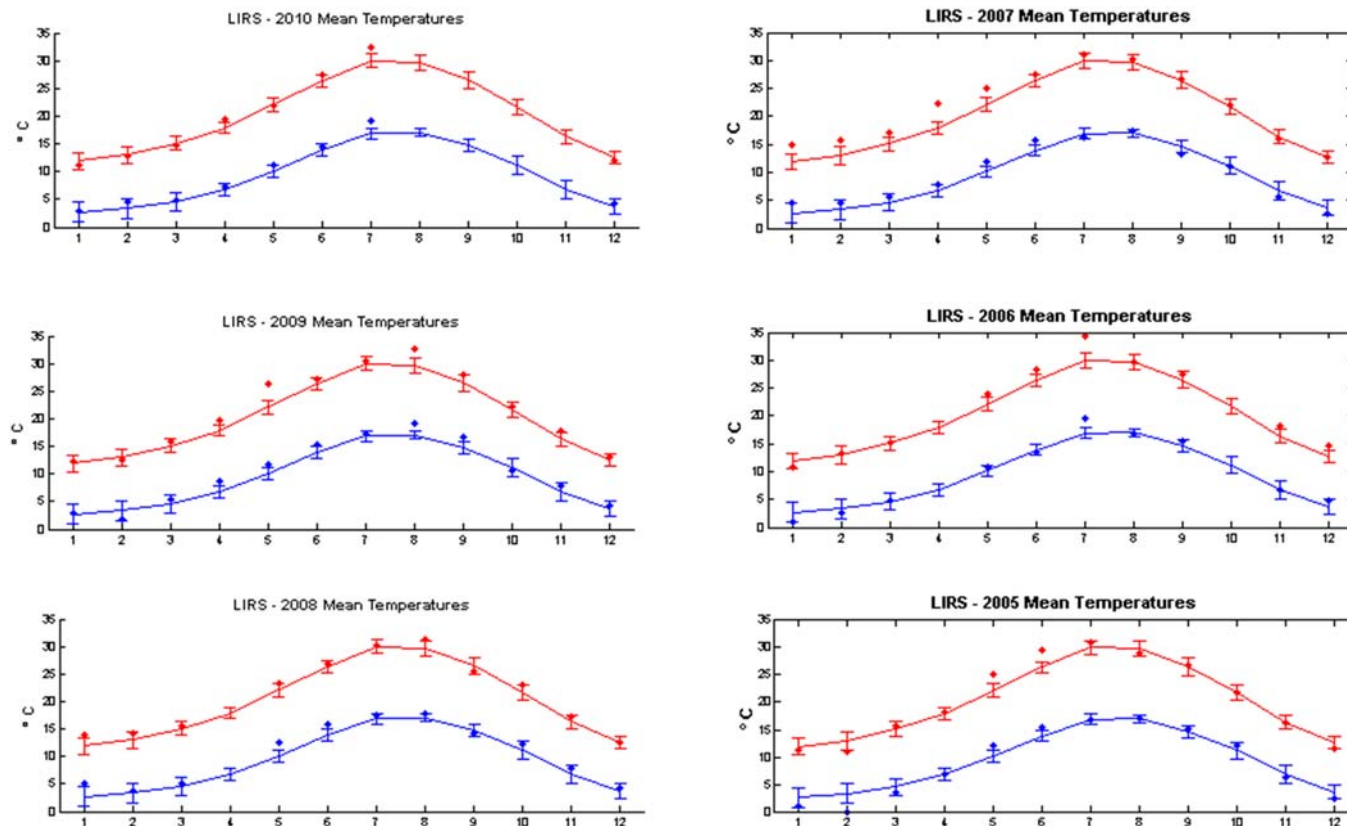


Figura 1.28 - Confronto tra i valori medi della temperatura massima e minima registrata nel trentennio 1961-1990 e i valori medi annuali registrati a partire dal 2005 fino al 2010 (stazione di Grosseto – 206 A.M.)

Osservando i dati meteorologici più recenti si nota che i valori mediati su un singolo anno sono confrontabili con i valori mediati su 30 anni di osservazione. Tra i valori mediati sui singoli anni, tuttavia, si osserva una maggiore variabilità. Per tale motivo risulta preferibile utilizzare dati mediati su lunghi periodi anziché dati mediati su un solo anno, poiché i primi sono rappresentativi di singoli anni recenti (sebbene non mediati nel periodo) mentre i secondi possono non essere rappresentativi di un lungo periodo.

Inoltre, osservando i dati più recenti relativi alla piovosità, si nota una elevata variabilità tra i differenti anni e se si analizzano i regimi dei venti relativi agli ultimi 2 anni (2009 e 2010), caratterizzati dalla medesima piovosità, emergono differenze non trascurabili. I dati sono relativi alla Stazione di Grosseto (206 A.M.) Ciò conferma la maggiore rappresentatività di dati di lungo periodo rispetto a dati relativi ad un singolo specifico anno solare.

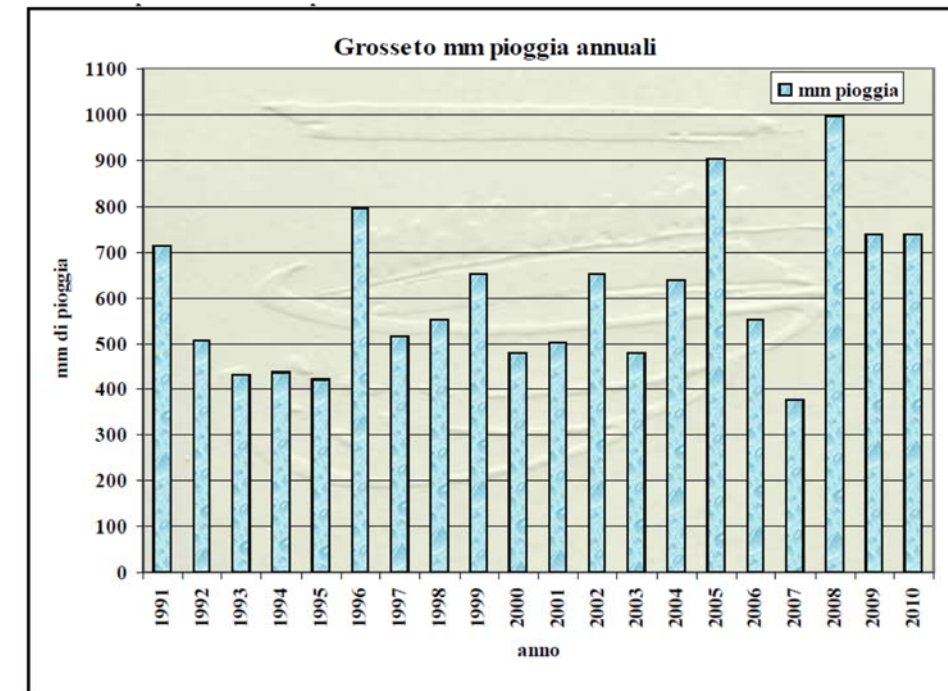


Figura 1.29 - Piovosità nel periodo 1991 – 2010 (stazione di Grosseto – 206 A.M.)

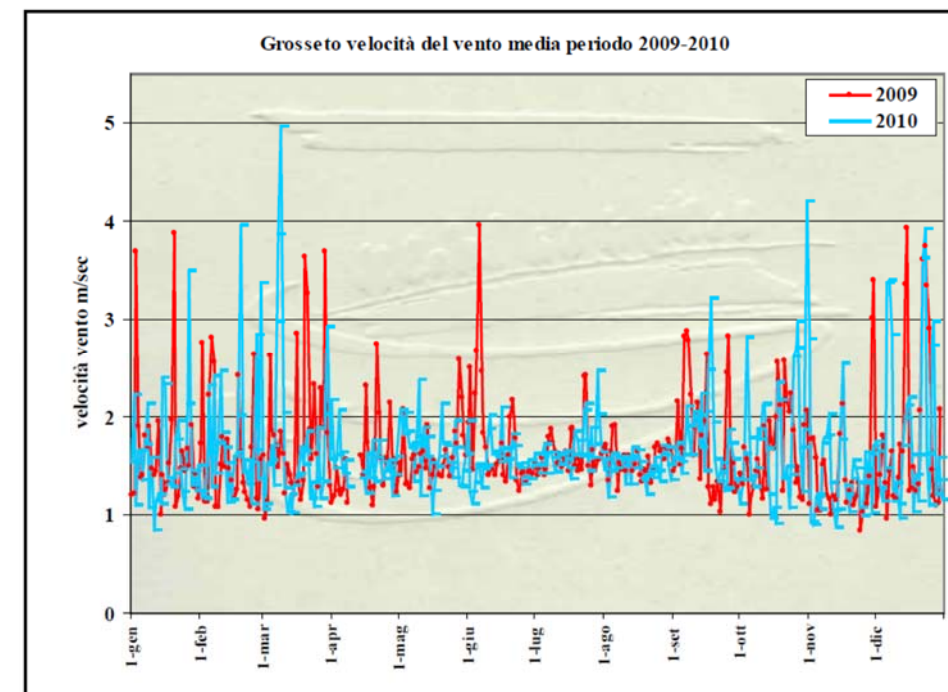


Figura 1.30 - Confronto tra i regimi dei venti degli anni 2009 e 2010 (stazione di Grosseto – 206 A.M.)

In figura 1.31 si riporta la relativa rosa dei venti utilizzata nelle simulazioni dei processi di dispersione, mentre per la distribuzione delle frequenze stagionali e annuali delle classi di stabilità si rimanda alla trattazione meteo climatica del presente studio.

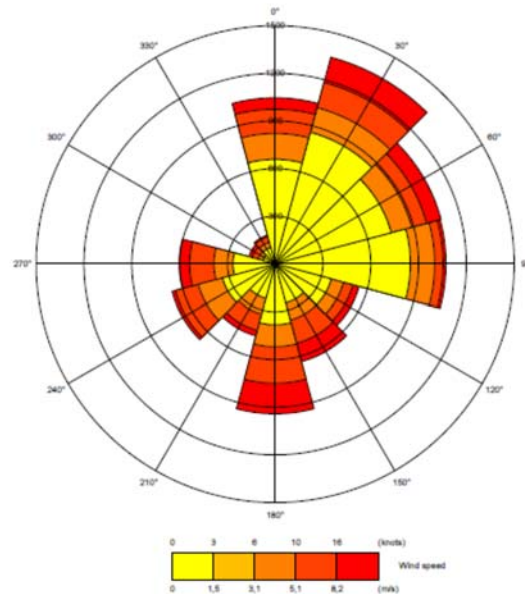


Figura 1.31 - Rosa dei venti utilizzata nelle simulazioni

Per il calcolo del valore orario di NO<sub>2</sub> e per la media giornaliera di PM<sub>10</sub> le simulazioni sono state eseguite in condizioni meteorologiche critiche:

- Classe di stabilità: F (atmosfera molto stabile)
- Temperatura dell'aria: 20 °C
- Altezza dello strato rimescolato pari a 50 metri
- Direzione del vento: 30°
- Calma di vento

Le concentrazioni al suolo degli inquinanti sono calcolate incrementando i valori di fondo con l'aliquota attribuibile alle emissioni della rete simulata. Si consideri che l'area ricade nella zona costiera a bassa densità abitativa, con valori di concentrazione quindi generalmente al di sotto del limite per tutti gli inquinanti, e che la rete di monitoraggio della Regione Toscana include una sola centralina fissa di qualità dell'aria nelle vicinanze dell'infrastruttura: la GR-Maremma, che rileva solamente gli NO<sub>2</sub> ed è ritenuta rappresentativa solo in parte delle condizioni al contorno dell'Aurelia, poiché l'infrastruttura si

trova talvolta in prossimità dell'abitato. Si è fatto dunque riferimento ai soli dati disponibili, quelli cioè delle campagne di monitoraggio svolte da SPEA nel corso dei mesi di marzo e aprile 2016 e delle stazioni di Grosseto: i monitoraggi restituiscono dei valori di NO<sub>2</sub> intermedi tra quelli della stazione GR-Maremma e quelli delle stazioni urbane di Grosseto, a conferma della particolarità del contesto attraversato dall'infrastruttura. Per quel che riguarda l'NO<sub>2</sub>, il valor medio registrato complessivamente nelle due campagne è di 11 µg/m<sup>3</sup>, mentre nello stesso periodo la stazione GR-Maremma registrava 6,4 µg/m<sup>3</sup>, la stazione GR-URSS 43 µg/m<sup>3</sup> e la stazione GR-Sonnino 74 µg/m<sup>3</sup>.

Per quel che concerne il PM<sub>10</sub>, invece, il valor medio registrato complessivamente nelle due campagne è di 22 µg/m<sup>3</sup>, mentre nello stesso periodo la stazione GR-URSS registrava 17 µg/m<sup>3</sup> e la stazione GR-Sonnino 27 µg/m<sup>3</sup>.

Infine, il valor medio di PM<sub>2.5</sub> registrato complessivamente nelle due campagne è di 8 µg/m<sup>3</sup>, mentre nello stesso periodo la stazione GR-URSS (l'unica a rilevarlo) registrava 10 µg/m<sup>3</sup>.

Pertanto, il valore di fondo annuale dell'NO<sub>2</sub> è stato assunto pari a 10 µg/m<sup>3</sup>, coerentemente con il valore rilevato; il valore di fondo annuale del PM<sub>10</sub> è stato assunto cautelativamente pari a 20 µg/m<sup>3</sup>; il valore di fondo annuale del PM<sub>2.5</sub> è stato assunto pari a 14 µg/m<sup>3</sup>.

Si è fatto riferimento a tali valori di fondo sia per la simulazione dello scenario attuale, sia per la simulazione degli scenari al 2030.

#### **I risultati del modello di dispersione**

I risultati delle elaborazioni sono forniti nelle mappe allegate ("Atmosfera - concentrazioni NO<sub>x</sub> – stato attuale" – SUA301, "Atmosfera - concentrazioni NO<sub>x</sub> al 2030 – opzione zero" – SUA302, "Atmosfera - concentrazioni NO<sub>x</sub> al 2030 - post operam" – SUA303, "Atmosfera - concentrazioni PM<sub>2.5</sub> – stato attuale" – SUA304, "Atmosfera - concentrazioni PM<sub>2.5</sub> al 2030 – opzione zero" – SUA305, "Atmosfera - concentrazioni PM<sub>2.5</sub> al 2030 - post operam" – SUA306, "Atmosfera - concentrazioni PM<sub>10</sub> – stato attuale" – SUA307, "Atmosfera - concentrazioni PM<sub>10</sub> al 2030 - opzione zero" – SUA308, "Atmosfera - concentrazioni PM<sub>10</sub> al 2030 - post operam" – SUA309; tutte in scala 1:10.000), che rappresentano le medie annuali di NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>, espresse in µg/m<sup>3</sup>. Per quanto concerne l'NO<sub>2</sub> si specifica che al valore di fondo è stato sommato l'intero contributo degli NO<sub>x</sub> emessi dalla fonte stradale. E' questo un approccio conservativo; infatti, i valori di NO<sub>2</sub> saranno ovviamente minori, essendo l'NO<sub>2</sub> solo un'aliquota degli NO<sub>x</sub> totali emessi (tale aliquota cresce all'aumentare della distanza dalla carreggiata). Dalle mappe emerge chiaramente la struttura del gradiente spaziale reso evidente dalle curve di isoconcentrazione.

I risultati sono riassunti nelle seguenti tabelle, che riportano le concentrazioni in 4 punti appartenenti al transetto rappresentato nella figura 1.32:



Figura 1.32 - Localizzazione del transetto di lettura delle concentrazioni

La prima serie di tabelle riporta i valori di concentrazione media annuale di NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>, mentre la seconda i valori massimi orari per l'NO<sub>2</sub> e massimi giornalieri per il PM<sub>10</sub>.

Tabella 1.57 - Concentrazione media annuale (µg/m<sup>3</sup>). Scenario attuale

Sito	Distanza dall'asse	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
A	150	14,04	23,63	16,55
B	50	15,89	24,59	17,30
C	50	15,75	24,20	17,22
D	150	13,98	23,11	16,46

Tabella 1.58 - Concentrazione media annuale (µg/m<sup>3</sup>). Scenario programmatico 2030

Sito	Distanza dall'asse	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
A	150	14,05	22,66	16,34
B	50	15,58	24,18	16,93
C	50	15,38	23,91	16,76
D	150	13,82	22,49	16,30

Tabella 1.59 - Concentrazione media annuale (µg/m<sup>3</sup>). Scenario progettuale 2030

Sito	Distanza dall'asse	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
A	150	13,89	22,42	16,17
B	50	14,97	23,75	16,55
C	50	14,55	22,85	16,27
D	150	13,01	21,87	15,86

Tabella 1.60 - Concentrazioni massime - oraria per NO<sub>2</sub>, giornaliera per PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>). Scenario attuale

Sito	Distanza dall'asse	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
A	150	84,74	35,86
B	50	85,60	35,49
C	50	66,78	28,77
D	150	55,38	24,74

Tabella 1.61 - Concentrazioni massime - oraria per NO<sub>2</sub>, giornaliera per PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>). Scenario programmatico 2030

Sito	Distanza dall'asse	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
A	150	74,42	32,16
B	50	74,75	32,39
C	50	60,33	27,55
D	150	52,11	24,09

Tabella 1.62 - Concentrazioni massime - oraria per NO<sub>2</sub>, giornaliera per PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>). Scenario progettuale 2030

Sito	Distanza dall'asse	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
A	150	77,64	32,77
B	50	77,99	33,01
C	50	62,85	27,93
D	150	54,22	24,29

### 1.7.2 Conclusioni

Le medie annuali delle concentrazioni attese nello stato attuale sono maggiori rispetto ai valori di fondo tra il 16% e il 23% per il PM<sub>10</sub>, tra il 18% e il 24% per il PM<sub>2.5</sub> e tra il 40% e il 59% per l'NO<sub>2</sub>.

Le medie annuali delle concentrazioni attese nello stato di progetto al 2030 sono maggiori rispetto ai valori di fondo tra il 9% e il 18% per il PM<sub>10</sub>, tra il 13% e il 17% per il PM<sub>2.5</sub> e tra il 29% e il 47% per l'NO<sub>2</sub>. Tra lo scenario di progetto e quello programmatico al 2030 si stimano lievi riduzioni delle concentrazioni attese con massimi del 4,3% per il PM<sub>10</sub>, 2,8% per il PM<sub>2.5</sub> e 5,6% per l'NO<sub>2</sub>.

La media annuale per il PM<sub>10</sub> e la media annuale dell'NO<sub>2</sub> sono inferiori ai valori fissati dalla normativa, pari in entrambi i casi a 40 µg/m<sup>3</sup>; ciò avviene per tutti gli scenari simulati: attuale, programmatico 2030 e progettuale 2030. Anche la media annuale del PM<sub>2.5</sub> è inferiore al valore fissato dalla normativa (25µg/m<sup>3</sup>) in tutti gli scenari.

Per quel che concerne la media giornaliera di PM<sub>10</sub> e il valore massimo orario di NO<sub>2</sub>, si stima una riduzione delle concentrazioni sia tra lo scenario attuale e quello programmatico al 2030, sia tra lo scenario programmatico e quello progettuale al 2030, con un massimo in questo ultimo confronto dell'1,2% per l'NO<sub>2</sub> e del 3,6% per il PM<sub>10</sub>.

La simulazione oraria per l'NO<sub>2</sub> mostra valori ben lontani dal limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup> per tutti e 3 gli scenari simulati.

Per quanto concerne la simulazione giornaliera del PM<sub>10</sub>, dalla lettura delle tabelle emerge che i valori medi giornalieri stimati sono sempre inferiori al limite di 50 µg/m<sup>3</sup>.

### 1.8 Stima di impatto sulla qualità dell'aria delle attività di cantiere

L'impatto più significativo esercitato dal cantiere di costruzione sulla componente atmosfera è generato dal sollevamento di polveri: sia quello indotto direttamente dalle lavorazioni, sia quello indotto indirettamente dal transito degli automezzi sulla viabilità interna ed esterna. Di seguito si riassumono i metodi impiegati e i risultati della stima delle emissioni di polvere nel cantiere.

I parametri che sono assunti per rappresentare le polveri sono costituiti da PTS (polveri totali sospese) e PM<sub>10</sub> (frazione fine delle polveri, di granulometria inferiore a 10 µm).

Tra le sorgenti di polveri vengono trascurati i motori delle macchine operatrici, il cui contributo appare quantitativamente limitato, se confrontato alla generazione di polveri indotta dai lavori.

Vengono analogamente trascurate le emissioni generate dalle attività di preparazione delle aree di cantiere (scotico, sistemazione piazzali, ecc.), che, benché comportino lavori di movimento terra, hanno una durata ridotta (generalmente di poche settimane). Per queste attività si prevede comunque una riduzione della polverosità attraverso gli interventi di mitigazione di cui al quadro progettuale.

### 1.8.1 Metodo di studio

Il calcolo delle emissioni dei mezzi pesanti che transitano lungo le vie di accesso viene effettuato prendendo a riferimento i fattori di emissione del software COPERT IV relativamente ai mezzi pesanti a gasolio di portata compresa tra 14 e 20 tonnellate e standard emissivo Euro 4 con velocità pari a 15 km/h.

Per i movimenti terra all'interno delle aree di cantiere è stata utilizzata la formula consigliata da AP-42 Fifth Edition (Volume I, Chapter 13, 13.2.4 Aggregate Handling And Storage Piles), per le attività di betonaggio è stata utilizzata la formula consigliata da AP-42 Fifth Edition (Volume I, Chapter 11, 11.12 Concrete Batching – Final Section – June 2006) e per quanto concerne il sollevamento delle polveri causato dal movimento dei mezzi all'interno delle aree di cantiere si fa riferimento alla formula empirica elaborata dall'EPA ed ai relativi valori di riferimento da essa forniti tratti sempre dall'AP 42 (Chapter 13, 13.2.1 Paved Roads – Final Section - January 2011). Oltre al sollevamento delle polveri causato dal movimento dei mezzi viene anche considerata l'emissione di PM<sub>10</sub> allo scarico dei mezzi all'interno delle aree di cantiere prendendo sempre a riferimento i fattori di emissione del software COPERT IV relativamente ai mezzi pesanti a gasolio di portata compresa tra 14 e 20 tonnellate e standard emissivo Euro 4 con velocità pari a 15 km/h.

La definizione delle misure da adottare per la mitigazione degli impatti generati dalle polveri sui ricettori circostanti le aree di lavoro, è basata sul criterio di impedire il più possibile la fuoriuscita delle polveri dalle stesse aree e, ove ciò non riesca, di trattenerle al suolo impedendone il sollevamento. Le misure riguardano:

- il controllo delle emissioni di polveri da piste e piazzali
- il controllo delle emissioni di polveri da nastri trasportatori
- il controllo delle emissioni di polveri da operazioni di demolizione, abbattimento, disaggio e finitura
- il controllo delle emissioni di polveri da operazioni di carico e scarico e da operazioni di movimento terra su e da materiali stoccati

I risultati vengono forniti come valori alfanumerici in tabelle riassuntive e, sulla base di questi, vengono, infine, fornite le raccomandazioni e le prescrizioni per la mitigazione degli impatti.

### 1.8.2 Attività di cantiere: specifiche dei modelli di emissione

Per la fase di esercizio dei lavori in cantiere si usa stimare le emissioni di polveri in corrispondenza delle maggiori fonti, individuate principalmente tra le seguenti attività:



- trasporti interni al cantiere da e verso l'esterno (conferimento materie prime, trasporto smarino all'esterno del cantiere, spostamenti mezzi di lavoro, ...) su strade pavimentate e piste non pavimentate;
- operazioni di movimento terra (scavi, deposito terre da scavo riutilizzabili, carico e scarico inerti...);
- lavori di demolizione di strutture e fabbricati;
- impianto di frantumazione;
- impianto di betonaggio.

Le emissioni sono stimate a partire da una valutazione quantitativa delle attività svolte nel cantiere, tramite opportuni fattori di emissione derivati dal "Compilation of air pollutant emission factors" –EPA-, Volume I Stationary Point and Area Sources (Fifth Edition) e sono calcolate tramite la relazione:

$$E = A \times F$$

dove E indica le emissioni, A l'indicatore dell'attività correlato con le quantità emesse (grandezza caratteristica della sorgente che può essere strettamente correlata alla quantità di inquinanti emessi in aria) e F il fattore di emissione (massa di inquinante emessa per una quantità unitaria dell'indicatore).

Di seguito, per le principali attività capaci di contribuire in maniera significativa alla generazione di polveri, cioè per ciascuna sorgente, vengono riportati:

- il fattore di emissione utilizzato F;
- i parametri da cui F dipende;
- l'indicatore dell'attività A;
- la fonte bibliografica impiegata per la stima del fattore di emissione.

La stima del fattore di emissione è ripetuta confrontando due situazioni caratteristiche corrispondenti a terreno secco ed a terreno imbibito d'acqua: questa seconda situazione è rappresentativa delle condizioni che si manifestano a seguito dell'innaffiatura; la relativa analisi permette pertanto di valutare l'efficacia della bagnatura come sistema per l'abbattimento della polverosità.

Sulla base del progetto di cantierizzazione sono di seguito riportati i metodi di calcolo relativi alle seguenti attività:

- operazioni di movimento terra (scavi, deposito terre da scavo riutilizzabili, carico e scarico inerti...);
- trasporti interni al cantiere da e verso l'esterno (conferimento materie prime, trasporto smarino all'esterno del cantiere, spostamenti mezzi di lavoro, ...) su aree e piste pavimentate;
- impianto di betonaggio.

#### **Cumuli di terra, carico e scarico**

Il fattore di emissione utilizzato per la stima della polverosità generata dalle attività di movimento terra è il seguente:

$$F = k(0,0016) \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}} \quad (kg/t) \quad \text{(AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, 13.2.4 Aggregate Handling And Storage Piles)}$$

dove

k= costante moltiplicativa adimensionale variabile in funzione della dimensione delle particelle:

k= 0,74 per il calcolo di PM tot

k= 0.35 per il calcolo di PM<sub>10</sub>

U= velocità media del vento (m/s)

M= umidità del materiale accumulato (%)

La formula empirica consente una stima attendibile delle emissioni per valori di U e M compresi nel range di valori specificato nella tabella seguente.

Parametro	Range
Velocità del vento	0,6 – 6.7 m/s
Umidità del materiale	0,25 – 4,8 %

Per la stima in condizioni "normali" l'umidità del materiale è assunta pari a 0,25% (il valore più basso compatibilmente con il range di validità della formula); al fine di simulare le condizioni post-innaffiamento, l'umidità del materiale è invece assunta pari a 4,8%.

Il valore del fattore di emissione risultante nelle due situazioni è specificato nella tabella seguente:

Condizione	Fattore di emissione F PM tot	Fattore di emissione F PM 10
Normale	0,09 kg/t	0.04 kg/t
Post -innaffiamento	0,0015 kg/t	0,0007 kg/t

*Cumuli di terra, carico e scarico: fattori di emissione*

Si evidenzia come la bagnatura del terreno durante i lavori di movimento terra possa comportare una riduzione dell'emissione di polveri (in termini sia di polveri totali sia di PM<sub>10</sub>) di oltre il 98%.

L'indicatore dell'attività (A) è rappresentato dalle tonnellate di materiale accumulato e/o trattato in un'ora. Tale valore è stimato a partire dalle tonnellate di smarino derivante dagli scavi. Il valore delle emissioni ottenuto risulta quindi espresso in chilogrammi di polvere emessa all'ora.

### Traffico veicolare nelle aree pavimentate

La formula empirica impiegata per stimare le emissioni di polvere in questo caso è la seguente:

$$F = k(sL)^{0.91} \times (W)^{1.02} \times (1-1,2 \times P/N) \quad (\text{kg/km})$$

(AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, 13.2.1 Paved Roads – Final Section - January 2011)

dove

- F = fattore di emissione (g/km),
- sL = contenuto di limo dello strato superficiale delle aree pavimentate percorse dai mezzi (g/m<sup>2</sup>)
- W = peso medio dei mezzi di cantiere che percorrono le aree considerate (t)
- P= ore di pioggia in un anno
- N = 8.760
- k = costante moltiplicativa variabile in funzione della dimensione delle particelle
- k= 3,23 per PM tot (grams per vehicle kilometer traveled (g/VKT),
- k= 0,62 per PM10

Il peso medio dei mezzi (carichi in entrata e scarichi in uscita o viceversa) è assunto pari a 15 tonnellate.

Il valore del fattore di emissione risultante nelle due situazioni (con e senza innaffiamento) è specificato nella tabella seguente (per P=1656):

Condizione	Fattore di emissione F PM tot	Fattore di emissione F PM <sub>10</sub>
Normale	0,79 kg/km	0,15 kg/km
Post-innaffiamento	0,18 kg/km	0,03 kg/km

*Traffico veicolare nelle aree pavimentate: fattori di emissione*

L'indicatore dell'attività (A) è rappresentato dai chilometri percorsi dai veicoli circolanti sulle aree pavimentate in un'ora. Tale valore viene calcolato per il cantiere a partire dalla stima del numero medio di mezzi circolanti sulle aree pavimentate del cantiere stesso in un'ora di lavoro e dalla stima del numero medio dagli stessi di chilometri percorsi nello stesso intervallo di tempo.

Si evidenzia come la bagnatura della sede stradale possa comportare una riduzione dell'emissione di polveri totali e fini di oltre il 75%: tale intervento assume quindi un'importanza sostanziale al fine di prevenire la diffusione di polveri all'esterno delle aree di cantiere.

Oltre al sollevamento delle polveri causato dal movimento dei mezzi è stata anche considerata l'emissione di PM<sub>10</sub> allo scarico dei mezzi all'interno delle aree di cantiere prendendo a riferimento i fattori di emissione del software COPERT IV relativamente ai mezzi pesanti a gasolio di portata compresa tra 14 e 20 tonnellate e standard emissivo Euro 4 con velocità pari a 15 km/h. Il fattore di emissione chilometrico utilizzato è pari a 0.125 g/km.

### Impianto di betonaggio

Le attività legate all'impianto di betonaggio che possono generare emissione di polveri sono riassunte nelle tabelle seguenti, che riportano le emissioni rispettivamente per PM<sub>tot</sub> e PM<sub>10</sub>:

- trasferimento inerti (aggregati e sabbia);
- rifornimento dai silos (cemento e additivi);
- carico del miscelatore;
- carico della autobetoniera.

I fattori di emissione assunti per tali attività e i corrispondenti indicatori dell'attività sono riportati nella tabella seguente (AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 11, 11.12 Concrete Batching – Final Section – June 2006).

Non essendo disponibili i dati dei fattori di emissione controllata delle fasi evidenziate nelle tabelle con l'asterisco, può essere utilizzato in via cautelativa il fattore di emissione non controllata.

Nel caso di impianti di betonaggio dotati di connessioni chiuse con confinamenti totali tra:

- le tramogge silos delle materie prime e le tramogge dosatrici;
- le tramogge dosatrici ed il miscelatore;
- il punto di conferimento del prodotto finale e la tramoggia di imbocco delle autobetoniere.

Possono essere considerate le sole emissioni controllate sottolineate nelle tabelle.

Fase	Materiale	Emissione non controllata	Emissione controllata
Trasferimento di aggregati*	Ghiaia	0,0035	<u>0,0035</u>
Trasferimento di sabbia*	Sabbia	0,0011	<u>0,0011</u>
Scarico del cemento a silos elevati (metodo pneumatico)	Cemento	0,36	<u>0,00050</u>
Scarico degli "integratori" cemento a silos elevati (metodo pneumatico)	additivi	1,57	<u>0,0045</u>
Tramoggia dosatrice*	Totale	0,0026	<u>0,0026</u>
Caricamento del miscelatore	Totale	0,286	<u>0,0092</u>
Caricamento delle autobetoniere	Totale	0,559	<u>0,049</u>

*Emissione di PTS da impianti di betonaggio (kg/t)*

Si evidenzia come l'uso degli interventi di controllo delle emissioni possa comportare una riduzione dell'emissione di polveri totali compresa tra il 67,8% e il 99,9% circa, a seconda della fase di lavorazione.

Fase	Materiale	Emissione non controllata	Emissione controllata
Trasferimento di aggregati*	Ghiaia	0,0017	<u>0,0017</u>
Trasferimento di sabbia*	Sabbia	0,00051	<u>0,00051</u>
Scarico del cemento a silos elevati (metodo pneumatico)	Cemento	0,24	<u>0,00017</u>
Scarico degli "integratori" cemento a silos elevati (metodo pneumatico)	additivi	0,65	<u>0,0024</u>
Tramoggia dosatrice*	Totale	0,0013	<u>0,0013</u>

Fase	Materiale	Emissione non controllata	Emissione controllata
Caricamento del miscelatore	Totale	0,078	0,0028
Caricamento delle autobetoniere	Totale	0,155	0,0131

*Emissione di PM<sub>10</sub> da impianti di betonaggio (kg/t)*

Si evidenzia come l'uso degli interventi di controllo delle emissioni possa comportare una riduzione dell'emissione di PM<sub>10</sub> compresa tra il 91,6% e il 99,9% circa, a seconda della fase di lavorazione.

### 1.8.3 Movimentazione mezzi pesanti sulla rete viaria: specifiche dei modelli di emissione

La stima delle emissioni inquinanti in atmosfera dovuta alla movimentazione dei mezzi pesanti da e per i cantieri è solitamente effettuata in condizioni conservative, riferendosi cioè alle attività che maggiormente determinano movimentazioni di mezzi pesanti.

#### Il parco veicolare e i Fattori di emissione

Il calcolo delle emissioni è stato effettuato prendendo a riferimento i fattori di emissione del software COPERT IV versione 9.1 relativamente ai mezzi pesanti a gasolio di portata compresa tra 14 e 20 tonnellate e standard emissivo Euro 4 con velocità pari a 15 km/h. Il fattore di emissione chilometrico utilizzato è pari a 0.125 g/km.

### 1.8.4 Risultati

Vengono presentati separatamente i risultati per ognuna della attività in forma parametrica, in mancanza di dati sull'indicatore di attività.

#### Cumuli di terra, carico e scarico

In questo caso il calcolo è effettuato relativamente ai volumi di smarino per una movimentazione oraria pari a 1 mc di materiale.

Per il materiale movimentato durante le operazioni di scavo si è effettuato il calcolo considerando una umidità del materiale sfavorevole, pari a 1,5%, e due differenti condizioni di vento. Si riportano di seguito i risultati del carico emissivo atteso in kg/h:

PTS	PM <sub>10</sub>
0,01044	0,00492

*velocità del vento pari a 6 m/s – valori espressi in kg/h*

PTS	PM <sub>10</sub>
0,00252	0,0012

*velocità del vento pari a 2 m/s – valori espressi in kg/h*

Si ripete ora il calcolo relativamente allo stesso materiale accumulato. In questo caso per la stima in condizioni "normali" l'umidità del materiale è assunta pari a 0,25%, in condizioni post-innaffiamento pari a 4,8%.

Senza innaffiamento		Post-innaffiamento	
PTS	PM <sub>10</sub>	PTS	PM <sub>10</sub>
0,12832	0,6068	0,00204	0,00096

*velocità del vento pari a 6 m/s – valori espressi in kg/h*

Senza innaffiamento		Post-innaffiamento	
PTS	PM <sub>10</sub>	PTS	PM <sub>10</sub>
0,03076	0,01456	0,00048	0,00024

*velocità del vento pari a 2 m/s – valori espressi in kg/h*

Emerge chiaramente come la bagnatura del terreno durante i lavori di movimento terra possa comportare una riduzione dell'emissione, sia di polveri totali sia di PM<sub>10</sub>, di oltre il 98%.

#### Traffico veicolare nelle aree pavimentate

Per la stima di impatto ci si è riferiti ad percorrenza oraria complessiva dei mezzi da e per il cantiere unitaria, pari cioè a 1,0 km. I valori di emissione attesi, espressi in kg/h, sono riportati nella seguente tabella.

Senza innaffiamento		Post-innaffiamento	
PTS	PM <sub>10</sub>	PTS	PM <sub>10</sub>
0,79030	0,15169	0,18269	0,03506

*valori espressi in kg/h*

Si conferma, pertanto, come la bagnatura della sede stradale possa comportare una riduzione dell'emissione di polveri totali e fini di oltre il 75%.

#### Attività di betonaggio

È stato già ampiamente dimostrato come a seconda della fase di lavorazione, l'uso degli interventi di controllo delle emissioni possa comportare una riduzione dell'emissione di PM<sub>10</sub> compresa tra il 91,6% e il 99,9% circa.

**Attività di produzione asfalti**

Tale attività, prevista nell'area adibita alla produzione degli asfalti del cantiere CB01, afferisce all'impianto di produzione di conglomerati bituminosi, contiguo alle aree per lo stoccaggio e miscelazione degli inerti e a quella di accumulo del fresato.

In tali impianti di produzione di conglomerati bituminosi il ciclo di lavorazioni prevede la miscelazione di inerti di adeguata granulometria con bitume reso fluido mediante riscaldamento. Il conferimento delle materie prime ed il ritiro del prodotto per il suo impiego è assicurato mediante trasporto su camion.

Gli impatti ambientali prevedibili sulla componente atmosfera sono:

- ✓ impatto dei trasporti di materie prime e prodotto finito in termini di emissioni dirette ed indirette provocate dalla movimentazione dei mezzi (per il quale si rimanda ai paragrafi precedenti)
- ✓ impatti delle lavorazioni sull'ambiente esterno caratterizzati da odori (Idrocarburi Policiclici Aromatici - IPA) e particolato (PM<sub>10</sub>) risultante dai processi di essiccaimento e mescola con bitume

**Movimentazione mezzi pesanti sulla rete viaria**

Anche in questo caso il calcolo è effettuato in forma parametrica, relativamente ad un numero di passaggi orari pari a 10 mezzi. Tali flussi non sono tali da influenzare significativamente la qualità dell'aria, producendo, secondo le stime, le seguenti emissioni (i dati sono espressi come emissioni lineari in kg/km).

CO	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>
0,06358	0,06132	0,00125

*valori espressi in kg/km*

**1.8.5 Conclusioni**

La somma dei singoli contributi, valendo il principio di sovrapposizione degli effetti, determina i valori di concentrazione attesi al suolo. Effettuando il calcolo sulla base delle stime parametriche di cui ai paragrafi precedenti i valori di concentrazione attesi sono decisamente trascurabili rispetto ai valori di norma.

Emerge comunque dai risultati delle stime condotte che l'attività di bagnatura assume un'importanza sostanziale al fine di prevenire la diffusione di polveri all'esterno delle aree di cantiere.

## 2 AMBIENTE IDRICO

### 2.1 Inquadramento generale

L'idrografia dell'area è strettamente legata alla morfologia, al regime delle precipitazioni ed alla natura litologica dei terreni affioranti. Dal punto di vista morfologico l'area è strutturata intorno al sistema fluviale del Fiume Ombrone ed ai versanti montani che vi confluiscono.

La pianura grossetana è una pianura alluvionale, formatasi a partire dal Pleistocene superiore, grazie all'apporto dei sedimenti del fiume Ombrone nel grande golfo che si era creato in conseguenza delle aggressioni legate alle fasi interglaciali.

La formazione di cordoni dunali lungo il litorale in epoca etrusca, favorì la creazione di una laguna che in tempi più recenti si trasformò in un grande lago (lago Prile). Attualmente il delta è interessato da un forte processo erosivo iniziato nella seconda metà del XIX secolo dopo una fase secolare di accrescimento.

Questa inversione di tendenza è da mettere in relazione con l'inizio delle opere di bonifica per colmata che privarono di una notevole quantità di sedimenti l'apporto fluviale alla costa. Il fenomeno erosivo è proseguito anche successivamente alla fine della bonifica, e tutt'oggi va progressivamente interessando settori sempre più estesi del delta.

Questo stato di deficit sedimentario del litorale è da attribuire all'esiguo trasporto solido del fiume determinato dalle opere di sistemazione dei versanti e dell'alveo stesso e, in modo determinante, dall'estrazione di inerti da quest'ultimo.

La forte erosione che interessa il delta unita all'avanzamento del mare sta favorendo l'infiltrazione delle acque salate nella falda acquifera. Tale fenomeno è aggravato dal maggior prelievo dai pozzi, dall'aumento dell'uso dei fertilizzanti in superficie e dalla subsidenza cui la pianura maremmana è soggetta.

### 2.2 Idrografia superficiale

L'idrografia superficiale è condizionata da vari fattori tra i quali la litologia, l'assetto strutturale, il verificarsi di fenomeni endogeni che possano innescare frane o determinare bruschi cambiamenti della rete idrografica, del clima e dell'azione dell'uomo.

Nel complesso la rete di canali e corsi d'acqua oggetto del presente studio si presenta in buone condizioni di manutenzione, con sezioni abbastanza regolari e pulite.

#### 2.2.1 Idrografia del Parco della Maremma

All'interno del Parco si possono distinguere due tipi di **reticolo idrografico**: il primo caratterizzato da una rete di corsi d'acqua secondari, prevalentemente artificiali, realizzati a seguito della bonifica della pianura e facilmente riconoscibili dal loro andamento rettilineo e dai loro argini manufatti; tra questi spicca, per dimensioni, il Canale Essiccatore Principale dell'Alberese a Nord e il Solco di Collecchio a Sud, il secondo ad andamento sub-parallelo, presente esclusivamente sui rilievi montuosi e caratterizzato da piccoli corsi d'acqua aventi regime spiccatamente torrentizio.

L'acquifero presente all'interno del territorio del Parco è molto vicino al litorale marino e quindi risulta, come tutti gli acquiferi costieri, in comunicazione con il mare ed il movimento della falda verso la riva viene ostacolata dalla corrente inversa di acqua salata: ci troviamo di fronte così al fenomeno del galleggiamento dell'acqua di falda (avente una densità di circa 1 g/cm<sup>3</sup>) su quella marina (relativamente più densa, 1,025 g/cm<sup>3</sup> con 35 g/l di sali disciolti). Questo equilibrio viene interrotto quando la falda è soggetta a continui e forti emungimenti (estremità nord e sud dell'area del Parco), i quali causano il richiamo di acqua dal mare e la risalita della zona di interfaccia si è calcolato che per un abbassamento di 1 metro della falda di acqua dolce l'interfaccia acqua dolce/acqua salata risale di circa 40 m).

L'ingressione di acqua marina è favorita anche dal sollevamento del livello medio del mare, provocato soprattutto dall'aggravata subsidenza delle pianure che è dovuta, oltre alla naturale compattazione dei sedimenti non consolidati, all'eccessiva estrazione di acqua sotterranea. Oltre a ciò, è presente anche una contaminazione dell'acqua di falda con acque mineralizzate di origine profonda di tipo solfato-alcalino terroso (caratterizzato da solfati, cloruri, calcio e magnesio) probabilmente connessa ad una risalita lungo faglie che avviene nei pressi di Alberese causando anche una vistosa anomalia termica (37° C).

Il fiume Ombrone nasce dal versante Sud-Est delle colline del Chianti in corrispondenza del paese di Castelnuovo Berardenga (SI). Fino alla confluenza con il Fiume Arbia presenta un andamento circa Nord-Sud per poi deviare brutalmente verso Ovest, probabilmente per cause tettoniche, tra Buonconvento e Montalcino. Da qui prosegue, sempre con direzione Nord-Sud, a andamento sub rettilineo fino al confine tra le provincie di Siena e Grosseto, in corrispondenza del quale assume un andamento NE-SW fino alla foce. Per i primi 40 km presenta caratteristiche di ruscello, con portate molto esigue che vengono notevolmente incrementate soltanto dopo la confluenza con il fiume Arbia. Altri suoi affluenti sono il Merse, l'Orcia e più a valle il Trasubbie. In corrispondenza della foce ha una lunghezza totale di circa 160 km ed un bacino idrografico di circa 3.500 km<sup>2</sup>.

### 2.2.2 Corsi d'acqua interferiti

In questo paragrafo si elencano i corsi d'acqua interferiti dalla struttura viaria in progetto segnalando quelli che sono stati inseriti nel Reticolo di Gestione della Regione Toscana con la LR n°79 del 2012, aggiornata dalla DCRT n° 9 del 2015.

Per Reticolo di Gestione si intende quella parte del reticolo idrografico che «*necessita di manutenzione, sorveglianza e gestione per garantire il buon regime delle acque, prevenire e mitigare i fenomeni alluvionali*». Altre informazioni derivano dai piani urbanistici dei Comuni e dai piani elaborati dalla Provincia e dalla Regione.

Tutti i corsi d'acqua di seguito illustrati fanno parte del Bacino idrografico dell'Ombrone Grossetano; l'ente di competenza è stata l'*Autorità di Bacino Regionale Ombrone* fino all'entrata in vigore della LR n° 77 del 24 dicembre 2013 che al Capo III, Sezione I recita "Soppressione autorità di bacino regionali. Modifiche alla legge regionale n° 91 dell'11 dicembre 1998". Nel sito web della Regione Toscana si legge che "Attualmente la materia è in fase di riordino in riferimento alle decisioni che verranno assunte per l'aggiornamento del D.Lgs. 152 del 03/04/2006".

- **1° Fosso senza nome**

All'inizio del lotto, al km -1+010, la realizzazione dell'area di esazione intercetta un piccolo fosso del 2° ordine di 500 m di lunghezza che versa le acque direttamente nel Fiume Ombrone. Queste caratteristiche comportano che l'eventuale inquinamento raccolto in fase di realizzazione e in fase di esercizio potrebbe raggiungere subito il fiume.

- **2° Fosso senza nome**

Ha origine dal rilievo collinare di Poggio Cavallo a circa 190 m di quota e arrivato in pianura assume l'andamento rettilineo dei fossi di bonifica. Fa parte del Reticolo di gestione, è lungo 2,200 km ed è del 2° ordine; dopo aver incrociato il tracciato autostradale, al km -0+610, prosegue in linea retta fino a scaricare le acque nel Fiume Ombrone. Valgono per questo fosso le stesse considerazioni fatte per il precedente.

- **3° Fosso senza nome**

Anche questo fosso, del 4° ordine e del Reticolo di gestione, ha inizio dalle basse colline di Poggio Cavallo a breve distanza dal precedente, intercetta l'autostrada dopo 1,160 km al km -0+370 e dopo un percorso di circa altri 0,750 km intercetta ad angolo retto uno dei fossi della bonifica che a sua volta sversa le acque in un altro fosso che è affluente del Fosso Rispecchia che va poi a scaricare le acque nel Fiume Ombrone.

- **4° Fosso senza nome**

Breve corso d'acqua che ha origine dalle basse colline a est del tracciato che incrocia alla progressiva -0+220. Confluisce in uno dei canali della bonifica che va a versare le acque nel

Fosso Rispecchia e quindi nell'Ombrone.

- **5° Fosso senza nome**

L'autostrada supera, alla progressiva 0+310, questo fosso del 2° ordine di circa 1,5 km di lunghezza che convoglia le acque in un fosso del reticolo di bonifica che come recapito ha il Fosso Rispecchia a sua volta tributario del Fiume Ombrone.

- **6° Fosso senza nome**

Questo fosso di circa 1,1 km di lunghezza, pur non rientrando nel reticolo di gestione, è inserito in questo elenco in quanto ha una fascia di rischio idraulico. È un corso d'acqua del 1° ordine e intercetta l'autostrada, che sottopassa al km 0+720, sfocia nel reticolo di bonifica che, come il precedente, convoglia le acque nel Fosso Rispecchia e quindi nel Fiume Ombrone.

- **7° Fosso senza nome**

Fosso del 1° ordine di circa 2,140 km di lunghezza che funge da collettore delle acque di una fascia di territorio e le versa nel Fosso Rispecchia e quindi nel Fiume Ombrone. L'autostrada lo scavalca alla progressiva 1+340.

- **Fosso Rispecchia**

Al km 1+485 l'autostrada in progetto attraversa il Fosso Rispecchia, corso d'acqua del reticolo di gestione, del 3° ordine, lungo 11 km, che nasce in località Poggio l'Apparita; è un affluente di sinistra del Fiume Ombrone in località Podere San Carlo.

- **Fosso Padulino**

Questo fosso prende origine in corrispondenza del tracciato autostradale, al km 3+000, in corrispondenza della progettata piazzola di sosta. Fa parte del Reticolo di gestione ed è un corso d'acqua del 1° ordine, lungo circa 2 km che sfocia nel Canale Collettore del Barbicato che è tributario del Canale Essiccatore Principale dell'Alberese che versa le sue acque nel Fiume Ombrone poco prima della sua foce.

- **Fosso Barbicato**

Fosso del 3° ordine lungo 4 km del reticolo di gestione, prende origine dalle colline subito ad oriente dell'infrastruttura stradale che interseca al km 3+755 a mezzo di un tombino e unisce le proprie acque con quelle del Fosso Padulino per formare il Canale Collettore del Barbicato che a sua volta versa le acque nel Canale Essiccatore Principale dell'Alberese che sfocia nel Fiume Ombrone.

- **Fosso Migliarino**

È un fosso del reticolo di gestione, lungo 5 km, del 4° ordine che viene attraversato dall'autostrada al km 4+910. Si origina dai colli di Poggio Montello e, dopo 0,600 km dal ponte riceve le acque del Fosso della Banditella, dopo circa 0,300 km riceve le acque del Fosso di

Valle Giardino e quindi dopo altri 0,600 km confluisce nel Canale Pescina Statua che scarica le acque nel Canale Essiccatore Principale dell'Alberese che sfocia nel Fiume Ombrone.

- **Fosso della Banditella**

Il Fosso, parte del Reticolo di gestione, è del 2° ordine con un corso di 3 km che interseca l'autostrada al km 5+110 e, come detto sopra, confluisce nel Fosso Migliarino e quindi le acque arrivano nel Fiume Ombrone.

- **8° Fosso senza nome**

Piccolo fosso del 1° ordine del Reticolo di gestione che si origina nei pressi del tracciato ha circa 1 km di lunghezza. Intercetta l'autostrada al km 5+805 e dopo circa 0,580 km versa le acque nel Fosso di Valle Giardino anche lui tributario del Fosso Migliarino con recapito finale nel Fiume Ombrone.

- **Fosso di Valle Giardino**

Questo corso d'acqua facente parte del Reticolo di gestione è del 2° ordine e nasce tra le colline del Lecceto del Sarto sfociando dopo 5 km nel Fosso Migliarino e come detto sopra le acque confluiscono nel Fiume Ombrone. L'autostrada scavalca questo corso d'acqua al km 6+253.

- **9° Fosso senza nome**

Questo canale, che non fa parte del reticolo di gestione, prende origine dai fossi di bonifica della pianura a est della via Aurelia e arriva dopo circa 1,200 km a sfociare nel Fosso dell'Acquapora. È scavalcato dall'autostrada alla progressiva 6+520.

- **Fosso dell'Acquapora**

Anche questo corso d'acqua fa parte del Reticolo di gestione, è del 1° ordine ed è lungo circa 3 km. Scende dalle colline subito ad est dell'autostrada e dopo aver incrociato l'autostrada al km 7+255 continua per circa 1,500 km per confluire nel Canale Pescina Statua che sfocia nel Canale Essiccatore Principale dell'Alberese e quindi nel Fiume Ombrone.

- **Fosso Carpina**

Anche questo fosso, parte del Reticolo di gestione, nasce nei rilievi collinari a est della nuova autostrada, e prende le acque di vari piccoli fossi collinari tra cui il Fosso le Botre; è un corso d'acqua del 3° ordine ed ha una lunghezza di 4 km. L'autostrada in progetto lo scavalca al km 8+075. Dopo il ponte il fosso prosegue per circa 0,800 km per confluire nel già citato Canale Pescina Statua.

- **Canale Pescina Statua**

Importante canale della bonifica del 1° ordine di circa 7 km di lunghezza, fa parte del Reticolo di gestione, nasce a poca distanza dall'autostrada e dopo averla sottopassata si dirige verso nord fino ad incrociare il Fosso del Migliarino; da qui piega decisamente verso ovest per confluire nel

Canale Collettore del Barbicato e dare insieme origine al Canale Essiccatore Principale dell'Alberese e come detto sopra le acque sono convogliate fino al Fiume Ombrone. L'interferenza avviene al km 9+145.

- **Fosso del Romitorio**

Importante canale del Reticolo di gestione funge da raccolta delle acque di vari fossi, non interferisce con l'autostrada in progetto ma la costeggia ad una distanza di 150÷200 m per 2 km raccogliendo le acque ruscellanti nell'area. Ha origine nelle colline di Poggio dell'Uccellina a ovest dell'infrastruttura stradale e con una lunghezza di 6 km circa arriva a scaricare le acque nello Scolo di Collecchio in corrispondenza della progressiva km 12+820. Questo canale fa confluire le acque nel Collettore Occidentale che sbocca direttamente in mare nel Golfo di Talamone

- **10° Fosso senza nome**

Questo fosso del 2° ordine raccoglie le acque dei rilievi collinari noti come Poggi del Monte Cornuto e fa parte del reticolo di gestione. Interseca l'autostrada al km 11+790 ed ha una lunghezza di poco più di 2 km e sfocia nel descritto Fosso del Romitorio. Le acque sono poi convogliate a mare come descritto nella voce precedente.

- **Scolo di Collecchio**

Questo fosso ha inizio dai piccoli rilievi collinari accostati sul lato orientale dell'autostrada tra il km 12 ed il km 13; sottopassa l'autostrada al km 12+560 e prosegue verso sud per una lunghezza totale di 4 km. Fa parte del Reticolo di gestione da subito prima di incrociare l'autostrada fino alla foce. Confluisce nel Collettore Occidentale che scarica le sue acque dopo 4 km nel Golfo di Talamone.

- **Fosso delle Porcarelle**

Alcuni piccoli fossi che drenano le acque della località Le Cetine-Razaione confluiscono per dare origine a questo fosso del 4° ordine che fa parte del Reticolo di gestione; dopo essersi diretto verso valle il fosso costeggia per circa 0,600 km la nuova autostrada per allontanarsene di nuovo dirigendosi verso sud per una lunghezza totale di 3 km. Confluisce poi con il Fosso di Brancalino per dare origine al canale della bonifica che prende il nome di Collettore Orientale. Questo si dirige ancora verso sud fino ad incrociare l'autostrada oltre la fine del lotto e piegare a ovest per sfociare nel Golfo di Talamone nei pressi di Fonteblanda.

Come evidenziato nelle rispettive descrizioni, i 17 corsi d'acqua interferiti dall'infrastruttura stradale, sia quelli naturali sia quelli artificiali della bonifica, fanno parte in maggioranza del reticolo idrografico del Fiume Ombrone. Solo gli ultimi 4 sono tributari di due dei canali principali della bonifica, il Collettore Occidentale e il Collettore Orientale che sfociano direttamente nel Mare Tirreno, nel Golfo di Talamone.

## 2.3 Qualità delle acque superficiali

L'attività, fortemente supportata da indagini dirette, è stata basata in parte su metodologie standardizzate di osservazione in sito per la caratterizzazione ecologico-naturalistica dei corsi d'acqua, in grado di fornire il necessario supporto comparativo tra i siti esaminati, in parte su valutazioni sito-specifiche emerse dai sopralluoghi e su analisi cartografiche dei tematismi territoriali di interesse.

Nell'impostazione/esecuzione delle indagini e nell'interpretazione dei relativi risultati sono stati tenuti in conto i dati di monitoraggio/caratterizzazione naturalistica pregressi e le prescrizioni normative, particolarmente in materia di vincoli ambientali e corridoi ecologici. La funzionalità ecologica di un corso d'acqua è un fenomeno molto complesso da descrivere, che comprende diversi aspetti ambientali dell'ecosistema fluviale, tra i quali:

- capacità di sostenere un elevato numero di habitat e conseguentemente un alto tasso di biodiversità in specie vegetali ed animali;
- colonizzazione dei macro-invertebrati bentonici;
- capacità di ciclizzazione e ritenzione della sostanza organica (auto depurazione);
- funzioni dell'ecotono fluviale (punto di contatto tra l'ecosistema fluviale e quello circostante);
- ruolo di corridoio ecologico del corso d'acqua.

### 2.3.1 Inquadramento generale

Il monitoraggio dello stato ecologico e chimico delle acque superficiali nella Regione Toscana è condotto secondo quanto stabilito dalla *Direttiva 2000/60/CE* che è stata recepita in Italia con il *D.Lgs. 152/2006*.

Le caratteristiche tecniche della rete di monitoraggio sono state definite dalla seguente normativa *Decreto del Ministero dell'Ambiente n° 131 del 16 giugno 2008* che definisce i "Criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici" in attuazione dell'articolo 75 del *D.Lgs. 152/06*

*Decreto del Ministero dell'Ambiente n° 56 del 14 aprile 2009* che esplicita ulteriori "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici" e in particolare descrive i tipi di monitoraggio.

*Decreto del Ministero dell'Ambiente n° 260 dell'8 novembre 2010* che introduce ulteriori specifiche nei "Criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali" definendo gli indicatori da utilizzare nella classificazione e le relative modalità di applicazione e interpretazione.

*D.Lgs. n° 219 del 10 dicembre 2010* che definisce gli "Standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque" in attuazione della *Direttiva 2008/105/CE* che modifica la precedente *Direttiva 2000/60/CE* e recepisce la *Direttiva 2009/90/CE* che dà le "Specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque".

La rete di monitoraggio ambientale è stata definita dalla Regione Toscana con la *DGRT n° 100 dell'8 febbraio 2010* che è stata poi integrata e modificata con la *DGRT n° 847 del 14 ottobre 2013*.

Il *D.Lgs. 152/06*, così come modificato ed integrato dai decreti ministeriali illustrati, definisce nella sezione II la disciplina generale per la tutela delle acque superficiali, marine e sotterranee perseguendo diversi obiettivi tra i quali:

- prevenire e ridurre l'inquinamento e attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;
- conseguire il miglioramento dello stato ed adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi;
- mantenere la capacità naturale di auto depurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali ampie e ben diversificate.

Questi obiettivi si realizzano attraverso:

- l'individuazione di obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione dei corpi idrici;
- un adeguato sistema di controlli e sanzioni nel rispetto dei valori limite relativamente agli scarichi anche in relazione agli obiettivi di qualità del corpo idrico recettore;
- l'adeguamento dei sistemi di fognatura, collettamento e depurazione degli scarichi idrici, nell'ambito del servizio idrico integrato;
- l'individuazione di misure per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento nelle zone vulnerabili e nelle aree sensibili.

### 2.3.2 Definizione degli indicatori e metodologia di calcolo

#### Lo stato ecologico

A seguito dei cambiamenti introdotti dalla *Direttiva 2000/60/CE* e dalla legislazione sopra illustrata, è intervenuta una sostanziale modifica per la valutazione dello stato qualitativo dei corsi d'acqua che ora si attua con il rilievo e la valutazione degli indici illustrati di seguito.

#### Elementi di Qualità Biologica (d'ora in avanti EQB)

Per questa valutazione occorre eseguire il campionamento, la determinazione ed il conteggio dei Macro invertebrati bentonici, delle Diatomee bentoniche, delle Macrofitte delle acque correnti e della Fauna ittica fluviale.

#### Caratteristiche generali fisico chimiche

Va inoltre eseguito un campionamento delle acque fluviali per determinare le caratteristiche fisico chimiche generali (temperatura, ossigeno disciolto, salinità, pH, presenza di nutrienti) da utilizzare insieme agli elementi biologici, nella valutazione dello stato ecologico. Valutazione che segue la scala di valori riportata nella tabella 2.1 seguente.



Tabella 2.1 - Livelli di valutazione dello Stato Ecologico.

EQB		Elementi generali fisico chimici
Elevato	Elevato	
Buono	Buono	
Sufficiente	Sufficiente	
Scarso	Scarso	
Cattivo	Cattivo	

La valutazione incrociata dei risultati ottenuti con le analisi degli EQB e degli elementi generali fisico chimici, consente di estrapolare il giudizio peggiore che si confronterà con i valori ottenuti per lo stato chimico.

**Lo stato chimico**

Ai fini della prima classificazione, la valutazione dello stato chimico dei corpi idrici superficiali è effettuata ai valori soglia riportati nella tabella 1/A dell'allegato 1 alla parte terza del D.Lgs. 152/06; le autorità competenti possono altresì effettuare il rilevamento dei parametri aggiuntivi relativi ad inquinanti specifici elencati nella tabella 1/B, individuati in funzione delle informazioni e delle analisi di impatto dell'attività antropica di cui all'allegato 3 e al piano di tutela dell'allegato 4 al D.Lgs. 152/06.

Tranne nel caso della presenza naturale di particolari composti, la presenza di inquinanti con concentrazioni superiori a quelle della tabella 1/A determina la classificazione nella classe "non buono" del corpo idrico superficiale e l'adozione nei piani di tutela delle misure atte a prevenire un ulteriore deterioramento e a conseguire progressivamente lo stato "buono".

Tabella 2.2 - Livelli di valutazione dello Stato Chimico

Stato chimico
Buono
Non Buono

**2.3.3 Risultati**

Nell'Annuario dei dati ambientali pubblicato dall'ARPA Toscana nel 2015, in cui sono illustrati i risultati dei monitoraggi effettuati nel 2014 il Fosso Rispecchia non è compreso tra quelli elencati nelle tabelle, né si sono rintracciate informazioni sulle altre aste idriche interessate dalla variante in progetto.

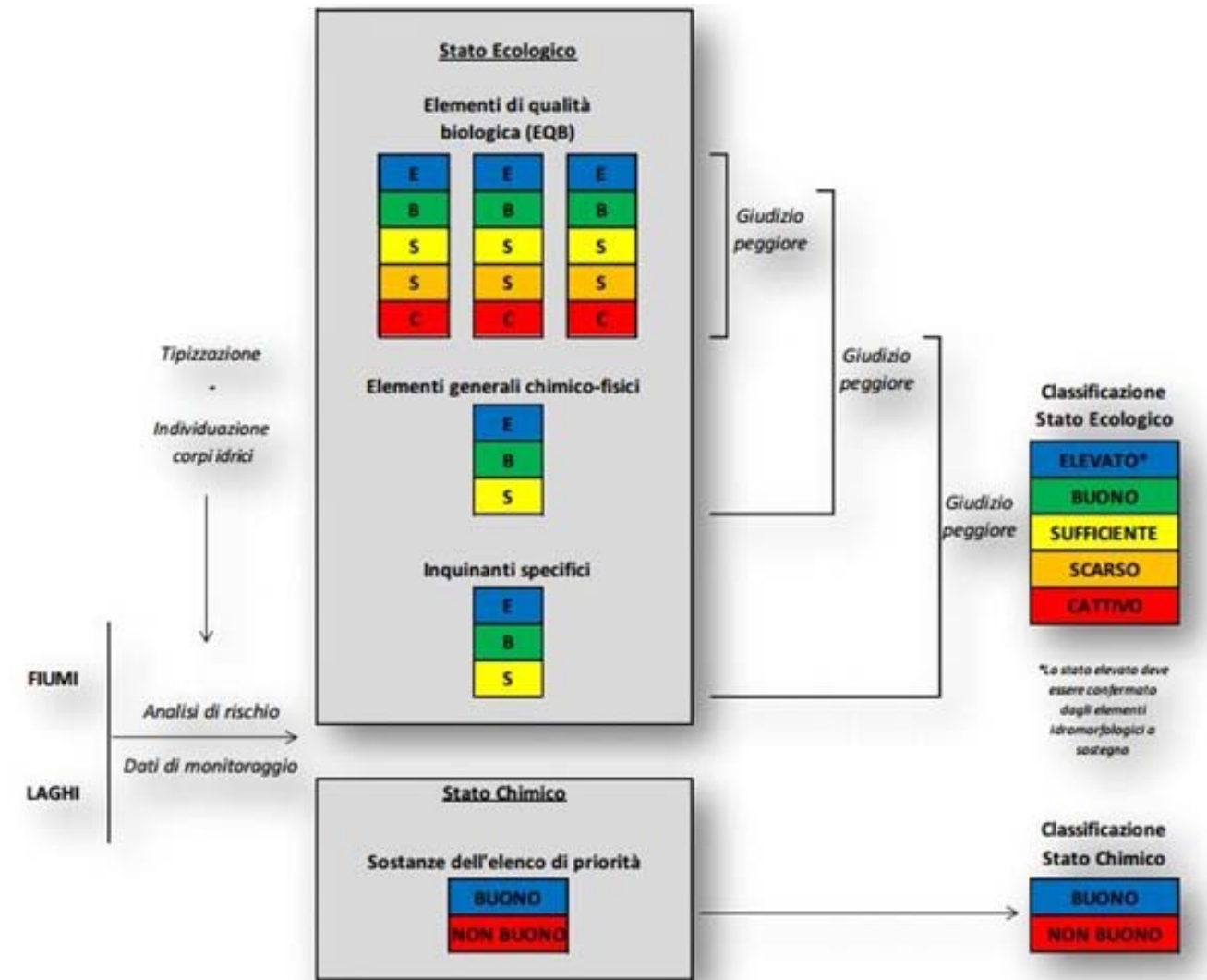


Figura 2.1 – Schema generale per la classificazione dello stato delle acque superficiali

A partire dal 2010 il monitoraggio effettuato dall'ARPA Toscana ha previsto il campionamento annuale dei corpi idrici catalogati come "a rischio" e triennale di quelli catalogati "non a rischio" ed i risultati sono stati riportati nelle tabelle inserite nel citato Annuario del 2015.

Le stazioni di misura vicine all'area interessata dal tratto di autostrada in studio sono quelle individuate con le sigle MAS-036, MAS-037, MAS-046 e MAS-047. Nella figura 2.2 sono riportati i risultati relativi al Sottobacino dell'Ombrone con le valutazioni per lo stato ecologico e lo stato chimico dei corsi d'acqua controllati dall'ARPAT, ottenute dalle misurazioni effettuate a partire dal 2010.

Sottobacino	Provincia	Corpo idrico	Cod.	Stato Ecologico		Stato Chimico		
				Triennio 2010-2012	Triennio 2013-2015 <sup>1</sup>	Triennio 2010-2012	2013 <sup>2</sup>	2014 <sup>3</sup>
<b>BACINO OMBRONE GROSSETANO</b>								
Ombrone	SI	Ombrone Senese	MAS-031	🔴	🟡	🔵	🔴	🔵
	SI	Ombrone Senese	MAS-032	🔴	🟡	🔴	🔵	🔵
	GR	Ombrone Grossetano	MAS-034	🟡	2015	🔵	🔵	🔴
	GR	Ombrone Grossetano	MAS-036	🟡	2015	🔵	🔵	🔴
	GR	Ombrone Foce	MAS-037	🟡	🟢			
	GR	Melacciole	MAS-046	🟢	🟡	🔵		🔵
	GR	Emissario Di San Rocco	MAS-548	🟡	🟡	🔵	🔴	🔴
	SI	Chiusella	MAS-914	🟡	🟡			
	SI	Fosso Scheggiola	MAS-938		🟡			

**STATO ECOLOGICO**  
 🟡 Cattivo 🟠 Scarso 🟡 Sufficiente 🟢 Buono 🟡 Elevato  
 🟡 Non campionabile\* 🟡 Eliminato dalla rete di monitoraggio\*\*

**STATO CHIMICO**  
 🟡 Buono 🟡 Non Buono 🟡 Buono da Fondo nat

Figura 2.2 – Stato ecologico e chimico dei corpi idrici del sottobacino del Fiume Ombrone.

Le stesse informazioni sono sintetizzate nella carta a grande scala inserita nel Rapporto sul Monitoraggio delle acque edito nel 2015 sempre dall'ARPAT. In essa sono rappresentati lo Stato Ecologico e lo Stato Chimico dei corsi d'acqua monitorati.

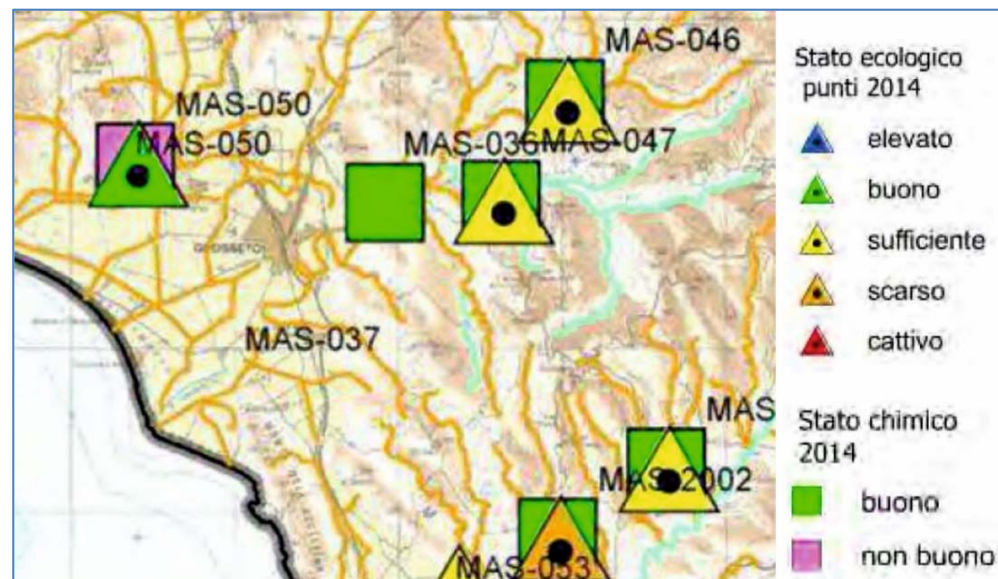


Figura 2.3 – Stato Ecologico e Chimico delle acque superficiali dell'area di Grosseto

Nella figura 2.2, con riferimento all'ultimo triennio, per la stazione MAS 036 si ha assenza di dati per lo stato ecologico e valore buono per lo stato chimico, mentre per la stazione MAS 037 si ha valore buono per lo stato ecologico e assenza di dati per lo stato chimico. Dallo stralcio comprendente l'area interessata che si riporta in figura 2.3, si evince che per il Fiume Ombrone nella stazione di misura MAS 036 lo stato chimico è buono mentre nella stazione MAS 037 non sono stati rilevati dati.

Sono inoltre presenti le stazioni di misura MAS-046 e MAS-047 per le quali si hanno, sia nella tabella sia nella cartina, gli stessi valori.

Tabella 2.3 - Stato Ecologico e Chimico delle acque dei corsi d'acqua nell'area di interesse (ARPAT)

Stazione	Stato ecologico	Stato chimico
MAS-036		Buono
MAS-037	Buono	
MAS-046	Sufficiente	Buono
MAS-047	Sufficiente	Buono

Nella relazione del Piano di Gestione delle Acque-II ciclo (2016) pubblicato dal Distretto dell'Appennino Settentrionale sono reperibili i dati sulla qualità ecologica e chimica per alcuni dei corsi d'acqua interferiti dall'infrastruttura autostradale che risultano monitorati. Dalle schede contenute nel detto Piano si può desumere quanto segue.

Tabella 2.4 - Stato Ecologico e Chimico delle acque di alcuni corsi d'acqua (Piano Gestione Acque-Distretto App. sett.)

Nome	Natura	Stato ecologico	Stato chimico
Fiume Ombrone (Gr)	Naturale	Scarso	Buono
Fosso Rispecchia	Artificiale	Buono	Buono
Fosso Migliarino	Artificiale	Buono	Buono
Fosso della Banditella	Naturale	Sufficiente	Buono
Fosso del Romitorio	Artificiale	Sufficiente	Buono

### 2.3.4 Monitoraggi del Torrente Osa e del Fiume Albegna

Nei mesi di Marzo ed Aprile del 2016 il BioChemieLab ha condotto per il Torrente Osa e per il Fiume Albegna delle indagini con il metodo di campionamento multihabitat (MHP) per determinare lo stato ecologico e l'indice di funzionalità fluviale (IFF). I risultati di queste indagini hanno consentito di determinare i valori che si riportano, per ciascun punto di indagine, nella tabella seguente.

Tabella 2.5 - Valutazione del livello dello stato ecologico (SE) e dell'indice di funzionalità fluviale (IFF) a seguito delle indagini svolte nel periodo marzo-aprile 2016.

stazioni di misura	SE	IFF
F. Ombrone FIM-01	sufficiente	III mediocre
F. Ombrone FIV-01	scarso	-
F. Rispecchia FIM-01	sufficiente	-

stazioni di misura	SE	IFF
F. Rispecchia FIV-01	scarso	-
F. Carpina FIM-01	sufficiente	-
F. Carpina FIV-01	sufficiente	-

Fosso della Banditella	5+110	elevata
8° Fosso senza nome	5+805	elevata
Fosso di Valle Giardino	6+253	elevata
9° Fosso senza nome	6+520	elevata
Fosso dell'Acquapora	7+255	elevata
Fosso Carpina	8+075	elevata
Canale Pescina Statua	9+145	elevata
10° Fosso senza nome	11+790	elevata
Scolo di Collecchio	12+560	elevata

## 2.4 Aree sensibili

L'analisi "ante operam" ha consentito di caratterizzare tutti gli aspetti sulle componenti del sistema in esame e, conseguentemente, di individuare tutti gli elementi sensibili (recettori) presenti nell'area di studio. A seguito di questa fase è stato possibile definire le possibili interferenze derivanti dalla fase di costruzione e di esercizio del tracciato stradale e delle sue opere accessorie (svincoli, viabilità secondaria, ecc.) sui recettori individuati.

Possibili recettori sono i corsi d'acqua con stato ecologico e/o chimico non buono, passibili di aggravamento delle condizioni, le aree a rischio esondazione (*pericolosità idraulica*) ed i corsi d'acqua interferiti facenti parte del Reticolo di Gestione.

Per l'individuazione delle aree con pericolosità idraulica si è fatto riferimento alla relativa Carta del Piano di gestione Rischio alluvioni delle autorità dei Bacini Regionali infatti, successivamente alla predisposizione dei Progetti di PGRA del dicembre 2014, la Giunta Regionale Toscana ha dato indicazione affinché venisse perseguita la sostituzione dei Piani di Assetto Idrogeologico ex L. 183/1998 con il Piano di Gestione Rischio Alluvioni per i bacini di rilievo regionale Toscana Nord, Toscana Costa, Ombrone. Da questa Carta della pericolosità risulta la presenza di pericolosità idraulica elevata in corrispondenza dell'attraversamento del letto dei seguenti corsi d'acqua:

corso d'acqua	progressiva	pericolosità
2° Fosso senza nome	- 0+610	elevata
3° Fosso senza nome	- 0+370	elevata
4° Fosso senza nome	- 0+220	elevata
5° Fosso senza nome	0+310	elevata
6° Fosso senza nome	0+720	elevata
7° Fosso senza nome	1+340	elevata
Fosso Rispecchia	1+485	elevata
Fosso Padulino	3+000	elevata
Fosso Barbicato	3+755	elevata
Fosso Migliarino	4+910	elevata

Infine dal km 12+910 alla fine del lotto (km 16+419) l'autostrada attraversa un'area a pericolosità idraulica elevata come si rileva dalle Carte della pericolosità idraulica del Piano Regolatore Generale del Comune di Magliano in Toscana. In quest'area sono presenti vari fossi e canali tra i quali il Collettore occidentale, il Fosso delle Porcarelle ed il Collettore orientale che lambiscono a tratti la nuova autostrada senza peraltro intersecarla.

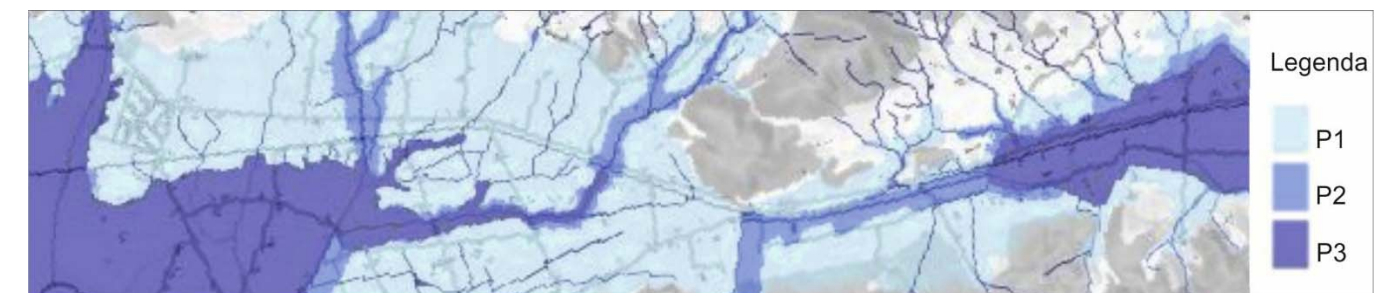


Figura 2.4 – Stralcio della Carta della Pericolosità idraulica per il tratto di territorio in cui si sviluppa il lotto 4 dell'autostrada in progetto (I simboli indicano: P1 pericolosità bassa. P2 pericolosità media. P3 pericolosità elevata).

### 2.4.1 Correlazione recettori ed impatti potenziali

La correlazione tra la sensibilità dei recettori e le tipologie costruttive previste in progetto consente di stabilire una matrice degli impatti basata sulla seguente classificazione di intensità degli effetti:

- 0 Impatto nullo
- 1 Impatto di bassa intensità
- 2 Impatto di media intensità
- 3 Impatto di alta intensità

*Tabella 2.6 - Matrice degli impatti.*

Matrice degli impatti	Classi di sensibilità			
	Aree non sensibili	Aree a bassa sensibilità	Aree a media sensibilità	Aree ad alta sensibilità
TIPOLOGIE TRACCIATO				
VIADOTTO/PONTE	0	0	1	2
RILEVATO	0	1	2	3
RASO/RILEVATO BASSO	0	0	0	1
TRINCEA	0	0	1	2
CAVALCAVIA	0	0	0	1
SOTTOVIA	0	0	1	2
STAZIONI DI SERVIZIO/BARRIERE	0	0	0	1

## 2.5 Analisi degli impatti

### 2.5.1 Definizione degli Impatti Potenziali

In relazione alla tipologia infrastrutturale in progetto e alle lavorazioni ad essa connesse, sono state individuate le seguenti tipologie d'impatto:

- alterazione del ruscellamento superficiale
- alterazione dell'assetto idraulico dei corsi d'acqua e delle aree di pertinenza;
- interferenza con il deflusso delle acque dalle aree esondabili in occasione di eventi meteorici eccezionali;
- alterazione delle proprietà fisico chimiche per immissione di acque contaminate da processi di lavorazione;
- alterazione delle proprietà fisico chimiche per immissione di acque contaminate da dilavamento di superfici inquinate, da scarichi civili e da sversamenti accidentali.

L'assegnazione della stima di impatto è derivata, principalmente, dalla valutazione della fonte impattante, in termini di entità e durata, e dal grado di vulnerabilità dei recettori e dell'acquifero libero superficiale. Per la valutazione degli impatti in sede di realizzazione ed in esercizio della nuova opera, si sono presi in esame le tipologie delle opere principali (rilevati, trincee, ponti e viadotti), valutando la differente interazione con l'ambiente in cui tali opere si inseriscono.

### 2.5.2 Impatti in fase di cantiere

I principali impatti in fase di cantiere sono:

Potenziale alterazione dello stato di qualità dei corpi idrici superficiali da:

- alterazione del deflusso delle acque di ruscellamento.
- dilavamento di aree potenzialmente inquinate o con caratteristiche generali differenti (depositi permanenti, temporanei, ecc.)
- scarichi di varia natura.

L'alterazione del deflusso delle acque di ruscellamento potrebbe risultare il maggiore impatto durante la fase di cantiere.

È provocato da tutte quelle azioni progettuali che determinano un potenziale ostacolo al naturale deflusso delle acque superficiali, come ad esempio: la deviazione dei corsi d'acqua e la loro sistemazione idraulica, la realizzazione di tipologie costruttive che interferiscono con il drenaggio delle acque (trincee, ecc.), la realizzazione di manufatti ed opere (tombini di dimensioni non idonee, pile di viadotti ecc.) in corrispondenza dei corsi d'acqua e delle potenziali aree di rischio.

Sono altresì possibili gli impatti derivanti dalle azioni progettuali nelle quali si producono liquidi o polveri inquinanti o durante le quali è possibile lo sversamento di liquidi inquinanti a seguito di incidente.

### 2.5.3 Impatti in fase di esercizio

I principali impatti potenziali in fase di esercizio sono:

- modifica del regime superficiale delle acque, conseguente alle deviazioni della rete superficiale minore, ovvero alle precipitazioni, con conseguente variazione sia dei coefficienti di deflusso sia dei tempi di corrivazione;
- inquinamento diffuso sulla piattaforma stradale che viene trasferito nel sistema di idraulico durante le prime fasi di pioggia (abrasione del manto stradale, delle gomme, dei ferodi dei freni, da perdite di liquidi, da immondizie gettate sul manto e/o portate dal vento), durante la precipitazione vengono trasportate in sospensione o in soluzione direttamente ai recapiti finali;
- sversamento di sostanze particolarmente dannose per l'ambiente quali idrocarburi e oli in occasione d'incidenti stradali.

Per le interferenze del primo tipo verranno previste misure per la messa in sicurezza dell'opera da eventi con tempi di ritorno duecentennali e saranno suggerite misure di mitigazione al fine di non aggravare il rischio idraulico dell'area in esame.

Per le interferenze del secondo tipo verranno effettuate verifiche idrauliche nell'ipotesi di moto permanente, negli scenari attuale e di progetto, e verranno definite le caratteristiche geometriche delle opere d'arte che costituiscono l'attraversamento in modo da non interferire con la corrente.

## 2.6 Analisi delle interazioni opera-ambiente

La valutazione dei siti di interferenza idraulica è stata condotta mediante l'analisi dei seguenti aspetti:

- sovrapposizione del tracciato piano – altimetrico con le aree che il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino Regionale del fiume Ombrone, classifica come aventi un indice di pericolosità idraulica o siano classificate come aree di pertinenza fluviale o golenali;
- sovrapposizione con le aree di rischio idraulico presenti nelle tavole del Regolamento Urbanistico del Comune di Grosseto dell'Aprile 2015;
- sovrapposizione con le aree di rischio idraulico presenti nelle tavole del Piano Regolatore Generale del Comune di Magliano del 2007-2012;
- sovrapposizione con le aree di rischio idraulico presenti nelle tavole del Piano strutturale del Comune di Orbetello del Marzo 2007;
- attraversamenti di altri corsi d'acqua (fiumi o torrenti) anche in assenza di una classificazione PAI.

## 2.7 Tipologie di impatto

### 2.7.1 Alterazione del deflusso delle acque di ruscellamento e delle acque di versante

La realizzazione della sede autostradale, delle attrezzature e dei servizi previsti comporta l'impermeabilizzazione di aree più o meno vaste che in caso di eventi meteorici possono causare:

- interruzione del deflusso delle acque di ruscellamento a causa della realizzazione di cantieri, piazzole, piste e sede stradale;
- aumento delle quantità di acque che scorrono verso i corpi idrici naturali con concentrazione del deflusso.

La realizzazione di nuovi tratti di viabilità connessa, della nuova sede stradale, dei piazzali adibiti a pedaggio ed a stazione di servizio, interessa sicuramente aree in cui il deflusso superficiale è di tipo non organizzato (acque di versante); l'effetto generato da tali opere nei confronti dell'ambiente idrico superficiale si esplica nella parziale interruzione del ruscellamento verso valle e nel richiamo idrico verso la sede autostradale.

### 2.7.2 Interferenza con corsi d'acqua e relative aree golenali

Le problematiche relative alle acque superficiali sono legate ad interferenze quantitative idrologico idrauliche, in riferimento alla possibile alterazione dei deflussi dei corsi d'acqua e dei deflussi delle acque di ruscellamento con conseguente alterazione dell'equilibrio idrologico dell'area interessata.

Le interferenze quantitative che la realizzazione di una strada può produrre sulle acque superficiali sono:

- modifica delle condizioni di deflusso dei corsi d'acqua a causa della realizzazione di viadotti ed opere in alveo;
- riduzione della portata dei corsi d'acqua derivata dall'approvvigionamento di acqua per le attività industriali nelle aree di cantiere;
- incremento della portata dei corsi dell'acqua a causa dello smaltimento delle acque industriali e/o nere depurate e dall'immissione delle acque meteoriche raccolte nelle aree di cantiere e sulla piattaforma stradale.

Dall'analisi dello stato di fatto risulta che alcuni dei tombini esistenti in zone che presentano particolari criticità idrauliche, tra cui il collettore orientale nel comune di Orbetello, sono spesso insufficienti al transito delle portate di progetto, tanto che l'attuale piano stradale risulta tracimato. Le insufficienze idrauliche sono causate sia dalle dimensioni ridotte delle opere idrauliche, sia dal fatto che queste risultano in gran parte interrati a causa della deposizione del trasporto solido. La strada statale Aurelia, infatti, attraversa una zona pedecollinare; in cui la corrente rallenta e deposita i sedimenti, generati dalle coltivazioni intensive, erosi nel tratto di maggior pendenza.

Il tracciato in progetto interseca numerosi corsi d'acqua (vedi la "Carta idrogeologica" in scala 1:10.000 – SUA 310) di importanza variabile per cui nello studio idraulico sono state definite tre tipologie definite, in linea di massima, come segue:

- corsi d'acqua **minori** con superficie del bacino imbrifero inferiore a **5 m<sup>2</sup>**
- corsi d'acqua **secondari** con superficie del bacino imbrifero compresa tra **5 e 10 m<sup>2</sup>**
- corsi d'acqua **principali** con superficie del bacino imbrifero superiore a **10 m<sup>2</sup>**.

<i>progressiva</i>	<i>corso d'acqua</i>	<i>classificazione</i>	<i>manufatto di attraversamento esistente</i>
- 1+010	1° Fosso senza nome	minore	tombino scatolare
- 0+610	2° Fosso senza nome	minore	viadotto
- 0+370	3° Fosso senza nome	minore	viadotto
- 0+220	4° Fosso senza nome	minore	tombino scatolare
0+315	5° Fosso senza nome	minore	tombino scatolare
0+720	6° Fosso senza nome	minore	tombino scatolare

<i>progressiva</i>	<i>corso d'acqua</i>	<i>classificazione</i>	<i>manufatto di attraversamento esistente</i>
1+340	7° Fosso senza nome	minore	tombino scatolare
1+485	Fosso Rispecchia	principale	ponte
3+000	Fosso Padulino	minore	tombino scatolare
3+755	Fosso Barbicato	minore	tombino scatolare
4+910	Fosso Migliarino	secondario	ponte
5+110	Fosso della Banditella	minore	tombino scatolare
5+805	8° Fosso senza nome	minore	tombino scatolare
6+253	Fosso di Valle Giardino	minore	tombino scatolare
6+520	9° Fosso senza nome	minore	tombino scatolare
7+255	Fosso dell'Acquapora	minore	tombino scatolare
8+075	Fosso Carpina	principale	tombino scatolare
9+145	Canale Pescina Statua	minore	tombino scatolare
11+790	10° Fosso senza nome	minore	tombino scatolare
12+560	Fosso Scolo Collecchio	minore	tombino scatolare

- rilevato in area esondabile distante dal fiume; costituisce un diaframma difficilmente superabile dalle acque, nonostante la presenza di qualche tombino e sottopasso, data l'irregolarità altimetrica del territorio attraversato; il disturbo arrecato all'area è di valore alto in quanto lo scorrimento è ostacolato ed il ristagno si prolungherà nel tempo;
- rilevato in area esondabile vicina al fiume; valgono le considerazioni fatte nel livello precedente con l'aggravante della maggior frequenza del verificarsi dell'evento; l'interferenza assume valori molto alti e l'impatto si riflette anche sullo scorrimento del fiume che, dovendo smaltire verso valle le acque esondate, trova il suo alveo costretto entro due barriere, facendo aumentare i tempi di deflusso.

Nella Carta della pericolosità idraulica presente nel sito della Regione Toscana "SITA: Direttiva alluvioni" sono riportate le aree con pericolosità *bassa*, *media* ed *elevata*. La carta ha acquisito anche i dati pubblicati nel PAI dell'Autorità di bacino dell'Ombrone in cui si erano individuate aree a Pericolosità Idraulica Elevata (allagamenti per eventi con Tr=200 anni) e Molto Elevata (allagamenti per eventi con Tr=30 anni).

Esaminando il tracciato le interferenze maggiormente impattanti con le aree esondabili sono comprese tra le progressive riportate nella tabella 2.7 seguente.

*Tabella 2.7 - Localizzazione aree esondabili interferite dal tracciato autostradale.*

<i>da</i>	<i>a</i>	<i>pericolosità</i>	<i>da</i>	<i>a</i>	<i>pericolosità</i>
-0+620	-0+600	elevata	5+120	5+160	media
-0+370	-0+350	elevata	6+240	6+260	elevata
-0+210	-0+230	elevata	7+245	7+265	elevata
0+300	0+320	elevata	7+795	8+085	media
0+490	0+510	elevata	8+085	8+105	elevata
0+710	0+730	elevata	8+105	8+285	media
1+200	1+550	elevata	9+135	9+155	elevata
3+745	3+765	elevata	11+630	11+780	media
4+730	4+890	media	11+780	11+900	elevata
4+890	4+940	elevata	11+900	11+950	media
4+940	5+100	media	12+550	12+570	elevata
5+100	5+120	elevata	12+950	16+419	elevata

Si deve infine segnalare che sulla Mappa degli interventi per la riduzione del Rischio Idraulico ed Idrogeologico della Regione Toscana si riscontra la presenza di un solo intervento di tipo infrastrutturale in corrispondenza del tratto di via Aurelia interessato dalla variante di progetto. Si tratta dei "Lavori di ripristino e messa in sicurezza del sottopasso del Collecchio a seguito dell'evento

Sono state previste misure di drenaggio del piano autostradale volte anche alla tutela dei corpi idrici che hanno la funzione di recapito: nei punti più sensibili attraversati, l'infrastruttura è stata dotata di un sistema di drenaggio chiuso afferente ad un presidio idraulico dove è previsto, prima del recapito nel reticolo idrografico, un manufatto sedimentatore disoleatore.

### **2.7.3 Interferenza con area esondabile**

Per la realizzazione di manufatti all'interno delle aree esondabili si è tenuto conto delle tipologie costruttive e della sensibilità dell'area da cui, una volta sommersa in occasione di una piena eccezionale, le acque devono poter defluire con la massima rapidità.

Considerando le tipologie costruttive e le loro distanze dal corso del fiume si può definire la seguente scala di gravità:

- viadotto in area esondabile distante dal fiume (con quote meno depresse, è raggiunta di rado dalle acque) in cui la presenza dei piloni produce un disturbo di bassa gravità per le acque che devono rifluire verso il fiume;
- viadotto in area esondabile vicina al fiume, soggetta al rischio con maggior frequenza; l'impatto è lo stesso descritto nel livello precedente ma oltre alla maggior frequenza degli eventi, si ha un disturbo di valore medio a causa della quota maggiore cui possono arrivare le acque, con aumento del trasporto di detriti, anche di dimensioni maggiori;

alluvionale dell'11 e 12 novembre 2012" da eseguirsi alla progressiva 11+880 a cura del Comune di Magliano in Toscana.

L'interferenza dovuta alla presenza di un diaframma difficilmente superabile dalle acque comporta un ritardo nello scorrimento ed il loro ristagno, per conseguenza, si prolungherà nel tempo.

L'impatto può, nei casi più gravi, trasferirsi direttamente sul corso d'acqua in quanto, dovendo smaltire verso valle le acque esondate, trova il suo alveo costretto entro due barriere che fanno aumentare notevolmente i tempi di deflusso.

#### **2.7.4 Inquinamento delle acque superficiali per acque di prima pioggia e/o per sversamenti accidentali**

Nell'attraversamento dei corsi d'acqua si possono presentare problematiche legate ad interferenze qualitative idrologico idrauliche, in riferimento alla possibile alterazione delle qualità fisico-chimico-batteriologiche delle acque.

L'alterazione di tali caratteristiche nelle acque superficiali può derivare:

- dalla non corretta raccolta e smaltimento delle acque utilizzate nei cantieri;
- dallo sversamento nei corpi idrici di sostanze inquinanti, quali solidi sospesi, oli, idrocarburi, cemento e derivati, metalli pesanti, liquami fognari, pesticidi, erbicidi ed altre sostanze pericolose.

Tali sostanze possono determinare l'inquinamento delle acque a seguito del contatto diretto, per percolazione di fluidi inquinanti oppure per dilavamento del manto stradale ad opera delle acque di prima pioggia. Questo impatto si localizza su tutto il tracciato in quanto sulla piattaforma si raccolgono i residui inquinanti del passaggio degli automezzi e vi possono avvenire incidenti che provochino dispersione di sostanze inquinanti.

Il rischio risulta massimo in corrispondenza delle aree di cantiere (in fase di realizzazione) e delle aree di servizio (in fase di esercizio). Per queste aree andranno realizzate opportune opere per la raccolta ed il trattamento delle acque e dei liquami.

## **2.8 Sistemi di drenaggio e trattamento delle acque meteoriche**

Il sistema di drenaggio garantisce la raccolta delle acque meteoriche ricadenti sulla superficie pavimentata ed il trasferimento dei deflussi fino al recapito; quest'ultimo è costituito dalle aste di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purché compatibili quantitativamente e qualitativamente.

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale dipendono dalle diverse situazioni ed esigenze che si incontrano nello studio della rete drenante, e soddisfano i seguenti requisiti fondamentali:

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque evitando la formazione di ristagni sulla pavimentazione autostradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali e centrali rispetto alle carreggiate;
- convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito presidiati, separandole dalle acque esterne che possono essere portate a recapito senza nessun tipo di trattamento;
- laminare le acque di piattaforma nei tratti in cui il recettore finale è in condizioni critiche;
- evitare che le acque di ruscellamento esterne alle trincee possano determinare l'allagamento della sede viaria.

### **2.8.1 Sistema di drenaggio del corpo autostradale**

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

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche di piattaforma è stato dimensionato e verificato sulla base della precipitazione di progetto e con gli obiettivi di:

- limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità;
- garantire margini di capacità per evitare rigurgiti delle canalizzazioni che possano dare luogo ad allagamenti localizzati.
- garantire, ove necessario e/o richiesto, una linea idraulica chiusa sino al punto di controllo prima dello scarico nella rete idrografica naturale.

Il sistema di drenaggio è suddiviso in tre parti fondamentali:

**Elementi di raccolta:** costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui marginali alla carreggiata o discontinui. Rientrano negli elementi di raccolta gli *embrici*, le *cunette triangolari*, le *canalette con griglia* e le *caditoie con griglia*.

**Elementi di convogliamento:** rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi di convogliamento sono costituiti da *canalizzazioni a cielo aperto* (fossi rivestiti e non) e da *collettori* in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.

**Elementi di recapito:** sono individuati nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente, in funzione della vulnerabilità, a seguito di studi specialistici per le acque sotterranee e superficiali.

### 2.8.2 Presidi idraulici

Per la messa a punto del progetto si è effettuata un'analisi della vulnerabilità del territorio, considerando le caratteristiche del suolo quali la permeabilità, le caratteristiche della falda, la presenza di sorgenti, di pozzi e il tipo di utilizzo, eventuali colture specializzate, le indicazioni contenute nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Toscana (Delibera 25/01/2005, n.6), la natura dei corpi idrici attraversati, ambiti di particolare pregio ambientale quali zone perimetrare come SIC.

Sulla base di quanto contenuto nella L.R. 20/2006 (art. 8), che richiede un idoneo trattamento delle acque meteoriche di prima pioggia per le autostrade e le strade extraurbane di nuova realizzazione o in adeguamento, si è adottato un sistema di drenaggio di tipo chiuso per tutto il lotto in esame. Il tipo di presidio idraulico adottato varia in funzione della vulnerabilità del recapito individuato e della presenza di zone singolari del tracciato ove è maggiore la concentrazione di inquinanti sulla piattaforma.

I presidi idraulici che si prevede di adottare sono descritti di seguito

#### Fossi filtro

Fossi a sezione trapezia inerbiti con particolari specie erbacee che favoriscono la sedimentazione, l'invaso e il trattamento delle acque di dilavamento. La copertura inerbita ha lo scopo di rallentare il flusso dell'acqua ed intercettare gli inquinanti che essa contiene. Il sistema consente un'efficace rimozione dei solidi sospesi, degli idrocarburi e risulta parzialmente efficace sulle sostanze disciolte. In corrispondenza della loro immissione nel reticolo naturale, viene posizionato un apposito manufatto di controllo che garantisce un tirante idrico all'interno dei fossi per favorire la sedimentazione e incrementare l'azione di trattamento; inoltre in caso di sversamento accidentale il manufatto può essere chiuso tramite paratoie mobili e il fosso filtro essere isolato.

I fossi filtro assolvono contemporaneamente la funzione di rete di raccolta, di sistema di trattamento e di sistema di smaltimento delle acque di piattaforma. Con il termine biofiltro si intende un canale inerbito con particolari specie erbacee che realizza sia la sedimentazione (per le basse pendenze del fondo), sia l'invaso, sia il trattenimento delle acque di dilavamento. Tali canali sono realizzati con l'adeguamento dei fossi ordinari. Particolare importanza assume la copertura vegetale, la quale ha il compito di rallentare il flusso ed intrappolare gli inquinanti.

#### Sedimentatori/disoleatori

Costituiti da una vasca di deviazione, una di decantazione ed una di separazione di idrocarburi dotata di filtro a coalescenza. Tali manufatti sono prefabbricati, conformi alle norme UNI-EN 858, e sono collegati in serie:

- la prima è in effetti un *pozzetto derivatore* ed ha la funzione di deviare la portata in eccesso, non trattabile, e di mandarla a recapito.
- la seconda è costituita da un *separatori fanghi* e permette di separare, per sedimentazione, le particelle solide.
- la terza contiene un *separatori di oli a coalescenza* ed è dotata di un sistema di sicurezza realizzato con un galleggiante, tale da interrompere il deflusso delle acque quando il livello dell'olio supera il limite massimo previsto.

Tutti i bacini sono prefabbricati con pareti interne impermeabilizzate e dotati di coperchi di tipo carrabile muniti di botole per ispezione, conformi alle norme UNI-EN 124. Si prevede l'impiego di sedimentatori per il drenaggio dei piazzali delle barriere di esazione e a tutela degli ambiti a maggiore vulnerabilità ambientale (p.e. corsi d'acqua ove mantenere elevati standard di qualità ambientale, zone in prossimità di pozzi e sorgenti).

L'acqua da trattare confluisce dapprima nel pozzetto deviatore. Da esso una parte è convogliata verso l'impianto di separazione, mentre la restante defluisce dal troppopieno.

Nel separatori fanghi avviene la rimozione del materiale sedimentabile, che si deposita sul fondo della vasca. Una lastra posta in prossimità dell'ingresso, rallentando il flusso in arrivo, facilita il processo di sedimentazione.

Successivamente si ha il passaggio nel separatori oli, in cui la particolare conformazione del tubo in ingresso consente l'uniforme distribuzione del flusso ed il suo ulteriore rallentamento. Le gocce di liquido leggero di dimensioni maggiori, sottoposte alla spinta di gravità, risalgono in superficie e creano uno strato galleggiante di spessore crescente.

Le micro particelle oleose, invece, a causa delle loro piccole dimensioni, vengono adsorbite dal filtro a coalescenza, si ingrossano aggregandosi e, raggiunto un dato spessore, salgono in superficie.

L'impianto è dotato di un dispositivo di sicurezza (galleggiante e posto in apposito cilindro in PEAD), che, essendo tarato sulla densità dell'acqua, scende all'aumentare dello strato d'olio separato in superficie. Al raggiungimento della quantità massima possibile di olio separata, il galleggiante chiude lo scarico posto sul fondo del separatori, impedendo lo scarico di liquido leggero con l'effluente.

### 2.8.3 Interventi di mitigazione

#### **Sistemazione idraulica**

L'inserimento di nuovi manufatti di attraversamento (ponti, ponticelli, tombini), sui corsi d'acqua principali, secondari e minori, possono implicare interventi di sistemazione e raccordo all'alveo originario a monte o a valle o da entrambi i lati dell'infrastruttura.

Le opere sono progettate per garantire la sicurezza sia del territorio circostante che dell'infrastruttura. In alcuni casi le condizioni morfologiche del corso d'acqua e del territorio, del tracciato plano-altimetrico e



delle fondazioni delle strutture hanno reso necessario l'inserimento di sistemazioni idrauliche che garantiscano il livello di sicurezza dovuto.

Tali interventi di sistemazione si possono riassumere in cinque tipologie principali:

- A. ricalibratura dell'alveo e sistemazione del fondo e delle sponde mediante scogliera in massi di cava di opportuna pezzatura eventualmente rinverdita (se necessario cementata);
- B. ricalibratura dell'alveo e rivestimento di fondo e sponde mediante gabbioni e/o materassi eventualmente rinverditi;
- C. ricalibratura dell'alveo e sistemazione del fondo con pietrame sciolto e delle sponde con paramenti in terra rinforzata rinverdita;
- D. ricalibratura dell'alveo in terra ed inerbimento delle sponde mediante idrosemina;
- E. ricalibratura della sezione e rivestimento del canale (fondo e sponde) in calcestruzzo.

Le sistemazioni descritte sono previste per mettere in sicurezza le aste interferite ed evitare fenomeni di instabilità, locale o diffusa, delle sponde o del fondo soprattutto in quelle aree in cui, a seguito degli interventi in progetto, l'equilibrio dell'asta è stato alterato e le strutture aggiunte hanno modificato il regime dei deflussi in caso di piena.

**Riduzione e controllo dell'inquinamento**

I "presidi idraulici" descritti nel precedente paragrafo 2.8.2 sono stati opportunamente previsti lungo la tratta autostradale di progetto in modo da eliminare le conseguenze dovute alle acque di prima pioggia e agli sversamenti accidentali.

In particolare i **fossi filtro** sono previsti nelle tratte indicate di seguito.

**CORSIA SUD**

<i>tipo di interferenza</i>	<i>da progressiva</i>	<i>a progressiva</i>
area esondabile a pericolosità elevata	0+420	0+600
area esondabile a pericolosità elevata	1+511	2+560
Fosso Padulino	2+600	2+820
Fosso della Banditella	5+400	5+480
8° Fosso Senza Nome	5+680	6+080
area esondabile a pericolosità elevata	6+160	6+360
Fosso di Valle Giardino		
area esondabile a pericolosità elevata	7+020	7+950
Fosso dell'Acquapora		
Canale Pescina Statua		
10° Fosso Senza Nome	8+800	11+810
area esondabile a pericolosità elevata	11+870	12+660
Fosso Scolo Collecchio		
area esondabile a pericolosità elevata	12+780	16+419

**CORSIA NORD**

<i>tipo di interferenza</i>	<i>da progressiva</i>	<i>a progressiva</i>
area esondabile a pericolosità elevata	0+160	0+460
5° Fosso Senza Nome		
area esondabile a pericolosità elevata	0+620	0+940
6° Fosso Senza Nome		
area esondabile a pericolosità elevata	1+229	1+340
7° Fosso Senza Nome		
Fosso Rispecchia	1+600	2+060
Fossi Rispecchia/Padulino	2+540	2+700
Fosso Padulino	2+900	3+020
area esondabile a pericolosità elevata	3+460	4+020
Fosso Barbicato		
area esondabile a pericolosità elevata	4+615	5+180
Fosso Migliarino		
Fosso della Banditella		
Fossi Banditella/8° Senza Nome	5+560	5+700
8° Fosso Senza Nome	5+780	5+860
Fossi 8° Senza Nome/Valle Giardino	5+940	6+020
area esondabile a pericolosità elevata	8+930	9+560
Canale Pescina Statua		

**NUOVA VIABILITÀ**

<i>localizzazione</i>	<i>tipo di interferenza</i>	<i>da progressiva</i>	<i>a progressiva</i>
lato corsia sud/ lato corsia nord	area esondabile a pericolosità elevata	-0+040	1+600
	5° Fosso Senza Nome		
lato corsia sud	Fosso Padulino	2+620	4+180
	Fosso Barbicato		
lato corsia nord	Fosso della Banditella	4+930	6+070
lato corsia nord	Fosso Valle Giardino	6+160	6+660
	9° Fosso Senza Nome		
lato corsia nord	Fosso dell'Acquapora	7+020	8+400
	Fosso Carpina		
lato corsia sud	Fosso Carpina	8+080	8+260
lato corsia nord	Canale Pescina Statua	8+880	9+240
lato corsia nord	Canale Pescina Statua	9+300	9+560
lato corsia nord	Fosso del Romitorio	9+850	10+940
lato corsia nord	10° Fosso Senza Nome	11+160	12+560
lato corsia sud	area esondabile a pericolosità elevata	12+940	16+419
	Scolo di Collecchio		

È inoltre prevista la messa in posto di due **sedimentatori/disoleatori** che hanno lo scopo di trattare le acque dell'ultimo tratto autostradale e dell'area che accoglie la barriera di esazione di Fonteblanda e l'attiguo posto neve.

Le due strutture sono posizionate in corrispondenza delle progressive 15+820 e 16+200.

## 2.9 Conclusioni

Lo studio delle interferenze idrografiche ha sviluppato nel dettaglio il dimensionamento e la verifica dei manufatti autostradali di attraversamento dei corsi d'acqua. In particolare ha analizzato le interazioni tra le opere viarie e i corsi d'acqua interessati e valutato l'adeguatezza dei manufatti di attraversamento, esistenti ed in progetto, sia in termini di sezione idraulica sia di franco di sicurezza rispetto all'intradosso del manufatto.

La situazione attuale, evidenziata dagli studi di dettaglio svolti e dalle segnalazioni effettuate dagli Enti preposti alla tutela e alla gestione del territorio (Autorità di Bacino, Consorzi di Bonifica), presenta un insieme di criticità idrauliche molto rilevanti a causa dell'inadeguatezza dei manufatti di attraversamento della S.S.1 esistente.

L'intervento di progetto garantisce che il piano autostradale non venga mai tracimato in condizioni post opera, ottenendo quasi in tutte le situazioni un miglioramento del deflusso dallo stato attuale a quello di progetto con franco idraulico (tra 0,1 m e 1 m). Tale miglioramento è stato ottenuto con la ricalibratura del corso d'acqua ed in alcuni casi con ampliamenti degli attraversamenti attuali o demolizione dell'attuale e rifacimento totale dell'opera.

Riassumendo, l'intervento di progetto garantisce che il piano autostradale sia in sicurezza; garantisce, come livello minimo, il non aumento del rischio idraulico e in molti corsi d'acqua migliora le condizioni di deflusso e di sicurezza di un territorio che notoriamente subisce gravi disagi anche in condizioni di eventi di pioggia intensi ma non estremi; razionalizza il sistema di drenaggio individuando i punti di recapito e, per i tratti a vulnerabilità elevata, prevede sistemi di tutela dei corsi d'acqua progettando sistemi di controllo quali-quantitativo della portata prima del recapito.

### 3 SUOLO E SOTTOSUOLO

#### 3.1 Inquadramento geologico

Il territorio interessato dal progetto è caratterizzato dall'assetto più tipico della geomorfologia della Toscana costiera, con una **zona collinare** a media elevazione ed una **piana costiera e litorale** caratterizzata dal passaggio arenile, ambiente di duna, retroduna e dune antiche. La morfologia è chiaramente determinata dalla natura geologica e litologica dei terreni, così come dai principali eventi geomorfologici che vi si esplicano.

La natura geologica condiziona evidentemente anche la copertura vegetale, non tanto e non solo per la predisposizione naturale di un terreno ad accogliere certe specie vegetali quanto per la presenza antropica in questi territori, presenza che ha concentrato il suo intervento là dove le condizioni di lavorabilità dei terreni erano più idonee e le morfologie più dolci.

L'evoluzione geologica della pianura grossetana e dei rilievi circostanti del territorio comunale di Grosseto è inquadrabile nella storia geologica della Toscana meridionale, e sono riconoscibili molti dei motivi principali riguardanti la storia tettonica, le successioni delle principali unità sedimentarie ed in particolare quelli riconducibili all'evoluzioni dei sistemi di pianura costiera più recente.

I motivi geologici presenti si riferiscono pertanto agli eventi che hanno determinato l'orogenesi dell'Appennino settentrionale ed ai successivi complessi processi tettonico-sedimentari. Questi, dopo la formazione delle principali dorsali, con la presenza di sistemi di falde sovrascorse, hanno veicolato dal Pliocene al Quaternario con alterne fasi di fenomeni distensivi e compressivi, le ingressioni e le regressioni marine. Le ultime fasi, a loro volta, hanno contribuito all'attuale struttura ed assetto geomorfologico dell'area anche con sedimentazioni neoautoctone (presenti marginalmente nel territorio comunale) che costituiscono le deboli colline argillose sabbiose e ghiaioso-ciottolose, che bordano la pianura, nell'alta valle della Bruna.

A questo quadro generale fanno seguito gli intensi processi morfogenetici che hanno modellato i rilievi, con l'incisione dei versanti, l'erosione delle pendici ed il trasporto notevole dei detriti a valle. La sedimentazione intensa ha determinato la trasformazione degli ambienti di transizione con il mare, con l'evoluzione delle lagune, delle foci fluviali, delle paludi, dei cordoni litorali e dunali, con processi attivi fino in epoca storica e recente, con le intense modificazioni prodotte dagli interventi dell'uomo, in particolare delle bonifiche.

La successione e l'assetto attuale delle unità formazionali della Toscana Meridionale sono il prodotto di una lunga e complessa storia geologica ed è qui ben rappresentata praticamente tutta l'evoluzione dell'Appennino settentrionale. Si hanno infatti strutture e motivi tettonici di fasi compressive e distensive; affiorano le unità più antiche e quelle più recenti. Si trovano depositi ed apparati vulcanici, come corpi ignei intrusivi. Da cui le diffuse ed importanti mineralizzazioni, e le attività geotermiche.

L'età delle Formazioni va dal Paleozoico al Quaternario, ma con una successione irregolare, sia per deposizione disomogenea, discontinua e con serie stratigrafiche ripetute, e soprattutto per sovrapposizione dei complessi eterogenei per motivi tettonici. In altre parole molte delle unità sono parzialmente rappresentate, sono lacunose per scollamento tettonico, talora per gli effetti della sovrapposizione da ovest delle coltri alloctone in s.s. che hanno spostato i cosiddetti terreni "autoctoni" verso est. A tal proposito, proprio nell'area di Grosseto si può osservare che le formazioni dei complessi Liguri Cretaceo-Eocenici sono sovrapposti proprio sulle unità più antiche della serie Toscana, incompleta, dove affiora anche il basamento del Verrucano. Quest'ultimo a testimonianza del completo denudamento tettonico. Anche laddove affiora estesamente la formazione del Macigno, nella parte sud-orientale del territorio comunale, non si rileva la serie completa della falda toscana, che invece si rileva, seppure in modo irregolare, nei vicini versanti della dorsale di Mt. Calvo nel comune di Gavorrano.

#### 3.2 Geologia e tettonica dell'area di studio

La morfologia del territorio interessato dal progetto, esclusa l'area appartenente al Parco della Maremma, è costituita da dolci colline, con altitudine massima di 340 m s.l.m. e con un'altitudine media intorno ai 100-150 m s.l.m.

La gran parte del territorio è costituito infatti da colline e vallecicole, con pendenze non elevate, tranne qualche valle più incisa dall'erosione dell'acqua. I corsi d'acqua di un certo rilievo come l'Osa, l'Albegna, il Castiglione e il Patrignone hanno inciso nettamente il territorio, conferendogli una morfologia particolare, che si riflette sull'aspetto vegetazionale e che crea situazioni microclimatiche e stagionali particolari dal punto di vista e floristico. Interessanti risultano anche i numerosi fossi presenti all'interno dei complessi boscati (soprattutto nell'area del Parco ma anche nei complessi più grandi come in quello di Monte Bottigli e quelli della parte sud al confine con il fiume Albegna) in relazione non solo ai tipi vegetazionali ma anche alla possibilità potenziale, di fornitura per la fauna locale.

Il territorio in oggetto si colloca nella porzione terminale sud occidentale dell'ampia regione geologica e fisiografica della Toscana meridionale ed è caratterizzato da evidenti caratteristiche morfologiche tipiche della zona costiera meridionale con ampie aree umide, con prevalente sviluppo in direzione appenninica, che si collocano al passaggio tra le porzioni terminali delle pianure alluvionali (Pianura del fiume Albegna e del Torrente Osa) e le fasce costiere dunali. Tali aree pianeggianti, palustri o lagunari sono delimitate da dorsali dove affiorano le formazioni del substrato litoide che hanno altresì direzione prevalente antiappenninica per la porzione meridionale del territorio ed appenninica per l'estremo lembo nord (Parco dell'Uccellina).

### 3.2.1 Stratigrafia

L'area in studio è caratterizzata da una sequenza di terreni di origine ed età assai diverse, mostrandoci una linea evolutiva genetica dei complessi rocciosi sicuramente collegabile a quelli che sono stati i processi geodinamici che hanno interessato gran parte dell'Appennino Settentrionale. In particolare la sequenza di formazioni rinvenibili in affioramento mostra la presenza di terreni di età Mesozoica direttamente a contatto con complessi rocciosi prevalentemente Cenozoici.

#### Detrito di versante

Sono stati indicati sotto questo nome quei depositi posti ai piedi delle scarpate e lungo pendii anche a debole inclinazione. La loro messa in posto è dovuta a trasporto lungo i versanti essenzialmente ad opera della gravità.

Possono esservi falde detritiche alla base delle scarpate morfologiche più pronunciate presenti nell'area che si instaurano su litologie più resistenti come i travertini e le arenarie ed i conglomerati pliocenici. Ma anche su pendii più dolci come alla base di rilievi costituiti da arenarie della formazione del Macigno o dalle calcareniti nummulitiche.

Dal punto di vista sedimentologico le coltri detritiche sono costituite da clasti eterometrici, a spigoli vivi o poco arrotondati, con diametro oscillante tra il centimetro e la decina di centimetri, immersi in una matrice sabbioso-argillosa. La natura litologica dei clasti dipende dalle caratteristiche delle formazioni presenti a monte delle scarpate, per cui generalmente può essere carbonatica (travertini, calcareniti detritiche plioceniche) o arenacea (flysch arenacei, arenarie plioceniche).

In relazione alla fonte di alimentazione, quando nel detrito prevalgono clasti di natura calcarea le acque di percolazione si arricchiscono di bicarbonati disciolti e la successiva azione di precipitazione degli stessi alla variazione delle condizioni di temperatura e pressione determina una discreta cementazione dei clasti conferendo, a luoghi, alla breccia un aspetto litoide.

#### Terreni palustri

Sedimenti limosi, a volte torbosi, in corrispondenza degli ambiti di bonifica e ai bordi dei bacini lacustri che sono in via di progressiva riduzione. o in corrispondenza delle lagune retrodunali come nel caso dell'area a NE di Talamone.

#### Depositi alluvionali attuali e recenti

Le valli dei corsi idrici principali e secondari presentano alvei costituiti da depositi alluvionali ma solo nei corsi d'acqua più importanti, come il Fiume Albegna, tali depositi raggiungono spessori ed estensioni di una certa importanza.

In genere i depositi alluvionali sono costituiti prevalentemente da ghiaie, sabbie e argille distribuite con elevata eterogeneità sia in senso laterale che verticale. Si presentano quasi sempre sciolti, talvolta possono mostrare un minimo grado di cementazione che può migliorare con la profondità.

Le granulometrie più grossolane come le ghiaie o i ciottoli sono presenti nei corsi d'acqua minori; i depositi costituiti da elementi più fini (sabbie, limi e argille) sono invece presenti, nell'alveo del Fiume Albegna e nei settori di valle dei suoi affluenti più grandi. In questa litologia sono stati considerati anche quei depositi alluvionali recenti costituenti superfici terrazzate a pochi metri rispetto agli alvei attuali. Queste alluvioni terrazzate sono costituite prevalentemente da ghiaie e sabbie e generalmente sono fissate dalla vegetazione spontanea di ripa o talvolta interessati da coltivazioni agricole.

#### Depositi alluvionali antichi terrazzati

Sono depositi terrazzati posti a quote di qualche decina di metri rispetto all'alveo attuale del corso d'acqua dal quale sono stati originati.

La loro composizione granulometrica è prevalentemente ghiaioso-sabbiosa anche se spesso sono presenti coperture superficiali limoso-argillose pedogenizzate. In particolare tali alluvioni antiche si rinvengono in grandi estensioni lungo il F. Albegna e nell'ultimo tratto dei suoi affluenti, un po' ovunque nella parte sud-est del comprensorio.

#### Flysch prevalentemente calcarei e calcareo-marnosi

Di questo complesso fanno parte formazioni flyschoidi composte per la maggior parte da litologie calcaree o calcareo-marnose. Si tratta di formazioni appartenenti alle Unità Sub-Liguridi e Liguridi.

È un flysch calcareo-marnoso con strati medi e spessi e base calcarenitica, è costituito da tipiche sequenze torbiditiche calcaree e calcarenitiche e mostra una certa variabilità di caratteri. Vi si possono distinguere varie litofacies caratteristiche soprattutto in base al diverso rapporto che può assumere la componente calcarea rispetto a quella calcarenitica o per la presenza di brecciole a Nummuliti. È per questo motivo che sono facilmente confondibili con le calcareniti nummulitiche.

Talvolta si presenta come calcari grigio verdi o bianchi a base calcarenitica, spesso paesinizzati, e calcareniti grigie a grana fine e media, con componente argillosa che mostra a luoghi livelli ad argille rosse o focature rossastre discontinue ed irregolari.

Lo spessore di questi terreni è estremamente variabile e ciò può essere imputato, molto probabilmente, a laminazioni e riduzioni tettoniche durante e dopo la messa in posto delle litologie; il grado di tettonizzazione di questa formazione è abbastanza elevato e si manifesta con pieghe spesso rovesciate, a piccolo raggio, ripetute sovrapposizioni di scaglie, sovrascorrimenti interni, orizzonti budinati e caotici. In generale si può dire che lo spessore può essere stimato con valori massimi intorno a qualche centinaio di metri.

L'età delle litologie, come confermato da studi precedenti sui microfossili presenti, è compresa fra il Cretaceo inferiore e l'Eocene. Questi litotipi affiorano abbastanza estesamente nell'area centrale del territorio comunale di Magliano in Toscana nell'area compresa fra Montiano e Pereta.

#### Flysch prevalentemente argillosi ed argilloscistosi

In questo complesso litologico sono state accorpate quelle formazioni flyschoidi composte da litotipi differenti ma con una prevalenza di quelli argilloscisti, appartenenti alle Unità Liguridi.

Si tratta di argilloscisti più o meno silicei con rare intercalazioni di calcari silicei e arenarie calcarifere. Gli argilloscisti si presentano bruni o grigi di varia tonalità.

Talvolta sono molto ricchi in silice e presentano interstrati di circa 10 cm di spessore quasi completamente silicei; possono presentare colorazione tendente al rosso o al verdastro. I calcari sono per lo più grigi, in genere chiari, con frattura concoide a spigoli taglienti e numerose finissime vene di calcite e talvolta di quarzo; presentano al letto e al tetto due crostoni silicei: la maggiore facilità all'alterazione del calcare rispetto alle due bande silicee da agli strati calcarei una caratteristica forma ad incudine.

Da segnalare una zona (Poggio Fame, a NE di Montiano) in cui questi terreni flyschoidi si presentano alquanto silicizzati con filoncelli di quarzo e ossidi di manganese. L'età di queste litologie è compresa fra l'Eocene e il Cretaceo superiore; gli unici affioramenti di una certa estensione sono presenti nell'area centrale del comprensorio in studio ad est di Montiano.

#### Macigno

L'ultima formazione affiorante appartenente alla Serie Toscana; si tratta di un flysch rappresentato da sequenze torbiditiche di arenarie gradate a grana media o grossolana, micacee, con cemento calcareo-argilloso.

Tale litotipo è presente in strati di spessore molto variabile ma sempre abbastanza elevato a cui si alternano livelli di arenosciti e scisti argilloso-arenacei.

Gli strati più superficiali a diretto contatto con gli agenti esogeni si presentano alterati e trasformati in un sabbione misto a clasti derivanti dal disfacimento meccanico della formazione che ne costituisce il substrato. Tale coltre di alterazione mostra spessori variabili, generalmente superiori al metro.

Talvolta, come nei pressi di Pereta, il Macigno si presenta ridotto a una arenaria o anche sabbia biancastra poco coerente o friabile con venette rosse e zonature concentriche sempre rossastre; ciò è da imputare anche alla presenza di fenomeni di natura idrotermale, gli stessi probabilmente a cui si devono le mineralizzazioni di Antimonite e Cinabro delle vicine miniere (in territorio comunale di Scansano) e la formazione del travertino adiacente.

Il Macigno affiorante nel territorio di Magliano in Toscana e, più in generale, nella Toscana meridionale, si discosta leggermente, nelle caratteristiche principali, dal Macigno del Chianti (la formazione è stata istituita con questo nome secondo la formazione tipo dei Monti del Chianti); le differenze sono soprattutto nel maggior contenuto del Carbonato di Calcio nella matrice e nell'origine deposizionale, che in alcuni casi sembrerebbe testimoniare una sedimentazione non esclusivamente torbiditica.

Nella zona la roccia affiorante si presenta con medio grado di fratturazione e fratture mediamente spaziate e spesso non è possibile distinguere e misurare la giacitura della stratificazione.

Questa formazione, attribuibile cronologicamente alla parte finale dell'Oligocene Superiore, è quella più diffusa all'interno del comprensorio in studio e costituisce i rilievi dell'area settentrionale e di buona parte di quella centrale; con spessori stimati in diverse centinaia di metri.

#### Calcareni nummulitiche

La litologia costituisce la parte alta della formazione della Scaglia Toscana, qui presente soltanto col membro nummulitico. Tale complesso di terreni è costituito da diverse litofacies; quella che affiora più frequentemente sono i calcari a base calcarenitica, verdi o grigi, in strati spessi da 3-4 cm fino a 70-80 cm. I calcari, risedimentati, si alternano a calcareniti grigie a grana fine, torbiditiche, in strati spessi da 20 cm ad oltre il metro con alla base frequenti contro impronte da corrente. Presenti inoltre, altrettanto frequentemente, livelli di brecciole calcaree grigio zonate con Nummuliti.

Affiorano inoltre nell'area, meno diffusamente, strati di 30-50 cm di spessore di calcari marnosi rossi o rosati e bancate di marne calcaree scheggiose rosate alle quali si intercalano strati decimetrici di calcisiltiti grigio verdi a laminazione parallela ed incrociata. Sono inoltre presenti ad intervalli irregolari pacchi di qualche metro di spessore costituiti da argilliti aciculari rosse, verdi o nerastre.

Il membro nummulitico della Scaglia Toscana nell'area in esame ha un'età attribuibile all'Oligocene, come ricavato dallo studio dei microfossili. Questi terreni affiorano solamente nel settore occidentale del comprensorio oggetto del presente studio: nell'area di Cupi e a N e ad E di Collecchio.

#### Serie mesozoica condensata

Costituisce una successione di terreni appartenenti ai termini mesozoici della Serie Toscana compresi fra il Calcare massiccio ed il Nummulitico.

Si tratta di pacchi di strati comprendenti il Calcare massiccio, il Calcare rosso ammonitico, i Calcari selciferi, i Diaspri toscani e alcune litologie della Scaglia Toscana. Questi terreni sono accumulati in modo discontinuo e frammentario, per cui non è stato possibile distinguere i vari litotipi.

Il motivo di tale frammentarietà è da ricercarsi nella tettonica ed è lo stesso che spiegherebbe la formazione della cosiddetta "Serie ridotta"; essi sono infatti ciò che rimane dello scorrimento dei termini mesozoici della Serie Toscana avvenuto lungo l'orizzonte di scollamento del Calcare Cavernoso durante le fasi prossimali dell'orogenesi appenninica. Queste litologie affiorano nell'area occidentale del territorio comunale a N di Collecchio.

#### Calcare massiccio

È un calcare bianco, grigio chiaro, rosato o nocciola a stratificazione indistinta o più raramente in strati massicci con giunti mal definiti. Quasi ovunque i calcari sono intensamente fratturati e presentano un alto grado di ricristallizzazione. Lo spessore mal valutabile si aggira in media sul centinaio di mt; l'età della formazione è ascrivibile sicuramente al Giurassico inferiore.

Questa litologia calcarea affiora come le altre due precedentemente descritte, nell'area ovest del comprensorio in studio, sul lato di monte della Strada Statale Aurelia.

### Calcare cavernoso

Dolomie scure fetide, talora ridotte in cenere, calcari cavernosi grigio-chiari, gessi intercalati. Questo complesso si presenta in due facies non sempre distintamente cartografabili. Si tratta di calcari e calcari dolomitici, fino a dolomie vere e proprie, a struttura brecciata, caratterizzati in genere da una vistosa cavernosità derivata da azione di dissoluzione carsica a sviluppo differenziale in dipendenza del variabile contenuto di dolomite e calcite. In qualche caso si è giunti alla formazione di ceneri di dolomia, di colore grigio-scuro, che stanno a riempire i vuoti, spesso a forma di cellette, lasciati dalla dissoluzione della componente calcitica.

Il Retico affiora estesamente nella zona di Montepescali ed è disseccato in blocchi da un intenso sistema di faglie. Altri affioramenti meno estesi si hanno nell'area di Poggio Moscona. Si ricorda che tale formazione è bordata da un'importante faglia che ha ribassato ad ovest l'area della pianura ed ha determinato un notevole spessore di sedimenti neoautoctoni. A questa particolare situazione di faglie profonde è riconducibile anche l'attività di quei processi che hanno determinato il recente fenomeno di sprofondamento nella pianura del Bottegone.

### Verrucano

Complesso formato da litologie appartenenti al gruppo del Verrucano o da questo derivate: sono pacchi di scisti beige e violetti più o meno metamorfici con associate argille scistose rosse.

La sua posizione stratigrafica è incerta; inizialmente si pensava si trattasse di terreni appartenenti alla Serie Toscana metamorfica. Più recentemente si è proposta l'ipotesi dell'appartenenza dei depositi dello Pseudoverrucano ad una unità strutturale, a se stante, disarticolata in più scaglie tettoniche, caratterizzata da una successione stratigrafica ben distinta da quella toscana, poiché depositatasi in una zona paleogeografica diversa da questa.

Comunque questa formazione mostra un unico piccolo affioramento ad est della Stazione di Alberese, nell'area dove affiorano le altre formazioni della parte mesozoica della Serie Toscana.

## **3.3 Geomorfologia**

Il territorio studiato si colloca nella porzione terminale sud occidentale dell'ampia regione geologica e fisiografica della Toscana Meridionale ed è caratterizzato da evidenti caratteristiche morfologiche tipiche della zona costiera meridionale con ampie aree umide, con prevalente sviluppo in direzione appenninica, che si collocano al passaggio tra le porzioni terminali delle pianure alluvionali (Pianura del Fiume Albegna e del Torrente Osa) e le fasce costiere dunali. Tali aree pianeggianti, palustri o lagunari sono delimitate da dorsali dove affiorano le formazioni del substrato litoide che hanno altresì direzione

prevalente anti appenninica per la porzione meridionale del territorio ed appenninica per l'estremo lembo nord (parco dell'Uccellina).

L'assetto fisiografico, particolarmente significativo di questo territorio, costituisce elemento di riferimento per l'evoluzione paleogeografica dell'intera unità costiera della Toscana Meridionale, ed, analogamente ad altre aree, risulta fortemente influenzato dai condizionamenti tettonici.

In particolare sono state distinte forme e processi di versante, fluviali, carsici, litorali ed antropici.

### Forme e processi di versante

Le zone collinari dell'area oggetto di studio sono interessate da una modesta e circoscritta franosità, mentre più articolati e diffusi appaiono i veri e propri fenomeni erosivi. Viste le caratteristiche climatiche e clivometriche del territorio analizzato, i rilievi hanno individuato lo stato di attività dei movimenti di massa (attivi, inattivi e quiescenti), la loro tipologia (classificazione Varnes: scivolamento rotazionale, scivolamento traslazionale, crollo, complesso) nonché le aree di influenza delle frane stesse e l'area potenzialmente coinvolgibile.

L'area di influenza è stata individuata con un intorno di 20 m oltre il coronamento, i fianchi e l'unghia del movimento franoso. Essa è stata talora ridotta od ampliata in relazione alla presenza di condizionamenti morfologici, geologici e strutturali locali valutati per ogni singolo movimento franoso. L'area potenzialmente coinvolgibile si estende per ulteriori minimi 20 m ed è sempre valutata comunque in relazione alle specifiche condizioni di pendenza, morfologica, geologia e struttura locali.

### Forme e processi fluviali

Queste forme sono associate a processi fluviali o comunque imputabili all'energia erosiva e/o deposizionale dei corsi d'acqua anche di dimensioni modeste. Per quanto concerne le aste fluviali principali (Albegna/Osa) e, limitatamente ad alcune zone di torrenti minori, sono state segnalate le scarpate fluviali in erosione.

L'analisi morfologica ha consentito di individuare anche antichi processi di deposizione/erosione fluviale (terrazzi) e aree interessate da vecchi tracciati dei corsi d'acqua principali (paleoalvei). Si sono distinte inoltre le aree interessate da difficoltà di drenaggio e ristagno delle acque superficiali sostanzialmente per inefficienza e scarsa manutenzione della rete fluviale naturale.

Tali aree si collocano essenzialmente nelle pianure alluvionali dei Fiumi Osa e Albegna.

### Forme e processi carsici

La presenza di vaste aree con affioramenti della formazione del Calcare Cavernoso ha condotto ad uno sviluppo di processi di dissoluzione calcarea (carsismo). Le evidenze di tale processo si manifestano anche ad un attento rilievo geomorfologico di superficie. In particolare nel massiccio calcareo sono state rilevate numerose doline, inghiottitoi e grotte sicuramente attribuibili al complesso fenomeno di carsismo presente nel sottosuolo.

Tali fenomeni sono più evidenti nelle porzioni collinari meridionali. Data la rilevante estensione della formazione del calcare cavernoso l'aspetto del carsismo epigeo ed ipogeo rappresenta un elemento caratterizzante della morfologia del territorio che deve essere tenuto presente nella pianificazione urbanistica di tali aree.

#### Forme antropiche

L'intervento dell'uomo assume un ruolo importante nell'assetto morfologico in quanto contribuisce ad accelerare localmente l'azione di determinati processi morfogenetici, talora esasperandone o limitandone gli effetti.

Lo sviluppo delle forme erosive amplificate dall'azione dell'uomo risulta essere piuttosto modesto e limitato alla porzione di territorio collinare centrale e settentrionale. All'interno delle forme e processi antropici vengono distinti tutte le opere principali dell'uomo che possono avere una certa rilevanza sull'assetto del territorio con particolare attenzione alle scarpate agli scavi ai riporti, ai laghi artificiali e tutte le opere di difesa idraulica. Per quanto riguarda la zona di costa sono state individuate le rive con evidente influenza antropica. Sono state altresì indicate le aree di cava ormai dismesse da tempo, gli argini fluviali che sono anche elemento di giudizio sulla pericolosità idraulica (ex-salvaguardie P.I.T.).

### **3.4 Idrogeologia**

È stata posta particolare attenzione agli aspetti idrogeologici, per l'importanza della risorsa idrica nel territorio della piana di Grosseto, non solo in relazione alle attività, ma soprattutto dal punto di vista della tutela e valorizzazione ambientale.

La pianura costiera di Grosseto, dei fiumi Ombrone e Bruna, è il risultato del riempimento sedimentario quaternario di una struttura depressionaria, con uno spessore del deposito di oltre 200 m. Dalla carta geologica si osserva l'ampia distribuzione di materiali alluvionali di differente granulometria e genesi, di colmate, di una importante fascia costiera di depositi sabbiosi di spiaggia e di complessi dunali. Nei pressi di Roselle sono inoltre presenti detriti e livelli travertinosi prodotti dalla risalita di acque termali.

Lo spessore notevole di sedimenti prodotti dalla trasgressione olocenica, in prossimità della costa, sia alluvionali che marini e lagunari, suggerisce anche la presenza di acque salate e salmastre nei depositi non consolidati.

La stessa storia geomorfologica recente, legata soprattutto all'agente antropico (gli ultimi 3000 anni) che, con gli effetti sul trasporto solido fluviale delle attività agricole e della deforestazione ha prodotto il rapido avanzamento della pianura, accelerandone l'evoluzione naturale anche con gli interventi di bonifica, suggerisce la presenza di sedimenti seppelliti ricchi di acque salate.

Nella pianura sono individuabili due complessi acquiferi principali. Il primo corrispondente alle ghiaie e

alle sabbie fluviali, poste a differenti profondità, in falde confinate e semi confinate. Vengono in superficie nelle zone d'alveo dell'Ombrone ed in alcune zone ai margini della pianura, dove si ha continuità con i detriti di falda e talora con i versanti (in particolare nella zona di Roselle).

Gli acquiferi che sono sfruttati principalmente per l'agricoltura, con oltre 4000 pozzi, ma anche dall'acquedotto, sono alimentati dai corsi d'acqua (l'Ombrone, e localmente, da impluvi occasionali o intermittenti, affluenti della Bruna) e dalle acque di infiltrazione dei versanti circostanti. Proprio in alcuni litotipi detritici ed in alcuni versanti l'alimentazione è maggiore e questi rappresentano, oltre agli alvei, le zone di maggiore vulnerabilità e che necessitano di interventi di salvaguardia dei processi di infiltrazione e di accumulo della risorsa.

Il secondo complesso corrisponde alle sabbie della fascia costiera. Le falde sono freatiche, di scarsa entità, alimentate esclusivamente dalle precipitazioni meteoriche. Sono presenti numerosi pozzi di piccola profondità utilizzati da campeggi e da residenze estive.

Nella Carta idrogeologica (elab. SUA 310) sono state raggruppate in quattro classi le formazioni geologiche che si ritiene, sulla base delle indicazioni fornite dal PTC della Provincia di Grosseto, posseggano un analogo coefficiente di permeabilità K.

Il coefficiente di permeabilità K (cm/s) è dato dal rapporto tra la quantità d'acqua che attraversa una determinata sezione di una roccia nell'unità di tempo:

$$K = Q/(Ait)$$

dove:

Q = portata (cm<sup>3</sup>)

A = sezione retta del mezzo acquifero (cm<sup>2</sup>)

i = coefficiente relativo alla perdita di carico

t = tempo (s)

Si distinguono tre tipi fondamentali di permeabilità in rapporto alle caratteristiche geolitologiche e geochimiche dei diversi mezzi, cioè:

- permeabilità per porosità;
- permeabilità per fessurazione;
- permeabilità per carsismo (dovuta a fenomeni chimico dissolutivi).

Un litotipo può presentare anche più di un tipo di permeabilità contemporaneamente. In particolare vengono definiti i seguenti gradi di permeabilità:

- Permeabilità elevata (K > 10 cm/s)
- Permeabilità media (10 cm/s > K > 10<sup>-4</sup> cm/s)
- Permeabilità bassa (10<sup>-4</sup> cm/s > K > 10<sup>-7</sup> cm/s)

- Permeabilità molto bassa ( $K < 10^{-7}$  cm/s).

### 3.4.1 Complessi idrogeologici

La carta idrogeologica di progetto è stata realizzata accorpando le formazioni geologiche in complessi idrogeologici, contraddistinti da caratteristiche omogenee dal punto di vista delle proprietà idrauliche dei terreni (entità e tipologia della permeabilità), le caratteristiche dei vari complessi sono state descritte nell'ambito dei paragrafi seguenti.

In base alle caratteristiche tessiturali e geolitologiche delle varie formazioni affioranti ed a prove di permeabilità sperimentali tipiche delle stesse l'intero territorio comunale è stato suddiviso in varie classi di permeabilità. Tale studio si rende particolarmente utile per la valutazione delle possibili interazioni tra gli acquiferi principali ed eventuali zone a rischio di contaminazione, consentendo quindi successivamente la definizione preliminare della vulnerabilità idrogeologica. Per definire nel dettaglio l'estensione delle aree di salvaguardia o di tutela speciale, i dati precedentemente descritti vanno incrociati con le considerazioni sulla dinamica e sulle caratteristiche geochimiche della falda.

Le tre diverse classi di permeabilità dei terreni e delle rocce affioranti (elevata, media, bassa) sono state individuate in maniera da distinguere in funzione del coefficiente di permeabilità  $K$  il diverso tempo di percolazione superficiale. È stata inoltre eseguita un'ulteriore suddivisione all'interno delle suddette classi di permeabilità in modo da avere una maggiore definizione anche del tipo di permeabilità prevalente per porosità o per fessurazione. Vengono così individuate sottoclassi porose e sottoclassi fratturate. Tutte queste elaborazioni consentono di ottenere in via generale una classificazione sulla permeabilità dei terreni.

Sono state distinte quindi:

- **Classe di permeabilità bassa (B):** ne fanno parte tutte le unità litologiche a composizione prevalentemente argillosa, nelle quali la penetrazione ed il passaggio sono minimi. Si distinguono unità a permeabilità bassa prevalente per porosità ( $Bp$ ) e caratterizzate dalle seguenti formazioni geologiche: depositi di transizione, di retro spiaggia ed alluvionali, terreni limosi, talvolta torbosi, di ambiente lagunare o palustre, argille e sabbie fossilifere marine e lagunari e argille più o meno sabbiose con fossili marini. Si distingue inoltre una sola unità a permeabilità bassa prevalente per fessurazione ( $Bf$ ) caratterizzata dalla formazione geologica "galestri a palombini" costituita da argilloscisti talora silicei (*galestri*) con intercalazioni di calcarei silicei (*palombini*) e rare arenarie.
- **Classe di permeabilità media (M):** riunisce una serie di terreni e rocce a caratteristiche assai varie per alternanze di strati permeabili ed impermeabili. Si distinguono unità a permeabilità media prevalente per porosità ( $Mp$ ) e caratterizzate dalle seguenti formazioni geologiche: alluvioni fluviali recenti ed attuali e sabbie più o meno argillose o con lenti di argille, con fossili marini del Pliocene.

Si distinguono inoltre unità a permeabilità media prevalente per fessurazione ( $Mf$ ) caratterizzate dalle formazioni geologiche: Verrucano, Flysh calcareo, Calcareniti, Macigno, Flysh calcareo-marnoso.

- **Classe di permeabilità alta (A):** in questa classe sono presenti rocce e terreni che, per le loro caratteristiche di circolazione e permeabilità possono costituire ottimi acquiferi. Si distinguono unità a permeabilità elevata prevalente per porosità ( $Ap$ ) e caratterizzate dalle seguenti formazioni geologiche: sabbie rosse più o meno grossolane, talvolta cementate, terreni di riporto, detriti di versante, depositi di spiaggia ed eolici, costituiti da sabbie gialle passanti talvolta a rosse, panchina marina e sabbia eolica in terrazzi, dune antiche con sabbie brune passanti a rosse più o meno cementate, conglomerati poligenici poco coerenti, con intercalazioni sabbiose o argillose e ciottoli prevalenti di palombini e brecciole nummulitiche, talvolta di calcare cavernoso o verrucano. Si distingue inoltre un'unità a permeabilità elevata prevalente per fessurazione ( $Af$ ), caratterizzata dalla formazione geologica del Calcere Cavernoso e potenzialità idrogeologiche di carattere regionale.

Per valutazioni di dettaglio si rimanda all'analisi della "Carta Idrogeologica" in scala 1:10.000 (elab. SUA 310) dove vengono chiaramente distinte le suddette classi in relazione alla disposizione areale degli affioramenti delle unità idrogeologiche accorpate in funzione delle classi e della tipologia di permeabilità. Dette delimitazioni unitamente alle condizioni geometriche e strutturali dell'acquifero hanno contribuito in maniera significativa alla definizione delle zone di protezione idrogeologica. Tali aree sono infatti caratterizzate da pregi particolari della falda dati sia da condizioni intrinseche (particolare produttività e talora qualità buona) che da condizioni contingenti ed in particolare dall'interesse strategico per gli attuali ed i futuri sviluppi dell'uso idropotabile.

### 3.4.2 Pozzi

Nel territorio del comune di Grosseto sono stati censiti 3.733 pozzi, nel territorio del Comune di Magliano in Toscana 425 ed in quello di Orbetello 1.306, come si evince dagli elenchi pubblicati nel sito "La risorsa acqua" della regione Toscana.

I pozzi ricadenti nella fascia di territorio indagato sono indicati nella carta idrogeologica (elab. SUA 310) con opportuna simbologia.

Lungo il tratto di autostrada in variante sono presenti un certo numero di pozzi adibiti a vario uso; se ne indicano di seguito le progressive, la distanza approssimativa dalla mezzeria della sede stradale e l'uso.



**Corsia sud**

pozzo	progressiva	distanza	uso
01	-0+100	30 m	domestico
02	0+000	60 m	domestico
03	0+130	150 m	domestico
04	0+300	100 m	domestico
05	0+890	140 m	domestico
06	1+370	5 m	domestico
07	1+510	40 m	<b>idropotabile</b>
08	1+540	0 m	scorte idriche/altri usi
09	1+540	140 m	scorte idriche/altri usi
10	2+000	100 m	domestico
11	3+510	120 m	domestico
12	3+830	140 m	irriguo
13	3+940	50 m	domestico
14	3+960	110 m	domestico
15	4+020	130 m	irriguo
16	4+130	100 m	domestico
17	5+570	110 m	domestico
18	6+580	150 m	domestico
19	9+870	90 m	scorte idriche/altri usi

**Corsia nord**

pozzo	progressiva	distanza	uso
01	1+120	130 m	domestico
02	1+190	10 m	domestico
03	1+370	90 m	scorte idriche/altri usi
04	4+150	150 m	domestico
05	4+220	70 m	domestico
06	4+550	100 m	irriguo
07	5+890	130 m	scorte idriche/altri usi
08	5+970	30 m	domestico
09	6+050	40 m	domestico
10	8+440	40 m	domestico
11	10+090	70 m	domestico

Alla progressiva 1+510 l'autostrada interferisce direttamente con l'area di rispetto di un pozzo, il n° 7 della corsia sud, realizzato per fini idropotabili. I pozzi della corsia sud n° 6 e 8 sono interferiti direttamente dalla struttura in progetto; per quanto riguarda gli altri pozzi non sono previsti interventi che possano interferire con la falda acquifera. Si segnalano comunque i pozzi compresi in una fascia di 150 m dalla sede stradale perché siano presi tutti gli accorgimenti necessari alla tutela della qualità delle loro acque.

**3.4.3 Zone di rispetto, di salvaguardia e di protezione idrogeologica**

Sono state distinte le varie zone di rispetto per la risorsa potabile (zona di tutela assoluta, zona di

rispetto e zona di protezione idrogeologica) e per la risorsa termale (zona di concessione mineraria) e le aree da assoggettare a speciali misure temporanee di protezione idrogeologica come quelle caratterizzate da elevata salinità e stress idrico.

Per quanto concerne la risorsa potabile e la tutela delle acque sotterranee destinate al consumo umano, in assenza di studi specifici di maggiore dettaglio è stata definita una zona di tutela assoluta di circa 10 metri ed una di rispetto nell'intorno dell'opera di captazione in cui si applicano le prescrizioni ed i vincoli dell'art. 5 del D.L. 258/2000. Negli affioramenti diretti dell'acquifero del Calcareo Cavernoso o delle formazioni ad elevata permeabilità, in contatto diretto con il suddetto acquifero, in relazione a quanto indicato nel paragrafo precedente, è stata inoltre individuata una ulteriore area di rispetto denominata "zona di protezione idrogeologica".

La zona di protezione idrogeologica ha lo scopo di tutelare la falda dell'acquifero del Calcareo Cavernoso ritenuto, nel rispetto del PTCP e del Piano di Tutela delle Acque della Regione Toscana, una falda di importanza strategica per il territorio del Comune di Orbetello sia per una condizione intrinseca (particolare produttività associata a buona qualità con corrette opere di presa) che contingente (falda di interesse prevalente in zone ad emergenza idrica stagionale).

Nella Carta idrogeologica (elab. SUA 310) sono presenti alcuni pozzi ad uso idropotabile con la relativa area di rispetto, che si trovano a distanze tali da far escludere ogni interferenza diretta dell'opera.

**3.4.4 Sorgenti**

All'interno del territorio comunale di Magliano in Toscana sono inoltre presenti delle sorgenti generalmente di portata mai troppo elevata, che interessano alcune litologie fra quelle affioranti.

Alcune di queste sono sorgenti di emergenza, cioè la falda viene a giorno in seguito a cambiamenti della topografia, ciò accade nelle arenarie del Macigno e nei Flysch calcari e calcareo-marnosi in corrispondenza di incisioni di piccoli impluvi.

Esistono inoltre sorgenti di contatto, cioè l'emergenza dell'acqua avviene nel punto dove la roccia acquifera si trova a contatto con una meno permeabile oppure, all'interno di una stessa roccia acquifera, l'emergenza può avvenire per contatto con livelli interni di litologie meno permeabili. Esempi del primo tipo sono presenti al contatto fra le alluvioni terrazzate acquiferi, con il calcareo lacustre pleistocenico o le argille grigio-azzurre, meno permeabili, come nell'area sud-est; oppure al contatto fra calcareniti plioceniche e sabbie plioceniche. Del secondo tipo è possibile osservare sorgenti all'interno dei Flysch calcari e calcareo-marnosi date da piccole falde presenti in livelli calcarei fratturati al contatto con livelli a prevalenza marnosa o argilloscistosa; oppure all'interno delle alluvioni in corrispondenza di lenti o livelli discontinui a permeabilità diversa (ciottoli e ghiaie su limi argillosi). In generale però tali sorgenti non presentano portate tali da poter essere sfruttate, se non per utilizzi d'acqua modesti, quasi mai per scopi acquedottistici.

### 3.4.5 Intrusione salina

Il territorio che dovrà accogliere la nuova infrastruttura autostradale è per buona parte interessato dal problema dell'intrusione salina che comporta deterioramenti più o meno gravi della qualità delle acque di falda. Il fenomeno è la diretta conseguenza dei forti emungimenti di acque sotterranee effettuati per vari utilizzi con prevedibili picchi di utilizzo nella stagione estiva sia per le necessità agricole sia per le maggiori presenze turistiche.

Sono in corso studi idrogeologici e idrogeochimici per conoscere meglio gli acquiferi coinvolti e l'evoluzione del fenomeno. In particolare lo *Studio geologico, idrogeologico e idrogeochimico finalizzato alla valutazione dell'intrusione salina negli acquiferi della zona costiera compresa fra il Fiume Osa e il Lago di Burano* eseguito nel 2009 dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Siena, ha messo in evidenza la presenza di una fascia compresa tra il Torrente Osa e Ansedonia coincidente con le zone di ubicazione dei pozzi maggiormente sfruttati, suggerendo come rimedio la gestione integrata delle risorse idriche superficiali e sotterranee, sostituendo il quantitativo di acque estratto a scopo irriguo con acque reflue depurate e/o acque di superficie trattate con invasi artificiali.

La natura dell'intervento proposto dal progetto in esame è tale da non prevedere azioni né dirette né indirette che possano accentuare l'intrusione salina in quanto non sono previsti massicci approvvigionamenti diretti di acqua e non vi sono strutture interrato a profondità tali da interferire significativamente con l'andamento delle falde acquifere. Si porrà la giusta attenzione per evitare emungimenti eccessivi e sprechi della risorsa acquifera.

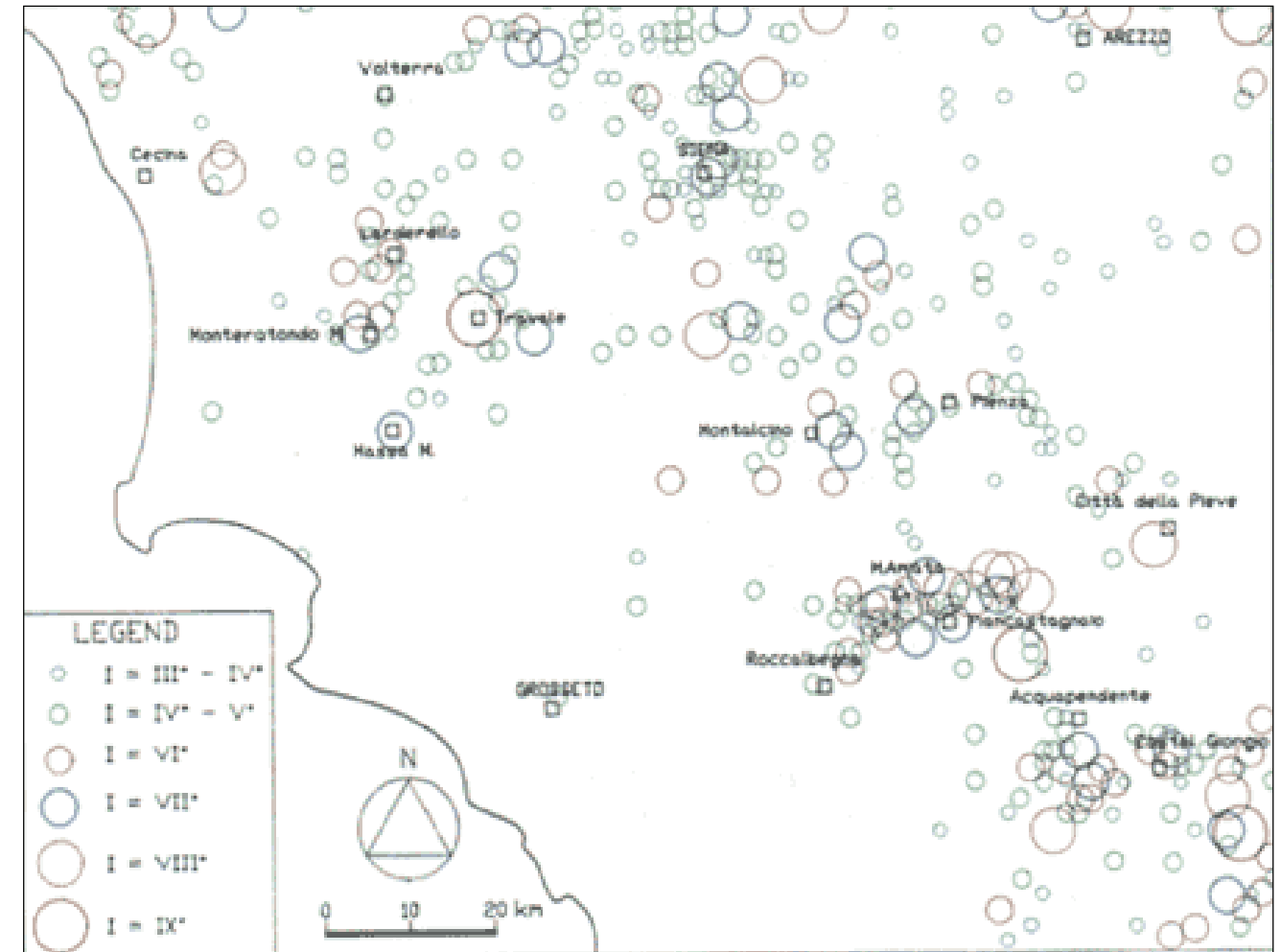


Figura 3.1 – Sismicità storica delle località della Toscana meridionale nel periodo 1900-1990: distribuzione degli epicentri ed intensità degli eventi (scala MCS). Rappresentazione schematica (ENEL, 1995).

### 3.5 Sismicità

La zona in studio è posta in un settore definito nell'insieme "Bacini neogenici tosco-laziali" (Aquater, 1981), per l'evoluzione tettonica che nel corso del Neogene ha interessato il settore suddetto. Nello schema neotettonico d'Italia, redatto dal CNR nell'ambito del Progetto finalizzato "Geodinamica" l'area peritirrenica, di cui la zona in studio fa parte, rientra tra le aree in cui si è avuto un abbassamento prevalente seguito da un sollevamento in tempi molto recenti, con alcune aree soggette ad un sollevamento forte e pressoché continuo, secondo uno schema a blocchi.

La sismicità dell'area interessata dal progetto in esame è di livello basso, sia per quanto riguarda l'attività locale che il risentimento di eventi distanti: nel territorio attraversato dal tracciato di progetto non si conoscono eventi catastrofici.

Per descrivere in maniera più dettagliata la sismicità dell'area di seguito si riportano, in forma tabellare, gli effetti risentiti nel sito, così come estratti dal DBMI11 a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani e dal CPTI11 di A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Milano, Bologna 2011. (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>).

In particolare, nelle Tabelle 3.1 e 3.2 sono riportati gli effetti risentiti nei Comuni di Orbetello e Capalbio con intensità almeno del III grado MCS.

Tabella 3.1 - Catalogo sismico di sito del Comune di Grosseto interessato dal progetto. Dati modificati a partire da Gruppo di Lavoro CPTI, 2011 (Io = intensità epicentrale; Mw = magnitudo; Is = intensità risentita al sito).

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
5	1909 08 25 00:22	Murlo	7-8	5,37 ± 0,10
3-4	1905 02 12 08:28	Santa Fiora	6	4,66 ± 0,29
3	1895 05 18 19:55	Fiorentino	8	5,43 ± 0,08
3	1911 09 13 22:29	Chianti	7	5,19 ± 0,14
2-3	1970 08 19 12:19	Colline Metallifere	6	4,87 ± 0,18

Tabella 3.2 - Catalogo sismico di sito del Comune di Magliano in Toscana interessato dal progetto. Dati modificati a partire da Gruppo di Lavoro CPTI, 2011.

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
3-4	1909 08 25 00:22	Murlo	7-8	5,37 ± 0,10
3	1905 02 12 08:28	Santa Fiora	6	4,66 ± 0,29
2-3	1970 08 19 12:19	Colline Metallifere	6	4,87 ± 0,18

Tabella 3.3 - Catalogo sismico di sito del Comune di Orbetello interessato dal progetto. Dati modificati a partire da Gruppo di Lavoro CPTI, 2011.

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
4	1909 08 25 00:22	Murlo	7-8	5,37 ± 0,10
~3	1742 01 27 11:20	Livorno	6	4,90 ± 0,32
~3	1846 08 14 12:00	Toscana settentrionale	9	5,91 ± 0,13

La sismicità storica dell'area in studio è stata caratterizzata attraverso la costruzione di un catalogo macrosismico locale che, oltre a fornire un ordine di grandezza delle intensità osservate al sito, consente di delineare un quadro dettagliato della provenienza dei terremoti.

Si è potuto quindi individuare e caratterizzare le principali aree sismogenetiche (i.e. aree che presentano un regime sismico e caratteristiche sismotettoniche più o meno omogenee) da cui hanno avuto origine i terremoti. L'insieme di questi dati costituisce quindi la base minima necessaria per le valutazioni di pericolosità sismica dell'area.

Questo, dopo aver portato a termine una ricostruzione della sismicità storica, sulla base dei dati riportati nel Catalogo Nazionale dei Terremoti che per la Toscana meridionale copre il periodo dall'anno 1000 sino al 1990, seppur con diverso grado di accuratezza: gli eventi di intensità minore, III-IV grado della

scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) sono riportati dal 1900, mentre dal 1790 solo quelli dal V-VI in su, dal 1700 quelli dal VII-VIII e dal 1000 solo gli eventi più disastrosi (>VIII grado).

Gli effetti dei terremoti dipendono evidentemente non solo dalla forza del terremoto e dal pattern di propagazione dell'energia sismica, ma anche dalla morfologia dell'area, dal suo assetto geologico e strutturale, dagli effetti di sito e dal livello di vulnerabilità del patrimonio edilizio storico e civile dei centri urbani. In particolare, una prima determinazione della sensibilità sismica del territorio è possibile considerando che essa risulta direttamente proporzionale ai massimi valori di intensità macrosismica registrata nel territorio stesso.

La Toscana è caratterizzata da una sismicità che si distribuisce lungo fasce (zone sismogenetiche) a caratteristiche sismiche omogenee, allungate di preferenza NW-SE, nella direzione della costa tirrenica e della catena montuosa appenninica. Lungo queste fasce la sismicità si distribuisce in modo omogeneo e gradualmente crescente dalla costa verso l'Appennino.

In particolare tutta l'area della provincia di Grosseto adiacente alla costa tirrenica interessata dal progetto non rientra in nessuna delle zone sismogenetiche.

### 3.6 Classificazione sismica dei terreni

Il Dipartimento della Protezione Civile (DPC) ha adottato, con O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003, la riclassificazione sismica nazionale con le normative tecniche per gli edifici, i ponti e le opere di fondazione e sostegno dei terreni. A seguito della O.P.C.M. n° 3519 del 19 giugno 2006 la Regione Toscana, con Deliberazione di G.R. n° 431 del 19 giugno 2006, ha approvato una nuova Classificazione sismica.

Di seguito si riportano i comuni interessati, con i riferimenti alle varie classificazioni.

Tabella 3.4 - Classificazioni dei Comuni interessati secondo le varie disposizioni susseguitesesi nel tempo.

Codice Istat 2001	Denominazione	Indici di zonazione e classificazione			
		Classificazione da Decreti anteriori al 1984	Zonazione ai sensi del OPCM 3274 (2003)	Zonazione ai sensi del OPCM 3519 (2006)	Zonazione secondo la DGRT 878 (2014)
09053011	Grosseto	4	4	4	4
09053013	Magliano in Toscana	4	4	4	4
09053018	Orbetello	4	4	4	4

Come si può osservare dall'analisi della tabella precedente e della figura 3.2 i comuni interessati dalla realizzazione dell'opera rientrano nella Zona 4.

Il terremoto può trasmettere sia sollecitazioni dinamiche con fenomeni di amplificazione locale o dare luogo a fenomeni di instabilità dinamica con cedimenti, liquefazione e frane. Pertanto in fase di progettazione di opere in zone sismiche, è necessario partire dall'ipotesi di un "terremoto di progetto", basato sulla conoscenza della sismicità della zona.

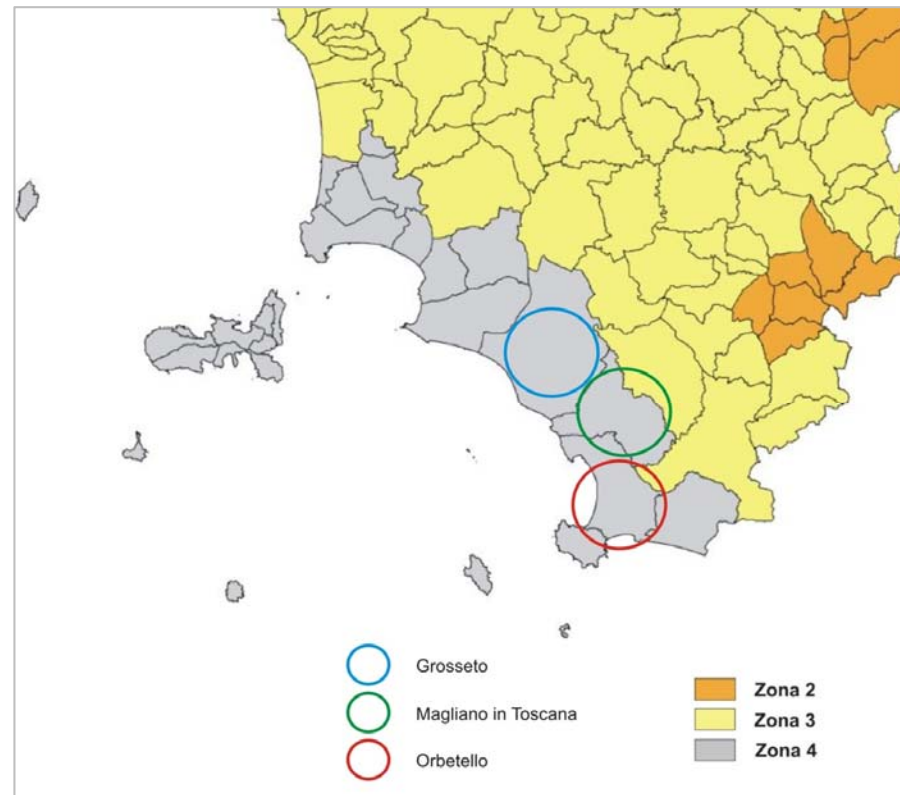


Figura 3.2 – Nuova classificazione sismica dei comuni della Toscana (DGRT maggio 2014)

Nella classificazione definita dai Decreti emessi fino al 1984 la sismicità è espressa con il "grado di sismicità" S. Nella proposta di riclassificazione del Gruppo di Lavoro ING-GNDT-SSN costituito dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi (GDL 1988), la sismicità è definita in termini di tre categorie più una categoria di Comuni Non Classificati (NC).

Nella classificazione 2003 la sismicità è definita mediante 4 zone, numerate da 1 a 4. Nella classificazione 2006 viene aggiunta una zona 3s per cui la scala diventa la seguente: 1, 2, 3s, 3 e 4.

Infine in data 26 maggio 2014, con la Delibera di Giunta Regionale n° 878, la classificazione è stata ancora rivista con la pubblicazione di una nuova Mappa e dell'elenco aggiornato dei comuni.

La corrispondenza tra queste diverse definizioni è riportata nella tabella seguente.

Tabella 3.5 - Confronto tra le classificazioni dal 1984 al 2014.

	Classificazione 1984	GDL 1988	OPCM 2003	OPCM 2006	DGRT 2014
1	Prima categoria	S=12	Zona 1	Zona 1	Zona 1
2	Seconda categoria	S=9	Zona 2	Zona 2	Zona 2
3	Terza categoria	S=6	Zona 3	Zona 3s Zona 3	Zona 3
4	Quarta categoria	-----	Zona 4	Zona 4	Zona 4

Ai fini dell'applicazione di queste norme, il territorio nazionale viene suddiviso, quindi, in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima su un suolo di categoria A). I valori di  $a_g$ , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale, sono riportate di seguito:

Tabella 3.6 - Suddivisione delle sottozone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido utilizzate per lo scenario di riclassificazione sismica della Regione Toscana.

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI ( $a_g$ )
1	39.0	$0,25 \leq a_g < 0,278g$
2	A	$0,20 \leq a_g < 0,25$
	B	$0,15 \leq a_g < 0,20$
3	A	$0,10 \leq a_g < 0,15$
	B	(val. min.) $0,062 \leq a_g < 0,10$

Per i comuni interessati dal progetto il valore della sottozona corrispondente è indicato dalla tabella successiva.

Tabella 3.7 - Classificazione sismica indicata nell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03, aggiornata con la Deliberazione di G.R. Toscana n. 878 del 26.05.2014.

CODICE ISTAT	COMUNE	Nuova Zona sismica	Sottozona sismica	Zona sismica ai sensi della precedente DGR 431/06	Variazione di zona sismica
053011	Grosseto	4		4	0
053013	Magliano in Toscana	4		4	0
053018	Orbetello	4		4	0

### 3.7 Profilo geologico - geomorfologico - idrogeologico in asse al tracciato

Dall'inizio del Lotto 4 il tracciato si sviluppa sulla formazione dei *depositi alluvionali antichi terrazzati* fino alla progressiva 1+150. È compreso in questo tratto l'attraversamento dei *depositi alluvionali attuali e recenti* del 2° Fosso senza nome tra le progressive 0+700 ÷ 0+760. La permeabilità della formazione di base è bassa mentre le alluvioni attuali possono presentare una permeabilità da bassa a media. La stessa formazione costituisce la base del tracciato tra le progressive 1+150 e 1+500, in corrispondenza dell'attraversamento del Fosso Rispecchia.

Da questa progressiva la formazione dei *depositi alluvionali antichi terrazzati* costituisce il terreno di base per il tracciato autostradale fino alla progressiva 9+750, conservando sostanzialmente le stesse caratteristiche geologiche e idrogeologiche già viste. In questo intervallo si attraversano alcuni corsi d'acqua, con i relativi *depositi alluvionali attuali e recenti* che si rinvengono in corrispondenza di questi intervalli:

- tra le progressive 4+840 e 5+180 per l'attraversamento del Fosso Migliarino e del Fosso della Banditella
- tra le progressive 6+240 e 6+410 per l'attraversamento del Fosso Valle Giardino
- tra le progressive 7+930 e 8+090 per l'attraversamento del Fosso Carpina

Dalla progressiva 9+750 il substrato su cui poggia il tracciato è costituito dalle *Alluvioni fluviali recenti* che si rinvengono fino alla progressiva 14+700. Anche questo tipo di sedimenti presenta una permeabilità da bassa a media. All'interno di questo intervallo, tra le progressive 12+550 e 12+870 il tracciato interessa un affioramento di *Calcareni nummulitiche* con una permeabilità medio elevata.

Dalla progressiva 12+870 l'ultimo tratto del tracciato si sviluppa sulla formazione dei *Terreni palustri*. Si tratta di materiali limosi talvolta torbosi di ambiente lagunare o palustre che presentano una permeabilità bassa.

Il territorio ha una morfologia con aree rialzate, lievemente ondulate, separate da salti morfologici contenuti entro 10 - 15 m di altezza, attribuibili alle valli fluviali dei corsi d'acqua minori.

### 3.8 Uso del suolo

Nella *Carta della Capacità d'uso del suolo* presente nel sito della Regione Toscana "SITA: Database Pedologico" sono evidenziate le classi di capacità d'uso interferite dal progetto. Questo ha consentito di individuare le percentuali di capacità d'uso dello stesso con riferimento alle Classi che nella detta carta sono state individuate.

Questo confronto ha messo in evidenza che nell'area studiata, per una fascia di 500 m avente come asse l'infrastruttura stradale in studio, si interferiscono suoli appartenenti alle seguenti classi:

- Classe I:* Suoli che presentano pochissimi fattori limitanti il loro uso e che sono quindi utilizzabili per tutte le colture; hanno una *profondità utile per le radici* molto elevata, *pietrosità superficiale* assente e *fertilità chimica dell'orizzonte superficiale* buona;
- Classe II:* Suoli che presentano moderate limitazioni che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative; hanno una *profondità utile per le radici* molto elevata, *pietrosità superficiale* assente e *fertilità chimica dell'orizzonte superficiale* parzialmente buona;
- Classe III:* Suoli che presentano severe limitazioni, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; hanno una *profondità utile per le radici* molto elevata, *pietrosità superficiale* assente e *fertilità chimica dell'orizzonte superficiale* buona;
- Classe VI:* Suolo che presentano limitazioni severe tali da renderli inadatti alla coltivazione e da restringere l'uso, seppur con qualche ostacolo, al pascolo, alla forestazione e come habitat naturale; hanno una *profondità utile per le radici* scarsa, *pietrosità superficiale* frequente e *fertilità chimica dell'orizzonte superficiale* buona.

Le classi interferite sono distribuite lungo il tracciato autostradale come segue:

<b>tipo</b>	<b>dal km</b>	<b>al km</b>
Classe II	-1+340	-0+740
Classe III	-0+740	-0+100
Classe II	-0+100	0+140
Classe III	0+140	0+400
Classe II	0+400	0+600
Classe III	0+600	1+020
Classe II	1+020	7+800
Classe III	7+800	9+820
Classe VI	9+820	10+000
Classe III	10+000	10+770
Classe VI	10+770	10+870
Classe III	10+870	11+730
Classe I	11+730	12+150
Classe III	12+150	15+400
Classe III	15+400	16+419

Questo confronto mette in evidenza che nell'area studiata, per una fascia di 500 m avente come asse l'infrastruttura stradale in studio, la *Classe III* è presente per il 52% del territorio, la *Classe II* per il 44% mentre il restante 4% è rappresentato in parti uguali dalla *Classe I* e dalla *Classe VI*.

Con esclusione di quest'ultima classe, nelle altre è presente un suolo di buona qualità pedologica; la sua vulnerabilità è legata al fatto che una fascia di suolo verrà definitivamente eliminata.

Il tracciato proposto nella variante non comporta una maggiore occupazione di suolo rispetto a quanto previsto nel progetto originario né in termini di superficie né in termini di tipologia di suolo occupato mentre una diminuzione di superficie deriva dalla riduzione delle aree da adibire a cantiere.

### 3.9 Aree sensibili

L'analisi "ante operam" ha consentito di caratterizzare tutti gli aspetti sulle componenti del sistema in esame e, conseguentemente, di individuare tutti gli elementi sensibili (recettori) presenti nell'area di studio.

A seguito di questa fase è stato possibile definire le possibili interferenze derivanti dalla fase di costruzione e di esercizio del tracciato stradale e delle sue opere accessorie (svincoli, viabilità secondaria, ecc.) sui recettori individuati.

Di seguito si riporta l'elenco dei possibili recettori e l'elenco degli impatti potenziali derivanti dalla costruzione, dalla presenza e dall'esercizio dell'opera. Successivamente si descrivono le principali interferenze riscontrate.

Possibili recettori:

- terreni a permeabilità da media a bassa
- terreni a permeabilità alta
- falda idrica
- pozzo
- zone di faglia.

#### 3.9.1 Correlazione recettori ed impatti potenziali

La correlazione tra la sensibilità dei recettori e le tipologie costruttive previste in progetto consente di stabilire una matrice degli impatti basata sulla seguente classificazione di intensità degli effetti:

- 0 Impatto nullo
- 1 Impatto di bassa intensità
- 2 Impatto di media intensità
- 3 Impatto di alta intensità

Tabella 3.8 - Matrice degli impatti

Matrice degli impatti	Classi di sensibilità			
	Aree non sensibili	Aree a bassa sensibilità	Aree a media sensibilità	Aree ad alta sensibilità
VIADOTTO/PONTE	0	1	2	3
RILEVATO	0	0	1	2
RASO/RILEVATO BASSO	0	0	0	1
TRINCEA	0	0	1	2
CAVALCAVIA	0	1	2	3
SOTTOVIA	0	0	0	0
INTERSEZIONE/ROTATORIA	0	1	2	3
STAZIONI DI SERVIZIO/BARRIERE	0	0	1	2

### 3.10 Valutazione degli impatti

#### 3.10.1 Definizione degli impatti potenziali

Nel precedente paragrafo è stato delineato lo stato iniziale dell'ambiente, con riferimento alle voci ambientali costituenti la componente "Suolo e Sottosuolo", sul quale andranno a gravare le "pressioni" esercitate dalle azioni di progetto. Tale interazione genererà una serie di potenziali impatti sullo stato dell'ambiente ante operam, che occorre quindi identificare e successivamente stimare.

Per meglio chiarire i contenuti del presente lavoro, di seguito sono elencati le principali interferenze tra le azioni di progetto e gli indicatori pertinenti la componente "Suolo e Sottosuolo", di cui si sono successivamente stimati gli impatti.

- Alterazione della qualità delle acque sotterranee, a seguito di fenomeni di inquinamento diffusi e/o locali. Ciò è da imputarsi in particolare alle attività di cantiere, in fase di costruzione, ed alla restituzione delle acque di piattaforma e degli sversamenti accidentali, in fase di esercizio.
- Consumo di suolo, dovuto alla presenza dell'opera in progetto sul territorio, sia di tipo temporaneo (aree di cantiere), sia di tipo permanente (impronta dell'opera).
- Alterazione dei regimi estrattivi (cave e discariche) a seguito delle esigenze progettuali.
- Modifica dell'assetto morfologico, con riferimento alle problematiche di stabilità dei terreni di sottofondo e dei pendii (nello specifico, trincee e rilevati).

### 3.10.2 Impatti in fase di cantiere

Relativamente alla componente “Suolo e Sottosuolo” gli impatti sul territorio, determinati dall’attività e dalle opere connesse ai cantieri, sono i seguenti:

- Cedimenti del terreno di sedime;
- Occupazione del suolo;
- Inquinamento del suolo e del sottosuolo da dilavamento meteorico della piattaforma stradale e da sversamenti accidentali.

L’assegnazione della stima di impatto è derivata, principalmente, dalla valutazione della fonte impattante, in termini di entità e durata, e dal grado di vulnerabilità dei recettori e dell’acquifero libero superficiale. Per la valutazione degli impatti in sede di realizzazione ed in esercizio della nuova opera, si sono presi in esame le tipologie delle opere principali (rilevati, trincee, ponti e viadotti), valutando la differente interazione con l’ambiente in cui tali opere si inseriscono.

### 3.10.3 Impatti in fase di esercizio

Relativamente alla fase di esercizio, gli impatti previsti risultano essere:

1. sottrazione di suolo dovuto alla presenza dell’opera in progetto sul territorio (impronta dell’opera);
2. alterazione dell’assetto idrogeologico, in termini di depressioni e/o rigurgiti generati dalle opere in sottosuolo, così come di variazione del campo di moto dell’acquifero;
3. alterazione della qualità del suolo e delle acque sotterranee, a seguito di fenomeni di inquinamento diffusi e/o locali, ovvero la restituzione ai recapiti naturali delle acque di piattaforma e potenziali sversamenti accidentali.

## 3.11 Tipologie di impatto

### 3.11.1 Cedimenti del terreno di sedime

Le zone di pianura sono classificate come particolarmente critiche per il comportamento geotecnico di terreni deboli (terreni prevalentemente argillosi delle bonifiche con caratteristiche geotecniche scadenti legate al grado di consolidazione raggiunto dai materiali). Questi terreni possono essere localmente soggetti a significativi fenomeni di subsidenza o di variazioni volumetriche in relazione alle condizioni di saturazione.

La gravità di questo impatto è funzione delle tipologie costruttive e della presenza o meno di aree in dissesto.

Per evitare gli effetti indesiderati dovuti al carico della struttura stradale si eseguirà un’accurata indagine geognostica geotecnica che consenta di valutare i parametri dei terreni di fondazione e quindi di calibrare gli interventi di consolidamento e le opere d’arte con caratteristiche tali da renderle stabili.

### 3.11.2 Occupazione del suolo

In corrispondenza delle aree di cantiere il suolo verrà asportato temporaneamente e stoccato in attesa di essere riutilizzato, dopo lo smantellamento dei cantieri, per il ripristino delle condizioni ante-operam. Per mitigare l’impatto le modalità di scotico, stoccaggio e riutilizzo del suolo dovranno essere programmate per evitare la dispersione dell’humus ed il deterioramento delle sue qualità produttive ad opera degli agenti meteorici. In sede di ripristino si dovrà ricreare (in un arco di tempo non troppo esteso) l’originaria pedologia e morfologia di superficie.

### 3.11.3 Sottrazione di suolo

Il progettato ampliamento della sede stradale prevede l’occupazione di una striscia di territorio con conseguente perdita definitiva di suolo con buone caratteristiche pedologiche. Per tale impatto non sono possibili mitigazioni.

Il suolo accantonato è utilizzabile per i ripristini e le riambientazioni. Si potranno anche realizzare interventi di recupero di aree non produttive come misura di compensazione per le superfici eliminate. Le modalità di stoccaggio sono quelle illustrate nel paragrafo precedente.

Si potrà procedere al reimpianto di essenze erbacee, arbustive ed arboree, possibilmente con specie autoctone e comunque seguendo le specifiche indicazioni delle componenti Vegetazione e Paesaggio, contribuendo al ricrearsi di piccoli habitat faunistici.

### 3.11.4 Interferenza con il regime di deflusso delle acque sotterranee

Il progetto prevede per la quasi totalità la realizzazione di opere superficiali. L’unica eccezione è costituita dalle fondazioni dei viadotti previsti, che comunque raggiungeranno una profondità che interesserà solo marginalmente le falde.

Nelle aree di cantiere le interferenze quantitative sono legate alla possibile alterazione del livello piezometrico che si può manifestare a fronte di un possibile approvvigionamento di acqua industriale da pozzi o per la realizzazione di scavi e fossi di drenaggio nel corso delle lavorazioni.

La riduzione degli effetti si ottiene commisurando gli emungimenti alla potenzialità della falda (e quindi dei pozzi) che è direttamente collegata alla quantità di acqua che arriva dalle aree di rifornimento.

### ***3.11.5 Inquinamento del suolo e del sottosuolo da dilavamento meteorico della piattaforma stradale e da sversamenti accidentali***

La normale attività che si svolge nei cantieri o sulle tratte in lavorazione, può provocare l'alterazione delle qualità fisico-chimiche-biologiche delle acque di falda, come conseguenza dello sversamento di sostanze inquinanti (solidi sospesi, oli, idrocarburi, cemento e derivati, metalli pesanti, liquami fognari, pesticidi, erbicidi ed altre sostanze pericolose). Tale impatto risulta aggravato dalla presenza, lungo il tracciato in esame, di terreni permeabili e di aree esondabili che favoriscono la percolazione delle eventuali sostanze inquinanti.

Le mitigazioni da attuare sono le stesse viste per la corrispondente voce illustrata nel capitolo dell'ambiente idrico.

### ***3.11.6 Inquinamento delle falde acquifere da dilavamento meteorico della piattaforma stradale e da sversamenti accidentali***

Il dilavamento provocato dalle acque di prima pioggia e lo sversamento accidentale di sostanze inquinanti può provocare l'alterazione delle qualità fisico-chimiche-biologiche del suolo/sottosuolo e delle acque di falda. Tale impatto risulta aggravato dalla presenza, lungo il tracciato in esame, di terreni permeabili e di aree esondabili che favoriscono la percolazione delle eventuali sostanze inquinanti oltre che dalla presenza di una captazione per uso idropotabile alla progressiva 1+510 a soli 40 metri di distanza dalla sede stradale.

Per le prescrizioni e le mitigazioni si faccia riferimento a quanto già detto per la componente Ambiente Idrico che presenta le stesse problematiche.

## **3.12 Conclusioni**

Gli effetti a carico della componente suolo e sottosuolo sono da considerarsi contenuti in ragione della assenza di elementi caratterizzati da un elevato livello di sensibilità.

Le opere progettuali ed in particolare i sistemi di raccolta, trattamento e dispersione delle acque di prima pioggia consentono un adeguato contenimento degli effetti.



#### 4 VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA

Lo studio della componente vegetazione, flora e fauna viene eseguito con lo scopo di verificare gli eventuali impatti prodotti dalla progetto di variante in esame. Lo studio è quindi finalizzato a mitigare gli eventuali impatti prodotti.

Il progetto di variante in oggetto già costituisce uno adattamento del progetto a specifiche esigenze territoriali, essendo mirato a mantenere il più possibile intatto lo stato dei luoghi attraverso l'integrazione della migliore resa funzionale dell'opera con le emergenze, le configurazioni e le caratteristiche della vegetazione e della fauna.

Le analisi sulla flora e vegetazione finalizzate alla valutazione degli impatti sono state effettuate attraverso rilievi, dati di letteratura e ricerche bibliografiche ed integrati con l'analisi territoriale attraverso strumenti di visualizzazione satellitare.

I principali riferimenti normativi in merito alla tutela delle risorse di vegetazione, flora e fauna sono costituite dalla normativa di tutela delle specie ed habitat di cui alle Direttive "Habitat" e "Uccelli", nonché alla normativa nazionale di recepimento.

- D.P.R. 08/09/1997, N. 357 e succ. modif. ed integr.: "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche" (G.U. n.284 del 23/10/1997) così come coordinato e modificato dal D.P.R. 12/03/2003, N. 120 (G.U. N. 124 del 30/05/2003) e ulteriori modifiche ed integrazioni.
- Direttiva del Consiglio 92/43/CEE del 21/05/1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche (successive modifiche ed integrazioni). Eventualmente citata come "Direttiva Habitat".
- Direttiva del Consiglio 79/409/CEE del 02/04/1979 concernente la conservazione degli uccelli selvatici (successive modifiche ed integrazioni). Eventualmente citata come "Direttiva Uccelli".

Per la presente variante del lotto 4 – tratto Toscana del tronco sud - il tracciato di progetto attraversa territori con caratteristiche derivanti dalla specifica conformazione territoriale e dal grado di pressione antropica dovuto in massima parte ad una utilizzazione agricola; nella matrice agricola sono inseriti nuclei di aree ad uso residenziale che risultano piuttosto frammentate; si riscontra la presenza di piccoli borghi e case isolate, o piccole frazioni come quella di Santa Maria di Rispecchia nel Comune di Grosseto. Tutto il territorio attraversato dal tratto stradale di progetto, sulla base delle modalità d'uso del suolo prevalente, può essere diviso in due ambiti territoriali: tessuto agricolo e zone a vegetazione naturale. Questa tipologia di uso è presente soprattutto nel territorio di competenza del Comune di Magliano in Toscana. Qui si riscontra la presenza di vegetazione spontanea attribuibile a formazioni boschive collinari che costituiscono un mosaico di isole, in alcuni casi di estensione notevole, tra le quali spiccano ancora moltissime aree ad utilizzazione agricola e zone rurali.

E' comunque largamente predominante l'agricoltura con numerose coltivazioni, mentre gli elementi di interesse naturalistico per le parti di maggiore rilievo sono inclusi nella Rete Natura 2000.

##### 4.1 Fitoclima e Vegetazione potenziale

L'area è inclusa nella parte meridionale della Regione climatica tirrenica, zona climatica con carattere di mediterraneità influenzata dalla presenza del mare su tutto il confine occidentale. Applicando la classificazione in zone climatico-forestali, descritta da Pavari (1916), si osserva che l'intero territorio può essere incluso nella sottozona calda del *Lauretum* del 2° tipo, e cioè con siccità estiva, che interessa l'intero tratto costiero e l'entroterra pianeggiante e di bassa collina. Il clima risulta quindi mitigato dalla vicinanza del mare e presenta estati calde ma costantemente ventilate dalla brezza marina con inverni non particolarmente freddi. Le temperature medie annue si attestano intorno ai 15°C nelle aree pianeggianti con valori medi attorno agli 8°C di gennaio. Le precipitazioni, generalmente di breve durata, talvolta a carattere temporalesco, sono concentrate soprattutto nel periodo autunnale e invernale. La vegetazione potenziale è quella delle strutture vegetazionali tipiche dell'ambiente mediterraneo, della zona di transizione tra la fascia mediterranea delle formazioni termofile a sclerofille sempreverdi a dominanza di leccio, appartenenti alla serie delle formazioni boschive e a macchia del *Quercion ilicis*, e la zona collinare oceanica con formazioni di caducifoglie rappresentata da boschi misti attribuibili alla serie del *Quercion pubescentis*.

La cartografia climatica del Geoportale Nazionale descrive, per il corridoio di progetto, una tipologia bioclimatica prevalente, caratterizzata dalla seguente denominazione: "Clima mediterraneo oceanico debolmente di transizione presente nelle pianure alluvionali del medio e alto Tirreno; presenze significative nelle aree interne delle isole maggiori (Mesoediterraneo subumido)". Nel settore meridionale del lotto, in direzione del lotto 5b, inizia un "Clima mediterraneo oceanico-semicontinentale del medio e basso Adriatico dello Ionio e delle isole maggiori; discreta presenza anche nelle regioni del medio e alto Tirreno (Mesomediterraneo/termomediterraneo secco-subumido)". Si tratta di una fascia bioclimatica che contorna tutta l'Italia dalla Liguria all'Abruzzo (Pescara) e le grandi isole. In quest'area i tipi climatici variano da un inframediterraneo secco-subumido a un termomediterraneo subumido.

Nei rilievi circostanti si sviluppano bioclimi caratterizzati da maggiore umidità e minore stress estivo, in particolare "Clima temperato oceanico-semicontinentale di transizione delle aree costiere del medio Adriatico, delle pianure interne di tutto il pre-appennino e della Sicilia (Mesotemperato-Mesomediterraneo umido-subumido)".

Carta bioclimatica del Geoportale Nazionale (stralcio tratto da: <http://www.pcn.minambiente.it/viewer/>) con indicazione di massima del tracciato (in rosso). La tipologia bioclimatica prevalente (giallo) è il Clima Mediterraneo Oceanico di transizione (in celeste), mentre nella porzione meridionale si ha un clima mediterraneo oceanico-semicontinentale (giallo)



La vegetazione potenziale dell'area, ancorchè prevalentemente boschiva, era anche caratterizzata da una presenza di acque stagnanti e piscine in foresta: le bonifiche e la realizzazione di una ampia rete di canali di deflusso ha ridotto, o del tutto eliminato, le condizioni necessarie per il ristagno delle acque e lo sviluppo della ricca flora correlata a tale condizione.

## 4.2 Vegetazione attuale

Nella zona in esame si rinviene una variabilità vegetazionale che è rappresentata da una vegetazione spiccatamente termofila. Nel corridoio di attraversamento la vocazione è quella della vegetazione mediterranea forestale, tuttavia la presenza dell'uomo ha interferito con i cicli di successione forestale e, in molte zone, la copertura forestale è stata sostituita dalle coltivazioni. Laddove la copertura ha

mantenuto caratteri di naturalità si osserva prevalentemente una struttura di macchia mediterranea a carattere prettamente arboreo e/o arbustivo; la macchia è essenzialmente una comunità di specie arboree ed arbustive con struttura molto densa e con una composizione floristica simile a quella della foresta sempreverde verso la quale tende per fasi evolutive successive. L'arretramento della successione verso fasi arbustive o la perdita di complessità strutturale, si origina a seguito di disturbo antropico come l'incendio ripetuto, il pascolo o i tagli frequenti, ma può anche essere il risultato di una combinazione di fattori climatici ed edafici che mantengono la cenosi in una condizione di *paraclimax* impedendone di fatto l'evoluzione verso strutture propriamente forestali (macchia primaria).

Nel corridoio di attraversamento si osserva anche la presenza dei pini mediterranei – per lo più pino domestico e pino d'Aleppo. Le pinete sono caratterizzate da copertura poco densa e discontinua in cui la luce arriva abbastanza intensa nello strato inferiore che risulta appunto costituito da cespugli tipici della macchia; in genere le pinete sono di origine antropica e sono utilizzate per rimboschimenti e colonizzazione di aree nude per la loro natura eliofila, per la buona capacità di attecchimento e per la rapidità nell'accrescimento.

Il progetto in variante si sviluppa tuttavia in posizione coincidente o prossima all'attuale tracciato dell'Aurelia, laddove la vegetazione naturale o seminaturale è stata per la maggior parte delle superfici sostituita da colture agricole governate in regime arativo. Una descrizione delle tipologie di uso suolo e fisionomia della vegetazione è quindi riportata nel § seguente.

### 4.2.1 Uso del suolo e fisionomia della vegetazione

Le formazioni vegetali di seguito descritte sono state rappresentate nella "Carta dell'uso del suolo e della fisionomia della vegetazione" alla scala 1:10.000 (elab. SUA 313).

#### TITOLO: USO DEL SUOLO E FISIONOMIA DELLA VEGETAZIONE

##### Superfici artificiali

##### *Aree residenziali e manufatti agricoli*

Spazi strutturati dagli edifici e dalla viabilità vicinale e di quartiere, sono incluse le adiacenti superfici coperte da vegetazione e con suolo nudo. Sono comprese anche le abitazioni agricole sparse, gli edifici rurali adibiti a impianti di trasformazione e ricovero; le residenze secondarie disperse negli spazi naturali o agricoli.

##### *Aree industriali, artigianali e commerciali.*

Aree a copertura artificiale (in cemento, asfaltate o stabilizzate: per esempio terra battuta), che occupano la maggior parte del terreno. La zona comprende anche edifici e/o aree con vegetazione. Le zone industriali e commerciali ubicate nei tessuti urbani continui e discontinui sono da considerate solo se si distinguono nettamente dall'abitato.

*Reti stradali, ferroviarie e spazi accessori.*

Autostrade, ferrovie, strade principali e le reti ferroviarie. E' esclusa la viabilità locale.

*Aree estrattive, discariche e movimenti terra*

Estrazione di materiali inerti a cielo aperto (cave di sabbia e di pietre) o di altri materiali (miniere a cielo aperto). Discariche e depositi di miniere, industrie e collettività pubbliche. Spazi in costruzione, scavi e suoli rimaneggiati.

### Superfici agricole

*Seminativi*

Superfici coltivate regolarmente arate e generalmente sottoposte ad un sistema di rotazione, sono anche comprese alcune superfici a seminativo con esemplari arborei isolati, ovvero superfici coltivate regolarmente arate al cui interno sono presenti esemplari arborei isolati e camporilli, talvolta derivati da antiche coperture boschive e/o formazioni a pascolo arborato successivamente messe a coltura.

*Vigneti*

Superfici piantate a vigna. La maggior parte degli impianti sono del tipo a spalliera.

*Frutteti*

Impianti di alberi o arbusti fruttiferi: colture pure o miste di specie produttrici di frutta o alberi da frutto in associazione con superfici stabilmente erbate.

*Oliveti (anche in impianti a filare)*

Superfici piantate ad olivo. Spesso anche in forma di filare disposto sui margini campestri e lungo la viabilità locale.

*Prati, pascoli e incolti*

Superfici a copertura erbacea densa a composizione floristica rappresentata principalmente da graminacee, non soggette a rotazione. Sono per lo più pascolate. Talvolta con alberi.

*Colture annuali associate a colture permanenti.*

Colture temporanee (seminativi o prati) in associazione con colture permanenti (in particolare oliveto) sulla stessa superficie.

*Sistemi colturali e particellari complessi.*

Mosaico di piccoli appezzamenti con varie colture annuali, prati stabili e colture permanenti. Sono comprese le colture arboree miste (ad esempio oliveto con vigna e frutteto).

*Colture in serra*

Vengono considerati gli impianti permanenti o semipermanenti, sia in materiale plastico, sia in vetro.

### Vegetazione spontanea e/o originaria

*Boschi autoctoni di latifoglie (anche in forma di siepe arborea naturale).*

Formazioni vegetali, costituite principalmente da alberi, ma anche da cespugli e arbusti, nelle quali dominano le specie forestali a latifoglie. Formazioni caratterizzate dalla presenza di *Quercus pubescens*, *Quercus ilex*, *Ulmus minor*, etc., riferibili alle formazioni boschive originarie del comprensorio. Le formazioni sono per lo più assoggettate ad un governo di ceduzione, finalizzato alla produzione di biomassa per uso termico nel settore domestico.

*Bosco diradato*

Formazioni sottoposte a fattori di pressione, talora con conformazione a cespugli, talora con alberature diradate. Queste formazioni sono generalmente costituite da cenosi termofile con una significativa aridità stagionale, che favoriscono l'insediamento di querce sempreverdi, tra le quali anche *Quercus suber*. Nelle dinamiche che consentono il mantenimento di strutture aperte o semiaperte sono spesso coinvolti episodi di fuoco e il pascolamento intenso.

*Vegetazione igrofila spondale di origine spontanea*

Formazioni vegetali, costituite da comunità erbacee, arbustive e con alberi sparsi, talora riconoscibili in aggruppamenti compatti. Formazioni caratterizzate dalla presenza di *Arundo donax*, *Phragmites australis*, *Salix* sp.pl., *Populus* sp.pl., riferibili alle formazioni erbacee, arbustive ed arboree igrofile originarie del comprensorio.

*Aree a vegetazione erbacea, arbustiva (con alberi sparsi) in evoluzione.*

Formazioni caratterizzate dalla più ampia variabilità, dovuta anche ad una consistente rapidità evolutiva delle formazioni. Si tratta di vegetazione prevalentemente erbacea ed arbustiva con alberi sparsi, dovuta a rinnovazione spontanea o ricolonizzazione di spazi marginali. Queste formazioni tendono verso l'imboschimento spontaneo, mentre forzanti antropiche (tagli, incendi e diserbi) tendono ad arretrare le serie evolutive. Tra le specie rinvenibili si segnalano le alloctone *Robinia pseudoacacia* e *Ailanthus altissima*. Tra le erbacee *Arundo donax*, *Inula viscosa*, *Spartium junceum*. Scarsa la presenza di elementi riferibili al bosco autoctono originario.

### Filari e altra vegetazione da impianto

*Filari o rimboschimenti artificiali di pino*

Impianti artificiali di pino derivati da piantagione. Costituiti prevalentemente da pino domestico (*Pinus pinea*) e pino d'Aleppo (*Pinus alepensis*).

*Filari con cipresso*

Impianti artificiali con cipresso derivati da piantagione. Caratterizzati dalla presenza del cipresso (prevalentemente il cipresso nostrano: *Cupressus sempervirens*).

*Filari artificiali di eucalipto*

Impianti artificiali di eucalipto derivati da piantagione. Costituiti prevalentemente da eucalipto (*Eucalyptus* sp.).

#### Altri filari

Categoria mista, include sia piantate artificiali non classificate, sia formazioni residuali derivanti da siepi alberate di origine spontanea.

#### Acque

##### Corsi d'acqua e bacini d'acqua.

Corsi d'acqua naturali e/o artificiali. Bacini con acque ferme naturali o artificiali. Presenza di vegetazione emersa e demersa, sovente caratterizzata da fenomeni di eutrofizzazione dovuti ad arricchimenti di nutrienti di derivazione agricola ed urbana.

#### 4.2.2 Analisi di area vasta

La porzione di ambito territoriale presa in esame nel presente studio comprende l'area che passa nel Comune di Grosseto ed attraversa, dopo il confine comunale a Sud, parte del territorio di Magliano in Toscana fino a rientrare nel Comune di Orbetello.

L'area vasta presenta a mosaico con netta dominanza della matrice agricola, con alternanza di aree naturali, seminaturali o sinantropiche. Il paesaggio è caratterizzato da una matrice territoriale dominante costituita da agroecosistemi a regime arativo. Le aree agricole sono caratterizzate da un edificato sparso relativamente diffuso, ancorché con densità non elevate. Sussistono aree di rilevante interesse naturalistico, costituite sia dalle core areas della diversità (incluse nella Rete Natura 2000), sia dalla rete naturalistica territoriale, costituita da corsi d'acqua, fossi, infrastrutture ecologiche minori (siepi, filari, nuclei alberati, etc.).

Il territorio, nella sua complessità e variabilità, rappresenta un esempio tipico dell'ambiente maremmano, localmente ancora ben conservato dal punto di vista naturalistico, mentre in più ampi tratti ha subito la trasformazione derivante dalle azioni di bonifica.

Gli ambienti umidi sono costituiti prevalentemente da corsi d'acqua naturali anche se parzialmente rettificati e regolarizzati nelle sezioni spondali (Fosso Rispescia le cui acque confluiscono nel Fiume Ombrone, Fosso Barbicato, Fosso Migliarino, Fosso di Valle Giardino, Fosso Porchereccia) e canali di bonifica (Scolo di Collecchio, Collettore Occidentale, Collettore Centrale e Collettore Orientale nell'area della Bonifica di Talamone). La vegetazione acquatica è limitata alle pianure umide ed agli argini dei corsi d'acqua ed è dominata da elofite ed idrofite che variano nella loro composizione floristica a seconda della profondità, della permanenza e della velocità di scorrimento dell'acqua.

Presso Collecchio, Poggio Marcone e Poggio Macchiese, costituiscono le aree boscate naturali più prossime al progetto in variante in esame. Tali aree boscate sono caratterizzate da vegetazione arborea e/o arbustiva dominata dalle sclerofille mediterranee.

#### 4.2.3 Analisi della vegetazione

Il territorio analizzato è caratterizzato da una notevole varietà di ambienti e microambienti che si susseguono e/o si alternano sia dall'interno verso la costa sia lungo la costa stessa, ma tutto il territorio è riconducibile ad aree più o meno omogenee, per una analisi di dettaglio dei soprassuoli si rimanda allo studio condotto con le tecniche di analisi vegetazionale che nell'area ha studiato 3 popolamenti (identificati con i codici da 4.1 a 4.3) con il rilievo in altrettante aree di saggio (doc. AEMSUA0500, "Rilievi fitosociologici – Relazione tecnica e allegati" marzo 2016).

L'inquadramento generale del territorio, si può suddividere per aree più o meno omogenee. Le aree più meridionali risentono degli effetti dal clima mite invernale e caldo estivo del Mediterraneo che determina la presenza di sclerofille quali *Pistacia lentiscus* L., *Phyllirea latifolia* L., *Quercus ilex* L. A quote altimetriche maggiori e sui versanti le componenti termofile mediterranee sono sostituite da formazioni caducifoglie con dominio di *Q. pubescens* Willd. sulle basse e medie pendici e *Q. cerris* L. a quote più elevate, che divengono progressivamente dominanti man mano che si procede in latitudine ed altitudine al contrario delle componenti sempreverdi mediterranee che progressivamente scompaiono. I boschi sono costituiti per le componenti arboree da *Q. pubescens* Willd. e *Q. cerris* L. a cui si associano *Carpinus orientalis* Miller, *Acer campestre* L. mentre *Q. ilex* L. ed alcune specie termofile sempreverdi sono relegate in aree aperte e su pendici rocciosi. Nei lembi di pianura più umida si rinviene la presenza di vegetazione acquatica lungo gli argini dei numerosi corsi d'acqua e nelle depressioni umide, costituita essenzialmente da individui di *Salix* spp e *Populus* spp. Questa vegetazione a dominio di elofite ed idrofite varia nella composizione floristica a seconda della profondità, della permanenza e della velocità di scorrimento dell'acqua e risente poco della quota e della latitudine. Tali formazioni risultano depauperate a causa della cementificazione degli argini, del prelievo eccessivo di acqua e degli sbarramenti dei corsi per la formazione di invasi artificiali.

I Comuni interessati dal tracciato stradale presentano una diversa percentuale di copertura boschiva. Il 16,6 % del territorio comunale del Comune di Grosseto è occupato da superfici boschive, governate a ceduo semplice per il 27 % e a ceduo composto per il 9%. La tipologia di formazione forestale più frequente è quella della macchia mediterranea (45,4%) mentre sono scarse le formazioni a latifoglie (0,2%) e quelle di conifere (12,9%). Il Comune di Magliano in Toscana la superficie boschiva è ca. il 31,5%, governata in prevalenza a ceduo semplice o matricinato (73,1%) o composto (22%). Qui le formazioni a macchia mediterranea risultano scarsamente rappresentate (2,9% della superficie comunale) così come le latifoglie (0,7%), risultano assenti le formazioni a conifere. Per Orbetello la percentuale delle superfici governate a ceduo composto è pari al 30% mentre per il ceduo semplice tale valore sale al 51,3%; la superficie totale dei boschi in questo Comune è pari al 27,8% di tutta la

superficie comunale. Le formazioni a macchia mediterranea sono pari al 14,6% mentre la superficie complessiva di conifere e latifoglie è il 2,7%.

Il tipo di soprassuolo boschivo di gran lunga più diffuso è il ceduo. Il fatto che questa sia la forma di governo principale è attribuibile alle caratteristiche morfologiche dei versanti che presentano pendenze più elevate in cui è più frequente la presenza di specie quercine. Nei boschi misti a struttura e copertura arborea non riconducibili a specifiche tipologie di bosco, o a composizione specifica, si osserva una diversificata successione vegetazionale, in genere transitoria ed evolutiva verso altre forme. Così si ritrovano cenosi miste di transizione verso la vegetazione mediterranea caratterizzate dalla presenza di numerose specie arboree con altrettanto corteggio di specie arbustive. Laddove sono dominanti le querce sempreverdi ed i pini mediterranei la variabilità delle condizioni stazionali ed il gradiente altimetrico, seppur minimo, determinano variabilità delle associazioni vegetali e delle cenosi forestali e la composizione specifica ed il grado di mescolanza delle specie sono molto variabili anche in funzione delle condizioni del suolo. Qui tra gli arbusti si trovano il ginopro, i cisti, le eriche, il corbezzolo, il lentisco e formazioni residuali di olivo coltivato.

#### *Boschi di sclerofille sempreverdi*

Le formazioni forestali a dominanza di leccio sono rinvenibili soprattutto sulle dorsali calcaree e sui versanti a mare; il leccio diventa dominante laddove le condizioni di siccità estiva si fanno più spiccate; largamente diffusa nell'area mediterranea, diventa termofila nelle porzioni prossime al mare. La partecipazione di altre specie arboree è scarsa, vi si trovano *Quercus pubescens* Willd., *Fraxinus ornus* L., *Sorbus* spp e, localmente *Q. suber* L.; tra gli arbusti *Viburnum tinum* L. *Pistacia lentiscus* L., *Rhamnus alaternus* L. e *Phillyrea latifolia* L. Il tipo dominante è costituito dall'Associazione *Viburno tini - Quercetum ilicis*, con le varie sotto-associazioni, soprattutto *pistacietosum* e *Ericetosum arboreae*, in relazione alla presenza delle varie sclerofille come la Fillirea, il Lentisco, il Mirto e l'Erica arborea. Per le formazioni attribuibili alla subass. *suberetosum* di rimanda al seguente paragrafo.

#### *Sugherete*

Questo soprassuolo è stato studiato, dal punto di vista vegetazionale, nell'ambito dei "Rilievi fitosociologici – Relazione tecnica e allegati" (doc. AEMSUA0500, marzo 2016) condotti su un popolamento classificato al n. 4.1 in un'area semi-planiziaria, tra la Loc. Ripescai e la Strada di Vallemaggiore. Il rilievo 4-1 riguarda una sughereta ubicata su un debole rilievo localizzato in contesto semi-planiziaro, che lo studio vegetazionale attribuisce ad una formazione di origine antropica ad oggi definita come abbandonata. La stazione è caratterizzata da condizioni relativamente fresche, nella quale è riconoscibile la vegetazione di un querceto caducifoglio termofilo con un'elevata ricchezza specifica, attribuibile all'associazione *Roso sempervirentis-Quercetum pubescentis* Br. Bl. 1932. In

questo caso la sughera non è tra le specie caratteristiche dell'associazione poiché la sua presenza è sarebbe di origine artificiale, mentre sono state registrate molte specie tipiche dell'associazione a querceto misto, specialmente gli arbusti quali *Crataegus monogyna* e *Ligustrum vulgare* e la lianosa *Rosa sempervirens* che le attribuisce il nome. Per quanto riguarda la classificazione la formazione può rientrare nella definizione della sughereta mista sopra ceduo di sempreverdi e caducifoglie in una variante piuttosto fresca e umida come indica la presenza di specie mesofile, specialmente *Luzula forstery*.

#### *Querceti mesotermofili o termofili*

I popolamenti 4-2 (Loc. Alberese Scalo) e 4-3 (propaggini delle fasce boscate dei versanti nord-orientali dei Monti dell'Uccellina), presentano una componente arborea costituita prevalentemente da querce caducifoglie (*Quercus cerris* e *Q. pubescens*). Sulla base dell'elenco floristico sono stati riconosciuti due differenti sintaxa, il rilievo 4-2 è attribuibile a *Roso sempervirentis-Quercetum pubescentis* Biondi 1986, il rilievo 4-3 a *Cyclamino hederifolii -Quercetum ilicis quercetosum pubescentis* Br. Bl. 1952.

Il primo popolamento (4-2) corrisponde con buona approssimazione all'habitat prioritario 91AA, Boschi orientali di quercia bianca, in cui rientra questo tipo di associazione, classificato secondo Mondino e Bernetti (1998) come *Querceto mesotermofilo di roverella a Rosa sempervirens*. In questo caso la formazione è anche caratterizzata da una codominanza di *Quercus cerris* e *Fraxinus ornus*. La vicinanza ai coltivi ha determinato l'ingresso di specie ruderali quali *Campanula rapunculus*, *Asphodelus ramosum*, *Anemone hortensis* e *Soncus oleraceus*, inoltre sono state rilevate alcune specie caratteristiche della classe *Quercetea ilicis*, dovute probabilmente all'esposizione soleggiata.

Il secondo popolamento 4-3 rappresenta una variante meno termofila e xerofila del *typicum Cyclamino hederifolii-Quercetum ilicis*, definita dalla sottoassociazione *quercetosum pubescentis*. In questo caso il sottobosco risulta molto povero come è tipico dell'associazione, con la presenza di solo 4 specie erbacee *Cyclamen repandum*, *Ruscus aculeatus*, *Rubus ulmifolia* e *Carex distachia*. Ascrivibile secondo Mondino e Bernetti (1998) a *Lecceta di transizione a boschi di caducifoglie*

#### *Formazioni a macchia*

Le formazioni a macchia di sclerofille sempreverdi sono costituite da formazioni fortemente eterogenee, e nel comprensorio sono generalmente riferibili a due classi differenti: *Rhamo prunetalia* e *Querceta ilicis*; tuttavia è difficile procedere ad semplice classificazione di questa tipologia, definibile nelle sue caratteristiche fisionomiche, ancor prima che vegetazionali.

La macchia mediterranea caratterizza una parte significativa della fascia costiera toscana e risulta generalmente associata a suoli sottili, ricchi di scheletro con bassa capacità di ritenzione idrica e pertanto soggetti a siccità estiva, su substrati prevalentemente calcarei od arenacei. Più frequente la

macchia secondaria derivante dall'azione antropica. Il grado della degradazione può essere stimato in base alla composizione che può comprendere: ancora molto leccio; la prevalenza di alberelli sclerofillici; la prevalenza di arbusti pionieri: erica arborea, ginepri, *Spartium*, *Calicotome*, rosmarino, ecc.; la prevalenza di cespugli e suffrutici pionieri come *Cistus*, *Rosmarinus*, *Lavandula*, *Helichrysum*, eriche ecc. Fra le macchie secondarie, alcune sono macchie residuali dove il leccio e le specie arbustive mediterranee sono sopravvissute agli incendi e al pascolo, altre invece sono macchie di invasione che si sono costituite per ingresso progressivo delle sempreverdi in campi o in oliveti abbandonati.

Nel territorio sono presenti alcune zone in cui i pini mediterranei sono in conformazione di filare arboreo e rappresentano delle vere e proprie barriere all'interno del tessuto agricolo o a ridosso del tracciato della S.S. Aurelia; si tratta di formazioni di limitata estensione, caratterizzate da piccoli popolamenti isolati.

#### 4.2.4 La naturalità dei soprassuoli

In tutto il tratto monitorato il grado di naturalità dell'area vasta risulta in parte alterato rispetto alla sua natura originaria per via delle trasformazioni dell'uso del suolo intervenute sul territorio; oltre al tracciato stradale si rileva che il territorio è attraversato da numerose infrastrutture lineari come strade provinciali e ferrovie, che ne hanno nel tempo trasformato l'originaria connotazione.

Le trasformazioni del paesaggio e dunque degli habitat naturali, sono state di carattere urbanistico ed agricolo e lo stato attuale del territorio, nell'intorno strettamente addossato alla SS1 Aurelia, è dominato da contesti di natura soprattutto agricola. I nuclei di vegetazione naturali o naturaliformi hanno subito un fenomeno di "arroccamento" sui rilievi collinari, assumendo un ruolo marginale nei contesti pianiziari, dominati da un tessuto prevalentemente agricolo. In ambiente di fondovalle a morfologia dolce si riscontrano appezzamenti di medie e grandi dimensioni in cui le coltivazioni principali si riferiscono soprattutto alla tipologia dei seminativi e colture irrigue. Qui le caratteristiche morfologiche e la fertilità del terreno consentono buoni risultati produttivi.

Nel comune di Grosseto il tracciato stradale attraversa aree ad agricoltura intensiva o specializzata; le aree coltivate sono per la massima parte costituite da seminativi, 88,1% sulla SAU totale, asciutti o irrigabili in cui le colture più diffuse sono i cereali per granella, 41,5% o le foraggere avvicendate; sono inoltre presenti numerose superfici coltivate ad ortive, sia in piena aria sia in serra. Molto diffusa anche la coltivazione delle legnose agrarie, prevalentemente oliveti e viti, che raggiungono rispettivamente il 60,5% ed il 33,3% sul totale delle superfici investite a legnose agrarie. Anche questi territori sono caratterizzati da aziende che hanno al loro interno fabbricati rurali destinati alla residenza degli imprenditori agricoli; sul totale delle aziende la percentuale di presenza di fabbricati rurali è pari al 98,9%. Per la gestione delle colture il 99,5% delle aziende utilizza pratiche di fertilizzazione e l'88,6%

esercita la lotta contro parassiti ed erbe infestanti, mentre sono scarse le aziende che praticano l'agricoltura biologica, 4,1%.

Nella zona di Magliano in Toscana le attività agricole sono prevalentemente di tipo estensivo, dedicate alle coltivazioni erbacee e foraggere collegate a prati, pascoli ed erbai per l'allevamento del bestiame, soprattutto ovino. Soltanto lungo la Piana dell'Albegna si ritrova un'attività agricola intensiva ed irrigua, di estensione medio grande (compresa tra 5 e 10 ha), caratterizzata dalle coltivazioni arboree di vite ed olivo. Sul totale delle superfici comunali investite a legnose agrarie il 66,6% sono ad oliveto mentre il 27,3% a vite. Gran parte del territorio, 88,5% sulla SAU totale, è occupato da seminativi e sul totale dei seminativi il 32% è interessato dalla coltivazione di cereali per granella mentre il 12,4% ospita terreni a riposo. Le proprietà sono prevalentemente di piccola estensione, di carattere poderale e, secondo i dati desunti dalla stessa letteratura, il 98,7% delle aziende del territorio comunale è dotata di fabbricato rurale; di queste il 99,1% pratica la fertilizzazione dei terreni ed il 98,9% utilizza mezzi di lotta antiparassitari. Soltanto il 2,7% pratica l'agricoltura biologica e poco più del 50% delle aziende fa produzioni di qualità.

Nel comune di Orbetello la superficie di coltivazione di cereali per granella è pari al 49,9% della superficie totale dei seminativi che ammontano al 76,4% della SAU totale. Per le coltivazioni legnose la superficie ad oliveto occupa il 63,9% del totale superfici investite a legnose agrarie mentre la coltivazione della vite occupa il 28,6% sul totale. Il 34,83% della superficie agricola del comune rientra inoltre nella categoria delle ZVN – zone vulnerabili ai nitrati e, sul totale delle aziende presenti il 100% ricorre a pratiche di fertilizzazione dei terreni, oltre il 90 % utilizza mezzi di lotta parassitaria di sintesi chimica, mentre la restante quota in parte interessata da una agricoltura biologica in progressivo aumento.

#### 4.3 Fauna

La diversità della fauna attuale pur ridotta rispetto al passato, sia per la presenza dominante di soprassuoli trasformati da fenomeni di antropizzazione diffusa (soprattutto agricoltura meccanizzata nei settori in piano), sia per la presenza di infrastrutture lineari che interferiscono con gli spostamenti della fauna, presenta elementi ambientali di eccellenza, con habitat di notevole importanza faunistica.

La fauna del corridoio in esame mantiene quindi elementi di interesse e sensibilità, nonostante le pressioni antropiche che sussistono, quali la riduzione degli habitat naturali per espansione aree agricole e la presenza di sorgenti mortalità di origine antropica (abbattimenti con arma da fuoco eseguiti, almeno in passato, con un diffuso impiego di munizioni di piombo, utilizzo in alcune aree di prodotti agricoli di sintesi dotati di capacità tossica, linee MT in grado di determinare fenomeni di elettrocuzione, etc.).

La fauna del comprensorio è tuttavia ancora molto ricca ed è caratterizzata da importanti elementi di pregio. L'intenso flusso migratorio di specie ornitiche costituisce una caratteristica importante della fauna.

#### 4.3.1 Ittiofauna

L'ittiofauna del comprensorio presenta popolamenti diversificati. Lungo i canali, caratterizzati da fenomeni di eutrofizzazione e alterazione della qualità delle acque si segnala la presenza di *Tinca tinca*, *Lepomis gibbosus*, *Esox lucius*, *Micropterus salmonoides* e *Gambusia affinis*. I fenomeni di eutrofizzazione sono, almeno in parte, prodotti dal dilavamenti dei prodotti di concimazione chimica utilizzati nelle agricole delle aree in piano presenti nel corridoio attraversato.

Il sistema dei fossi è in parte gravitante sul corso del Fiume Ombrone, ove l'ittiofauna assume una ricchezza di maggiore consistenza, nel cui bacino è segnalata la presenza di alcuni taxa particolari, tra i quali: cobite mascherato, *Sabanejewia larvata* (transfaunata); barbo di Graells, *Luciobarbus graellsii* (alloctona); cavedano etrusco, *Squalius lucumonis* (endemico); gobione italiano, *Romanogobio benacensis* (trasfaunata). Da notare che la presenza di taxa transfaunati da altri bacini nazionali o alloctone introdotte da altri Paesi può definire condizioni di modifica degli assetti ittiofaunistici originari. Il popolamento delle acque dolci è anche caratterizzato dalla presenza di una componente elevata di specie alloctone. Prima fra tutte si segnala la *Gambusia*, taxon importato dall'America per la lotta alla Malaria all'epoca delle bonifiche delle aree palustri del comprensorio.

#### 4.3.2 Erpetofauna

L'Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Regione Toscana (Vanni e Nistri, 2006 – Museo Naturale dell'Università degli Studi "La Specola") indica che nelle 2 unità di censimento che comprendono l'area dei Monti dell'Uccellina e i comprensori vallivi a Nord e ad Est sono state censite da 8 specie di anfibi ovvero un livello di ricchezza medio-alto. L'Atlante segnala la presenza di *Triturus carnifex*, *Triturus vulgaris*, *Rana dalmatina* e *Hyla intermedia*. *Rana italica*, taxon ad elevata sensibilità ambientale, potrebbe essersi estinta.

Tabella 4.1 - Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Regione Toscana: Anfibi.

Anfibi (Classe Amphibia): Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Regione Toscana (Vanni e Nistri, 2006 – Museo Naturale dell'Università degli Studi "La Specola")			
Nome italiano	nome latino	fonte	habitat preferenziale
Tritone crestato (o tritone carnefice)	<i>Triturus carnifex</i>	Bibliografico	Acque ferme (pozze, fontanili, etc.)
Tritone punteggiato	<i>Triturus vulgaris</i>	Bibliografico	Acque ferme (pozze, fontanili, etc.)
Rospo comune	<i>Bufo bufo</i>	Segnalazione dopo 1985	Acque ferme o lente (pozze, fossi, etc.)

Anfibi (Classe Amphibia): Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Regione Toscana (Vanni e Nistri, 2006 – Museo Naturale dell'Università degli Studi "La Specola")			
Nome italiano	nome latino	fonte	habitat preferenziale
Rospo smeraldino	<i>Bufo viridis</i>	Segnalazione dopo 1985	Acque ferme o lente (pozze, fossi, etc.)
Raganella italiana	<i>Hyla intermedia</i>	Segnalazione dopo 1985	Acque ferme o lente con vegetazione spond.
Rana dalmatina	<i>Rana dalmatina</i>	Bibliografico	Acque ferme in prossimità aree boscate
Rana verde	<i>Rana sinklepton esculenta</i>	Bibliografico e Segnalazione dopo 1985	Acque ferme o lente
Rana italica	<i>Rana italica</i>	Segnalazione ant. 1985	Acque ferme o lente in prossimità aree boscate

Per quanto riguarda i rettili, l'Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Regione Toscana (Vanni e Nistri, 2006 – Museo Naturale dell'Università degli Studi "La Specola") indica che nelle 2 unità di censimento che comprende l'area dei Monti dell'Uccellina e i comprensori vallivi a Nord e ad Est sono state censite da 18 specie ovvero un livello di ricchezza molto alto. L'elenco non esaurisce comunque le potenzialità dell'area. La frequenza delle specie indicate è altamente variabile. Tra le specie più diffuse la luscengola, taxon presente con elevate densità in gran parte delle formazioni erbacee non gestite in regime arativo. Di presenza più localizzata diverse specie di serpenti (Coronelle, Cervone e Saettone). Da segnalare la presenza delle due specie di testuggini autoctone presenti in Italia, entrambe tutelate dalla Direttiva "Habitat"

Tabella 4.2 - Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Regione Toscana: Rettili.

Rettili (Classe Reptilia): Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Regione Toscana (Vanni e Nistri, 2006 – Museo Naturale dell'Università degli Studi "La Specola") – ad esclusione delle specie prettamente marine			
Nome italiano	nome latino	fonte	habitat preferenziale
Testuggine d'acqua dolce	<i>Emys orbicularis</i>	Bibliografico e Segnalazione dopo 1985	Acque ferme o lente
Testuggine di Hermann	<i>Testudo hermanni</i>	Segnalazione dopo 1985	Macchia, formazioni erbacee xeriche naturali, gariga.
Tarantolino	<i>Euleptes europaea</i>	Bibliografico	Affioramenti rocciosi in aree boscate
Emidattilo turco	<i>Hemidactylus turcicus</i>	Bibliografico	Manufatti
Geco o tarantola	<i>Tarentola mauritanica</i>	Segnalazione dopo 1985	Manufatti
Orbettino	<i>Anguis fragilis</i>	Bibliografico	Ambienti boschivi
Ramarro	<i>Lacerta bilineata</i>	Segnalazione dopo 1985	Vario di tipo ecotonale
Lucertola campestre	<i>Podarcis sicula</i>	Segnalazione dopo 1985	Formazioni erbacee

Rettili (Classe Reptilia): Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Regione Toscana (Vanni e Nistri, 2006 – Museo Naturale dell'Università degli Studi "La Specola") – ad esclusione delle specie prettamente marine			
Nome italiano	nome latino	fonte	habitat preferenziale
Lucertola muraiola	<i>Podarcis muralis</i>	Segnalazione dopo 1985	Aree molto antropizzate
Luscengola	<i>Chalcides chalcides</i>	Segnalazione dopo 1985	Formazioni erbacee perenni
Colubro liscio	<i>Coronella austriaca</i>	Bibliografico e Segnalazione dopo 1985	Vario
Colubro di Riccioli	<i>Coronella girondica</i>	Bibliografico e Segnalazione ante 1985	Vario
Natrice dal collare	<i>Natrix natrix</i>	Segnalazione dopo 1985	Corsi e corpi d'acqua e adiacenze
Natrice tessellata	<i>Natrix tessellata</i>	Segnalazione ante 1985	Corsi e corpi d'acqua e adiacenze
Biacco	<i>Zamenis viridiflavus</i>	Segnalazione dopo 1985	Formazioni erbacee
Saettone	<i>Zamenis longissima</i>	Bibliografico e Segnalazione dopo 1985	Vario
Cervone	<i>Elaphe quatuorlineata</i>	Bibliografico e Segnalazione dopo 1985	Vario
Vipera comune	<i>Vipera aspis</i>	Segnalazione dopo 1985	Aree ecotonali

Da segnalare la presenza del Cervone e due specie di testuggini autoctone presenti in Italia, entrambe tutelate nell'Allegato 1 Direttiva "Habitat". Alcuni dei taxa elencati (*Lacerta* sp., *Bufo viridis*, *H. viridiflavus*), pur non presentando uno status non a rischio, presentano una sensibilità verso i fenomeni di antropizzazione e rientrano tra le specie di "interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa" (Allegato D previsto dall'art. 1 comma 1 del DPR 248/97: "Regolamento di attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche").

### 4.3.3 Ornitofauna

L'avifauna del comprensorio presenta elementi di notevole interesse, soprattutto in ragione della presenza del Parco Naturale Regionale della Maremma. Nelle zone umide del Parco, ovvero le aree di prossimità alle Foci dell'Ombrone, che non sono interessate direttamente dall'opera, si segnala la presenza di specie di particolare interesse conservazionistico. Il sito di progetto è collocato lungo la linea di flusso migratorio della media costa tirrenica, utilizzato da molte specie ornitiche che attraversano il Mediterraneo.

Gli ambienti ubicati nelle adiacenze più prossime al tracciato di progetto non presentano, tuttavia, una idoneità particolare per la sosta delle specie migratrici. Ciò soprattutto in ragione della prevista

collocazione del nuovo tracciato in posizione sovrapposta o comunque vicina all'attuale infrastruttura viaria dell'Aurelia, ovvero un contesto ambientale già sottoposto a pressioni antropiche significative. Diversamente sui rilievi circostanti e verso la parte terminale dell'Ombrone, si estendono ambienti più integri, che costituiscono un ambito "sorgenti" di biodiversità, molto importanti per la componente ornitologica. Si fornisce pertanto un Elenco parziale delle specie ornitiche potenziali (nidificanti e non nidificanti) nell'area di corridoio ed aree circostanti (area vasta).

Airone bianco maggiore (*Casmerodius alba*)  
 Airone cenerino (*Ardea cinerea*)  
 Airone guardabuoi (*Bubulcus ibis*)  
 Albanella reale (*Circus cyaneus*)  
 Allocco (*Strix aluco*)  
 Allodola (*Alauda arvensis*)  
 Alzavola (*Anas crecca*)  
 Assiolo (*Otus scops*)  
 Ballerina bianca (*Motacilla alba*)  
 Barbagianni (*Tyto alba*)  
 Basettino (*Panurus biarmicus*)  
 Beccaccia (*Scolopax rusticola*)  
 Beccaccino (*Gallinago gallinago*)  
 Beccamoschino (*Cisticola juncidis*)  
 Beccapesci (*Sterna sandvicensis*)  
 Calandra (*Melanocorypha calandra*)  
 Canapiglia (*Anas strepera*)  
 Capinera (*Sylvia atricapilla*)  
 Cappellaccia (*Galerida cristata*)  
 Cardellino (*Carduelis carduelis*)  
 Chiurlo (*Numenius arquata*)  
 Cigno reale (*Cygnus olor*)  
 Cinciallegra (*Parus major*)  
 Cinciarella (*Parus caeruleos*)  
 Civetta (*Athene noctua*)  
 Codibugnolo (*Aegithalos caudatus*)  
 Codone (*Anas acuta*)  
 Colombaccio (*Colomba palumbus*)  
 Cormorano (*Phalacrocorax carbo*)  
 Cornacchia grigia (*Corvus corone*)  
 Fagiano (*Phasianus colchicus*)  
 Falco di palude (*Circus aeruginosus*)  
 Falco pescatore (*Pandion haliaetus*)  
 Fanello (*Carduelis cannabina*)  
 Fenicottero (*Phoenicopterus ruber*)  
 Fiorrancino (*Regulus ignicapillus*)  
 Fischione (*Anas penelope*)  
 Fistione turco (*Netta rufina*)  
 Folaga (*Fulica atra*)  
 Forapaglie castagnolo (*Acrocephalus melanopogon*)  
 Fringuello (*Fringilla coelebs*)  
 Gabbiano reale (*Larus cachinnans*)  
 Gabbiano comune (*Larus ridibundus*)



Gabbiano corso (*Larus audouinii*)  
 Gabbiano roseo (*Larus genei*)  
 Gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*)  
 Garzetta (*Egretta garzetta*)  
 Gazza (*Pica pica*)  
 Germano reale (*Anas platyrhynchos*)  
 Gheppio (*Falco tinnunculus*)  
 Ghiandaia (*Garrulus glandarius*)  
 Gufo comune (*Asio otus*)  
 Gufo di palude (*Asio flammeus*)  
 Lanario (*Falco biarmicus*)  
 Lodolaio (*Falco subbuteo*)  
 Lui piccolo (*Phylloscopus collybita*)  
 Martin pescatore (*Alcedo atthis*)  
 Merlo (*Turdus merula*)  
 Mestolone (*Anas clipeata*)  
 Migliarino di palude (*Emberiza schoeniclus*)  
 Moretta tabaccata (*Aythya nyroca*)  
 Moretta comune (*Aythya fuligula*)  
 Moriglione (*Aythya ferina*)  
 Nibbio bruno (*Milvus migrans*)  
 Occhiocotto (*Sylvia melanocephala*)  
 Occhione (*Burhinus oedicephalus*)  
 Passera domestica (*Passer italiae*)  
 Passera mattugia (*Passer montanus*)  
 Passera scopaiola (*Prunella modularis*)  
 Pavoncella (*Vanellus vanellus*)  
 Pellegrino (*Falco peregrinus*)  
 Pendolino (*Remiz pendulinus*)  
 Pettiroso (*Erithacus rubecula*)  
 Picchio verde (*Picus viridis*)  
 Pispola (*Anthus pratensis*)  
 Pivieressa (*Vanellus vanellus*)  
 Poiana (*Buteo buteo*)  
 Porciglione (*Rallus aquaticus*)  
 Rampichino (*Cerchia brachydactyla*)  
 Regolo (*Regulus regulus*)  
 Saltimpalo (*Saxicola Torquata*)  
 Scricciolo (*Troglodytes troglodytes*)  
 Smergo minore (*Mergus serratus*)  
 Smeriglio (*Falco columbarius*)  
 Sparviere (*Accipiter nisus*)  
 Storno (*Sturnus vulgaris*)  
 Strillozzo (*Miliaria calandra*)  
 Strolaga maggiore (*Gavia immer*)  
 Strolaga mezzana (*Gavia arctica*)  
 Strolaga minore (*Gavia stellata*)  
 Svasso maggiore (*Podiceps cristatus*)  
 Svasso piccolo (*Podiceps nigricollis*)  
 Taccola (*Corvus monedula*)  
 Tarabuso (*Botaurus stellaris*)  
 Torcicollo (*Jynx torquilla*)

Tordo (*Turdus philomelos*)  
 Tordo sassello (*Turdus iliacus*)  
 Tortora dal collare (*Streptopelia decaocto*)  
 Tuffetto (*Tachybaptus ruficollis*)  
 Usignolo di fiume (*Cettia cetti*)  
 Verdone (*Carduelis chloris*)  
 Verzellino (*Serinus serinus*)  
 Voltapietre (*Arenaria interpres*).

#### 4.3.4 Mammalofauna

Il popolamento a mammiferi presenta importanti elementi di interesse. Il lupo (*Canis lupus*), dalle roccaforti appenniniche, dove la specie è sopravvissuta alla fase critica attraversata a negli anni 60-70 dello scorso secolo, ha recuperato ampi settori collinari e costieri della Toscana, dove era stato cacciato fino all'estinzione. La specie sta mostrando nel Grossetano importanti dinamiche espansive, tuttavia la conflittualità per la presenza del lupo ha assunto dimensioni che non si può osservare laddove la specie non si era mai estinta. Ad oggi si hanno nuove prospettive di gestione della specie che potrebbero prevedere l'abbattimento, in difformità con le conclusioni dello studio di Imbert C. *et al.*, pubblicato nel 2016 su Biological Conservation (*Why do wolves eat livestock? Factors influencing wolf diet in northern Italy*), che dimostrerebbe come siano la persecuzione, e la conseguente destrutturazione dei branchi di lupo, a sbilanciare la dieta del predatore dagli ungulati selvatici al bestiame domestico.

Nell'area è presente anche il gatto selvatico (*Felis silvestris*), anch'esso esposto ad una mortalità di origine antropica di cui gli investimenti stradali costituiscono una parte. Specie elusiva, tende ad utilizzare ambiti meno antropizzati dell'area collinare, mentre le aree agricole del corridoio di progetto si presentano poco idonee per l'effettiva presenza della specie in prossimità del tracciato in esame. Presente la martora (*Martes martes*), nelle aree interne, laddove i soprassuoli boscati non siano stati eccessivamente destrutturati da un estensivo ricorso al governo a ceduo. Da segnalare anche la presenza della puzzola (*Mustela putorius*), specie molto elusiva e legata ad ambienti umidi (presente nell'area dell'Ombrone e presso il sistema idrografico locale). Dovrebbe essere scomparsa, invece, la lontra (*Lutra lutra*), specie di mustelide pescatore un tempo diffuso in tutti i fiumi e nei corpi d'acqua dell'Italia peninsulare, ma attualmente presente soprattutto, se non esclusivamente, nell'Italia meridionale, ove ancora si conservano habitat di buona qualità e di adeguata estensione.

Tra specie di ungulati, il taxon più abbondante è il cinghiale (*Sus scrofa*), che al contempo costituisce la specie di dimensioni medio-grandi più diffusa nel Grossetano, la base delle attuali pratiche venatorie e la sorgente dei più significativi problemi gestionali legati alla fauna (danni all'agricoltura e incidenti stradali). Presente anche il capriolo (*Capreolus capreolus*) ed il daino (*Dama dama*).

Da segnalare la presenza diffusa dell'istrice (*Hystrix cristata*), del coniglio (*Oryctolagus cuniculus*) e della nutria (*Myocastor coypus*). La lepre autoctona (*Lepus corsicanus*) è segnalata come presente dalla Lista Rossa dell'IUCN ([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)), che la classifica nella categoria "vulnerabile".

Per quanto riguarda gli insettivori il popolamento del comprensorio include il riccio (*Erinaceus europaeus*) e specie di toporagni e crocidure dei Generi *Sorex*, *Crocidura* e *Suncus* (*Suncus etruscus*). Per le arvicole sono probabilmente presenti l'arvicola di Savi (*Microtus savii*); mentre per i Muridae (topi e ratti) sono certamente presenti almeno una specie del Genere *Apodemus* (topi selvatici), il topolino delle case ed il surmolotto (*Rattus norvegicus*).

Tra le specie di mammiferi citate, l'istrice (*H. cristata*) rientra tra quelle di "interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa" (Allegato D previsto dall'art. 1 comma 1 del DPR 248/97: "Regolamento di attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche").

Si riporta di seguito un elenco parziale delle specie potenziali riferibile all'area vasta:

- Classe MAMMALIA
- Ordine RODENTIA
- Famiglia Muridae
- Topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*) \*
- Topo selvatico a collo giallo (*Apodemus flavicollis*) \*
- Topo domestico (*Mus domesticus*) \*
- Ratto dei tetti (*Rattus rattus*) \*
- Ratto delle chiaviche (*Rattus norvegicus*) \*
- Famiglia Microtidae
- Arvicola del Savi (*Microtus savii*) \*
- Arvicola dei boschi (*Clethrionomys glareolus*) \*
- Arvicola d'acqua (*Arvicola terrestris*)
- Famiglia Sciuridae
- Scoiattolo (*Sciurus vulgaris*) **R**
- Famiglia Mioxidae
- Ghiro (*Glis glis*) \*
- Moscardino (*Muscardinus avellanarius*) **D** \*
- Quercino (*Elyomys quercinus*) **R** \*
- Famiglia Hystricidae
- Istrice (*Hystrix cristata*) **D** \*
- Famiglia Myocastoridae
- Nutria (*Myocastor coypus*) \*
- Ordine INSECTIVORA
- Famiglia Soricidae
- Toporagno comune (*Sorex araneus*) \*
- Toporagno appenninico (*Sorex samniticus*) **R** \*
- Toporagno (*Sorex minutus*) \*
- Toporagno acquatico (*Neomys fodiens*)
- Toporagno acquatico di Miller (*Neomys anomalus*)
- Crocidura dal ventre bianco (*Crocidura leucodon*) \*
- Crocidura minore (*Crocidura suaveolens*) \*
- Mustiolo (*Suncus etruscus*) \*

- Famiglia Erinaceidae
- Riccio (*Erinaceus europaeus*) \*
- Famiglia Talpidae
- Talpa romana (*Talpa romana*) \*
- Ordine LAGOMORPHA
- Famiglia Leporidae
- Coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*)
- Lepre (*Lepus europaeus*) \*
- Lepre italiana (*Lepus corsicanus*) **R**
- Ordine CARNIVORA
- Famiglia Canidae
- Lupo (*Canis lupus*) **R D**
- Volpe (*Vulpes vulpes*) \*
- Famiglia Mustelidae
- Lontra (*Lutra lutra*) (presumibilmente estinta) **R D**
- Tasso (*Meles meles*) \*
- Donnola (*Mustela nivalis*) \*
- Puzzola (*Mustela putorius*) **R** \*
- Faina (*Martes foina*) \*
- Martora (*Martes martes*) **R**
- Famiglia Felidae
- Gatto selvatico (*Felis silvestris silvestris*) **R D**
- Ordine ARTIODACTYLA
- Famiglia Suidae
- Cinghiale (*Sus scrofa*) \*
- Famiglia Cervidae
- Daino (*Dama dama*)
- Capriolo (*Capreolus capreolus*)

**R** specie inserita nel *Libro Rosso degli Animali d'Italia* (Bulgarini et al, 1998)

**D** specie di interesse comunitario (Direttiva CEE 43/92)

\* specie per le quali è ritenuta più probabile una presenza all'interno o in prossimità del corridoio di progetto in esame.

Tabella 4.3 - Taxa di interesse conservazionistico: Chiroptera.

CHIROPTERA : TAXA DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO (TAXA potenziali a livello di aree vasta - elenco indicativo parziale)			
CHIROPTERA		Specie	Habitat
	RHINOLOPHIDAE		
		Rhinolophus euryale	All. II
		Rhinolophus ferrumequinum ferrumequinum	All. II
		Rhinolophus hipposideros minimus	All. II
	VESPERTILIONIDAE		
		Myotis capaccinii	All. II

CHIROPTERA : TAXA DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO (TAXA potenziali a livello di aree vasta - elenco indicativo parziale)			
CHIROPTERA		Specie	Habitat
		Myotis myotis myotis	All. II
		Myotis blythii oxygnathus	All. II
		Epseticus serotinus serotinus	Allegato IV
		Plecotus austriacus	Allegato IV
		Plecotus auritus	Allegato IV
		Hypsugo savii savii	Allegato IV
		Miniopterus schreibersi schreibersi	All. II
	MOLOSSIDAE		
		Tadarida teniotis teniotis	Allegato IV

biodiversità faunistica del comprensorio (corrispondono alle aree con vegetazione spontanea e/o originaria, ai filari ed ai corpi d'acqua di cui alla Carta della Fisionomia della Vegetazione).

Vengono di seguito descritti e localizzati i recettori di maggior pregio direttamente interessati dalle opere di progetto. Lo studio dei recettori nel corridoio di progetto della variante è stato sviluppato attraverso una analisi cartografica della fisionomia della vegetazione e sopralluoghi in campo realizzati negli ambiti caratterizzati dai maggiori livelli di naturalità (area boscate, cespugliate, etc.).

Le aree con significative estensioni di vegetazione spontanea per cui è necessario un maggiore livello di attenzione sono costituiti prevalentemente dagli attraversamenti dei greti fluviali e delle fasce di vegetazione (prevalentemente boschiva), posta nelle adiacenze.

Si riportano di seguito le tipologie di recettore sensibile direttamente interessate dal progetto di variante:

1. alberature artificiali e/o di pregio lungo la strada Aurelia;
2. sponde con vegetazione igrofila del reticolo idrografico secondario interessato dalla tratta;
3. colture legnose mediterranee.

#### 4.4.1 Le vulnerabilità

Le sopraccitate aree sensibili esposte a possibili interferenze sono da considerarsi vulnerabili agli effetti dell'opera laddove si manifestano condizioni per una interazione con le azioni di progetto. Nei paragrafi seguenti vengono poste in evidenza specifiche condizioni di vulnerabilità.

Sono salvaguardati dalla variante di progetto in esame i popolamenti vegetali descritti con le indagini di cui doc. AEMSUA0500 (marzo 2016) in particolare l'esteso popolamento delle formazioni boschive nordorientali dei Monti dell'Uccellina sono poste a distanza dal tracciato, mentre i popolamenti descritti presso Rispecchia ed Alberese Scalo presentano un interessamento solo di margine e/o di prossimità, determinato dall'adeguamento del tracciato dell'attuale Aurelia.

Di seguito vengono descritti e localizzati i recettori di maggior pregio interessati dalle opere di progetto. Lo studio dei recettori nel corridoio di progetto della variante è stato sviluppato attraverso una analisi cartografica della fisionomia della vegetazione e sopralluoghi in campo realizzati negli ambiti caratterizzati dai maggiori livelli di naturalità (area boscate, cespugliate, etc.).

Le aree con significative estensioni di vegetazione spontanea per cui è necessario un maggiore livello di attenzione sono costituiti prevalentemente dagli attraversamenti dei greti fluviali e dalle fasce di vegetazione (prevalentemente boschiva), posta nelle adiacenze.

#### 4.4 Ricettori sensibili

La sensibilità dei recettori della componente Vegetazione, Flora e Fauna è ordinata in bassa/assente, media e alta:

*1 Aree non sensibili o a bassa sensibilità – Aree antropizzate:* per le aree urbanizzate, le infrastrutture lineari e le aree disturbate da cantieri e movimenti terra è stata considerata una sensibilità nulla, ovvero una completa assenza di sensibilità per la componente (le aree a bassa sensibilità corrispondono alle aree artificiali della "Carta dell'uso del suolo e della fisionomia della vegetazione" in scala 1:10.000 (elab. SUA 313) - l'area non sensibile è costituita dal sedime stradale dell'attuale Aurelia).

*2 Aree a sensibilità media – Aree agricole ed aree con vegetazione spontanea a carattere secondario e di ricolonizzazione, vegetazione da impianto:* aree agricole con scarsa diversità strutturale, ma caratterizzate da sistemi colturali che comportano allagamenti ricorrenti delle superfici. Ambiti che mantengono una importanza faunistica non trascurabile sia per alcune specie di anfibi sia per diverse specie ornitiche. Sensibilità intermedia (corrispondono alle aree agricole della Carta della Fisionomia della Vegetazione).

*3 Aree ad alta sensibilità - Aree omogenee dei corsi/corpi d'acqua naturali e delle aree arboreo-arbustive con vegetazione spontanea ed autoctona locale:* aree dominate da una vegetazione arboreo ed arbustiva talora ben strutturata e diversificata. Costituiscono gli ambiti "sorgente" di gran parte della

Si riportano di seguito le tipologie di recettore sensibile direttamente interessate dal progetto di variante:

1. alberature artificiali e/o di pregio di carattere stradale lungo l'attuale SS1 Aurelia;
2. sponde con vegetazione igrofila del reticolo idrografico;
3. colture legnose.





In un successivo paragrafo sono considerati i popolamenti vegetazionali descritti con le indagini di cui al doc. AEMSUA0500:

4. popolamenti studiati con le indagini vegetazionali.

#### 4.4.1.1 Alberature artificiali e/o di pregio lungo la Via Aurelia

Lungo la Via Aurelia, lungo la quale si sviluppa la gran parte della variante in progetto, sono presenti formazioni alberate di diversa natura ed origine, principalmente costituite da:

- A. esemplari di Pino domestico, *Pinus pinea*, di misure diametriche generalmente superiori ai 50 cm;
- B. esemplari di Sughera, *Quercus suber*, di origine spontanea;
- C. fasce arbustive e/o arboree miste, con partecipazione di elementi della macchia mediterranea e/o Olmo campestre, *Ulmus minor*.

Pino domestico, <i>Pinus pinea</i> .	
Doppio filare di <i>Pinus pinea</i> su strada che si attesta sulla SS Aurelia, posta alla km 2+100 ca.	
Intorno alla chilometrica 2+600 ca, è presente un rimboscimento eseguito con <i>Pinus pinea</i> dominante, le piante di pino poste al margine attuale dell'Aurelia sono ca. 20.	
Alla chilometrica 12+000 ca, sono presenti circa 8-10 esemplari di Pino domestico sul margine della carreggiata dell'Aurelia.	
Alla chilometrica 14+600 ca, sono presenti circa 8 esemplari di Pino domestico sul margine della carreggiata dell'Aurelia, poste ad ombreggiamento di aree di sosta.	
Gli esemplari di <i>Pinus pinea</i> collocati sul margine stradale e probabilmente interessati da interventi di rimozione sono intorno ai 40-50.	

Presenza di Sughere, *Quercus suber*



Alla progressiva km 1+600 ca. sono presenti alcuni alcuni esemplari di Sughera, *Quercus suber* (una decina di esemplari), parte di una più estesa formazione di bosco e macchia mediterranei. Alla vegetazione spontanea si aggiungono una decina di esemplari di Pino domestico (*Pinus pinea*) e alcuni Cipresso (*Cupressus sempervirens*).

La formazione corrisponde al popolamento studiato con le indagini vegetazionali di cui doc. AEMSUA0500 (marzo 2016) e classificato come sughereti originata da impianto. L'interferenza con questa area alberata viene anche trattata al § "Popolamenti studiati con le indagini vegetazionali" nella scheda del popolamento 4.1, con una descrizione di tipo vegetazionale.

Fasce alberate o arbustive con elementi delle macchia mediterranea

Si tratta di formazioni spontanee con specie della macchia mediterranea, con la partecipazione di *Ulmus minor* o formazioni da impianto di *Robinia pseudoacacia*; frequente la presenza di ulteriori taxa, tra i quali aggruppamenti di *Arundo donax* o impianti ad *Eucalyptus* sp. Le dimensioni delle singole piante sono mediamente contenute, quasi arbustive; ciò in ragione del carattere "pioniero" di queste formazioni, dei tagli di ceduzione e della mortalità selettiva indotta dall'*Ophiostoma ulmi* che uccide quasi il 100% degli olmi adulti.

Di particolare interesse la formazione a macchia mediterranea sviluppatesi su una scarpata di scavo dell'Aurelia all'altezza della progressiva 9+500 ca (immagine a destra): in questa tratta l'ampliamento del sedime si svilupperà soprattutto sul lato opposto.

Le formazioni interessano tratti separati e di diverse dimensioni, per circa due chilometri di tracciato complessivamente interessato.



#### 4.4.1.2 Sponde con vegetazione igrofila del reticolo idrografico

Il tracciato attraversa alcuni corsi d'acqua, per lo più caratterizzati da tracciati parzialmente rettificati e sezioni sagomate artificialmente. Si tratta tuttavia di corsi d'acqua che conservano alcuni elementi di importanza naturalistica, nonostante sia interclusi tra aree agricole e siano sottoposti ad una gestione finalizzata esclusivamente alla funzionalità idraulica. Vengono di seguito descritti i Fossi Rispescia, Barbicato, Migliarino e Valle Giardino, mentre il sistema dei Collettori della zona della Bonifica di Talamone non sono ulteriormente descritti per il loro carattere maggiormente artificiale.

Fosso Rispescia (progressiva 1+480 ca)



Si tratta di un fosso tributario dell'Ombrone. La copertura vegetazionale è oggetto di periodiche azioni di taglio, la sezione è sagomata artificialmente, tuttavia vi è uno sviluppo ancora importante di Canna domestica (*Arundo donax*).

Fosso Barbicato (progressiva 3+780 ca)



Fosso appartenente al bacino scolante dell'Ombrone, evidentemente rettificato e regolarizzato, presenta una vegetazione igrofila governata con sfalci successivi.

Fosso Migliarino (progressiva 5+000 ca)



Fosso appartenente al bacino scolante dell'Ombrone, evidentemente rettificato e regolarizzato, presenta una vegetazione igrofila governata con sfalci successivi. Lo sfalcio tende ad azzerare la disponibilità di rifugio per la fauna.

Fosso Valle Giardino (progressiva 6+300 ca)



Fosso appartenente al bacino scolante dell'Ombrone, evidentemente rettificato e regolarizzato, presenta una vegetazione igrofila governata con sfalci successivi. Sono ancora presenti alcuni esemplari arborei del Genere Populus e alcune piante di Quercus suber.

#### 4.4.1.3 Colture legnose mediterranee

Le colture legnose del comprensorio costituiscono una quota non prevalente delle superfici agricole, dominate invece da seminativi non irrigui. Tuttavia le superfici a oliveto e, soprattutto, vigneto, mostrano una leggera tendenza all'incremento. Di seguito si individuano i recettori esposti agli effetti determinati dalle azioni di progetto di cui al progetto di variante in esame. La gran parte dei recettori costituiti da alberature agricole è salvaguardato dal progetto, tuttavia, si ha un interessamento parziale di alcuni appezzamenti ad olivo e vite (Carta dell'uso del suolo e della fisionomia della vegetazione).

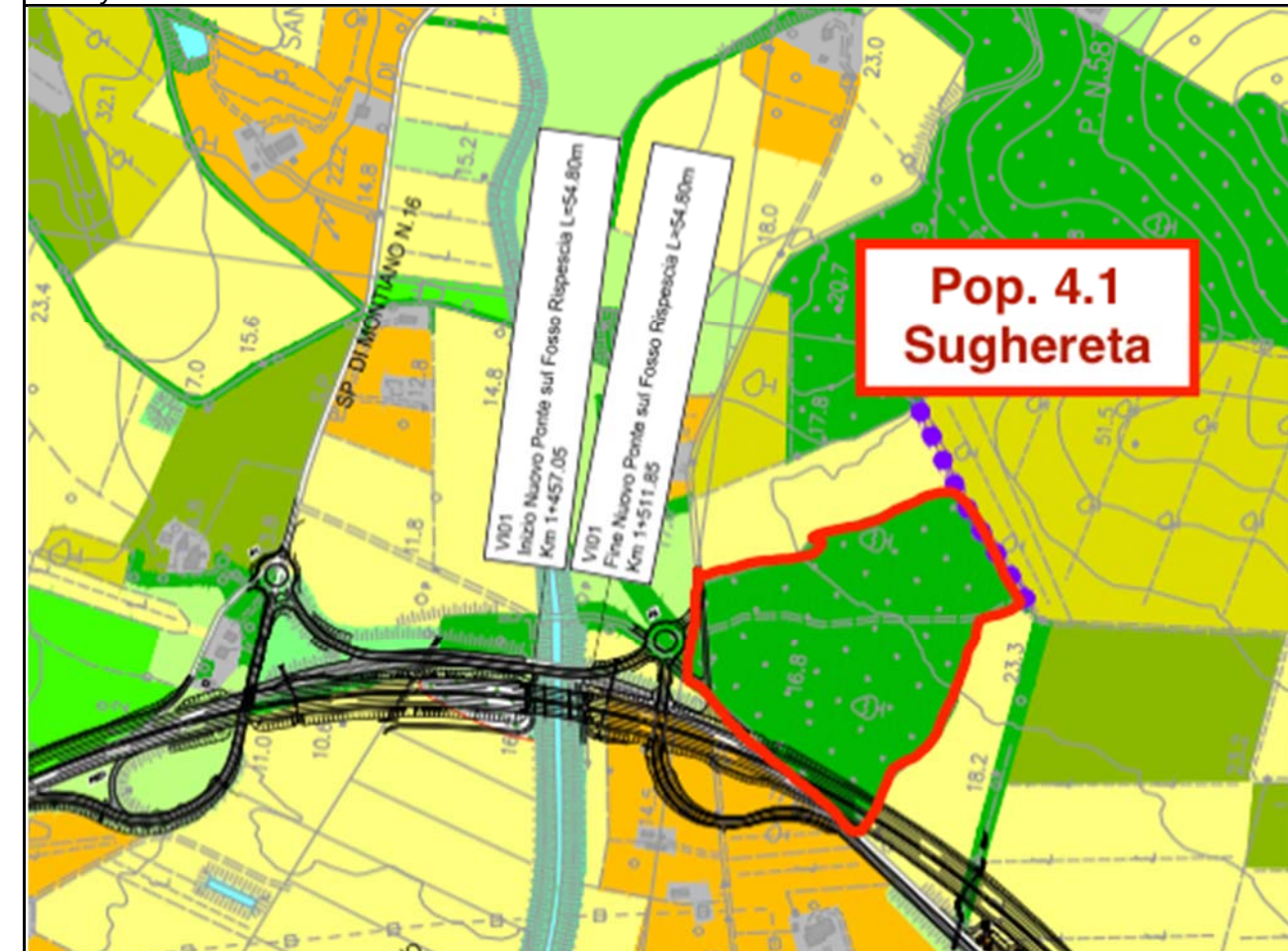
#### 4.4.1.4 Popolamenti studiati con le indagini vegetazionali

Sono state condotte indagini vegetazionali sui popolamenti più significativi presenti nel corridoio di progetto (i risultati sono illustrati con maggior dettaglio nel doc. AEMSUA0500, marzo 2016). I popolamenti vegetali indagati nel corridoio del Lotto in esame sono stati 3, identificati con i codici da 4.1 al 4.3. Le interazioni di questi popolamenti con l'infrastruttura e la loro eventuale vulnerabilità viene di seguito descritta.

Come si potrà evincere dalla descrizione per ciascun popolamento, si osserva che la variante in esame, in relazione alla conservazione di tali popolamenti, determina un effetto scarso, grazie ad allontanamento del tracciato dalla costa. Per i popolamento 4.1. e 4.2, costituito da un bosco a dominanza di sughera e un bosco misto di cerro e roverella, si ha una collocazione di margine rispetto al poligono cartografico corrispondente al popolamento vegetale descritto, tuttavia sono previsti effetti limitati a carico del popolamento stesso, in ragione del carattere di adeguamento con modesti scostamenti dal tracciato esistente dell'Aurelia.

#### Popolamento 4.1.

Questo soprassuolo è stato studiato, dal punto di vista vegetazionale, nell'ambito dei rilievi fitosociologici (doc. AEMSUA0500, marzo 2016) condotti su un popolamento classificato al n. 4.1 in un'area semi-planziaria, tra la Loc. Ripescai e la Strada di Vallemaggiore. Il rilievo 4-1 riguarda una sughereta ubicata su un debole rilievo localizzato in contesto semi-planziario, che lo studio vegetazionale attribuisce ad una formazione di origine antropica ad oggi definita come abbandonata. La stazione è caratterizzata da condizioni relativamente fresche, nella quale è riconoscibile la vegetazione di un querceto caducifoglio termofilo con un'elevata ricchezza specifica, attribuibile all'associazione Roso sempervirentis-Quercetum pubescentis Br. Bl. 1932. In questo caso la sughera non è tra le specie caratteristiche dell'associazione poiché la sua presenza è sarebbe di origine artificiale, mentre sono state registrate molte specie tipiche dell'associazione a querceto misto, specialmente gli arbusti quali *Crataegus monogyna* e *Ligustrum vulgare* e la lianosa *Rosa sempervirens* che le attribuisce il nome. Per quanto riguarda la classificazione la formazione può rientrare nella definizione della sughereta mista sopra ceduo di sempreverdi e caducifoglie in una variante piuttosto fresca e umida come indica la presenza di specie mesofile, specialmente *Luzula forsteri*.



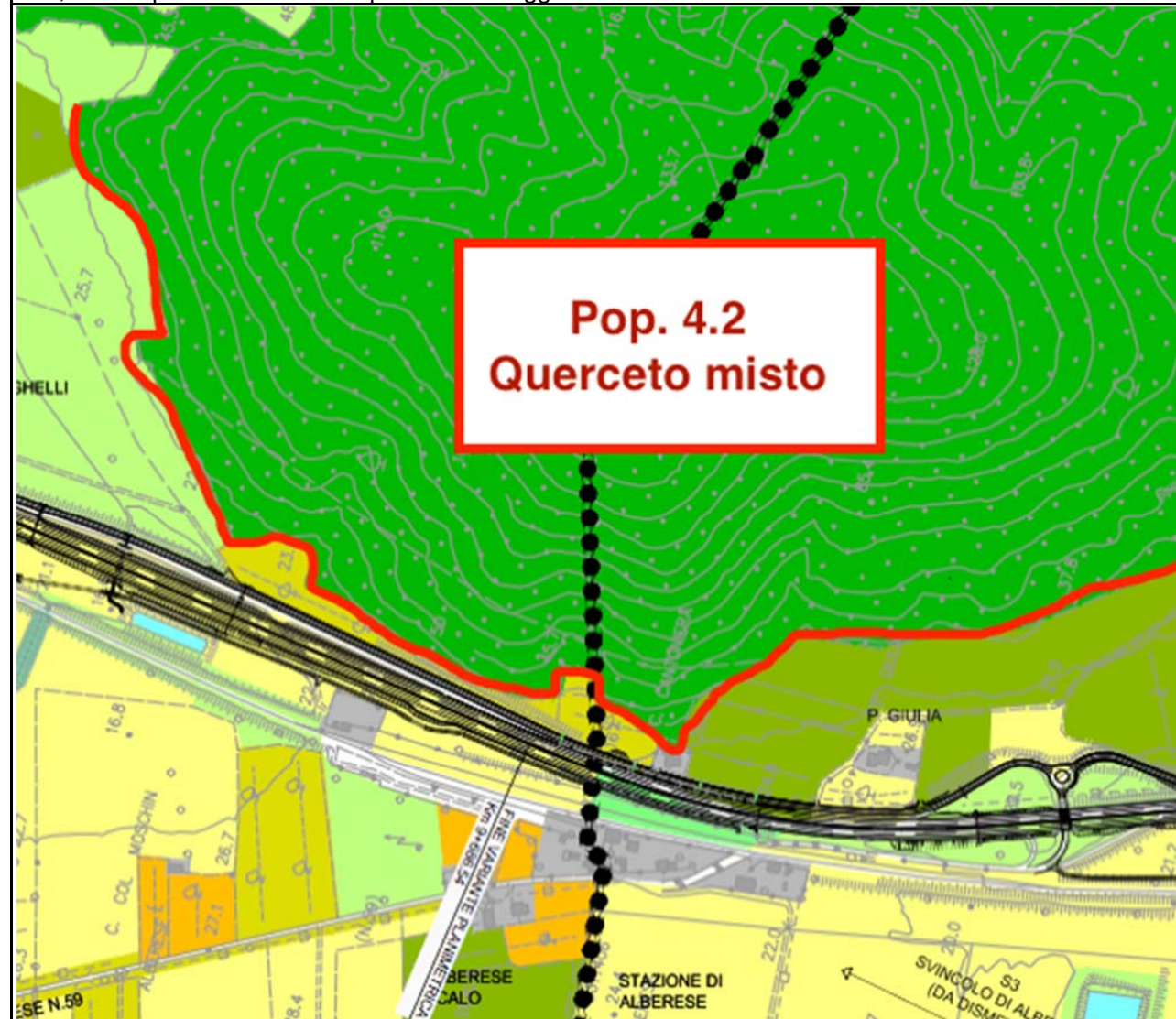
Il soprassuolo descritto viene marginalmente interessato dallo scostamento verso Est del tracciato autostradale rispetto al tracciato Aurelia. Il soprassuolo viene interessato per la sua parte che attualmente è posta in posizione fronte-strada rispetto all'Aurelia (in questa fascia sono anche presenti pini da impianto che assumono un ruolo localmente dominante, così come descritto nel § "alberature artificiali e/o di pregio di carattere stradale lungo l'attuale SS1 Aurelia" per la progressiva 1+600 ca.).



Popolamento 4.2 – Querceto

Il popolamento n. 4-2 (Loc. Alberese Scalo) presenta una componente arborea costituita prevalentemente da querce caducifoglie (*Quercus cerris* e *Q. pubescens*). Il rilievo 4-2 è attribuibile a *Roso sempervirentis-Quercetum pubescentis* Biondi 1986.

Il primo popolamento corrisponde con approssimazione all'habitat prioritario 91AA, Boschi orientali di quercia bianca, in cui rientra questo tipo di associazione, classificato secondo Mondino e Bernetti (1998) come Querceto mesotermofilo di roverella a *Rosa sempervirens*. In questo caso la formazione è anche caratterizzata da una codominanza di *Quercus cerris* e *Fraxinus ornus*. La vicinanza ai coltivi ha determinato l'ingresso di specie ruderali quali *Campanula rapunculoides*, *Asphodelus ramosus*, *Anemone hortensis* e *Sonchus oleraceus*, inoltre sono state rilevate alcune specie caratteristiche della classe Quercetum ilicis, dovute probabilmente all'esposizione soleggiata.



Secondo lo studio vegetazionale condotto (doc. AEMSUA0500, marzo 2016) non vi è sovrapposizione tra opere in progetto e il popolamento n. 4.2 a querceto misto. Si ritiene tuttavia che vi sia una interazione con le formazioni di margine, ovvero del mantello arbustivo (macchia mediterranea) della formazione boscata. Tali formazioni costituiscono oggi il margine fronte-strada del tracciato Aurelia e potranno esserci effetti a loro carico anche se in questa tratta l'ampliamento del sedime si svilupperà soprattutto sul lato opposto (le interferenze con la fascia di scarpata dell'attuale Aurelia ricoperta da macchia mediterranea è anche descritta nel § "alberature artificiali e/o di pregio di carattere stradale lungo l'attuale SS1 Aurelia" per la progressiva 9+500 ca.).

Popolamento 4.3 - Querceto

Il popolamento 4-3 (propaggini delle fasce boscate dei versanti nord-orientali dei Monti dell'Uccellina) presenta una componente arborea costituita prevalentemente da querce caducifoglie (*Quercus cerris* e *Q. pubescens*). Il popolamento è attribuibile a *Cyclamino hederifolii-Quercetum ilicis quercetosum pubescentis* Br.Bi. 1952. Il 4-3 rappresenta una variante meno termofila e xerofila del *typicum Cyclamino hederifolii-Quercetum ilicis*, definita dalla sottoassociazione *quercetosum pubescentis*. In questo caso il sottobosco risulta molto povero come è tipico dell'associazione, con la presenza di solo 4 specie erbacee *Cyclamen repandum*, *Ruscus aculeatus*, *Rubus ulmifolia* e *Carex distachia*. Ascrivibile secondo Mondino e Bernetti (1998) a *Lecceta* di transizione a boschi di caducifoglie.

Il popolamento si pone ad una distanza di oltre 600 dall'opera stradale in adeguamento.



4.5 Impatti potenziali

4.5.1 Vegetazione e Flora

L'intensità, la durata e l'estensione degli impatti variano in dipendenza sia del tipo di azione, che del tipo di comunità vegetale coinvolta. Ovvero, quanto maggiore è la qualità o la fragilità della comunità coinvolta, tanto più grave è l'impatto.

Il principale effetto è rappresentato dalla sottrazione di vegetazione. Altri effetti di alterazione ambientale vengono considerati nella Componente Ecosistemi.

Gli esemplari arborei posti in prossimità della carreggiata, con particolare riferimento alle specie d'alto fusto con baricentro alto e apparato radicale superficiale (*Pinus pinea*), laddove in caso di schianto possano coinvolgere la carreggiata stradale, possono costituire un pericolo.

*Effetto n. 1*

*Sottrazione di vegetazione (fase di costruzione e fase di esercizio)*

Con la realizzazione dell'adeguamento infrastrutturale del tracciato dell'attuale Aurelia si determina una ampliamento, rispetto allo stato attuale, delle superfici permanentemente occupate e trasformate dal sedime stradale e dalle altre strutture stradali. La sottrazione della vegetazione avrà quindi il carattere di un impatto permanente, laddove le caratteristiche edafiche del sito (caratteristiche suolo, disponibilità idrica e parametri microclimatici) saranno mutate in modo definitivo.

Si evidenzia che la gran parte delle sottrazioni si determinerà a ridosso del tracciato attuale dell'Aurelia, ovvero in contesti stazionali di fatto già condizionati dalla prossimità ad una importante infrastruttura stradale.

Di seguito si elencano le sottrazioni permanenti di vegetazione determinate dall'ampliamento della carreggiata dell'attuale Aurelia e/o dalla realizzazione di tratti in variante di tracciato, espresse in termini di tipologie di uso del suolo/fisionomia della vegetazione attuale, per complessivi 69 ha. Il dato non comprende le sottrazioni temporanee determinate dalla realizzazione della fase di cantiere.

meccanizzazione, destinata ad una produzione agricola di carattere intensivo. Una quota di ca. 18 ha è costituita da oliveti, vigneti, sistemi coltura complessi e colture associate. La sottrazione di soprassuoli caratterizzati da vegetazione spontanea e/o originaria (boschi, boscaglie, aree alberate e cespugliate) ammonterà a circa 7 ha. L'interessamento di tratti di corsi d'acqua sarà inferiore a 0,5 ha.

La sottrazione viene espressa in termini di rimozione di soprassuoli vegetali esistenti, ma una parte degli stessi saranno comunque sostituiti dalle massicciate stradali che saranno oggetto di inerbimenti e altre sistemazioni a verde (Vedere § Mitigazioni).

Una descrizione puntuale dei soprassuoli vegetazionali per i quali è attesa una sottrazione di superficie è fornita al § "vulnerabilità", ove viene illustrato l'elenco delle più significative interazioni tra soprassuoli vegetazionali e progetto in esame.

**4.5.2 Fauna**

I rischi ambientali delle opere stradali in relazione alla tutela delle specie animali, sono soprattutto legati alla sottrazione di habitat ed alla frammentazione del territorio e, quindi, della conseguente interferenza con gli spostamenti. Impatti connessi sono relativi all'incremento della mortalità per collisioni stradali (particolarmente rilevante per i vertebrati terrestri: anfibi, rettili e mammiferi) ed al disturbo diretto delle zoocenosi.

*Effetto n. 2*

*Sottrazione di habitat faunistici (fase di costruzione)*

La sottrazione di superfici di valore per la fauna è da considerarsi un impatto di rilievo. Per questo tipo di impatto c'è una forte analogia con il corrispondente impatto sulla vegetazione: le aree tendono a coincidere.

Le fasce prossimali all'attuale tracciato dell'Aurelia, presentano prevalentemente i ambiti comunque già caratterizzati da una ridotta valenza faunistica in ragione della immediata adiacenza all'infrastruttura stradale. Le parti in variante di tracciato sono relativamente poco sviluppate e non determinano particolari condizioni di impatto.

*Effetto n. 3*

*Interferenza con gli spostamenti della fauna (fase di costruzione e fase di esercizio)*

La frammentazione dell'ambiente causata dall'ostacolo del tracciato coinvolge soprattutto le specie che spostano via terra (anfibi, rettili e mammiferi). Le aree intercluse negli svincoli rimangono spesso isolate o sottoutilizzate, in quanto il dispendio energetico per accedervi ed il rischio di incidenti possono essere troppo elevati per molte specie.

SOPRASSUOLI SOTTRATTI RISPETTO ALLA SITUAZIONE ATTUALE		m <sup>2</sup>
Superfici artificiali	Aree residenziali e manufatti agricoli (superfici pertinenziali)	14.523
Superfici agricole	Seminativi	331.731
	Vigneti	43.914
	Oliveti	70.631
	Prati, pascoli e incolti	93.150
	Colture annuali associate e colture permanenti	6.789
	Sistemi colturali e particellari complessi	57.023
Vegetazione spontanea e/o originaria	Boschi autoctoni di latifoglie	13.181
	Vegetazione igrofila spondale di origine spontanea	18.210
	Aree a vegetazione erbacea, arbustiva (con alberi sparsi) in evoluzione	18.774
	Rimboschimenti e/o boschi con presenza diffusa di essenze alloctone	17.752
Acque e fasce spondali	Corsi d'acqua e bacini d'acqua	317

Una quota delle sottrazioni sarà relativa a superfici di pertinenza di aree edificate (ca. 1,5 ha), mentre la quota maggiore è relativa ad una sottrazione di superfici agricole e/o superfici erbacee (ca. 60 ha, di cui ca. 51 ha in effettiva coltivazione), la maggior parte delle quali è costituita da seminativi ad elevata

Il progetto, consistendo in opere di adeguamento di viabilità esistente non comporta l'introduzione di nuove barriere agli spostamenti, quanto piuttosto una modifica delle caratteristiche strutturali di una barriera esistente. In alcuni ambiti le diverse caratteristiche di tombini e sottopassi potranno facilitare la permeabilità faunistica, in altri la presenza di viabilità accessoria potrà rendere più impenetrabile il passaggio.

Le principali linee di spostamento della fauna rilevate lungo il tracciato e quindi poste in attraversamento rispetto al corridoio viario in esame, corrispondenti alle seguenti progressive chilometriche, sono:

- km 1+480, rete idrografica – Fosso Rispecchia;
- km 3+780, rete idrografica – Fosso Barbicato;
- intorno al km 5+000, rete idrografica – Fosso Migliarino e Fosso della Banditella;
- km 6+300, rete idrografica – Fosso di Valle Giardino;
- km 7+280, rete idrografica – Fosso dell'Acquapora;
- km 11+800, rete idrografica – Collettore Occidentale.

#### *Effetto n. 4*

##### *Mortalità per collisione (fase di esercizio)*

Le localizzazioni delle collisioni variano a seconda delle stagioni e delle specie. In occasione di opere viarie di nuova costruzione, poste in adiacenza di corpi d'acqua, soprattutto laddove si tagli trasversalmente la direzione di migrazione, ci si attende una elevata mortalità per Anura (tale mortalità può essere intensa ed arrivare fino all'estinzione locale di piccole popolazioni).

Per quanto concerne la collisione con specie della Classe Aves, l'evento è generalmente legato a condizioni particolari: animali giovani, in migrazione o condizioni meteorologiche che riducono la visibilità. Per questa Classe i ponti sui fiumi spesso corrispondono ad aree di maggior rischio.

In genere la mortalità per collisione di grandi carnivori (Lupo) e ungulati selvatici (Cinghiale, Capriolo e Daino) è evitata dalla presenza della recinzione perimetrale, tuttavia in determinate circostanze, ad esempio esemplari inseguiti da cani da braccata, gli animali spaventati e in fuga possono compiere salti particolarmente levati ed attraversare la recinzione ed entrare in carreggiata. Inoltre il Lupo è in grado di scalare una recinzione in maglia elettrosaldata.

Il progetto in esame, prevedendo un passaggio alla tipologia autostradale, prevederà l'inserimento di recinzioni perimetrali che potranno ridurre l'accessibilità della sulla carreggiata, riducendo – per talune specie - la mortalità per collisione. Per quanto concerne la piccola fauna il rischio di accesso alla carreggiata sarà almeno parzialmente contenuto dalla recinzione stessa e, come effetto secondario, dall'inserimento delle cunette di drenaggio (laddove realizzati in c.a. tendono a costituire barriere

difficilmente superabili per molte specie di anfibi, che vengono quindi incanalati verso il reticolo idrografico recettore) e dai rilevati bassi.

#### *Effetto n. 5*

##### *Disturbo (fase di costruzione e fase di esercizio)*

L'ampiezza dell'area disturbata dipende principalmente dalla morfologia e dalla intensità di traffico. Si può approssimativamente stimare uno spazio "disturbato" ampio almeno il doppio della carreggiata. In questa fascia le specie più sensibili scompaiono.

La densità delle popolazioni ornitiche nidificanti in ambiente forestale è significativamente più basso vicino alla strada, piuttosto che in aree di controllo situate a distanza dalla fonte di disturbo. Studi olandesi (fonte: Reijnen *et al.* 1995 - Predicting the effects of motoway traffic on bridging bird populations - Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Olanda) hanno evidenziato che una autostrada con 75.000 veicoli al giorno causa:

- nelle zone boschive una riduzione di densità del 34% in una fascia di 460 m su ambo i lati;
- nelle zone aperte una riduzione di densità del 39% in una fascia di 710 m su ambo i lati.

Lo stesso studio sembrerebbe evidenziare che la principale fonte di disturbo sia costituita dal rumore, piuttosto che il disturbo visivo e l'inquinamento atmosferico.

Gli interventi in progetto insisteranno comunque in ambiti già soggetti al disturbo dalla viabilità esistente. Non si prevede pertanto un sostanziale incremento del disturbo per la fase di esercizio. Per quanto concerne le fasi di cantiere è invece atteso un ampliamento temporaneo della fascia disturbata. Va comunque detto che la "regola" del disturbo nelle prime fasce di adiacenza non vale per le specie che trovano proprio nei manufatti stradali le risorse strutturali necessarie per la nidificazione (uccelli) od il rifugio (pipistrelli); risorse ormai rare in una campagna dominata dalle monoculture a seminativo.

#### **4.5.3 Correlazione recettori ed impatti potenziali**

La correlazione tra la sensibilità dei recettori e le tipologie costruttive previste in progetto consente di stabilire una matrice degli impatti basata sulla seguente classificazione di intensità degli effetti:

- 0 Impatto nullo
- 1 Impatto di bassa intensità
- 2 Impatto di media intensità
- 3 Impatto di alta intensità

Matrice degli impatti	Classi di sensibilità			
	Aree non sensibili	Aree a bassa sensibilità	Aree a media sensibilità	Aree ad alta sensibilità
TIPOLOGIE TRACCIATO				
VIADOTTO / PONTE	0	1	1	2
RILEVATO	0	1	2	3
RASO/RILEVATO BASSO	0	1	2	3
TRINCEA	0	1	2	3
CAVALCAVIA	0	1	1	2
SOTTOVIA	0	0	1	2
INTERSEZIONE / ROTATORIA	0	1	2	3
STAZIONI DI SERVIZIO / BARRIERE	0	2	3	3

Per la fauna terrestre è atteso un decremento locale della mortalità per collisione, in ragione dell'inserimento della recinzione perimetrale (oggi assente), senza peraltro che sia prevedibile una eliminazione del problema. Da notare che alcune specie di mammiferi di media e grande taglia presentano dinamiche di mobilità nell'area e che la loro capacità di sottopassare o saltare le recinzioni potrebbe comunque determinare pericolosi accessi al sedime autostradale.

Per la fauna aerea al volo dovrebbero aversi un aumento della probabilità di collisione per aumento della velocità media dei mezzi e per la riduzione delle fasce verdi lungo strada che costringono gli animali ad alzare la linea di volo; tuttavia l'inserimento di barriere antirumore dovrebbe conseguire, in alcuni tratti, il medesimo effetto. Rispetto all'interferenza con gli spostamenti, la situazione dovrebbe restare sostanzialmente analoga alla situazione attuale (le sezioni di deflusso delle acque e la relativa permeabilità faunistica vengono mantenute – anche se la maggiore larghezza della massicciata comporterà percorsi più lunghi al coperto). Laddove si inseriscano nuovi sottopassi si potrebbe avere dei miglioramenti della permeabilità rispetto alla situazione attuale.

Le opere di progetto non realizzano impatti di particolare peso e significatività a carico della vegetazione, della flora e della fauna del territorio attraversato, nonostante la prossimità di contesti di importante valenza naturalistica.

#### 4.6 Conclusioni

Il tracciato per la gran parte della variante utilizza il sedile della Via Aurelia e sue immediate adiacenze, determinando impatti di nuova sottrazione di superfici relativamente contenuti. Di fatto, nonostante gli effetti si manifestino in un territorio ad elevata sensibilità – ancorché largamente trasformato dalla pressione antropica - non avvengono estese sottratti in ambiti di più elevato interesse florovegetazionale e faunistico.

In particolare si osserva che:

- la variante percorre il territorio in coincidenza o in immediata prossimità di viabilità preesistente, ovvero ambiti – nella maggior parte dei casi - già interessati da un disturbo derivante dalla viabilità attuale;
- per gli ambiti di maggiore sensibilità relativi al reticolo idrografico e le fasce igrofile adiacenti, che vengono interessati da tratti in viadotto o ponte o scatolare, determinando impatti relativamente più contenuti in ragione del mantenimento parziale delle possibilità di spostamento al di sotto dell'infrastruttura;
- per gli effetti sulle fasce alberate e delle alberature lungo strada e/o comunque interferite, comunque consistente, saranno previste opere a verde che andranno nella direzione della compensazione delle sottrazioni.

## 5 ECOSISTEMI

La presente relazione restituisce i risultati dello studio naturalistico, finalizzato alla comprensione delle interazioni con la Componente Ecosistemi, riferito alle caratteristiche progettuali dell'opera viaria in esame.

L'obiettivo dell'analisi è quello di descrivere le sensibilità dei recettori, gli impatti attesi e definire le mitigazioni appropriate per il contenimento degli effetti attesi.

La componente ecosistemi è stata trattata a livello di biotopi segnalati e/o protetti dalla normativa nazionale e comunitaria, con particolare riferimento alla direttiva "Habitat" (direttiva 92/43/CEE) ed al Progetto Biotaly.

### 5.1 La rete ecologica

La rete ecologica nei settori vallivi circostanti l'infrastruttura di progetto è caratterizzata da una matrice costituita prevalentemente da agroecosistemi, in cui la matrice territoriale di origine antropica si presenta come un elemento di completamento quasi a corollario delle numerose estensioni agricole; nell'ultima parte del tracciato, verso est, sono ancora presenti importanti ecosistemi forestali di origine naturale, salvaguardati dalla distruzione e la messa a coltura grazie ad una collocazione su rilievi collinari; gran parte di queste aree naturali residuali sono ricomprese nei siti della Rete Natura 2000.

La matrice agricola, cresciuta progressivamente a scapito delle precedenti coperture a foresta, macchia, aree paludose, gariga e pascolo arborato, è stata ulteriormente interessata da trasformazioni successive (meccanizzazione dell'agricoltura) che hanno iniziato a semplificare il paesaggio agricolo dominante. Negli ultimi decenni si è anche assistito ad una – pur modesta - "urbanizzazione diffusa" delle zone agricole, definita con il termine di origine anglosassone "sprawl". Esso costituisce un modello dilatato di espansione delle aree urbane, sebbene discontinuo e a bassa densità, che comporta un maggior consumo di suolo.

Anche la realizzazione di reti infrastrutturali tecnologiche costituiscono un importante elemento di frammentazione degli ambienti poiché questi elementi introducono delle forti discontinuità e spesso divengono delle barriere a ridotta permeabilità per la fauna locale.

Nel corridoio attraversato si riconoscono quindi una dominante matrice agricola costituita essenzialmente da seminativi semplici., mentre importanti infrastrutture lineari (Aurelia e Ferrovia) si pongono a frammentare il territorio determinando soprattutto barriere da e verso la costa.

Da notare che la tratta in esame è caratterizzata dalla presenza di importanti sorgenti di biodiversità sia verso l'interno (colline boscate), sia verso mare (Monti dell'Uccellina). In questa situazione il tracciato si

pone in maniera intermedia, senza peraltro porsi in situazioni di diretta compromissione degli ambiti naturali a maggiore sensibilità ecologica.

### 5.2 Capacità d'uso dei suoli

I suoli dell'area in esame sono stati suddivisi, nell'ambito della classificazione regionale dei suoli (fonte: Saladin et. al. 1982, "La Capacità d'Uso dei Suoli ai fini agricoli e forestali, IPLA Torino), in 8 classi di capacità d'uso agro-forestale, basate sulla *Land Capability Classification* del Soil Conservation Service, (US Department of Agriculture 1961).

Classi di capacità d'uso agro-forestale, basate sulla <i>Land Capability Classification</i> del Soil Conservation Service, (fonte: US Department of Agriculture 1961)	
CLASSE	DESCRIZIONE
I	suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; possibile un'ampia scelta delle colture
II	suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione, moderatamente profondi, pendenze leggere, occasionale erosione o sedimentazione; facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e delle potenzialità; ampia scelta delle colture
III	suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta; sono necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture
IV	suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo
V	non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foresta o con pascolo razionalmente gestito
VI	non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione
VII	limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela
VIII	limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità, etc.

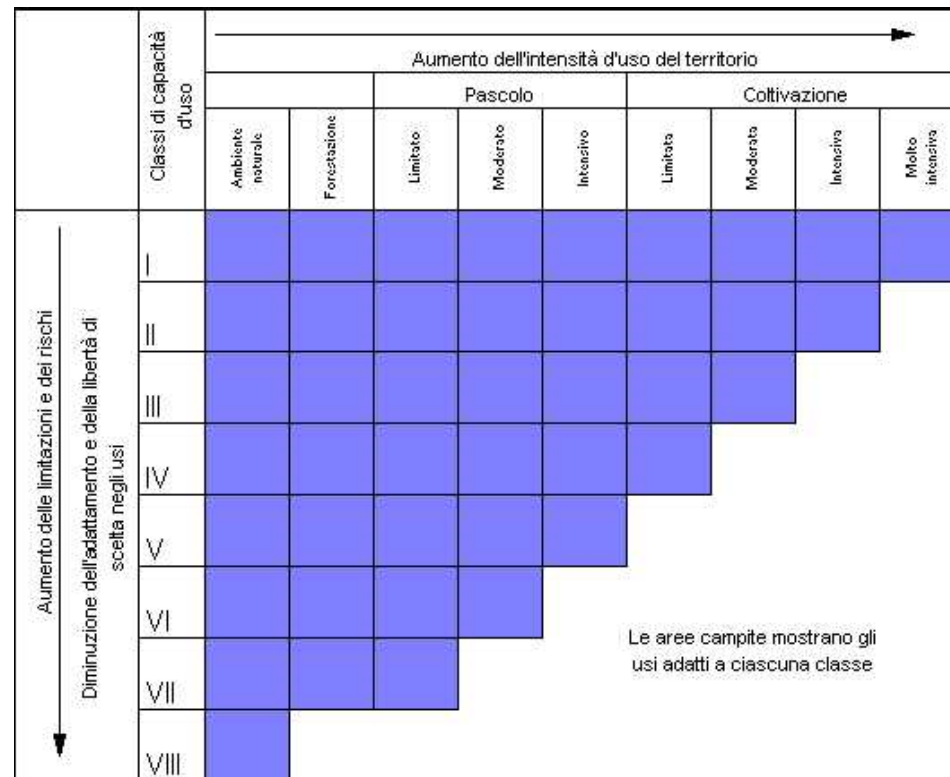


Figura 5.1 - Descrizione delle le attività silvo-pastorali per classi di capacità d'uso (fonte: Cremaschi e Ridolfi, 1991).

Il territorio attraversato dal corridoio di progetto interessa prevalentemente le prime classi di capacità d'uso, mentre le altre classi contribuiscono per superfici limitate.

### 5.3 Tipologie colturali

Per ciò che attiene gli agroecosistemi, e in generale lo spazio occupato da territori a gestione antropica, si osserva che nell'area vasta del tracciato di progetto le zone libere da insediamenti antropici di natura residenziale sono perlopiù occupate da seminativi (grano, orzo, avena e colture erbacee da sovescio) e che tutta l'area limitrofa è di natura pianeggiante e la pianura costituisce la dominante morfologica. Nella porzione subcollinare, dolcemente degradante, oltre a vari sistemi di seminativi, si rinvengono soprattutto oliveti e vigneti. Questo agroecosistema pianiziale potrebbe assumere la funzione di corridoio ecologico tra le colline settentrionali e le formazioni boschive dei Monti dell'Uccellina, ma tra i due ecosistemi sono presenti varie infrastrutture lineari, oltre alla SS1 Aurelia e la linea ferroviaria Pisa-Roma - la cui costruzione risale al 1869 e che ha comportato le più ingenti modifiche al territorio, anche per la presenza di stazioni intorno alle quali si sono da allora individuati poli di attrazione per lo sviluppo

insediativo - e molte infrastrutture ad uso industriale-artigianale e commerciale. Inoltre questi territori hanno assunto la struttura odierna a seguito delle opere di bonifica che hanno interessato gran parte delle zone della Toscana meridionale; la bonifica ha conferito una organizzazione spaziale connotata da una maglia geometrica di canali, viabilità principale, costruzioni coloniche e borghi di servizio, come Rispecchia ed Alberese, e i numerosi canali e fossi presenti degradano tutti verso il mare. L'elemento acqua caratterizza fortemente tutte le zone; esiste infatti tutta una rete, anche di origine artificiale, formata da zone umide di piccole dimensioni ed un diffuso sistema di drenaggio, formato da scoline e canali di piccole e medie dimensioni, che spesso scorrono in alvei artificiali e presentano numerose opere per la regimazione idraulica e che inoltre giustificano la metodologia di coltivazione agricola di carattere intensivo. Gli appezzamenti agricoli assumono, in alcuni contesti, la connotazione di seminativo arborato che caratterizzano il paesaggio e che si trovano soprattutto in prossimità di strade poderali, incroci o lungo le vie di comunicazione (strade e ferrovie). Le coltivazioni in genere sono prevalentemente appartenenti alla categoria delle foraggere e cerealicole, e spesso prive di altra vegetazione verticale (siepi, filari) ad eccezione di qualche filare di pino o cipresso, o specie di carattere ornamentale lungo i viali di accesso o concentrate in prossimità degli edifici e delle residenze rurali.

La **colture cerealicole** sono dunque la forma predominante di seminativo non irriguo. I seminativi sono distribuiti su appezzamenti estesi, generalmente in aziende agricole relativamente estese. Gli ambienti marginali sono ridotti o assenti. L'erosione superficiale è talvolta importante, e richiede la sistemazione di specifiche canalette di ruscellamento controllato. Gli ecosistemi agricoli dei seminativi presentano una qualità ridotta rispetto al passato dall'impiego di erbicidi selettivi che eliminano gran parte delle specie infestanti (in particolare le specie a foglia larga). Tali trattamenti diminuiscono drasticamente il valore vegetazionale e faunistico delle aree agricole.

Le **colture vitivinicole** (*Vitis vinifera sativa*) presentano una diffusione piuttosto importante. La vite è pianta eliofila per cui richiede buona luminosità e insolazione.

Le **colture olivicole** (*Olea europaea*) sono meno diffuse rispetto al passato, anche per episodi di sradicamento di piante; sono presenti piante di apprezzabili dimensioni, anche di età secolare. Gli oliveti sono sia in forma di colture specializzate, sia in forma di colture miste (seminativo alberato).

### 5.4 Aree Naturali Protette e Natura 2000

#### 5.4.1 Natura 2000

Il sistema Natura 2000 in questa porzione di territorio è costituito da territori di particolare valenza ambientale; si tratta di aree designate come Siti di importanza Comunitaria - SIC, Zone di protezione

speciale – ZPS, ai sensi delle Direttive 92/43/CEE, 79/409/CEE e del DPR 357/1997 così come modificato dal DPR 120/2003, e Siti di importanza Regionale SIR designati con L.R.Toscana n.56/2000 e relativo Regolamento di Attuazione Delib.644/2004.

Il tracciato stradale si trova a ridosso e parzialmente all'interno del confine del sistema di SIC/ZPS/SIR di cui alla zona dei Monti dell'Uccellina e pianure circostanti, in gran parte ricompresi all'interno dell'area protetta - ai sensi della Legge 394/91 - Parco Regionale della Maremma, e quindi interni all'Area Contigua del Parco stesso.

Il complesso sistema delle Aree Natura 2000 presenti nell'area è quindi costituito dai seguenti Istituti di Tutela:

- SIC/SIR/ZPS Padule della Trappola, Bocca D'Ombrone IT51A0013
- SIC/SIR ZPS Pineta Granducale dell'Uccellina IT51A0014
- SIC/SIR/ZPS Dune Costiere dell'Uccellina IT51A0015
- SIC/SIR/ZPS Monti dell'Uccellina IT51A0016
- SIR/ZPS Pianure del Parco della Maremma IT51A0036.

La parte centrale del complesso di siti è quindi costituito da un rilievo collinare costiero in gran parte coperto da boschi di leccio, macchia mediterranea e coste rocciose. Notevole l'elevata diversità vegetazionale con presenza di aspetti caratteristici della Maremma grossetana (boscaglie termoxerofile a ginepro, foreste, macchie e garighe); sono presenti diversi endemismi e specie rare sia tra le essenze vegetali sia all'interno della fauna selvatica, soprattutto specie ornitiche minacciate legate ad ambienti rupestri e garighe. Il complesso di siti è considerato di particolare valore naturalistico, storico e paesaggistico, di qui la tutela territoriale realizzata con la costituzione del Parco Naturale Regionale della Maremma.

Il Progetto in esame interagisce direttamente con il sito SIR/ZPS Pianure del Parco della Maremma IT51A0036, che si estende a fascia dall'Ombrone fino alle pianure di Fonteblanda. Il secondo sito più vicino è quindi costituito dal SIC/SIR/ZPS Monti dell'Uccellina IT51A0016, che interessa i rilievi dei Monti dell'Uccellina.

#### **5.4.2 Aree naturali protette**

Il corridoio di progetto è in parte interessato dal Parco della Maremma e, soprattutto, dalla sua Area Contigua.

Il parco occupa una superficie di circa 20.000 ettari, dalla foce del fiume Ombrone a nord, lungo il tratto della costa maremmana da Principina a Mare fino alla punta di Talamone a sud, mentre verso l'interno è delimitato dalla linea ferroviaria Livorno-Roma.

Si tratta di ambiente tipico del sistema territoriale della Toscana meridionale, in cui il sistema dunale diventa elemento particolarmente significativo nel territorio costiero ed è associato a zone umide di retro duna a vegetazione mediterranea ben sviluppata (si tratta comunque di ambiti non interessati e non prossimi al corridoio di progetto). Sulla costa sono quindi presenti notevoli varietà di tipi vegetazionali con formazioni a macchia di sclerofille sempreverdi sulle rupi costiere, sulle dune consolidate e nel retroduna oppure sulle colline più interne.

Per quanto concerne le aree boscate dei Monti dell'Uccellina si osserva che la fisionomia dei boschi è naturalmente mutevole per l'effetto dell'esposizione e della natura del substrato.

Sul versante a mare prevale appunto la vegetazione mediterranea di sclerofille sempreverdi xero-termofile, propria degli ambienti aridi e caldi: leccio (*Quercus ilex*), fillirea (*Phillyrea latifolia*), corbezzolo (*Arbutus unedo*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), alaterno (*Rhamnus alaternus*) e lentaggine (*Viburnum tinus*); su terreni acidi si rinvencono anche *Erica arborea* e *Quercus suber* (sughera).

Sulle pendici opposte al mare invece predominano le specie decidue, più esigenti in fatto di umidità (mesofile) come il cerro (*Quercus cerris*) e l'orniello (*Fraxinus ornus*).

Nei territori in cui gli interventi di origine antropica, principalmente i tagli boschivi e gli incendi, come pure l'abbandono dei coltivi, sono stati più frequenti e pressanti nel corso del tempo, la macchia ha assunto una fisionomia ed una composizione diversa a seconda dei fattori ecologici che hanno agito ed agiscono nelle differenti zone. Qui si rinvencono altre specie come il lentisco (*Pistacia lentiscus*), il mirto (*Myrtus communis*), la fillirea a foglie strette (*Phillyrea angustifolia*), il corbezzolo (*Arbutus unedo*), l'erica (*Erica arborea*) e la ginestra dei carbonai (*Cytisus scoparius*); nelle aree maggiormente rocciose e semirupestri si sviluppa poi la macchia eliofila con euforbia arborea (*Euphorbia dendroides*), barba di Giove (*Anthyllis barba-jovis*) lentisco (*Pistacia lentiscus*), oleastro (*Olea oleaster*) e ginepro feniceo (*Juniperus phoenicea*).

#### Piano del Parco

Con Deliberazione del Consiglio Direttivo dell'Ente Parco Regionale della Maremma n. 61 in data 30 dicembre 2008, è stato approvato il Piano per il Parco della Maremma.

Contenuti del Piano per il Parco della Maremma:

- NTA approvazione definitiva del CD
- Direttive approvazione definitiva del CD
- zonizzazione area contigua TAV29A1
- zonizzazione area contigua TAV29A2
- zonizzazione area contigua TAV29A3
- zonizzazione parco TAV29B1
- zonizzazione parco TAV29B2

- zonizzazione parco TAV29B3
- TAV33C
- TAV33D
- TAV33E
- TAV29C
- TAV30
- TAV31
- TAV33B
- TAV33A.

Gli ambiti territoriali di applicazione del Piano sono indicati dall'art.1:

- a) la zona del Parco Naturale della Maremma che comprende i rilievi collinari dell'Uccellina, la fascia delle pinete litoranee, la costa e l'area palustre in riva destra e sinistra dell'Ombrone, e un'ampia fascia territoriale eminentemente agricola e ricadente nelle zone della bonifica maremmana;
- b) l'Area Contigua al Parco, che comprende indistintamente tutto il comprensorio agricolo posto a monte dell'Aurelia fino ai crinali collinari;
- c) l'Area soggetta a Vincolo Idrologico, che comprende le golene del F. Ombrone ricadente nel territorio del Comune di Grosseto;
- d) i Centri Abitati ricompresi nel Parco: Alberese e Talamone.

### 5.4.3 Zona del Parco Naturale Regionale della Maremma

Il tracciato di progetto, previsto in ampia coincidenza con il tracciato attuale dell'Aurelia, interessa – per un lunghezza di circa 2 km – il Parco Naturale Regionale della Maremma. L'interessamento è comunque limitato all'adeguamento a livelli autostradali del tracciato esistente, con l'introduzione di viabilità compianare a servizio dei frontisti sul lato Est dell'infrastruttura.

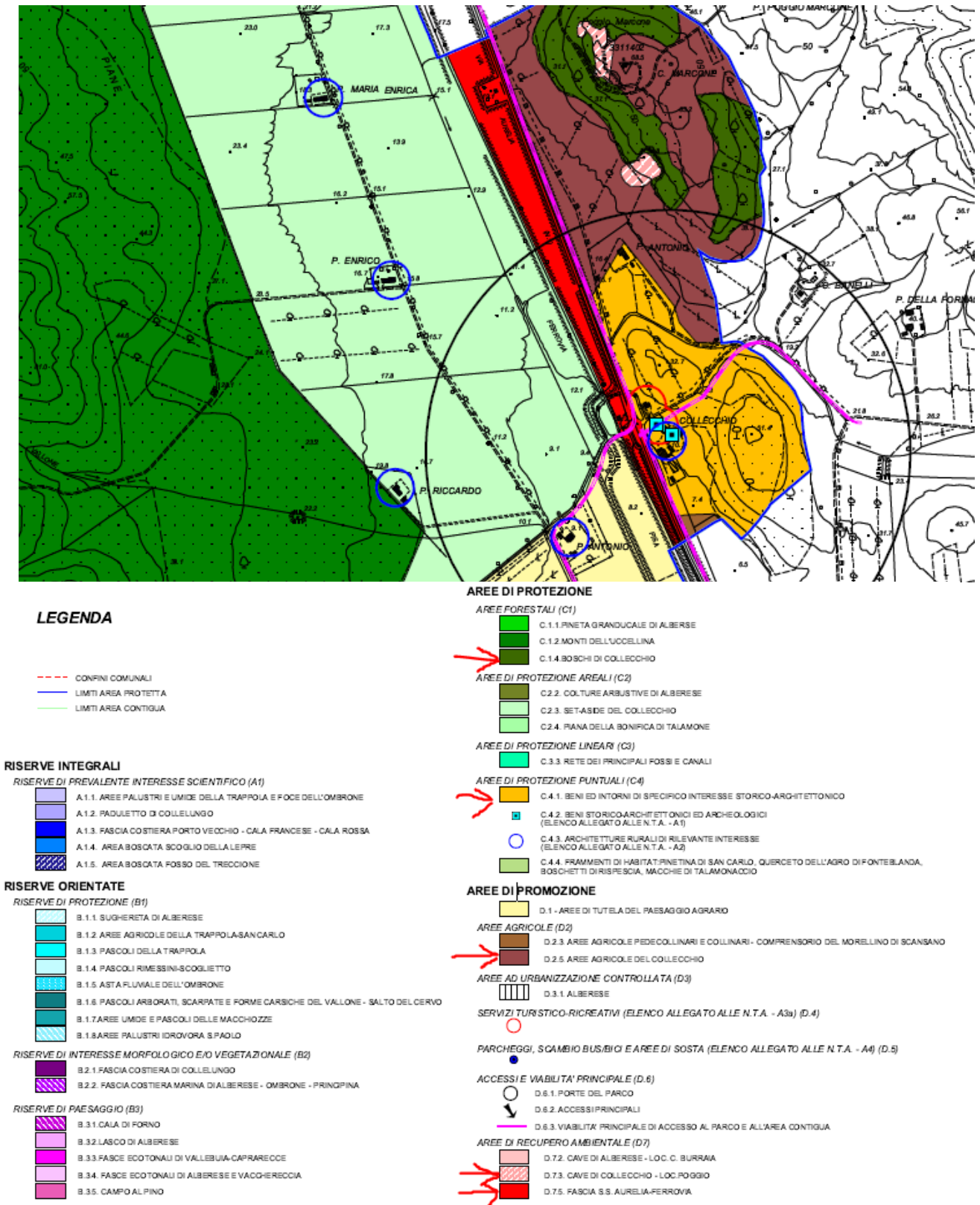


Figura 5.2 - Stralcio modificato dalla TAV.29.B.2: Area del Parco interessata dal progetto in esame – nella legenda evidenziate le campiture poste in prossimità al tracciato.



#### 5.4.4 Area Contigua al Parco Naturale Regionale della Maremma

Il tracciato di progetto, previsto in ampia coincidenza con il tracciato attuale dell'Aurelia, interessa per la maggior parte della tratta in esame, l'Area Contigua al Parco Regionale della Maremma.

#### 5.4.5 Important Birds Areas

L'area dei Monti dell'Uccellina ed aree contermini è classificata come IBA 098. L'area è estesa fino alla Trappola ed alle Foci dell'Ombrone.

L'istituto si attesta sul lato Ovest del tracciato attuale dell'Aurelia. Rispetto alla strada il confine è arretrato di alcune decine di metri, in quanto il limite viene a posizionarsi sulla massicciata della ferrovia che si interpone tra Aurelia e IBA.

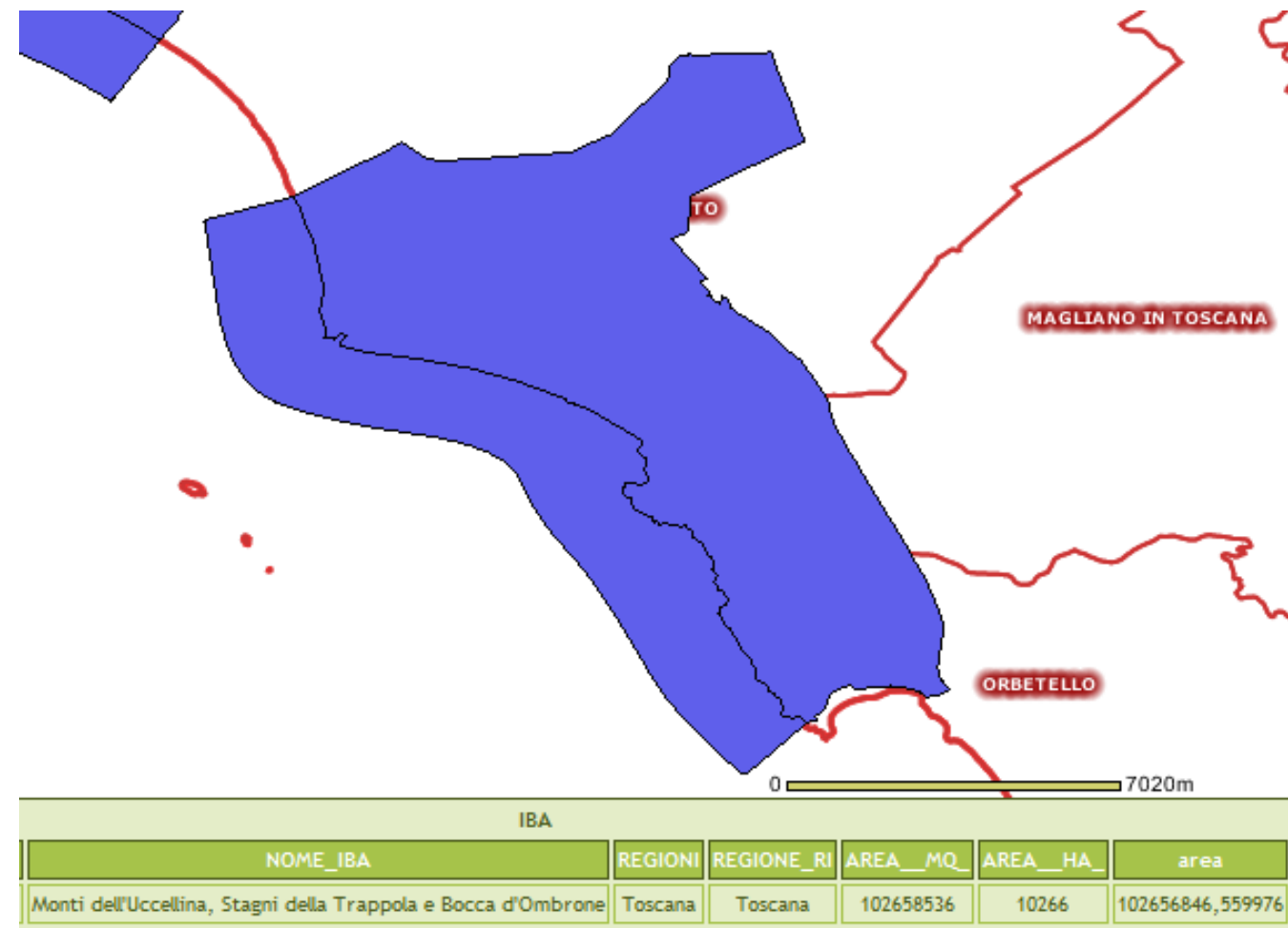


Figura 5.3 - Stralcio tratto e modificati da <http://www.pcn.minambiente.it>; IBA 098: vista complessiva.

### 5.5 Impatti potenziali

#### 5.5.1 Recettori sensibili

La sensibilità dei recettori della componente Vegetazione, Flora e Fauna è ordinata in bassa/assente, media e alta:

*Aree non sensibili o a bassa sensibilità – aree antropizzate:* per le aree caratterizzate da elevata antropizzazione, ovvero sostanzialmente “ostili” rispetto alle residuali valenze di naturalità, è stata prevista una classificazione di valore basso o nullo, in ragione di una ridotta sensibilità (aree antropizzate della Carta degli Ecosistemi - la sensibilità è considerata nulla nel caso del sedime dell'attuale Aurelia).

*Aree a media sensibilità – aree agricole e vegetazione spontanea secondaria:* per le aree riferibili alla matrice ecologica agricola, sia ambiti di più scarso valore, sia ambiti di specifica valenza intrinseca, ovvero capace di consentire lo sviluppo di ecosistemi paraturali di interesse (olivicoltura) si è considerato un valore ecosistemi di carattere intermedio (matrice agricola della Carta degli Ecosistemi).

*Aree ad alta sensibilità – aree boscate residuali e corsi d'acqua principali/ Rete Natura 2000:* corridoi ecologici naturali ed artificiali, aree seminaturali o naturali, ancorché trasformati da diverse forzanti di origine antropica (corrispondono ai corridoi ecologici di cui alla Carta degli Ecosistemi - le aree di maggiore interesse, costituite da Aree N. Protette e Siti Natura 2000 non rientrano tra i recettori direttamente interferiti).

#### 5.5.2 Impatti potenziali

Gli impatti riferibili agli ecosistemi sono stati prioritariamente mirati verso i possibili effetti a carico delle Connessioni ecologico-faunistiche individuate per il corridoio di progetto. I fenomeni di sottrazione ed alterazione degli habitat vengono già considerati per la componente “Vegetazione, Flora e Fauna”, ad eccezione di quelli a carico della matrice agricola, considerata nel presente paragrafo.

##### Effetto n. 1

##### Alterazione della funzionalità delle connessioni ecologiche (fase di costruzione e fase di esercizio)

L'alterazione della funzionalità delle connessioni può verificarsi ad elementi della rete caratterizzati da diverso livello di importanza e sensibilità. Nell'area in esame si rileva che i corridoi ecologici costituiti dal sistema idrografico si mantengono, tuttavia con la fase di costruzione si avrà una fase temporanea di alterazione dell'efficacia di funzionalità. La realizzazione della recinzione perimetrale consentirà di ridurre la mortalità per collisione a carico delle specie faunistiche terrestri, tuttavia si determinerà un consolidamento ulteriore della barriera ecologica oggi costituita dall'Aurelia.

L'alterazione della funzionalità delle connessioni può verificarsi a carico di elementi della rete caratterizzati da diverso livello di importanza e sensibilità. Nell'area in esame si rileva che i corridoi ecologici costituiti dal sistema idrografico si mantengono: con la fase di costruzione si avrà una fase temporanea di alterazione dell'efficacia di funzionalità del corridoio ecologico relativo al reticolo idrografico. I principali ambiti di interessamento del reticolo idrografico sono costituiti dai seguenti punti di incrocio con il Progetto in esame:

- km 1+480 – Fosso Rispescia;
- km 3+780 – Fosso Barbicato;
- intorno al km 5+000 – Fosso Migliarino e Fosso della Banditella;
- km 6+300 – Fosso di Valle Giardino;
- km 7+280 – Fosso dell'Acquapora;
- km 11+800, rete idrografica – Collettore Occidentale.

Si tratta di corsi d'acqua di origine artificiale, con sponde regolarizzate e vegetazione di igrofile controllata con l'attuazione di puliture ricorrenti. Ciononostante, si tratta degli elementi di permeabilità ecologica residua che l'attuale tracciato dell'Aurelia rende disponibili sul territorio per le connessioni tra rilievi costieri dell'Uccellina e rilievi dell'entroterra.

L'area tra il km 9+000 e 12+500 ca. costituisce l'ambito di maggiore vicinanza tra i Monti dell'Uccellina e i rilievi dell'entroterra a copertura boscata. In questa tratta l'effetto di barriera ecologica dell'Aurelia attuale è presumibilmente più intenso.

Le opere di progetto si inseriscono pertanto in un contesto nel quale gli effetti barriera e di frammentazione sono già operanti ed hanno un carattere non trascurabile.

#### Effetto n. 2

##### *Sottrazione temporanee e permanenti di suoli agricoli (fase di costruzione)*

La sottrazione temporanea di superfici agricole, riferibili alla matrice ambientale dominante nel comprensorio vasto non comporta danneggiamenti particolarmente significativi, grazie agli interventi di riqualificazione e ripristino.

Le sottrazioni permanenti, grazie ad un progetto prevalentemente caratterizzato da adeguamenti della viabilità esistente, saranno limitate a fasce marginali alla massicciata attuale. Sono previsti modesti scostamenti dal tracciato, che comporteranno locali sottrazioni di suolo agricolo di entità mediamente maggiore rispetto ai tratti (prevalenti) ove la variante sarà realizzata sul sedime della Via Aurelia attuale.

Si segnalano in particolare le seguenti interferenze, comunque limitate alla fascia di adiacenza del tracciato, fermo restando che la maggior parte delle superfici vengono reperite dall'adeguamento del tracciato attuale dell'Aurelia.

- Dal km 1+400 ad 1+800 ca. il tracciato in variante e con adiacente modifica della viabilità locale, interessa marginalmente aree a seminativo e sistemi agricoli complessi, con oliveto.
- Dal km 2+000 al 3+000 ca. il tracciato in variante e con adiacente modifica della viabilità locale, interessa un ambito con un sistema particellare complesso, in parte utilizzato a vivaio. E' anche interessato un tratto coltivato a vite (con l'interessamento di diverse decine di filari interessati con un andamento trasversale).
- Dal km 9+200 al 11+300 ca. il tracciato con adiacente interessa aree ad oliveto e vigneto che si sviluppano a Nord ed a Sud della Loc. P. Giulia.
- Dal km 11+800 al 13+000 ca. il tracciato con adiacente modifica della viabilità locale, interessa marginalmente un ambito con oliveto.

#### **5.5.3 Correlazione recettori ed impatti potenziali**

La correlazione tra la sensibilità dei recettori e le tipologie costruttive previste in progetto consente di stabilire una matrice degli impatti basata sulla seguente classificazione di intensità degli effetti:

- 0 Impatto nullo
- 1 Impatto di bassa intensità
- 2 Impatto di media intensità
- 3 Impatto di alta intensità

Matrice degli impatti	Classi di sensibilità			
	Aree non sensibili	Aree a bassa sensibilità	Aree a media sensibilità	Aree ad alta sensibilità
TIPOLOGIE TRACCIATO				
VIADOTTO / PONTE	0	0	1	2
RILEVATO	0	1	2	3
RASO/RILEVATO BASSO	0	1	2	3
TRINCEA	0	1	2	3
CAVALCAVIA	0	0	1	2
SOTTOVIA	0	0	1	2
INTERSEZIONE / ROTATORIA	0	1	2	3
STAZIONI DI SERVIZIO / BARRIERE	0	2	3	3

## 5.6 Conclusioni

Sulla maggior parte dei recettori sensibili del corridoio esaminato, il tracciato non determina interferenze sostanziali, ovvero in grado di alterare in misura significativa, la funzionalità e lo stato di conservazione degli ecosistemi. Ciò si realizza soprattutto in ragione del fatto che i principali effetti di trasformazione potenziali, ovvero la costituzione di un effetto barriera, in realtà sono già operanti sul territorio, a causa della presenza del tracciato dell'Aurelia.

La gran parte dei sistemi riferibili al reticolo idrografico vengono interferiti ma non dovrebbero essere privati delle residuali capacità di connettività territoriale, che ne fanno elementi strategici per la conservazione della biodiversità nella fascia costiera.

Il progetto, in ragione delle sue caratteristiche di adeguamento di viabilità esistente, non definisce degli scenari d'impatto in grado di trasformare in maniera significativa la rete ecologica territoriale e la valenza degli ecosistemi presenti nel territorio.

Gli effetti comunque prodotti dall'opera richiederanno misure di tutela e mitigazione indicate per la componente Vegetazione Flora e Fauna e nella presente Componente Ecosistemi.

## 6 RUMORE

### 6.1 Riferimenti legislativi

In Italia da alcuni anni sono operanti specifici provvedimenti legislativi destinati ad affrontare il problema dell'inquinamento acustico nell'ambiente esterno.

Con il D.P.C.M. del 1 Marzo 1991 il Ministero dell'Ambiente, in virtù delle competenze generali in materia di inquinamento acustico assegnategli dalla Legge 249/1986, di concerto con il Ministero della Sanità, ha promulgato un decreto che disciplina i rumori e sottopone a controllo l'inquinamento acustico. Verso la fine del 1995, dopo una lunga serie di emendamenti, è stata emanata la Legge n° 447 del 26/10/1995 "Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico", un provvedimento di principi dalla solida architettura, sufficientemente stringato nell'articolato e chiaro nella mappa delle competenze che demanda a successivi strumenti attuativi la puntuale definizione sia dei parametri, sia delle norme tecniche. Il 14 novembre 1997, con pubblicazione sulla G.U. Serie Generale n.280 del 1/12/97 è stato emanato il D.P.C.M. "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", che sostituisce i limiti introdotti dal D.P.C.M. del 1 marzo 1991 con nuovi standard.

#### 6.1.1 Legge 447 del 26/10/95

La Legge n° 447 del 26/10/1995 "Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico", pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 254 del 30/10/1995, è una legge di principi e demanda perciò a successivi strumenti attuativi la puntuale definizione sia dei parametri sia delle norme tecniche.

Un aspetto innovativo della legge quadro è l'introduzione all'Art. 2, accanto ai valori limite, dei valori di attenzione e dei valori di qualità. Nell'Art 4 si indica che i comuni "procedono alla classificazione del proprio territorio nelle zone previste dalle vigenti disposizioni per l'applicazione dei valori di qualità di cui all'Art. 2, comma 1, lettera h"; vale a dire: si procede alla zonizzazione acustica per individuare i livelli 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", valori che sono determinati in funzione della tipologia della sorgente, del periodo della giornata e della destinazione d'uso della zona da proteggere (Art. 2, comma 2).

La legge stabilisce, inoltre, che le Regioni, entro un anno dalla entrata in vigore, devono definire i criteri di zonizzazione acustica del territorio comunale fissando il divieto di contatto diretto di aree, anche appartenenti a comuni confinanti, quando i valori di qualità si discostano in misura superiore a 5 dB(A).

L'adozione della zonizzazione acustica è il primo passo concreto con il quale il Comune esprime le proprie scelte in relazione alla qualità acustica da preservare o da raggiungere nelle differenti porzioni del territorio comunale e altresì il momento che presuppone la tempestiva attivazione delle funzioni

pianificatorie, di programmazione, di regolamentazione, autorizzatorie, ordinatorie, sanzionatorie e di controllo nel campo del rumore indicate dalla Legge Quadro.

In relazione alle problematiche dell'inquinamento da rumore associate a infrastrutture ferroviarie e stradali, la Legge Quadro introduce due importanti considerazioni:

- le infrastrutture di trasporto sono definite come sorgenti fisse (Art. 2, comma c);
- alle infrastrutture di trasporto non è applicabile il limite differenziale introdotto dal D.P.C.M. 01/03/91 (art. 15, comma 1).

Ai sensi dell'art. 11, comma 1 della Legge n. 447 del 26/10/95, legge quadro sul rumore, l'inquinamento acustico avente origine dalle infrastrutture di trasporto è disciplinato da appositi regolamenti di esecuzione da emanarsi con decreto del Presidente della Repubblica, previa deliberazione del Consiglio dei Ministri (D.P.R. 18/11/98 relativo al traffico ferroviario, D.P.R. 30/03/04 relativo al traffico stradale).

L'art. 3, comma 2 e l'art. 4, comma 3, del D.P.C.M. del 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", che aggiorna i valori limite assoluti e differenziali di immissione introdotti dal D.P.C.M. 01/03/91, prevedono esplicitamente l'inapplicabilità dei suddetti limiti all'interno della fascia di pertinenza delle infrastrutture di trasporto, individuata dal relativo decreto attuativo (di ampiezza di 250 m dalla rotaia più esterna o dal ciglio stradale).

#### 6.1.2 II D.P.C.M. 14/11/97

Come già accennato nei paragrafi precedenti, tale decreto modifica i criteri di verifica introdotti dal D.P.C.M. 01/03/91. Pur lasciando inalterate la strumentazione e la metodologia di misura, il provvedimento determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori limite di attenzione ed i valori di qualità così come definiti dall'art. 2 della Legge n. 447/95.

I valori limite di emissione, riportati nella Tabella 6.1, sono da applicarsi nelle immediate vicinanze delle sorgenti di rumore. Essi dipendono dalla zonizzazione acustica del territorio circostante e, sostanzialmente, corrispondono ai valori limite di immissione ridotti di 5 dB(A).

*Tabella 6.1 - Limiti di emissione di rumore (D.P.C.M. 14/11/97)*

Destinazione d'uso territoriale		Giorno 6:00 ÷ 22:00	Notte 22:00 ÷ 6:00
I	Aree protette	45	35
II	Aree residenziali	50	40
III	Aree miste	55	45
IV	Aree di intensa attività umana	60	50
V	Aree prevalentemente industriali	65	55

Destinazione d'uso territoriale	Giorno 6:00 ÷ 22:00	Notte 22:00 ÷ 6:00
VI Aree esclusivamente industriali	65	65

I valori limite di immissione negli ambienti esterni sono sostanzialmente quelli contenuti nel D.P.C.M. 01/03/91 relativi alla zonizzazione acustica del territorio e riportati nella Tabella 6.2.

I valori limite di attenzione si differenziano a seconda del tempo di riferimento. Se relativi ad un'ora essi sono pari a quelli riportati nella Tabella 6.2 aumentati di 10 dB(A) nel periodo diurno e 5 dB(A) nel periodo notturno. Se relativi ai tempi di riferimento essi corrispondono a quelli riportati nella tabella stessa. Essi sono riportati nella Tabella 6.3.

I valori di qualità corrispondono ai valori di immissione ridotti di 3 dB(A) (ad eccezione delle zone esclusivamente industriali, dove permane un limite di 70 dB(A) in entrambi i periodi di riferimento). Sono riportati nella Tabella 6.4).

*Tabella 6.2 - Limiti di immissione di rumore per Comuni che adottano una zonizzazione acustica del territorio (D.P.C.M. 14/11/97)*

Destinazione d'uso territoriale	Giorno 6:00 ÷ 22:00	Notte 22:00 ÷ 6:00
I Aree protette	50	40
II Aree residenziali	55	45
III Aree miste	60	50
IV Aree di intensa attività umana	65	55
V Aree prevalentemente industriali	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	70	70

*Tabella 6.3 - Valori limite di attenzione (D.P.C.M. 14/11/97)*

Destinazione d'uso territoriale	Giorno 6:00 ÷ 22:00	Notte 22:00 ÷ 6:00
I Aree protette	60 / 50	45 / 40
II Aree residenziali	65 / 55	50 / 45
III Aree miste	70 / 60	55 / 50
IV Aree di intensa attività umana	75 / 65	60 / 55
V Aree prevalentemente industriali	80 / 70	65 / 60
VI Aree esclusivamente industriali	80 / 70	75 / 70

*Tabella 6.4 - Valori Limite di qualità (D.P.C.M. 14/11/97)*

Destinazione d'uso territoriale	Giorno 6:00 ÷ 22:00	Notte 22:00 ÷ 6:00
I Aree protette	47	37
II Aree residenziali	52	42
III Aree miste	57	47
IV Aree di intensa attività umana	62	52
V Aree prevalentemente industriali	67	57
VI Aree esclusivamente industriali	70	70

### **6.1.3 D.P.R. 30 Marzo 2004 n. 142**

Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995 n. 447 in materia di inquinamento acustico derivante da traffico stradale.

Articolo 1 (definizioni)

1. Ai fini dell'applicazione del presente Decreto si definisce:

- a) infrastruttura viaria: l'insieme del corpo stradale, delle strutture e degli impianti necessari per garantire la funzionalità e la sicurezza della strada stessa;
- b) infrastruttura esistente: quella effettivamente in esercizio alla data di entrata in vigore del presente decreto;
- c) infrastruttura di nuova realizzazione: quella in fase di progettazione alla data di entrata in vigore del presente decreto;
- d) affiancamento di infrastrutture stradali di nuova realizzazione a infrastrutture stradali esistenti: realizzazione di infrastrutture parallele a quelle esistenti tra le quali non esistono aree intercluse non di pertinenza stradale;
- e) ampliamento in sede di infrastrutture in esercizio: la costruzione di una o più corsie di marcia in affiancamento a quelle esistenti, ove destinate al traffico veicolare;
- g) variante: costruzione di un nuovo tratto stradale in sostituzione di uno esistente, fuori sede, con uno sviluppo complessivo inferiore a 5 km per autostrade e strade extraurbane principali, 2 km per strade extraurbane secondarie e 1 km per le tratte autostradali di attraversamento urbano, le tangenziali e le strade urbane di scorrimento;
- h) ambiente abitativo: ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al decreto legislativo 15 agosto 1991, n. 277, salvo

per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti esterne a locali in cui si svolgono le attività produttive;

i) ricettore: qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo comprese le relative aree esterne di pertinenza, e/o ad attività lavorativa e/o ricreativa; aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici ed aree esterne destinate ad attività ricreative ed allo svolgimento della vita sociale della collettività; aree territoriali edificabili già individuate dai Piani Regolatori Generali e loro varianti generali, vigenti al momento della presentazione dei progetti di massima relativi alla costruzione delle nuove infrastrutture ovvero vigenti all'entrata in vigore del presente decreto per le infrastrutture esistenti, al loro ampliamento in sede e alle nuove infrastrutture in affiancamento a quelle esistenti, alle loro varianti.

Articolo 2 (campo di applicazione)

Il presente decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore prodotto nelle infrastrutture viarie di tipo:

- A. Autostrade;
- B. Strade extraurbane principali;
- C. Strade extraurbane secondarie;
- D. Strade urbane di scorrimento;
- E. Strade urbane di quartiere;
- F. Strade locali

così come definite nel decreto legislativo 30 aprile 1992 n. 285 e successive modificazioni.

2. Le disposizioni di cui al presente decreto si applicano:

- a) alle infrastrutture esistenti, al loro ampliamento in sede e alle nuove infrastrutture in affiancamento a quelle esistenti, alle loro varianti;
- b) alle infrastrutture di nuova realizzazione.

Articolo 3 (Fascia di pertinenza)

Ai fini del rispetto dei valori limite di cui all'articolo 4, è fissata:

- per ogni lato dell'infrastruttura viaria dell' articolo 2, comma 2, lettera a) una fascia territoriale di pertinenza, a partire dal ciglio dell'infrastruttura stessa, di ampiezza pari a m 250 per autostrade, strade extraurbane principali, strade extraurbane secondarie a carreggiate separate. Tale fascia viene suddivisa in due parti: la prima, più vicina all'infrastruttura della larghezza di 100 m, denominata fascia A; la seconda, più distante dall'infrastruttura, della larghezza di 150 m denominata fascia B.
- Per ogni lato dell'infrastruttura viaria dell'articolo 2, comma 2, lettera b), è fissata una fascia territoriale di pertinenza, a partire dal ciglio dell'infrastruttura stessa, di ampiezza pari a m 250 per autostrade, strade extraurbane principali, strade extraurbane secondarie a carreggiate separate.

Articolo 4 (valori limite di immissione)

1. All'interno delle rispettive fasce di pertinenza, i valori limite di immissione dovuti all'esercizio delle infrastrutture viarie sono i seguenti:

a) per infrastrutture in esercizio o per il loro ampliamento in sede o per nuove infrastrutture in affiancamento a infrastrutture esistenti e alle loro varianti:

- 50 dB(A) Leq per il periodo diurno e 40 dB(A) Leq per il periodo notturno, per scuole, ospedali, case di cura e case di riposo; per le scuole vale solo il limite diurno;
- 70 dB(A) Leq per il periodo diurno e 60 dB(A) Leq per il periodo notturno, per gli altri ricettori all'interno della fascia A;
- 65 dB(A) Leq per il periodo diurno e 55 dB(A) Leq per il periodo notturno, per gli altri ricettori all'interno della fascia B;

b) per infrastrutture di nuova costruzione:

- 50 dB(A) Leq per il periodo diurno e 40 dB(A) Leq per il periodo notturno, per scuole, ospedali, case di cura e case di riposo; per le scuole vale solo il limite diurno;
- 65 dB(A) Leq per il periodo diurno e 55 dB(A) Leq per il periodo notturno, per gli altri ricettori;

2. I valori di cui al comma 1 sono misurati in conformità al disposto dell'allegato C, punto 2 del decreto 16 marzo 1998.

3. Qualora i valori di cui al comma 1 e, al di fuori della fascia di pertinenza, i valori stabiliti ai sensi della tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti, misurati al centro della stanza, a finestre chiuse, con il microfono posto all'altezza di 1,5 m dal pavimento:

- 35 dB(A), Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- 40 dB(A), Leq notturno per tutti gli altri ricettori;
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

4. Gli interventi di cui al comma 3, verranno attuati secondo le direttive emanate con il decreto di cui all'articolo 10, comma 5, della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

5. Il rispetto dei limiti di cui al presente articolo, ha validità immediata per le infrastrutture di nuova realizzazione e per l'ampliamento e/o il potenziamento di quelle esistenti, tenendo anche conto delle indicazioni impartite con il decreto di cui all'articolo 3 comma 1 lettera f) della Legge 26 ottobre 1995 n.447. Per le infrastrutture esistenti, il rispetto dei limiti di cui al presente articolo è un obiettivo da conseguire mediante la attività di risanamento da attuare con le modalità indicate nel decreto previsto dall'articolo 10, comma 5 della Legge 26 ottobre 1995 n. 447.

Si riportano di seguito le tabelle 1 e 2 dell'allegato 1 del D.P.R. in oggetto, le quali fissano le fasce territoriali di pertinenza acustica per le strade esistenti e per quelle di nuova realizzazione, nonché definiscono i limiti di immissione dovuti all'esercizio delle infrastrutture viarie.

*Tabella 1  
(STRADE DI NUOVA REALIZZAZIONE)*

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (Secondo D.M. 5.11.01 - Norme funz. e geom. per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A – autostrada		250	50	40	65	55
B - extraurbana principale		250	50	40	65	55
C - extraurbana secondaria	C 1	250	50	40	65	55
	C 2	150	50	40	65	55
D - urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F – locale		30				

\* Per le scuole vale il solo limite diurno

*Tabella 2  
(STRADE ESISTENTI E ASSIMILABILI)  
(ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)*

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (Secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			85	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (Tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100			65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F – locale		30				

\* Per le scuole vale il solo limite diurno

#### **6.1.4 DPR 18/11/98 - Regolamento attuativo rumore ferroviario**

Il presente decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture ferroviarie e delle linee metropolitane.

Le disposizioni di cui al presente decreto si applicano:

- Alle infrastrutture esistenti, alle loro varianti ed alle nuove linee in affiancamento a linee esistenti,
- Alle infrastrutture di nuova realizzazione

A partire dalla mezzera dei binari esterni e per ciascun lato, sono fissate fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture ferroviarie della larghezza di:

- m. 250 per le infrastrutture di cui all'art. 1, comma 2, lettera a) e per le infrastrutture di nuova realizzazione di cui all'art. 1, comma 2, lettera b) con velocità di progetto non superiore a 200 km/h. Tale fascia viene suddivisa in due parti, la prima, più vicina all'infrastruttura ferroviaria, della larghezza di 100 m, denominata fascia A, la seconda, più distante dall'infrastruttura ferroviaria, della larghezza di 150 m, denominata fascia B,
- m. 250 per le infrastrutture di cui all'art. 1, comma 2, lettera b), del presente decreto con velocità di progetto superiore a 200 km/h.

#### Infrastrutture ferroviarie esistenti e di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h.

Per le infrastrutture ferroviarie esistenti, le loro varianti, le linee ferroviarie di nuova realizzazione in affiancamento a linee esistenti e le infrastrutture ferroviarie di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h, all'interno della fascia di cui all'art. 3, comma 1 lettera a) del presente decreto, i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura ferroviaria sono i seguenti:

- 50 dB(A) Leq diurno, 40 dB(A) Leq notturno per scuole, ospedali, case di cura o case di riposo. Per le scuole vale il solo limite diurno
- 70 dB(A) Leq diurno, 60 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia A di cui al precedente articolo 3, comma 1, lettera a)
- 65 dB(A) Leq diurno, 55 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia B di cui al precedente art. 3, comma 1, lettera a).

Il rispetto dei valori di cui al comma 1 del presente articolo e al di fuori della fascia di pertinenza, il rispetto dei valori stabiliti nella tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, è verificato con misure sugli interi periodi di riferimento diurno e notturno, in facciata

degli edifici ad 1m dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione, ovvero in corrispondenza di altri ricettori.

Qualora i valori di cui al comma 1 del presente articolo e, al di fuori della fascia di pertinenza i valori stabiliti nella tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 novembre 1997 non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

- 35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura, case di riposo
- 40 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

Tali interventi verranno attuati sulla base della valutazione di una commissione istituita con Decreto del Ministro dell'Ambiente di concerto con i Ministri dei trasporti e della sanità che dovrà esprimersi di intesa con le Regioni e le Province Autonome interessate, entro 45 giorni dalla presentazione del progetto.

#### **6.1.5 D.M.A. 29 Novembre 2000 n. 142 (GU n.285 del 06-12-2000)**

“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”.

- Viene fissato il termine entro cui l'ente proprietario o gestore della infrastruttura stradale deve predisporre il piano di risanamento acustico; in cui siano specificati costi, priorità e modalità di intervento (barriere, pavimentazioni, eventuali interventi effettuati sui singoli ricettori ecc.), nonché tempistiche di attuazione. Le tempistiche sono differenziate a seconda che si tratti di infrastrutture esistenti (15 anni) o di infrastrutture nuove/ampliate/potenziare (all'atto dell'esecuzione delle opere);
- vengono fissati i criteri in base ai quali calcolare la priorità degli interventi, prendendo in considerazione il numero di ricettori esposti e la differenza fra livelli attuali di rumore e limiti ammissibili (allegato 1);
- vengono fissati i criteri di progettazione acustica degli interventi, individuando i requisiti dei modelli previsionali utilizzabili per la simulazione acustica ed il calcolo delle barriere e fornendo anche indicazioni sui criteri di progettazione strutturale (allegato 2) ;
- sono riportati i criteri per la qualificazione dei materiali e la conformità dei prodotti
- sono riportati i criteri per valutare la concorsualità di più sorgenti, in modo da garantire ai ricettori esposti il raggiungimento dei valori considerati come ammissibili, anche in presenza di più fonti di rumore (allegato 4).



## 6.2 Monitoraggio

Per il monitoraggio si rimanda alla campagna predisposta per la redazione del S.I.A. – anno 2011 e ci si avvale di una campagna di monitoraggio effettuata nella seconda metà del mese di marzo 2016.

Per il S.I.A. 2011 è stata effettuata un'apposita campagna di indagini sperimentali presso tre postazioni, di cui una predisposta per rilievi della durata di sette giorni consecutivi, in accordo con il Decreto del Ministero dell'Ambiente 16.03.1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico". In corrispondenza degli altri due punti di misura sono stati effettuati rilievi della durata di 24 ore in continuo.

Le metodologie di rilievo risultano le più idonee, in quanto permettono di documentare il clima acustico nelle 24 ore, e quindi di valutare il livello ambientale diurno (6:00 – 22:00) e notturno (22:00 – 6:00) da confrontare con i limiti di riferimento. Con le misure di 7 gg., si ha inoltre la possibilità di studiare l'arco di tempo settimanale, in modo da evidenziare la variabilità nei giorni feriali, prefestivi, festivi.

In tali punti (P1, P2, P3) è stata installata una postazione fonometrica e ne sono stati rilevati i parametri acustici descrittivi.

Nel mese di marzo 2016 è stato monitorato in continuo per 7 giorni consecutivi un ricevitore prossimo alla SS 1 (P4).

Le indagini fonometriche sono state finalizzate a diagnosticare il reale impatto dell'infrastruttura autostradale in progetto, in postazioni prevalentemente esposte alla SS1 Aurelia (infrastruttura stradale da adeguare ad autostrada), che definisce il clima acustico dell'area.

Un secondo ricevitore, ricadente nel lotto 5B (PS3 – L5) e frontistante la linea ferroviaria Roma – Pisa (il cui tracciato si sviluppa anche all'interno del lotto 4), è stato monitorato anch'esso con una misura settimanale, al fine di caratterizzare le emissioni del traffico ferroviario di tale linea.

I rilievi acustici hanno una doppia finalità:

- taratura del modello previsionale
- definizione dei livelli acustici ante operam

Di seguito si riporta l'elenco dei punti di misura sopra menzionati

Postazione	Durata	Lotto	Ubicazione
P1	7 gg.	4	Via Goretti, 15 – Loc. Santamaria Rispecchia (GR)
P2	24 ore	4	Podere Aradam, 83 – Rispecchia (GR)
P3	24 ore	4	Strada Bandinella, 2 – Loc. Alberese (GR)
P4	7 gg.	4	Via Aurelia, 165 – Rispecchia (GR)
PS3 – L5	7 gg.	5B	Via Aurelia, 250 – Albinia (GR)

Le schede di monitoraggio, riportanti lo stralcio planimetrico con l'indicazione della postazione di misura, la catena di misura, l'evoluzione temporale dei livelli acquisiti, i parametri meteo e la documentazione fotografica, sono riportate nell'Allegato 2 dello SIA "Componente Rumore – Monitoraggio" (elab. SUA 600).

## 6.3 Metodologia adottata

Lo studio è stato effettuato facendo riferimento alla seguente metodologia:

- individuazione dei ricettori sensibili all'interno della fascia impattata (650-700 m) a cavallo della infrastruttura. Sono definiti ricettori sensibili tutti gli edifici la cui tipologia consenta la fruizione continuativa da parte di persone. Per i ricettori di classe I (cfr. Tab. 2 / DPCM 01/03/91 - Servizi sanitari, servizi per l'istruzione, case di riposo ecc.), l'analisi è stata estesa fino a circa 1500 m a cavallo dell'infrastruttura;
- introduzione dell'andamento plano-altimetrico del tracciato;
- definizione degli effetti ambientali causati dall'opera sugli elementi della componente ambientale in questione;
- quantificazione degli impatti;
- individuazione delle mitigazioni da utilizzare;
- dimensionamento degli interventi di mitigazione.

E' stato adottato, come indicatore, il livello equivalente continuo pesato "A" generato dalle infrastrutture viarie nei periodi di riferimento diurno, dalle ore 6.00 alle 22.00, e notturno, dalle ore 22.00 alle 6.00, rappresentativo di condizioni medie.

E' stato, inoltre, previsto di mitigare l'inquinamento acustico in tutti i ricettori che subiscono un impatto acustico maggiore dei limiti di normativa (decreto attuativo sul rumore di origine stradale D.P.R. 30 Marzo 2004).

Pertanto, nella tratta oggetto d'indagine, in cui è previsto l'adeguamento in sede dell'infrastruttura autostradale esistente, sono stati considerati i limiti di:

- 50 dB(A) Leq per il periodo diurno e 40 dB(A) Leq per il periodo notturno, per scuole, ospedali, case di cura e case di riposo; per le scuole vale solo il limite diurno;
- 70 dB(A) Leq per il periodo diurno e 60 dB(A) Leq per il periodo notturno, per gli altri ricettori all'interno della fascia A (da 0 m a 100 m dal ciglio);
- 65 dB(A) Leq per il periodo diurno e 55 dB(A) Leq per il periodo notturno, per gli altri ricettori all'interno della fascia B (da 100 m a 250 m dal ciglio).

Qualora tali valori e, al di fuori della fascia di pertinenza, i valori limite di immissione (vedi tab 1.5) del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti interni, a finestre chiuse:

- 35 dB(A), Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- 40 dB(A), Leq notturno per tutti gli altri ricettori;
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

È importante sottolineare che i suddetti valori valgono esclusivamente nel caso in cui l'autostrada sia l'unica o la preponderante causa di inquinamento acustico. Nel caso in cui siano invece presenti altre sorgenti di rumore (ad esempio strade statali, provinciali, linee ferroviarie, ecc), occorre valutare se sussistono le condizioni per cui si applica il criterio di *concorsualità* riportato nel D.M.A. 29/11/2000.

In questo caso i limiti ammissibili variano in funzione del numero di sorgenti presenti ed in ragione dell'inquinamento causato da ciascuna sorgente, ed occorre quindi procedere ad un'attenta revisione degli obiettivi da raggiungere.

Di seguito viene riportata la metodologia operativa per considerare la concorsualità di altre infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie sui limiti di fascia autostradale.

La verifica di concorsualità come indicata dall'Allegato 4 DM 29.11.2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto" richiede in primo luogo l'identificazione degli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e dalle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. La verifica è di tipo geometrica e viene svolta considerando le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie potenzialmente concorsuali.

La concorsualità interessa il territorio ambito di sovrapposizione delle fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto principali oggetto dello studio.

#### FASE 1 – Identificazione di significatività della sorgente concorsuale

Se il ricettore è compreso all'interno di un'area di concorsualità, è in primo luogo necessario verificare la significatività della sorgente concorsuale. La sorgente concorsuale non è significativa, e può essere pertanto trascurata, se sussistono le seguenti due condizioni:

- a) i valori della rumorosità causata dalla sorgente secondaria sono inferiori al limite di soglia,  $L_S$ , dato dalla relazione  $L_S = L_{zona} - 10 \log_{10}(n-1)$ , dove  $n$  è il numero totale di sorgenti presenti;
- b) la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria è superiore a 10 dB(A).

La significatività, al fine non introdurre ulteriori problematiche interpretative rispetto alle quali il quadro normativo attuale è carente, viene verificata nel periodo notturno, a meno degli edifici con condizioni di fruizione tipicamente diurna (edifici scolastici).

Operativamente i passi da seguire sono:

1. definizione dei punti di verifica acustica considerando la sorgente principale (facciate più esposte);
2. simulazione dei livelli sonori per lo scenario post operam, previa taratura del modello di calcolo, indotti dalla sorgente principale (A12). Si esaminano i punti di calcolo al 2° piano fuori terra dei ricettori per gli edifici residenziali a 2 o più piani e al 1° piano fuori terra nel caso di edifici di 1 livello;
3. previsione di impatto della sorgente concorsuale. Si terrà conto delle infrastrutture stradali primarie considerate nello studio del traffico e della linea ferroviaria Roma-Pisa. Anche per le infrastrutture stradali concorsuali verrà utilizzato il TGM relativo allo scenario di progetto;
4. associazione dei livelli di impatto delle sorgenti concorsuali al singolo punto di verifica acustica della sorgente principale;
5. verifica di significatività della sorgente concorsuale in base alle condizioni a) e b).

Tale approccio viene applicato ai ricettori presenti all'interno delle aree di sovrapposizione delle fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture considerate, come da specifiche della nota ISPRA del 12/05/2010 prot. N. 313/AMB AGF.

#### FASE 2 – Definizione dei limiti di soglia

Se la sorgente concorsuale è significativa, sia la sorgente principale sia quella concorsuale devono essere risanate nell'ambito delle rispettive attività di risanamento che andrebbero coordinate tra i soggetti coinvolti. I livelli di zona (limiti di fascia o limiti di classificazione acustica) non sono sufficienti a controllare la sovrapposizione degli effetti e devono essere definiti dei livelli di soglia.

In questo modo si vincolano le sorgenti sonore a rispettare limiti inferiori a quelli consentiti qualora le stesse fossero considerate separatamente, imponendo che la somma dei livelli sonori non superi il limite massimo previsto per ogni singolo ricettore.

1. Alla fine della Fase 1 si perviene ad una scomposizione dei punti di verifica acustica, e quindi dei ricettori, in due insiemi caratterizzati da concorsualità significativa o non significativa.
2. Nel caso in cui la concorsualità non è significativa, si applica il limite di fascia della infrastruttura principale.
3. Nel caso in cui la concorsualità è significativa e il punto è contenuto ad esempio in due fasce di pertinenza uguali (A+A oppure B+B), considerando le sorgenti di rumore egualmente ponderate, il livello di soglia è calcolabile come da Allegato 4 DMA 29.11.2000:

$$L_S = L_{z\text{ona}} - 10 \log_{10} (n)$$

La riduzione dei limiti di fascia assume pertanto valore minimo di 3 dBA nel caso di una sorgente principale + una sorgente concorsuale. Nei casi di 2 e 3 sorgenti concorsuali oltre alla sorgente principale le riduzioni diventano:

- 5 db(A) nel caso le sorgenti concorsuali siano 3 (1 principale + 2 concorsuali);
- 6 db(A) nel caso le sorgenti in totale siano 4 (1 principali + 3 concorsuali).

Nel caso in cui la concorsualità è significativa e il punto è contenuto in due fasce di pertinenza diverse (A+B oppure B+A), si attua una riduzione paritetica dei limiti di zona e i limiti applicabili saranno ridotti di una quantità  $\Delta L_{eq}$  calcolata secondo il criterio di cui all'Allegato 4 del DM 29/11/2000:

$$L_S = L_{z\text{ona}} - 10 \log_{10} (n)$$

dove  $L_{z\text{ona}} = \max(L_1, L_2)$

con  $L_1$  ed  $L_2$  pari ai limiti propri delle due infrastrutture considerate singolarmente.

Le elaborazioni dell'applicazione della metodologia della verifica della concorsualità (fase 1), sopra esposta, sono riportate nell'Allegato 4 dello SIA "Componente Rumore - Simulazioni acustiche e verifica di concorsualità" (elab. SUA 602).

Si riporta di seguito il procedimento adottato.

Si sono individuate per ciascun ricettore le infrastrutture di trasporto potenzialmente concorsuali (N).

Si è effettuata la verifica della condizione a) e b). Si sono quindi determinate, in corrispondenza dei ricettori interessati, le sorgenti concorsuali (differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria inferiore a 10 dB(A)) – condizione b).

Per i restanti ricettori, per potere escludere la significatività della concorsualità, si è verificata la condizione a) (livello della sorgente principale inferiore al limite di soglia), assumendo come limite di zona ( $L_z$ ) quello relativo alla sorgente predominante, e calcolando il limite di soglia per le N sorgenti potenzialmente concorsuali.

Le concorsualità sono state campite in giallo (condizione b)) e verde (condizione a)).

Determinate le sorgenti concorsuali, si è calcolata la riduzione da applicare al limite di zona per il rumore indotto dalla sola infrastruttura autostradale tramite la metodologia (fase 2), applicata nell'Allegato 4 dello Studio Ambientale, elaborato SUA 602 – *Componente Rumore - Simulazioni acustiche e verifica di concorsualità*.

Il raggiungimento degli obiettivi di mitigazione acustica è stato perseguito utilizzando in modo integrato le modalità di insonorizzazione descritte nei paragrafi successivi.

- a. interventi sulla sorgente, tramite pavimentazioni drenanti – porose di tipo tradizionale, estese a tutta la tratta oggetto di ampliamento;
- b. interventi sulle vie di propagazione, tramite barriere antirumore.
- c. interventi diretti sui ricettori, tramite doppi vetri/finestre antirumore/doppi infissi su tutti i ricettori non protetti dagli interventi di tipo b.

Nel presente studio si sono considerate come sorgenti sonore primarie, oltre la A 12, le seguenti infrastrutture:

- Strada Provinciale n. 154;
- Strada Provinciale Sante Mariae;
- Strada Pratini-Bassi - Tratto Sud;
- Strada Provinciale Montiano;
- Strada di Valle Maggiore;
- Via della Riforma;
- Strada di Cupi;
- Strada Provinciale San Donato;
- Linea FS Roma - Pisa.

## 6.4 Analisi previsionale

### 6.4.1 Scelta del modello di simulazione

Per definire puntualmente i valori di clima acustico su tutti i ricettori nella situazione attuale e futura è necessario effettuare delle simulazioni.

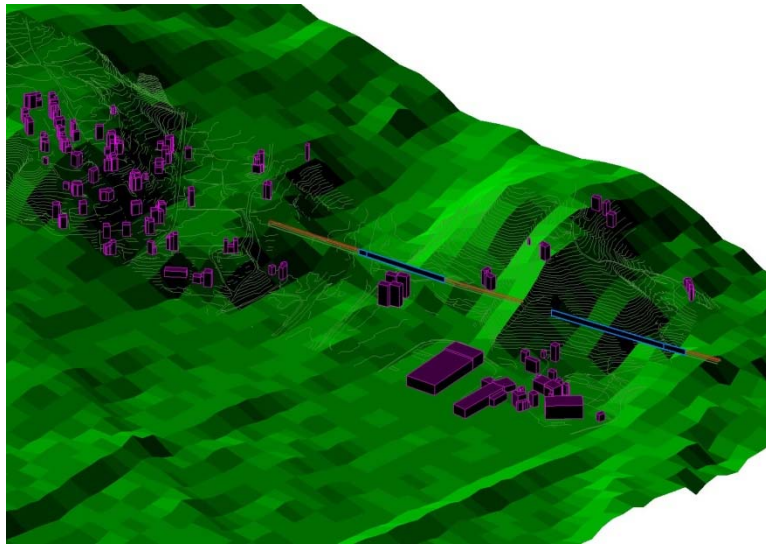
Il modello prescelto per questo tipo di analisi è il modello di simulazione MITHRA, basato sulla esperienza francese il quale, oltre ad una valutazione esatta del fenomeno in forma tabellare, permette una visione tridimensionale della simulazione caratterizzata da una scala cromatica associata ai livelli di rumore.

Con questo software di simulazione è possibile evidenziare su tutti i ricettori considerati l'andamento dei livelli sonori (sia di giorno che di notte) su tutta la facciata dell'edificio per la situazione futura; in particolare, la caratterizzazione di tutti i ricettori in quest'ultimo contesto costituisce la base di progettazione per sviluppare le eventuali ipotesi di interventi antirumore.

Si sottolinea, inoltre, che il modello di simulazione viene tarato inserendo come dati di input quelli caratteristici del periodo di misurazione e verificando l'attendibilità a meno  $\pm 2$  dB(A) dei risultati ottenuti.

**Il modello MITHRA**

Il Mithra è un modello previsionale progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno. Fattori come la disposizione e forma degli edifici, la topografia del sito, le barriere anti rumore, il tipo di terreno, sono presi in considerazione. Scegliendo il modulo appropriato, MITHRA permette di essere utilizzato per studiare il fenomeno acustico generato da rumore stradale, ferroviario, industriale.



Il modello di simulazione MITHRA è stato elaborato da parte del CSTB (Centre for the Science and Technology of Buildings) di Grenoble, ed è stato utilizzato in numerose applicazioni a partire dalla fine degli anni '80 sia per gli studi di impatto ambientale sia per i progetti di barriere acustiche. Il software del modello è stato sviluppato in accordo alle ultime indicazioni degli standard ISO 9613-2.

MITHRA consente di determinare la propagazione acustica in campo esterno prendendo in considerazione numerosi parametri e fattori legati:

- alla topografia dell'area di indagine;
- alle caratteristiche fonoassorbenti e/o fonoriflettenti del terreno;
- alla tipologia costruttiva del tracciato stradale o ferroviario;
- alla presenza di eventuali ostacoli schermanti;
- alle caratteristiche acustiche della sorgente;
- al numero dei raggi sonori;
- alla distanza di propagazione;
- al numero di riflessioni;
- all'angolo di emissione dei raggi acustici;
- alla dimensione ed alla tipologia delle barriere antirumore.

Il Mithra utilizza un algoritmo veloce per la ricerca dei percorsi acustici tra le sorgenti di rumore e i ricettori in un sito complesso, che permette la riduzione di queste difficoltà. Questo algoritmo usa un certo numero di ipotesi semplificatrici permettendo l'uso di un modello a raggi seguendo un metodo inverso di tracciamento dai ricettori.

I percorsi sono rappresentati da raggi che sono diretti, diffratti, riflessi (dal terreno o da facciate verticali) o una combinazione degli ultimi due. Non essendoci limiti nell'ordine di riflessioni e diffrazioni,

l'algoritmo si adatta bene sia in configurazioni "chiuse" come il centro di una grande città con una forte densità costruttiva che in configurazioni "aperte" come le zone extraurbane o le regioni montagnose, dove assume importanza nella propagazione del suono l'influenza dell'effetto suolo.

Nel Mithra sono stati implementati tre metodi di calcolo di propagazione acustica tra la sorgente e il ricettore:

- 1) CSTB.92 metodo sviluppato dal CSTB
- 2) ISO9613 metodo derivato dalla ISO9613-2 standard
- 3) NMBP96 metodo sviluppato da un gruppo di lavoro costituito dai seguenti laboratori: CERTU, CSTB, LCPC, SETRA, in accordo con il decreto del 5 maggio 1996 relativo alla previsione del rumore da traffico stradale.

Gli ultimi due metodi permettono di prendere in considerazione le condizioni meteorologiche di un sito, nella previsione di un indicatore come un livello equivalente a lungo termine (un anno o più).

Gli algoritmi di ricerca per il percorso di propagazione acustica tra sorgente e ricettore sono basati su tre ipotesi essenziali:

- Il tipo di configurazione urbana, la maggior parte delle superfici riflettenti sono verticali (eccetto il terreno);
- Le sorgenti di rumore possono essere schematizzate in elementi lineari;
- La potenza acustica è definita per unità di lunghezza.

La prima ipotesi permette di considerare il problema della ricerca dei raggi in due dimensioni. Se la seconda ipotesi è verificata, è possibile lanciare i raggi dal ricettore. La terza ipotesi risolve uno dei problemi legati all'uso di un metodo a raggi dovuto al fatto che l'obiettivo da raggiungere non è un punto ma l'elemento di una linea. Il metodo è una generalizzazione del classico metodo da "manuale" dove si considera l'infrastruttura stradale vista dal ricettore sotto un certo angolo.

Inizialmente, sono lanciati N raggi dal ricettore in tutte le direzioni nel piano orizzontale.

Ogni raggio è l'asse di un settore angolare  $d\sigma$ . La traiettoria del raggio è definita da una successione di impatti. Ogni impatto è l'intersezione di un raggio con un segmento che definisce il sito. A questo step il vero percorso di propagazione potrebbe non essere stato identificato. E' comunque necessario considerare tutte le possibilità che sono:

Il raggio passa sopra alcuni ostacoli (con o senza diffrazione), per esempio il raggio taglia il corrispondente segmento di sito;

Il raggio è riflesso da un muro verticale, per esempio il raggio è riflesso specularmente dal segmento.

In questo modo, da un raggio lanciato, più possibili percorsi possono essere generati ogni volta che il raggio incontra un segmento rappresentante un muro verticale. La generazione delle diramazioni è

stoppata per i raggi che raggiungono i limiti di sito o quando la distanza coperta è più grande di un limite fissato dall'utente.

La generazione delle diramazioni è molto veloce poiché:

- 1) da una parte origina pochi calcoli;
- 2) dall'altra, può essere limitata da test logici.

Il secondo step permette l'identificazione del percorso di propagazione nello spazio tridimensionale. Per ogni traiettoria nel piano orizzontale, viene definita una sezione verticale che interessa il terreno e gli ostacoli considerando l'altitudine dei segmenti che sono stati impattati. Vengono considerate solo le sezioni corrispondenti a percorsi fisicamente possibili e vengono abbandonati i raggi che non tagliano il segmento di sorgente. Il metodo di ricerca si adatta bene al computo. E' molto veloce perchè solo i percorsi fisicamente possibili vengono calcolati, mentre gli altri vengono eliminati con test logici.

Attraverso tale software di simulazione, quindi, sarà possibile sia evidenziare su tutti i ricettori considerati l'andamento dei livelli sonori (sia di giorno che di notte) per tutti i piani dell'edificio, sia realizzare mappe acustiche ai sensi del DMA 29/11/00.

#### 6.4.2 Input e taratura del modello di simulazione

Per la taratura del modello sono state eseguite come detto delle indagini fonometriche specifiche in base al DMA 16.03.98.

Tale taratura è consistita in:

- Scelta degli algoritmi di calcolo e dei parametri di input (assorbimento terreno, numero riflessioni, ecc..) in base ai risultati dei rilievi fonometrici in tutte le postazioni.

Nel nostro caso, dei tre metodi di calcolo riportati nel paragrafo precedente, è risultato più aderente alla tratta in oggetto il metodo NMPB.96.

Vengono di seguito riportati, i dati di input utilizzati nelle simulazioni con il modello MITHRA.

*Tabella 6.5 – Dati di input di MITHRA*

• caratteristiche terreno (Terreno): $\sigma = 600$
• angolo in cui la linea viene vista dal ricettore (Angolo): $\theta = 360^\circ$
• massima distanza percorsa dal raggio sonoro prima di essere trascurato come contributo sonoro (Distanza): 2000 m.
• numero delle riflessioni (Riflessioni): 5
• numero dei raggi (Raggi): 100
• caratteristiche diffrattive degli ostacoli (Diffrazione): Si
• condizioni meteo favorevoli alla propagazione del suono su base annuale: 30 %
• temperatura: 15° C
• umidità: 71 %

Per le modellizzazioni acustiche effettuate nel corso dello studio, si è schematizzata una barriera verticale fonoassorbente/fonoisolante in pannelli di metallo.

I dati sulla geometria dell'infrastruttura e sulla morfologia del sito e dei ricettori sono stati valutati sulla base della cartografia tridimensionale di progetto in scala 1:1.000.

Le altezze degli edifici si sono ricavate dalle poligonali cartografiche quote tetto. Il numero dei livelli degli edifici, così come la loro natura e destinazione d'uso, è stato segnalato a seguito dei sopralluoghi finalizzati al censimento dei ricettori.

L'applicazione del modello previsionale ha richiesto inoltre l'acquisizione dei dati sui flussi di traffico della infrastruttura stradale in progetto. Nello studio del traffico tali flussi sono espressi come Traffico Giornaliero Medio.

Per le altre sorgenti primarie esistenti si è assunto:

TRAFFICO GIORNALIERO MEDIO ANTE OPERAM (ANNO 2015) SU BASE ANNUALE

Tratta	Leggeri	Pesanti	Leggeri Diurno	Pesanti Diurno	Leggeri Notturmo	Pesanti Notturmo	Veicoli Totali	Velocità Diurno	Velocità Notturmo
Grosseto Sud - Fonteblanda	17.858	1.834	16.501	1.609	1.357	226	19.692	80 km/h	80 km/h

TRAFFICO GIORNALIERO MEDIO POST OPERAM (ANNO 2030) SU BASE ANNUALE

Tratta	Leggeri	Pesanti	Leggeri Diurno	Pesanti Diurno	Leggeri Notturmo	Pesanti Notturmo	Veicoli Totali	Velocità Diurno	Velocità Notturmo
Grosseto Sud -Fonteblanda	15.558	1.165	14.376	1.021	1.182	143	16.723	119 km/h	125 km/h

Complanare di progetto	TGM	TGM Diurno	% pesanti Diurno	TGM Notturmo	% pesanti Notturmo	Velocità D/N
Pratini-Bassi - Tratto Nord	4888	4486	12	402	19	40
Pratini-Bassi - Tratto Sud	2986	2740	13	246	20	40
Rispecchia - Tratto Nord	3602	3306	13	296	20	40
Rispecchia - Tratto Centro	3224	2958	13	266	20	40
Rispecchia - Tratto Sud	390	358	12	32	19	40
Cupi - Tratto Nord	220	202	9	18	11	40
Cupi - Tratto Nord	2598	2376	19	222	29	40
Alberese Sud	2758	2524	19	234	28	40
Fonteblanda - Tratto Nord	1008	928	6	80	10	40

Strada concorsuale	TGM	TGM Diurno	% pesanti Diurno	TGM Notturmo	% pesanti Notturmo	Velocità D/N
Strada Provinciale n. 154	4888	4486	12	402	19	40
Strada Provinciale Sante Mariae	4888	4486	12	402	19	40

Strada concorsuale	TGM	TGM Diurno	% pesanti Diurno	TGM Notturno	% pesanti Notturno	Velocità D/N
Strada Pratini-Bassi - Tratto Sud	2986	2740	13	246	20	40
Strada Provinciale Montiano	620	570	14	50	20	50
Strada di Valle Maggiore	382	350	12	32	19	50
Via della Riforma	2726	2500	14	226	22	50
Strada di Cupi	2394	2188	21	206	31	50
Strada Provinciale San Donato	1742	1588	26	154	38	50

L'affidabilità delle tecniche previsionali utilizzate è stata verificata utilizzando i dati a disposizione ottenuti attraverso le misurazioni effettuate durante le sperimentazioni in campo (vedi Allegato 2 dello SIA, "Componente Rumore – Monitoraggio" - elab. SUA 600).

Il confronto tra i dati misurati e l'output del modello sono riportati nella tabella seguente.

Punto	Lotto	Leq Diurno misurato dB(A)	Leq Diurno calcolato dB(A)	Δ Leq D dB(A)	Leq Notturno misurato dB(A)	Leq Notturno calcolato dB(A)	Δ Leq N dB(A)
P1	4	67,6	67,3	0,3	61,2	60,8	0,4
P2	4	61,7	63,1	-1,4	55,8	56,6	-0,8
P3	4	61,0	61,5	-0,5	55,3	55,7	-0,4
P4	4	66,0	66,9	-0,9	59,5	59,2	0,3
PS3 – L5	5B	66,4	67,6	66,4	67,6	-	-

Gli scostamenti tra dati derivati dalle misure in campo e dati calcolati con l'ausilio del modello di simulazione risultano contenuti (con scarto quadratico medio pari a 0,7 dB(A))<sup>12</sup>.

Per la caratterizzazione del territorio si sono analizzati una serie di dati quali: la destinazione d'uso, l'urbanizzazione esistente (quantificata in termini di densità abitativa), le attività economiche prevalenti, la rete di trasporto, tenendo nel contempo presenti gli sviluppi previsti dagli strumenti di pianificazione dei Comuni. Tali informazioni sono state tratte dalla interpretazione dei rilievi aerofotogrammetrici, da indagini bibliografiche e da sopralluoghi in campo.

L'elaborato Allegato 3 dello SIA, "Componente Rumore - Censimento ricettori" - elab. SUA 601, contiene le schede con fotografie e informazioni circa il Comune di appartenenza, i piani dell'edificio e la destinazione d'uso di tutti i ricettori presenti all'interno della fascia di 500 m a cavallo dell'infrastruttura in progetto, identificati con un numero d'ordine.

Sull'elaborato "Carta dei ricettori e degli interventi di mitigazione" in scala 1:5.000 (SUA 318÷320), oltre alla planimetria di progetto dell'infrastruttura, le fasce di pertinenza acustica delle varie infrastrutture

viarie, le postazioni di misura, l'ubicazione delle barriere antirumore, è riportata graficamente la destinazione d'uso di ciascun edificio censito, a cui è associato il numero d'ordine di riferimento. Sono stati altresì considerati edifici residenziali oltre la fascia di 500 m, a ridosso della stessa ed edifici scolastici ed ospedalieri fino a circa 1 Km dal ciglio autostradale.

Nell'Allegato 4 dello SIA "Componente Rumore - Simulazioni acustiche e Verifica di concorsualità" (elab. SUA 602), per ciascun ricettore, sono riportate le caratteristiche del ricettore (quali il numero d'ordine di riferimento, il Comune di appartenenza, il piano abitativo, la destinazione d'uso), i rispettivi limiti di riferimento (determinati dalla fascia di appartenenza del ricettore o dalla sua classificazione come sensibile e dal numero di sorgenti significative), e i livelli sonori diurni e notturni stimati, per ciascuno scenario considerato. Sono altresì riportate le tabelle con i calcoli per la verifica di concorsualità per le infrastrutture viarie esistenti secondo l'Allegato 4 del DM 29/11/2000.

Gli scenari sono:

- situazione attuale (anno 2015);
- scenario progettuale (anno 2030). Prevede la stesura di pavimentazione drenante porosa;
- scenario post mitigazione (anno 2030). Prevede la stesura di pavimentazione drenante porosa e l'installazione di barriere antirumore.

#### 6.4.3 Metodo di dimensionamento degli interventi di mitigazione

Una volta effettuata la taratura del modello si sono dimensionati gli interventi di mitigazione attraverso lo svolgimento delle seguenti fasi:

- attribuzione delle destinazioni d'uso e delle altezze degli edifici sulla base del censimento e delle poligonali quote tetto date dalla cartografia 3D;
- modellazione tridimensionale per mezzo del programma AUTOCAD della geometria della linea, dei punti ricettori, degli ostacoli naturali/antropici alla propagazione del rumore;
- attribuzione dei livelli equivalenti massimi diurni/notturni da rispettare in corrispondenza di ciascun punto ricettore, previa verifica di concorsualità;
- attribuzione di un fattore di attenuazione acustica dei serramenti attuali dei ricettori;
- simulazione con il programma MITHRA dell'impatto acustico diurno e notturno in corrispondenza dei punti ricettori;
- calcolo dei livelli equivalenti di impatto in ambiente interno sulla base dell'attenuazione acustica dei serramenti attuali;
- verifica del rispetto dei livelli equivalenti massimi diurni/notturni in ambiente esterno ed eventualmente in ambiente interno;

<sup>12</sup> Nel calcolo dello scarto quadratico medio è escluso il punto PS3 – L5. Nel modello di simulazione è stata inputata l'emissione sonora della linea ferroviaria Roma - Pisa misurata in sede di campagna di monitoraggio presso tale postazione settimanale.

- progetto di massima delle protezioni acustiche sulla infrastruttura autostradale necessarie per il rispetto degli obiettivi di mitigazione;
- simulazione con il programma MITHRA dell'impatto acustico mitigato diurno e notturno in corrispondenza dei punti ricettori: l'operazione viene reiterata fino al raggiungimento degli obiettivi di mitigazione;
- eventuale selezione dell'intervento diretto sul ricettore finalizzato al raggiungimento degli obiettivi di mitigazione.

Il dimensionamento delle opere di mitigazione è stato effettuato con l'obiettivo di ricondurre i livelli di pressione sonora presso ciascun ricettore, entro i limiti predefiniti.

Come suggerito dal decreto sui piani di risanamento ed approfondito nel paragrafo successivo, si possono utilizzare interventi sulla sorgente (asfalti drenanti), lungo le vie di propagazione (barriere antirumore) e talvolta, nel caso di edifici singoli, o per i piani più alti di alcune abitazioni, anche interventi diretti sul ricettore (finestre antirumore); nel corso del presente studio si è applicato il criterio generale di abbattere le eccedenze tramite utilizzo di asfalto drenante e barriere fonoassorbenti, senza ricorrere alla sostituzione di infissi con finestre antirumore.

Nelle simulazioni acustiche sono evidenziati in rosso tutti i ricettori (per ciascun piano) per i quali i limiti esterni vengono superati, per ciascuno scenario considerato: mediante il numero identificativo dell'edificio è agevole rintracciarne l'ubicazione sulle tavole cartografiche.

## 6.5 La mitigazione degli impatti prodotti

Un metodo per ridurre il rumore indotto dal traffico stradale è quello di frapporre tra la fonte del rumore (in questo caso il corpo della infrastruttura) ed i ricettori un ostacolo efficace alla propagazione del suono. Tale ostacolo è costituito da una barriera con idonee caratteristiche di isolamento acustico, e dimensioni tali da produrre l'abbattimento di rumore necessario nell'area da proteggere.

La barriera costituisce un ostacolo alla propagazione dell'energia sonora emessa dal transito dei veicoli. Le onde vengono quasi totalmente riflesse verso la sorgente stessa. Una parte dell'energia sonora riesce però a "scavalcare" la barriera (energia diffratta) oppure ad attraversarla se l'isolamento del materiale non è adeguato (energia diretta).

L'aliquota dell'energia sonora che scavalca la barriera, o che passa ai lati della barriera stessa, è funzione della geometria (altezza, distanza dalla sorgente, distanza dal punto di ricezione, lunghezza e spessore della barriera) mentre è indipendente dalle caratteristiche acustiche di isolamento della barriera stessa.

Anche l'aliquota di energia sonora che attraversa la barriera e quella riflessa sono calcolabili, note le caratteristiche di isolamento acustico dei pannelli.

E' possibile individuare in commercio diversi tipi di barriere artificiali diversificate in base ai materiali utilizzati ed al comportamento acustico prevalente. Possono essere quindi individuati due tipi di pannelli:

- barriere fonoassorbenti
- barriere fonoisolanti

Con tali termini viene indicato il comportamento acustico "prevalente" del pannello perché la funzione di smorzamento e riflessione dell'onda sonora è contemporaneamente presente, anche se in rapporto diverso, in tutte le barriere artificiali.

Le barriere fonoisolanti sono quindi quelle il cui comportamento prevalente è quello di riflettere l'onda sonora incidente.

Le barriere fonoassorbenti riflettono invece solo una parte dell'onda sonora incidente mentre smorzano parte dell'energia.

Per aumentare l'efficacia delle barriere si può installare sulla sommità della barriera stessa un dispositivo riduttore di rumore, cilindrico, realizzato in lamiera di alluminio e materiale fonoassorbente. Tale dispositivo introduce un incremento dell'efficacia dello schermo variabile in funzione del percorso acustico.

Un contributo alla riduzione delle emissioni acustiche prodotte dal traffico stradale può essere fornito dal ricorso a pavimentazioni drenanti porose.

Un ulteriore intervento, in corrispondenza di ricettori isolati o per i piani più alti di alcune abitazioni, potrebbe consistere nell'intervento diretto sull'edificio, con sostituzione degli infissi esistenti con appositi infissi fonoisolanti. Tale soluzione, che scaturisce da valutazioni tecnico-economiche (come recita il decreto attuativo sul rumore di origine stradale D.P.R. 30 Marzo 2004), permetterebbe di garantire in tutti i casi una condizione di comfort acustico all'interno dei ricettori aventi un livello di rumore esterno in facciata superiore agli obiettivi adottati. Come già detto, al fine di mitigare le eccedenze dai limiti di norma, nel corso del presente studio, si è ricorso all'utilizzo di asfalto drenante sulla piattaforma stradale principale e alla collocazione di barriere antirumore, senza alcuna sostituzione di infissi con finestre antirumore.

### 6.6 Dimensionamento di massima degli interventi di mitigazione

La presenza di un ostacolo limita e/o modifica la propagazione delle onde sonore producendo un'attenuazione dei livelli sonori funzione della posizione del punto ricettore e delle dimensioni dell'ostacolo rispetto alla lunghezza d'onda del suono emesso.

Al variare delle dimensioni si potrà infatti avere la riflessione o la rifrazione dell'onda. Ci si trova in presenza della riflessione quando la lunghezza d'onda è molto più piccola della minore dimensione dell'ostacolo. In questo caso è possibile applicare le note leggi che regolano la riflessione stessa, cioè il raggio riflesso si trova nello stesso piano del raggio incidente e l'angolo di riflessione è uguale all'angolo di incidenza. In questo caso quindi, idealmente, il suono non oltrepassa l'ostacolo e quindi l'attenuazione è totale.

Quando la lunghezza d'onda è comparabile con le dimensioni dell'ostacolo ci si troverà invece in presenza di rifrazione. In questo caso l'onda è in grado di superare l'ostacolo e dietro a quest'ultimo si viene a formare una zona d'ombra che dipende dalle dimensioni dell'ostacolo stesso.

L'effetto di uno schermo naturale (irregolarità del terreno) o artificiale (muri, filari di case e barriere all'uopo inserite) è quindi sempre limitato a causa della diffrazione, ed in special modo per i suoni a bassa frequenza (che spesso sono i più fastidiosi) e quindi con grandi lunghezze d'onda.

Il dimensionamento delle barriere artificiali è stato effettuato con l'ausilio del programma di simulazione MITHRA (metodo NMPB.96) che tiene conto della differenza di percorso fra l'onda diretta e quella diffratta e la lunghezza d'onda per ottava.

Per le modellizzazioni acustiche effettuate nel corso dello studio, si è schematizzata una barriera verticale fonoassorbente in pannelli in alluminio per una quota di superficie, variabile in funzione dell'altezza della barriera, e con la restante parte riflettente (con valori di isolamento paragonabili ad un pannello in PMMA di spessore pari a 15 mm).

Si sono assunte le seguenti tipologie:

barriera h=3 m: solo pannelli in alluminio

barriera h=4 m: pannelli in alluminio 3m – PMMA 1m

Gli interventi sono riportati sull'elaborato "Carta dei ricettori e degli interventi di mitigazione" in scala 1:5.000 - SUA 318÷320, e riassunti nella tabella seguente.

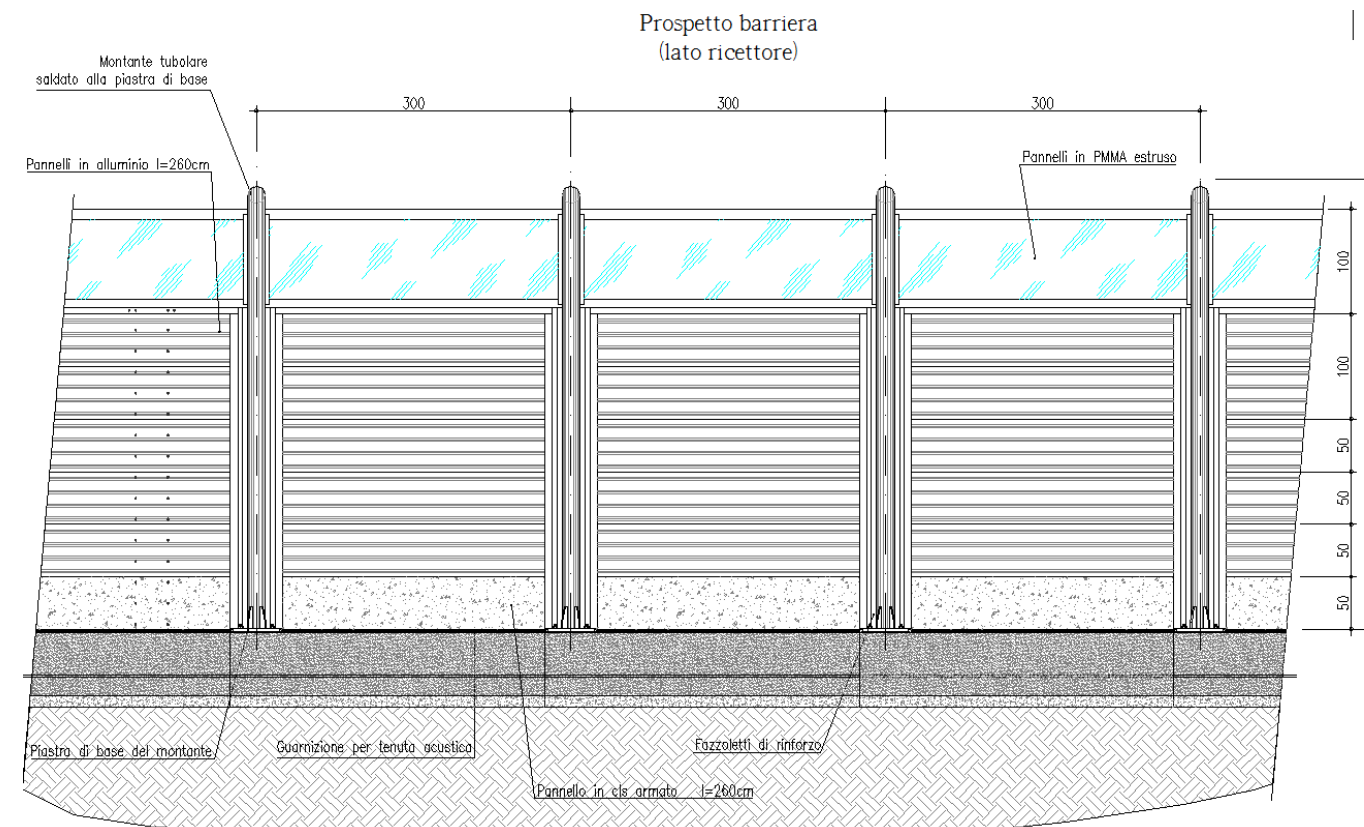
Vengono riportate le seguenti informazioni:

- carreggiata;
- l'ubicazione della barriera (progressive chilometriche);
- l'altezza (H) della barriera;
- la lunghezza (L) della barriera;
- la superficie della barriera.

Tabella 6.6 – Localizzazione barriere antirumore

CARREGGIATA	PROG. INIZIO	PROG. FINE	L (m)	H (m)	SUPERFICIE (mq)
dir. Sud	-0+610	-0+530	84	3	252
dir. Sud	-0+190	0+120	308	3	924
dir. Nord	6+700	6+800	96	3	288
dir. Nord	6+890	6+980	90	3	270
dir. Nord	7+720	7+820	99	4	396
dir. Sud	8+120	8+290	171	3	513
dir. Sud	9+960	10+060	96	3	288
dir. Nord	11+450	11+620	171	3	513
dir. Sud	11+920	11+980	54	4	216
dir. Nord	11+940	12+150	207	3	621
dir. Nord	14+060	14+270	201	3	603
dir. Nord	15+360	15+480	120	3	360
dir. Sud	15+410	15+480	72	3	216

Le barriere antirumore previste sono fonoassorbenti in alluminio per garantire la migliore efficacia acustica. Di seguito si riporta il tipologico della barriera di altezza 4 metri (fonoassorbente in alluminio e PMMA).





In particolare devono essere opportunamente definite le proprietà fonoassorbenti della barriera, attenendosi alle seguenti norme di carattere generale:

Il fonoassorbimento è l'attitudine dei materiali ad assorbire l'energia sonora su di essi incidente, trasformandola in altra forma di energia, non inquinante (calore, vibrazioni, etc).

L'adozione di materiali fonoassorbenti è utile per:

- evitare l'aumenti di rumorosità per abitazioni poste dallo stesso lato della sorgente;
- evitare una riduzione dell'efficacia schermante totale;
- evitare un aumento della rumorosità per gli occupanti delle autovetture (effetto tunnel).

E' consigliabile far uso di tali materiali nei casi in cui l'altezza della barriera sia maggiore di 1/10 della larghezza della strada da schermare.

Per quanto concerne le proprietà fonoassorbenti si suggerisce l'utilizzo di materiali con prestazioni acustiche elevate (UNI CEN 10) e cioè rispondenti ai coefficienti riportati nella tabella seguente.

Freq.	$\alpha$
125	0,50
250	0,80
500	0,90
1000	0,90
2000	0,80
4000	0,70

Per quanto riguarda il fonoisolamento i pannelli in alluminio dovranno avere indici di valutazione minimi  $R_w$  pari a 36 dB (UNI EN 1793-2, Categoria B3).

I pannelli in materiale trasparente sono in PMMA estruso con indici di valutazione minimi pari a 29 dB (UNI EN 1793-2, Categoria B3).

### 6.7 Considerazioni sul clima acustico

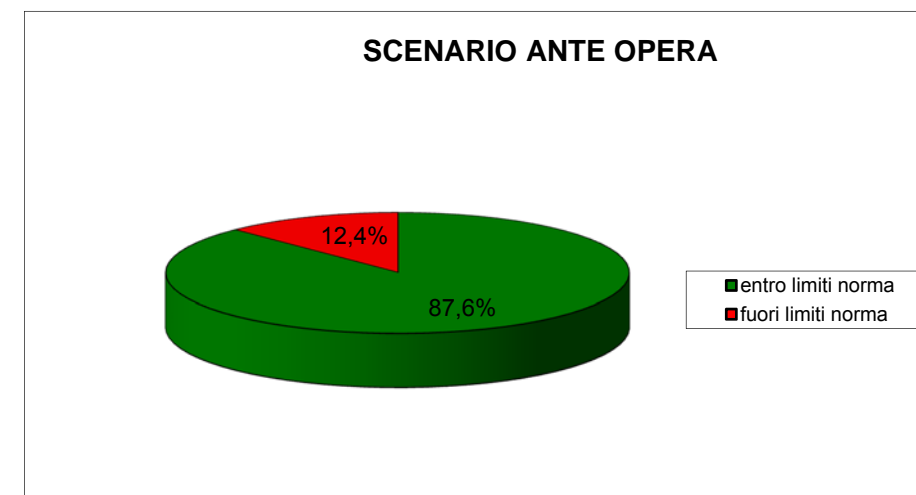
All'attualità si riscontra un significativo numero di eccedenze dai limiti di norma, a causa di assenza di mitigazioni acustiche.

Gli interventi predisposti invece permettono di mitigare la totalità delle eccedenze dello scenario di progetto post opera all'interno della fascia di pertinenza acustica dell'infrastruttura autostradale, come si evince anche dall'analisi del tabulato dell'Allegato 4 dello Studio Ambientale, elaborato SUA 602 *Componente Rumore - Simulazioni acustiche e verifica di concorsualità*.

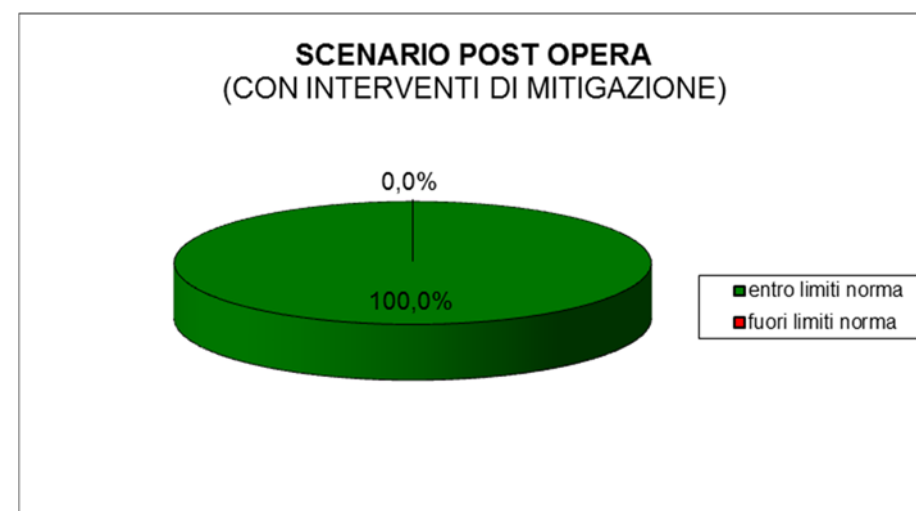
Al di fuori della fascia di pertinenza acustica non si riscontrano eccedenze dai limiti delle zonizzazioni acustiche dei Comuni di Orbetello, Magliano in Toscana e Grosseto (vedi elab. SUA 315÷317 "Zonizzazione acustica", in scala 1:5.000).

I diagrammi seguenti graficizzano le eccedenze relative agli scenari ante operam e post opera con interventi di mitigazione. Si evidenzia che è stato preso in considerazione ciascun piano abitativo degli edifici residenziali e ricettivi. Il periodo di riferimento è quello notturno, in quanto i limiti sono più restrittivi. Anche per il periodo diurno non si rilevano eccedenze.

Scenario ante operam – periodo notturno	
n° ricettori	485
entro limiti norma	425
fuori limiti norma	60



Scenario post operam – periodo notturno (con interventi mitigazione)	
n° ricettori	485
entro limiti norma	485
fuori limiti norma	0



## 6.8 L'impatto acustico in fase di cantiere

### 6.8.1 Metodologia e criteri di valutazione

Le valutazioni previsionali dell'impatto in corso d'opera sono state eseguite in corrispondenza dei cantieri lungo linea per la realizzazione Lotto 4 dell'Autostrada A-12 Rosignano-Civitavecchia.

Le informazioni di natura topografica sono state estrapolate dalla cartografia del progetto in scala 1:1.000 e sono state integrate con sopralluoghi in campo.

L'art. 3, comma 3 del DPCM 14/11/97 «*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*» prevede che all'interno della fascia di pertinenza stradale l'insieme delle sorgenti sonore (con l'esclusione di quella stradale) rispettino i limiti assoluti di immissione.

Il tratto autostradale in studio risulta ubicato nel territorio comunale di Orbetello, Magliano in Toscana e Grosseto.

Nel presente studio si sono pertanto assunti i limiti assoluti di immissione stabiliti dalla zonizzazione acustica dei rispettivi Comuni di pertinenza.

Sono stati altresì considerati ricettori particolarmente sensibili appartenenti alla prima classe: le scuole, gli ospedali, le case di cura.

Pertanto per la trattazione del rumore indotto dalle lavorazioni di cantiere, si sono adottati come limiti di immissione in facciata degli edifici i livelli di 50 dB(A) diurni, validi per la classe I, di 55 dB(A) diurni, validi per la classe II, di 60 dB(A) diurni, validi per la classe III, di 65 dB(A) diurni, validi per la classe IV e di 70 dB(A) diurni, validi per la classe V e VI. Per i ricettori particolarmente sensibili sono stati adottati i limiti di 50 dB(A) diurni.

E' stato inoltre verificato il criterio differenziale come previsto dall'art. 4 del DPCM 14/11/97.

### 6.8.2 Modello previsionale

Le previsioni dell'impatto indotto dalle fasi di cantiere sono state definite con l'utilizzo del software di simulazione MITHRA; si rimanda ai par. 6.4.1 per la descrizione delle caratteristiche del modello.

I dati di input del modello utilizzati per le simulazioni degli impatti di cantiere sono i seguenti:

- caratteristiche terreno (Terreno):  $\sigma = 600$
- angolo in cui la linea viene vista dal ricettore (Angolo):  $\theta = 360^\circ$
- massima distanza percorsa dal raggio sonoro prima di essere trascurato come contributo sonoro (Distanza): 2000 m
- numero delle riflessioni (Riflessioni): 5
- numero dei raggi (Raggi): 100
- caratteristiche diffrattive degli ostacoli (Diffrazione): Si

- condizioni meteo favorevoli alla propagazione del suono su base annuale: 30 %
- temperatura: 15° C
- umidità: 71 %

### 6.8.3 Caratteristiche delle aree di cantiere e delle lavorazioni previste

Come previsto negli elaborati di progetto, cui si rimanda per gli approfondimenti, nel lotto 4 sono previsti sia cantieri lineari per la le lavorazioni "lungo tratta", sia 2 cantieri fissi, il primo (identificato con CB1) ubicato in corrispondenza della progr. 5+490 della nuova A12 ed il secondo (identificato con CO1) alla progressiva km 6+500.

L'area di cantiere **CB1** è stata suddivisa in due sub-aree, al cui interno sono stati previsti:

#### Sub-area 1

##### 1) Campo Base

di circa 10.000 mq in esso trovano collocazione: dormitori per le maestranze per un numero ipotizzato 80 posti letto, realizzati con box ampliabili secondo le necessità, spogliatoi per le maestranze comprensivi di una zona destinata alla pulizia scarpe e stivali, parcheggi per circa 79 posti macchina, uffici dello staff e della Direzione dei Lavori comprensivi di servizi igienici, infermeria comprensiva di servizi igienici e spogliatoi, cucina, refettorio, trasformabile in zona ricreativa e/o sala per la formazione del personale/ sala riunioni.

##### 2) Cantiere Operativo

di superficie pari a 19.000 mq, ospita: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

##### 3) Area di Caratterizzazione Terre

Per poter effettuare la caratterizzazione chimica dei materiali terrosi provenienti dagli scavi è necessario, per attestare l'idoneità degli stessi ad essere riutilizzati per la realizzazione di rilevati o ritombamenti e quindi non allontanati dal cantiere e portati a discarica speciale, è stata prevista un'area la cui superficie totale è pari a circa 10.000 mq. Nelle aree troveranno sede i cumuli di campionamento, realizzati a base rettangolare di altezza massima pari a 6 metri, con pendenza scarpate 1/2.

#### Sub-area 2

##### 4) Area di Produzione Calcestruzzi

L'area è destinata alla produzione dei calcestruzzi, per una superficie di 6.792 mq dotata di spogliatoio ed ufficio, impianto di betonaggio, aree per la miscelazione dei materiali, lo stoccaggio e scarico/carico degli inerti, serbatoi acque per impianto di betonaggio, vasca lavaggio autobetoniere.

##### 5) Area di Produzione Asfalti

L'area è adibita alla produzione degli asfalti, per una superficie di 12.438 mq dotata di spogliatoio ed ufficio, impianto di produzione di conglomerati bituminosi, aree per lo stoccaggio e miscelazione degli inerti e area accumulo del fresato.

Il cantiere operativo **CO1**, di superficie pari a 9.000 mq, ospita: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

Nell'area di cantiere sono previsti, inoltre, spazi per:

1. serbatoi carburanti < 9 mc
2. gruppi elettrogeni in ambiente insonorizzato
3. sosta mezzi di cantiere
4. parcheggio autovetture
5. punto incontro emergenza 118
6. box locale spogliatoi – wc – ricovero
7. riserva idrica per gli usi di cantiere (escluso wc)
8. container rifiuti

In adiacenza al CO1 è prevista un'area di Caratterizzazione Terre di superficie totale pari a circa 7.400 mq. Troveranno sede i cumuli di campionamento, realizzati a base rettangolare di altezza massima pari a 6 metri, con pendenza scarpate 1/2.<sup>(13)</sup>.

Per quanto concerne i cantieri fronte lavori sono di seguito riportate le principali caratteristiche degli interventi da realizzare.

### **Fasi di realizzazione**

#### Realizzazione rilevato:

Sbancamento

Formazione cassonetto

Strato anticapillare

Corpo del rilevato

Pavimentazione stradale

Il piano stradale di progetto può variare da un valore minimo di 3,5 metri in trincea rispetto al piano campagna attuale fino ad un valore massimo di 7 metri in rilevato.

La realizzazione della trincea può essere cautelativamente accomunata alla realizzazione del rilevato dal punto di vista del rumore derivante dai lavori di cantiere, in quanto le emissioni sonore sono

praticamente le medesime ma, nel caso della trincea, sono schermate dal terreno stesso con il procedere dello scavo.

#### Realizzazione viadotto

- Sbancamento e realizzazione del piano di posa
- Realizzazione pali
- Realizzazione fondazioni
- Realizzazione pile e pulvini
- Realizzazione impalcato

Nella tratta in studio è prevista la realizzazione/adequamento dei seguenti ponti e viadotti:

- Ponte Fosso Rispecchia
- Ponte sul fosso Carpina

#### 6.8.3.1 Programma di costruzione

Il programma di lavoro è basato sul seguente orario lavorativo:

- Orario giornaliero dalle 7 alle 17 per 10 ore lavorative

Non si prevedono lavorazioni notturne.

#### 6.8.3.2 Qualificazione dell'ambiente

Al fine di acquisire informazioni sulle caratteristiche emissive delle macchine operatrici è stata effettuata un'apposita indagine presso le imprese specialistiche del settore, che hanno reso disponibili le potenze sonore ed i rilievi effettuati sui macchinari utilizzati per tali lavori.

Individuate le emissioni si sono potute selezionare le lavorazioni più significative in relazione all'impatto acustico, alla percentuale di utilizzo delle macchine ed alla durata della lavorazione.

Si riportano negli specchi riassuntivi seguenti i dati di input degli scenari di simulazione relativi alle fasi di realizzazione del rilevato e del viadotto.

<sup>13</sup> Per approfondimenti riguardo le caratteristiche dei cantieri fissi si veda la relazione di progetto.

**SCENARI DI SIMULAZIONE RILEVATO**

Lavorazione: **Sbancamento e formazione cassonetto**

Coefficiente di durata: **25 %**

Tipo di Macchina	Pot.			
	Sonora Lw dB(A)	Numero macchine	Utilizzo percentuale %	Lw reali dB(A)
Escavatore gommato	101	1	100,0	101,0
Pala gommata	106	1	100,0	106,0
Grader (Motolivellatrici)	109	1	37,5	104,7
Rulli compressori	108	1	45,0	104,5

Lavorazione: **Formazione rilevato**

Coefficiente di durata: **50 %**

Tipo di Macchina	Pot.			
	Sonora Lw dB(A)	Numero macchine	Utilizzo percentuale %	Lw reali dB(A)
Escavatore gommato	101	1	100,0	101,0
Pala gommata	106	1	100,0	106,0
Grader (Motolivellatrici)	109	1	62,5	107,0
Rulli compressori	108	1	75,0	106,8

Lavorazione: **REALIZZAZIONE Pavimentazione stradale**

Coefficiente di durata: **25 %**

Tipo di Macchina	Pot.			
	Sonora Lw dB(A)	Numero macchine	Utilizzo percentuale %	Lw reali dB(A)
Rulli compressori	108	1	100,0	108,0
Pala gommata	106	1	100,0	106,0
Finitrice	108	1	50,0	105,0

Per la movimentazione dei materiali si sono assunti 120 passaggi di mezzi pesanti giornalieri lungo le piste di cantiere, transitanti a 30 Km /h.

**SCENARI DI SIMULAZIONE VIADOTTO**

Lavorazione: **Sbancamento e formazione piano di posa**

Coefficiente di durata: **10 %**

Tipo di Macchina	Pot.			
	Sonora Lw dB(A)	Numero macchine	Utilizzo percentuale %	Lw reali dB(A)
Escavatore gommato	101	1	100,0	101,0
Pala gommata	106	1	100,0	106,0

Lavorazione: **Realizzazione Fondazioni profonde e superficiali, PILE E PULVINI**

Coefficiente di durata: **45 %**

Tipo di Macchina	Pot.			
	Sonora Lw dB(A)	Numero macchine	Utilizzo percentuale %	Lw reali dB(A)
Autobetoniera	100	2	200,0	103,0
Autogru	107	2	100,0	107,0
Palificatrice	110	1	45,0	106,5
Autopompa	105	2	200,0	108,0

Lavorazione: **REALIZZAZIONE impalcato**

Coefficiente di durata: **45 %**

Tipo di Macchina	Pot.			
	Sonora Lw dB(A)	Numero macchine	Utilizzo percentuale %	Lw reali dB(A)
Autogru	107,0	2	200,0	110,0

Per la movimentazione dei materiali si sono assunti 20 passaggi di mezzi pesanti giornalieri lungo le piste di cantiere, transitanti a 30 Km /h.

Definito il clima acustico ante opera<sup>14</sup>, si è provveduto alla simulazione dei livelli indotti in corso d'opera presso i ricettori per distanze crescenti dal cantiere.

Sono stati presi in considerazione i due scenari:

- realizzazione rilevato/trincea;
- realizzazione viadotto.

La simulazione dei livelli indotti per lo scenario di realizzazione rilevato è riportata nella tabella sottostante.

*Tabella 6.7: Livelli sonori fase di costruzione – realizzazione rilevato*

Distanza da asse tracciato (m)	Leq sbancamento e formazione cassonetto dB (A)	Leq rilevato dB(A)	Leq formazione stradale dB (A)
30	65,8	67,7	66,7
40	62,4	64,4	63,4
50	60,7	62,3	61,3
60	59,7	61,4	60,3
70	58,2	59,7	59,1
80	57,1	58,7	58,2
90	56,3	58,0	57,3
100	55,2	56,8	56,1
150	51,0	52,6	52,6
200	47,9	49,4	49,8
250	43,4	44,4	46,6
300	37,3	41,9	45,0

I livelli sonori maggiori si riferiscono alla costipazione dei materiali durante la formazione del rilevato e della formazione della pavimentazione stradale.

Calcolando il valore medio assumendo come peso la durata di ogni singola lavorazione si ottiene quanto riportato nella tabella seguente.

<sup>14</sup> E' possibile assimilare il clima acustico residuo in corrispondenza dei ricettori durante la fase di realizzazione dell'opera, salvo lievi variazioni dovute alla riduzione della carreggiata (le lavorazioni per la realizzazione dell'infrastruttura stradale avverranno "sotto traffico"), al clima acustico ante-opera riportato nell' Allegato 4, elaborato SUA 602 - Componente Rumore - Simulazioni acustiche e verifica di concorsualità

*Tabella 6.8 – Livelli sonori fase di costruzione – realizzazione rilevato*

Distanza da asse tracciato (m)	Leq cantiere dB (A)
30	67,0
40	63,7
50	61,7
60	60,8
70	59,2
80	58,2
90	57,4
100	56,3
150	52,3
200	49,2
250	44,9
300	42,3

I cantieri operativi e le aree di caratterizzazione terra sono stati cautelativamente studiati alla stregua di quelli fronte lavori per la lavorazione del rilevato, in quanto le macchine presenti all'interno dell'area di cantiere sono le stesse, anche se maggiormente distanti dalla recinzione.

Per i cantieri del viadotto si ottiene:

*Tabella 6.9 : Livelli sonori cantiere – realizzazione viadotto*

Distanza da asse tracciato (m)	Leq sbancamento e formazione piano di posa dB (A)	Leq realizzazione fondazioni profonde e superficiali, pile e pulvino dB(A)	Leq realizzazione impalcato dB (A)
20	67,1	73,1	69,9
30	62,6	68,3	65,2
40	59,4	65,3	62,0
50	58,0	62,9	60,1
60	57,0	61,6	59,1
70	55,6	60,7	57,9
80	54,8	59,5	57,0
90	54,0	58,9	56,1
100	53,2	57,6	55,1
150	48,9	53,1	51,6
200	45,5	49,5	48,7
250	40,7	46,4	45,2
300	33,8	43,2	43,5

I livelli sonori maggiori si riferiscono alla realizzazione dei pali delle fondazioni.

I cantieri per la realizzazione degli attraversamenti (sovrappassi e sottopassi) e dei ponti sono trattati alla stregua di quelli per la lavorazione del viadotto, considerate le analogie delle modalità operative.

Calcolando il valore medio assumendo come peso la durata di ogni singola lavorazione si ottiene:

Tabella 6.10: Livelli sonori fase di costruzione – realizzazione viadotto

Distanza da asse tracciato (m)	Leq cantiere dB (A)
20	71,5
30	66,7
40	63,7
50	61,5
60	60,3
70	59,2
80	58,2
90	57,5
100	56,3
150	52,2
200	48,8
250	45,5
300	43,0

Nella tabella sottostante si riporta una valutazione della distanza minima dall'area operativa per la realizzazione del rilevato o del viadotto per rientrare nel limite di norma in funzione della classe acustica di appartenenza del territorio.

Tabella 6.11: Definizione delle aree critiche

Classe acustica	Distanza minima dall'asse del tracciato (realizzazione rilevato) per rientrare nei limiti normativi	Distanza minima dall'asse del tracciato (realizzazione viadotto) per rientrare nei limiti normativi
Classe I	190 metri	180 metri
Classe II	110 metri	110 metri
Classe III	65 metri	60 metri
Classe IV	35 metri	35 metri
Classi V, VI	25 metri	25 metri

### Impianti

Le emissioni sonore più importanti si localizzano in corrispondenza degli impianti di betonaggio per la confezione del calcestruzzo ubicati nella sub-area 2 del CB1.

Sono stati quindi calcolati i livelli di rumore sviluppati dal suddetto impianto.

### Impianto di betonaggio

#### SCENARI DI SIMULAZIONE IMPIANTO DI BETONAGGIO

Lavorazione: **Impianto di betonaggio**  
Coefficiente di durata: **100 %**

Tipo di Macchina	Pot. Sonora	Numero macchine	Utilizzo percentuale	Lw reali
	Lw dB(A)			
Impianto di betonaggio	117,6 <sup>15</sup>	1	60,0	115,4

La simulazione dei livelli indotti per l'impianto di betonaggio è riportata nella tabella sottostante.

Tabella 6.12 Livelli sonori impianto di betonaggio

Distanza dall'impianto (m)	Leq Betonaggio dB (A)
10	87,4
20	80,5
30	75,0
40	71,2
50	68,5
60	66,3
70	64,7
80	62,9
90	62,1
100	60,7
150	56,5
200	53,6
250	51,1
300	49,9

Infine, dai risultati delle elaborazioni effettuate, si è potuto definire quanto riportato nella tabella seguente, ove vengono riportate le distanze minime dei ricettori dall'impianto per rientrare nei limiti normativi in funzione della classe acustica.

<sup>15</sup> L'informazione sulle caratteristiche emissive dell' impianto è stata acquisita mediante apposita indagine presso le aziende produttrici di tali impianti.

Tabella 6.13 Definizione delle aree critiche cantiere di betonaggio

Classe acustica	Distanza minima dall'impianto di betonaggio per rientrare nei limiti normativi
Classe I	280 metri
Classe II	165 metri
Classe III	105 metri
Classe IV	65 metri
Classi V, VI	45 metri

### 6.8.4 Interventi di mitigazione

Per i ricettori isolati e sparsi lungo il tracciato del lotto 4 della Autostrada A12, presso cui si rilevano livelli sonori eccedenti i limiti di norma, si potrà richiedere ai Comuni di appartenenza una deroga temporanea dai limiti normativi, come previsto dalla Legge Quadro, per la durata dei lavori. Tale soluzione è prevista per i cantieri fronte avanzamento lavori, in cui il disturbo avrà una durata limitata. Dalla progr. 1+950 alla progr. 2+400 (per una lunghezza totale pari a ca. 450m), ove l'opera lambisce l'abitato di Santa Maria di Rispecchia, si prevede l'installazione di barriere fonoassorbenti provvisorie mobili per la durata delle lavorazioni nella tratta autostradale indicata (vedi figura seguente).

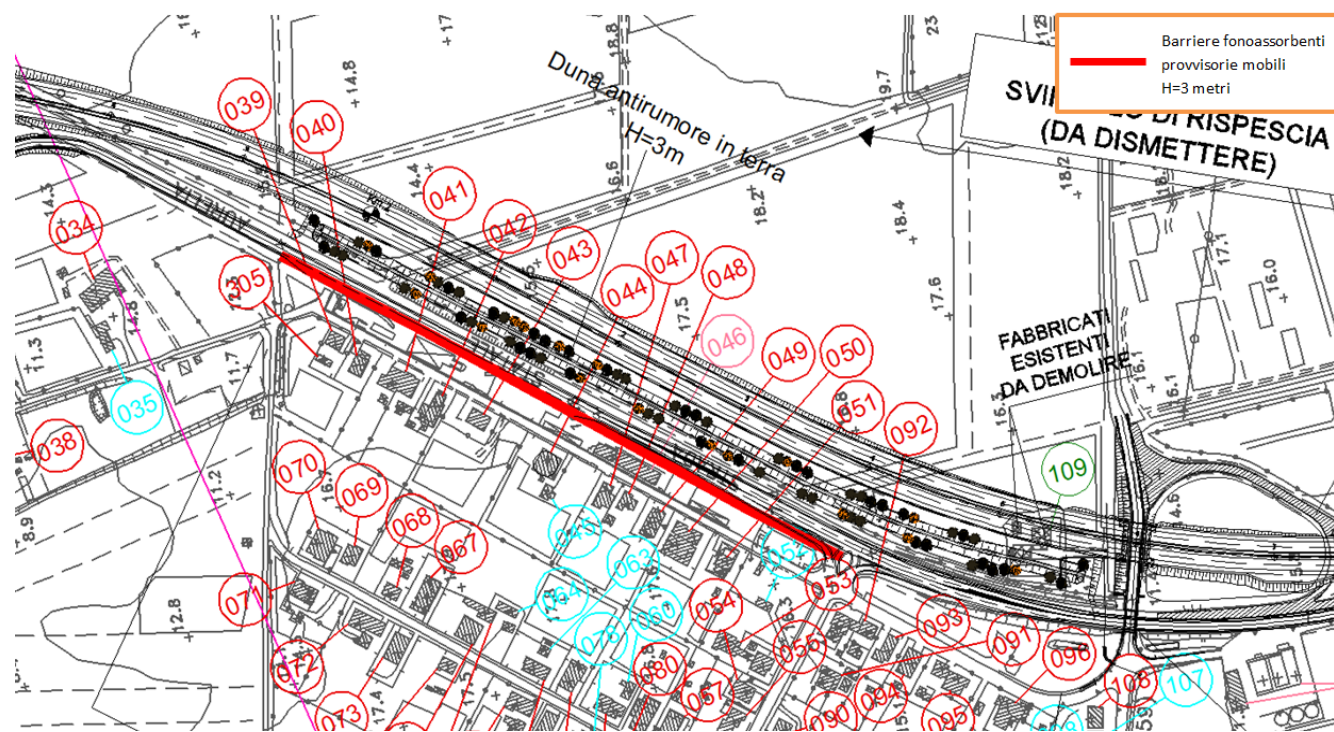


Figura 6.1 - barriere fonoassorbenti provvisorie mobili.

Tali barriere saranno montate su apposito basamento in cls tipo New Jersey e saranno realizzate con pannelli monolitici costituiti da una parte strutturale portante centrale in cemento con rivestimento in fibra di legno mineralizzata. I pannelli che presentano dimensioni standard pari a 4000 mm. di larghezza x 600 mm. di altezza possono essere sovrapposti fino a raggiungere le altezze desiderate. Per quanto riguarda il rumore prodotto dai cantieri fissi dalle simulazioni effettuate risulta che per il CB1 Sub-Area 1 (progr. km 5+500) sarà necessario porre in opera un intervento di mitigazione (barriera antirumore di altezza pari a 4 metri e lunghezza pari a 110 metri a protezione del ricettore n.166 (appartenente alla classe acustica IV) cui si prevedono eccedenze dai limiti di norma (vedi figura sottostante), mentre per gli altri cantieri (CB1 Sub Area 2 e CO1), a causa della distanza che intercorre fra la recinzione di cantiere ed i più vicini ricettori presenti (appartenenti alle classi III e IV) non si verificheranno eccedenze dai limiti di norma.

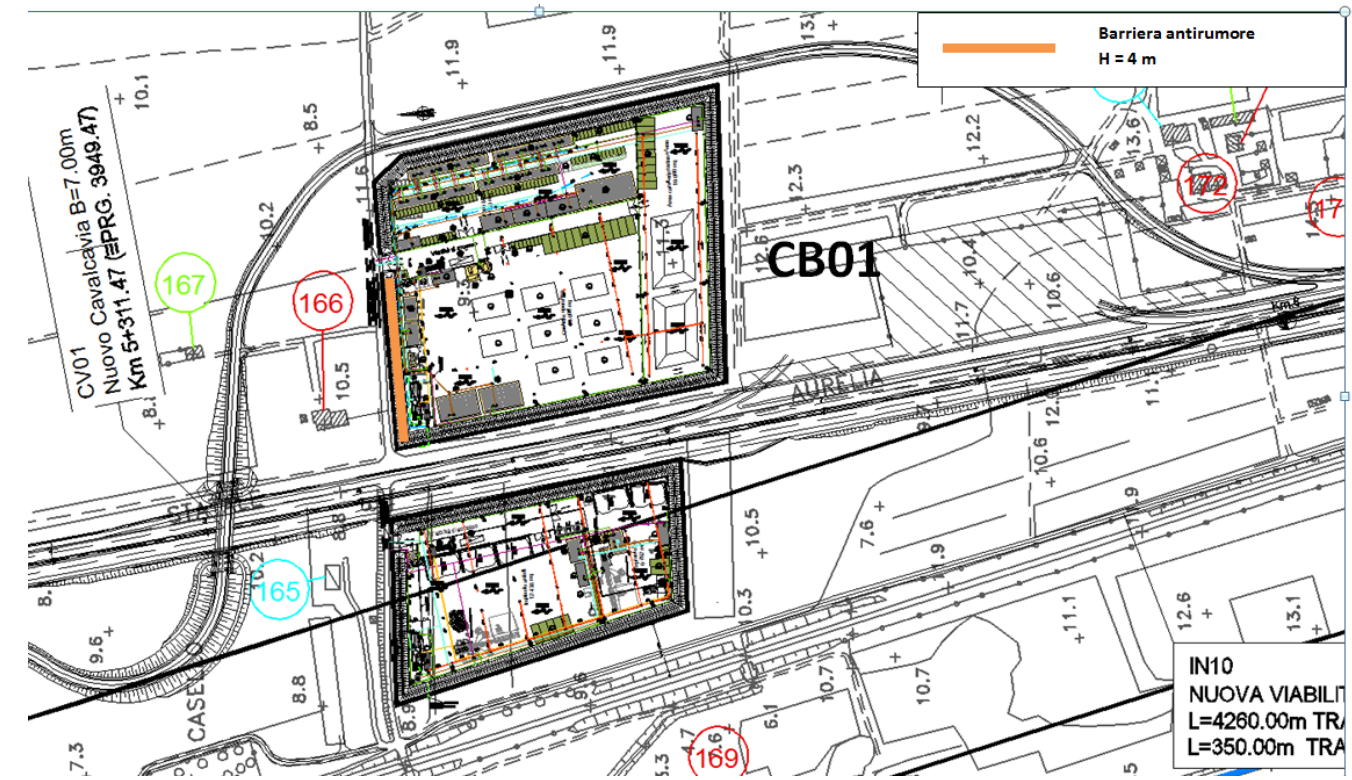


Figura 6.2 – barriera antirumore cantiere fisso.

Per ogni area di cantiere sarà prevista comunque, a maggior protezione dei ricettori, la collocazione di dune perimetrali in terra alte circa 2 metri.

Di seguito viene riportata la Tab. 6.12 Eccedenze di cantiere – Lotto 4 - Autostrada A12 in cui sono indicate: le progressive di riferimento dei ricettori coinvolti, la tipologia di cantiere, il comune di appartenenza del ricettore, la classe acustica del ricettore coinvolto, il limite di zona, l'identificativo del

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

ricettore di cui si prevede l'eccedenza, il livello sonoro prodotto dalle lavorazioni al ricettore<sup>16</sup>, Il livello sonoro residuo, il livello sonoro ambientale risultante, il valore del livello differenziale e gli eventuali interventi di mitigazione.

In merito ai valori del livello differenziale si evidenzia che in termini di livello sonoro ambientale, dato il livello sonoro residuo indotto dalla SS Aurelia<sup>17</sup>, il contributo dei cantieri comporta innalzamenti dei livelli sonori praticamente ovunque contenuti entro i limiti di norma.

Tabella 6.14 - Eccedenze di cantiere – Lotto 4 - Autostrada A12.

Progr. (Km)	Tipo cantiere	Comune	Classe Acustica	Lim. di zona dB(A)	Id.	Leq cantiere dB(A)	Leq residuo dB(A)	Leq amb. dB(A)	Diff. dB(A)	Int. Mitigaz.
-1+570	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	309	67,0	68,8	71,0	2,2	
-0+150	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	326	67,0	70,8	72,3	1,5	
-0+150	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	327	67,0	70,1	71,8	1,7	
0+050	Fronte lavori	Grosseto	III	60	001	61,3	62,5	65,0	2,5	-
0+050	Fronte lavori	Grosseto	III	60	002	61,7	66,5	67,7	1,2	-
0+050	Fronte lavori	Grosseto	III	60	003	61,7	65,6	67,1	1,5	-
0+050	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	008	67,0	72,2	73,3	1,1	-
0+100	Fronte lavori	Grosseto	III	60	009	61,7	64,9	66,6	1,7	-
0+450	Fronte lavori	Grosseto	III	60	015	61,3	60,4	63,9	3,5	-
0+900	Fronte lavori	Grosseto	III	60	022	61,3	65,8	67,1	1,3	-
1+150	Fronte lavori	Grosseto	III	60	023	60,8	60,5	63,7	3,2	-
1+600	Fronte lavori	Grosseto	III	60	032	62,8	62,0	65,4	3,4	-
2+000	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	039	67,0	63,6	68,6	5,0	B.F.P.M. <sup>18</sup>
2+000	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	040	67,0	66,3	69,7	3,4	B.F.P.M.
2+050	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	041	67,0	64,6	69,0	4,4	B.F.P.M.
2+150	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	043	67,0	68,5	70,8	2,3	B.F.P.M.
2+250	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	049	67,0	66,4	69,7	3,3	B.F.P.M.
2+300	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	050	67,0	67,5	70,3	2,8	B.F.P.M.
2+300	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	051	67,0	68,8	71,0	2,2	B.F.P.M.
2+250	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	046	71,5	72,6	75,1	2,5	B.F.P.M.
2+650	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	110	67,0	67,7	70,4	2,7	-
3+950	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	122	67,0	70,4	72,0	1,6	-

Progr. (Km)	Tipo cantiere	Comune	Classe Acustica	Lim. di zona dB(A)	Id.	Leq cantiere dB(A)	Leq residuo dB(A)	Leq amb. dB(A)	Diff. dB(A)	Int. Mitigaz.
4+200	Fronte lavori	Grosseto	III	60	144	60,8	62,4	64,7	2,3	-
4+350	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	149	67,0	68,3	70,7	2,4	-
4+350	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	151	69,8	66,7	71,5	4,8	-
4+600	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	156	67,0	68,3	70,7	2,4	-
5+400	Cant. Op. CB1	Grosseto	IV	65	166	67,0	69,7	71,6	1,9	H = 4 m; L=110 m; Lato=Nord
5+950	Fronte lavori	Grosseto	III	60	172	67,0	64,7	69,0	4,3	-
6+750	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	182	67,0	70,7	72,2	1,5	-
6+950	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	184	67,0	70,1	71,8	1,7	-
8+550	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	205	67,0	63,0	68,5	5,5	-
8+900	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	210	67,0	68,2	70,7	2,5	-
8+900	Fronte lavori	Grosseto	IV	65	214	67,0	69,5	71,4	1,9	-
11+950	Fronte lavori	Magliano in T.	IV	65	247	71,5	70,1	73,9	3,8	-
12+100	Fronte lavori	Magliano in T.	IV	65	244	67,0	67,3	70,2	2,9	-
13+100	Fronte lavori	Magliano in T.	IV	65	257	69,8	68,6	72,3	3,7	-
13+550	Fronte lavori	Magliano in T.	IV	65	308	69,8	65,4	71,1	5,7	-
14+200	Fronte lavori	Magliano in T.	IV	65	276	67,0	63,1	68,5	5,4	-
15+450	Fronte lavori	Magliano in T.	IV	65	287	71,5	67,4	72,9	5,5	-

<sup>16</sup> I livelli sonori sono relativi allo scenario senza mitigazioni e al piano più critico.

<sup>17</sup> Le lavorazioni per la realizzazione dell'infrastruttura stradale avverranno "sotto traffico".

<sup>18</sup> Barriere fonoassorbenti provvisorie mobili H=3 metri



## 7 VIBRAZIONI

### 7.1 Premessa

Le vibrazioni indotte da traffico gommato su infrastrutture viarie di nuova realizzazione, e pertanto prive di disconnessioni (in particolar modo se non in ambito urbano dove possono essere presenti caditoie o tombini), non sono significative (un ordine di grandezza inferiori ai limiti di norma); basta provvedere alla normale manutenzione. Pertanto non verrà analizzata la componente in fase di esercizio.

Lo studio descritto nella presente sezione ha per scopo l'illustrazione dei metodi adottati per la previsione dei livelli vibrazionali indotti durante la fase di costruzione delle opere. Tali livelli vengono confrontati con i limiti di normativa per ciò che riguarda l'effetto delle vibrazioni sugli individui e sulle strutture.

Il metodo previsionale dei livelli di vibrazione ha impiegato congiuntamente misure sperimentali e simulazioni numeriche. A partire dagli spettri di emissione dei principali macchinari di cantiere sono state eseguite delle simulazioni numeriche volte a definire l'effetto di tali macchinari in corrispondenza di ricettori (persone o edifici) posti nell'intorno del cantiere.

### 7.2 Normativa di riferimento

ISO 2631, Mechanical vibration and shock evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 1: General requirements, 1997.

ISO 2631, Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 2: Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz), 1989.

ISO 2631, Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 3: Evaluation of exposure to whole-body vibration in the frequency range 0.1 to 0.63 Hz, 1985.

ISO 4866, Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings, 1990.

ISO 4866, Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings, Amendment 1, Predicting natural frequencies and damping of buildings.

ISO 1683, Acoustics – Preferred reference quantities for acoustic levels, 1983.

UNI 9916, Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, 1990.

UNI 9614, Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo, 1990.

DIN 4150, Vibrations in building. Part 1: Principles, predetermination and measurement of the amplitude of oscillations, 1975.

DIN 4150, Vibrations in building. Part 2: Influence on persons in buildings, 1975.

DIN 4150, Vibrations in building. Part 3: Influence on constructions, 1975.

CEI 29-1 Misuratori di livello sonoro (conforme alla pubblicazione IEC 651), 1983.

### 7.3 Valutazione dell'impatto vibrazionale generato dalle attività di costruzione

#### 7.3.1 Grandezze e convenzioni adottate

La grandezza primaria per la valutazione degli effetti delle vibrazioni sulle persone è il livello di accelerazione espresso in dB come:

$$L = 20 \cdot \text{Log}_{10} \frac{a}{a_0}$$

dove  $a = \left[ \frac{1}{T} \int_0^T [a(t)]^2 dt \right]^{0.5}$  è il valore RMS (*Root-Mean-Square*) dell'accelerazione e  $a_0$  è il valore

dell'accelerazione di riferimento, pari a  $10^{-6}$  m/s<sup>2</sup> (ISO1683).

Gli spettri di vibrazione, nel campo di frequenze da 1 a 80 Hz, vengono rappresentati per terzi di ottava, con i valori centrali di ottava indicati nella seguente tabella:

Numero di banda di frequenza	Frequenza centrale [Hz]	Numero di banda di frequenza	Frequenza centrale [Hz]
0	1	10	10
1	1.25	11	12.5
2	1.6	12	16
3	2	13	20
4	2.5	14	25
5	3.15	15	31.5
6	4	16	40
7	5	17	50
8	6.3	18	63
9	8	19	80

L'attenuazione  $A$  del livello di vibrazione tra due punti A e B viene espressa come:

$$A = L_A - L_B$$

dove  $L_A$  e  $L_B$  sono rispettivamente i livelli di vibrazione, espressi in dB, valutati nei punti A e B. Attenuazioni negative si devono intendere come amplificazioni del segnale.

Al fine di valutare gli effetti delle vibrazioni sugli edifici la grandezza utilizzata dalla normativa (DIN 4150, ISO 4866, UNI 9916) è invece la *velocità di picco*, definita in termini di spettro al variare della frequenza.

### 7.3.2 Metodo seguito per la valutazione dell'impatto vibrazionale

La valutazione dei livelli vibrazionali indotti ai ricettori dalle attività di cantiere richiede la definizione di:

- Una serie di scenari di cantiere rappresentativi delle lavorazioni più impattanti dal punto di vista vibrazionale e relativo inventario dei macchinari;
- Uno spettro di emissione di ciascun macchinario di cantiere rappresentativo della variazione in frequenza dell'accelerazione indotta nel terreno ad una distanza di riferimento (*problema sorgente*);
- Una funzione di trasferimento che esprima, al variare della frequenza, il rapporto tra l'ampiezza di vibrazione al piede del ricettore in condizioni di campo libero e l'ampiezza dello spettro di accelerazione alla sorgente per ciascun macchinario (*problema di propagazione*);
- Una legge di combinazione degli spettri di accelerazione indotti al ricettore in condizioni di campo libero dai macchinari presenti nei vari scenari di cantiere ipotizzati.

Un'ipotesi sulla presa in conto dell'effetto della struttura degli edifici sul campo vibratorio determinato in condizioni di campo libero.

### 7.3.3 Scenari di cantiere

In relazione alle attività di cantiere previste per la realizzazione dell'opera in esame, sono stati individuati tre scenari di cantiere maggiormente significativi per il loro impatto in termini di vibrazioni sull'ambiente circostante. Tali scenari corrispondono alla realizzazione delle seguenti attività:

- realizzazione rilevati
- realizzazione trincee
- realizzazione viadotti.

Nella tabella 7.1 sono presentate le ipotesi prese a base delle elaborazioni.

*Tabella 7.1 - Scenari di cantiere analizzati.*

Scenario No.	Descrizione attività cantiere	Macchinari presenti
1	Realizzazione rilevato	Autocarri Escavatore Dozer rullo vibrante

Scenario No.	Descrizione attività cantiere	Macchinari presenti
2	Realizzazione trincea	Autocarri Escavatore Dozer Rullo vibrante
3	Realizzazione viadotto (Opere di attraversamento)	Autocarri Palificatrice Autobetoniere Escavatore Autogrù

Si sono considerate come sorgenti di vibrazioni le macchine operatrici mobili all'interno del cantiere. Si ritiene invece che gli impatti indotti dai macchinari fissi risultino meno significativi, in quanto possono essere prevenuti attraverso adeguati sistemi di smorzamento; inoltre la collocazione degli impianti viene studiata in modo che essi siano il più possibile lontani dai ricettori.

### 7.3.4 Spettri di emissione dei singoli macchinari

La valutazione dei livelli vibrazionali indotti ai ricettori dai macchinari, è stata condotta a partire dalla conoscenza degli spettri di emissione dei macchinari di cantiere rilevati sperimentalmente in studi analoghi. Tali spettri, misurati ad una distanza di 5m dalla sorgente vibratoria, sono stati riportati nella figura seguente.

Essi sono riferiti alla *componente verticale* dei seguenti macchinari:

- martello idraulico: Hitachi H50 (FH450LCH.3);
- escavatore cingolato: Fiat/Hitachi – Mod. FH 300 (in fase di scavo e carico autocarro);
- autocarro: Mercedes Benz 2629;
- dozer: Fiat/Hitachi – Mod. FD 175;
- rullo: Dynapac – FD 25
- Idrofresa: Rodio Hydromill

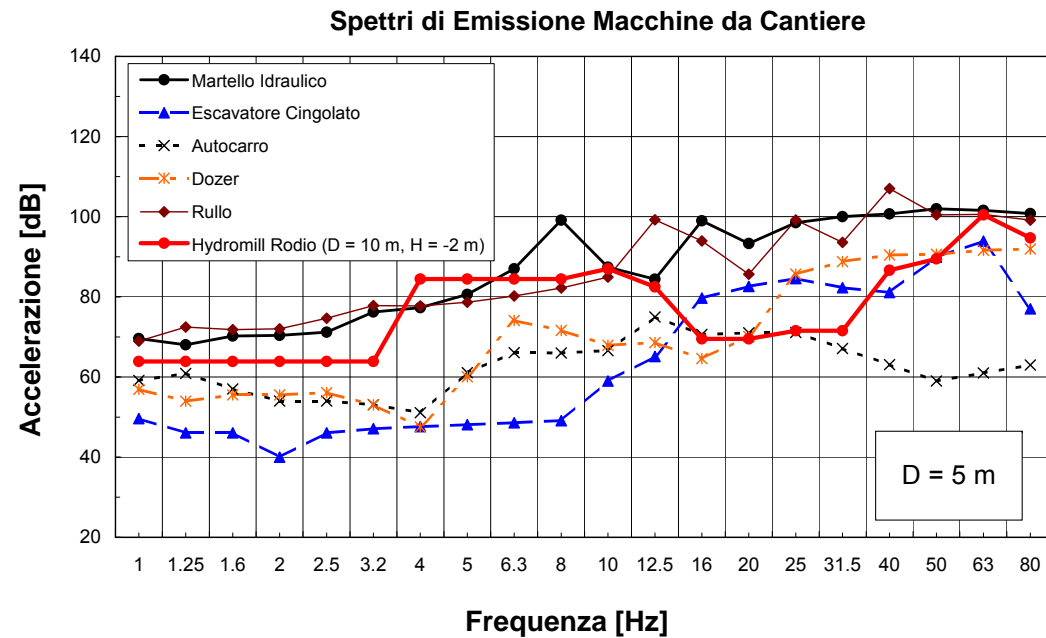


Figura 7.1 - Spettri di sorgente sperimentali dei macchinari da cantiere, misurati a 5 m di distanza dalla sorgente.

Come si evince dalla figura, il martello idraulico e il rullo compressore utilizzato nella realizzazione del rilevato, risultano i macchinari più impattanti dal punto di vista della propagazione di vibrazioni.

Per la palificatrice, impiegata per la realizzazione delle fondazioni delle pile dei viadotti, in mancanza di misure dirette, si è proceduto assimilando cautelativamente lo spettro di emissione a quello del martello idraulico.

Poiché gli spettri di sorgente sono noti solamente per quel che concerne la componente verticale, la componente orizzontale del campo di vibrazione è stata stimata assumendola, ad ogni frequenza, pari a 2/3 la componente verticale. Tale assunzione del rapporto tra le due componenti deriva dall'ipotesi di considerare il campo vibratorio costituito prevalentemente dalle onde di Rayleigh per le quali l'orbita descritta in superficie dalle particelle di terreno è un'ellisse retrograda il cui rapporto tra gli assi maggiore e minore è pari in un mezzo omogeneo a 1.5.

### 7.3.5 Caratterizzazione litologica del tracciato

In questo paragrafo, vengono illustrate le differenti litologie affioranti che si incontrano lungo l'asse del tracciato in progetto.

Il tracciato dalla parte iniziale fino al km 9+750, si sviluppa su un'alternanza di alluvioni terrazzate e sedimenti alluvionali attuali e recenti. Presente anche un piccolo tratto (da prog. -1+100 a prog. -0+850) di alluvioni fluviali recenti e attuali).

Dal km 9+750 fino al 9+800 il tracciato attraversa la formazione delle calcareniti con nummuliti (costituita da calcareniti compatte, calcari silicei e calcari marnosi) e dal km 9+800 fino al km 10+000 passa sopra una formazione complessa prevalentemente detritica ed in parte profondamente metamorfizzata (rocce scistose).

Successivamente, dal km 10+00 fino al km 14+500 circa, il tracciato attraversa alluvioni attuali e recenti.

Infine, dal km 14+500 fino a fine progetto, il tracciato interferisce con terreni limosi talvolta torbosi di ambiente lagunare o palustre.

### 7.3.6 Livelli di vibrazione risultanti ai ricettori

L'attenuazione di un campo vibrazionale con la distanza da una sorgente vibratoria, sia essa posta in superficie oppure all'interno di un mezzo, è principalmente funzione dell'effetto combinato di due fenomeni:

- *l'attenuazione geometrica*, legata al fenomeno di propagazione dell'energia vibratoria entro volumi di terreno crescenti con la distanza dalla sorgente. In un mezzo omogeneo essa è legata sia alla geometria della sorgente (puntuale, lineare, etc.), sia alle caratteristiche del dominio sede dei fenomeni propagatori (presenza di frontiere, discontinuità, etc.). L'attenuazione geometrica dipende poi dal particolare tipo di campo vibratorio studiato e si manifesta per esempio in modo diverso per le onde di volume rispetto alle onde di superficie o di interfaccia.
- *l'attenuazione materiale del mezzo*, legata alle caratteristiche dissipative del mezzo all'interno del quale avviene la propagazione di energia vibratoria, in questo caso il deposito di terreno. L'attenuazione materiale del mezzo è un fenomeno complesso risultante dalla interazione di diversi meccanismi, tra cui quelli ritenuti più importanti sono le perdite di energia di natura viscosa, per attrito tra le particelle di terreno e le dissipazioni dovute al movimento relativo tra fasi solida e fluida del terreno.

Il modello numerico messo a punto per la previsione dei livelli vibrazionali in campo libero (free-field) richiede la definizione delle caratteristiche di deformabilità e dissipative del mezzo attraverso cui le vibrazioni si trasmettono.

Tali parametri sono stati definiti sulla base della caratterizzazione geotecnica disponibile lungo il tracciato redatta sulla base delle informazioni desunte dalle indagini geognostiche.

### Modello previsionale

Il livello di vibrazione in corrispondenza di un ricettore ad una distanza "x" dal fronte lavori è pari al livello alla distanza di riferimento "x0", diminuito della somma delle attenuazioni che si verificano nel terreno tra x0 e x:

$$L(x) = L(x_0) - \sum iA_i$$

Il livello di base L(x0) è generalmente ricavato da misure sperimentali svolte in adiacenza ai fronti di lavoro a distanze comprese tra 5 m e 25 m.

**Attenuazione geometrica**

L'attenuazione geometrica per una sorgente di emissione si esprime come:

$$A_g = 20 \cdot \log_{10}((d+d_0)/d)^n$$

dove:

- d+d0 : distanza dall'asse della macchina operatrice
- d0 : distanza di riferimento
- n=0.5 per galleria, n=1 per tracciato di superficie

**Attenuazione del terreno**

L'analisi delle caratteristiche geolitologiche degli strati superficiali del terreno è finalizzata al riconoscimento dei parametri correlabili alla propagazione delle vibrazioni nel terreno. Le caratteristiche di propagazione delle vibrazioni nel terreno dipendono da:

- densità del mezzo;
- velocità di propagazione delle onde longitudinali, che è correlabile attraverso il coefficiente di Poisson alla velocità di propagazione delle onde di compressione;
- fattore di perdita.

I valori tipici di densità, velocità di propagazione e fattore di perdita, noti esclusivamente per alcune classi geologiche e in presenza di un ammasso omogeneo, sono riassunti in tabella seguente.

Tipo di terreno	Densità [T/m3]	Velocità di propagazione [m/s]	Fattore di perdita η
Roccia compatta	2.65	3500	0.01
Sabbia, limo, ghiaia, loess	1.6	600	0.1
Argilla, terreni argillosi	1.7	1500	0.2÷0.5

L'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno viene calcolata con la formula:

$$A_t = 4,34 \cdot \Omega \cdot \eta \cdot x/c$$

dove:

x : distanza dalla macchina operatrice

Ω : frequenza [rad.s-1]

η : coeffic. di assorbimento del terreno (fattore di perdita)

$$c = \sqrt{E/d}$$

c : velocità di propagazione dell'onda longitudinale nel terreno

E: modulo elastico

d : densità del terreno

**Attenuazione dovuta alle discontinuità del terreno**

L'attenuazione dovuta alle discontinuità del terreno può essere considerata in modo semplificato ammettendo che l'onda di compressione si sposti dal suolo "a" al suolo "c" e che incida perpendicolarmente alla superficie di separazione dei due mezzi:

$$A_i = 20 \cdot \log_{10}[(1 + d_c \cdot c_c / d_a \cdot c_a) / 2]$$

dove:

d<sub>c</sub>, d<sub>a</sub> = densità dei suoli "c" e "a"

c<sub>c</sub>, c<sub>a</sub> = velocità di propagazione nei suoli "c" e "a"

**Propagazione nelle strutture edilizie**

La propagazione delle vibrazioni negli edifici e la risposta di pareti e solai dipende dalle caratteristiche costruttive dell'edificio. Al fine delle valutazioni è importante separare due aspetti fondamentali del fenomeno:

- l'interazione suolo-fondazioni
- la propagazione nel corpo dell'edificio

Il primo aspetto è legato al fatto che la mancanza di solidarietà all'interfaccia terreno-struttura dà luogo a fenomeni dissipativi, configurandosi come un fenomeno favorevole. Detto fenomeno è perciò condizionato dalla tipologia delle fondazioni (fondazioni a platea, fondazioni su plinti isolati, pali di fondazioni, ecc.).

Nel caso di fondazioni a platea la grande area di contatto con il terreno determina una perdita di accoppiamento praticamente di zero dB alle basse frequenze fino alla frequenza di risonanza della fondazione.

Per le altre tipologie di fondazioni possono essere utilizzate curve empiriche che consentono la stima dei livelli di vibrazione della fondazione in funzione dei livelli di vibrazione del terreno.

La propagazione nel corpo dell'edificio è determinante sia per gli abitanti sia per le strutture in quanto i pavimenti, pareti e soffitti degli edifici sono soggetti a significative amplificazioni delle vibrazioni rispetto a quelle trasmesse dalle fondazioni.

In molti casi la risonanza delle strutture orizzontali può causare un'amplificazione delle vibrazioni nel campo di frequenze comprese tra 10 e 30 Hz. I problemi maggiori si verificano quando la frequenza di risonanza dei solai coincide con la frequenza di picco dello spettro di vibrazione del terreno.

### Accoppiamento terreno-edificio

La differenza tra il livello di vibrazione del terreno e quello delle strutture di fondazione è detta attenuazione per perdita di accoppiamento (coupling loss).

La Tabella 7.2 fornisce i valori sperimentali medi della perdita di accoppiamento in funzione della frequenza per fondazioni su pali nel terreno o su plinti di edifici in muratura, con o senza intelaiatura.

Per fondazioni a platea generale dato che la vibrazione della stessa può essere considerata simile a quella che si verificerebbe nel terreno senza la presenza della platea, la perdita di accoppiamento è zero alle basse frequenze fino alla frequenza di risonanza della platea.

Tabella 7.2 - Accoppiamento terreno-fondazione

Edificio Perdita di Accoppiamento [dB]	FREQUENZA C.B. 1/3 OTTAVA [HZ]														
	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
Edifici in muratura su pali nel terreno	5.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10	11	12	13	14	14.5	14.5	15	14
Edifici in muratura	12	13	13.5	14.5	15	15	15	15	14	13	13.5	13	12.5	12	11.5
Edifici con telaio in C.A. e muratura, plinti	10	11	11.5	12.5	13	13	13	13	12.5	12.5	12	11	9.5	8.5	8

### Attenuazione interpiano all'interno degli edifici

Le caratteristiche strutturali degli edifici che influiscono sulla propagazione delle vibrazioni trasmesse dal terreno alla fondazione vengono considerate composte da due componenti:

- propagazione da piano a piano;
- amplificazione degli orizzontamenti.

Le vibrazioni, prevalentemente verticali, in corrispondenza del sistema di fondazione dell'edificio si propagano verso l'alto con una attenuazione progressiva da piano a piano.

Tale attenuazione è fornita in Tabella 7.3 in funzione della frequenza per altezze di interpiano sino a 3.2 m e per 3 orizzontamenti.

Il primo orizzontamento connota la posizione di minima attenuazione che viene considerata nelle verifiche previsionali.

Tabella 7.3 - Attenuazioni interpiano

Piano	SPETTRO DI ATTENUAZIONE PER PROPAGAZIONE DA PIANO A PIANO (RE 10-6 M/S <sup>2</sup> ) [DB] FREQUENZA C.B. 1/3 OTTAVA [HZ]														
	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
1° ORIZZONTAMENTO	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-	-	-
2° ORIZZONTAMENTO	-4	-2	-2	-4	-5	-5	-5	-5.5	-6	-6	-6	-6	-	-	-
3° ORIZZONTAMENTO	-6	-6	-6	-6	-7	-7	-7	-7	-7.5	-8	-9	-9	-	-	-

### Amplificazione sui solai all'interno degli edifici

Per ciò che riguarda la propagazione delle vibrazioni nel corpo della struttura i problemi maggiori riguardano i solai: la vibrazione può essere amplificata in corrispondenza della frequenza fondamentale degli orizzontamenti, che dipende dalla luce del solaio e dalla loro tipologia costruttiva.

L'amplificazione dei solai spazia in un ambito che va da 5 dB per frequenze proprie di circa 20 Hz a valori limite di 20 dB per frequenze proprie di circa 40 Hz.

Le frequenze proprie degli orizzontamenti più diffusi si situano tra 10 Hz e 20 Hz. La frequenza propria di un solaio si può esprimere come:

$$f_{propria} = \sqrt{k/m}$$

dove "k" viene assunto approssimativamente come la rigidità per carichi concentrati in mezzera ed "m" come la massa della striscia di solaio considerata (il calcolo preciso proviene dalla risoluzione di un integrale di Duhamel). Aggiungendo l'ipotesi di sezione del solaio rettangolare e sostituendo i valori si trova:

$$f_{propria} = \sqrt{(r \cdot E \cdot h^2) / (12 \cdot G_{solaio} \cdot L^4)}$$

essendo r un coefficiente che assume valori compresi tra 48 per solai semplicemente appoggiati e 192 per solai perfettamente incastrati, E il modulo di elasticità del materiale, h lo spessore del solaio, G il peso specifico del materiale, L la luce del solaio.

Per controllare l'influenza dei vari parametri si può riscrivere l'equazione nella forma:

$$f_{propria} = \text{cost} \cdot \sqrt{r} \cdot \sqrt{(E/G)} \cdot h/L^2$$

Considerando dei solai classici in laterocemento, tipici delle tipologie costruttive presenti lungo il tracciato oggetto dello studio, si riportano in Tabella 7.4 gli spettri di amplificazione attesi per luci di 4 m e di 5 m. Le curve tabellate indicano che non sono attese amplificazioni per le componenti in frequenza superiori a 50 Hz.

Tabella 7.4 - Amplificazione solai

LUCE DEL SOLAIO	SPETTRO DI AMPLIFICAZIONE DEGLI ORIZZONTAMENTI (RE 10-6 M/S <sup>2</sup> ) [DB] FREQUENZA C.B. 1/3 OTTAVA [HZ]														
	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
luce da 4 m	1	4.4	16.5	4	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
luce da 5 m	2.5	20	1.2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Il calcolo dei livelli vibrazionali ai ricettori risultanti dalle configurazioni dei macchinari da cantiere previsti dagli scenari analizzati è stato condotto mediante la procedura seguente: gli spettri delle macchine da cantiere rilevati a 5 m di distanza sono stati assunti come spettri di sorgente. Per tali spettri è stata considerata un'attenuazione stabilita sulla base delle caratteristiche del substrato geologico interessato dal tracciato stradale.

I livelli vibrazionali a distanze crescenti dalla sorgente corrispondenti agli scenari analizzati sono dati dalla combinazione, frequenza per frequenza, degli spettri di vibrazione relativi alle singole macchine di cantiere. Come legge di combinazione degli spettri stata adottata la regola *SRSS (Square-Root-of-the-Sum-of-the-Squares)* che consiste nell'eseguire la radice quadrata della somma dei quadrati delle ordinate spettrali relative alle singole macchine.

Infine l'effetto delle strutture è stato stimato ipotizzando fondazioni senza pali e solai e luci standard.

### 7.3.7 Verifica rispetto ai valori di normativa

Al fine di valutare l'impatto vibrazionale sull'ambiente circostante conseguente alle attività di cantiere con la definizione di ricettore si intendono:

- la persona all'interno dell'edificio;
- l'edificio stesso.

Nella valutazione degli effetti di disturbo delle vibrazioni sulla persona la normativa di riferimento per la definizione dei livelli massimi ammissibili nelle diverse condizioni è la ISO 2631, recepita in modo sostanziale dalla UNI 9614, qui adottata (tabella 3).

I livelli massimi di vibrazione imposti per la limitazione del disturbo sulla persona sono più restrittivi di quelli relativi al danneggiamento degli edifici, riportati nella normativa UNI 9916 (derivata dalla ISO 4866).

### 7.3.8 Definizione del tipo di sorgente

Con riferimento alle vigenti normative, le attività di cantiere possono essere definite come *sorgenti di vibrazione intermittente*. Un ricettore adiacente all'area di cantiere è soggetto ad una serie di eventi di breve durata, separati da intervalli in cui la vibrazione ha una ampiezza significativamente più bassa (rumore di fondo).

### 7.3.9 Effetti delle vibrazioni sulle persone

La Normativa internazionale ISO2631, indicando come quantità primaria per la misura dell'ampiezza di vibrazione il valore R.M.S. (*Root-Mean-Square*) dell'accelerazione pesata in frequenza attraverso opportuni filtri, fissa i limiti di emissione di vibrazioni sull'individuo tramite curve base, definite nell'intervallo di frequenza da 1 a 80 Hz. Tali curve rappresentano i limiti delle ampiezze di vibrazione, considerando l'effetto sulla persona per quanto riguarda il comfort o in genere l'interferenza con le attività umane, in funzione della frequenza. A seconda del luogo in cui si trova l'individuo, della posizione dello stesso o del tipo di edificio, vengono assegnati opportuni moltiplicatori delle curve base riassunti nella Tabella 7.5. Gli edifici vengono suddivisi, con un criterio di sensibilità decrescente, nelle seguenti categorie:

- aree di lavoro critiche (camere operatorie ospedaliere durante l'orario di funzionamento, laboratori di precisione);
- aree residenziali;
- uffici;
- officine.

Una ulteriore distinzione viene fatta rispetto a vibrazioni in periodo notturno (dalle 22 alle 7) o diurno (dalle 7 alle 22). Si ottiene così una serie di curve, funzioni della frequenza, che rappresentano il limite di comfort riferito al livello di vibrazione in termini di accelerazione (valore R.M.S.), per diverse condizioni di luogo e ora.

Tabella 7.5 - Valore dei moltiplicatori delle curve base per diverse tipologie destinazioni di uso delle aree e periodo della giornata (ISO 2631).

Luogo	Ora	Coefficiente di moltiplicazione
Aree critiche	Giorno e notte	1
Residenziali	Giorno	da 2 a 4
	Notte	1.4
Uffici	Giorno e notte	4
Officine e laboratori	Giorno e notte	8

La Normativa UNI 9614 rispetto alla normativa ISO 2631, recepita peraltro in maniera sostanziale, permette di caratterizzare la vibrazione di livello non costante anche attraverso l'espressione del livello di accelerazione in dB:

$$L = 20 \cdot \text{Log}_{10} \frac{a}{a_0} \quad [1.3]$$

dove  $a$  il valore efficace R.M.S. dell'accelerazione sul periodo  $T$  di misura, e  $a_0$  il valore di riferimento.

Al fine di valutare l'effetto cumulativo di tutte le componenti di accelerazione per frequenze da 1 a 80, vanno introdotti opportuni filtri di ponderazione che rendano tali componenti equivalenti dal punto di vista della percezione da parte dell'individuo. Il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza  $L_w$  è fornito dalla relazione:

$$L_w = 10 \cdot \left( \text{Log}_{10} \sum_i 10^{L_{i,w}/10} \right) \quad [1.4]$$

dove  $L_{i,w}$  sono i livelli di vibrazione in accelerazione rilevati per terzi di ottava, ponderati in frequenza secondo i filtri in Figura 7.2.

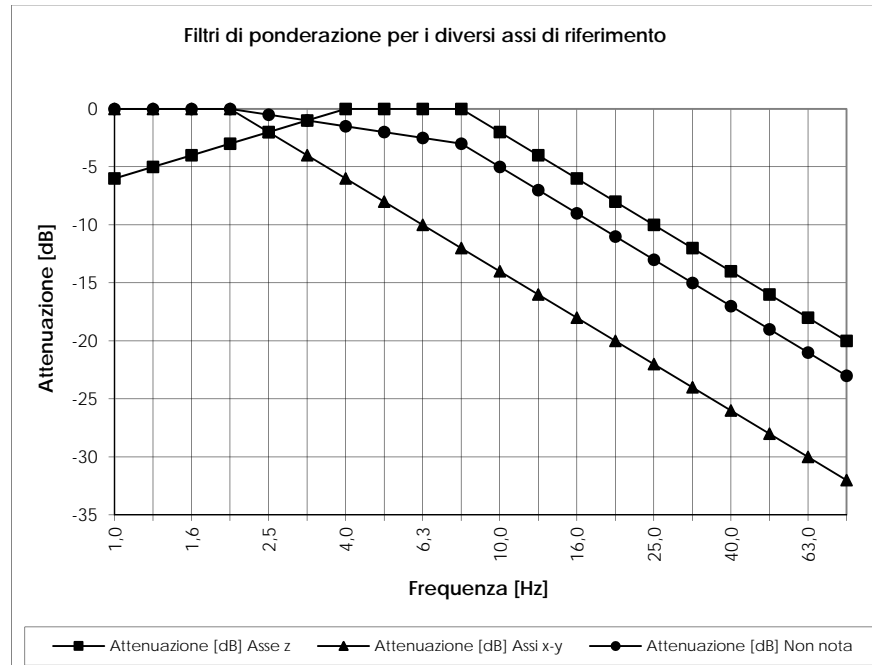


Figura 7.2 - Attenuazione dei filtri di ponderazione per diverse posture dell'individuo (UNI 9614)

Tabella 7.6 - Valori limite di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614).

Luogo	Accelerazione [m/s <sup>2</sup> ]	L [dB]
Aree critiche	3.3 * 10 <sup>-3</sup>	71
Abitazioni (notte)	5.0*10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni (giorno)	7.2*10 <sup>-3</sup>	77
Uffici	14.4*10 <sup>-3</sup>	83
Fabbriche	28.8*10 <sup>-3</sup>	89

### 7.3.10 Effetti delle vibrazioni sugli edifici

Il riferimento adottato per la verifica del livello di vibrazione indotto dalle attività di cantiere rispetto ai limiti di danneggiamento delle strutture, è al normativa UNI 9916. Tale normativa recepisce ed è in sostanziale accordo con la normativa internazionale ISO 4866.

In accordo con tali normative, l'effetto della vibrazione sulle strutture viene valutato in termini di velocità di picco (PPV, Peak Particle Velocity), misurata in mm/s. A seconda del tipo di struttura considerato vengono assegnati i valori limite della PPV in funzione della frequenza considerata, secondo quanto riportato nella tabella seguente (valori limite di vibrazione per effetti sugli edifici – UNI 9614)

Categoria	Tipi di strutture	Velocità di vibrazione alla fondazione in mm/s		
		Campi di frequenza [Hz]		
		< 10	10-50	> 50
1	Edifici utilizzati per scopi commerciali, edifici industriali e simili	20	20-40	40-50
2	Edifici residenziali	5	5-15	15-20
3	Strutture particolarmente sensibili alle vibrazioni, non rientranti nelle categorie precedenti e di grande valore intrinseco	3	3-8	8-10

### 7.4 Conclusioni

I livelli emissivi, in termini di accelerazione complessiva ponderata secondo gli assi combinati, considerando i filtri di ponderazione di Figura, risultano:

Macchina operatrice:	L (dB)
Palificatrice	101.7
Escavatore	80.8
Autocarro	76.6
Dozer	84.0
Idrofresa	92.5
Rullo	98.6

Con tali valori di accelerazione, i livelli di vibrazione attesi durante i lavori di realizzazione della infrastruttura stradale non sono tali da pregiudicare la stabilità degli edifici.

Fenomeni di *annoyance*, tuttavia, possono verificarsi per i residenti degli edifici ubicati in prossimità delle aree di cantiere. Come si evince, il limite normativo UNI 9614 risulta di essere di 77 dB (edifici residenziali - valore diurno), poiché non sono previste lavorazioni di notte. Considerando l'attenuazione del campo vibrazionale stimata sulla base delle caratteristiche del substrato geologico interessato dal tracciato stradale in esame, si ottiene in particolare, per le diverse tipologie di cantiere:

- Cantieri lineari per la realizzazione del rilevato o della trincea: disturbo a distanze inferiori a 25 m dalle macchine operatrici nel caso siano interessati terreni alluvionali.
- Cantieri per la realizzazione dei ponti: disturbo a distanze inferiori ai 35 m dalle macchine operatrici nel caso siano interessati terreni alluvionali.
- Cantieri lineari per la realizzazione del rilevato o della trincea: disturbo a distanze inferiori a 45 m dalle macchine operatrici nel caso siano interessati terreni rocciosi affioranti.
- Cantieri per la realizzazione dei ponti: disturbo a distanze inferiori ai 60 m dalle macchine operatrici nel caso siano interessati terreni rocciosi affioranti.

Da notare che la geometria considerata nei calcoli previsionali, in cui il fronte lavori è a minima distanza dalle fondazioni del singolo edificio, è rappresentativa della condizione di massimo impatto. In fase di allontanamento del fronte lavori i livelli di vibrazione risulteranno pertanto minori di quelli indicati.

Alla luce di quanto sopra esposto si ottiene la Tabella sottostante - Identificazione degli edifici soggetti a fenomeni di disturbo sottostante, ove sono riportate le seguenti informazioni: la progressiva di riferimento dell'edificio che subirà fenomeni di annoyance, la tipologia di cantiere che genererà il disturbo, il comune di appartenenza dell'edificio, l'identificativo dell'edificio disturbato, i piani fuori terra dell'edificio, la destinazione d'uso dell'edificio e la distanza dal ciglio dell'Autostrada o della nuova viabilità di progetto.

*Tabella 7.7 - Identificazione degli edifici soggetti a fenomeni di disturbo*

Progr. (Km)	Tipologia cantiere	Comune	ID	Piani f. t.	Destinazione d'uso	Distanza ciglio (m)
-0+570	Rilevato/trincea	Grosseto	309	2	Residenziale	25
-0+150	Rilevato/trincea	Grosseto	326	2	Residenziale	20
-0+150	Rilevato/trincea	Grosseto	327	2	Residenziale	20
0+050	Rilevato/trincea	Grosseto	008	2	Residenziale	20
2+250	Rilevato/trincea	Grosseto	046	1	Commerciale	10
3+350	Rilevato/trincea	Grosseto	121	2	Commerciale	25
3+950	Rilevato/trincea	Grosseto	122	2	Residenziale	25
4+350	Rilevato/trincea	Grosseto	149	2	Residenziale	20
4+350	Rilevato/trincea	Grosseto	151	2	Residenziale	20
4+600	Rilevato/trincea	Grosseto	156	1	Ricettivo	25
6+750	Rilevato/trincea	Grosseto	182	2	Residenziale	10
6+950	Rilevato/trincea	Grosseto	184	2	Residenziale	15
8+500	Rilevato/trincea	Grosseto	203	2	Residenziale	25
8+900	Rilevato/trincea	Grosseto	210	2	Residenziale	15
8+900	Rilevato/trincea	Grosseto	214	1	Residenziale	25
9+850	Rilevato/trincea	Grosseto	224	2	Altro (Casa cantoniera)	15
11+950	Rilevato/trincea	Magliano in Toscana	247	2	Residenziale	5
12+100	Rilevato/trincea	Magliano in Toscana	244	4	Residenziale	10
18+550	Rilevato/trincea	Magliano in Toscana	308	1	Commerciale	10

I fenomeni di disturbo, tuttavia, non sono tali da indurre preoccupazioni: essi sono stati infatti stimati con una modellazione che considera la sorgente di vibrazione costante, mentre in realtà essa risulta mobile ed ha comunque caratteristiche di limitata durata temporale. Durante la realizzazione del rilevato, difatti, la sola operazione che potrebbe dar luogo ad *annoyance*, è la compattazione del

terreno per mezzo del rullo vibrante, durante la realizzazione dei ponti la realizzazione dei pali di fondazione delle spalle.

Nel confronto dei risultati delle simulazioni con i limiti di vibrazione definiti dalla norma UNI occorre pertanto tenere presente che questi ultimi si riferiscono al caso di sorgente fissa, e sono quindi necessariamente più restrittivi di quanto la situazione esaminata può richiedere.

Per quel che concerne l'impatto vibrazionale valutato in termini di velocità di vibrazioni, queste sono ovunque basse e comunque tali da non causare danni alle strutture nell'intorno del cantiere, in quanto nettamente inferiori al valore assegnato dalla normativa UNI 9916/ISO 4866 per gli edifici residenziali.

Alla luce delle precedenti considerazioni, e tenuto conto che la trasmissione di vibrazioni al terreno costituisce un effetto collaterale difficilmente riducibile nelle attività di costruzione delle fondazioni profonde, non si ritengono necessarie particolari misure per la mitigazione delle vibrazioni indotte dai macchinari di cantiere. E' comunque prevista l'esecuzione di un monitoraggio in corso d'opera in corrispondenza dei ricettori più prossimi al cantiere al fine di caratterizzare l'emissione vibrazionale dei macchinari effettivamente impiegati ed individuare eventuali misure correttive, che potranno consistere, a seconda dei casi, in procedure operative od in prescrizioni circa i macchinari da impiegare.



## 8 PAESAGGIO

### 8.1 Premessa

L'articolazione della presente relazione è stata strutturata in riferimento ai seguenti atti normativi e legislativi e della pianificazione:

- DPCM 27.12.1988;
- Regione Toscana: L.R. 12 febbraio 2010, n. 10: Norme in materia di VAS, di VIA;
- Piano di Indirizzo Territoriale (PIT) con valenza paesistica della Toscana, approvato Deliberazione del Consiglio Regionale 27 marzo 2015 n. 37;
- Piano Territoriale di Coordinamento della provincia di Grosseto approvato con DCP n. 20 dell'11 giugno 2010;
- Piano Regionale Parco della Maremma approvato con Deliberazione del Consiglio Direttivo dell'Ente Parco Regionale della Maremma n. 61 in data 30 dicembre 2008;
- Piano Strutturale del comune di Grosseto approvato dal Consiglio Comunale con Delibera n.43 del 8/4/2006 e Variante al Piano Strutturale per adeguamento normativo, adottata con D.C.C. n.20 del 20/01/2011);
- Regolamento Urbanistico di Grosseto, adottato con D.C.C. n.143 del 20/12/2011 e successivamente con D.C.C. n.115 del 21/12/2015, con ulteriore aggiornamento del 03/02/2016;
- Piano Strutturale di Magliano in Toscana, approvato con delibera del consiglio comunale n. 30 del 21.06.2007 e Prima Variante approvata con delibera del C.C. n° 3;
- Seconda Variante al Regolamento Urbanistico e contestuale revisione quinquennale di Magliano in Toscana approvata in data 17/07/2014 con delibera del C.C. n. 18;
- Piano Strutturale di Orbetello approvato con Del. C.C. n. 16 nella seduta del 19/03/2007;
- Variante al Regolamento Urbanistico approvata con del. C.C. n. 34 del 22.06.2012;
- Norma UNI 11109 del 01/04/2004 "Linee guida per lo studio dell'impatto sul paesaggio nella redazione degli Studi di Impatto Ambientale";
- Convenzione Europea del Paesaggio, adottata dal Comitato dei Ministri della Cultura e dell'Ambiente del Consiglio d'Europa il 19 luglio 2000, ufficialmente sottoscritta il 20 ottobre 2000 (il documento è stato firmato dai ventisette Stati della Comunità Europea e ratificato da dieci, tra cui l'Italia nel 2006);
- D.Lgs. 22/01/2004, n. 42 – "Codice dei beni culturali e del paesaggio" e successivi aggiornamenti.

Lo studio ante - operam della componente Paesaggio è stato svolto definendo 3 livelli di analisi, specificatamente riconducibili ai seguenti aspetti principali:

- inquadramento e caratterizzazione del contesto paesaggistico;
- analisi dei vincoli paesaggistici e delle tutele intercettati dall'opera;
- caratterizzazione percettiva: strutture visive ed ambiti percettivi del paesaggio.

Al termine dell'analisi ante operam sono state analizzate le potenziali interferenze indotte dall'opera, funzionali all'individuazione dei possibili interventi di mitigazione.

A corredo dello studio ante operam sono state predisposti gli elaborati cartografici denominati "Carta dei caratteri del paesaggio" (elab. SUA 315) e "Carta della percezione visiva" (elab. SUA 316).

L'obiettivo principale dell'analisi è quello di comprendere i meccanismi di formazione e trasformazione della struttura territoriale e dei suoi caratteri tipo - morfologici e, nel contempo, di leggere le diverse preesistenze e persistenze, nel contesto di un quadro di interdipendenze morfologiche e funzionali.

Si è proceduto, pertanto, ad individuare l'insieme di segni ed elementi naturali e delle stratificazioni antropiche, armonicamente combinati tra loro, che consente di individuare i legami con lo spazio circostante; legami che garantiscono l'insorgere del senso d'appartenenza che assicura la permanenza e la conservazione di tali segni.

Tale dinamico sistema necessita però d'essere distinto ed interpretato secondo diversi tipi, riconducibili ad unità in grado di rappresentare e descrivere gli aspetti geografici del paesaggio nella loro espressione sia d'individualità territoriale che di iconemi, ossia unità elementari di percezione, come segno interno d'un sistema organico di segni, come parte che esprime il tutto o che lo esprime come funzione gerarchica primaria, sia perché elemento che meglio d'altri incarna il genius loci di un territorio sia perché riferimento visivo di forte carica semantica del rapporto culturale che una società stabilisce col proprio territorio (Turri, 1998).

La fase di caratterizzazione "paesaggistica" dell'ambito territoriale interessato dalla realizzazione dell'opera - verificata attraverso l'analisi di fotografie aeree e sopralluoghi, integrata con le analisi e indicazioni dei piani territoriali di livello regionale, provinciale e locale - ha rappresentato il fondamentale strumento di conoscenza e di descrizione "aggregata" dei caratteri fisici, socio - culturali e paesistici dell'ambito esaminato.

La necessità metodologica d'individuazione di questi elementi strutturali è essenzialmente finalizzata a rispondere a due tipi d'esigenze. La prima è di descrivere ed interpretare il paesaggio, inteso non come semplice sommatoria di elementi, ma come unità sistemica mutevole e dinamica, al fine di individuarne i caratteri e le valenze che possano evidenziare le potenzialità di trasformazione e di sviluppo. La seconda esigenza deriva dalla necessità di supportare ed organizzare il passaggio metodologico dalla

lettura/interpretazione alla restituzione/trasmissione dei significati e dei valori del paesaggio in funzione degli obiettivi assunti per la salvaguardia e la tutela del contesto territoriale.

Per quanto più specificatamente riferito all'aspetto della percezione visiva, va evidenziato che in generale, la realizzazione di un'infrastruttura altera le caratteristiche del territorio attraversato, determinando un impatto visivo su coloro che vivono nell'area o sono di passaggio. Ciò è dovuto al fatto che l'infrastruttura è un'opera umana inserita in un contesto naturale; quindi comprende elementi artificiali quali le diverse parti dell'opera, i materiali, l'illuminazione ed il traffico in movimento. Oppure, può risultare in contrasto con gli stessi caratteri antropici del paesaggio, consolidati lentamente nel corso dei secoli e divenuti parte integrante del paesaggio naturale. Di conseguenza, l'impatto visivo dipende dalle caratteristiche del paesaggio, naturale o antropizzato in cui l'opera si inserisce. Non è detto, tuttavia, che l'introduzione di un nuovo elemento nel quadro percepito debba essere considerato sempre un fattore negativo. Nel caso specifico il tracciato oggetto della presente analisi ambientale non rappresenta un intervento ex novo ma l'ampliamento di una viabilità esistente che, come si vedrà, nel seguito rappresenta un elemento storicamente presente sul territorio.

## 8.2 Descrizione dello stato della componente

### 8.2.1 Il contesto paesaggistico di riferimento

#### *Inquadramento generale*

Il tracciato del lotto 4 dello sviluppo complessivo di circa 16,4 km, a cui si aggiunge il Collegamento Funzionale di 1,34 km, si attesta per tutto il suo sviluppo all'interno della provincia di Grosseto (Regione Toscana) ricadendo nei territori comunali di Grosseto, Magliano in Toscana e di Orbetello.

il tracciato si colloca all'interno dell'ambito di paesaggio della "Maremma grossetana" e dell'ambito di paesaggio "Bassa maremma e ripiani tufacei". Per le indicazioni relative agli obiettivi dei piani regionali relativamente ai sistemi paesaggistici interessati si rimanda alla sezione A-Quadro di riferimento programmatico.

Di seguito si illustrano i caratteri generali distinti per ambiti in cui ricade il tracciato oggetto della presente analisi ambientale.

#### A. Maremma Grossetana

##### *Cenni storici*

Il Paleolitico inferiore non sembra essere attestato in area rosellano-grossetana, mentre nelle successive fasi paleolitiche sembra essere particolarmente frequentata la zona dei monti dell'Uccellina.

Lungo le pareti di roccia di queste colline si aprono infatti numerose caverne, molte delle quali conservano reperti che attestano antiche frequentazioni umane. Tre al momento sono i principali siti scoperti: la Grotta della Fabbrica (Paleolitico Medio e Superiore), la Grotta del Golino (Paleolitico Medio) e la Grotta dello Scoglietto (Eneolitico).

Con l'Eneolitico (dal 3.000 a.C. circa) si sviluppa la facies di Rinaldone, caratterizzata dalla tipologia vascolare dei "vasi a fiasco" e da abbondanti cuspidi litiche di freccia. I siti rinaldoniani sono numerosi, dal rosellano alle Colline metallifere, e la cultura di Rinaldone si evolve fino alla fase iniziale dell'età del Bronzo.

Dal 2.000 a.C. circa, si registra un incremento demografico: nascono numerosi insediamenti anche palafitticoli e si diffondono l'uso dell'aratro e i ripostigli di pani e oggetti metallici. Dal 1.700 a.C. circa si sviluppa la pastorizia e si attivano gli scambi con l'Egeo (rinvenuta ceramica micenea). Nella fase finale dell'età del Bronzo (dal 1.150 a.C. circa) o protovillanoviano, compare il rito dell'incinerazione e si torna a tesaurizzare il metallo.

Fra la fine dell'età del Bronzo e l'età del Ferro i villaggi fino a quel momento posti su aree naturalmente fortificate, vengono abbandonati a favore di luoghi di conformazione simile ma molto più estesi. Questo fenomeno è stato definito di protourbanizzazione, essendo all'origine delle maggiori città etrusche.

Durante il periodo Etrusco nasce Vetulonia, con ogni probabilità, dall'unione di due o tre villaggi corrispondenti alle necropoli note di età del Ferro, tutte di straordinaria ricchezza. Purtroppo, la mancata conoscenza delle fasi urbanistiche di età orientalizzante e arcaica (VIII-VI secolo a.C.) limita molto le possibilità di una completa e dettagliata ricostruzione. La nascita di Roselle parrebbe invece un'emanazione coloniale di Vetulonia o addirittura di Chiusi. Il processo di formazione della città in Etruria può dirsi compiuto in età arcaica.

Fra la fine dell'età orientalizzante e l'inizio dell'età arcaica le maggiori città etrusche mostrano la tendenza a procurarsi uno sbocco sul mare e a fondare insediamenti portuali. I porti di Roselle e di Vetulonia potrebbero essere stati sulle sponde del Lago Prile, vero e proprio carattere distintivo del paesaggio maremmano per un tempo lunghissimo.

Con il V secolo a.C., a seguito della battaglia di Cuma (474 a.C.), le rotte commerciali iniziano a gravitare sull'Adriatico. L'eliminazione sistematica dei centri intermedi da parte delle città etrusche potrebbe essere collegata anche a questa nuova situazione, che impone la disponibilità delle risorse e l'apertura o il potenziamento di vie commerciali con l'Etruria interna, per controbilanciare la perdita della precedente supremazia marittima.

Nel IV secolo a.C. le campagne riprendono a popolarsi. Piccoli abitati, o più spesso piccole necropoli, segnalano un ritorno all'insediamento sparso che nel secolo precedente si era rarefatto. Sempre in età ellenistica si verifica, in molti territori, la nascita di fortezze d'altura, centri in posizione strategica sulla costa o sui confini interni. Nella valle dell'Albegna presso Scansano, viene fondato il centro di Ghiaccio

Forte. La conquista romana di questa parte dell'Etruria si colloca fra il 294 (Roselle) e il 282 a.C. (Vetulonia). Se si escludono alcuni centri (Vetulonia, o Sovana nell'ambito 20 - Bassa Maremma). Gli interventi successivi da parte dei Romani portano ad una ristrutturazione profonda del paesaggio. Le acquisizioni delle città e le confische dei loro territori sono accompagnate dalla ridefinizione agrimensoria (centuriazione) delle campagne e dalla costruzione di due grandi strade (via Aurelia/Aemilia Scauri a partire dal 241 e via Clodia nel 181 a.C.) e di una rete viaria minore e di porti (fra cui Scabris Portus, presso l'attuale Puntone di Scarlino, immediatamente al di fuori dell'ambito).. Nel corso del II secolo a.C. cominciano a diffondersi ville a conduzione schiavistica. Sorgono nelle campagne nuove infrastrutture (le fornaci di anfore) e vengono potenziati strade e porti. Allo stesso tempo la piccola proprietà contadina legata alle colonie entra in crisi.

La guerra fra Mario e Silla all'inizio del I a.C. porta alla distruzione di Roselle e di Vetulonia.

La crisi delle ville schiavistiche porta, intorno al 100 d.C., a cambi di proprietà e di colture, mentre sulle coste si diffondono le ville marittime. Fra Nerone e Adriano gran parte della costa maremmana entra a far parte delle proprietà imperiali: è il caso della villa situata presso la insula Clodia, nel lago Prile (poi nota come Badia al Fango).

A partire dalla fine del II secolo d.C. l'insediamento nelle campagne si dirada e molte ville sono abbandonate. Si formano latifondi destinati a produzioni estensive mentre, a partire dall'età severiana, cominciano a manifestarsi i primi segni di impaludamento lungo la costa. I centri urbani decadono, con l'eccezione di Roselle, e i centri di popolamento più importanti diventano le grandi ville superstiti sovrapposte talvolta alle mansiones e ai porti: le troviamo attestate sia lungo le coste che nella valle dell'Ombrone, all'interno del territorio di Roselle.

Fra V e VI secolo l'area costiera è interessata dalla costruzione di fortezze legate alla resistenza bizantina contro i longobardi (fra le quali, forse, Roselle). Con il VII secolo gli ultimi resti dell'insediamento romano si disgregano.

Lontano dalla costa e spesso sulle alture, a partire dal VII-VIII secolo, si diffondono insediamenti aperti (curtes), piccoli villaggi e qualche casa sparsa; l'economia ha in questa fase carattere fondamentalmente silvo-pastorale, con limitate zone destinate alle attività agricole. Alcuni dei villaggi nati in questo periodo daranno poi vita a castelli o a centri maggiori, come Grosseto. Con il IX secolo si espandono in Maremma gli Aldobrandeschi, che organizzano i loro possedimenti in un comitatus. Fra XI e XII secolo si colloca il fenomeno dell'incastellamento, con la comparsa di castra sia di nuova fondazione, sia su precedenti villaggi o curtes. Allo stesso tempo acquistano sempre maggiore importanza monasteri e pievi, che diventano anche centri di aggregazione del popolamento. Alcuni grandi monasteri di questo periodo sono iniziative delle grandi famiglie feudali, come gli Ardengheschi che costruirono San Lorenzo al Lanzo (o Badia Ardenghesca) nella valle dell'Ombrone.

Questi avvenimenti segnano il definitivo fallimento dell'insediamento antico nella Toscana meridionale, anche nei suoi centri maggiori.

Con l'inizio del XIII secolo l'incastellamento raggiunge il suo massimo sviluppo, comprendendo tutti i centri oggi abitati e molti altri in seguito abbandonati.

Il Basso Medioevo è anche il periodo in cui si affacciano in Maremma gli Stati cittadini in espansione, entrando in contrasto con i detentori di patrimoni feudali, con le abbazie e con le comunità locali con ambizioni di autonomia.

Dopo quella trecentesca, una nuova crisi demografica ed economica colpì la Maremma, generalizzando fenomeni come: avanzata di acquitrini e malaria, impraticabilità delle strade, abbandono di castelli e contrazione di altri, inselvaticamento di aree agricole, disfacimento di case poderali, nonostante i tentativi di ripopolamento.

Siena aveva applicato una politica di stampo coloniale, che fin dal 1353 aveva riservato alla Maremma il ruolo di recipiente di pecore provenienti dall'Appennino: istituendo la Dogana dei Paschi (confermata dai Medici), aveva vincolato quasi tutto il territorio (boschi, incolti e coltivi) alle esigenze della pastorizia e l'aristocrazia senese si impadronì progressivamente delle aree residue; unici interventi furono il riassetto di fortificazioni, torri costiere e saline di Grosseto.

Con i Medici, la politica territoriale non mutò e si continuarono a sfruttare le risorse naturali (pascoli, saline, stagni e paduli), applicando un'anacronistica politica di rifeudalizzazione.

I Medici si accaparrarono vaste proprietà agricole (Pian d'Alma, Castiglione e Alberese), latifondi cerealicoli, dove si praticavano allevamento brado di bestiami transumanti, ceduzione delle macchie da parte di boscaioli e carbonai dell'Appennino, sfruttamento ittico delle zone umide da parte di pescatori di Fucecchio e Bientina.

Il granduca Pietro Leopoldo (1765-90) attuò un piano di bonifica e di riforme nel 1765, la Maremma iniziò a sfruttare appieno la risorsa terra, e favorire la ripresa demografica e socio-culturale delle desolate aree maremmane. Con l'affermazione del liberismo economico e con l'avvio della bonifica idraulica del lago di Castiglione. Il governo di Ferdinando III (1790-99) e la dominazione napoleonica (1800-14) comportarono un arresto della fase evolutiva dell'età illuministica.

Nell'età della Restaurazione (dal 1814-24) venne costruita la Via Aurelia da Grosseto al confine laziale. Occorre attendere Leopoldo II per parlare di "risorgimento maremmano": Nei possessi privati di Alberese (costituita fra 1831 e 1839) e Badiola (costituita fra 1833 e 1845), Leopoldo II offrì un esempio concreto di trasformazione del latifondo. Tale valorizzazione non ottenne i risultati sperati, a causa delle difficoltà idrauliche: le operazioni di bonifica degli anni '30 – colmata alla Badiola, con costruzione dei canali diversivi, e canalizzazione all'Alberese, con escavazione del canale essiccatore – contribuirono solo in minima parte al recupero delle terre acquitrinose.

In generale, venne rivitalizzata e potenziata la maglia viaria; si migliorarono le condizioni dei fatiscenti centri maremmani (acquedotti, fognature, cimiteri, lastrici); furono impiantati pinete domestiche sui tomboli costieri e filari di pioppi, platani ed eucalipti lungo i canali.

Negli anni '50, la bonifica rallentò. Dal 1859 subentrò il Governo Provvisorio di Ricasoli (1859-60): furono riprese le operazioni con la costruzione di cateratte automatiche alla foce degli emissari delle zone umide, ampliata la rete stradale rotabile (realizzazione via del Padule Castiglione-Grosseto per Ponti di Badia) e iniziata la ferrovia Livorno-Chiarone, ultimata nel 1863-64.

I risultati furono importanti: nel circondario di Grosseto 7448 ettari su 11.393 erano stati risanati con la colmata e altri terreni prosciugati con canalizzazione all'Alberese e Pian d'Alma.

Sotto il nuovo Stato unitario la mancata manutenzione delle opere esistenti provocò, in aree in parte risanate, l'ultima avanzata del paludismo e della malaria. Negli anni 1876-79 furono eseguiti lavori al diversivo d'Ombrone e fra 1892 e 1897 Ferdinando di Lorena risanò – temporaneamente – oltre 300 ettari di terreni nella tenuta di Alberese dove il Genio Civile, nel 1895, cominciò a scavare i vecchi scolmatori d'Ombrone.

Per tutto l'Ottocento, persistettero i tradizionali squilibri tra le "due Maremme": l'interno collinare (in parte guadagnato all'agricoltura promiscua e alla piccola azienda familiare) e la pianura costiera ancora poco popolata, preda di latifondo e paludiamo.

Le direttrici tirreniche (Aurelia/Emilia, aperta nel 1830 e ferrovia Livorno-Civitavecchia) e la ferrovia Grosseto-Siena (1867-70) innescarono sviluppo dei vecchi centri e gemmazione insediativa dal colle al piano con stazioni e borgate di strada. Grosseto, fino ad allora «una città senza cittadini», a partire dagli anni Cinquanta assunse configurazioni urbanistiche. Bisogna attendere il nuovo secolo perché si sviluppi l'appoderamento mezzadrile, specialmente nelle basse colline e pianure litoranee, con unità aziendali corredate per la prima volta di case coloniche isolate. Esempi sono: le aziende Andreini a Poggio Cavallo (Istia), Lorena a Badiola e Alberese, Ricasoli Corsini alla Grancia; Porciatti a S. Lorenzo; Guicciardini Corsi Salviati agli Acquisti di Montepescali; Concialini-Lizzeretti a Montepescali.

In contemporanea, tra Otto e Novecento, molti paesi dalle forme urbane medievali si accrebbero con espansioni esterne (Castiglione della Pescaia, Paganico, Scansano); mentre gli abitati sulle linee ferroviarie e viarie più importanti crebbero più rapidamente fra le due guerre (Montepescali Scalo-Braccagni, Sticciano Scalo e Grilli, Bagno di Roselle (accanto alle terme ricostruite nel 1822), Alberese (per sviluppo del centro aziendale passato nel 1923 all'Opera Nazionale Combattenti). Le realizzazioni di grande impegno tecnico-finanziario si collocano negli anni '20 e '30: ricostruzione della Grosseto-Istia-Scansano (con proseguimenti per Cinigiano e Manciano); rettificazione dell'Aurelia a nord e a sud di Grosseto fino al Chiarone (1928-30); ammodernamento delle vie delle Collacchie tra Marina di Grosseto e Follonica e della Grosseto-Montalcino; costruzione della "strada cilindrata" tra l'Aurelia al Lupo e Macchiascondona sulla Castiglione; ferrovie minerarie Grosseto-Arcille (in funzione fino al

1930), e stazione di Rispeccia-Baccinello (attiva fino al 1937), a servizio del bacino lignifero scansanese.

Con l'epoca fascista si ebbe la svolta: con il R.D. n. 3256/1923 sulle «bonificazioni dei paduli e dei terreni paludosi» e soprattutto con il R.D. n. 753/1924, noto come legge Serpieri, la bonifica si trasformava da operazione idraulica in riorganizzazione territoriale dei comprensori di grande interesse pubblico. Insieme con la cosiddetta legge Mussolini (n. 3134/1928) e il suo perfezionamento come Testo Unico n. 215/1933 fu riattivata l'opera bonificatoria e colonizzatrice con impegno tecnico-finanziario assai maggiori rispetto al passato.

Nella pianura grossetana, le colmate – dopo l'avvenuto prolungamento, nel 1924, del diversivo d'Ombrone e la costruzione della diga di Poggio Cavallo con il grande edificio di presa del Ponte Tura – continuavano in grande stile (su 3000 ettari di zone umide). Ad Alberese era stato aperto il canale collettore principale con altri fossi per circa 30 km e si stava lavorando all'argine dell'Ombrone. Nel 1928 vennero istituiti i consorzi di bonifica e da allora la bonifica espresse la sua efficacia, grazie al potenziamento dei canali e all'installazione di impianti idrovori.

Nella pianura grossetana a destra d'Ombrone, il consorzio realizzò canali allaccianti delle acque alte scolanti nella Bruna e nell'Ombrone, sistemò il basso corso della Bruna fino a Castiglione e i torrenti e canali Ampio, Valle, Squartapaglia e altri minori, costruendo: il monumentale ponte cateratte di Castiglione e vari altri grandi ponti su Bruna e Ombrone; strade rurali per circa 50 km; l'acquedotto del Fiora prolungato da Grosseto nella campagna per oltre 50 km.

Allo scoppio della guerra l'attuale griglia idrografica, come pure quella stradale, delle pianure maremmane era stata nelle sue grandi linee realizzata.

Ad Alberese, l'Opera Nazionale Combattenti (1926-1940) completò i lavori avviati dal Genio Civile, costruì strade, canali e l'acquedotto Grancia-Alberese e intensificò l'appoderamento, ciò comportò la drastica riduzione dell'allevamento brado e l'espansione delle colture arboree.

In generale, la dilatazione delle coltivazioni (nude e con viti e olivi) e l'ammodernamento tecnico-agronomico prodotti dall'appoderamento furono solo parziali, come dimostrano le vicende della "legge stralcio" sulla riforma agraria del 1950 che con gli espropri interessò praticamente tutte le grandi proprietà (appoderate e non). Negli anni '40, poche centinaia di proprietà occupavano circa il 70% della superficie agraria, in parte appoderata e solo il 4% era occupato dalle colture arboree specializzate (viti, olivi e alberi da frutta).

Contemporaneamente, si sviluppavano i centri turistici di Castiglione della Pescaia e Marina di Grosseto.

La città di Grosseto rafforzò il suo carattere urbano e negli anni '20-'30. Con la legge n. 841/1950, l'Ente Maremma provvide a espropri di terreni per lo più a seminativo nudo e a pascolo, assegnati a coltivatori. Il podere era dotato di insediamento stabile (casa colonica razionale con abitazione e

annessi rustici) ed era esteso in pianura e in alta collina, con una superficie media di 16 ettari. L'Ente si occupò poi di: trasformazione dei terreni mediante dissodamenti, piccole bonifiche idrauliche; costruzione del villaggio bracciantile di Rispecchia e di alcuni borghi rurali.

Dagli anni '50 si sono ribaltati l'assetto territoriale e la dinamica dei valori: il litorale si è caratterizzato come asse forte, con moderne attività produttive agricole e legate anche all'espansione turistica, terziaria, edilizia e industriale. Forti correnti migratorie hanno abbandonato l'interno per insediarsi sulla costa, a Grosseto, Castiglione e nei borghi lungo l'Aurelia.

Non tutti gli acquitrini sono scomparsi con la bonifica: i resti di alcuni sono stati salvaguardati dalle stesse difficoltà di prosciugamento e poi dal trattato internazionale di Ramsar del 1971 e costituiscono oggi oasi e riserve naturali protette (Diaccia Botrona di Castiglione, bozzi della Trappola e paduletti ricostituiti a sud della foce dell'Ombrone nel Parco Regionale della Maremma).

Nell'ultimo dopoguerra la Maremma è diventata sinonimo di natura incontaminata e selvaggia.

#### *Caratteri idrogeomorfologici*

Gli assi dominanti del complesso territorio dell'ambito sono rappresentati dalla costa e dal Fiume Ombrone. Sia la costa che le valli fluviali presentano un andamento articolato, segnato dai diversi sistemi di rilievo dell'ambito, dei quali costituiscono il collante. Gran parte della costa dell'ambito è bassa, prodotto dei fenomeni di subsidenza differenziale che tanta parte hanno avuto nella storia geologica del territorio. Solo in corrispondenza dei rilievi del Poggio Ballone – Gavorrano e dei Monti dell'Uccellina si ha una costa alta, rocciosa. Sia nella pianura principale, dell'Ombrone – Bruna, sia nel Pian d'Alma la costa bassa si presenta con la classica struttura di una costa subsidente. La fascia di Costa a dune e cordoni assume notevole profondità nella pianura principale, ed è seguita verso terra da aree di Depressioni retrodunali, in buona parte bonificate ma ancora ospitanti aree umide, in particolare la Diaccia Botrona, residuo della colmata dell'antico Lago Prile; in questo sistema sono presenti acque salmastre, sia in superficie che in profondità. Salvo che lungo l'Ombrone, la pianura costiera è formata da ampie aree di Bacini di esondazione, anch'esse dal drenaggio ristrutturato dall'uomo. Nel bacino della Bruna, particolarmente subsidente, questo sistema si estende molto nell'entroterra, proseguendo nell'ambito delle Colline Metallifere. L'origine del termine Maremma (dal latino maritima, o dal castigliano marismas, ossia palude) riassume in breve i caratteri strutturali di questo settore di territorio toscano affacciato sul mare, un tempo sede di acquitrini e paludi selvagge.

Sebbene il bacino dell'Ombrone abbia caratteri di maturità, la valle risente comunque di forti controlli strutturali; tre grandi soglie la dividono praticamente in quattro sezioni, di cui tre incluse parzialmente o totalmente nell'ambito. Dopo aver superato una prima soglia, il fiume scorre in una sezione di valle in cui segna il confine con l'ambito delle Colline senesi. Qui il fiume meandreggia attraverso un ampio Fondovalle; terrazzi pianeggianti di Margine inferiore si trovano in destra idrografica, e fanno parte

dell'ambito a valle della confluenza con l'Orcia. L'Ombrone supera quindi la soglia di Campagnatico con chiari fenomeni di sovrapposizione e antecedenza che lo portano a scorrere in una valle a V rettilinea, scavata nelle Unità Liguri. La successiva sezione di valle ampia, scavata nei sedimenti neo-quadernari, mostra in destra chiari segni di meandri abbandonati, probabilmente per azione antropica, ed ha caratteri di Pianura pensile. Dopo l'attraversamento della soglia di Istia d'Ombrone, il fiume sviluppa infine un completo sistema di forme di pianura. Sulla destra, una grande conoide a basso angolo, terrazzata, ospita Grosseto ed ha caratteri di Alta pianura; il corso procede con andamento fortemente meandriforme, e produce una fascia significativa di Pianura pensile che si spinge quasi fino al mare, circondata da Bacini di esondazione. L'Ombrone sfocia a mare formando un delta poco sviluppato, contraddistinto da tomboli sabbiosi e ampie depressioni umide che occupano le zone retrodunali.

Estese superfici terrazzate circondano la valle dell'Ombrone, testimoniando antiche pianure. Verso sud, i terrazzi si fondono con la base delle colline a formare superfici di Margine antiche, dove i suoli fortemente evoluti testimoniano la presenza di antiche dune e l'afflusso di depositi dalle colline; questo sistema è in relazione con analoghe aree situate sulla destra della valle dell'Albegna. Verso nord, i terrazzi hanno forme più pianeggianti, formando superfici di Margine inferiore, in continuità con la valle della Bruna, che hanno già richiesto opere di drenaggio in conseguenza della subsidenza.

I sistemi di rilievo che contornano le valli e le pianure dell'ambito sono particolarmente complessi, e appartengono a tre tipologie principali.

I rilievi più antichi sono resti delle prime fasi della formazione dell'Appennino; fortemente erosi e forse in parte riesumati, affiorano suddivisi in tre porzioni. All'estremità nord dell'ambito, si estende il termine meridionale della "Dorsale Medio-Toscana" che, modellata sulle formazioni metamorfiche del basamento, ha caratteri di Montagna antica sui terreni silicei del basamento al confine con l'ambito Colline Senesi, per poi addolcirsi nella Collina sui terreni silicei del basamento. Questo sistema ricompare, oltre la depressione di Paganico, nelle colline di Montepescali - Batignano; qui, il sistema si abbassa ulteriormente, e verso sud compaiono porzioni residue di calcari toscani, a formare frammenti di Collina calcarea separati da depositi alluvionali antichi e recenti, chiaro indizio della subsidenza. La terza porzione di antichi rilievi corrisponde ai Monti dell'Uccellina, divisi tra Collina sui terreni silicei del basamento, verso l'interno, e Collina calcarea verso il mare; anche qui, frammenti di Collina calcarea "annegati" da aree di Margine compagno nell'interno. Il paesaggio dei rilievi antichi è aspro e prevalentemente boscoso, solo nella zona di Montepescali i centri abitati si spingono sui bordi dei sistemi collinari.

Il secondo tipo di rilievi dell'ambito è invece recente, ed è legato agli eventi magmatici del Quaternario, raggruppati sotto la definizione di Provincia Magmatica Toscana. Il principale è il massiccio di Poggio Ballone, che rappresenta la parte meridionale della struttura nota come antiforme di Gavorrano, espressione superficiale di un grande duomo magmatico che non è mai emerso alla superficie.

Caratteristiche simili si ritrovano all'estremità nord-orientale dell'ambito, nella zona di Monticello., Qui si ritrovano la Montagna silicoclastica, la Montagna su unità da argillitiche a calcareo-marnose, la Collina a versanti dolci sulle Unità Toscane e la Collina sulle Unità Liguri, a versanti dolci o a versanti ripidi.

La maggior parte del territorio collinare dell'ambito ha caratteri più dolci, e risulta da processi di sollevamento recente meno intensi o di subsidenza differenziale, altrettanto recenti. Questo è particolarmente il caso della parte sud dell'ambito, un esteso territorio collinare costituito dalla dorsale di Scansano e dai suoi contrafforti, verso ovest e verso nord. Si tratta di un paesaggio unico di Collina a versanti dolci, in parte sulle Unità Liguri ma soprattutto sulle Unità Toscane. Le forme sono uniche, rappresentate da ampie superfici sommitali piatte, sensibilmente erose e dissecate nella dorsale ma raccordate da dolci ondulazioni altrove, risultato di una evoluzione profondamente diversa da quella che ha interessato queste stesse formazioni nella maggioranza del territorio toscano, e ancora in parte da chiarire. Si tratta di un paesaggio dominato dai seminativi, in parte trasformati in pascoli, con i boschi ristretti ai brevi versanti ripidi o ad aree la cui netta delimitazione indica specifiche condizioni storiche di proprietà e gestione. Gli insediamenti sono limitati, senza dubbio per la carenza di risorse idriche, e localizzati sulle sommità.

Altri significativi nuclei di Collina a versanti dolci si trovano tra Istia d'Ombrone e Batignano, nella zona di Campagnatico e tra la Dorsale Medio Toscana e l'Ombrone, con forme più tipiche.

I bacini neo-quadernari maremmani sono più frammentati che altrove, ma sono comunque ben rappresentati. Il più importante è il bacino di Cinigiano – valle del Trasubbie, con zone di argille dominanti verso nord e l'Orcia e zone di sabbie dominanti verso ovest e l'Ombrone. Aree di Collina dei bacini neo-quadernari seguono, in modo irregolare, la destra idrografica dell'Ombrone, mentre un'area compatta si trova sulla destra dell'Albegna, al limite meridionale dell'ambito. Le ampie estensioni di Collina dei bacini neo-quadernari a sabbie dominanti nel bacino del torrente Gretano, a valle di Civitella Marittima, sono costituite da depositi quadernari anche recenti, ma eccessivamente erosi per poter essere definiti come Margine.

All'ambito appartengono anche i piccoli isolotti delle Formiche di Grosseto, al largo della Bocca d'Ombrone. Costituite dal Calcarea Massiccio della Falda Toscana, le Formiche (Formichino, Formica Media e Formica Grande) costituiscono, assieme a Giannutri, la parte emersa della dorsale che separa il bacino di Punta Ala dal bacino dell'Uccellina. Le isole presentano sommità spianate dall'erosione marina e coste rocciose, in una manifestazione "marina" del sistema della Collina Calcarea.

Il territorio della Maremma Grossetana è condizionato dall'evoluzione paleogeografica delle aree pianeggianti e costiere con insediamenti prevalentemente in posizioni elevate. L'espansione nelle aree di pianura è avvenuta in seguito alle bonifiche.

L'attività mineraria ed estrattiva è stata storicamente una componente importante del paesaggio geomorfologico, ma è oggi ridotta ad attività residuali e testimonianze.

Il territorio dell'ambito, in conseguenza della sua struttura geologica, è articolato in un complesso mosaico di paesaggi, dove mare, collina e montagna si uniscono a creare un ambiente unico.

Alcune zone umide, conservano ancora caratteri originari del territorio maremmano, un tempo occupato dall'esteso lago Prile che si formò circa 12000 anni fa. Altri settori del litorale conservano memoria dell'evoluzione della costa come nel caso dei cordoni dunari a cavallo della Bocca di Ombrone, i più antichi dei quali all'interno del Parco dell'Uccellina. Ampie zone del territorio, soprattutto lungo la costa sono incluse in aree protette e parchi naturali. Il SIC – SIR. La fascia costiera è quasi completamente tutelata da siti di interesse regionale, comunitario o zone a protezione speciale: sono protetti ambienti di duna, zone umide, pinete, boschi costieri e pianure. I Monti dell'Uccellina presentano caratteri carsici di notevole bellezza e varietà: sono presenti doline e grotte che in alcuni casi hanno restituito reperti preistorici e rare specie faunistiche.

#### *Caratteri ecosistemici*

L'Ambito è assai vasto ed eterogeneo con una estrema diversificazione e ricchezza paesaggistica ed ecosistemica. L'ambito comprende un lungo sistema costiero a prevalenza di coste sabbiose e secondariamente rocciose, le pianure alluvionali costiere e interne (in particolare del Fiume Ombrone e del torrente Bruna) e le vaste matrici forestali e agro-pastorali dei rilievi che fanno da corona alla pianura di Grosseto (Monti di Tirli, M.te Leoni, rilievi di Casal di Pari, versanti occidentali del M.te Amiata, rilievi di Scansano e Murci e Monti dell'Uccellina).

Il sistema costiero comprende importanti complessi dunali (Cala Rossa e Portovecchio, Tomboli di Castiglione della Pescaia) e rocciosi (in particolare Punta Ala – Le Rocchette), in parte caratterizzati anche da elevati carichi turistici, spesso in connessione con le aree umide relittuali delle aree retrodunali, quali testimonianze di paesaggi costieri palustri scomparsi con le bonifiche (Padule della Diaccia Botrona, Padule della Trappola, Pian d'Alma).

Le aree costiere trovano continuità nelle pianure alluvionali retrostanti rappresentate dai vasti complessi agricoli della pianura di Grosseto, quest'ultima attraversata dai bassi corsi del Fiume Ombrone e del torrente Bruna.

La matrice forestale di sclerofille e di macchie mediterranee caratterizza gran parte dei rilievi dell'ambito, talora con relittuali presenze agricole. Queste ultime costituiscono un elemento dominante nei paesaggi agro-silvo-pastorali tradizionali dei vasti rilievi collinari e montani che si sviluppano tra Scansano e Murci.

Tutto l'ambito è attraversato da un ricco reticolo idrografico, con la presenza di ecosistemi fluviali di alto valore naturalistico, soprattutto nella loro componente di medio corso, con alvei larghi e ampi terrazzi alluvionali ghiaiosi a dinamica naturale (in particolare il sistema Trasubbie-Trasubbino, Melacce, Orcia e Albegna).

L'ambito caratterizzato da artificializzazione delle aree costiere e di pianura ed abbandono delle aree collinari e montane, presenta comunque alti valori naturalistici diffusi e alcune delle principali eccellenze ecosistemiche della Toscana: dagli ambienti costieri, in particolare dunali, agli ecosistemi fluviali, dalle aree umide ai paesaggi agro-pastorali tradizionali.

Nel paesaggio agricolo collinare e montano, pur in presenza di fenomeni di l'elemento dominante è ancora costituito dal permanere di ecosistemi agro-pastorali tradizionali estesi e di alta valenza naturalistica e paesaggistica, ben associabili a quelle che l'Unione europea definisce come aree agricole ad alto valore naturale. Nelle pianure invece sono dominanti le attività agricole, con diffusione di seminativi e colture orticole.

Inoltre la presenza di una densa rete idrografica di bonifica e di piccole aree umide di origine artificiale, l'attraversamento della pianura da parte di importanti ecosistemi fluviali e i ridotti livelli di urbanizzazione, oltre alla presenza di aree agricole stagionalmente allagate, consentono la permanenza di un discreto interesse naturalistico, testimoniato anche dalla presenza di buone densità per le specie di interesse conservazionistico (in particolare per gli uccelli). Una parte consistente delle pianure agricole della Bruna o dell'Ombrone sono infatti state inserite nelle aree umide censite annualmente per l'IWC (International Waterfowl Census), dall'organizzazione Wetland International.

Il territorio dell'ambito presenta inoltre generali dinamiche di abbandono di ex siti estrattivi e minerari, ancora in piena attività per le cave di Batignano, ma soprattutto per i numerosi siti estrattivi presenti lungo le sponde dei principali corsi d'acqua (in particolare del Fiume Ombrone). Queste ultime presenze accentuano le dinamiche di artificializzazione delle aree di pertinenza fluviale, in gran parte legate allo sviluppo di attività agricole fino alla vegetazione ripariale o all'alveo bagnato.

#### *Sistema insediativo ed infrastrutturale*

All'interno dell'ambito è possibile riconoscere almeno tre paesaggi:

- la valle dell'Ombrone, attraversata sul crinale ad ovest dall'ex SS223 (ora SP153, SP 64 e SP 140) di Paganico e sul crinale ad est dall'ex SS322 delle Collacchie (ora SP 159);
- la pianura costiera, dominata dall'insediamento di Grosseto e attraversata internamente dal corridoio infrastrutturale sub-costiero Aurelia-ferrovia, mentre il litorale è strutturato nel tratto da Grosseto a Follonica dalla SP158 delle Collacchie che connette gli insediamenti costieri;
- le colline dell'Albegna, con il sistema insediativo strutturato lungo la SS 323 che, partendo dalla valle dell'Albegna, si attesta sul crinale intercettando i centri di Magliano, Pereta, Scansano, Poggioferro, Murci, e raggiunge infine i centri e i castelli collocati ai piedi del Monte Amiata.

Il sistema insediativo che si affaccia sulla valle dell'Ombrone è costituito in prevalenza da borghi fortificati di matrice medievale, localizzati in posizione strategica sulla sommità o a mezza-costa dei

versanti affacciati sulla valle fluviale dell'Ombrone, sviluppati lungo i percorsi collinari con funzione originaria di controllo delle antiche vie di collegamento tra Siena e la Maremma.

Lungo la ex SS223, o connesso a questa da percorsi secondari, troviamo il sistema insediativo costituito dai borghi di: Pari, Casale di Pari, Civitella Marittima, Paganico, Montarsio, Batignano, Sasso d'Ombrone, Cinigiano, Montepescali e Poggi del Sasso. Lungo l'ex SS322 delle Collacchie (ora SP 159), si trovano: Istia d'Ombrone, Montorgiali, Pancole e Scansano.

La pianura, solcata dai canali costruiti per la bonifica, è strutturata storicamente dalla via Aurelia lungo il cui percorso sorge Grosseto, che si è sviluppata come centro urbano di riferimento dell'ambito, crescendo esponenzialmente a partire dagli anni sessanta e settanta. Gli altri insediamenti dislocati lungo l'Aurelia sono di origine relativamente recente: Braccagni divenuto centro nodale per l'economia della zona, e Ripescia, sviluppato nel corso del Novecento. Da Grosseto diparte la SP158 delle Collacchie che attraversa la fascia costiera fino a Follonica. Lungo tale percorso si sono sviluppati gli insediamenti costieri di Principina, Marina di Grosseto, Castiglion della Pescaia ed i moderni insediamenti turistici di Riva del Sole, Roccamare e Punt'Ala.

Sui rilievi posti a nord di Castiglion della Pescaia troviamo anche gli insediamenti di Vetulonia e Tirli.

Il sistema insediativo delle colline dell'Albegna è costituito da insediamenti urbani di origine medievale (rocche, edifici religiosi, castelli e borghi) compatti e arroccati sulle sommità dei versanti lungo la viabilità principale di crinale. In particolare lungo l'ex SS323 di Monte Amiata (ora SP 323 del Monte Amiata in provincia di Siena e SP160 Amiatina in provincia di Grosseto) troviamo: Murci, Poggioferro, Pereta e Magliano.

Dal confronto della struttura insediativa storica con quella attuale emergono trasformazioni contenute per quanto riguarda il sistema insediativo collinare, e più consistenti nella piana costiera.

Per quanto riguarda il sistema infrastrutturale la viabilità storica è ben conservata, e coincide prevalentemente con quella attuale, mantenendo nel contempo un elevato valore panoramico.

#### B. Bassa maremma e ripiani tufacei

##### *Cenni storici*

Le più antiche frequentazioni umane in Maremma risalgono a 500.000 anni fa (Paleolitico inferiore). Si tratta di poche attestazioni fra cui emerge il ritrovamento di 799 strumenti litici in località Montauto di Manciano. Nel corso della preistoria le testimonianze si fanno più numerose e si addensano nella valle del Fiora, nell'alta valle dell'Albegna, sul Monte Argentario.

Con l'Eneolitico o età del Rame si sviluppa in Maremma (dal 3000 a.C. circa) una delle varianti culturali più interessanti del periodo: la facies di Rinaldone. I siti rinaldoniani sono numerosissimi: dalla valle del Fiora alla zona del tufo, dal rosellano alle colline metallifere.

I lineamenti fondamentali del paesaggio etrusco storico iniziano a definirsi fra la fine dell'età del Bronzo e l'età del Ferro quando i villaggi, posti su aree naturalmente fortificate, vengono abbandonati a favore di luoghi di conformazione simile ma molto più estesi. Il fenomeno è stato definito protourbanizzazione, perché è all'origine delle maggiori città etrusche. Il caso più evidente è quello di Vulci (in provincia di Viterbo), collegato all'abbandono dei centri protostorici della valle del Fiora. Accanto ai centri maggiori, nell'VIII e soprattutto VII secolo a.C. nascono centri minori (Poggio Buco, Pitigliano, Sovana, Orbetello), talvolta sul sito di precedenti abitati protostorici.

Nell'età arcaica il processo di formazione della città in Etruria è compiuto. Vulci mostra una forte crescita economica e culturale: la città importava, produceva e smistava verso l'Etruria interna e settentrionale beni di lusso, mentre esportava nel Mediterraneo occidentale il vino prodotto nel suo territorio. Fra la fine dell'età orientalizzante e l'inizio dell'età arcaica le maggiori città etrusche mostrano la tendenza a procurarsi uno sbocco sul mare e a fondare insediamenti portuali: a questo periodo risalgono infatti le strutture portuali individuate nel centro storico di Orbetello e le tracce di frequentazione del porto di Talamone.

Con il V secolo a.C., a seguito della battaglia di Cuma (474 a.C.), le rotte commerciali iniziano a gravitare sull'Adriatico. L'eliminazione sistematica dei centri minori da parte di Vulci potrebbe essere collegata anche a questa nuova situazione, che impone la disponibilità delle risorse e l'apertura o il potenziamento di vie commerciali con l'Etruria interna, per controbilanciare la perdita della precedente supremazia. Nel V secolo, la ristrutturazione del territorio di Vulci si completa con la fondazione di un nuovo grande centro a circa quattro chilometri dalla foce dell'Albegna in località Doganella. Si tratta di un insediamento atipico per la sua enorme estensione (230 ettari, quasi il doppio di Vulci) con impianto urbano abbastanza regolare, tipico delle città di nuova fondazione, all'interno del quale sono compresi anche campi coltivati e pascoli. Nel IV secolo a.C. le campagne riprendono a popolarsi. Piccoli abitati, o più spesso piccole necropoli, segnalano un ritorno all'insediamento sparso che nel secolo precedente si era rarefatto.

La conquista romana di questa parte di Etruria fu attuata fra 294 (Roselle) e 280 a.C. (Vulci). Le città etrusche conquistate vengono costrette a trattati di alleanza estremamente punitivi, in cui è compresa la confisca di settori cospicui di territorio. Gli interventi successivi da parte dei Romani portano ad una ristrutturazione profonda del paesaggio. Le fondazioni della colonia di Cosa (273 a.C.), seguita nel 183 da Saturnia e intorno al 150 da Heba, sono accompagnate dalla ridefinizione agrimensoria (centuriazione) di buona parte del vecchio territorio di Vulci e dalla costruzione di due grandi strade (via Aurelia/Aemilia Scauri a partire dal 241 e via Clodia nel 181 a.C.) e di una rete viaria minore e di porti (in particolare il portus Cosanus). A partire dalla fine del II secolo d.C. l'insediamento nelle campagne si dirada e molte ville vengono abbandonate. Si formano latifondi destinati a produzioni estensive mentre,

a partire dall'età severiana, cominciano a manifestarsi i primi segni di impaludamento lungo la costa. I centri urbani decadono: Heba e Saturnia risultano abbandonate fra III e IV secolo d.C., mentre Cosa è ormai ridotta ad un centro di limitata vita civile.

Fra V e VI secolo la zona viene cristianizzata. L'area costiera è interessata dalla costruzione di fortezze legate alla resistenza bizantina contro i longobardi (Cosa, Talamonaccio), che non impediscono, fra fine VI e inizi VII secolo, la conquista completa di questi territori da parte dei Longobardi. Con il VII secolo gli ultimi resti dell'insediamento romano si disgregano. Le rovine delle ville vengono talvolta occupate precariamente da comunità di pastori; in questo periodo è inoltre dimostrata, per la prima volta, la presenza della malaria. Lontano dalla costa e spesso sulle alture, a partire dal VII - VIII secolo, si diffondono insediamenti aperti (curtes), piccoli villaggi e qualche casa sparsa; l'economia ha in questa fase carattere fondamentalmente silvo-pastorale, con limitate zone destinate alle attività agricole. Con il IX secolo si espandono in Maremma gli Aldobrandeschi, mentre la parte meridionale, rivendicata dal Papato, entra a far parte dei beni dell'Abbazia delle Tre Fontane di Roma. Il Basso Medioevo è anche il periodo in cui si affacciano in Maremma gli Stati cittadini in espansione, entrando in contrasto con i detentori di patrimoni feudali, con le abbazie e con le comunità locali con ambizioni di autonomia. Da est tenta a lungo di garantirsi uno sbocco sul mare Orvieto, che esercita la sua influenza soprattutto nelle valli del Fiora e dell'Albegna, fino a Capalbio e Orbetello, fra la fine del XII e gli inizi del XIV secolo.

Con il XII secolo inizia l'espansione in Maremma del Comune di Siena, che si affermerà definitivamente nel XIV secolo. I castelli maremmani vengono così, nel corso di circa un secolo (a cavallo fra XIII e XIV secolo), sottomessi, assediati, conquistati e qualche volta distrutti definitivamente (Ansedonia, Scerpena e Capalbiaccio). La Repubblica Senese non riesce infine nell'intento di unificare tutta la Maremma, la cui conquista, perseguita con tanta ostinazione, si è quindi rivelata un pessimo affare e ha avuto forse un peso decisivo nella crisi e nella successiva caduta di Siena stessa (1557).

Il territorio fino all'inizio del XIX secolo fu ripartito fra vari Stati, con condizioni amministrative differenziate. Pianure e colline costiere dei bacini Osa-Albegna, con Talamone, Orbetello e Argentario appartennero allo Stato Senese fino al 1555-57, quando, come Presidiosi di Orbetello, passarono alla Spagna (all'Austria nel 1708 e al Regno di Napoli nel 1736), fino all'annessione al Regno di Etruria (1801) e al Granducato (1814-15). L'interno collinare di Manciano e la costa capalbiese con Burano appartennero a Siena e dal 1555-57 al Granducato mediceo, con Saturnia ridotta a feudo Ximenes. La Contea di Pitigliano e Sorano (dal 1410 decurtata di Sovana e dei suoi comunelli, annessi a Siena) venne governata dagli Orsini che nel 1604-08 la cedettero ai granduchi, che l'amministrarono come feudo fino al 1783.



La giurisdizione feudale rappresentò fino al 1783 un forte ostacolo allo sviluppo di società ed economia locali e arretrato risultò l'assetto agrario e territoriale dei Presidios.

Nei Presidios, tra metà del XVI e inizio del XVII secolo venne creato un complesso colossale di fortificazioni, con rafforzamento della cinta bastionata di Orbetello e Porto Ercole (forti Filippo, Stella, Santa Barbara e Santa Caterina), la costruzione dei forti di Saline d'Albegna, Porto Santo Stefano e Burano e di torri costiere (Avvoltoio, Ciana, Cannelle del Monte nell'Argentario e Capo d'Uomo di Talamone). L'assetto paesistico - agrario dei Presidios fu ugualmente arretrato come quello della Maremma granducale e della Contea Orsini.

Il Rinascimento a Pitigliano e Sorano e nei centri minori della Contea vide la creazione di comunità ebraiche di artigiani, banchieri e mercanti, con erezione di sinagoghe e ghetti. Tra Sei e Settecento, si registrò una notevole caduta demografica e le comunità dei centri minori finirono con estinguersi nel corso del secolo XVIII. Nel Pitiglianese e Soranese, le coltivazioni intensive come i canapai (in appezzamenti lungo i corsi d'acqua) e le colture arboree di pregio (ulivi e soprattutto viti a vigna) erano presenti e tutelate dagli statuti; l'allevamento brado era praticato in incolti e boschi.

Gli Orsini poi i Medici controllavano quasi tutte le risorse agro-forestali; possedevano una vastissima proprietà, con centri aziendali a Montevitozzo e San Quirico, a conduzione diretta o con affittuari; pochi i poderi; terre e pascoli erano concessi in affitto. Nel corso dei secoli XVI-XVII i Conti e gli altri proprietari elargirono terreni a famiglie di agricoltori, con livelli e cessione al proprietario di parte dei raccolti. I contadini disponevano di diritti di pascolo e legnatico nelle terre boschive e incolte rimaste indivise. Tale sistema garantiva alla proprietà una rendita sicura e la esonerava da oneri e investimenti. Nei Presidios, la maggiore trasformazione territoriale dell'età moderna fu la creazione di Porto Santo Stefano che, nel primo Settecento, consisteva in poche abitazioni ai piedi del forte del primo Seicento e contava appena 200 abitanti. A fine secolo, il borgo attraeva corallari e pescatori soprattutto dal Sud d'Italia: gli abitanti salirono a 400 nel 1741 e ad oltre 800 del 1775.

Nell'età della Restaurazione (1814-24), lo Stato dei Presidi fu annesso al Granducato. Nel 1842 furono istituite nuove comunità: Monte Argentario (con distacco da Orbetello di Porto Santo Stefano e Porto Ercole) e Capalbio (nel 1960 con distacco da Orbetello: fino al 1842 aveva fatto parte di Manciano); nel 1928 le frazioni di Catabbio e San Martino da Sorano passarono a Manciano. Nel Pitiglianese-Soranese, le trasformazioni sociali, economiche, paesistiche e infrastrutturali favorirono crescita demografica, dilatazione dell'agricoltura e dell'appoderamento, ammodernamento della rete stradale.

Il litorale Orbetellano-Capalbiese non produsse invece trasformazioni di rilievo nel XIX secolo, tranne il potenziamento (anni '40 dell'Ottocento) dell'opificio di Pescia che ebbe però breve durata.

Il Genio Civile nel 1871-73 progettò di riarginare Osa e Albegna e la laguna di Orbetello per la quale si prevedevano tre bocche di comunicazione con il mare, aperte nel 1876-79 (Saline, Nassa e Ansedonia)

Tra Otto e Novecento ci fu una forte crescita che interessò oltre Orbetello anche Fonteblanda e Albinia sull'Aurelia.

Anche la Maremma orbetellana e dei tufi venne investita dalle trasformazioni della riforma agraria dell'Ente Maremma, con capillare diffusione di case isolate (o riunite in gruppetti di 3-4 nell'area "Sud-Aurelia" del Capalbiese), strutture cooperative (cantine e oleifici sociali, stabilimenti per la lavorazione e commercializzazione dei prodotti, caseifici); nuovi borghi rurali (Marsiliana, Carige e Polverosa nell'Orbetellano, Sgrillozzo nel Mancianese) dotati di consorzi agrari, spacci, chiese e scuole; nuove strade, elettrodotti, acquedotti e strutture per l'irrigazione.

Nella pianura costiera, l'inazione del governo lorenese in materia di bonifica venne superata dal governo ricasoliano che iniziò i lavori nelle zone umide. Nel 1859-1860, fu chiuso l'emissario di Fibbia per evitare che le acque d'Albegna entrassero in laguna; a Talamone fu scavato l'allacciante di Bengodi; a Camporegio fu approfondito il fosso Primo e a Burano sbarrata con diga la foce del lago. Tra Otto e Novecento, la crescita demografica fu alta: nei centri circondati da mura (Orbetello, Porto Ercole, Pitigliano, Sorano, Manciano) gli spazi vuoti vennero riempiti e iniziò l'espansione verso l'esterno. La crescita interessò pure gli abitati sulle linee ferroviarie e viarie più importanti, come Fonteblanda e Albinia sull'Aurelia. Il maggiore centro di scalo della pianura divenne la stazione di Orbetello, che si sviluppò dal 1910 attorno all'industria Montecatini impiantata nel 1907-08: l'insediamento aveva 138 abitanti nel 1921, ma l'espansione più forte si registrò durante il Ventennio. Ancora nel 1915, la realtà delle bonifiche appariva precaria. Tra le due guerre, la costruzione di nuove case d'agenzia (e l'ampliamento di altre esistenti) si moltiplicò soprattutto nelle pianure costiere. Mentre l'agricoltura guadagnava la piaga risanata da malaria e acquitrini (dei quali restavano esigui lembi oggi trasformati in zone umide a Orbetello e Burano), prendevano corpo i movimenti turistici nei centri di Porto Ercole, Orbetello e Porto Santo Stefano.

#### *Caratteri idrogeomorfologici*

L'ambito si estende tra i bacini idrografici dell'Albegna e del Fiora, in senso normale alla costa, con una ben definita stratificazione fisiografica. A nord - est, il territorio dell'ambito si appoggia alle propaggini dei rilievi montani dell'Monte Amiata, e include la parte meridionale del massiccio di Castell'Azzara, dai caratteri prevalenti di Montagna calcarea, con aree minori di Montagna silicoclastica.

Immediatamente a sud, in sinistra idrografica del Fiora, si estende il paesaggio tipico di questo ambito, il sistema di altopiani dissecati formato da una serie di coltri di flusso piroclastico ("tufi"), legate agli apparati del Lazio. I suoli sono Andosuoli, tipici suoli su substrati piroclastici dalle caratteristiche ottimali di fertilità e capacità di ritenuta idrica, senza per questo avere alcuna limitazione di drenaggio. Tra le montagne, il Fiora e i rilievi costieri si stende un paesaggio collinare molto complesso, formato da una serie di rilievi isolati, dalla forma prevalente di massiccio, ma anche di breve catena o piccolo altopiano.

Questa situazione è il risultato dei movimenti di subsidenza differenziale, di origine miocenica e ancora attivi, e di processi di erosione selettiva. Tutti questi processi sono stati modificati nel Quaternario dalle spinte endogene provenienti dalle due provincie magmatiche, la Toscana e la Laziale.

Importanti aree di collina sui terreni silicei del basamento sorgono dai confini con il Lazio fino a nord di Capalbio. La collina calcarea è molto estesa; importanti aree di collina su depositi neo-quaternari deformati sorgono tra Fiora e Albegna e sul versante destro della Val di Paglia. Verso la costa, sistemi di rilievi su formazioni antiche, antenati dell'Appennino, assumono chiara dominanza e una maggiore regolarità, sostenendo tratti di costa alta di grande valore paesaggistico. Sul continente, dominano i calcari toscani, a formare gli estesi sistemi di Collina calcarea del Monte Argentario, dell'Uccellina e dell'entroterra di Orbetello. Le forme, modellate dall'abrasione marina su una blanda anticlinale, sono però molto dolci. La costa è comunque alta, con falesie di altezza massima di circa 10 m e numerose insenature di pregio paesaggistico. I sistemi di Margine e Margine inferiore sono molto ben rappresentati, in relazione alla valle dell'Albegna, alle valli minori e alle pianure costiere, testimoniando l'intensa dinamica quaternaria del paesaggio.

I fondovalle sono numerosi ma non molto ampi. Quelli dei fiumi maggiori, Albegna e Fiora, hanno i caratteri tipici degli alvei naturalmente anastomizzati confinati da interventi antropici, con i relativi rischi idraulici. Nella parte finale, l'Albegna si allarga in ampi bacini di esondazione.

Gli ambienti costieri, in particolare, riprendono i caratteri tipici della Maremma; la costa a dune e cordoni tende ad essere poco profonda, ma va a costituire i due tomboli sabbiosi che chiudono la Laguna di Orbetello e rappresentano i collegamenti naturali tra Monte Argentario e terraferma. La laguna è il risultato di una lenta evoluzione; solo in tempi storici, con il completamento del tombolo della Giannella, è stato raggiunto l'assetto attuale. L'area è in parte tutelata dalle Riserve Naturali Statali "Duna Feniglia" e "Laguna di Orbetello Ponente".

A contraltare del sistema lagunare, il Monte Argentario, un complesso territoriale unico che si presenta come un promontorio compatto con costa a strapiombo sul mare. Lungo i principali corsi d'acqua (fiume Fiora e fiume Albegna) sono presenti forre incise in rocce calcaree o piroclastiche, e forme carsiche di particolare valore paesaggistico.

#### *Caratteri ecosistemici*

L'ambito è assai vasto ed eterogeneo con una estrema diversificazione e ricchezza paesaggistica ed ecosistemica. L'ambito comprende un esteso sistema costiero, con coste sabbiose e rocciose e con importanti lagune, le valli dei fiumi Albegna e Fiora, le vaste matrici forestali e agro-pastorali dei rilievi collinari e montani ed il caratteristico sistema di tavolati e gole tufacee di Pitigliano e Sorano.

Il sistema costiero comprende importanti complessi dunali (in particolare le dune di Burano e quelle del Tombolo della Feniglia) e rocciosi (Monti dell'Uccellina, costa dell'Argentario, isole del Giglio e di

Giannutri), in parte caratterizzati da elevati carichi turistici, in stretto rapporto con le lagune costiere di valore internazionale (laguna di Orbetello e lago di Burano).

Vasti paesaggi agropastorali tradizionali interessano il sistema collinare e montano interno, alternati a caratteristici poggi e rilievi calcarei con macchie e boschi di sclerofille e latifoglie e in continuazione con le zone tufacee di Pitigliano e Sorano, quest'ultime attraversate da un denso reticolo idrografico e da numerose gole e forre.

Tutto l'ambito è attraversato da un ricco reticolo idrografico, con la presenza di ecosistemi fluviali di alto valore naturalistico, soprattutto nella loro componente di medio corso, con alvei larghi e ampi terrazzi alluvionali ghiaiosi e a dinamica naturale.

Le zone costiere sono state interessate da processi di abbandono delle attività agricole tradizionali con perdita di caratteristici ed estesi terrazzamenti di versante, oggi in gran parte coperti da macchia mediterranea. La fascia costiera ha visto inoltre il permanere di una attività agricola prevalentemente a dominanza di seminativi e colture cerealicole, spesso mosaicata con le nuove strutture e funzioni turistiche e infrastrutturali. Nella zona costiera, permangono ancora importanti ecosistemi dunali e di costa rocciosa, associati ad ambienti lagunari di valore internazionale. Per la conservazione di tali aree e la loro gestione sostenibile si è sviluppato un articolato sistema di aree protette, dal Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano, al Parco Regionale della Maremma, alle Riserve statali della Duna Feniglia, del Lago di Burano e della Laguna di Orbetello, quest'ultima interessata, sull'intera superficie della laguna di levante, da una Riserva Naturale Provinciale e in parte da una storica oasi del WWF Italia.

Tale importante sistema di aree protette, integrato con un il sistema di Siti Natura 2000, ha consentito il permanere delle importanti emergenze naturalistiche.

I paesaggi agro-pastorali dell'interno hanno visto, negli ultimi decenni, una sostanziale permanenza, anche se interessati da opposti processi di parziale abbandono, soprattutto nelle zone montane più interne, di intensificazione delle attività agricole, nelle pianure e basse colline, e lo sviluppo di economie alternative legate al turismo termale e golfistico (zona di Saturnia) o all'industria energetica (diffusione del fotovoltaico nelle campagne di Montemerano).

#### *Sistema insediativo ed infrastrutturale*

Il sistema insediativo si è andato strutturando storicamente su due direttrici trasversali di origine etrusca che assicuravano i collegamenti tra la costa tirrenica e l'entroterra: la Strada Maremmana (ora SR 74) e, la Strada Amiatina (ora SR 323). Innestandosi sul collegamento longitudinale costiero, ricostituito in epoca moderna nel fascio Via Aurelia-ferrovia, vanno a strutturare il telaio su cui si organizza l'insediamento dell'ambito: un sistema a pettine con due assi trasversali che si dipartono dal corridoio costiero e si dirigono verso l'entroterra collinare.

La Via Aurelia, che deriva dall'antica strada consolare di epoca romana, seppure in origine legata ad

una dimensione territoriale proiettata su vasta scala, ricopre in questo ambito un importante ruolo strutturante a livello locale. La natura paludosa dei contesti attraversati ha comportato per lungo tempo l'abbandono di questa direttrice (documentato storicamente dal V secolo d.C., fino almeno alla metà del secolo XIX), in particolare per quel che riguarda i traffici commerciali e la lunga percorrenza, per i quali si continuò a preferire la via del mare, presidiata dal sistema delle fortezze costiere che costituisce tuttora elemento fondamentale e strutturante degli insediamenti, ed identitario del paesaggio marinaro. La perdita del ruolo di grande collegamento dell'Aurelia verso Roma (percorso ostacolato anche dalla dogana con lo Stato Pontificio), se da un lato ha originato la marginalizzazione e parziale isolamento dei sistemi insediativi della Maremma Meridionale protrattosi fino ai primi decenni del Novecento, ha d'altro canto supportato un cambio di ruolo per la strada, che ha costituito storicamente un forte segno ordinatore del sistema minuto di poderi e ville-fattoria che costellavano la piana e il pedecollina, combattendone l'impaludamento e la malaria, dalle fattorie quasi industriali dell'epoca romana tardo-imperiale, alle innovative esperienze di conduzione agraria delle tenute otto-novecentesche. La Via Aurelia ha dunque rappresentato fino ad oggi il principale asse strutturante del sistema insediativo e produttivo sub-costiero, in particolare nel tratto fra Fonteblanda e Capalbio, fino al confine con la regione Lazio ed oltre, ove in ampi tratti non è peraltro stato realizzato il raddoppiamento in carreggiate di tipologia autostradale e la strada costituisce la spina dorsale su cui si innesta direttamente la viabilità storica secondaria e vicinale.

A sottolineare il locale ruolo strutturante dell'Aurelia, le strade provinciali Pedecollinare e di San Donato corrono parallele alla grande strada sul lato entroterra, collegandosi ai piccoli centri rurali di Borgo Carige e San Donato Vecchio, mentre sul lato costa la strada provinciale Litoranea va a scandire il ritmico alternarsi di nuclei rurali e poderi.

Il ripristino del ruolo di grande collegamento interregionale e internazionale in direzione nord-sud del corridoio costiero, fra Roma e l'Europa nord-occidentale, è stato avviato con la costruzione della Ferrovia Tirrenica, la cui inaugurazione nel 1864 ha dato origine allo sviluppo di una serie di centri urbani in corrispondenza degli scali.

Su questo sistema di pianura si innesta lungo l'Aurelia la viabilità di collegamento con i porti. Il sistema insediativo dei paesaggi della bonifica struttura invece la piana costiera e le colline del primo entroterra: dai radi borghi medievali dei poggi prospicienti il mare, Capalbio, Marsiliana, Magliano, Montiano, si domina il sistema rurale della pianura, fino alla seconda metà del secolo XIX supportato da poche grandi tenute, legate principalmente all'attività pastorale e all'allevamento bovino ed equino. A partire dal Novecento le bonifiche hanno dettato le precise regole e ritmi dell'insediamento rurale, con le rete ordinata dei poderi e dei nuclei agricoli, pianificata geometricamente e scandita dal ricorrere di specifiche tipologie insediative ed edilizie, con alcuni servizi comunitari (scuole, parrocchie, uffici postali) e produttivi (cantina sociale, silos del consorzio agrario, officine meccaniche) che si

concentravano nei nodi maggiori della rete, costituiti dai borghi rurali principali. Le bonifiche degli anni '30 e ancora di più degli anni '50 hanno significato il passaggio dal paesaggio della Maremma storica - paesaggio di butteri e briganti, braccianti e carbonai, cavalli e mandrie di vacche allo stato brado, latifondi incolti con paludi e macchie malariche – al paesaggio dell'agricoltura irrigua estensiva e meccanizzata – paesaggio con una nuova popolazione di contadini veneti e abruzzesi e di pastori sardi, trattori e pesticidi, canali e pompe idrovore. Il ripristino della Via Aurelia nel corso del secolo XIX e parallelamente la realizzazione della ferrovia, danno origine ad un cambiamento nell'orientamento generale dei sistemi insediativi, con una crescente importanza della direttrice lungo costa, a scapito della viabilità storica di collegamento con le colline interne. Si assiste così per tutto il Novecento, con un ritmo più sostenuto a partire dagli anni Cinquanta, ad uno spostamento verso le pianure costiere bonificate dello sviluppo degli insediamenti produttivi, residenziali e soprattutto turistici, la cui rilevanza acquista grande peso nella seconda metà del secolo XX. Nel corso dell'ultimo secolo le attività economiche sulla costa, dopo un tentativo di sviluppo industriale si orientano decisamente al turismo. Nella piana subcostiera il raddoppio del corridoio infrastrutturale strada-ferrovia attuato con l'ampliamento a quattro corsie dell'Aurelia, secondo un processo alimentato anche dall'attuale progetto di corridoio autostradale tirrenico, ha contribuito a spostare progressivamente i pesi del sistema insediativo a valle, indebolendo le direttrici trasversali e congestionando e frammentando i delicati ambiti costieri, favorendo anche la proliferazione di capannoni artigianali/ commerciali di scarsissima qualità architettonica e paesaggistica.

### 8.2.2 Vincoli paesaggistici

Il tracciato del lotto 4 ed il Collegamento Funzionale si sviluppano lungo la sede della SS1 Aurelia; pertanto la maggior parte degli interventi previsti sono attuati all'interno della fascia di rispetto stradale. Per quanto attiene i vincoli paesaggistici (D. Lgs. 42/04) il tracciato attraversa:

- la fascia di tutela fluviale (art. 142 lett. c) del Fosso Rispecchia (km 1+500), del Fosso Migliarino (km 4+900) e del Fosso Carpina (km 8+800). Lambisce inoltre la fascia di rispetto del Collettore Occidentale (dal km 9+800 al km 12+800);
- porzioni di territori coperti da boschi (art. 142 lett. g) lungo diversi tratti del tracciato;
- parchi, riserve naturali e regionale (art. 142 lett. f). Parco della Maremma: area a Parco (dal km 10+900 circa al km 12+300 circa) e Area Contigua (per l'intera tratta di progetto);
- zone di interesse archeologico (art. 142 lett. m) nel tratto interessato dal Collegamento Funzionale del Lotto 4 (dal km -1+340 al km -1+400 circa);
- uso civico (art. 142 lett. h) nei comuni di Grosseto ed Orbetello;
- aree dichiarate di notevole interesse pubblico (art. 136) "Zona di Alberese ai piedi dei Monti

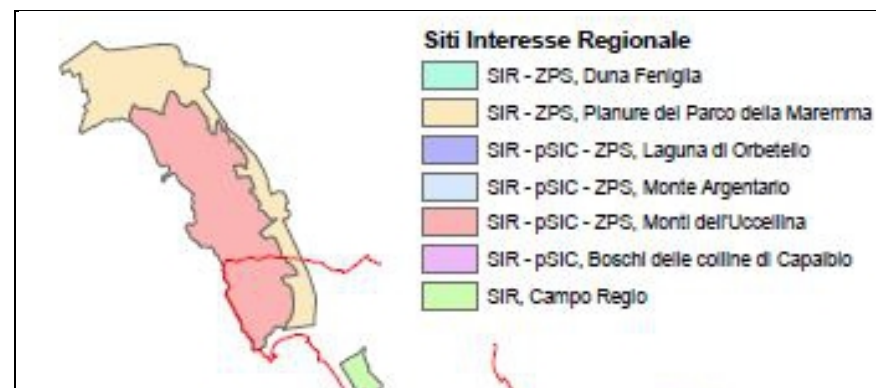
dell'Uccellina” (dal km 5+100 circa fino al confine comunale di Grosseto), Zona dei Monti dell'Uccellina compresa parte della limitrofa pianura” (per la parte di tracciato ricadente nel Comune di Magliano in Toscana) e “Zone costituite dalla pianura compresa tra il piede dei monti dell'Uccellina e la statale Aurelia nonché dalla limitrofa collina di Bengodi” (dal confine di Magliano in Toscana a fine progetto).

Per la graficizzazione dei suddetti vincoli si rimanda alla tavola “Carta dei vincoli e delle aree di tutela” in scala 1:10.000 – SUA105 facenti parte della Sezione A - Quadro di riferimento programmatico.

Per gli ambiti di vincolo paesaggistico è stata elaborata la Relazione Paesaggistica con riferimento a quanto indicato dal DPCM 12 dicembre 2005 “Individuazione della documentazione necessaria alla verifica di compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'art. 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42”.

Il territorio interessato dal progetto presenta aree incluse nella Rete Natura 2000.

Di seguito si riporta uno schema delle aree naturali protette.



Il progetto in esame interagisce per un tratto di circa 150 m. circa direttamente con il sito SIR/ZPS Pianure del Parco della Maremma IT51A0036, sito interamente compreso nel Parco Naturale Regionale “Maremma”.

Si segnala la presenza di un secondo sito più vicino al tracciato di progetto, costituito dal SIC/SIR/ZPS Monti dell'Uccellina IT51A0016, che interessa i rilievi dei Monti dell'Uccellina, che non viene interferito.

Inoltre dal km 9+800 circa fino a fine progetto, il tracciato affianca in alcuni tratti un **IBA** (*important bird area*) denominato “Monti dell'Uccellina, Stagni della Trappola e Bocca d'Ombrone” (IBA098). Tale area non viene intercettata.

Per i suddetti ambiti è stata elaborata una Valutazione di incidenza secondo specifica normativa vigente in materia, allegata al presente studio.

### 8.2.3 Caratteri paesaggistici dell'area di intervento

Nell'elaborato cartografico “Carta dei caratteri del paesaggio”, (SUA 322) in scala 1:10.000, sono rappresentati gli elementi caratterizzanti il contesto paesaggistico in analisi. In particolare sono stati considerati i seguenti parametri ambientali:

#### ELEMENTI AREALI DEL PAESAGGIO

- Tessuto insediativo
- Tessuto industriale
- Tessuto agricolo
- Boschi/Macchia
- Specchi d'acqua.

#### ELEMENTI PUNTUALI DEL PAESAGGIO

- Nuclei isolati ed edifici sparsi
- Aree estrattive, discariche e movimenti terra.

#### ELEMENTI LINEARI DEL PAESAGGIO

- Viabilità
- Ferrovia/Stazioni ferroviarie
- Elettrodotti
- Idrografia
- Filari di alberi
- Siepi arboree/arbustive.

#### AMBITI DI PAESAGGIO OMOGENEO (fonte: PIT Regione Toscana)

- Bassa Maremma e ripiani tufacei: Orbetello
- Maremma Grossetana: Grosseto,
- Maremma Grossetana: Magliano in Toscana.
- Identità Morfologiche territoriali (fonte: PTCP Grosseto).

Il tracciato di progetto si attesta in un ambito di pianura di bassa quota e di rilevante interesse agrario, interrotta, solo in parte, da piccoli rilievi collinari nel comune di Magliano in Toscana ed al confine del comune di Grosseto. Il territorio presenta un uso del suolo di tipo agricolo, a seminativo asciutto o irrigabile con presenza di vigneti, oliveti e sistemi colturali e particellari complessi. L'elevato uso agricolo è favorito dalla ricchezza del reticolo idrografico, presente nel territorio. Il paesaggio è ancor oggi fortemente caratterizzato dal frazionamento fondiario della riforma agraria; il frazionamento è presente sia nella parte pianeggiante, dovuta agli appoderamenti, sia nella parte collinare. Le aree urbane principali che gravitano vicino al tracciato sono rappresentate da Grosseto e Alberese. Il

disegno paesistico della piana bonificata si differenzia anche per la qualità storico-testimoniale e di pregio architettonico dell'assetto insediativo: la rete di manufatti e infrastrutture idrauliche, l'impianto di nuclei e aggregati rurali (distribuiti su percorsi a pettine), il sistema di fattorie storiche.

La viabilità principale è la S.S. Aurelia che corre parallela alla linea di costa, e che insieme alla linea ferroviaria rappresentano elementi di cesura tra la costa e la piana. con grave problema di cesura. Numerose sono le strade poderali ed interpoderali di servizio e di penetrazione, quasi ortogonali, a cui, in alcuni casi, sono addossate siepi arboree arbustive o filari alberati.

Il tratto iniziale del Collegamento Funzionale del Lotto 4 si colloca a confine dell'Anfiteatro di Monte Bottigli (Rilievi dell'Antiappennino) e la Piana della "Città" (Pianura Bruna-Ombrone), per poi proseguire per tutta la sua estensione, nella pianura Bruna-Ombrone (ambito della Bonifica Grossetana Pi.3.3 e ambito della Piana dell'Uccellina Pi.3.5).

Di seguito si riassumono gli elementi ordinari principali degli ambiti attraversati dal progetto (fonte: Piano Strutturale del comune di Orbetello: Approfondimento del paesaggio e PTCP Grosseto):

La Piana della Città (Pi3.2): "è connotata da un assetto agrario basato sul tipico "appoderamento a nuclei" dell'Ente maremma con fabbricati allineati lungo le strade ed avvicinati ai confini comuni dei fondi in modo che risultino a gruppi di due, tre o quattro poderi. Viabilità strutturata secondo una maglia geometrica quasi ortogonale di strade poderali ed interpoderali. Intensificazione colturale con specializzazione degli impianti arborei ed introduzione di coltivazioni erbacee industriali."

Anfiteatro di Monte Bottigli (R.7): "sistema di crinali collinari disposti secondo andamento "appenninico" in direzione" nord/ovest-sud/est compresi tra le aree pianiziali di Grosseto, Aberese e dell'Osa-Albegna. Rilievi modesti con morfologia dolce e arrotondata. Tra le alture emerge il Monte Bottigli, caratteristica formazione arenacea del Macigno. Rilievi caratterizzati da copertura forestale continua ed in parte da mosaici agricoli complessi con arboreti nei crinali ed aree a seminativo e/o prato pascolo, intercalati a nuclei boscati nei versanti più bassi. Viabilità risalente, talvolta, i versanti collinari per raggiungere fabbricati rurali. Presenza di filari di pini lungo le strade poderali ed interpoderali.

Bonifica Grossetana (Pi3.3): "Pianura costiera caratterizzata da sedimenti di transizione tra l'ambiente marino e l'ambiente continentale costiero, che vanno ad arricchire la matrice predominante composta da materiale di deposito alluvionale dei Fiumi Bruna ed Ombrone. A sud anse dell'Ombrone e relativa cassa d'espansione.

Maglia poderale geometrica scandita dai canali della bonifica, con una dotazione vegetazionale priva di elementi verticali (siepi). Gli insediamenti sono radi e di ridotta entità, la disposizione degli edifici poderali rispetta regole ricorrenti che prevedono di localizzare l'edificio in corrispondenza degli incroci (uno

ogni quattro). Prevalenza di colture cerealicole, oleaginose e foraggere. Viabilità strutturata secondo una maglia geometrica quasi ortogonale di strade poderali ed interpoderali cui sono addossate delle frangiventature.

La pianura dell'Uccellina (Pi3.5): "forma una fascia pianeggiante (compresa nell'area contigua al Parco Naturale della Maremma) che corre parallela alla costa all'interno dei Monti dell'Uccellina. Solo una piccola parte, al confine sud, fa parte del comune di Orbetello e prende il nome di Bonifica di Talamone. E' costituita da una zona di pianura di rilevante interesse agrario delimitata da colline che la cingono restringendosi verso la parte nord, così da creare un cuneo. La bonifica piuttosto recente di questa zona, prima paludosa, ha lasciato evidenti tracce nella scansione regolare dei canali. Nella piana coltivata a seminativi, con qualche vivaio di pini e cipressi, spiccano alcuni elementi notevoli, che segnano il paesaggio: gli argini rialzati dei canali, i ponti, le alberature lungo le strade, un viale di pini e rari casali nella parte nord.

L'area che si affaccia sul golfo di Talamone è una pianura caratterizzata dal paesaggio frazionato e regolare della bonifica; per lo più coltivata, essa presenta infatti una fitta rete, spesso ortogonale, di percorsi carrabili e canali irrigui. Consistente tessuto di piccole aziende a conduzione diretta.

Il paesaggio ordinato definito da un reticolo di strade e canali e dalla rigorosa geometria delle nuove maglie poderali. da un lato, viene considerato come riserva fondamentale per il settore agricolo, dall'altro come patrimonio storico di rilevante valore documentario con la necessità di salvaguardare gli elementi a memoria della bonifica. Valori storico-architettonici nella tenuta granducale ad Alberese, con la fattoria, i fabbricati di Spergolaia e i vecchi poderi mezzadrili."



### 8.2.4 Visibilità

L'analisi delle caratteristiche percettive e degli ambiti visivi è effettuata al fine di determinare la qualità percettiva dell'ambito paesaggistico di riferimento, delle condizioni e degli elementi di intervisibilità ed, eventualmente, di impatto visivo, indotte dall'opera in progetto.

Per lo studio delle condizioni di percezione è stato costruito l'elaborato cartografico "Carta della percezione visiva" in scala 1.10.000 (SUA 323) .

Gli elementi/parametri ambientali considerati nell'elaborato sono:

#### FATTORI DI DETRAZIONE VISIVA

##### Criticità lineare

- Ferrovia
- Viabilità
- Elettrodotto

##### Criticità areale

- Nucleo urbano
- Nucleo industriale

##### Criticità puntuale

- Nuclei isolati ed edifici sparsi
- Aree estrattive, discariche e movimenti di terra

#### ALTRI ELEMENTI

- Filari di alberi
- Siepi arboree/arbustive
- Aree boscate/Macchia

#### LUOGHI DI OSSERVAZIONE DELL'OPERA

- Fascia di visibilità
- Visuali dinamiche
- Visuali statiche

#### LUOGHI DI OSSERVAZIONE DALL'OPERA

- Visuali dinamiche

In considerazione dell'elevata presenza degli elementi a valenza naturalistica si evince che il livello di antropizzazione dell'area in cui il tracciato si inserisce è scarso. Non sono numerosi gli elementi che costituiscono dei fattori di detrazione visiva, ovvero rappresentano elementi che creano un disturbo percettivo alla visibilità e leggibilità e/o alterano negativamente lo stato dell'assetto scenico - percettivo del paesaggio circostante.

I fattori di criticità lineare rappresentano le detrazioni visive costituite da manufatti a sviluppo lineare che, nel presente caso, sono rappresentati dalla ferrovia Roma – Pisa dalla viabilità e dagli elettrodotti. I fattori di criticità areale sono rappresentati dai nuclei urbani e dai nuclei industriali.

Si individuano, inoltre i fattori di criticità puntuale rappresentati dai nuclei isolati e dagli edifici sparsi.

Al fine di determinare le condizioni di percezione degli interventi in progetto dalle aree esterne è stata considerata una fascia di visibilità di ampiezza pari ad un chilometro, ovvero 500 m su ogni lato del tracciato. Con tale fascia si intende un ambito visuale di "primo piano" ovvero l'area di osservazione

(compresa tra 0÷500 m) in cui si distinguono gli elementi singoli e si percepiscono fattori multisensoriali quali suoni e odori.

Come indicato nella descrizione dei caratteri del paesaggio una componente dominante dell'area interessata dagli interventi in progetto è rappresentata dall'utilizzo agricolo del territorio in un ambito prevalentemente di pianura. In considerazione dell'uso agricolo il territorio risulta punteggiato da una fitta rete di insediamenti distribuiti in nuclei ed insediamenti isolati di particolare pregio architettonico. L'attuale tracciato della via Aurelia rappresenta, insieme alla ferrovia, l'elemento infrastrutturale dominante a cui si accompagna la rete viaria di livello primario, secondario e locale che in molti casi si connette alla via Aurelia. La valenza degli elementi di carattere naturalistico è piuttosto evidente; numerosi sono le siepi arboree/arbustive e i filari alberati lungo le viabilità e non solo, oltre alle aree boscate e alle macchie arboree/arbustive, che rappresentano come indicato alcuni degli elementi salienti dell'area.

Al fine di valutare le condizioni di visibilità si considerano due parametri:

- *bersagli*. Sono i punti di osservazione principali da dove l'opera risulta in qualche modo visibile. Sono stati considerati:
  - punti di osservazione dinamica rappresentati dagli assi viari;
  - punti di osservazione statica, rappresentati dagli edifici posti nelle immediate vicinanze dell'intervento proposto.
- *Fruizione*. Si tratta di un indicatore che prende in considerazione la consistenza dei potenziali osservatori.

Vengono in quest'ultimo caso considerati i possibili fruitori del paesaggio, in relazione ai bersagli individuati. I fruitori sono rappresentati dalla popolazione locale, dai pendolari e dagli eventuali turisti. Questo elemento di valutazione intende qualificare le aspettative dei diversi fruitori, tenendo presente che la popolazione residente si aspetta qualità sceniche non inferiori a quelle cui è abituata, mentre i turisti ricercano e apprezzano paesaggi dall'elevata qualità scenica.

Relativamente alle condizioni di fruizione si osserva che i punti di osservazione dinamica sono rappresentati dalla viabilità principale. Si tratta di una fruizione di carattere celere senza possibilità di sosta; va considerato che tale possibilità di fruizione è attribuibile anche alla viabilità di livello secondario e locale (non rappresentata nella "Carta della percezione visiva"), in tal caso la fruizione risulta legata principalmente ai residenti o ai fruitori del territorio agricolo.

I punti di osservazione statica si riferiscono principalmente all'edificato (nuclei o insediamenti isolati) posti nell'immediato intorno o a ridosso del tracciato della via Aurelia; la fruizione è limitata agli abitanti dell'insediamento o a coloro che operano all'interno.

A completamento dell'analisi di visibilità sono stati, inoltre individuati i punti di osservazioni percepibili dall'opera: si tratta di punti di osservazione dinamica da cui risulta possibile percepire il contesto paesaggistico posto al contorno del tracciato stradale.

L'Aurelia infatti viene considerata come un percorso panoramico, è un luogo dinamico, un caposaldo percettivo, idoneo all'esperienza visuale della rilevanza estetica di ampie porzioni di paesaggio e come tale fattore di identità

### 8.3 Definizione degli ambiti di sensibilità paesaggistica

La metodologia di valutazione richiede di assegnare agli ambiti di paesaggio individuati un livello di sensibilità che è stato stabilito in base alla qualità e alle caratteristiche degli elementi che lo costituiscono. Per ambiti di paesaggio si intendono quelli individuati dal piano territoriale regionale ovvero:

- l'ambito di paesaggio della Maremma Grossetana, per quanto attiene il tratto di progetto dal km 0+000 al km 9+720 circa ricadente nei territori comunali di Grosseto e di Magliano in Toscana e l'ambito di paesaggio della Bassa Maremma e Ripiani Tufacei, per quanto attiene il territorio del comune di Orbetello.

Tale livello è stato assegnato a seguito della valutazione dei dati raccolti durante i sopralluoghi in campo, attraverso l'esame della bibliografia di settore disponibile e attraverso la lettura analitica delle ortofoto e della cartografia.

La classificazione dei ricettori in base al livello di sensibilità è stata eseguita in base alla seguente scala di valore:

- B = Basso
- M = Medio
- A = Alto
- E = Elevato

Di seguito si riporta il valore di sensibilità assegnato ad ogni ricettore:

RICETTORE	LIVELLO DI SENSIBILITA'
Paesaggio della Maremma Grossetana	Medio
Paesaggio della Bassa Maremma e Ripiani Tufacei	Basso

La realizzazione dell'infrastruttura originerà quindi tipologie di impatto diverse a seconda della sensibilità del ricettore.

## 8.4 Metodologia di valutazione post operam

La metodologia di valutazione si articola in tre fasi e conduce alla formulazione di un giudizio sull'entità degli impatti determinati sulla componente paesaggio dalla realizzazione del nuovo corridoio infrastrutturale.

### 1. Prima fase di valutazione: individuazione delle tipologie di impatto

La valutazione delle caratteristiche specifiche di ogni ricettore (Ambito di Paesaggio) ha consentito l'individuazione delle tipologie di impatto per la componente paesaggio.

L'interferenza dell'infrastruttura con la componente paesaggio determina, a seconda del ricettore interessato, diverse tipologie di impatto.

Di seguito si riporta l'elenco dei ricettori e ambiti (TI) individuati lungo il tracciato in studio:

- TI 0: C0 - Interferenza con Zone di interesse archeologico vincolate, Parchi e riserve naturali o regionali, siepi arboree/arbustive, nuclei isolati – Grosseto (km – 1+340-km -0+400, km -0+800-0+200),
- TI 1: C1 – Interferenza con siepi arboree/arbustive, nuclei isolati, Fascia di rispetto Fiumi, torrenti e corsi d'acqua, Parchi e riserve naturali o regionali e Foreste e boschi vincolati, strada panoramica (SP DI MONTIANO N.16) – Grosseto (km 1+000-km 2+000)
- TI 2: C2 – Interferenza con Foreste e boschi vincolati, Parchi e riserve naturali o regionali - Grosseto (km 2+500),
- TI 3: C3 – Interferenza con nuclei isolati, Parchi e riserve naturali o regionali, Foreste e boschi vincolati – Grosseto (km 4+000-km 4+700),
- TI 4: C4 – Interferenza con Fascia di rispetto Fiumi, torrenti e corsi d'acqua vincolati, Parchi e riserve naturali o regionali, filari d'alberi, siepi arboree/arbustive, nuclei isolati – Grosseto (circa km 4+900-km 5+800),
- TI 5: C5 – Interferenza con siepi arboree/arbustive, nuclei isolati, Parchi e riserve naturali o regionali, Foreste e boschi vincolati, Fascia di rispetto Fiumi, torrenti e corsi d'acqua vincolati – Grosseto (km 7+700- km 8+000)
- TI 6: C6 – Interferenza con nuclei isolati Parchi e riserve naturali o regionali,– Grosseto (circa km 8+500- km 9+000)
- TI 7: C7 – Interferenza con nuclei isolati e Foreste e boschi vincolati Parchi e riserve naturali o regionali, siepi arboree/arbustive – Grosseto, Magliano in Toscana (9+700 al km 10+700)
- TI 8: C8 – Interferenza con Foreste e boschi vincolati, Parchi e riserve naturali o regionali, Zone di interesse archeologico vincolate, filare alberato– Magliano in Toscana (circa km 11+500 - 12+500)

- TI 9: C9 – Interferenza con, filari d' alberi e nuclei isolati, Parchi e riserve naturali o regionali – Orbetello (km 15+750- fine progetto).

### 2. Seconda fase di valutazione: valutazione della magnitudo dell'impatto

La magnitudo è la risultante della valutazione simultanea dell'entità di un impatto e della sua estensione temporale. I valori di magnitudo assegnati derivano dalle interpolazioni all'interno della seguente matrice di identificazione:

Livello di impatto	Irreversibile	Reversibile a lungo termine	Reversibile a breve termine
Basso	B3	B2	B1
Medio	M3	M2	M1
Alto	A3	A2	A1
Elevato	E3	E2	E1

Il livello dell'impatto è stato valutato caso per caso, in base alla sensibilità del ricettore (o Ambito Paesistico Omogeneo - APO) coinvolto. Da ciò risulta che in un'area paesaggisticamente sensibile in cui si verifica una criticità, il livello di impatto risulta essere più elevato rispetto alle aree circostanti facenti parte dello stesso APO.

L'estensione temporale dell'impatto è stata valutata caso per caso, tenendo come riferimento generale che l'effetto di un impatto è sempre meno reversibile all'aumentare della radice storica e della quantità/qualità di elementi biotici caratterizzanti il paesaggio intercettato.

Dopo aver individuato le tipologie di impatto, dovute all'interferenza dell'opera con il ricettore, la metodologia per l'attribuzione dei livelli di impatto è costituita da due fasi:

- la valutazione della magnitudo dell'impatto;
- la stima della probabilità di accadimento.

L'attribuzione dei livelli di impatto è stata stabilita in base alla sensibilità e vulnerabilità del ricettore in rapporto all'interferenza che la tipologia delle opere di progetto determina sullo stesso. L'individuazione del livello complessivo di impatto o di sintesi, come riportato nelle schede, è frutto dell'interpolazione tra livello di impatto, estensione temporale dell'impatto e la possibilità che questo avvenga.

### 3. Terza fase di valutazione: stima della probabilità di accadimento

La probabilità di accadimento dei potenziali impatti individuati è stata stimata dopo un'attenta valutazione delle caratteristiche e della sensibilità del ricettore interessato. Ad ogni impatto potenziale è stato assegnato un valore di stima all'interno della seguente scala:

- B = Basso
- M = Medio



A = Alto

E = Elevato

in cui 'B' corrisponde generalmente agli impatti che si verificano in contesti fortemente urbanizzati, 'E' a quelli in contesti dominati da elementi di naturalità o da agroecosistemi di pregio, 'M' ed 'A' alle situazioni intermedie.

### 8.5 Definizione degli ambiti critici

Per ognuna delle tipologie di impatto originate dalla realizzazione dell'infrastruttura autostradale sulla componente paesaggio, l'applicazione della metodologia esposta nei precedenti paragrafi ha portato all'elaborazione di un giudizio sintetico, espresso da un codice alfanumerico a tre cifre.

Il codice alfanumerico racchiude in se le seguenti informazioni:

- Tipologia di impatto (rif. "Prima fase di valutazione", es. T1)
- Magnitudo dell'impatto (rif. "Seconda fase di valutazione", es. B3)
- Probabilità di accadimento (rif. "Terza fase di valutazione", es. A)

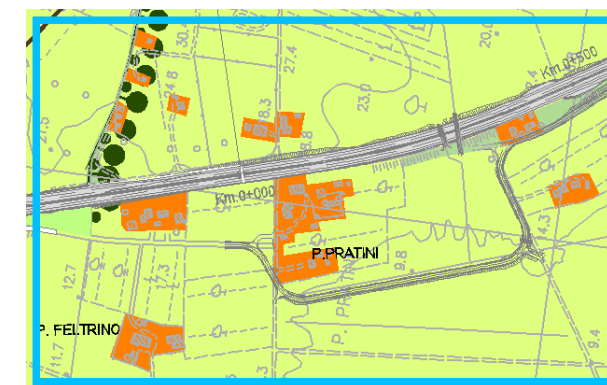
Di seguito riportiamo una tabella per ogni tipologia di impatto prevista, nella quale sono indicati:

- Denominazione della Tipologia di impatto.
- Km di riferimento lungo il tracciato
- Eventuali opere d'arte e/o aree di cantiere coinvolte.
- Località.
- Descrizione delle interferenze che determinano l'impatto potenziale.
- Indicatori paesistici coinvolti e valutazione dell'impatto.
- Opere di mitigazione/compensazione previste.
- Codice alfanumerico del giudizio valutativo complessivo.

Si riportano di seguito le SCHEDE DI SINTESI DEGLI IMPATTI RELATIVI AL PROGETTO:

<b>TI 0: C0 – Interferenza con Area di interesse Archeologico, Area Contigua Parco Naturale della Maremma, Siepi arboree/arbustive, Nuclei isolati</b>	
<b>Km</b>	km -1+340 - km -0+400 / km -0+800 – 0+200
<b>Opera</b>	Barriera di Esazione di Grosseto Sud, Rilevato
<b>LOCALITA'</b>	Grosseto Sud- P. Spadino e P. Pratini
<b>IMPATTO POTENZIALE</b>	Interferenza con Area di interesse Archeologico (lett. m, art. 142 D.Lgs. 42/2004), Area Contigua Parco naturale della Maremma (lett. f, art. 142 D.Lgs. 42/2004), Siepi arboree/arbustive. Interferenza e disturbo visivo nuclei isolati.
<b>INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO</b>	<p><b>Unità paesistica:</b> Maremma Grossetana: Grosseto</p> <p><b>Indicatori paesistici:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tessitura agricola estensiva</li> <li>- Filari d'alberi</li> <li>- Siepe arboree/Arbustive</li> <li>- Nuclei isolati</li> <li>- Area contigua Parco della Maremma</li> <li>- Area di interesse archeologico</li> </ul> <p><b>Magnitudo dell'impatto:</b> Livello di impatto irreversibile</p> <p><b>Probabilità di accadimento:</b> Media</p>
<b>OPERE DI MITIGAZIONE</b>	-
<b>SINTESI</b>	<b>TI 0-E3-M</b>

#### STRALCIO PLANIMETRICO



TI 1: C1 – Interferenza con, Area Contigua Parco Naturale della Maremma, Siepi arboree/arbustive, Nuclei isolati, Fascia di Rispetto Fosso Ripescia, Foreste e boschi vincolati, Strada panoramica	
<b>Km</b>	km 1+000 - km -2+000
<b>Opera</b>	Rilevato, Rotatorie, Nuovo Ponte sul Torrente Ripescia, Riposizionamento viabilità, Sottovie
<b>LOCALITA'</b>	Grosseto - Ripescia
<b>IMPATTO POTENZIALE</b>	Interferenza con Area Contigua Parco Naturale della Maremma (lett. f, art. 142 D.Lgs. 42/2004), Siepi arboree/arbustive, vegetazione ripariale del Fosso Ripescia (lett. c, art. 142 D.Lgs. 42/2004). Immediata vicinanza con area boscata vincolata (lett. g, art. 142 D.Lgs. 42/2004). Disturbo visivo nuclei isolati e strada panoramica (PTCP Grosseto),
<b>INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO</b>	<p><b>Unità paesistica:</b> Maremma Grossetana - Grosseto</p> <p><b>Indicatori paesistici:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tessitura agricola estensiva</li> <li>- Siepe arboree/Arbustive</li> <li>- Fosso Ripescia</li> <li>- Nuclei isolati</li> <li>- Area contigua Parco della Maremma</li> <li>- Strada panoramica e punti di belvedere (S.P. Montiano)</li> </ul> <p><b>- Magnitudo dell'impatto:</b> Livello di impatto irreversibile</p> <p><b>Probabilità di accadimento:</b> Elevata</p>
<b>OPERE DI MITIGAZIONE</b>	Al fine di contenere il disturbo percettivo "effetto orizzonte" si inseriscono siepi arborate ed arbustive. Nello svincolo si inseriscono macchie boschive e si impianta un prato mesofilo. Infine la parte interferita del bosco vincolato si ripristina con macchia arbustiva e siepe arborata.
<b>SINTESI</b>	<b>TI 1-E3-E</b>

**STRALCIO PLANIMETRICO**



TI 2: C2 – Interferenza con Foreste e boschi vincolati, Parchi e riserve naturali o regionali	
<b>Km</b>	km 2+500
<b>Opera</b>	Rilevato, Riposizionamento viabilità, Sottovia
<b>LOCALITA'</b>	Grosseto - Ripescia
<b>IMPATTO POTENZIALE</b>	Interferenza con Area Contigua Parco Naturale della Maremma (lett. f, art. 142 D.Lgs. 42/2004). Attraversamento area boscata vincolata (lett. g, art. 142 D.Lgs. 42/2004). Disturbo visivo Nuclei isolati, nucleo industriale isolato e edificato residenziale di Ripescia.
<b>INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO</b>	<p><b>Unità paesistica:</b> Maremma Grossetana - Grosseto</p> <p><b>Indicatori paesistici:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tessitura agricola estensiva</li> <li>- Edificato di Ripescia,</li> <li>- Nuclei isolati,</li> <li>- Area contigua Parco della Maremma,</li> <li>- Boschi/macchia</li> </ul> <p><b>- Magnitudo dell'impatto:</b> Livello di impatto elevato e reversibile a lungo termine</p> <p><b>Probabilità di accadimento:</b> Media</p>
<b>OPERE DI MITIGAZIONE</b>	Al fine di contenere l'impatto dell'area boscata si propone come intervento di mitigazione una macchia arbustiva a compensazione per gli alberi abbattuti. E' previsto inoltre l'impianto di esemplari arborei a protezione dell'edificato di Ripescia.
<b>SINTESI</b>	<b>TI 2-M2-M</b>

**STRALCIO PLANIMETRICO**



TI 3: C3 – Interferenza con nuclei isolati, Parchi e riserve naturali o regionali, Foreste e boschi vincolati	
<b>Km Opera</b>	km 4+000 – 4+700 Trincea, Piazzole di sosta
<b>LOCALITA'</b>	Grosseto - Migliarino
<b>IMPATTO POTENZIALE</b>	Interferenza con, Area Contigua Parco Naturale della Maremma (lett. f, art. 142 D.Lgs. 42/2004). Immediate vicinanze a Bosco vincolato (lett. g, art. 142 D.Lgs. 42/2004). Disturbo visivo nuclei isolati
<b>INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO</b>	<b>Unità paesistica:</b> Maremma Grossetana - Grosseto <b>Indicatori paesistici:</b> - Tessitura agricola estensiva - Nuclei isolati - Area contigua Parco della Maremma - Bosco/macchia lungo la S.S. 1 <b>- Magnitudo dell'impatto:</b> Livello di impatto irreversibile <b>Probabilità di accadimento:</b> Media
<b>OPERE DI MITIGAZIONE</b>	Al fine di contenere il disturbo percettivo "effetto orizzonte" si inseriscono Filari di alberi di seconda grandezza a chioma espansa.
<b>SINTESI</b>	<b>TI 3-E3-M</b>

**STRALCIO PLANIMETRICO**



TI 4: C4 – Interferenza con Fascia di rispetto Fiumi, torrenti e corsi d'acqua vincolati, Parchi e riserve naturali o regionali, filari d'alberi, siepi arboree/arbustive, nuclei isolati	
<b>Km Opera</b>	km 4+900– 5+800 Trincea, Piazzole di sosta, Nuovo Cavalcavia
<b>LOCALITA'</b>	Grosseto - Banditella
<b>IMPATTO POTENZIALE</b>	Interferenza con Area Contigua Parco Naturale della Maremma (lett. f, art. 142 D.Lgs. 42/2004), vegetazione ripariale del Fosso Migliarino (lett. c, art. 142 D.Lgs. 42/2004), siepi arboree/arbustive. Immediate vicinanze a Bosco vincolato (lett. g, art. 142 D.Lgs. 42/2004). Disturbo visivo nuclei isolati. Immediate vicinanze con area sottoposta a vincolo paesaggistico (art. 136 D.Lgs. 42/2004).
<b>INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO</b>	<b>Unità paesistica:</b> Maremma Grossetana - Grosseto <b>Indicatori paesistici:</b> - Tessitura agricola estensiva - Nuclei isolati - Area contigua Parco della Maremma - Siepi arboree arbustive, - Fosso Migliarino e Fosso della Banditella - Boco/macchia <b>- Magnitudo dell'impatto:</b> Livello di impatto elevato e reversibile a lungo termine <b>Probabilità di accadimento:</b> Alta
<b>OPERE DI MITIGAZIONE</b>	Al fine di contenere il disturbo percettivo "effetto orizzonte" si inseriscono Filari di alberi misti. Alle scarpate del Nuovo cavalcavia, macchia arbustiva ed infine tra l'area dell' area di servizio in costruzione e le case isolate, Esempari isolati di prima grandezza.
<b>SINTESI</b>	<b>TI 4-A2-A</b>

**STRALCIO PLANIMETRICO**



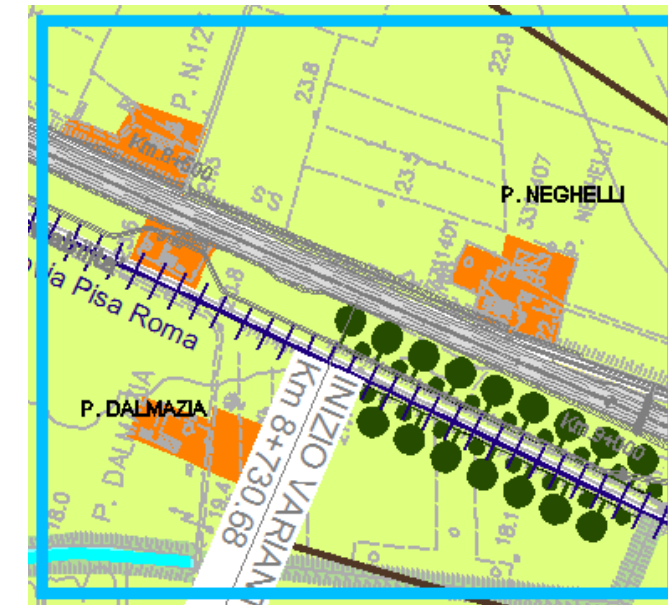
TI 5: C5 – Interferenza con siepi arboree/arbustive, nuclei isolati, Parchi e riserve naturali o regionali, Foreste e boschi vincolati, Fascia di rispetto Fiumi, torrenti e corsi d'acqua vincolati	
<b>Km Opera</b>	km 7+700– 8+000 Rilevato, Piazzole di sosta, nuovo Ponte sul Fosso Carpina
<b>LOCALITA'</b>	Grosseto – Strada dei Cupi
<b>IMPATTO POTENZIALE</b>	Interferenza con, Area Contigua Parco Naturale della Maremma (lett. f, art. 142 D.Lgs. 42/2004), vegetazione ripariale Fosso Carpina (lett. c, art. 142 D.Lgs. 42/2004), siepi arboree/arbustive, area boscata (lett. g, art. 142 D.Lgs. 42/2004). Disturbo visivo nuclei isolati. Immediata vicinanza con area sottoposta a vincolo paesaggistico (art. 163 D.Lgs. 42/2004).
<b>INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO</b>	<b>Unità paesistica:</b> Maremma Grossetana - Grosseto <b>Indicatori paesistici:</b> - Tessitura agricola estensiva - Nuclei isolati - Area contigua Parco della Maremma - Siepi arboree arbustive, - bosco/macchia, - Fosso Carpina <b>- Magnitudo dell'impatto:</b> Livello di impatto irreversibile <b>Probabilità di accadimento:</b> Elevata
<b>OPERE DI MITIGAZIONE</b>	Al fine di ripristinare l'abbattimento delle alberature si prevede l'impianto di esemplari isolati di prima grandezza. Inoltre, come interventi che dovranno integrare in senso trasversale la tessitura agricola la vegetazione lungo il canale, si inseriscono Macchie arbustive igrofile.
<b>SINTESI</b>	<b>TI 5-E3-E</b>

**STRALCIO PLANIMETRICO**



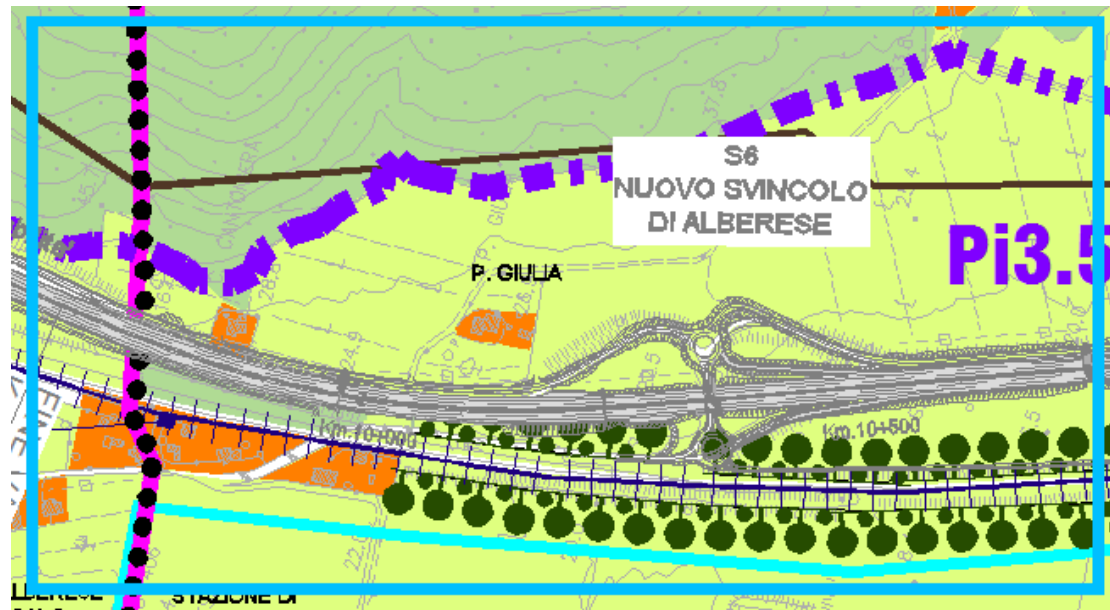
TI 6: C6 – Interferenza con nuclei isolati, Parchi riserve naturali o regionali	
<b>Km Opera</b>	km 8+500– 9+000 Trincea, Piazzole di sosta
<b>LOCALITA'</b>	Grosseto – Podere Neghelli
<b>IMPATTO POTENZIALE</b>	Interferenza con Area Contigua Parco Naturale della Maremma (lett. f, art. 142 D.Lgs. 42/2004). Disturbo visivo nuclei isolati. Immediata vicinanza con area sottoposta a vincolo paesaggistico (art. 136 D.Lgs. 42/2004).
<b>INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO</b>	<b>Unità paesistica:</b> Maremma Grossetana - Grosseto <b>Indicatori paesistici:</b> - Tessitura agricola estensiva - Nuclei isolati - Area contigua Parco della Maremma - Boschi/macchia <b>- Magnitudo dell'impatto:</b> Livello di impatto irreversibile <b>Probabilità di accadimento:</b> Elevata
<b>OPERE DI MITIGAZIONE</b>	Al fine di contenere il disturbo percettivo "effetto orizzonte" si inseriscono Filari di alberi di seconda grandezza a chioma espansa ed Esemplari isolati di prima grandezza..
<b>SINTESI</b>	<b>TI 6-E3-E</b>

**STRALCIO PLANIMETRICO**



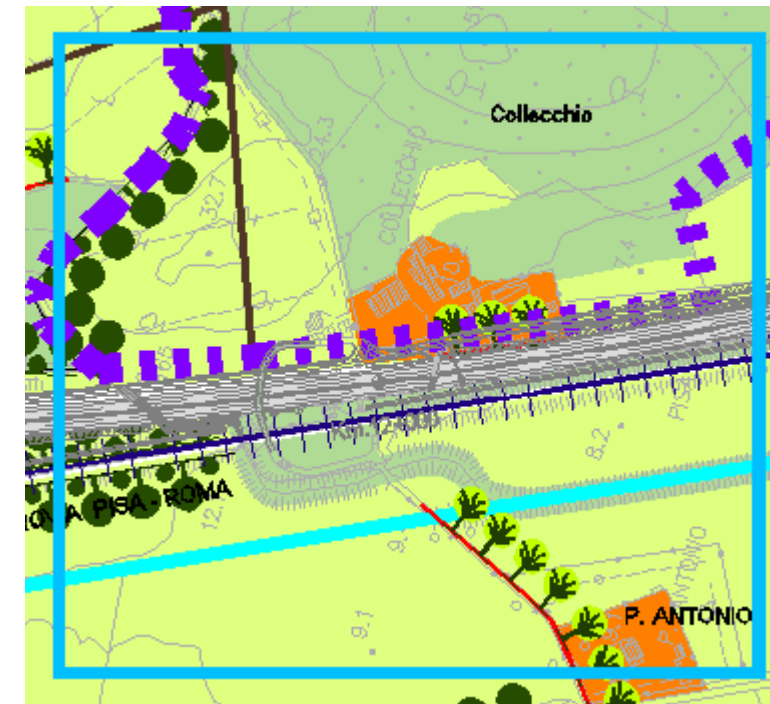
TI 7: C7 – Interferenza con nuclei isolati, Parchi riserve naturali o regionali, Foreste e boschi vincolati, siepi arboree/arbustive	
<b>Km Opera</b>	km 9+700– 10+700 Rilevato, Nuovo Svincolo di Alberese, Rotatorie
<b>LOCALITA'</b>	Magliano in Toscana – Alberese
<b>IMPATTO POTENZIALE</b>	Interferenza con Area Contigua Parco Naturale della Maremma (lett. f, art. 142 D.Lgs. 42/2004), Boschi vincolati (lett. g, art. 142 D.Lgs. 42/2004), siepi arboree/arbustive. Disturbo visivo nuclei isolati. Immediata vicinanza area sottoposta a vincolo paesaggistico (art. 136 D.Lgs. 42/2004).
<b>INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO</b>	<b>Unità paesistica:</b> Maremma Grossetana – Magliano in Toscana <b>Indicatori paesistici:</b> - Tessitura agricola estensiva - Nuclei isolati - Area contigua Parco della Maremma, - Bosco/macchia - Siepi arboree/arbustive <b>- Magnitudo dell'impatto:</b> Livello di impatto irreversibile <b>Probabilità di accadimento:</b> Elevata
<b>OPERE DI MITIGAZIONE</b>	Come interventi di sistemazione, per mitigare ed integrare le opere nel paesaggio circostante, si inseriscono siepi arborate.
<b>SINTESI</b>	TI 7-E3-E

**STRALCIO PLANIMETRICO**



TI 8: C8 – Interferenza con Foreste e boschi vincolati, Parchi e riserve naturali o regionali, Zone di interesse archeologico vincolate, filare alberato	
<b>Km Opera</b>	km 11+500– 12+500 Rilevato, Viabilità locale
<b>LOCALITA'</b>	Magliano in Toscana - Collecchio
<b>IMPATTO POTENZIALE</b>	Interferenza con Area Parco Naturale della Maremma (lett. f, art. 142 D.Lgs. 42/2004), Foreste e Boschi vincolati (lett. g, art. 142 D.Lgs. 42/2004), filari alberati. Disturbo visivo e immediate vicinanze con Nuclei isolati tutelati (lett. m, art. 142 D.Lgs. 42/2004). Attraversamento area sottoposta a vincolo paesaggistico (art. 136 D. Lgs 42/2004)
<b>INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO</b>	<b>Unità paesistica:</b> Maremma Grossetana – Magliano in Toscana <b>Indicatori paesistici:</b> - Tessitura agricola estensiva - Edifici di interesse archeologico (Collecchio) - Area Parco - Parco della Maremma, - Bosco/macchia - Filari alberati <b>- Magnitudo dell'impatto:</b> Livello di impatto irreversibile <b>Probabilità di accadimento:</b> Elevata
<b>OPERE DI MITIGAZIONE</b>	-
<b>SINTESI</b>	TI 8-E3-E

**STRALCIO PLANIMETRICO**



TI 9: C9 – Interferenza con, filari d’ alberi e nuclei isolati, Parchi e riserve naturali o regionali	
<b>Km Opera</b>	km 15+750– 16+419.15 Rilevato, Barriera di esazione di Fonteblanda
<b>LOCALITA’</b>	Orbetello - Fonteblanda
<b>IMPATTO POTENZIALE</b>	Interferenza con bosco/macchia, filari alberati. Disturbo visivo nuclei isolati. Immediate vicinanze con area sottoposta a vincolo paesaggistico (art. 136 D. Lgs. 42/2004)
<b>INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D’IMPATTO</b>	<p><b>Unità paesistica:</b> Bassa Maremma e Ripiani Tufacei: Orbetello</p> <p><b>Indicatori paesistici:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tessitura agricola estensiva</li> <li>- Nuclei isolati</li> <li>- Boschi /macchia</li> <li>- Filari alberati</li> </ul> <p><b>- Magnitudo dell’impatto:</b> Livello di impatto irreversibile</p> <p><b>Probabilità di accadimento:</b> Elevata</p>
<b>OPERE DI MITIGAZIONE</b>	Al fine di mitigare ed integrare le opere nel paesaggio circostante, si inseriscono filari di alberi di seconda grandezza a chioma espansa, Filare di alberi di seconda grandezza a sesto rado e Siepi arbustive.
<b>SINTESI</b>	<b>TI 9–E3-E</b>

**STRALCIO PLANIMETRICO**



**8.6 Conclusioni**

La scelta progettuale di ricalcare il sedime dell’attuale SS1 Aurelia, la tipologia dell’opera a raso e la risoluzione delle intersezioni con la viabilità interferente attraverso rotatorie sempre a raso, comporta una limitata presenza di situazioni d’interferenza con la componente paesaggio.

Il tracciato in esame si sviluppa totalmente all’interno dell’ “Area contigua al Parco della Maremma”, unica eccezione per il tratto dal km 10+900 al km 12+300 dove attraversa il “Parco Regionale della Maremma”. Ne consegue che il progetto dovrà essere sottoposto anche al nulla osta dell’Ente Parco. Nei tratti in cui viene attraversato il Parco sono previsti interventi a verde che rispondono agli obiettivi del “Piano per il Parco Regionale della Maremma” che prevedono “la conservazione e la riqualificazione dei valori e delle caratteristiche naturali ed ambientali tramite appropriate discipline che ne garantiscono usi compatibili, nonché tramite interventi di “difesa attiva” che favoriscano la ricostituzione degli equilibri ambientali e di appropriate relazioni uomo-natura”.

Particolare attenzione, durante le fasi di realizzazione dell’opera, dovrà essere prestata nei tratti in cui il tracciato intercetta le aree sottoposte a vincolo paesaggistico (vedi par. “*Vincoli paesaggistici*” della presente relazione). Come previsto dalle norme vigenti per tali aree è stata redatta una Relazione Paesaggistica allegata al presente Studio, a cui si rimanda per maggiori approfondimenti.

Inoltre visto che il progetto si colloca in aree ricadenti nella Rete Natura 2000, si è resa necessaria la Valutazione di Incidenza, elaborata secondo specifica normativa vigente in materia, al fine di valutare e verificare eventuali incidenze significative sia sui siti attraversati sia sui siti limitrofi al progetto. Entrambe le relazioni sono allegate al presente Studio.

Si segnala che il tracciato incontra una strada panoramica, la S.P. 16 MONTIANO e strade di valore paesaggistico (così definite dal PTCP di Grosseto), ovvero: le strade comunali fra S.P. 59 Alberese e la Variante Aurelia e la S.P. 56 SAN DONATO. Nel caso di Montiano, il miglioramento delle connessioni con la viabilità secondaria, attraverso l’inserimento di rotatorie, determina, una leggera alterazione visiva. Le strade a connotazione paesaggistica si distinguono per il valore intrinseco della strada sia per la dotazione di arredo arboreo di particolare pregio a bordo carreggiata sia per il tipo di percorso inserito in un contesto di grande pregio; mentre le strade panoramiche si distinguono per il valore paesaggistico dei territori attraversati e per il tipo di percorso che presenta, a bordo carreggiata, dei punti di belvedere di grande suggestione.

Per le restanti aree tutelate, ampiamente documentate sia in relazione che negli elaborati, esse sono sufficientemente distanti dal progetto, tali da non destare impatti.

Relativamente al tratto iniziale del Collegamento funzionale ed al tratto finale di progetto del Lotto 4 sono previste due Barriere di Esazione, le quali determinano un’alterazione visiva.

A fronte delle criticità sopra esposte si evidenzia che molte delle problematiche sono già risolte nell'attuale fase progettuale attraverso un'attenta predisposizione del tracciato, una consapevole scelta della tipologia d'opera e un controllo architettonico delle opere in progetto.

Si ribadisce che il tracciato di progetto per quasi tutta la sua totalità rimodella, con ampliamenti ed adeguamenti, l'esistente strada statale SS1 Aurelia.

Tale scelta progettuale opera in modo che il territorio pianeggiante attraversato dall'infrastruttura, con connotazione marcatamente agricola caratterizzato da seminativi ed oliveti e dalla presenza di alberature lungo molti degli assi viari presenti e da consistenti fasce di vegetazione ripariale lungo il reticolo idrografico, piccoli centri urbani, ad agglomerati e soprattutto ad abitazioni coloniche sparse (caratteristiche del comprensorio di bonifica), non subisce sostanziali cambiamenti alla conformazione del paesaggio attuale. Non si determinano pertanto degli scenari di impatto in grado di trasformare in maniera significativa la componente paesaggio.

A fronte di tale assunto si rileva che le indicazioni per interventi di mitigazioni proposte per la componente Vegetazione rispondono contemporaneamente anche a quella della componente Paesaggio.

In linea generale, gli interventi di mitigazione, necessariamente contenuti nei limiti di esproprio, consentono di incrementare la vegetazione esistente ed in alcuni casi, di schermare visivamente l'infrastruttura. Infine, in tutti i casi in cui il progetto interferisce con filari arborei e siepi arboree - arbustive, questi vengono ripristinati con interventi di mitigazione appropriati.

Per un maggior dettaglio su tali interventi si rimanda quindi alla suddetta componente.