



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

AUTOSTRADA (A12) : ROSIGNANO – CIVITAVECCHIA
LOTTO 5B

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:	REVISIONE	
	DIRETTORIO			FILE					n.	data
	codice	commessa	N.Prog.	unita'	ufficio argomento	n. progressivo	Rev.			
—								LUGLIO 2016	1	OTTOBRE 2016
—	1	2121409			SUA0300		1	SCALA: —		



COORDINATORE GENERALE INIZIATIVA SAT

Ing. Massimiliano Giacobbi
Ord. Ingg. Milano N. 20746

CAPO COMMESSA

CONSULENZA
A CURA DI :

ELABORAZIONE
GRAFICA
A CURA DI :

ELABORAZIONE
PROGETTUALE
A CURA DI :

IL RESPONSABILE
UNITA' :

Ing. Ferruccio Bucalo

VISTO DEL COMMITTENTE



VISTO DEL CONCEDENTE



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

INDICE

<p>1 ATMOSFERA5</p> <p>1.1 DESCRIZIONE DELLE SOSTANZE INQUINANTI5</p> <p> 1.1.1 Monossido di carbonio5</p> <p> 1.1.2 I composti organici volatili (VOC)6</p> <p> 1.1.3 Il particolato atmosferico (PTS, PM₁₀, PM_{2.5})7</p> <p> 1.1.4 Ossidi di azoto8</p> <p> 1.1.5 Ozono8</p> <p> 1.1.6 Biossido di zolfo9</p> <p> 1.1.7 Composti del piombo10</p> <p>1.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO10</p> <p> 1.2.1 Le Direttive europee di settore10</p> <p> 1.2.2 Riferimenti normativi nazionali11</p> <p>1.3 L'ANALISI METEOROLOGICA: CARATTERISTICHE FISICHE DEI BASSI STRATI DELL'ATMOSFERA SULLA ZONA MERIDIONALE DELLA MAREMMA13</p> <p> 1.3.1 Introduzione13</p> <p> 1.3.2 Caratteristiche a scala sinottica e a mesoscala: loro interazione con la scala locale13</p> <p> 1.3.3 Analisi delle caratteristiche diffusive del boundary layer14</p> <p> 1.3.4 Conclusioni21</p> <p>1.4 LE SORGENTI EMISSIVE NELL'AREA DI STUDIO22</p> <p>1.5 LO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA SUL TERRITORIO DI INTERESSE24</p> <p>1.6 L'IMPATTO IN FASE DI ESERCIZIO28</p> <p> 1.6.1 Il modello di emissione28</p> <p> 1.6.2 Il bilancio emissivo35</p> <p>1.7 IL MODELLO DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI35</p> <p> 1.7.1 Specifiche del modello di dispersione36</p> <p> 1.7.2 Conclusioni40</p> <p>1.8 STIMA DI IMPATTO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE40</p> <p> 1.8.1 Metodo di studio41</p> <p> 1.8.2 Attività di cantiere: specifiche dei modelli di emissione41</p> <p> 1.8.3 Movimentazione mezzi pesanti sulla rete viaria: specifiche dei modelli di emissione43</p> <p> 1.8.4 Risultati43</p> <p> 1.8.5 Conclusioni44</p> <p>2 AMBIENTE IDRICO45</p> <p>2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO45</p> <p>2.2 IDROGRAFIA SUPERFICIALE45</p>	<p> 2.2.1 L'idrografia superficiale dell'area45</p> <p> 2.2.2 Corsi d'acqua interferiti45</p> <p>2.3 QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI48</p> <p> 2.3.1 Inquadramento generale49</p> <p> 2.3.2 Definizione degli indicatori e metodologia di calcolo49</p> <p> 2.3.3 Risultati50</p> <p> 2.3.4 Monitoraggi del Torrente Osa e del Fiume Albegna51</p> <p>2.4 AREE SENSIBILI52</p> <p> 2.4.1 Aree con pericolosità idraulica52</p> <p> 2.4.2 Aree con particolari criticità idrauliche53</p> <p> 2.4.3 Area Ex-SITOCO Sito di Interesse Nazionale (SIN)54</p> <p> 2.4.4 Correlazione recettori ed impatti potenziali55</p> <p>2.5 ANALISI DEGLI IMPATTI56</p> <p> 2.5.1 Definizione degli Impatti Potenziali56</p> <p> 2.5.2 Impatti in fase di cantiere56</p> <p> 2.5.3 Impatti in fase di esercizio56</p> <p>2.6 ANALISI DELLE INTERAZIONI OPERA-AMBIENTE56</p> <p>2.7 TIPOLOGIE DI IMPATTO57</p> <p> 2.7.1 Alterazione del deflusso delle acque di ruscellamento e delle acque di versante57</p> <p> 2.7.2 Interferenza con corsi d'acqua e relative aree golenali57</p> <p> 2.7.3 Interferenza con area esondabile58</p> <p> 2.7.4 Inquinamento delle acque superficiali per acque di prima pioggia nelle aree di cantiere e sulla piattaforma stradale e/o per sversamenti accidentali58</p> <p>2.8 SISTEMI DI DRENAGGIO E TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE59</p> <p> 2.8.1 Sistema di drenaggio del corpo autostradale59</p> <p> 2.8.2 Presidi idraulici59</p> <p> 2.8.3 Interventi di mitigazione60</p> <p>2.9 CONCLUSIONI61</p> <p>3 SUOLO E SOTTOSUOLO62</p> <p>3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO62</p> <p>3.2 STRATIGRAFIA63</p> <p> 3.2.1 Terreni di origine antropica. Terreni di riporto (r)63</p> <p> 3.2.2 Quaternario63</p> <p> 3.2.3 Sedimenti Neogenici64</p> <p> 3.2.4 Serie Ligure64</p> <p> 3.2.5 Serie Toscana65</p> <p>3.3 GEOMORFOLOGIA65</p>
---	--

<p>3.3.1 <i>Forme e processi di versante</i> 66</p> <p>3.3.2 <i>Forme e processi fluviali</i> 66</p> <p>3.3.3 <i>Forme e processi carsici</i> 66</p> <p>3.3.4 <i>Forme e processi litorali marini, lacustri ed eolici</i> 66</p> <p>3.3.5 <i>Forme antropiche</i> 68</p> <p>3.4 IDROGEOLOGIA 68</p> <p>3.4.1 <i>Rilevamento dei dati idrogeologici e considerazioni metodologiche</i> 68</p> <p>3.4.2 <i>Classi di permeabilità dei terreni</i> 69</p> <p>3.4.3 <i>Pozzi</i> 70</p> <p>3.4.4 <i>Morfologia piezometrica e caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero superficiale principale dell'area pianeggiante e costiera</i> 71</p> <p>3.4.5 <i>Salinità dell'acquifero superficiale principale dell'area pianeggiante e costiera</i> 71</p> <p>3.4.6 <i>Zone di rispetto, di salvaguardia e di protezione idrogeologica</i> 72</p> <p>3.5 SISMICITÀ 72</p> <p>3.6 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI 73</p> <p>3.7 PROFILO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO - IDROGEOLOGICO IN ASSE AL TRACCIATO 75</p> <p>3.8 USO DEL SUOLO 75</p> <p>3.9 AREE SENSIBILI 76</p> <p>3.9.1 <i>Recettori</i> 76</p> <p>3.9.2 <i>Correlazione recettori ed impatti potenziali</i> 76</p> <p>3.10 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI 76</p> <p>3.10.1 <i>Definizione degli impatti Potenziali</i> 76</p> <p>3.10.2 <i>Impatti in fase di cantiere</i> 77</p> <p>3.10.3 <i>Impatti in fase di esercizio</i> 77</p> <p>3.11 TIPOLOGIE DI IMPATTO 77</p> <p>3.11.1 <i>Cedimenti del terreno di sedime</i> 77</p> <p>3.11.2 <i>Occupazione del suolo</i> 77</p> <p>3.11.3 <i>Sottrazione di suolo</i> 77</p> <p>3.11.4 <i>Interferenza con il regime di deflusso delle acque sotterranee</i> 78</p> <p>3.11.5 <i>Inquinamento del suolo e del sottosuolo per acque di prima pioggia nelle aree di cantiere e da sversamenti accidentali</i> 78</p> <p>3.11.6 <i>Inquinamento delle falde acquifere per acque di prima pioggia nella piattaforma stradale e da sversamenti accidentali</i> 78</p> <p>3.12 CONCLUSIONI 78</p> <p>4 VEGETAZIONE FLORA E FAUNA 79</p> <p>4.1 FITOCLIMA E VEGETAZIONE POTENZIALE 79</p> <p>4.2 VEGETAZIONE ATTUALE 80</p>	<p>4.2.1 <i>Uso del suolo e fisionomia della vegetazione</i> 81</p> <p>4.2.2 <i>Analisi di area vasta</i> 82</p> <p>4.2.3 <i>Analisi della vegetazione</i> 83</p> <p>4.2.4 <i>La naturalità dei soprassuoli</i> 85</p> <p>4.3 FAUNA 85</p> <p>4.3.1 <i>Ittiofauna</i> 85</p> <p>4.3.2 <i>Erpetofauna</i> 86</p> <p>4.3.3 <i>Ornitofauna</i> 87</p> <p>4.3.4 <i>Mammalofauna</i> 88</p> <p>4.4 RECETTORI SENSIBILI 89</p> <p>4.4.1 <i>Le vulnerabilità</i> 90</p> <p>4.4.1.1 <i>Alberature artificiali e/o di pregio lungo la Via Aurelia</i> 90</p> <p>4.4.1.3 <i>Vegetazione spontanea e da impianto interferita dalle porzioni di tracciato non corrispondenti alla SS1 Aurelia e non posti una affiancamento alla ferrovia</i> 93</p> <p>4.4.1.4 <i>Popolamenti studiati con le indagini vegetazionali</i> 94</p> <p>4.5 IMPATTI POTENZIALI 98</p> <p>4.5.1 <i>Vegetazione e Flora</i> 98</p> <p>4.5.2 <i>Fauna</i> 98</p> <p>4.5.3 <i>Correlazione recettori ed impatti potenziali</i> 100</p> <p>4.6 CONCLUSIONI 100</p> <p>5 ECOSISTEMI 101</p> <p>5.1 LA RETE ECOLOGICA 101</p> <p>5.2 CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI 101</p> <p>5.3 TIPOLOGIE CULTURALI 102</p> <p>5.4 AREE NATURALI PROTETTE E NATURA 2000 102</p> <p>5.4.1 <i>Natura 2000</i> 102</p> <p>5.4.2 <i>Aree naturali protette</i> 106</p> <p>5.4.2.1 <i>Parco Naturale Regionale della Maremma</i> 106</p> <p>5.4.2.2 <i>Area Contigua al Parco Naturale Regionale della Maremma</i> 107</p> <p>5.4.3 <i>Important Birds Areas</i> 107</p> <p>5.4.4 <i>Area Ramsar</i> 108</p> <p>5.4.5 <i>Aree contaminate (Sito di Interesse Nazionale – SIN)</i> 109</p> <p>5.5 IMPATTI POTENZIALI 109</p> <p>5.5.1 <i>Sensibilità degli ecosistemi</i> 109</p> <p>5.5.2 <i>Impatti potenziali</i> 110</p> <p>5.5.3 <i>Correlazione recettori ed impatti potenziali</i> 110</p>
--	---

<p>5.5.4 Salvaguardia del S.I.N. 111</p> <p>5.6 CONCLUSIONI 111</p> <p>6 RUMORE 112</p> <p>6.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI 112</p> <p>6.1.1 Legge 447 del 26/10/95..... 112</p> <p>6.1.2 Il D.P.C.M. 14/11/97 112</p> <p>6.1.3 D.P.R. 30 Marzo 2004 n. 142..... 113</p> <p>6.1.4 DPR 18/11/98 - Regolamento attuativo rumore ferroviario..... 115</p> <p>6.1.5 D.M.A. 29 Novembre 2000 n. 142 (GU n.285 del 06-12-2000) 116</p> <p>6.2 LA SITUAZIONE ATTUALE – CAMPAGNA DI MONITORAGGIO..... 117</p> <p>6.3 METODOLOGIA ADOTTATA 117</p> <p>6.4 ANALISI PREVISIONALE 120</p> <p>6.4.1 Scelta del modello di simulazione 120</p> <p>6.4.2 Dati di input del modello 121</p> <p>6.4.3 Input e taratura del modello di simulazione..... 121</p> <p>6.4.4 Metodo di dimensionamento degli interventi di mitigazione..... 123</p> <p>6.5 LA MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI PRODOTTI 124</p> <p>6.6 GLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE 124</p> <p>6.6.1 Barriere antirumore 124</p> <p>6.6.2 Interventi diretti sui ricettori 126</p> <p>6.7 CONSIDERAZIONI SUL CLIMA ACUSTICO 126</p> <p>6.8 L'IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI CANTIERE..... 127</p> <p>6.8.1 Metodologia e criteri di valutazione 127</p> <p>6.8.2 Modello previsionale..... 127</p> <p>6.8.3 Caratteristiche delle aree di cantiere e delle lavorazioni previste 128</p> <p>6.7.3.1 Programma di costruzione 130</p> <p>6.7.3.2 Qualificazione dell'ambiente 130</p> <p>6.8.4 Interventi di mitigazione..... 132</p> <p>7 VIBRAZIONI 135</p> <p>7.1 PREMESSA 135</p> <p>7.1.1 Normativa di riferimento 135</p> <p>7.1.2 Valutazione dell'impatto vibrazionale generato dalle attività di costruzione 135</p> <p>7.1.3 Metodo seguito per la valutazione dell'impatto vibrazionale..... 136</p> <p>7.1.4 Scenari di cantiere..... 136</p> <p>7.1.5 Spettri di emissione dei singoli macchinari 136</p> <p>7.1.6 Caratterizzazione litologica del tracciato..... 137</p> <p>7.1.7 Livelli di vibrazione risultanti ai ricettori..... 137</p>	<p>7.1.8 Verifica rispetto ai valori di normativa..... 140</p> <p>7.1.9 Definizione del tipo di sorgente 140</p> <p>7.1.10 Effetti delle vibrazioni sulle persone 140</p> <p>7.1.11 Effetti delle vibrazioni sugli edifici..... 141</p> <p>7.2 CONCLUSIONI..... 141</p> <p>8 PAESAGGIO..... 143</p> <p>8.1 PREMESSA..... 143</p> <p>8.2 DESCRIZIONE DELLO STATO DELLA COMPONENTE..... 144</p> <p>8.2.1 Il contesto paesaggistico di riferimento 144</p> <p>8.2.2 Vincoli paesaggistici 148</p> <p>8.2.3 Caratteri paesaggistici dell'area di intervento..... 149</p> <p>8.2.4 Visibilità..... 154</p> <p>8.3 DEFINIZIONE DEGLI AMBITI DI SENSIBILITÀ PAESAGGISTICA 155</p> <p>8.4 METODOLOGIA DI VALUTAZIONE POST OPERAM..... 156</p> <p>8.5 DEFINIZIONE DEGLI AMBITI CRITICI..... 157</p> <p>8.6 CONCLUSIONI..... 162</p>
--	---

ELENCO ELABORATI

TITOLO	SCALA	NOME FILE
Atmosfera - concentrazioni NOx - stato attuale - tav. 1/2	1:10.000	SUA 0301
Atmosfera - concentrazioni NOx - stato attuale - tav. 2/2	1:10.000	SUA 0302
Atmosfera - concentrazioni NOx al 2030 - opzione zero - tav. 1/2	1:10.000	SUA 0303
Atmosfera - concentrazioni NOx al 2030 - opzione zero - tav. 2/2	1:10.000	SUA 0304
Atmosfera - concentrazioni NOx al 2030 - post operam - tav. 1/2	1:10.000	SUA 0305
Atmosfera - concentrazioni NOx al 2030 - post operam - tav. 2/2	1:10.000	SUA 0306
Atmosfera - concentrazioni PM 2.5 - stato attuale - tav. 1/2	1:10.000	SUA 0307
Atmosfera - concentrazioni PM 2.5 - stato attuale - tav. 2/2	1:10.000	SUA 0308
Atmosfera - concentrazioni PM 2.5 al 2030 - opzione zero - tav. 1/2	1:10.000	SUA 0309
Atmosfera - concentrazioni PM 2.5 al 2030 - opzione zero - tav. 2/2	1:10.000	SUA 0310
Atmosfera - concentrazioni PM 2.5 al 2030 - post operam - tav. 1/2	1:10.000	SUA 0311
Atmosfera - concentrazioni PM 2.5 al 2030 - post operam - tav. 2/2	1:10.000	SUA 0312
Atmosfera - concentrazioni PM10 - stato attuale - tav. 1/2	1:10.000	SUA 0313
Atmosfera - concentrazioni PM10 - stato attuale - tav. 2/2	1:10.000	SUA 0314
Atmosfera - concentrazioni PM10 al 2030 - opzione zero - tav. 1/2	1:10.000	SUA 0315
Atmosfera - concentrazioni PM10 al 2030 - opzione zero - tav. 2/2	1:10.000	SUA 0316
Atmosfera - concentrazioni PM10 al 2030 - post operam - tav. 1/2	1:10.000	SUA 0317
Atmosfera - concentrazioni PM10 al 2030 - post operam - tav. 2/2	1:10.000	SUA 0318
Carta Idrogeologica - tav. 1/2	1:10.000	SUA 0319
Carta Idrogeologica - tav. 2/2	1:10.000	SUA 0320
Carta Geologica-Geomorfologica - tav. 1/2	1:10.000	SUA 0321
Carta Geologica-Geomorfologica - tav. 2/2	1:10.000	SUA 0322
Carta della capacità di uso del suolo - tav. 1/2	1:10.000	SUA 0323
Carta della capacità di uso del suolo - tav. 2/2	1:10.000	SUA 0324
Carta dell'uso del suolo e della fisionomia della vegetazione - tav. 1/2	1:10.000	SUA 0325
Carta dell'uso del suolo e della fisionomia della vegetazione - tav. 2/2	1:10.000	SUA 0326
Carta degli ecosistemi - tav. 1/2	1:10.000	SUA 0327
Carta degli ecosistemi - tav. 2/2	1:10.000	SUA 0328
Zonizzazione acustica - tav. 1/5	1:5.000	SUA 0329
Zonizzazione acustica - tav. 2/5	1:5.000	SUA 0330
Zonizzazione acustica - tav. 3/5	1:5.000	SUA 0331
Zonizzazione acustica - tav. 4/5	1:5.000	SUA 0332
Zonizzazione acustica - tav. 5/5	1:5.000	SUA 0333
Carta dei ricettori - tav. 1/5	1:5.000	SUA 0334

TITOLO	SCALA	NOME FILE
Carta dei ricettori - tav. 2/5	1:5.000	SUA 0335
Carta dei ricettori - tav. 3/5	1:5.000	SUA 0336
Carta dei ricettori - tav. 4/5	1:5.000	SUA 0337
Carta dei ricettori - tav. 5/5	1:5.000	SUA 0338
Carta dei caratteri del paesaggio - tav. 1/2	1:10.000	SUA 0339
Carta dei caratteri del paesaggio - tav. 2/2	1:10.000	SUA 0340
Carta della percezione visiva - tav. 1/2	1:10.000	SUA 0341
Carta della percezione visiva - tav. 2/2	1:10.000	SUA 0342
ALLEGATI		
Allegato 2		
Componente Rumore - Monitoraggio	-	SUA 0600
Allegato 3		
Componente Rumore - Censimento ricettori	-	SUA 0601
Allegato 4		
Componente Rumore – Simulazioni acustiche e verifica di concorsualità	-	SUA 0602
Allegato 5		
Valutazione di Incidenza	-	SUA 0700

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 (mg/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.

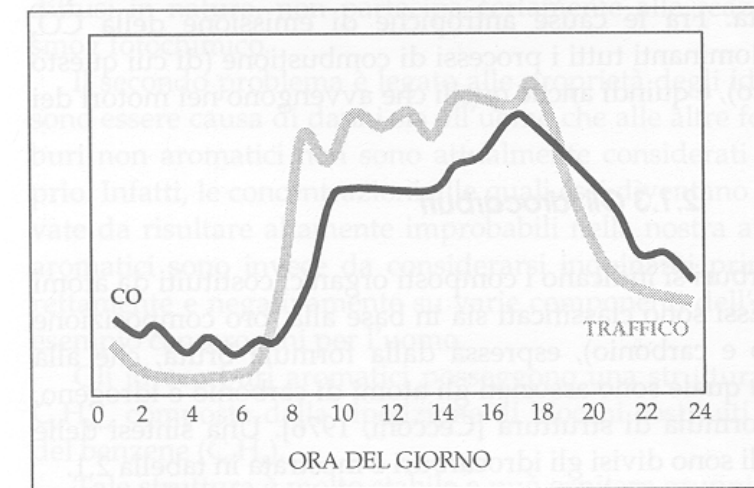


Figura 1.1 - Confronto tra l'andamento della CO e del traffico durante la giornata.

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.

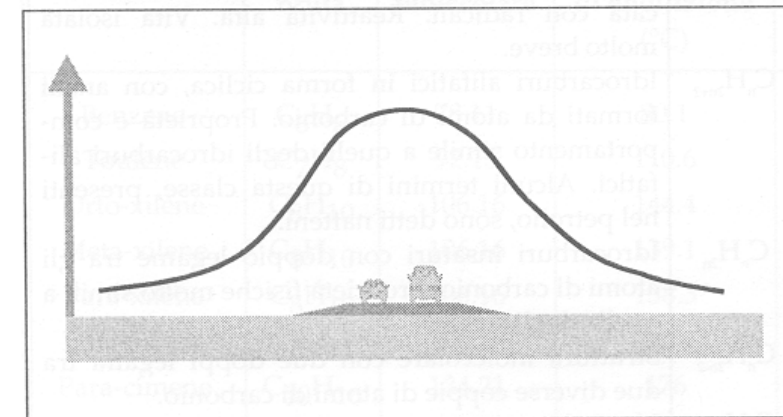


Figura 1.2 - Concentrazione della CO nell'intorno della sezione stradale

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 (α -pinene, β -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 C₆H₆. 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/m³: 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, PM₁₀, PM_{2.5})

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/m³). 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 (PM₁₀); il particolato finissimo con diametro inferiore a 2.5µm (PM_{2.5}), che costituisce circa il 60% del PM₁₀; ed il particolato ultrafine con diametro inferiore ad 1µm (PM₁).

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 NO_x che identifica la somma delle due specie chimiche monossido di azoto (NO) e biossido di azoto (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 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 (N_2) e ossigeno (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 (O_3) e perossiradicali (HO_2 e 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' 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' 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).

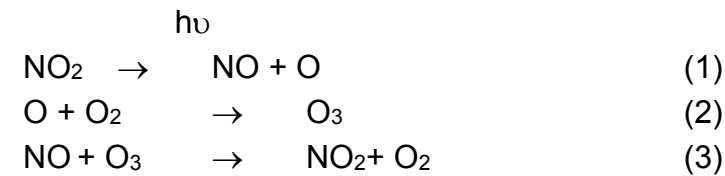
1.1.5 Ozono

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.



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.

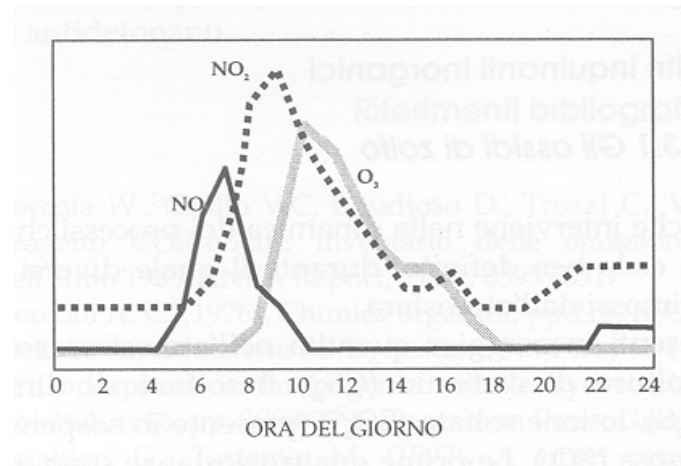


Figura 1.3 - Evoluzione delle concentrazioni delle specie chimiche in funzione del traffico.

Nelle prime ore della giornata si ha il massimo di concentrazione di NO prodotto dalla punta mattutina di traffico. NO viene convertito in NO₂ in un periodo di qualche ora; mentre la formazione di O₃ inizia soltanto quando il processo di formazione di NO₂ 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 O₃, 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.

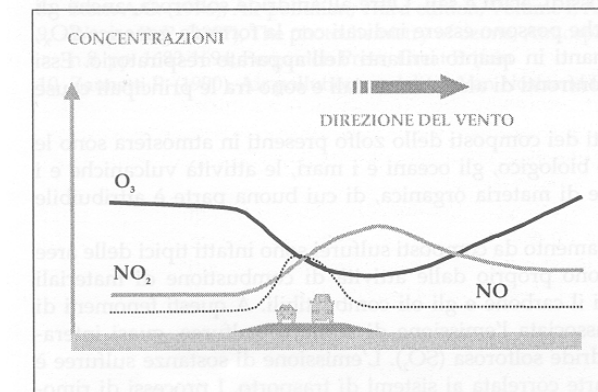


Figura 1.4 - Andamento qualitativo delle concentrazioni di NO, NO₂ e O₃ in una sezione stradale.

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 SO₂ 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_2 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_{10} , 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_2 NO_x PM_{10} Pb
- II: 2000/69/CE Benzene, CO
- III: 2002/3/CE O_3
- 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.

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 Dlgs 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 ₂		NO ₂		NOx	C ₆ H ₆	Pb	CO	PM 10		PM 2,5	O ₃	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
	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					
valore limite	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno	40 µg/m ³		5 µg/m ³	0.5 µg/m ³	10 mg/m ³	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile	40 µg/m ³	25 µg/m ³					
livello critico per la protezione della vegetazione	anno civile	invernale (1° ottobre-21 marzo)			anno civile											
	20 µg/m ³	20 µg/m ³			30 µg/m ³											
soglia di allarme	3 ore consecutive		3 ore consecutive									1 ora				
	500 µg/m ³		400 µg/m ³									240 µg/m ³				
soglia di informazione												1 ora				
valore obiettivo												anno civile	1 ora	anno civile	anno civile	anno civile
												25 µg/m ³	120 µg/m ³	6 ng/m ^{3*}	5 ng/m ^{3*}	20 ng/m ^{3*}

* 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 studio 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 precipitazione¹. 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 scala² 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

¹ 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.

² 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 anni³ (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 interesse⁴. 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.

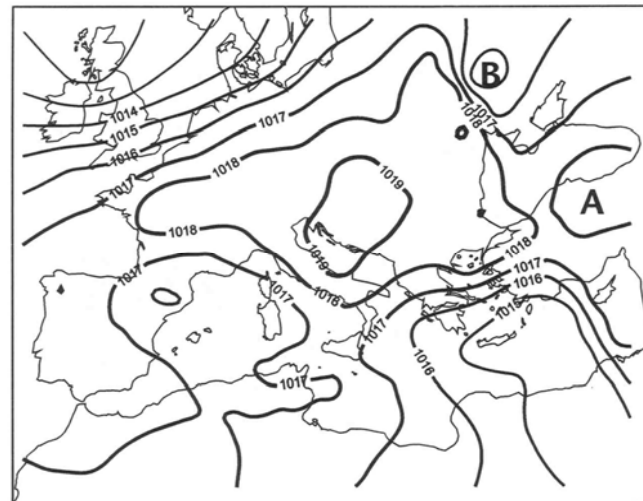


Figura 1.5 - Media della pressione atmosferica al livello del mare in autunno.

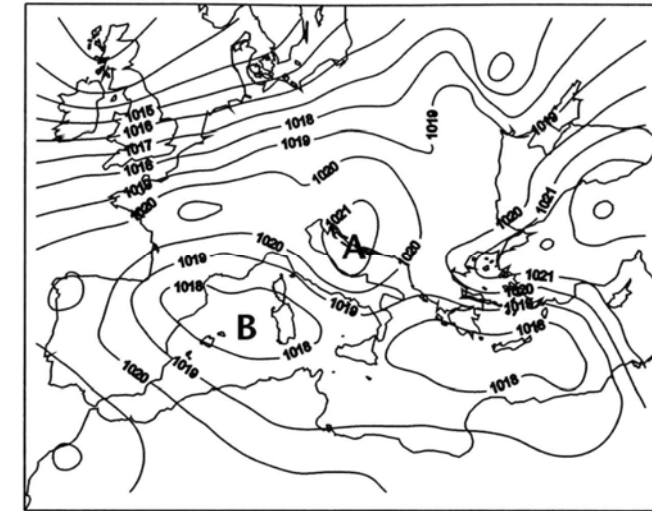


Figura 1.6 – Media della pressione atmosferica al livello del mare in inverno.

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'atmosfera⁵, 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

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

⁴ 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.

⁵ 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.

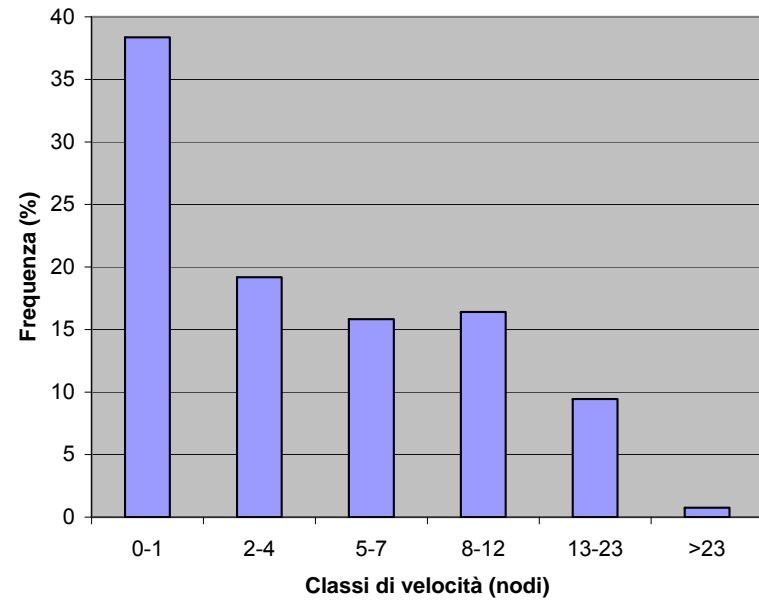


Figura 1.7 - Distribuzione di velocità del vento (primavera)

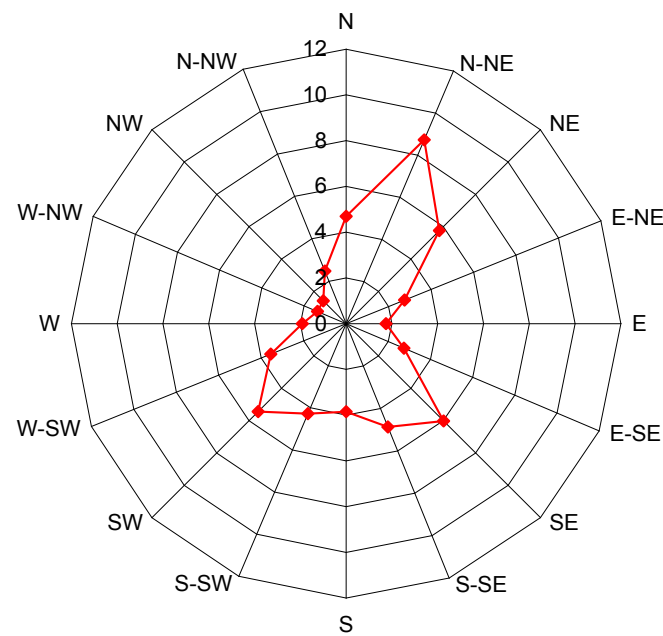


Figura 1.8 - Rosa dei venti (primavera).

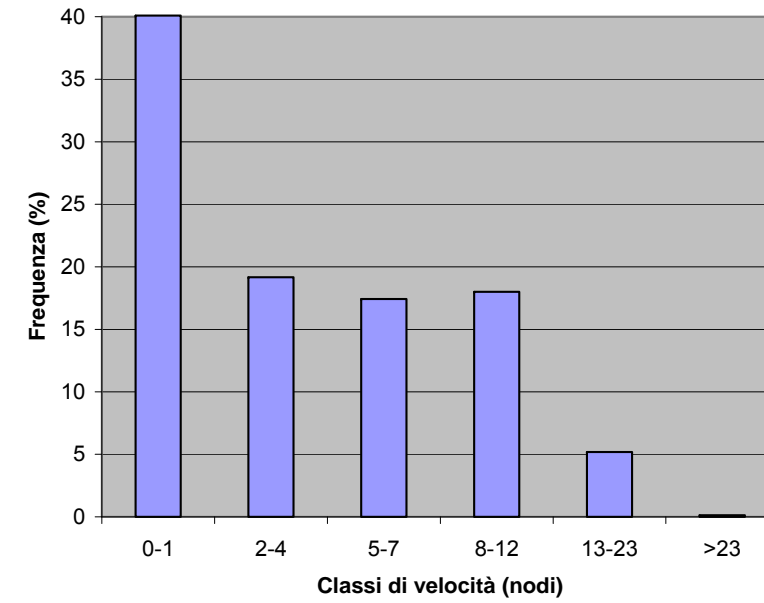


Figura 1.9 - Distribuzione di velocità del vento (estate)

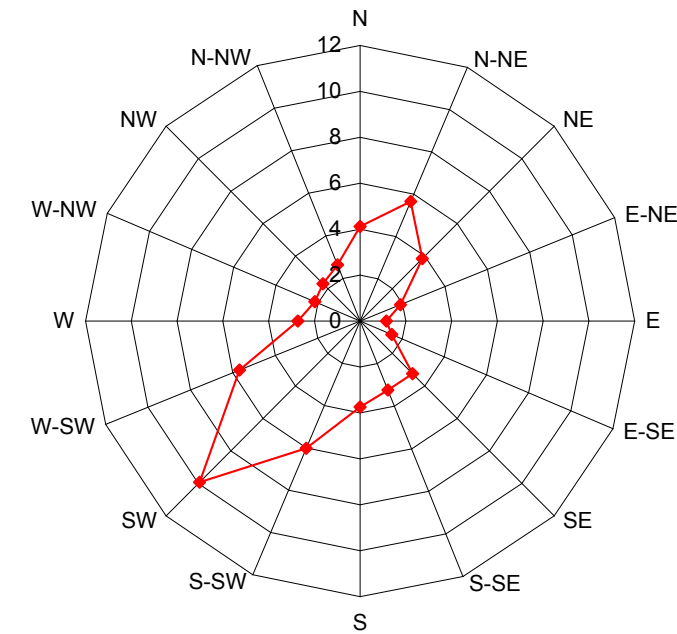


Figura 1.10 - Rosa dei venti (estate).

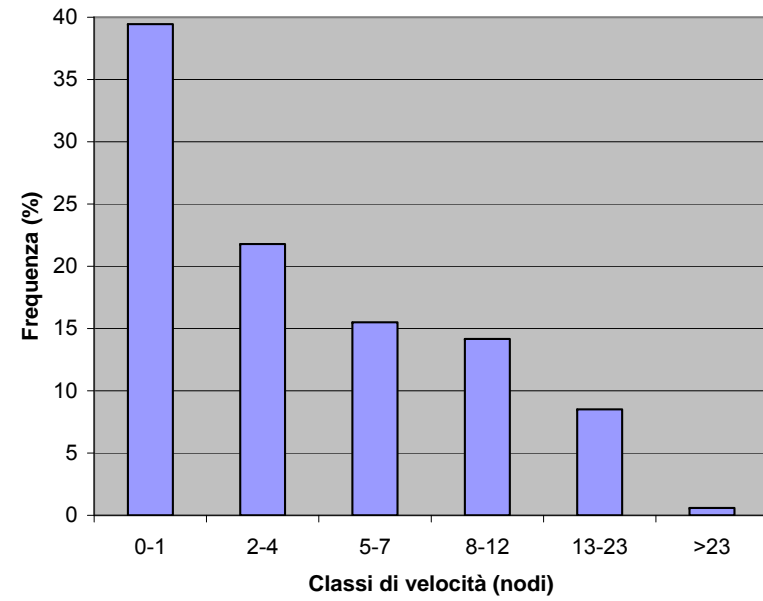


Figura 1.11 - Distribuzione di velocità del vento (autunno)

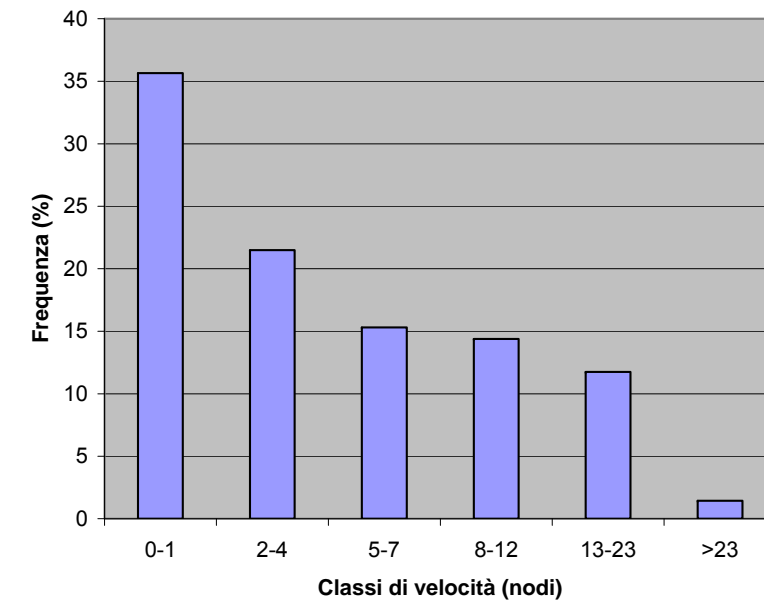


Figura 1.13 - Distribuzione di velocità del vento (inverno)

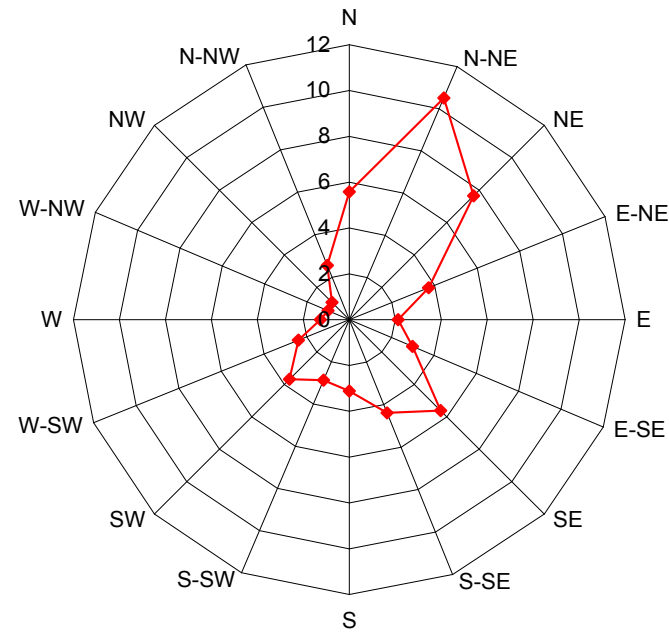


Figura 1.12 - Rosa dei venti (autunno)

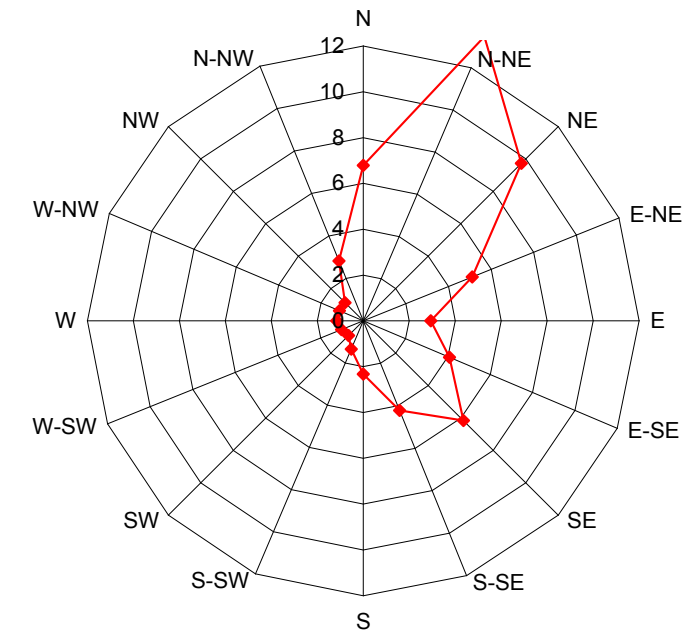


Figura 1.14 - Rosa dei venti (inverno)

Nelle tabelle seguenti vengono specificate le classi di velocità del vento per ogni direzione di provenienza.

Tabella 1.2 - Direzione e velocità del vento – Distribuzione delle frequenze annuali
 n° osservazioni: 114.446

SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	_ 24	TOTALE
1	0.0 - 22.5		20.79	13.70	11.97	6.11	0.24	52.82
2	22.5 - 45.0		35.48	20.48	19.86	17.83	1.99	95.65
3	45.0 - 67.5		29.70	15.48	11.33	9.56	1.14	67.22
4	67.5 - 90.0		18.86	9.82	3.52	1.26	0.11	33.58
5	90.0 - 112.5		11.27	5.70	2.25	0.60	0.01	19.82
6	112.5 - 135.0		10.15	7.21	6.45	4.06	0.29	28.16
7	135.0 - 157.5		10.89	12.37	16.38	11.86	0.97	52.46
8	157.5 - 180.0		7.98	8.28	13.61	11.08	0.80	41.75
9	180.0 - 202.5		6.34	7.15	11.35	7.35	0.43	32.62
10	202.5 - 225.0		9.16	11.71	12.10	3.28	0.18	36.43
11	225.0 - 247.5		11.92	18.37	17.42	2.36	0.07	50.14
12	247.5 - 270.0		7.00	9.60	11.65	3.31	0.23	31.79
13	270.0 - 292.5		4.05	4.39	5.48	3.31	0.44	17.67
14	292.5 - 315.0		3.67	3.62	4.34	2.27	0.26	14.17
15	315.0 - 337.5		5.34	4.30	4.02	1.07	0.06	14.79
16	337.5 - 360.0		10.82	7.87	5.78	1.72	0.02	26.22
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		384.00	0.55	0.12	0.05	0.00	0.00	0.73
TOTALE		384.00	203.98	160.17	157.56	87.04	7.25	1000.00

Tabella 1.5 - Direzione e velocità del vento – Distribuzione delle frequenze stagionali (SET-OTT-NOV)
 n° osservazioni: 28.503

SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	_ 24	TOTALE
1	0.0 - 22.5		22.16	14.75	12.59	6.03	0.24	55.76
2	22.5 - 45.0		41.59	22.33	21.76	18.15	1.24	105.07
3	45.0 - 67.5		35.10	17.31	12.11	10.76	1.16	76.45
4	67.5 - 90.0		20.37	11.84	3.45	1.41	0.14	37.21
5	90.0 - 112.5		11.59	6.84	2.25	0.55	0.04	21.26
6	112.5 - 135.0		10.69	7.58	6.79	4.53	0.25	29.84
7	135.0 - 157.5		11.53	13.32	18.43	12.18	0.63	56.10
8	157.5 - 180.0		7.90	8.55	15.11	11.18	1.09	43.84
9	180.0 - 202.5		5.32	6.96	10.64	7.94	0.30	31.16
10	202.5 - 225.0		9.24	8.39	7.96	2.76	0.30	28.64
11	225.0 - 247.5		12.02	13.63	9.24	1.78	0.08	36.75
12	247.5 - 270.0		7.72	6.53	7.61	1.97	0.08	23.91
13	270.0 - 292.5		3.53	3.03	3.59	2.18	0.26	12.59
14	292.5 - 315.0		3.15	2.71	2.85	1.26	0.11	10.08
15	315.0 - 337.5		4.39	3.20	2.32	0.80	0.00	10.70
16	337.5 - 360.0		11.02	7.85	5.05	1.59	0.00	25.51
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		394.41	0.53	0.21	0.00	0.00	0.00	0.74
TOTALE		394.41	217.84	155.04	141.74	85.08	5.89	1000.00

Tabella 1.3 - Direzione e velocità del vento – Distribuzione delle frequenze stagionali (MAR-APR-MAG)
 n° osservazioni: 28.781

SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	_ 24	TOTALE
1	0.0 - 22.5		18.36	11.94	10.68	5.74	0.17	46.90
2	22.5 - 45.0		29.27	18.28	18.68	18.91	2.08	87.24
3	45.0 - 67.5		21.66	12.49	11.97	10.00	1.45	57.57
4	67.5 - 90.0		15.15	6.58	3.96	1.68	0.11	27.48
5	90.0 - 112.5		9.95	4.45	2.22	0.77	0.00	17.39
6	112.5 - 135.0		10.40	6.95	6.51	3.50	0.07	27.43
7	135.0 - 157.5		11.65	13.59	18.67	14.89	1.37	60.16
8	157.5 - 180.0		9.22	9.62	16.39	12.75	0.68	48.66
9	180.0 - 202.5		7.85	8.07	13.72	8.21	0.60	38.45
10	202.5 - 225.0		10.82	13.85	13.65	4.35	0.10	42.78
11	225.0 - 247.5		14.67	20.84	16.76	1.99	0.03	54.30
12	247.5 - 270.0		8.30	11.41	12.32	3.33	0.19	35.54
13	270.0 - 292.5		4.36	4.79	6.08	3.46	0.44	19.14
14	292.5 - 315.0		3.46	3.65	4.07	2.28	0.20	13.65
15	315.0 - 337.5		5.52	4.07	3.38	1.08	0.04	14.08
16	337.5 - 360.0		10.57	7.57	5.03	1.58	0.03	24.78
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		383.66	0.66	0.10	0.03	0.00	0.00	0.80
TOTALE		383.66	191.86	158.26	164.14	94.51	7.57	1000.00

Tabella 1.6 - Direzione e velocità del vento – Distribuzione delle frequenze stagionali (DIC-GEN-FEB)
 n° osservazioni: 28.215

SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	_ 24	TOTALE
1	0.0 - 22.5		20.89	15.98	18.98	11.46	0.55	67.85
2	22.5 - 45.0		43.27	27.19	29.72	30.01	4.59	134.79
3	45.0 - 67.5		42.52	23.65	14.63	14.67	1.80	97.27
4	67.5 - 90.0		28.10	16.84	4.56	1.42	0.13	51.05
5	90.0 - 112.5		16.33	8.68	3.56	0.80	0.02	29.39
6	112.5 - 135.0		12.50	10.51	10.03	6.93	0.74	40.71
7	135.0 - 157.5		11.02	15.21	19.17	14.69	1.45	61.55
8	157.5 - 180.0		6.65	8.64	13.19	12.46	1.22	42.16
9	180.0 - 202.5		4.34	3.83	7.24	7.07	0.72	23.20
10	202.5 - 225.0		4.00	2.80	2.93	3.31	0.33	13.38
11	225.0 - 247.5		3.57	2.21	1.67	1.47	0.17	9.08
12	247.5 - 270.0		3.15	2.24	1.86	2.36	0.63	10.23
13	270.0 - 292.5		2.45	1.68	2.37	4.00	1.03	11.52
14	292.5 - 315.0		2.22	2.30	3.00	3.09	0.73	11.34
15	315.0 - 337.5		4.07	2.93	3.09	1.02	0.14	11.25
16	337.5 - 360.0		9.42	8.16	7.86	2.70	0.07	28.21
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		356.48	0.43	0.11	0.00	0.00	0.00	0.53
TOTALE		356.48	214.92	152.97	143.86	117.46	14.32	1000.00

Tabella 1.4 - Direzione e velocità del vento – Distribuzione delle frequenze stagionali (GIU-LUG-AGO)
 n° osservazioni: 28.947

SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	_ 24	TOTALE
1	0.0 - 22.5		21.76	12.20	5.83	1.36	0.03	41.18
2	22.5 - 45.0		28.05	14.29	9.56	4.59	0.11	56.60
3	45.0 - 67.5		19.89	8.70	6.69	2.97	0.19	38.44
4	67.5 - 90.0		12.08	4.21	2.15	0.55	0.05	19.04
5	90.0 - 112.5		7.33	2.91	0.98	0.27	0.00	11.50
6	112.5 - 135.0		7.09	3.88	2.57	1.36	0.10	15.00
7	135.0 - 157.5		9.35	7.47	9.36	5.76	0.41	32.36
8	157.5 - 180.0		8.14	6.31	9.76	7.99	0.21	32.45
9	180.0 - 202.5		7.78	9.65	13.71	6.18	0.10	37.42
10	202.5 - 225.0		12.45	21.55	23.55	2.69	0.00	60.24
11	225.0 - 247.5		17.23	36.33	41.47	4.17	0.00	99.21
12	247.5 - 270.0		8.77	17.99	24.51	5.52	0.03	56.82
13	270.0 - 292.5		5.80	7.98	9.77	3.62	0.03	27.20
14	292.5 - 315.0		5.83	5.75	7.40	2.44	0.03	21.46
15	315.0 - 337.5		7.33	6.95	7.23	1.40	0.07	22.98
16	337.5 - 360.0		12.26	7.90	5.23	1.02	0.00	26.40
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		400.91	0.59	0.07	0.17	0.00	0.00	0.83
TOTALE		400.91	191.73	174.15	179.95	51.89	1.38	1000.00

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 Pasquill⁶, 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'orizzonte⁷.

Questi schemi di classificazione⁸ 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

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
TOTALE	33.43	95.08	66.61	384.32	70.47	348.97	1.12	1000.00

⁶ F. Pasquill (1962), Atmospheric Diffusion, Van Nostrand, Londra

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

⁸ 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 1.11 - 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
TOTALE	33.43	95.08	66.61	384.32	70.47	348.97	1.12	1000.00

**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
TOTALE	18.52	74.91	53.94	392.98	72.07	386.54	1.04	1000.00

**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
TOTALE	40.99	90.75	73.20	422.43	58.50	312.60	1.52	1000.00

**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
TOTALE	1.49	38.84	20.12	511.08	82.77	344.30	1.41	1000.00

**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
TOTALE	72.81	176.36	119.24	209.47	68.86	352.75	0.51	1000.00

Le Tabelle seguenti sintetizzano le distribuzioni delle frequenze annuali delle classi di vento che si sono registrate in ognuna delle classi di stabilità di Pasquill.

Tabella 1.16 - Classe di stabilità A – Distribuzione delle frequenze annuali n° osservazioni 3.460

SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)							VELOCITA' MEDIA NEL SETTORE (NODI)
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	_ 24	TOTALE	
1	0,0 - 22,5		13,58	3,68	0,00	0,00	0,00	17,27	3,39
2	22,5 - 45,0		12,72	6,14	0,00	0,00	0,00	18,86	3,77
3	45,0 - 67,5		7,80	3,76	0,00	0,00	0,00	11,56	3,74
4	67,5 - 90,0		5,92	2,02	0,00	0,00	0,00	7,95	3,59
5	90,0 - 112,5		2,31	1,30	0,00	0,00	0,00	3,61	3,82
6	112,5 - 135,0		3,90	0,72	0,00	0,00	0,00	4,62	3,11
7	135,0 - 157,5		4,91	1,52	0,00	0,00	0,00	6,43	3,63
8	157,5 - 180,0		6,07	1,81	0,00	0,00	0,00	7,88	3,59
9	180,0 - 202,5		9,68	5,35	0,00	0,00	0,00	15,03	3,81
10	202,5 - 225,0		22,69	19,65	0,00	0,00	0,00	42,34	4,08
11	225,0 - 247,5		36,92	36,20	0,00	0,00	0,00	73,12	4,27
12	247,5 - 270,0		14,96	15,97	0,00	0,00	0,00	30,92	4,27
13	270,0 - 292,5		5,49	5,06	0,00	0,00	0,00	10,55	4,08
14	292,5 - 315,0		5,35	2,60	0,00	0,00	0,00	7,95	3,68
15	315,0 - 337,5		10,69	4,26	0,00	0,00	0,00	14,96	3,49
16	337,5 - 360,0		12,14	3,54	0,00	0,00	0,00	15,68	3,55
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		709,25	2,02	0,00	0,00	0,00	0,00	2,02	2,43
TOTALE		709,25	177,17	113,58	0,00	0,00	0,00	1000,00	

Tabella 1.19 - Classe di stabilità D – Distribuzione delle frequenze annuali n° osservazioni 39.776

SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)							VELOCITA' MEDIA NEL SETTORE (NODI)
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	_ 24	TOTALE	
1	0,0 - 22,5		13,01	8,45	20,37	15,81	0,59	58,23	9,64
2	22,5 - 45,0		24,58	13,30	32,55	42,58	5,09	118,10	11,23
3	45,0 - 67,5		22,96	12,45	19,25	24,10	3,21	81,97	9,97
4	67,5 - 90,0		14,94	9,55	6,30	3,31	0,30	34,39	6,45
5	90,0 - 112,5		10,43	6,76	5,28	1,65	0,04	24,15	6,08
6	112,5 - 135,0		10,05	9,70	15,55	11,07	0,83	47,21	9,38
7	135,0 - 157,5		10,63	15,58	38,16	32,07	2,57	99,02	11,03
8	157,5 - 180,0		7,14	10,93	30,81	29,55	2,19	80,62	11,61
9	180,0 - 202,5		4,79	7,25	20,28	18,81	1,18	52,31	11,36
10	202,5 - 225,0		6,27	6,49	12,09	8,11	0,44	33,41	9,58
11	225,0 - 247,5		6,31	6,57	11,82	5,34	0,18	30,23	8,61
12	247,5 - 270,0		4,10	4,09	11,43	7,87	0,63	29,11	10,32
13	270,0 - 292,5		2,26	2,43	7,02	8,52	1,06	21,29	12,09
14	292,5 - 315,0		2,01	2,33	6,23	5,68	0,62	16,86	11,27
15	315,0 - 337,5		3,27	2,33	6,40	2,70	0,16	14,85	8,98
16	337,5 - 360,0		6,46	4,86	9,82	4,58	0,07	25,79	8,46
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		232,83	0,38	0,23	0,03	0,00	0,00	0,63	4,32
TOTALE		232,83	149,59	123,29	253,39	221,74	19,16	1000,00	

Tabella 1.17 - Classe di stabilità B – Distribuzione delle frequenze annuali n° osservazioni 9.840

SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)							VELOCITA' MEDIA NEL SETTORE (NODI)
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	_ 24	TOTALE	
1	0,0 - 22,5		26,68	11,46	1,40	0,00	0,00	39,53	3,82
2	22,5 - 45,0		41,82	19,79	2,11	0,00	0,00	63,72	3,86
3	45,0 - 67,5		48,20	12,93	2,77	0,00	0,00	63,90	3,55
4	67,5 - 90,0		33,51	6,22	0,89	0,00	0,00	40,62	3,24
5	90,0 - 112,5		19,94	3,07	0,10	0,00	0,00	23,12	3,03
6	112,5 - 135,0		13,69	4,19	0,41	0,00	0,00	18,29	3,50
7	135,0 - 157,5		12,35	8,69	1,93	0,00	0,00	22,97	4,55
8	157,5 - 180,0		10,82	7,22	1,58	0,00	0,00	19,61	4,48
9	180,0 - 202,5		10,82	14,08	4,60	0,00	0,00	29,50	5,33
10	202,5 - 225,0		21,29	44,11	15,88	0,00	0,00	81,28	5,79
11	225,0 - 247,5		26,35	80,77	31,99	0,00	0,00	139,10	6,11
12	247,5 - 270,0		14,76	35,90	13,24	0,00	0,00	63,90	5,93
13	270,0 - 292,5		8,00	9,68	3,05	0,00	0,00	20,73	5,22
14	292,5 - 315,0		6,99	5,97	1,83	0,00	0,00	14,79	4,83
15	315,0 - 337,5		9,22	5,95	0,86	0,00	0,00	16,03	4,29
16	337,5 - 360,0		16,69	7,52	1,22	0,00	0,00	25,43	3,98
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		314,33	2,54	0,41	0,20	0,00	0,00	3,15	3,48
TOTALE		314,33	323,68	277,95	84,04	0,00	0,00	1000,00	

Tabella 1.20 - Classe di stabilità E – Distribuzione delle frequenze annuali n° osservazioni 7.293

SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)							VELOCITA' MEDIA NEL SETTORE (NODI)
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	_ 24	TOTALE	
1	0,0 - 22,5		13,54	72,98	31,13	0,00	0,00	117,65	6,52
2	22,5 - 45,0		23,62	93,34	35,31	0,00	0,00	152,27	6,30
3	45,0 - 67,5		15,43	56,49	14,19	0,00	0,00	86,11	6,00
4	67,5 - 90,0		11,93	30,99	4,39	0,00	0,00	47,31	5,65
5	90,0 - 112,5		8,57	24,06	1,47	0,00	0,00	34,11	5,53
6	112,5 - 135,0		10,15	34,76	3,81	0,00	0,00	48,71	5,74
7	135,0 - 157,5		16,87	69,86	9,43	0,00	0,00	96,15	5,86
8	157,5 - 180,0		11,66	41,07	7,37	0,00	0,00	60,09	5,96
9	180,0 - 202,5		6,86	28,52	6,14	0,00	0,00	41,51	6,07
10	202,5 - 225,0		6,86	29,21	5,18	0,00	0,00	41,24	6,07
11	225,0 - 247,5		9,19	41,10	10,56	0,00	0,00	60,85	6,14
12	247,5 - 270,0		4,94	28,83	9,26	0,00	0,00	43,02	6,40
13	270,0 - 292,5		3,05	18,96	7,06	0,00	0,00	29,07	6,46
14	292,5 - 315,0		4,08	20,67	9,05	0,00	0,00	33,80	6,51
15	315,0 - 337,5		4,42	24,17	9,46	0,00	0,00	38,05	6,45
16	337,5 - 360,0		8,74	45,63	15,56	0,00	0,00	69,93	6,37
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,14	5,00
TOTALE		0,00	159,88	660,77	179,35	0,00	0,00	1000,00	

Tabella 1.18 - Classe di stabilità C – Distribuzione delle frequenze annuali n° osservazioni 6.894

SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)							VELOCITA' MEDIA NEL SETTORE (NODI)
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	_ 24	TOTALE	
1	0,0 - 22,5		5,87	14,07	21,94	1,38	0,00	43,26	7,76
2	22,5 - 45,0		13,20	26,69	53,71	6,09	0,29	99,98	8,25
3	45,0 - 67,5		16,90	20,89	33,98	4,21	0,04	76,01	7,71
4	67,5 - 90,0		9,28	14,00	11,57	1,16	0,11	36,12	6,82
5	90,0 - 112,5		5,69	7,94	3,99	0,29	0,00	17,91	6,17
6	112,5 - 135,0		3,66	6,06	9,65	0,73	0,00	20,09	7,58
7	135,0 - 157,5		3,15	8,05	26,22	3,37	0,00	40,80	8,86
8	157,5 - 180,0		2,57	6,45	27,81	5,98	0,00	42,83	9,62
9	180,0 - 202,5		3,74	12,44	49,50	7,11	0,15	72,93	9,33
10	202,5 - 225,0		5,04	28,90	82,72	5,44	0,00	122,10	8,63
11	225,0 - 247,5		9,79	47,43	130,00	4,75	0,00	191,98	8,45
12	247,5 - 270,0		5,58	21,69	81,56	4,32	0,00	113,14	8,79
13	270,0 - 292,5		2,43	10,01	33,22	2,36	0,00	48,01	9,01
14	292,5 - 315,0		2,50	5,15	19,51	1,92	0,00	29,08	9,06
15	315,0 - 337,5		1,45	5,73	13,82	0,18	0,00	21,18	8,24
16	337,5 - 360,0		2,54	9,50	11,64	0,47	0,00	24,15	7,42
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		0,00	0,15	0,00	0,29	0,00	0,00	0,44	7,67
TOTALE		0,00	93,56	245,00	611,11	49,75	0,58	1000,00	

Tabella 1.21 - Classe di stabilità F+G – Distribuzione delle frequenze annuali n° osservazioni 36.117

SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)							VELOCITA' MEDIA NEL SETTORE (NODI)
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	_ 24	TOTALE	
1	0,0 - 22,5		30,97	5,86	0,00	0,00	0,00	36,82	3,14
2	22,5 - 45,0		49,04	7,53	0,00	0,00	0,00	56,57	3,01
3	45,0 - 67,5		30,83	4,27	0,00	0,00	0,00	35,10	2,95
4	67,5 - 90,0		18,16	2,13	0,00	0,00	0,00	20,29	2,96
5	90,0 - 112,5		11,54	1,46	0,00	0,00	0,00	13,00	2,96
6	112,5 - 135,0		11,48	1,42	0,00	0,00	0,00	12,90	2,95
7	135,0 - 157,5		12,42	1,90	0,00	0,00	0,00	14,33	2,98
8	157,5 - 180,0		9,09	1,25	0,00	0,00	0,00	10,34	2,98
9	180,0 - 202,5		7,52	1,00	0,00	0,00	0,00	8,53	3,02
10	202,5 - 225,0		10,22	1,96	0,00	0,00	0,00	12,18	3,17
11	225,0 - 247,5		13,73	2,89	0,00	0,00	0,00	16,63	3,25
12	247,5 - 270,0		8,50	2,33	0,00	0,00	0,00	10,83	3,37
13	270,0 - 292,5		5,52	1,41	0,00	0,00	0,00	6,93	3,33
14	292,5 - 315,0		4,78	1,04	0,00	0,00	0,00	5,82	3,25
15	315,0 - 337,5		7,28	1,52	0,00	0,00	0,00	8,80	3,24
16	337,5 - 360,0		16,57	3,37	0,00	0,00	0,00	19,94	3,18
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		710,61	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	2,43
TOTALE		710,61	248,05	41,34	0,00	0,00	0,00	1000,00	

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 (¼ 1 NODO)		750.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	750.00	0.00
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 fotochimica.

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 il comune di Orbetello. Nello specifico, sono interessate dall'opera le seguenti frazioni di Orbetello: Ansedonia, Orbetello Scalo, Quattro Strade ed Albinia.

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
Totale	149.314,36	214.836,34	31.154.735,01	116.454,84	10.420,95

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
Totale	3.250,27	19.749,04	66.519,04	23.856,58	20.421,73	9.355,98

Si osservi come il macrosettore relativo ai trasporti stradali rappresenti in Regione Toscana la principale fonte per il CO (45,6%), il CO₂ (24,9%) e gli NO_x (58,2%) e la seconda fonte per importanza per COVNM (19,8%), N₂O (18,6%), PM₁₀ (13,2%) e PM_{2,5} (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
Totale	29.444,05	17.306,77	1.481.391,29	8.310,10	1.781,29

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
Totale	647,10	4.301,27	4.025,17	2.737,58	2.237,63	1.505,57

Nella Provincia di Grosseto, invece, il macrosettore relativo ai trasporti stradali rappresenta la principale fonte per i soli NO_x (45,8%) e la seconda fonte per importanza per il CO (32,9%), il CO₂ (37,4%), il N₂O (4,7%) e le PM_{2,5} (6,3%).

Tabella 1.27 - Emissioni per settore della Provincia di Grosseto (1)

	CH4 (Mg)	CO (Mg)	CO2 (Mg)	COVNM (Mg)	H2S (Mg)
0101 Centrali elettriche pubbliche	0,29	5,90	6.811,80	3,62	0,00
0201 Impianti di combustione nel terziario	1,68	14,97	29.450,31	1,35	0,00
0202 Impianti di combustione residenziali	2.462,04	10.474,50	449.779,84	1.422,63	0,00
0203 Impianti di combustione nell'agricoltura, selvicoltura, acquacoltura	92,43	396,68	11.106,93	34,71	0,00
0301 Combustione in caldaie, turbine a gas e motori fissi	1,27	41,22	72.284,17	3,30	0,00
0302 Forni di processo senza contatto	0,27	5,94	6.030,00	0,18	0,00
0303 Forni di processo con contatto	0,03	2,29	333,35	0,09	0,00
0403 Processi nelle industrie di metalli non ferrosi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0404 Processi nelle industrie chimiche inorganiche	0,00	0,00	89.100,51	0,00	0,16
0405 Processi nelle industrie chimiche organiche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0406 Proc. nelle ind. legno/pasta-carta/alim/bevande e altre industrie	0,00	0,00	362,42	108,44	0,00
0503 Estrazione, 1° trattamento e caricamento di combustibili fossili gassosi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0504 Distribuzione di combustibili liquidi (escluso benzine)	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00
0505 Distribuzione di benzina	0,00	0,00	0,00	4,79	0,00
0506 Reti di distribuzione di gas	382,84	0,00	3,76	49,90	0,00
0507 Estrazione di energia geotermica	0,00	0,00	280.172,02	0,00	1.781,13
0601 Applicazione di vernici	0,00	0,00	0,00	1.021,48	0,00
0602 Sgrassaggio, pulitura a secco ed elettronica	0,00	0,00	0,00	115,70	0,00
0603 Manifattura e lavorazione di prodotti chimici	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
0604 Altro uso di solventi e relative attività	0,00	0,00	0,00	1.312,11	0,00
0701 Automobili	31,11	1.423,09	217.494,25	164,96	0,00
0702 Veicoli leggeri P < 3,5 t	4,23	265,19	82.930,53	32,81	0,00
0703 Veicoli pesanti P > 3 t	4,45	240,93	87.064,61	82,95	0,00
0704 Motocicli cc < 50 cm3	17,03	1.029,54	2.657,35	726,05	0,00
0705 Motocicli cc > 50 cm3	22,63	2.736,26	15.818,20	216,52	0,00
0706 Emissioni evaporative dai veicoli	0,00	0,00	0,00	148,81	0,00
0707 Usura dei freni dei veicoli stradali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0708 Usura delle gomme dei veicoli stradali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0709 Abrasione della strada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0801 Militari	0,05	3,36	980,08	1,04	0,00
0802 Ferrovie	0,13	8,01	2.385,82	3,48	0,00
0804 Attività marittime	1,61	41,85	17.682,43	15,45	0,00
0806 Agricoltura	5,72	350,68	102.145,61	107,91	0,00
0807 Selvicoltura	0,20	16,77	82,91	6,54	0,00
0808 Industria	0,18	10,86	3.226,21	3,43	0,00
0902 Incenerimento rifiuti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0904 Smaltimento e interrimento di rifiuti solidi	21.401,77	0,46	0,00	197,85	0,00
0909 Cremazione	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0910 Altro trattamento di rifiuti	27,92	0,00	0,00	0,00	0,00
1001 Coltivazioni con fertilizzanti	0,00	0,00	0,00	82,36	0,00
1002 Coltivazioni senza fertilizzanti	0,00	0,00	0,00	21,57	0,00
1003 Combustione in situ di residui agricoli	0,25	0,41	0,00	0,04	0,00
1004 Allevamento di bestiame - fermentazione intestinale	4.241,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1005 Trattamento di letame con riferimento ai composti del carbonio	494,71	0,00	0,00	419,70	0,00
1006 Uso di pesticidi e calce viva	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00
1101 Foreste spontanee di latifoglie	0,00	0,00	0,00	418,44	0,00
1102 Foreste spontanee di conifere	0,00	0,00	0,00	458,32	0,00
1103 Incendi forestali	10,45	237,88	3.488,16	12,67	0,00
1104 Prati naturali ed altra vegetazione	0,00	0,00	0,00	113,64	0,00
1105 Zone umide - Paludi e acquitrini	237,70	0,00	0,00	0,00	0,00
1106 Acque	2,07	0,00	0,00	0,00	0,00
1111 Foreste di latifoglie a governo	0,00	0,00	0,00	996,63	0,00
Totale	29.444,05	17.306,77	1.481.391,29	8.310,10	1.781,29

Tabella 1.28 - Emissioni per settore della Provincia di Grosseto (2)

	N2O (Mg)	NH3 (Mg)	NOX (Mg)	PM10 (Mg)	PM2,5 (Mg)	SOX (Mg)
0101 Centrali elettriche pubbliche	0,06	0,00	30,09	0,40	0,39	0,13
0201 Impianti di combustione nel terziario	0,43	0,14	21,60	1,26	1,00	9,39
0202 Impianti di combustione residenziali	23,22	190,55	267,67	1.930,13	1.883,83	46,35
0203 Impianti di combustione nell'agricoltura, selvicoltura, acquacoltura	0,69	7,34	7,93	47,60	46,61	1,09
0301 Combustione in caldaie, turbine a gas e motori fissi	1,27	1,35	107,39	0,84	0,99	0,36
0302 Forni di processo senza contatto	0,23	0,00	6,24	1,17	1,17	20,52
0303 Forni di processo con contatto	0,00	0,00	0,60	0,39	0,39	1,77
0403 Processi nelle industrie di metalli non ferrosi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0404 Processi nelle industrie chimiche inorganiche	0,00	0,00	75,41	15,40	15,40	1.406,46
0405 Processi nelle industrie chimiche organiche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0406 Proc. nelle ind. legno/pasta-carta/alim/bevande e altre industrie	0,00	0,00	0,00	155,98	14,25	0,00
0503 Estrazione, 1° trattamento e caricamento di combustibili fossili gassosi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0504 Distribuzione di combustibili liquidi (escluso benzine)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0505 Distribuzione di benzina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0506 Reti di distribuzione di gas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0507 Estrazione di energia geotermica	0,00	2.075,80	0,00	0,00	0,00	0,00
0601 Applicazione di vernici	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0602 Sgrassaggio, pulitura a secco ed elettronica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0603 Manifattura e lavorazione di prodotti chimici	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0604 Altro uso di solventi e relative attività	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0701 Automobili	20,41	18,40	590,34	29,24	29,24	1,32
0702 Veicoli leggeri P < 3,5 t	4,44	0,88	383,12	27,95	27,95	0,53
0703 Veicoli pesanti P > 3 t	4,81	0,40	826,02	33,61	33,61	0,56
0704 Motocicli cc < 50 cm3	0,09	0,09	2,63	18,07	18,07	0,04
0705 Motocicli cc > 50 cm3	0,37	0,37	42,96	2,23	2,23	0,13
0706 Emissioni evaporative dai veicoli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0707 Usura dei freni dei veicoli stradali	0,00	0,00	0,00	23,35	9,34	0,00
0708 Usura delle gomme dei veicoli stradali	0,00	0,00	0,00	17,04	11,92	0,00
0709 Abrasione della strada	0,00	0,00	0,00	14,50	7,83	0,00
0801 Militari	0,38	0,00	10,78	0,53	0,53	0,03
0802 Ferrovie	0,92	0,01	39,24	1,08	1,03	0,07
0804 Attività marittime	0,46	0,00	449,80	9,62	9,14	11,28
0806 Agricoltura	39,42	0,26	1.123,40	55,72	55,72	3,21
0807 Selvicoltura	0,00	0,00	0,07	0,10	0,10	0,00
0808 Industria	1,25	0,01	33,20	2,11	2,11	0,10
0902 Incenerimento rifiuti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0904 Smaltimento e interrimento di rifiuti solidi	0,00	155,27	0,00	0,00	0,00	0,00
0909 Cremazione	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0910 Altro trattamento di rifiuti	2,09	1,68	0,00	0,00	0,00	0,00
1001 Coltivazioni con fertilizzanti	384,00	579,04	0,00	260,52	17,62	0,00
1002 Coltivazioni senza fertilizzanti	100,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1003 Combustione in situ di residui agricoli	0,01	0,22	0,02	0,06	0,05	0,00
1004 Allevamento di bestiame - fermentazione intestinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1005 Trattamento di letame con riferimento ai composti del carbonio	54,76	1.266,37	0,00	59,64	18,24	0,00
1006 Uso di pesticidi e calce viva	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1101 Foreste spontanee di latifoglie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1102 Foreste spontanee di conifere	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1103 Incendi forestali	0,58	3,11	6,67	28,90	28,90	2,22
1104 Prati naturali ed altra vegetazione	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1105 Zone umide - Paludi e acquitrini	6,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1106 Acque	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1111 Foreste di latifoglie a governo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale	646,91	4.301,27	4.025,17	2.737,44	2.237,63	1.505,57

Tabella 1.29 - Emissioni totali del Comune di Orbetello

Comune di	CH4 (Mg)	CO (Mg)	CO2 (Mg)	COVNM (Mg)	H2S (Mg)
Orbetello	580,82	1.026,77	80.938,29	447,29	0,00
N2O (Mg)	NH3 (Mg)	NOX (Mg)	PM10 (Mg)	PM2,5 (Mg)	SOX (Mg)
33,42	98,96	345,09	140,03	112,91	5,70

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
Totale	580,82	1.026,77	80.938,29	447,29	0,00

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
Totale	33,42	98,96	345,09	140,03	112,91	5,70

Si osservi come il macrosettore relativo ai trasporti stradali rappresenti nel Comune di Orbetello la seconda fonte per importanza per CO (44,5%), CO₂ (38,7%), COVNM (21,8%), N₂O (7,3%), NO_x (40,5%), e PM_{2,5} (9,3%).

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 Decreto legislativo 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 nelle mappe seguenti.

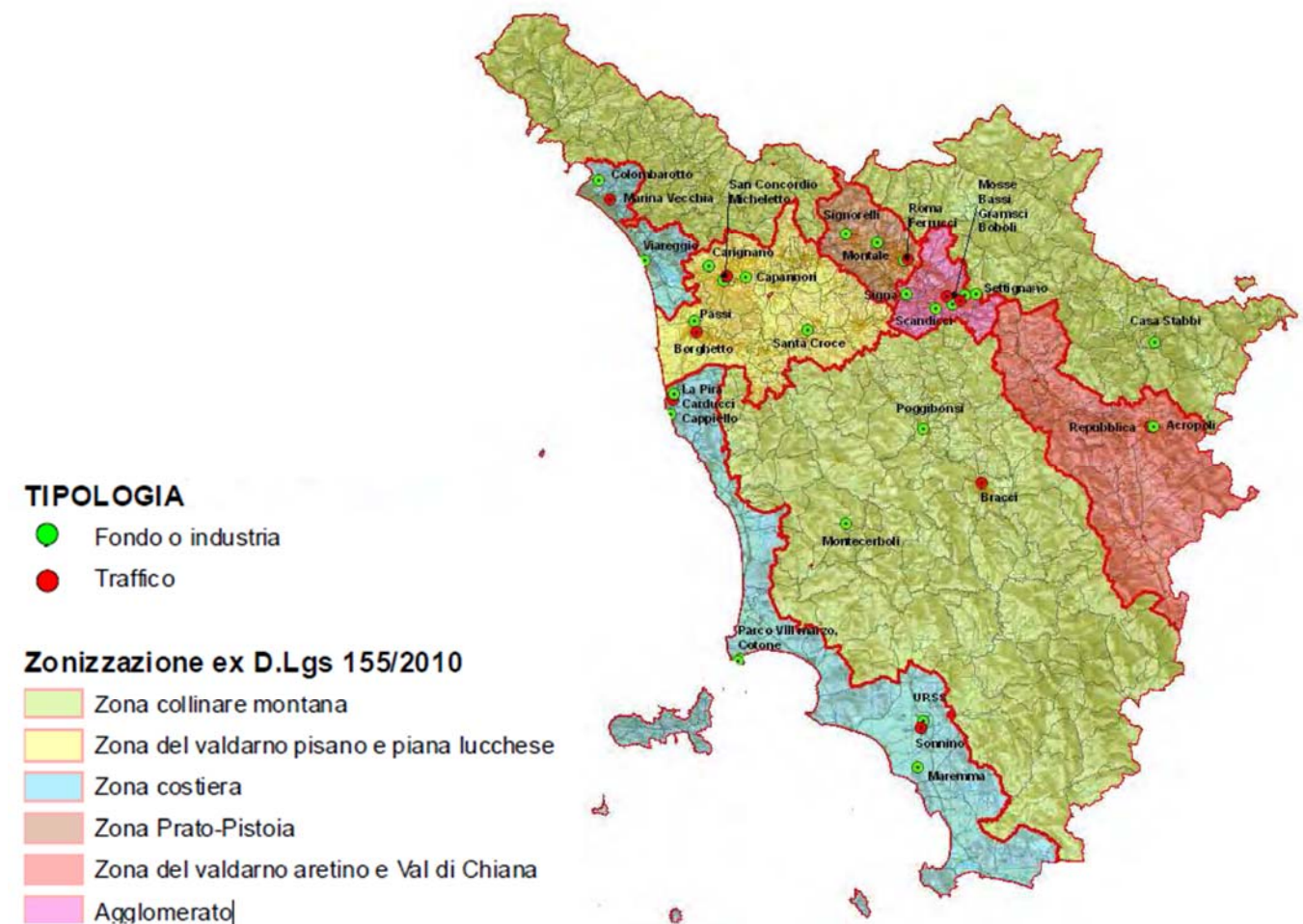


Figura 1.15 - Rete regionale inquinanti all.V D.Lgs 155/2010



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 PM₁₀ è stata registrata una diminuzione: nel 2014 il limite dei 35 superamenti annuali della media giornaliera di 50 µg/m³ 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/m³ 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/m³ presso i siti di monitoraggio e il limite di 40 µg/m³ 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_{2.5}, 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 registrate 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/m³ 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 PM10 hanno confermato il rispetto dei limiti normativi in tutti i siti di rilevamento.

L'area interessata dal tracciato, compresa interamente nel Comune di Orbetello in provincia di 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 NO₂. Nel 2014, essa non ha registrato alcun superamento del limite di legge orario di 200 µg/m³; il valor medio durante l'anno è stato pari a 4 µg/m³.

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 anni precedenti. La GR-URSS restituisce ancora una volta un numero di superamenti orari pari a zero per gli NO₂; la media annuale risulta invece pari a 20 µg/m³.

Il valore risulta coerente con quanto registrato negli anni precedenti.

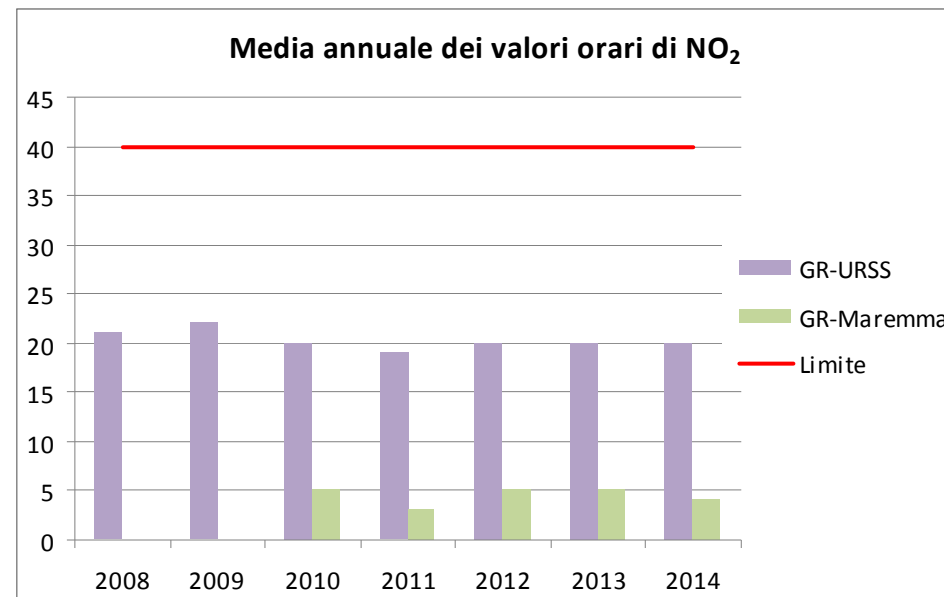


Figura 1.17 - Media annuale dei valori orari di NO₂

Per quel che riguarda il PM₁₀, i limiti giornalieri sono stati superati solamente in 3 occasioni, mentre la media annuale risulta pari a 17µg/m³.

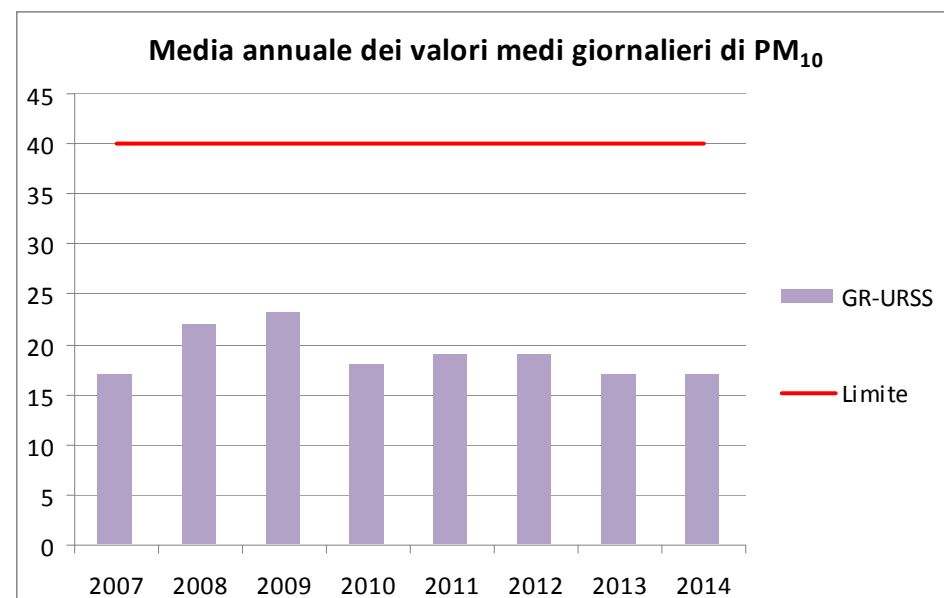


Figura 1.18 - Media annuale dei valori medi giornalieri di PM₁₀

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.

Tali valori vanno confrontati con i risultati delle campagne di monitoraggio effettuate da SPEA nell'ambito del SIA. Tali campagne hanno avuto una 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, NO₂, NO_x: Thermo ltd modello 42I a chemiluminescenza
- Analizzatore di ozono O₃: 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 PM₁₀ PM_{2,5}: CHARLIE HV - TCR TECORA

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 PM₁₀ 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 e in tabella i dati rilevati nel sito di prelievo.

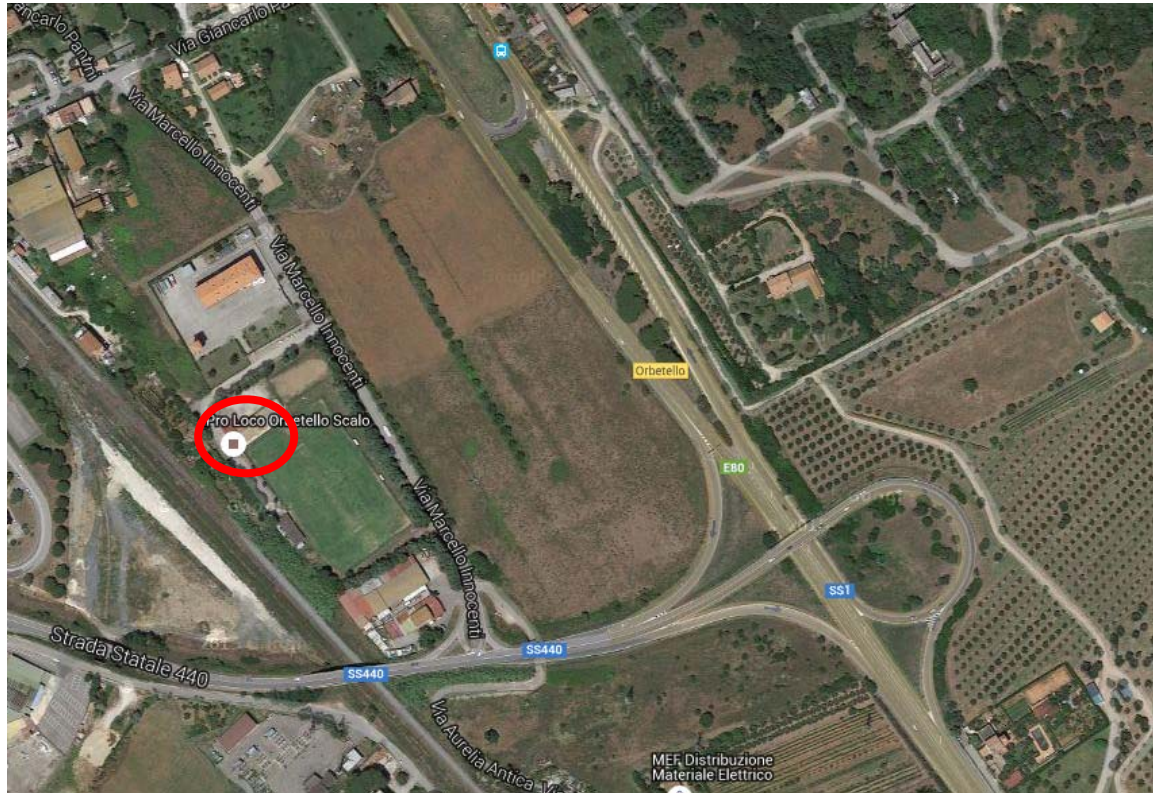


Figura 1.19 - Ortofoto con localizzazione dell'unità mobile.

Tabella 1.32 - Misurazioni del PM₁₀ (prima campagna)

Dettaglio misure							
Data	Pesata	Volume	T amb [°C]		P amb [kPa]		Concentrazione
	[mg]	[Nm ³]	max	min	max	min	[µg/Nm ³]
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 PM₁₀ rilevati nella prima campagna sono sempre inferiori al limite giornaliero (50 µg/m³) e si mantengono anche al di sotto dei 40 µg/m³ (media annua), fatta eccezione per la giornata del 22 marzo. La concentrazione media sui 15 giorni è pari a 21 µg/m³.



Figura 1.20 - Rilievi fotografici dell'unità mobile

Tabella 1.33 - Misurazioni del PM₁₀ (seconda campagna)

Dettaglio misure							
Data	Pesata	Volume	T amb [°C]		P amb [kPa]		Concentrazione
	[mg]	[Nm ³]	max	min	max	min	[µg/Nm ³]
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 PM₁₀ rilevati nella seconda campagna sono sempre inferiori al limite giornaliero (50 µg/m³) e si mantengono anche al di sotto dei 40 µg/m³ (media annua). La concentrazione media sui 15 giorni è pari a 23 µg/m³.

Per quel che riguarda l'NO₂, non si registrano superamenti del massimo valore orario (200 µg/m³) in nessuna delle due campagne, mentre si riportano di seguito i risultati delle misure in termini di media giornaliera.

Tabella 1.34 - Misurazioni dell'NO₂

Dettaglio misure				
Data	NO2 µg/m ³		Data	NO2 µg/m ³
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/m³ per la prima campagna e a 13,22 µg/m³ per la seconda, è inferiore al valore limite annuale (40 µg/m³).

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, CO₂,

NO₂, C₆H₆, PM₁₀ e PM_{2.5}. Il processo di dispersione degli inquinanti è stato, invece, limitato a PM₁₀, PM_{2.5} e NO₂.

I principali risultati sono forniti in tabelle o su tavole (per la stima delle dispersioni: "Atmosfera - concentrazioni NOx – stato attuale" – SUA_301-302, "Atmosfera - concentrazioni NOx al 2030 – opzione zero" – SUA_303-304, "Atmosfera - concentrazioni NOx al 2030 - post operam" – SUA_305-306, "Atmosfera - concentrazioni PM_{2.5} – stato attuale" – SUA_307-308, "Atmosfera - concentrazioni PM_{2.5} al 2030 – opzione zero" – SUA_309-310, "Atmosfera - concentrazioni PM_{2.5} al 2030 - post operam" – SUA_311-312, "Atmosfera - concentrazioni PM₁₀ – stato attuale" – SUA_313-314, "Atmosfera - concentrazioni PM₁₀ al 2030 - opzione zero" – SUA_315-316, "Atmosfera - concentrazioni PM₁₀ al 2030 - post operam" – SUA_317-318; 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.

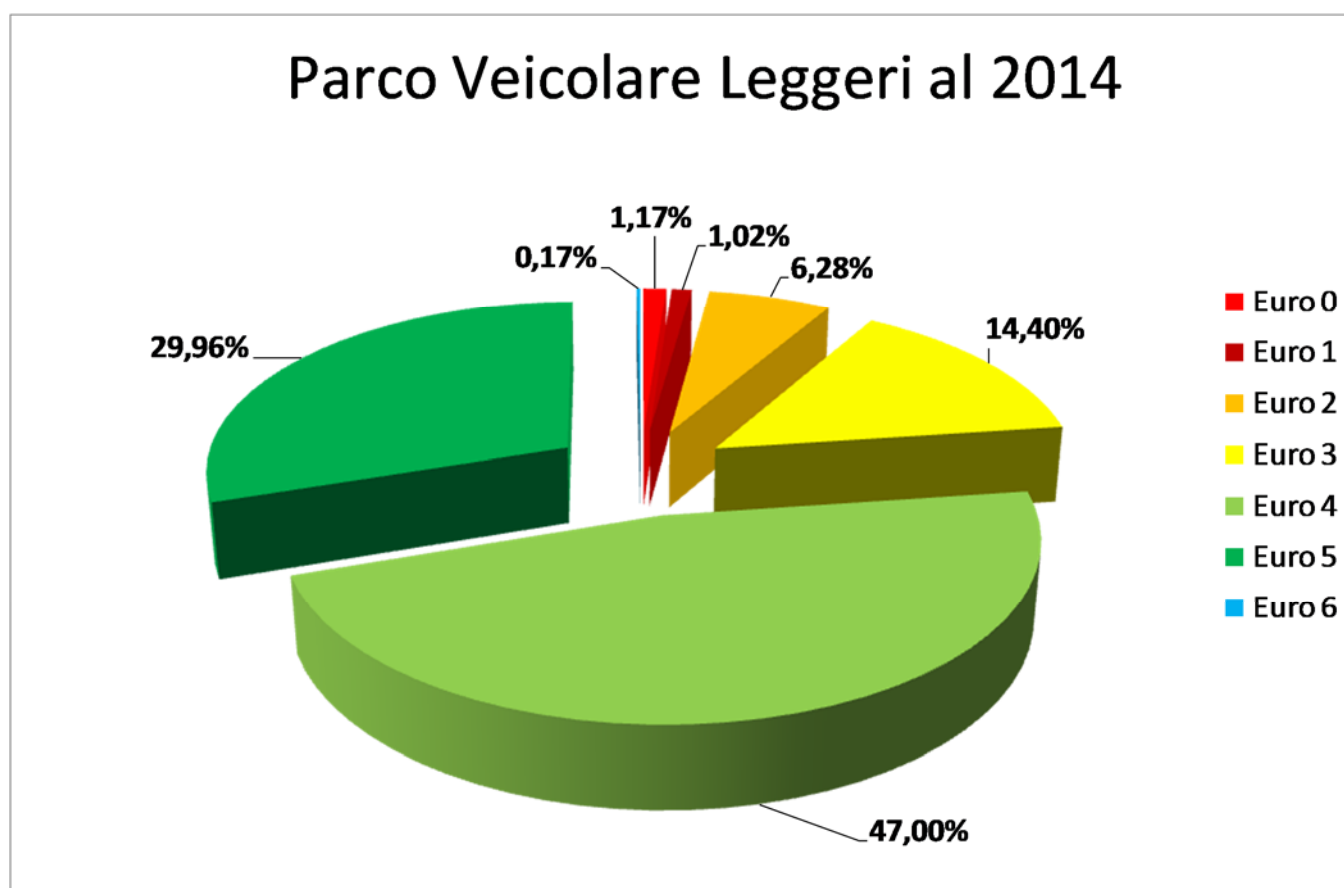


Figura 1.21 - Distribuzione del parco per standard emissivo – veicoli leggeri (2014)

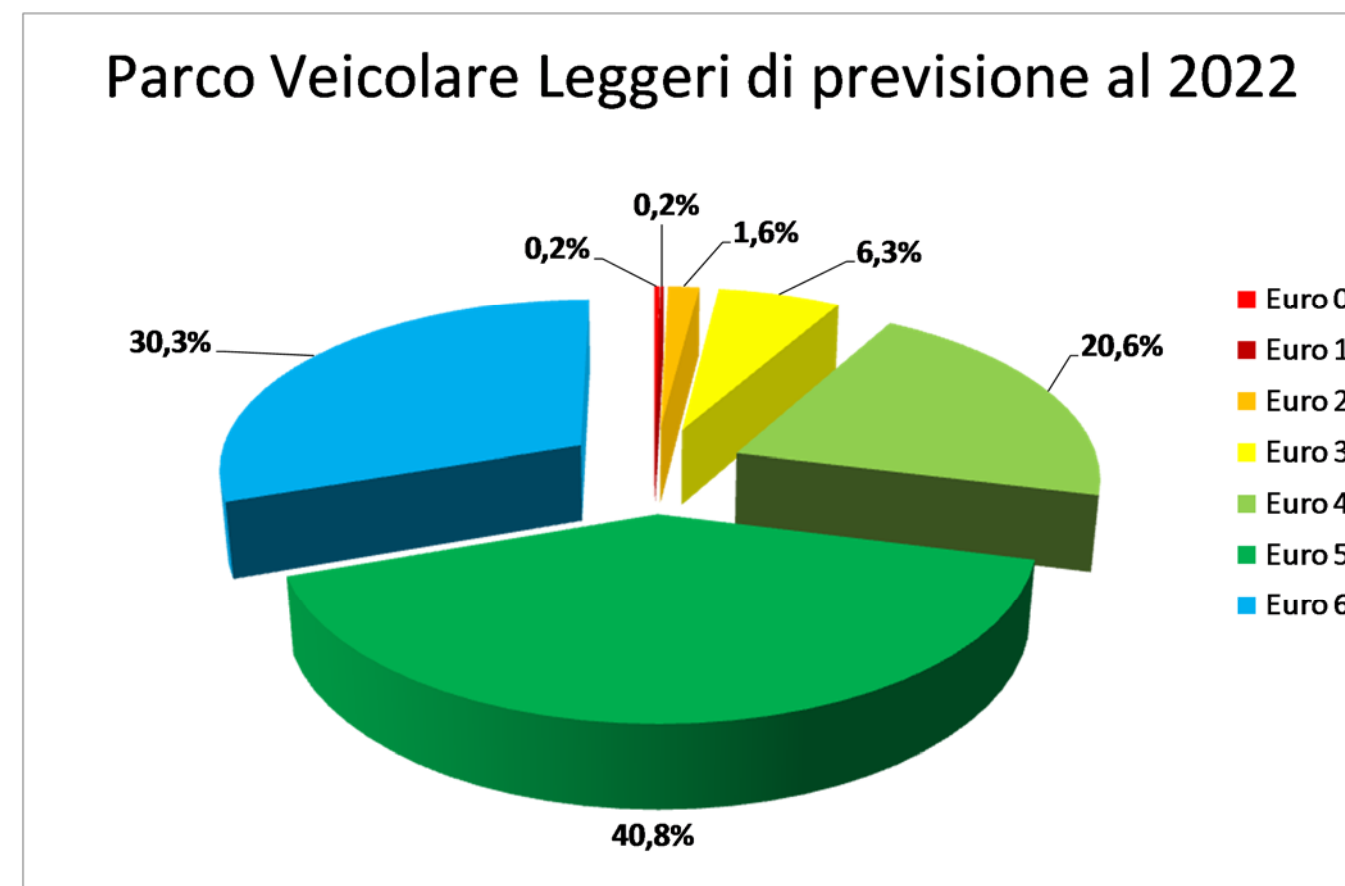


Figura 1.22 - Distribuzione del parco per standard emissivo - veicoli leggeri (2022)

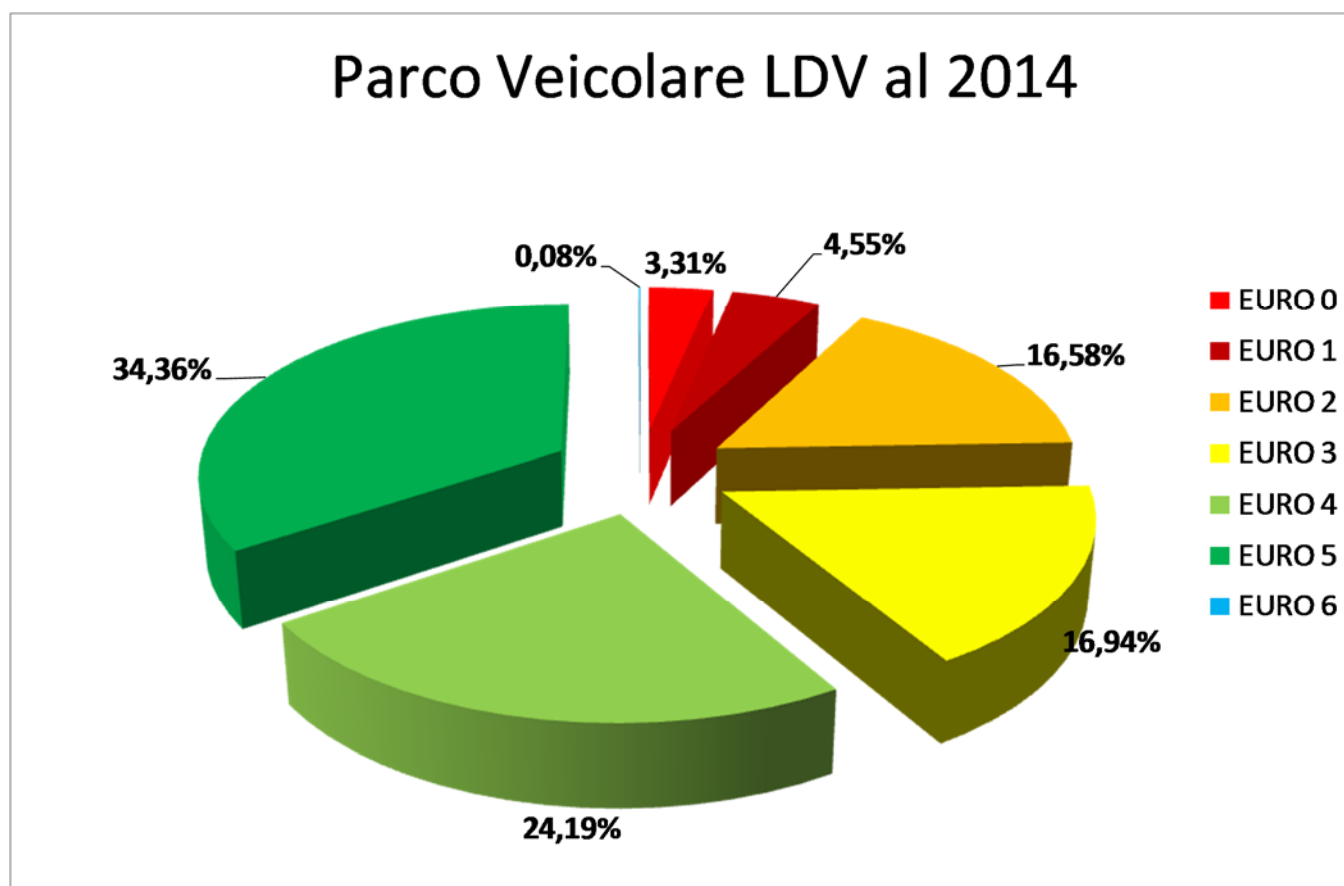


Figura 1.23 - Distribuzione del parco per standard emissivo - LDV (2014)

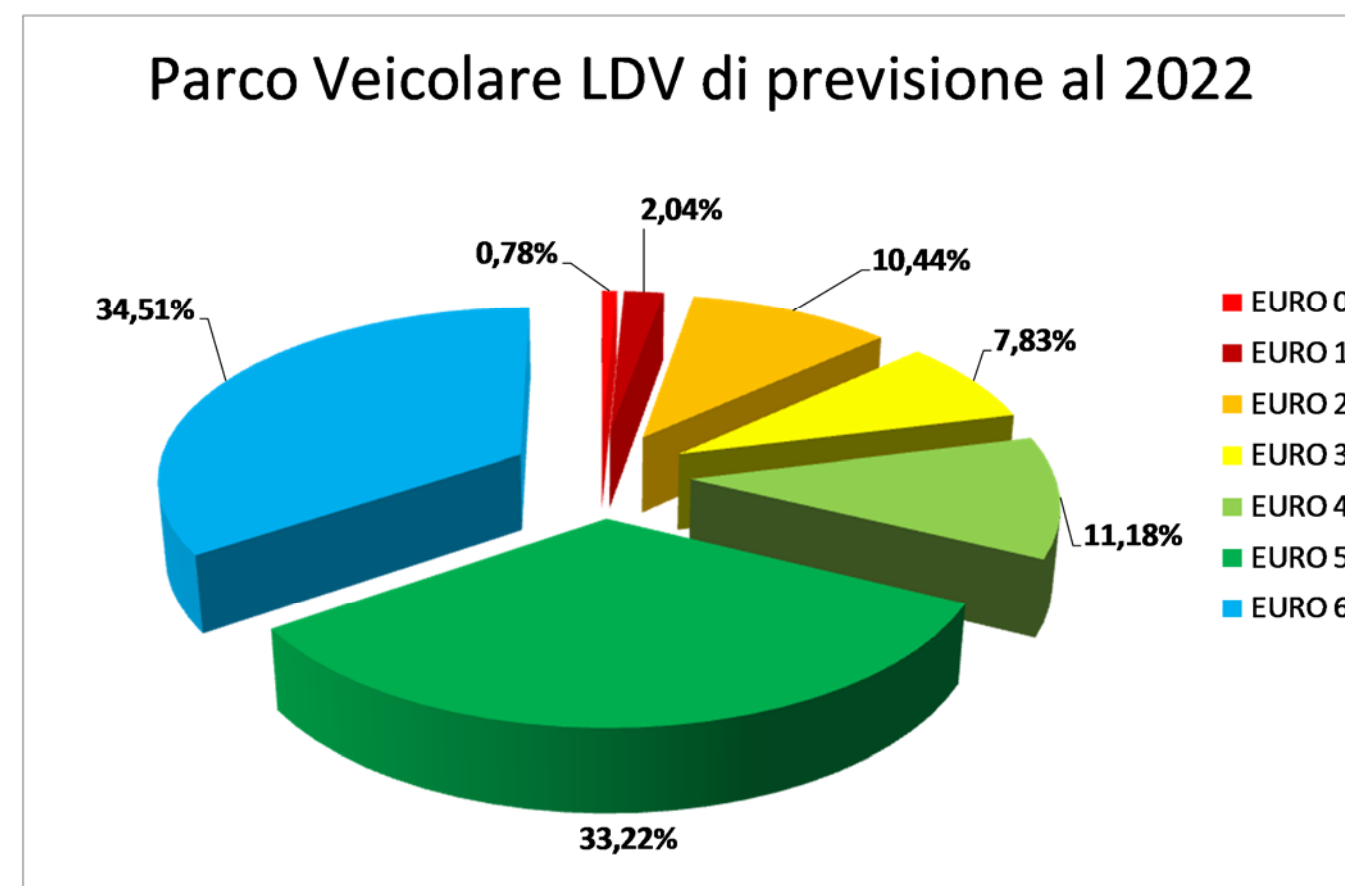


Figura 1.24 - Distribuzione del parco per standard emissivo - LDV (2022)

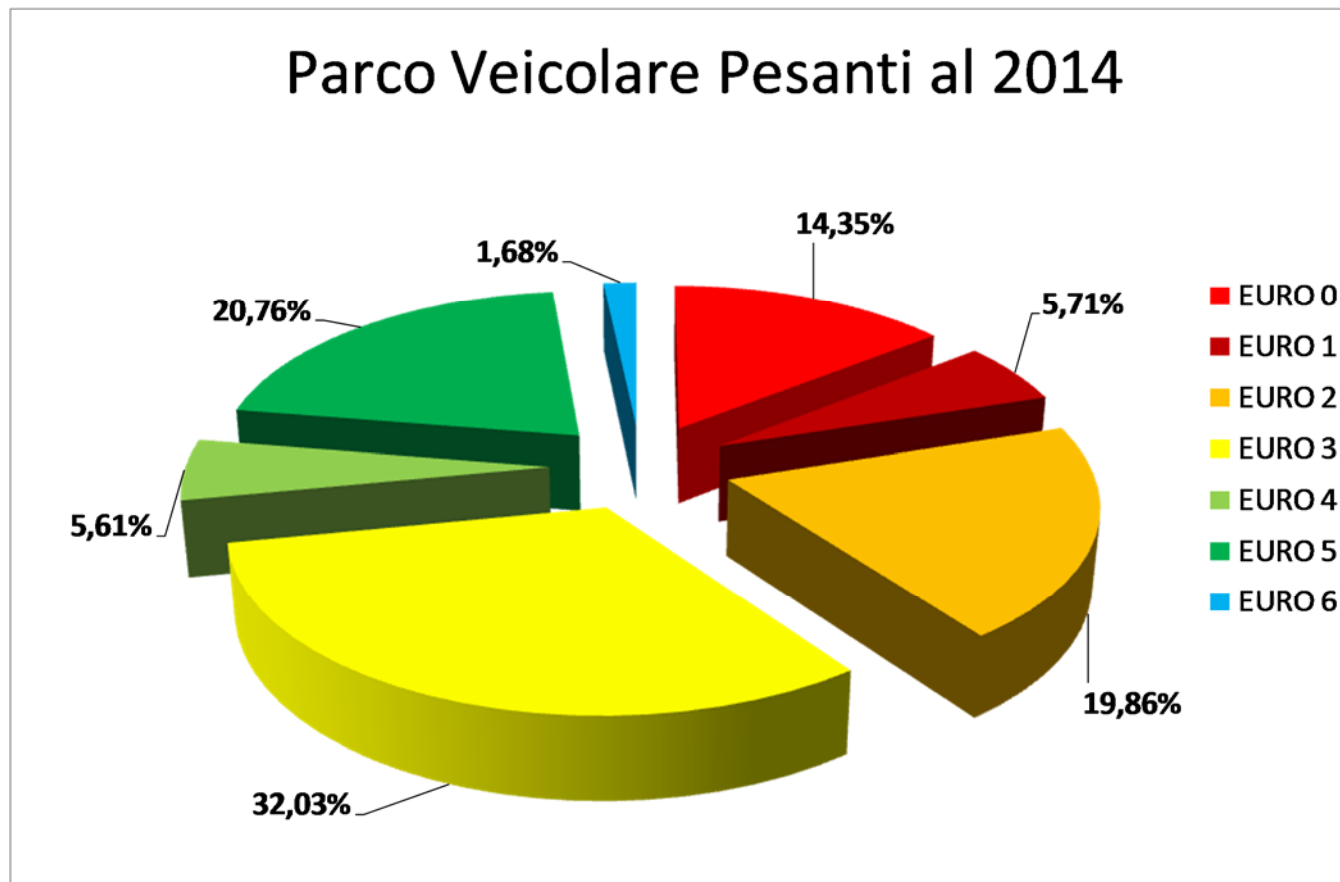


Figura 1.25 - Distribuzione del parco per standard emissivo - veicoli pesanti (2014)

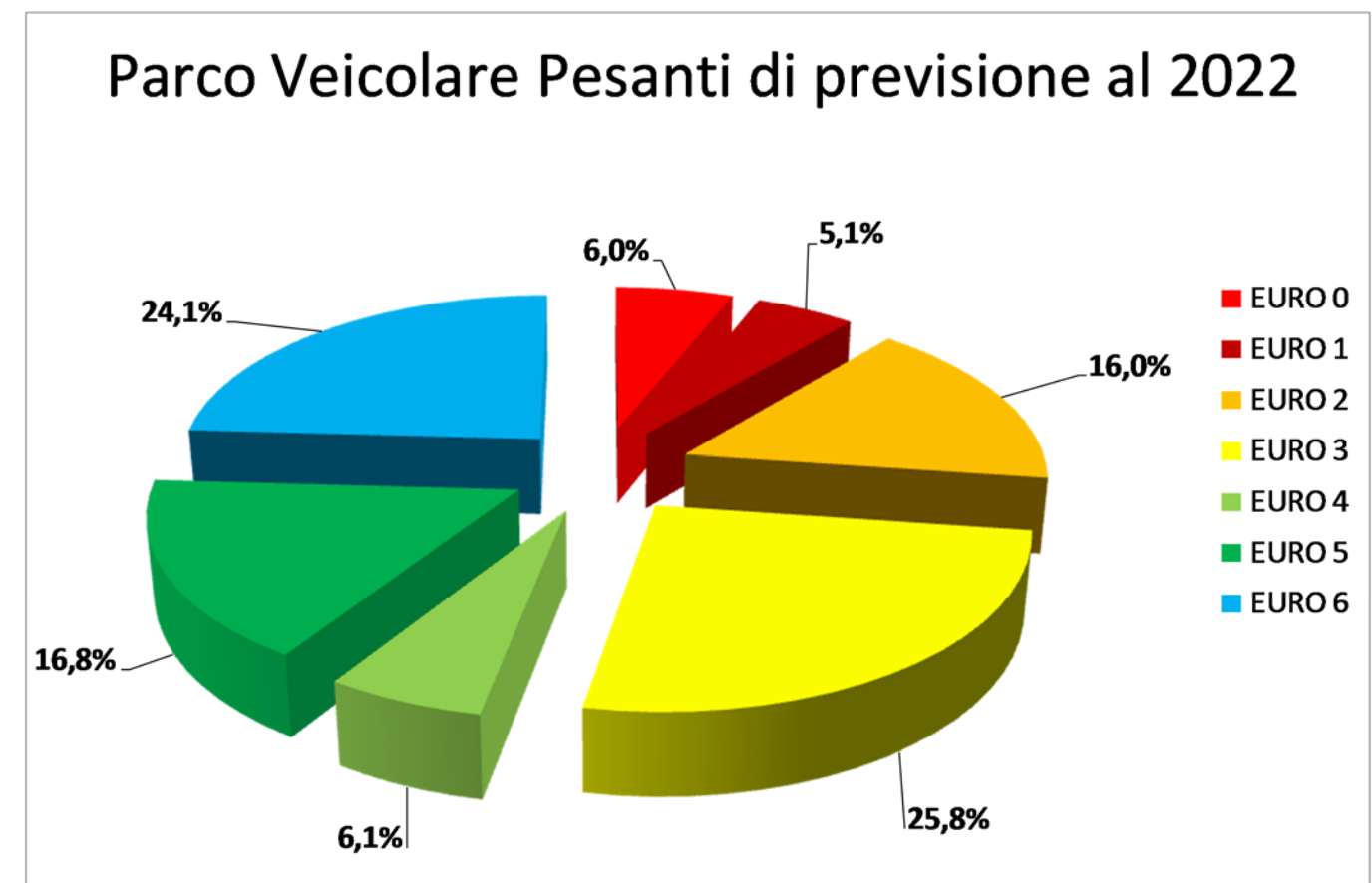


Figura 1.26 - Distribuzione del parco per standard emissivo - veicoli pesanti (2022)

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

Tabella 1.35 - 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 1.37 - 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 1.36 - 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 1.38 - 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 1.39 - 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 1.40 - 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 1.41 - 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 1.42 - 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.

Nella tabella seguente 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 1.43 - Caratteristiche gasolio⁹

	Density (kg/m ³)	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 1.44 - Caratteristiche benzina¹⁰

	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.

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

⁹ In tabella sono riportati: la densità del gasolio (Density, espressa in kg/m³), 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).

¹⁰ 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).

traffico dello studio trasportistico) per tenere conto delle variazioni dei flussi nell'arco delle 24 ore, della settimana e dei 12 mesi dell'anno. Per ogni scenario è stato simulato un elevato numero di archi (come riassunto nella tabella 1.45); in tabella 1.46 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 1.45 - Numero di archi simulati in ogni scenario

scenari	numero archi
attuale	267
PRM 2022	221
PRG 2022	317
PRM 2030	221
PRG 2030	317

Tabella 1.46 - Percentuale delle percorrenze sulla viabilità locale rispetto all'intera rete simulata

	autovetture	commerciali leggeri	pesanti
Attuale	30,0%	30,0%	44,3%
PRM 2022	31,7%	31,7%	45,0%
PRG 2022	38,6%	38,6%	54,3%
PRM 2030	31,6%	31,6%	44,9%
PRG 2030	43,9%	43,9%	58,3%

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 1.47 - Estensione della rete nei 5 scenari

	Estensione della rete [km]	di cui con flussi nulli [km]	Rete caricata [km]
Attuale	253,9	42,5	211,4
Programmatico 2022	210,9	12,9	198,0
Progettuale 2022	290,8	16,8	274,0
Programmatico 2030	210,9	12,9	198,0
Progettuale 2030	290,8	16,8	274,0

Si osservi che l'estensione della parte di rete con flussi diversi da "zero" mostra variazioni tra i differenti scenari, con oscillazioni tra 12,9 e 42,5 km.

Tabella 1.48 - Variazione percentuale delle percorrenze rispetto allo scenario attuale

	percorrenze		
	autovetture	commerciali leggeri	pesanti
Programmatico 2022	1,0%	1,0%	3,0%
Progettuale 2022	5,4%	5,4%	5,7%
Programmatico 2030	6,1%	6,1%	8,1%
Progettuale 2030	10,7%	10,7%	11,4%

Tutti gli scenari evidenziano un incremento delle percorrenze rispetto alla situazione attuale per tutte e 3 le categorie di veicoli: leggeri, commerciali leggeri e pesanti. I maggiori incrementi percentuali sono, come era da attendersi, relativi agli scenari al 2030, con il valore massimo dell'11,4% per i veicoli pesanti nello scenario progettuale al 2030. Di maggiore interesse risultano, però, i confronti tra scenari al medesimo intervallo temporale.

Tabella 1.49 - Variazione percentuale delle percorrenze tra gli scenari programmatici e quelli progettuali

	percorrenze		
	autovetture	commerciali leggeri	pesanti
PRG vs PRM 2022	4,3%	4,3%	2,7%
PRG vs PRM 2030	4,3%	4,3%	3,0%

Tra gli scenari programmatici e quelli progettuali si osservano incrementi delle percorrenze per tutti i veicoli: 4,3% per i veicoli leggeri e per i commerciali sia al 2022 sia al 2030; 2,7% e 3,0% per i veicoli pesanti rispettivamente al 2022 e al 2030.

1.6.2 Il bilancio emissivo

I risultati delle stime sono riassunti nella tabella 1.50, 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 1.50 - Emissioni complessive [t/anno]

	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	CO ₂	C ₆ H ₆
Attuale	123,0	5,8	4,6	129,8	27284,2	180,5
Programmatico 2022	96,5	4,8	3,5	51,7	27020,2	37,2
Progettuale 2022	114,8	4,9	3,8	127,2	31376,7	44,3
Programmatico 2030	101,3	5,0	3,7	54,3	28367,8	39,0
Progettuale 2030	120,8	5,2	4,0	133,6	32984,2	46,6

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_{MO} e non più unicamente mediante le classi di instabilità di Pasquill-Gifford. La lunghezza di Monin-Obukhov è definita dalla seguente espressione:

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

dove

u_0 = la velocità di frizione,
 k = la costante di Von Barman, uguale a 0,4,
 F_ϕ = il flusso di calore in superficie,
 ρ = la densità dell'aria,
 c_p = calore specifico dell'aria,
 T_0 = temperatura della superficie.

Per quel che riguarda la galleria inclusa nel tracciato stradale, gli inquinanti emessi dal traffico veicolare all'interno della stessa, dopo una rapida miscelazione, sono convogliati verso gli imbocchi dai quali sono espulsi e diffusi nei bassi strati dell'atmosfera. La galleria, quale sorgente volumetrica di emissione, agisce come un camino orizzontale o a pendenza contenuta all'interno del quale gli inquinanti vengono spinti verso l'uscita in direzione concorde alla direzione di percorrenza del flusso veicolare. La differenza di temperatura tra la temperatura ambientale all'imbocco della galleria e la temperatura dei fumi determina una spinta ascensionale dei fumi scarsamente rilevante nei fenomeni di dispersione.

Il passaggio dei veicoli all'interno della galleria causa una turbolenza all'interno del getto d'aria che fuoriesce dagli imbocchi. La spinta ascensionale del getto d'aria in uscita solleva gli inquinanti a quote superiori rispetto al piano stradale ma per via dei fenomeni di turbolenza, nella risalita, la concentrazione degli inquinanti viene ridotta con una diluizione del 5-10%. All'altezza finale di risollevarimento del pennacchio, gli inquinanti vengono diluiti e trasportati dal vento e dai fenomeni di turbolenza di origine termica. Altra azione svolta dal traffico è quella di mescolare e trasportare l'aria inquinata in uscita dal tunnel per 100-250 m dalla sezione di imbocco. Fattori critici risultano la direzione e la velocità del vento, che possono contrastare o favorire l'azione di diluizione degli inquinanti concentrati in prossimità dell'imbocco. La figura 1.27 schematizza in forma grafica le modalità di simulazione delle emissioni agli imbocchi delle gallerie.

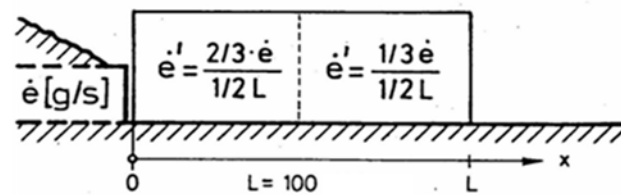


Figura 1.27 - Modalità di simulazione delle emissioni di inquinanti agli imbocchi delle gallerie

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 NO₂, PM₁₀ e PM_{2.5}. 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 Grosseto¹¹. 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.).

¹¹ Si veda la trattazione climatologica del presente studio

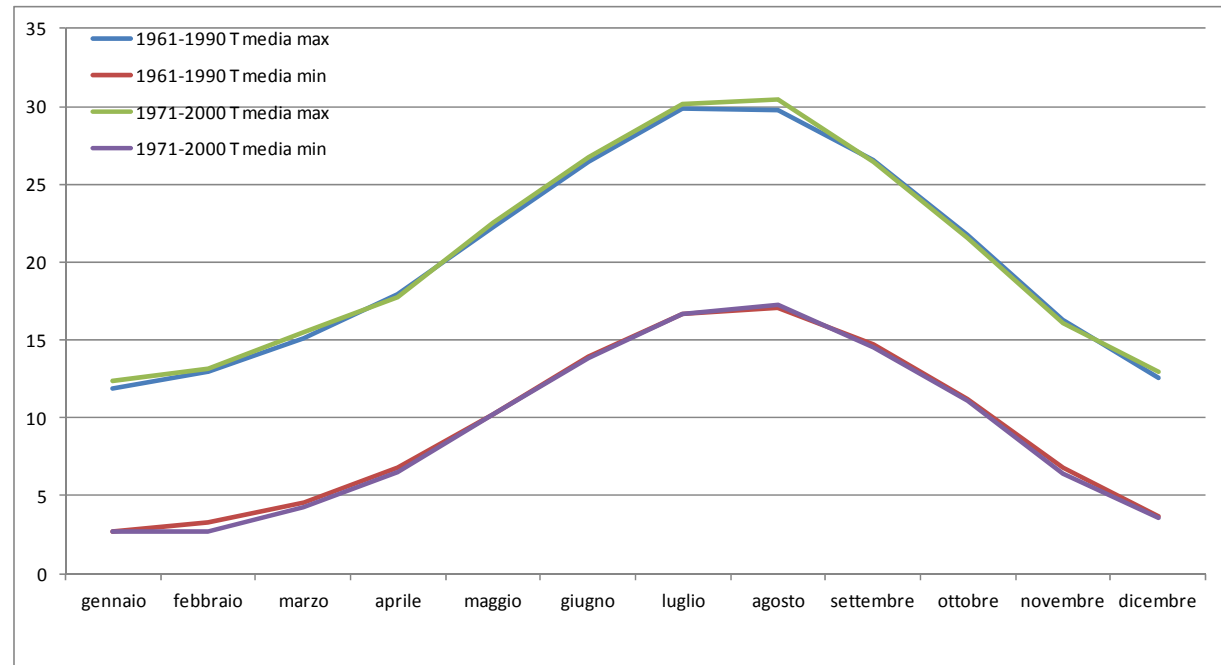


Figura 1.28 - Confronto tra le temperature massime e minime registrate nei trentenni 1961-1990 e 1971-2000 (stazione di Grosseto – 206 A.M.)

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 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.

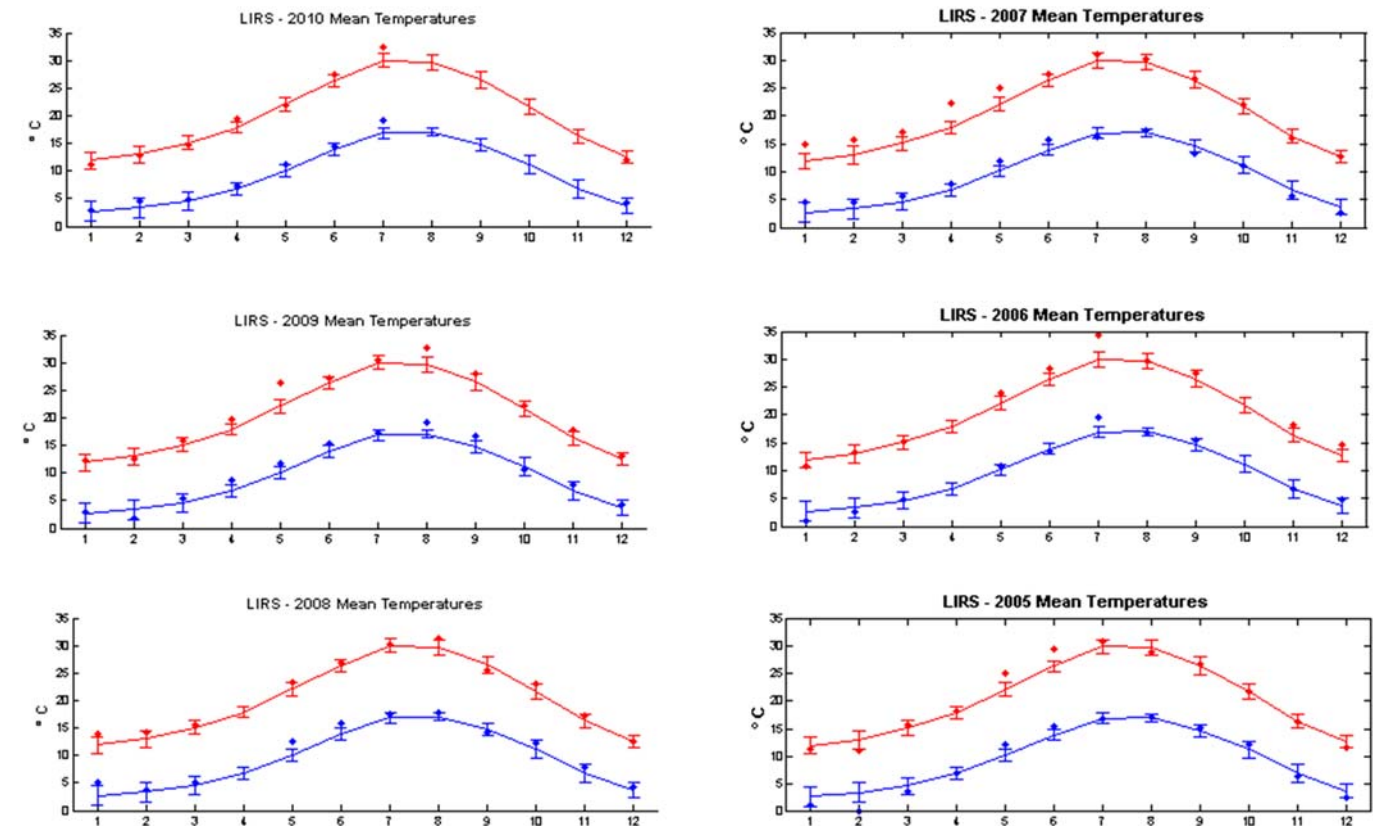


Figura 1.29 - Confronto tra i valori medi della temperatura massima e minima registrata nel trentennio 1961-1990 e i valori medi annuali registrati a partire dal 2005 fino al 2010 (stazione di Grosseto – 206 A.M.)

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.

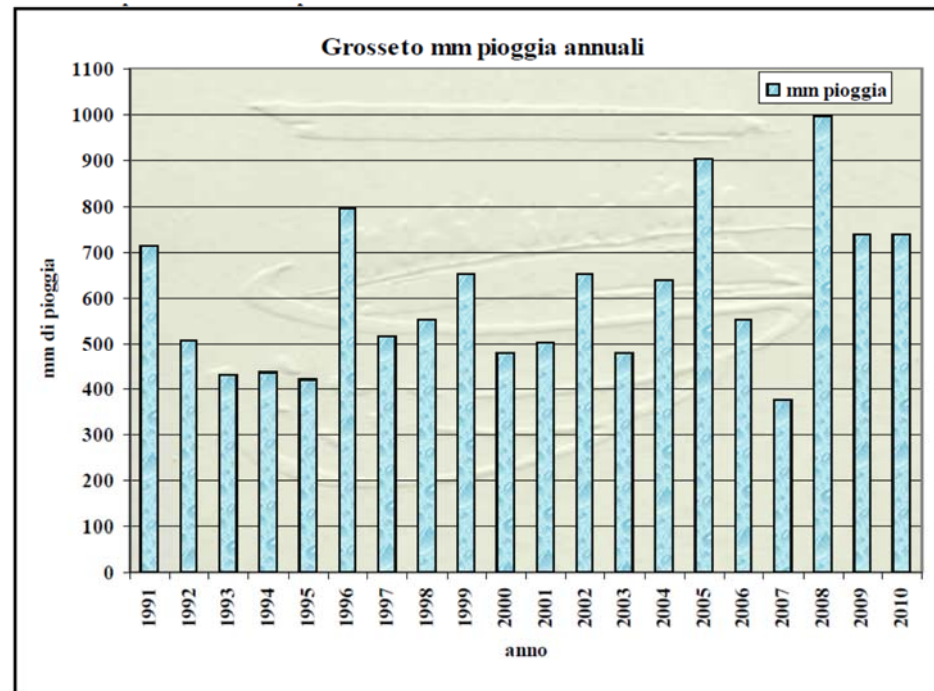


Figura 1.30 - Piovosità nel periodo 1991 – 2010 (stazione di Grosseto – 206 A.M.)

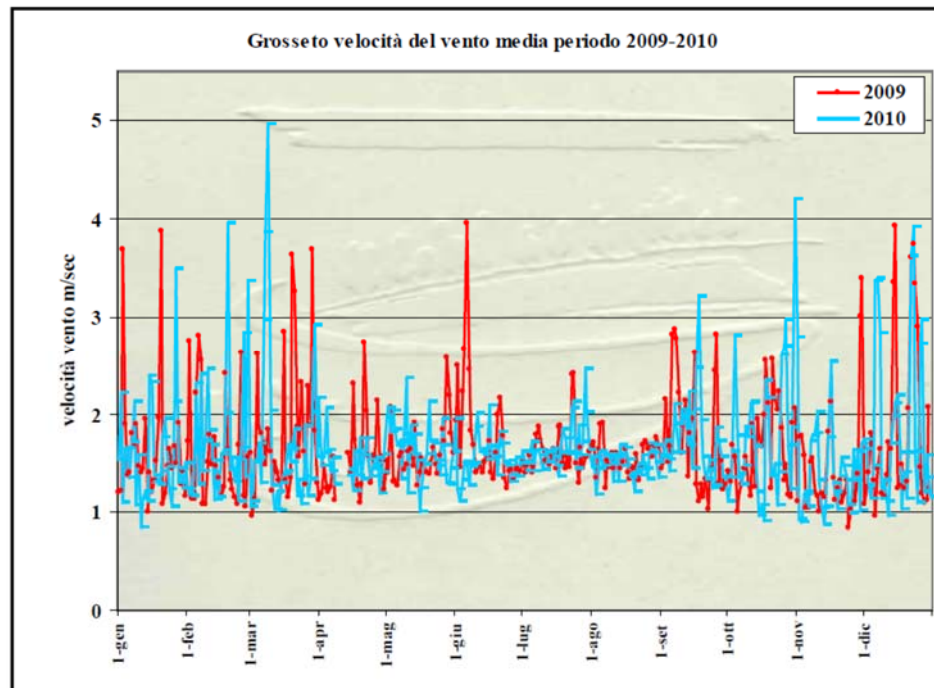


Figura 1.31 - Confronto tra i regimi dei venti degli anni 2009 e 2010 (stazione di Grosseto – 206 A.M.)

In figura 1.32 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.

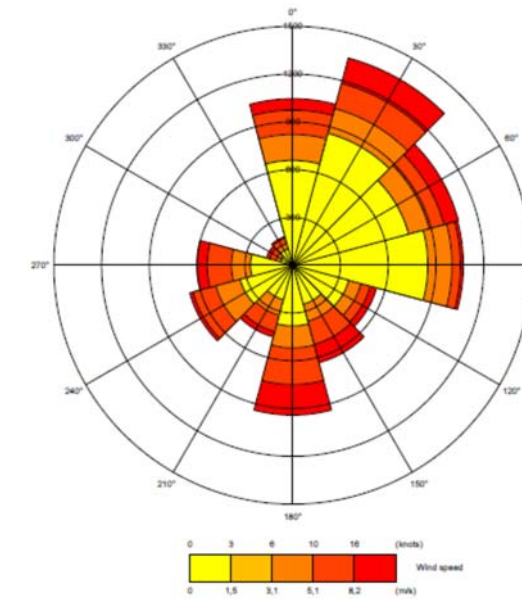


Figura 1.32 - Rosa dei venti utilizzata nelle simulazioni

Per il calcolo del valore orario di NO₂ e per la media giornaliera di PM₁₀ 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 NO₂ 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 NO₂ 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'NO₂, il valor medio registrato complessivamente nelle due campagne è di 11 µg/m³, mentre nello stesso periodo la stazione GR-Maremma registrava 6,4 µg/m³, la stazione GR-URSS 43 µg/m³ e la stazione GR-Sonnino 74 µg/m³.

Per quel che concerne il PM₁₀, invece, il valor medio registrato complessivamente nelle due campagne è di 22 µg/m³, mentre nello stesso periodo la stazione GR-URSS registrava 17 µg/m³ e la stazione GR-Sonnino 27 µg/m³.

Infine, il valor medio di PM_{2.5} registrato complessivamente nelle due campagne è di 8 µg/m³, mentre nello stesso periodo la stazione GR-URSS (l'unica a rilevarlo) registrava 10 µg/m³.

Pertanto, il valore di fondo annuale dell'NO₂ è stato assunto pari a 10 µg/m³, coerentemente con il valore rilevato; il valore di fondo annuale del PM₁₀ è stato assunto cautelativamente pari a 20 µg/m³; il valore di fondo annuale del PM_{2.5} è stato assunto pari a 14 µg/m³.

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 in scala 1:10.000 ("Atmosfera - concentrazioni NO_x – stato attuale" – SUA_301-302, "Atmosfera - concentrazioni NO_x al 2030 – opzione zero" – SUA_303-304, "Atmosfera - concentrazioni NO_x al 2030 - post operam" – SUA_305-306, "Atmosfera - concentrazioni PM_{2.5} – stato attuale" – SUA_307-308, "Atmosfera - concentrazioni PM_{2.5} al 2030 – opzione zero" – SUA_309-310, "Atmosfera - concentrazioni PM_{2.5} al 2030 - post operam" – SUA_311-312, "Atmosfera - concentrazioni PM₁₀ – stato attuale" – SUA_313-314, "Atmosfera - concentrazioni PM₁₀ al 2030 - opzione zero" – SUA_315-316, "Atmosfera - concentrazioni PM₁₀ al 2030 - post operam" – SUA_317-318; tutte in scala 1:10.000), che rappresentano le medie annuali di NO₂, PM₁₀ e PM_{2.5}, espresse in µg/m³. Per quanto concerne l'NO₂ si specifica che al valore di fondo è stato sommato l'intero contributo degli NO_x emessi dalla fonte stradale. E' questo un approccio conservativo; infatti, i valori di NO₂ saranno ovviamente minori, essendo l'NO₂ solo un'aliquota degli NO_x 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 1.33:



Figura 1.33 - Localizzazione del transetto di lettura delle concentrazioni

La prima serie di tabelle riporta i valori di concentrazione media annuale di NO₂, PM₁₀ e PM_{2.5}, mentre la seconda i valori massimi orari per l'NO₂ e massimi giornalieri per il PM₁₀.

Tabella 1.51 - Concentrazione media annuale (µg/m³)
 Scenario attuale

Sito	Distanza dall'asse	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
A	150	14,25	23,02	16,77
B	50	15,18	24,77	17,45
C	50	14,97	24,25	17,38
D	150	14,03	22,89	16,68

*Tabella 1.52 - Concentrazione media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 Scenario programmatico 2030*

Sito	Distanza dall'asse	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
A	150	14,15	23,02	16,26
B	50	14,77	23,63	16,72
C	50	14,61	23,32	16,60
D	150	13,96	22,57	16,16

*Tabella 1.53 - Concentrazione media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 Scenario progettuale 2030*

Sito	Distanza dall'asse	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
A	150	14,40	22,88	16,23
B	50	15,36	23,37	16,59
C	50	15,11	23,12	16,52
D	150	14,21	21,81	16,13

*Tabella 1.54 - Concentrazioni massime – oraria per NO₂, giornaliera per PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 Scenario attuale*

Sito	Distanza dall'asse	NO ₂	PM ₁₀
A	150	94,43	41,05
B	50	96,00	41,24
C	50	74,38	33,69
D	150	62,37	28,52

*Tabella 1.55 - Concentrazioni massime – oraria per NO₂, giornaliera per PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 Scenario programmatico 2030*

Sito	Distanza dall'asse	NO ₂	PM ₁₀
A	150	90,44	39,07
B	50	91,57	39,89
C	50	74,01	33,32
D	150	63,99	28,59

*Tabella 1.56 - Concentrazioni massime – oraria per NO₂, giornaliera per PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 Scenario progettuale 2030.*

Sito	Distanza dall'asse	NO ₂	PM ₁₀
A	150	98,06	38,89
B	50	99,78	39,65
C	50	76,78	33,05
D	150	64,42	28,25

1.7.2 Conclusioni

Le medie annuali delle concentrazioni attese nello stato attuale sono maggiori rispetto ai valori di fondo tra il 14% e il 24% per il PM₁₀, tra il 19% e il 25% per il PM_{2.5} e tra il 40% e il 52% per l'NO₂.

Le medie annuali delle concentrazioni attese nello stato di progetto al 2030 sono maggiori rispetto ai valori di fondo tra il 9% e il 16% per il PM₁₀, tra il 15% e il 18% per il PM_{2.5} e tra il 40% e il 51% per l'NO₂. Tra lo scenario programmatico e quello di progetto al 2030 si stimano lievi riduzioni delle concentrazioni attese con massimi del 3,3% per il PM₁₀ e dello 0,7% per il PM_{2.5}, mentre si attende un leggero aumento dell'NO₂, con un massimo del 3,9%.

La media annuale per il PM₁₀ e la media annuale dell'NO₂ sono inferiori ai valori fissati dalla normativa, pari in entrambi i casi a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; ciò avviene per tutti gli scenari simulati: attuale, programmatico 2030 e progettuale 2030. Anche la media annuale del PM_{2.5} è inferiore al valore fissato dalla normativa (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) in tutti gli scenari.

Per quel che concerne la media giornaliera di PM₁₀ e il valore massimo orario di NO₂, 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 per quel che riguarda il PM₁₀, che si riduce fino a un massimo dell'1,1%. Per l'NO₂ è atteso invece un lieve aumento tra lo scenario programmatico e quello progettuale al 2030, con un massimo dell'8,9%; i valori risultano comunque inferiori a quelli che si registrano allo stato attuale.

La simulazione oraria per l'NO₂ mostra valori ben lontani dal limite orario di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per tutti e tre gli scenari simulati.

Per quanto concerne la simulazione giornaliera del PM₁₀, dalla lettura delle tabelle emerge che i valori medi giornalieri stimati sono sempre inferiori a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 PM₁₀ (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) 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 PM₁₀ 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.

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:

$$F = k(0,0016) \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}} \quad (\text{kg} / \text{t})$$

(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 PM₁₀

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 PM₁₀) 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:

$$F = k(sL)^{0,91}x(W)^{1,02}x(1-1,2*P/N) \quad (\text{kg/km})$$

(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/m²)

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	PM ₁₀
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 PM₁₀ 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.

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 ₁₀
0,01044	0,00492

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

PTS	PM ₁₀
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 ₁₀	PTS	PM ₁₀
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 ₁₀	PTS	PM ₁₀
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 PM₁₀, 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 ₁₀	PTS	PM ₁₀
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%.

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 _x	PM ₁₀
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 geografico

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 Torrente Osa e del Fiume Albegna 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.

Attualmente il delta è in forte erosione e l'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

2.2.1 L'idrografia superficiale dell'area

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.

Il territorio si compone di diverse zone geografiche delimitate a nord dallo spartiacque con il bacino del Fiume Ombrone ed a sud dallo spartiacque con il bacino del fiume Fiora, con quello del fosso Tafone ed infine con quello della Bonifica di Capalbio-Burano in destra del Chiarone. I rilievi montuosi cingono quindi i quattro bacini dei fiumi Osa, Albegna, Tafone e Chiarone digradando, ora dolcemente, come nella parte sud, ora anche impetuosamente, come a Nord, dall'alta collina, alla collina fino a raggiungere i fondivalle degli affluenti secondari dei due fiumi e le aree vallive di pianura che caratterizzano la parte depressa altimetricamente.

Relativamente all'idrografia del territorio in questione c'è da sottolineare un notevole controllo da parte delle strutture tettoniche, in molti casi evidentissimo.

Per quanto riguarda l'aspetto idrografico i principali corsi d'acqua presenti mostrano a grande scala un andamento di tipo lineare secondo reticoli idrografici con asse fluviale orientato N-S o in direzione appenninica (NW-SE), fa eccezione la valle del fiume Albegna, la bassa valle dell'Osa, la valle del fosso Melone e quella del fiume Chiarone che sviluppano il proprio alveo con direzione antiappenninica.

A scala minore, invece, i singoli reticoli idrografici presentano una forma di tipo pseudo-dendritica in corrispondenza della testata o parte del settore a monte, per evolvere ad una forma di reticolo idrografico più lineare nel settore intermedio o di valle; in generale i reticoli idrografici presentano un medio grado di gerarchizzazione con segmenti fluviali di grado compreso da I a V. Solo il fiume Albegna, nel suo tratto intermedio e di valle, occupa un'ampia piana alluvionale in cui l'asse fluviale principale si articola secondo una serie di ampi meandri.

2.2.2 Corsi d'acqua interferiti

In questo paragrafo si elencano i corsi d'acqua interferiti dalla struttura viaria in progetto 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, oltre a quelli che sono segnalati negli strumenti di gestione territoriale.

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".

Collettore Orientale

Canale artificiale, fa parte delle opere realizzate per la bonifica della maremma grossetana. Ha una lunghezza di 5 km. Prende origine dall'incontro del Fosso delle Porcarelle con il Fosso Bracalino e percorre la pianura ad oriente dell'autostrada che poi intercetta alla progressiva 0+930 per continuare verso Fonteblanda e quindi piegare ad ovest per sfociare nel Golfo di Talamone.

Fosso della Bufalareccia

Corso d'acqua del 1° ordine che raccoglie le acque delle colline a est di Fonteblanda e con un percorso di circa 2 km, dopo aver incrociato l'autostrada alla progressiva 1+540, confluisce nel Collettore Orientale. Il suo corso è caratterizzato da una fascia soggetta a esondazione con pericolosità media che arriva fino all'area a pericolosità elevata che caratterizza la pianura.

1° Fosso senza nome

È un corso d'acqua del 1° ordine lungo circa 1 km che partendo dalla località Le Bucacce arriva alla pianura dove incrocia l'autostrada alla progressiva 3+670 e dopo 250 m versa le acque nel Fosso delle Giuncaie che è tributario della Controfossa destra del T. Osa che confluisce nel Torrente Osa prima che questi sfoci in mare.

Controfossa destra del Torrente Osa

Intercetta l'autostrada alla progressiva 3+970. Nella carta del *Reticolo idrografico e di gestione* dei Consorzi di Bonifica ha il nome di Fosso delle Giuncaie e costeggia l'argine in riva destra del Torrente Osa; prende questo nome per il fatto di accogliere le acque del vero Fosso delle Giuncaie che dal versante sud est del Poggio Civitella scorre per 1 km verso il Torrente Osa di cui era tributario. Il Canale artificiale prende invece origine più ad est in corrispondenza della confluenza del Torrente Scarmiglione con il Torrente Osa e dopo averne fiancheggiato l'argine destro per una lunghezza di 3,300 km, vi confluisce circa 200 metri prima della foce a mare. Tutto il percorso di questo canale si svolge in area esondabile con pericolosità elevata.

Torrente Osa

Nasce dal Poggio Maestrino (m 270) e sfocia nel Mare Tirreno presso Bengodi, località Fonteblanda, subito a sud di Poggio Talamonaccio; questo corso d'acqua del 3° ordine è lungo 20 km e nel tratto terminale di circa 3 km è fiancheggiato da due argini artificiali dovuti agli interventi di bonifica: è in questo tratto che viene scavalcato dall'autostrada, in corrispondenza della progressiva 4+010. Lungo gli argini sono presenti due canali, la Controfossa destra e la Controfossa sinistra, che raccolgono le acque dei torrenti che scendono dai rilievi di Poggio Civitella e Poggio Ospitaletto e le convogliano nel Torrente Osa, 200 m prima della foce che si trova subito a Sud del Poggio Talamonaccio.

Controfossa sinistra del Torrente Osa

In aderenza all'argine sinistro del Torrente Osa è presente un canale di cui non si rintraccia il nome sulla cartografia, lungo in totale circa 4 km, che raccoglie le acque del reticolo dei fossi e canali che

drenano le acque della pianura alluvionale che si estende verso sud. Questo canale, che incrocia l'autostrada alla progressiva 4+040, riceve, a circa 2 km dalla sua origine, il Canale Principale n° 1, che proviene dal centro della detta pianura; a partire da questa confluenza nella carta del *Reticolo idrografico e di gestione* dei Consorzi di Bonifica prende il nome di *Canale Principale n° 1*.

Il *Canale principale n° 1*, avendo come detto origine nella pianura, ha una lunghezza di 2,500 km per il tratto ad andamento sud est-nord ovest e di 1,750 km per il tratto che affianca il Torrente Osa di cui è tributario poco prima che questi si versi in mare. Tutto il percorso si svolge in area esondabile con pericolosità elevata.

Canale secondario n° 13

Questo canale artificiale, della lunghezza totale di 4,970 km, realizzato nell'ambito della bonifica, prende origine nei pressi del Torrente Osa e, dopo aver incrociato una prima volta l'autostrada alla progressiva 4+460 si dirige con andamento rettilineo verso sud est per 3,560 km per poi piegare verso sud ovest intercettando per la seconda volta l'asse dell'autostrada alla progressiva 7+720, per riprendere dopo circa 380 metri la direzione verso sud est e arrivare alla confluenza nel Canale principale n° 2 che fiancheggia l'argine destro del Fiume Albegna in cui converge poco prima che sfoci in mare. Tutto il percorso si svolge in area esondabile con pericolosità elevata.

2° Fosso senza nome

Nel punto in cui il percorso del precedente canale cambia direzione confluiscono anche tre fossi senza nome, due provenienti dalla pianura ad est ed uno proveniente da SE, di appena 1.200 km, che è intercettato dalla nuova autostrada alla progressiva 8+140 in un'area esondabile con pericolosità elevata.

3° Fosso senza nome

Piccolo Fosso del reticolo di bonifica compreso tra quelli del Reticolo di Gestione di circa 600 m di lunghezza, interferiti dall'autostrada alla progressiva 9+010.

Canale principale n° 2

È un canale della bonifica che ha l'ultima parte del suo corso affiancato all'argine destro del Fiume Albegna. Tutto il percorso si svolge in area esondabile con pericolosità elevata. Proviene da nord con origine nei pressi della località La Selva e con un percorso piuttosto movimentato arriva nei pressi di San Donato Vecchio per congiungersi con il Torrente Albegnaccia che arriva da nord est. Questo torrente nasce dalle pendici del Poggio Bacchino e dopo un percorso di 12 km confluisce nel Canale principale n° 2. Il canale, dopo aver incrociato l'autostrada alla progressiva 9+410, dopo 1,800 km sfocia nel fiume Albegna presso la foce, in località Marsiliana.

Controfossa destra del Fiume Albegna

Nella carta del *Reticolo idrografico e di gestione* dei Consorzi di Bonifica è indicato come Fosso del Butterino che in effetti nasce come torrente alle propaggini delle colline orientali nella zona della

Fattoria della Doganella e dopo circa 2 km confluisce nel canale che fiancheggia il rilevato in riva destra del Fiume Albegna che dopo altri 6,570 km riceve da destra il Canale principale n° 2. Incrocia l'autostrada alla progressiva 9+640. Per i primi 700 m scorre in area esondabile con pericolosità media mentre tutto il resto del corso si svolge in area esondabile con pericolosità elevata.

Fiume Albegna

Il fiume Albegna, scavalcato dall'autostrada in corrispondenza della progressiva 9+735, nasce alle pendici meridionali del Monte Buceto (m 1.152), nella provincia di Grosseto, sfocia nel mar Tirreno a Torre Saline, in località Albinia, senza entrare nella laguna di Orbetello ma restando a nord di poche centinaia di metri. Ha una lunghezza di circa 68 km.

Nell'Alta valle dell'Albegna si trova la Riserva naturale di Rocconi, con una superficie di 371 ettari a cui si aggiunge un'area contigua di complessivi 253 ettari. Questa area protetta insiste per buona parte sull'Oasi del WWF (130 ettari). Il territorio che occupa è formato da colline con un'altitudine massima che varia da circa 500 metri, sul livello del mare nella parte settentrionale, ai 200 metri del confine meridionale, segnato dal Fosso Paradisone e presenta una geomorfologia estremamente varia ed accidentata. Sono presenti, infatti, in questo comprensorio altissime pareti rocciose di calcare massiccio alla cui base scorrono i fiumi Albegna e Rigo, creando in qualche caso profonde e suggestive gole. Per tutto il tratto pianeggiante del suo corso il fiume si trova in aree a pericolosità idraulica elevata.

Nel tempo sono stati eseguiti sull'alveo di questo fiume vari interventi tesi alla sistemazione della sezione e all'innalzamento della quota degli argini per evitare allagamenti in corrispondenza dei centri abitati. In quest'ottica e a seguito dell'evento alluvionale dell'11-12 novembre 2012, è stato predisposto lo "Studio Idrologico-Idraulico del Fiume Albegna e definizione delle azioni e degli interventi di messa in sicurezza in relazione all'evento alluvionale di novembre 2012 predisposto dal Commissario delegato ex Legge 228/2012" a seguito del quale è stata prevista la realizzazione della Cassa di espansione di Campo Regio nell'area in destra idrografica del Fiume Albegna.

Si tratta di una cassa di laminazione contenimento degli eventi di piena per eventi eccezionali del fiume e del reticolo minore che sverserà le acque direttamente in mare attraverso un apposito canale scolmatore. L'area della cassa sarà delimitata da argini la cui quota di coronamento sarà di 4,5 m s.l.m., tale da garantire un franco idraulico sufficiente rispetto al massimo livello di invaso prevedibile. Nel progetto si prevede anche la deviazione del Canale Principale n°2 e della Controfossa destra del F. Albegna e la regimazione delle acque di questi due corsi oltre che dei canali minori della Bonifica interessati dall'intervento.

Il nuovo tracciato autostradale andrà ad interferire con i corsi d'acqua interessati agli interventi sopra descritti e con l'area che dovrà accogliere le acque in occasione di eventi meteorici straordinari.

Controfossa sinistra del Fiume Albegna

È il canale che scorre per 3,500 km in affiancamento al rilevato della riva sinistra del Fiume Albegna ed incrocia l'autostrada alla progressiva 9+820 quando ancora non ha riversato le acque nel Canale principale n° 4 che a sua volta è affluente del Fiume Albegna. Il suo percorso si svolge in area esondabile con pericolosità in parte media e in parte elevata.

Canale principale n° 4

Ha la sua origine nei pressi del corso del Torrente Radicata circa 1,400 km prima che questi sfoci nel Fiume Albegna. È un canale della bonifica lungo 6,620 km che intercetta l'autostrada alla progressiva 10+130 e versa le acque nel Fiume Albegna poco prima della foce di quest'ultimo. Il suo percorso si svolge in area esondabile con pericolosità in parte media e in parte elevata.

4° Fosso senza nome

Canale della pianura di Albinia appartenente al Reticolo di Gestione; scorre in un'area con pericolosità elevata, sversa le acque nel canale senza nome che scorre in aderenza con il rilevato della ferrovia Pisa-Roma e che dopo aver aggirato l'abitato di Albinia, scarica le acque nel Canale principale n° 4 che, come abbiamo visto, è un affluente del Fiume Albegna. Ha una lunghezza di 865 m e viene superato dall'autostrada alla progressiva 10+790

5° Fosso senza nome

Altro piccolo canale della pianura di Albinia lungo 590 m, non compreso nel Reticolo di Gestione, scorre nell'area a pericolosità elevata e scarica le acque nello citato canale aderente alla linea ferroviaria; è superato dall'autostrada alla progressiva 11+120.

Canale secondario n° 18

Questo canale, di circa 1 km di lunghezza viene intercettato dall'autostrada alla progressiva 11+460; fa parte anche lui del reticolo di canali di bonifica della pianura che sversano le acque nel citato canale senza nome che in questo tratto di pianura scorre in aderenza con il rilevato della ferrovia Pisa-Roma. Seguono sette canali del reticolo di bonifica, di cui alcuni inseriti nel Reticolo di Gestione, con percorsi piuttosto brevi, che drenano la pianura compresa tra il Fiume Albegna e il cavalcavia della Strada Statale Aurelia sulla ferrovia Pisa-Roma e convogliano le acque nel già citato Canale secondario n° 18 che scorre in aderenza alla detta linea ferroviaria:

6° Fosso senza nome: fa parte del Reticolo di Gestione, è lungo 600 m, si trova per metà in area a pericolosità media e per metà in area a pericolosità elevata; superato dall'autostrada alla progressiva 12+220.

7° Fosso senza nome: è lungo 560 m, si trova in area a pericolosità media tranne un breve tratto finale in pericolosità elevata e superato dall'autostrada alla progressiva 12+540; non è compreso nel Reticolo di Gestione.

8° Fosso senza nome: è lungo 520 m, si trova in area a pericolosità media e superato dall'autostrada alla progressiva 12+650; non è compreso nel Reticolo di Gestione.

9° Fosso senza nome: è lungo 590 m, si trova in area a pericolosità media e superato dall'autostrada alla progressiva 12+960; non è compreso nel Reticolo di Gestione.

10° Fosso senza nome: è lungo solo 80 m ma fa parte del Reticolo di Gestione, si trova in area a pericolosità media e superato dall'autostrada alla progressiva 13+020.

11° Fosso senza nome: è un canale che prosegue in pianura il torrente che scende dalle colline di Poggio La Fornace, è lungo 1,950 km, si trova in area a pericolosità media ed è superato dall'autostrada alla progressiva 13+090.

12° Fosso senza nome: fa parte del Reticolo di Gestione, è lungo 670 m, si trova per metà in area a pericolosità media e per metà in area a pericolosità elevata; superato dall'autostrada alla progressiva 14+910.

Fosso Sant'Angelo

Corso d'acqua del 1° ordine facente parte del Reticolo di Gestione, lungo circa 2,220 km, è uno dei torrenti che scendono dalle colline situate a oriente dell'autostrada per diventare, una volta in pianura, uno dei canali della bonifica. Superato dall'autostrada alla progressiva 15+180, scarica le acque direttamente nella Laguna di Ponente.

13° Fosso senza nome

Il primo tratto è costituito da un torrente che scende da Poggio degli Scaloni e prosegue come canale nella pianura; fa parte del Reticolo di gestione, nella parte terminale scorre in area a pericolosità media ed è lungo 1,700 km; superato dall'autostrada alla progressiva 15+430.

Fosso Pisana Alta

Anche questo fosso ha origine dai rilievi collinari, attraversa la fascia pianeggiante e raggiunge le acque della laguna di ponente subito a nord di Orbetello Scalo. Fa parte del Reticolo di Gestione, ha una lunghezza di 2 km e superato dall'autostrada in corrispondenza della progressiva 16+390. Il percorso si svolge per la maggior parte in area a pericolosità media.

14° Fosso senza nome

Dopo un percorso di circa 2,100 km, in parte in collina e in parte in pianura, questo fosso scarica le acque nella Laguna di Ponente all'altezza di Orbetello Scalo. L'intero corso fa parte del Reticolo di Gestione mentre il territorio attraversato è in parte privo di pericolo di alluvione e in parte con pericolosità bassa. L'autostrada lo intercetta alla progressiva 16+570 in corrispondenza della galleria artificiale prevista dal progetto in corrispondenza dell'abitato di Orbetello Scalo.

15° Fosso senza nome

Questo Fosso, di cui si può stimare una lunghezza di circa 4,200 km, raccoglie le acque di un certo numero di impluvi tra le colline a est di Orbetello, tra cui il Fosso Cacciavecchia ed il Fosso Cervia che fanno parte del Reticolo di Gestione; dopo un tratto escluso dal detto Reticolo, arriva nella pianura dove fa di nuovo parte del Reticolo di Gestione e va a confluire con gli altri fossi per scaricare le acque nella

Laguna di Ponente. Anche questo Fosso interessa il tratto di autostrada con la galleria artificiale che interseca alla progressiva 17+570.

Fosso Orbetello Scalo

Questo fosso, come i precedenti, incontra l'autostrada in corrispondenza della galleria artificiale; si tratta di un fosso facente parte del Reticolo di Gestione che si sviluppa sostanzialmente in pianura in un'area a bassa pericolosità idraulica. Ha una lunghezza di 1,240 km, scarica le acque nella Laguna di Levante ed è superato dall'autostrada alla progressiva 18+470.

16° Fosso senza nome

Breve fosso di 400 m, scorre in un'area con media pericolosità idraulica, scarica le acque nella Laguna di Ponente, fa parte del Reticolo di Gestione ed è superato dall'autostrada alla progressiva 18+560.

Fosso dei Tre Confini

Prende origine dal Poggio dei Venti e con un percorso di 5,550 km di lunghezza raggiunge la rete di canali della pianura attraverso i quali scarica le acque nella Laguna di Levante; questo corso d'acqua fa parte del Reticolo di Gestione e a ridosso della sede stradale raccoglie le acque di altri due fossi, uno in destra ed uno in sinistra idrografica che non fanno parte del detto Reticolo. Tutto il corso si svolge in area ad elevata pericolosità idraulica; l'autostrada lo interseca in corrispondenza della progressiva 20+030.

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 (autodepurazione);
- 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 di:

- Macro invertebrati bentonici
- Diatomee bentoniche
- Macrofite delle acque correnti
- 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 seguente.

Tabella 2.1 - Livelli di valutazione dello Stato Ecologico.

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

La valutazione incrociata dei risultati ottenuti con le analisi degli EQA 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.

Tabella 2.2 - Livelli di valutazione dello Stato Chimico

Stato chimico
Buono
Non Buono

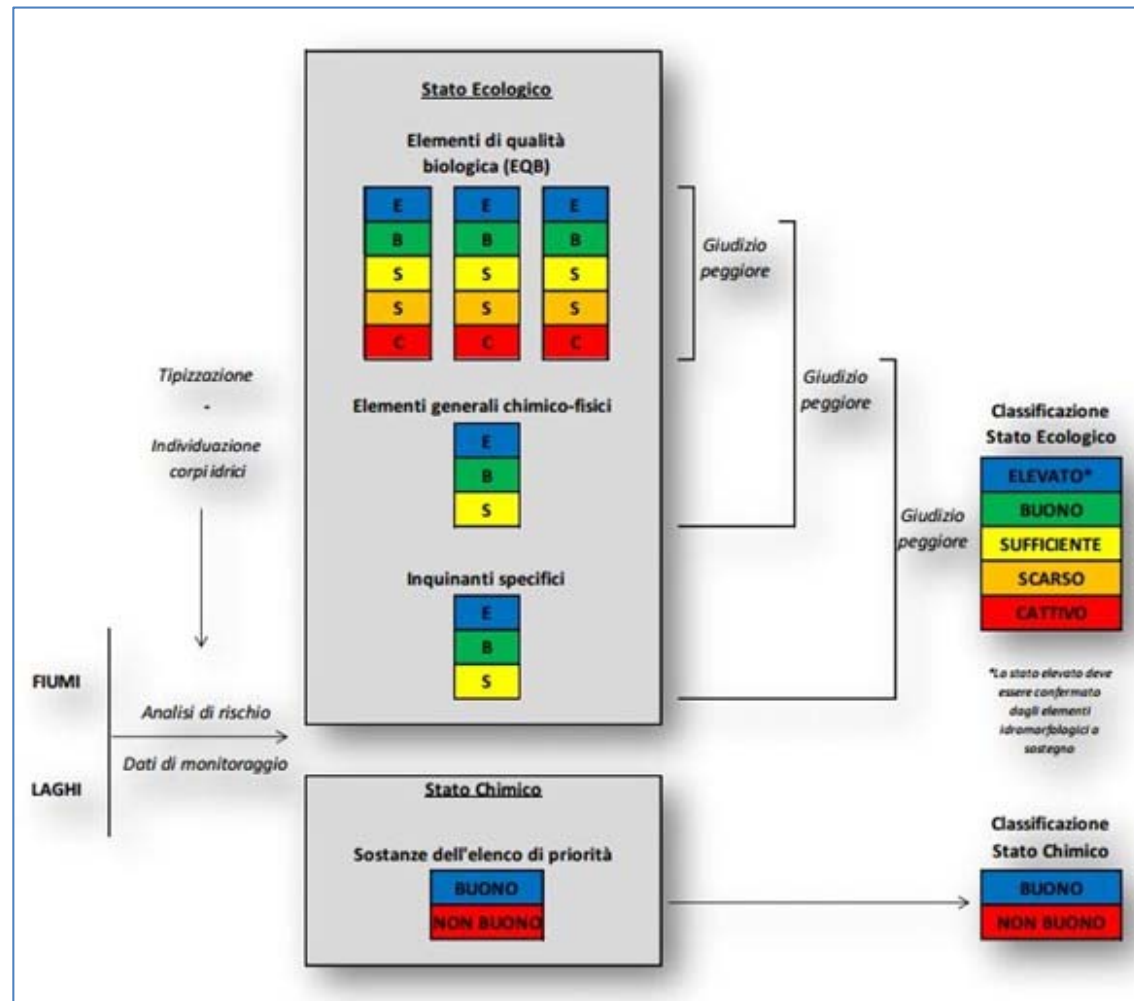


Figura 2.1 - Schema generale per la classificazione dello stato delle acque superficiali

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 sono riportati nelle tabelle, i dati sul monitoraggio del Fiume Albegna e il Torrente Osa, oltre ad altre aste idriche presenti nell'area vasta.

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.

La stazione di misura del Torrente Osa è la MAS-053, le stazioni di misura poste lungo il bacino del Fiume Albegna sono quelle individuate con le sigle MAS-054, MAS-055, MAS-056, MAS-2001, MAS-2002, MAS-543 e MAS-544. Nella figura 2.2 sono riportati i risultati relativi ai corsi d'acqua del Sottobacino dell'Ombrone interessati dal tratto di autostrada in esame, 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 ¹	Triennio 2010-2012	2013 ²	2014 ³
BACINO OMBRONE GROSSETANO								
Albegna	GR	Osa Monte	MAS-053	🟡	🟡	💧		
	GR	Albegna Monte	MAS-054	💧	2015	💧	💧	
	GR	Albegna Medio	MAS-055	🟡	2015	💧	🔴	
	GR	Albegna Valle	MAS-056	🟢	2015	💧		
	GR	Fosso Gattaia	MAS-2001	🟡	🟡	💧		💧
	GR	Patrignone	MAS-2002		🟡	💧	💧	💧
	GR	Elsa	MAS-543	🟡	🟡	💧		🔴
GR	Fosso Sanguinaio	MAS-544	💧	🟡			💧	

STATO ECOLOGICO
 🟡 Sufficiente 🟢 Buono 💧 Elevato
 🟠 Scarso 🟤 Cattivo ⚫ 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 Albegna

Le stesse informazioni sono sintetizzate nella carta a grande scala inserita nel Rapporto sul Monitoraggio delle acque edito nel 2015 sempre dall'ARPAT e riportata nella seguente figura 2.3. Anche in essa sono rappresentati, con opportuna simbologia, lo Stato Ecologico e lo Stato Chimico delle stazioni di misura dislocate lungo i corsi d'acqua monitorati.

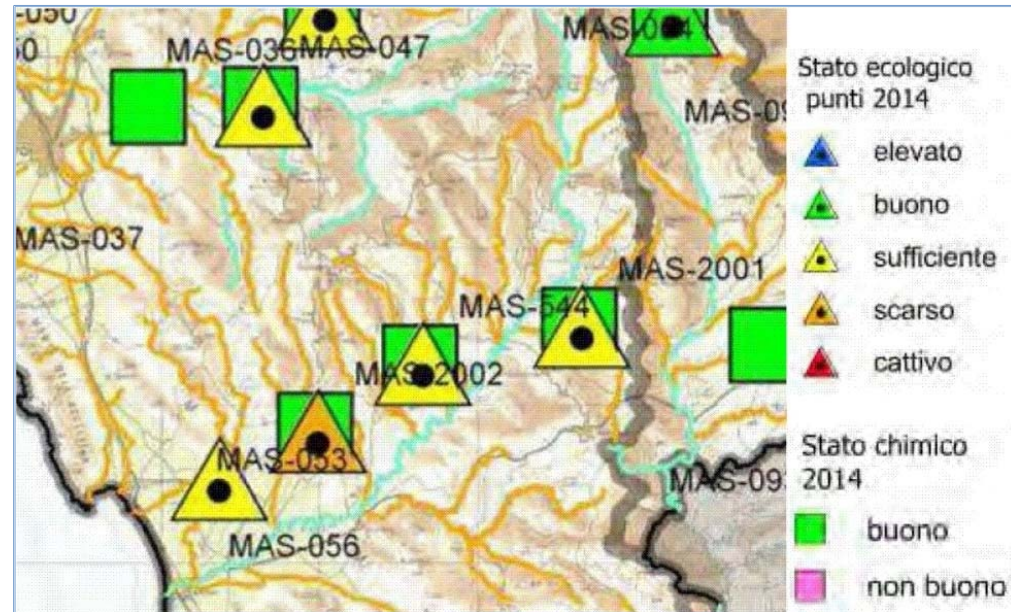


Figura 2.3 - Stato Ecologico e Chimico delle acque superficiali dell'area di Grosseto

Nella figura 2.2, con riferimento all'ultimo triennio, per la stazione MAS 053 del Torrente Osa si ha valore sufficiente per lo stato ecologico e valore buono per lo stato chimico; per le stazioni MAS 054 e MAS 055 si ha assenza di dati per lo stato ecologico e valore buono per lo stato chimico; per la stazione MAS 055 si ha assenza di dati per lo stato ecologico e valore non buono per lo stato chimico; per le stazioni MAS 2001, MAS 2002 e MAS 544 si ha valore sufficiente per lo stato ecologico e valore buono per lo stato chimico; per la stazione MAS 543 si ha valore sufficiente per lo stato ecologico e valore non buono per lo stato chimico.

Nello stralcio comprendente l'area interessata che si riporta in figura 2.3, sono indicate le valutazioni per alcune delle stazioni di misura lungo il corso del Fiume Albegna e dei corsi d'acqua vicini. I valori sono confermati tranne che per la stazione MAS 053 in cui lo stato ecologico risulta scarso. Per il 2015 la situazione, procedendo dalla foce verso la sorgente, risulta la seguente:

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

Stazione	Stato ecologico	Stato chimico
MAS-056	Sufficiente	-
MAS-053	Scarso	Buono
MAS-2002	Sufficiente	Buono
MAS-544	Sufficiente	Buono
MAS-2001	-	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 superficiali (Piano Gestione Acque-Distretto App. sett.)

Nome	Natura	Stato ecologico	Stato chimico
Collettore orientale	Artificiale	Sufficiente	Buono
Torrente Osa (monte)	Naturale	Sufficiente	Buono
Torrente Osa (valle)	Fortemente modificato	Sufficiente	Buono
Canale principale n° 2	Artificiale	Sufficiente	Buono
Fiume Albegna (monte)	Naturale	Elevato	Buono
Fiume Albegna (medio)	Naturale	Sufficiente	Buono
Fiume Albegna (valle)	Naturale	Buono	Non Buono
Canale principale n° 4	Artificiale	Sufficiente	Buono

2.3.4 Monitoraggi del Torrente Osa e del Fiume Albegna

Nei mesi di Marzo ed Aprile del 2016 il *BioChimieLab* 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, che sono allegati al progetto, hanno consentito di determinare i valori che si riportano, per ciascun punto di indagine, nelle tabelle che seguono.

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
T. Osa FIM-01	cattivo	III-IV mediocre-scadente
T. Osa FIV-01	scarso	IV scadente
T. Osa FIV-02	scarso	IV scadente
F. Albegna FIM-01	cattivo	IV scadente
F. Albegna FIV-01	cattivo	IV scadente

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 (ricettori) 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.

2.4.1 Aree con pericolosità idraulica

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 e Ombrone. Da questa Carta risulta la presenza di pericolosità idraulica media ed elevata in corrispondenza dell'attraversamento dei seguenti corsi d'acqua:

corso d'acqua	progressiva	pericolosità
Controfossa sinistra F. Albegna	9+800	elevata
Canale principale n° 4	10+130	elevata
4° Fosso senza nome	10+790	elevata
5° Fosso senza nome	11+110	elevata
Canale secondario n° 18	11+460	elevata
6° Fosso senza nome	12+220	elevata
7° Fosso senza nome	12+540	elevata
8° Fosso senza nome	12+650	elevata
9° Fosso senza nome	12+960	media
10° Fosso senza nome	13+010	media
11° Fosso senza nome	13+090	media
12° Fosso senza nome	14+890	media
Fosso Sant'Angelo	15+180	media
13° Fosso senza nome	15+420	media
14° Fosso senza nome - 1	15+915	media
14° Fosso senza nome - 2	16+170	media
Fosso Pisana Alta	16+390	media
15° Fosso senza nome	16+540	media
Fosso Orbetello Scalo	18+470	media
17° Fosso senza nome	18+560	media
Fosso dei Tre Confini	20+030	media

Tabella 2.6 - Valore della Pericolosità idraulica in corrispondenza degli attraversamenti di corsi d'acqua da parte dell'infrastruttura autostradale.

corso d'acqua	progressiva	pericolosità
Collettore orientale	0+920	elevata
Fosso della Bufalareccia	1+540	media
1° Fosso senza nome	3+670	media
Controfossa destra T. Osa	3+970	elevata
Torrente Osa	4+000	elevata
Controfossa sinistra T. Osa	4+040	elevata
Canale secondario n° 13 - 1	4+460	elevata
Canale secondario n° 13 - 2	7+720	elevata
2° Fosso senza nome	8+140	elevata
3° Fosso senza nome	9+010	elevata
Canale principale n° 2	9+390	elevata
Controfossa destra F. Albegna	9+600	elevata
Fiume Albegna	9+700	elevata

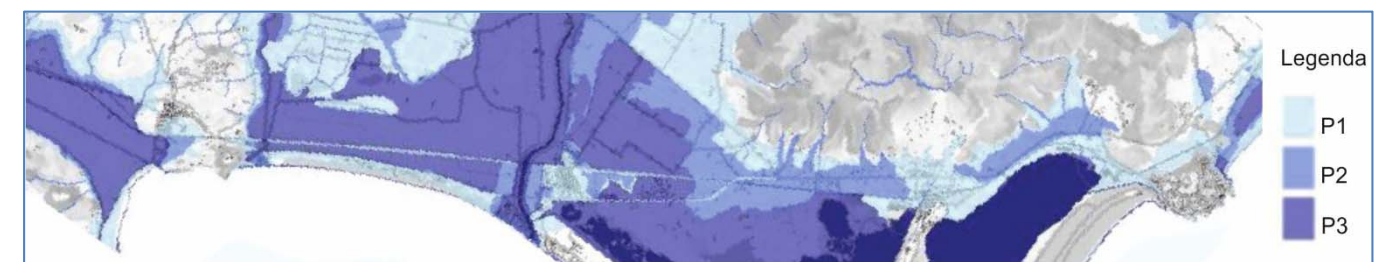


Figura 2.4 - Stralcio della Carta della Pericolosità idraulica per il tratto di territorio in cui si sviluppa il lotto 5B dell'autostrada in progetto. Nella legenda i simboli indicano: P1 pericolosità bassa. P2 pericolosità media. P3 pericolosità elevata.

Tra le opere d'arte del progetto del Lotto 5B è prevista la realizzazione della "Galleria artificiale Fonteblanda" tra le progressive 2+600 e 3+100 e della "Galleria artificiale Orbetello" tra le progressive 17+330 e 17+930. Per entrambe le gallerie si prevede la realizzazione degli opportuni drenaggi con i canali di gronda a monte della galleria artificiale e con il sistema di raccolta dei liquidi versati sulla piattaforma stradale, attraverso una canaletta grigliata, con collettore sottostante.

Per la Galleria Fonteblanda non sono previsti altri interventi poiché ricade al di fuori delle aree con rischio di inondazione segnalate nella citata *Carta della Pericolosità idraulica*. La Galleria Orbetello invece si inserisce nel quadro degli interventi previsti dalla Regione per il riassetto idraulico del territorio: nello specifico, sarà previsto un intervento di regimazione delle portate afferenti al tracciato in galleria e collettate esternamente alla stessa, prevedendo eventuali adeguamenti del reticolo di bonifica ricettore a valle, lato ovest dell'asse autostradale.

2.4.2 Aree con particolari criticità idrauliche

Il Lotto 5B presenta, come visto nel paragrafo precedente, numerose criticità dal punto di vista idraulico. L'evento alluvionale del novembre 2012 che ha colpito l'abitato di Albinia e la zona di territorio fra l'Osa e l'Albegna ha evidenziato l'elevata pericolosità e vulnerabilità dell'intera area. La Regione Toscana, in seguito a tale evento calamitoso, ha predisposto una serie di interventi urgenti e indifferibili di ripristino e messa in sicurezza del territorio, fra cui una importante cassa di espansione per la messa in sicurezza dell'abitato di Albinia.

Dalla collaborazione del gruppo di progettazione con il Settore Prevenzione del Rischio Idraulico e Idrogeologico della Regione Toscana, che sta sviluppando gli studi e le progettazioni a supporto del Commissario Delegato ex L. 228/2012, si sono acquisiti gli elementi disponibili riguardo agli interventi di messa in sicurezza, in particolare lo studio idrologico, datato ottobre 2013.

Nel detto studio sono state individuate n° 5 aree aventi peculiarità progettuali rispetto agli interventi di riassetto idraulico della Regione Toscana e pertanto meritevoli di approfondimenti e studi di dettaglio.

Tali aree sono le seguenti:

Tabella 2.7 - Zone con particolare criticità idraulica

localizzazione	da progressiva	a progressiva
Zona Fonteblanda e Collettore orientale	0+000	1+000
Zona Viadotto Osa	3+000	4+100
Cassa di espansione di Campo Regio	4+100	9+000
Zona Guinzone	10+000	11+000
Zona Galleria artificiale Orbetello	17+000	18+000

Zona Fonteblanda e Collettore orientale

Gli interventi di adeguamento del Collettore sono dovuti alle frequenti inondazioni che hanno interessato le aree all'intorno del corso d'acqua, con particolare riferimento alla SS1 Aurelia che è stata chiusa durante l'evento alluvionale del Novembre 2012.

Il Collettore Orientale drena un bacino di circa 15 km² caratterizzato da un territorio pianeggiante, con presenza di colture agrarie quali seminativi, vigneti, frutteti e oliveti. L'asta principale del corso d'acqua interferisce significativamente con il sistema infrastrutturale costituito dalla SS1 Aurelia, dalla Ferrovia Pisa-Livorno e da viabilità a carattere locale i cui manufatti di attraversamento presentano dei

restringimenti di sezione o, comunque, sono insufficienti al transito della portata duecentennale, causando ricorrenti problemi di deflusso e conseguenti allagamenti anche in occasione di eventi meteorici non particolarmente critici.

Con riferimento agli interventi autostradali, l'interferenza con il canale è riferita al tratto in cui scorre in fregio alla SS1 Aurelia fra la progressiva 0+ 000 e la progressiva 1+120 del Tratto Fonteblanda-Ansedonia. Nel progetto autostradale è previsto lo spostamento del canale verso monte in modo da permetterne il parallelismo con l'infrastruttura stradale complanare e con l'autostrada, nel rispetto delle distanze di sicurezza.

Considerati i livelli idrici riscontrati nel canale e riportati nel progetto preliminare della Regione (circa 4,20 m s.l.m. nella configurazione definitiva), la livelletta di progetto dell'autostrada, in corrispondenza del tratto parallelo al canale, è mantenuta a quota superiore ai 6,0 m s.l.m. (6,30 m s.l.m. sull'attraversamento), quella della strada complanare circa 5,50-5,80 m s.l.m. e gli argini di progetto a quota 5,0 m s.l.m.

Zona Viadotto Torrente Osa

L'autostrada attraversa il Torrente Osa alla progressiva 4+000. L'intervento autostradale nel tratto di attraversamento prevede la realizzazione di un viadotto con piloni ad interasse di 50 m, ad eccezione delle due campate di passaggio sul corso d'acqua dove la luce fra le pile è 65 m con orientamento del loro asse nel verso della corrente. Una pila occupa la parte golenale destra del corso d'acqua e per essa andranno previsti interventi di ripristino della sponda con relativa opera di protezione.

Le pile del viadotto all'esterno interferiscono con alcuni canali del reticolo di bonifica che verranno localmente deviati. La livelletta del viadotto è stata progettata in modo da permettere il passaggio dei mezzi di manutenzione che percorreranno gli argini senza interruzione di continuità.

Gli interventi progettuali di riferibili all'interferenza con il corso d'acqua sono: alcune deviazioni dei canali del reticolo, la sistemazione delle sponde delle Controfossa in sinistra che presenta un passaggio molto ravvicinato alla pila del viadotto e la sistemazione in scogliera di pietrame della parte golenale su cui insiste la pila centrale dell'attraversamento.

Le opere non interferiscono con quelle idrauliche previste dal Consorzio di Bonifica Toscana Sud.

Cassa di espansione di Campo Regio

Anche quest'area è stata interessata nel mese di novembre 2012 da una forte evento piovoso che ha determinato allagamenti in sinistra idraulica del fiume Albegna, nella zona di monte prima e infine nell'abitato di Albinia. A seguito di tali eventi calamitosi la Regione Toscana ha deciso di intervenire per la messa in sicurezza dell'abitato di Albinia.

Il progetto autostradale nel tratto in questione, procedendo dal Torrente Osa verso il Fiume Albegna, prevede un rilevato in affiancamento alla sede ferroviaria da cui si distacca solo in corrispondenza del

loro attraversamento, deviando verso monte. Il rilevato autostradale nel tratto interno alla cassa d'espansione ingloba il rilevato arginale (lato ferrovia) in modo da limitare il consumo di territorio.

La quota di livelletta in sicurezza assunta nella progettazione è di 5.0 m s.l.m. con banca arginale a quota 4.5 m s.l.m. Il rilevato stradale manterrà una distanza da quello ferroviario di 10 m misurati al piede del rilevato. In alcuni punti, tale distanza scenderà a 6 m (limite inedificabilità ferroviario dal piede rilevato). La quota stradale sarà superiore a quella del piano ferro, in modo da fungere da argine a protezione della linea ferroviaria.

Nell'ultimo tratto, in avvicinamento al nuovo viadotto del Fiume Albegna, a partire dal punto di distacco dal parallelismo con la ferrovia, il rilevato presenta una serie di forniche di attraversamento che insieme alla parte in viadotto lo rendono idraulicamente trasparente per tutto il tratto interno alla cassa.

La soluzione progettuale che prevede di accorpare in un unico rilevato sia quello stradale che quello arginale mostra i seguenti vantaggi:

- 1) Minor consumo di territorio. Risulta infatti che il progetto della cassa d'espansione dovrà tener conto del necessario adeguamento del rilevato ferroviario sia in termini della tenuta idraulica che di probabile adeguamento dell'altezza di ritenuta. Questi adeguamenti impongono la necessità di realizzare comunque un rilevato arginale a ridosso del ferroviario, con conseguente occupazione di territorio in aggiunta a quello necessario a monte per allocare la sede autostradale. L'ampliamento autostradale nel medesimo corridoio della ferrovia in affiancamento consentirebbe invece la realizzazione di un unico rilevato con funzioni anche di ritenuta idraulica. Il confinamento di monte potrebbe essere ottenuto con più modesti movimenti terra di modellazione della scarpata del salto.
- 2) Minore riduzione della divisione del territorio.
- 3) Minori costi. La soluzione che permette di utilizzare il rilevato autostradale in affiancamento alla ferrovia anche con funzione di tenuta idraulica consente di ridurre il volume di terra necessario per la chiusura idraulica della cassa d'espansione e quindi di ridurre i costi.

Zona Guinzone

Il tratto di autostrada fra il fiume Albegna e Orbetello attraversa un territorio di notevole fragilità idraulica. Si tratta dell'area pianeggiante prossima alla strada provinciale del Guinzone, attraversata da numerosi canali di bonifica, con recapito alla idrovora di Torre Saline.

Tra questi il canale principale n.4 che prima di ricevere il contributo del reticolo di pianura raccoglie anche parte dei deflussi collinari e pedecollinari. Ne risulta un sistema misto tra acque alte e basse che frequentemente entra in crisi. Sono state ipotizzate varie soluzioni che prevedono con non poca difficoltà di scolmare parte delle acque provenienti dal bacino collinare nella Controfossa sinistra del Fiume, sgravando così il deflusso del canale principale n. 4 di bonifica. Allo stato attuale il sistema risulta tuttavia ancora misto.

L'autostrada si colloca trasversalmente alla pendenza naturale di questa parte di territorio e può ostacolare il deflusso nel caso di eventuali esondazioni della campagna per insufficienza della rete di bonifica.

In questo tratto sia la soluzione autostradale in viadotto che quella a raso non risultano praticabili infatti la prima è stata scartata per motivi paesaggistici data l'eccessiva altezza della struttura rispetto al terreno, la seconda non è praticabile per ragioni di sicurezza idraulica, non resta quindi che realizzare un rilevato con quota in sicurezza idraulica e forniche di trasparenza realizzati lungo tutto il percorso.

In particolare il progetto prevede, sia lungo l'asse autostradale sia nell'area all'intorno, i seguenti interventi:

<i>quantità</i>	<i>tipo</i>	<i>note</i>
11	nuovi tombini scatolari 2m x 2m	passaggio delle acque al disotto del rilevato
2	nuovi collettori	raccolta e recapito acque verso canali esistenti
1	nuova barriera	impedire il tracimamento delle acque nel Canale n° 6
1	nuova idrovora	sollevare ed allontanare le acque
1	tombino da adeguare	passaggio delle acque al disotto del rilevato
2	luce di ponticello	da adeguare a seguito di studio idraulico
5	attraversamenti sottodimensionati	da adeguare a seguito di studio idraulico

Zona Galleria artificiale Orbetello

Il tracciato autostradale di progetto è previsto in questo tratto sull'asse dell'attuale strada Aurelia SS1, alle pendici del versante dove è situata l'area della ex SIPE Nobel (Società Italiana Prodotti Esplosivi) di Orbetello. Sul medesimo corridoio è collocata anche la viabilità secondaria urbana. Come già detto il tratto in galleria è compreso tra la progressiva 17+330 e la progressiva 17+930.

La direttrice stradale intercetta un bacino idrografico di oltre 6 km². Sono previsti due canali di gronda che intercetteranno il deflusso e lo trasferiscono rispettivamente verso nord e sud in nuovi attraversamenti stradali; a nord all'altezza del Fosso Pisana Alta e verso sud in un altro nuovo attraversamento con scarico direttamente in Laguna.

La livelletta stradale del tratto in galleria ha pendenza costante del 0,2% verso sud, senza punti di minimo altimetrico in zona di scavo. In questo modo si previene il pericolo di allagamenti in tratti in scavo ed il drenaggio può avvenire a gravità.

2.4.3 Area Ex-SITOCO Sito di Interesse Nazionale (SIN)

Lungo il tracciato di progetto del lotto 5B si riscontra la presenza di un SIN (Sito di Interesse Nazionale); trattasi di un sito inquinato oggetto di bonifica, inserito nell'anagrafe allegata al Piano provinciale di bonifica dei siti inquinati riferita ai "Siti recepiti dal Piano Regionale" con codice sito GR073 "SITOCO".

I siti d'interesse nazionale, ai fini della bonifica, sono individuabili in relazione alle caratteristiche del sito, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali. (Art. 252, comma 1 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.).

Si segnala che il sito è anche inserito nella banca dati SISBON della regione Toscana. Il SISBON (Sistema Informativo Siti interessati da procedimento di Bonifica) è stato realizzato nell'ambito dell'incarico di svolgimento del "Progetto Anagrafe" affidato ad ARPAT dalla Regione Toscana, in attuazione delle "Linee guida e indirizzi operativi in materia di bonifica di siti inquinati" di cui alla DGRT 301/2010 e dell'Art. 5bis della LR 25/98.

L'area, come è possibile osservare dalla Figura 2.5 rientra nei siti contaminati iscritti in anagrafe con procedimenti in corso (siti con iter attivi) che necessitano di intervento. Nella detta figura è riportato lo Stralcio del Regolamento urbanistico di Orbetello (2012), Tavole 3.6, 4.6, 5.6 e 6.6 "Assimilazione alle zone omogenee" con la sovrapposizione del perimetro SIN area ex-SITOCO (perimetrazione a terra e perimetrazione in laguna) indicato negli elaborati di piano alle Tavole 6.3, 6.4, 6.5 e 6.6 "Aree protette, parchi pubblici territoriali, riserve".

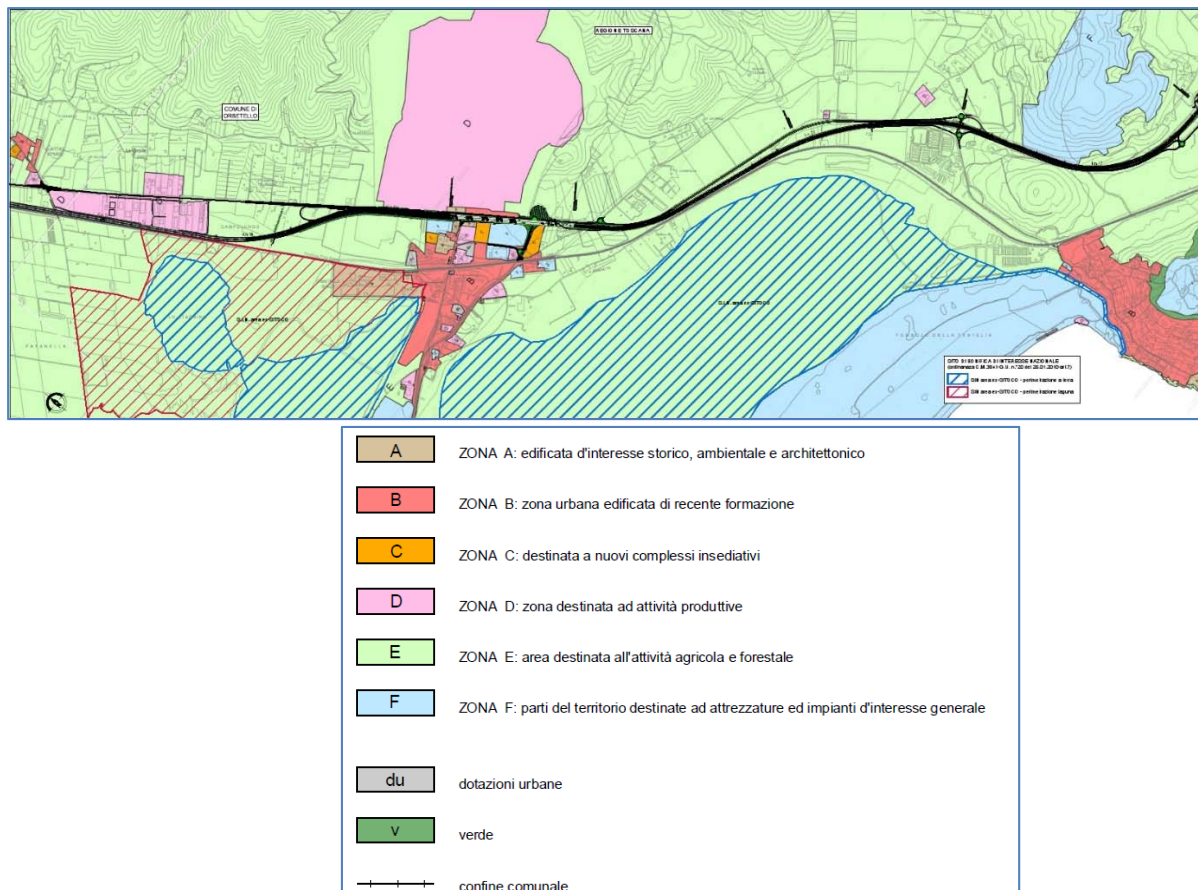


Figura 2.5 – Localizzazione dell'area del SIN ex-SITOCO con relativa legenda.

Il progetto del Lotto 5B dell'Autostrada A12, tiene conto sia di quanto deciso nell'Accordo di programma per la bonifica del sito intercorso tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, la Regione Toscana, l'ARPAT (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana), l'ICRAM (Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica applicata al Mare), la Provincia di Grosseto, il Comune di Orbetello ed il Commissario delegato al Risanamento Ambientale della Laguna di Orbetello sia delle prescrizioni contenute nella programmazione e pianificazione della Provincia di Grosseto e del Comune di Orbetello.

L'area ex-SITOCO non viene interferita dal progetto; la linea ferroviaria costituisce l'elemento fisico di delimitazione e confine tra l'area suddetta e il tracciato autostradale. Gli interventi di progetto saranno adeguati alle esigenze del recupero ambientale e dell'eventuale riutilizzo delle aree contaminate.

2.4.4 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 2.8 - Matrice degli impatti.

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

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 ricettori 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 potenziali impatti 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 del deflusso dei corsi d'acqua per la 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 (riportati nella "Carta idrogeologica" in scala 1:10.000, elab.SUA_319÷320) le interferenze maggiormente impattanti si localizzano in corrispondenza delle seguenti progressive:

<i>progressiva</i>	<i>corso d'acqua</i>	<i>manufatto di attraversamento</i>
0+920	<i>Collettore orientale</i>	ponete
1+540	<i>Fosso della Bufalareccia</i>	tombino scatolare
3+670	<i>origine del 1° Fosso senza nome</i>	deviazione
3+970	<i>Controfossa destra del T. Osa</i>	viadotto
4+000	<i>Torrente Osa</i>	viadotto
4+040	<i>Controfossa sinistra del T. Osa</i>	viadotto
4+460	<i>origine del Canale secondario n° 13</i>	deviazione
7+720	<i>Canale secondario n° 13</i>	tombino scatolare
8+140	<i>2° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
9+010	<i>3° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
9+390	<i>Canale principale n° 2</i>	ponete
9+600	<i>Controfossa destra del F. Albegna</i>	viadotto
9+700	<i>Fiume Albegna</i>	viadotto
9+800	<i>Controfossa sinistra del F. Albegna</i>	viadotto
10+130	<i>Canale principale n° 4</i>	ponete
10+790	<i>4° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
11+110	<i>5° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
11+460	<i>Canale secondario n° 18</i>	tombino scatolare
12+220	<i>6° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
12+540	<i>7° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
12+650	<i>8° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
12+960	<i>9° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
13+010	<i>10° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
13+090	<i>11° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
14+890	<i>12° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
15+180	<i>Fosso Sant'Angelo</i>	tombino scatolare
15+420	<i>13° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
15+915	<i>14° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
16+170	<i>14° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
16+390	<i>Fosso Pisana Alta</i>	tombino scatolare
16+540	<i>15° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
17+570	<i>16° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
18+470	<i>Fosso Orbetello Scalo</i>	tombino scatolare
18+560	<i>17° Fosso senza nome</i>	tombino scatolare
20+030	<i>Fosso dei Tre Confini</i>	tombino scatolare

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;
- 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 notevolmente i tempi di deflusso.

Nel PAI dell'Autorità di bacino dell'Ombrone sono individuate aree a Pericolosità Idraulica Elevata (allagamenti per eventi con $Tr=200$ anni) e Molto Elevata (allagamenti per eventi con $Tr=30$ anni). Confrontando il tracciato con queste cartografie le interferenze maggiormente impattanti con le aree esondabili a rischio molto elevato si localizzano in corrispondenza delle seguenti progressive:

- l'area esondabile compresa tra le progressive 0+000 e 1+100;
- l'area esondabile del Torrente Osa compresa tra le progressive 4+120 e 4+530;
- l'area esondabile del Fiume Albegna compresa tra le progressive 4+830 e 5+260.

Altre indicazioni sono state rinvenute, come già illustrato, nella cartografia pubblicata nel sito della regione Toscana sotto la voce "Direttiva alluvioni" nel portale "Geoscopio" e da queste si evince che le aree esondabili sono più estese di quanto non sia indicato nella cartografia allegata al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino regionale dell'Ombrone. Le aree esondabili a pericolosità media ed elevata interessate dalla realizzazione dell'autostrada in progetto sono comprese tra le progressive riportate nella tabella che segue.

Tabella 2.9 – Localizzazione aree esondabili.

da	a	pericolosità	da	a	pericolosità
0+000	1+400	elevata	9+940	10+000	media
1+560	1+600	media	10+000	12+640	elevata
3+650	3+690	media	12+640	16+570	media
3+700	9+940	elevata	18+000	20+690	media

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 nelle aree di cantiere e sulla piattaforma stradale 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.

Per ridurre al minimo i rischi di incidente da cui possano derivare compromissioni della qualità delle acque superficiali le aree per il parcheggio dei mezzi operativi, per la loro manutenzione ed il rifornimento di carburanti e lubrificanti, saranno impermeabilizzate per limitare al massimo il rilascio nel suolo e nei corsi d'acqua di fluidi inquinanti.

Sono state inserite nel progetto anche misure di drenaggio del piano autostradale volte 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.

2.8 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 ricettore 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 perimetrate 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 inerbite con particolari specie erbacee che favoriscono la sedimentazione, l'invaso e il trattamento delle acque di dilavamento. La copertura inerbite 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 inerbite 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 separatore 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 separatore 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 separatore, impedendo lo scarico di liquido leggero con l'effluente.

2.8.3 Interventi di mitigazione

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 quattro 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 della sezione 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 si rendono necessarie 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.

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 trascinata in condizioni post operam, 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 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 antiappenninica per la porzione meridionale del territorio ed appenninica per l'estremo lembo nord (Parco dell'Uccellina). Elemento significativo dell'assetto fisiografico di Orbetello, con valore di riferimento per tutta l'Italia Centrale, è sicuramente la laguna omonima posta tra la porzione di territorio a nord del Fiume Albegna ed il rilievo di Monte Argentario. L'assetto fisiografico, particolarmente significativo di questo territorio, costituisce elemento di riferimento per l'evoluzione paleogeografica dell'intera unità costiera della Toscana Meridionale, e, analogamente ad altre aree, risulta fortemente influenzato dai condizionamenti tettonici.

Per quanto concerne la dinamica generale tettonico-stratigrafica che caratterizza i rilievi appenninici della Toscana Meridionale in cui, come sopra accennato, si inserisce il territorio del Comune di Orbetello, è opportuno, data la complessità del sistema, suddividere le aree caratterizzate in affioramento dal prevalere di distinti complessi stratigrafico-tettonici. Sulla base del suddetto criterio possiamo, sia a livello generale per l'intero edificio appenninico meridionale che nello specifico del territorio comunale di Orbetello, distinguere le seguenti aree:

- Aree in cui affiorano *i terreni neogenici e quaternari* di ambiente ora marino, ora continentale. Trattasi di un complesso formazionale che occupa gran parte delle depressioni morfologiche del territorio comunale ed appoggia su un insieme eterogeneo di formazioni, parte di Facies Toscana e parte di Facies Ligure che costituiscono il cosiddetto "Substrato litoide". Nello specifico del territorio comunale di Orbetello le formazioni appartenenti alle suddette aree sono quelle geologicamente più recenti ed in particolare: detrito di versante del Quaternario (dt), depositi di spiaggia ed eolici del Quaternario (s), depositi di transizione, di retrospiaggia ed alluvionali del Quaternario (tp), alluvioni fluviali recenti del Quaternario (a), panchina marina e sabbie eoliche in terrazzi del Quaternario (Qp), dune antiche del Quaternario (sd), argille e sabbie del Quaternario (Qm), sabbie rosse del Quaternario (sr), conglomerati poligenici poco coerenti del Pliocene (Pcg), sabbie del Pliocene (Ps), argille del Pliocene (Pag). Detti terreni affiorano nelle porzioni di costa bassa nelle

ampie pianure, nelle vallecole minori, in limitate estensioni delle porzioni collinari minori e pedecollinare;

- Aree in cui affiorano rocce appartenenti alle diverse *unità tettoniche liguri* del substrato. Tali unità sormontano il complesso della Serie Toscana e sono rappresentate nel territorio comunale di Orbetello esclusivamente dai termini che costituiscono la copertura sedimentaria dell'unità tettonica nel suo complesso. In particolare appartengono a tale sistema le formazioni mappate nella carta geologica di supporto al P.S. come galestri e palombini del Cretaceo Superiore (gp), flysch calcareo del Cretaceo Superiore (mp), calcareniti e calcari marnosi del Paleocene-Eocene (np). Tali unità affiorano nei rilievi collinari settentrionali del territorio a nord del tracciato attuale del Torrente Osa.
- Aree in cui affiorano le formazioni della *Serie Toscana*. Per gran parte di dette aree trattasi di finestre tettoniche con caratteristiche stratigrafico-strutturali tipiche della Serie Toscana ridotta presente nei rilievi appendici occidentali della Toscana Meridionale. Le formazioni della Serie Toscana sono sormontate come suddetto da quelle liguri sopra descritte. Nel territorio oggetto del presente studio si rileva la presenza del Macigno dell'Oligocene (mg), del flysch calcareo marnoso dell'Eocene (n), del Calcarea Cavernoso del Trias superiore (cv) e del Verrucano del Trias inferiore. Le formazioni della Serie Toscana affiorano nelle principali dorsali e nei rilievi più significativi sia con sviluppo in direzione appenninica (porzione nord-ovest del territorio comunale) sia antiappenninica (ampio affioramento nella porzione meridionale del territorio comunale).

Tale distinzione consente di capire con maggiore chiarezza quanto verrà in seguito trattato nella descrizione dell'evoluzione tettonica dell'area e di identificare con precisione la posizione delle dislocazioni tettoniche, tenendo in riferimento la distinzione tra terreni neogenici e quaternari superiori (aree in cui affiorano i terreni del primo gruppo) e quelli del substrato (aree in cui affiorano le rocce dei due gruppi successivi).

La storia geologica dell'Appennino Centro-Settentrionale, di cui, come detto, l'area in studio è parte integrante, è caratterizzata da una o più fasi di corrugamento con uno stile prevalentemente plastico che si sono verificate in un regime di prevalente compressione. Esse sono indicate come le fasi orogenetiche principali della complessa struttura dell'Appennino della Toscana Meridionale. Tali strutture sono riconoscibili nelle aree in cui affiora il substrato nelle dorsali collinari del territorio comunale. La fine di questa fase orogenetica principale (Oligocene-Miocene) coincide con il primo affermarsi di una nuova trasgressione marina i cui sedimenti costituiscono la base del ciclo sedimentario neautoctono particolarmente evidenti nel territorio comunale di Orbetello. La trasgressione è preceduta dal formarsi, a varie distanze dal mare, di una serie di depressioni chiuse, in cui si instaurano ampi bacini lacustri o palustri, la maggiore parte dei quali è stata successivamente

sommersa dalla trasgressione marina. Questa generale trasgressione ha caratteristiche ed entità che difficilmente si possono collegare direttamente con movimenti propri del livello marino, ma implica movimenti di abbassamento nelle catene appenniniche precedentemente corrugate ed emerse. Lo stesso dicasi per la fase di regressione verificatasi nel Pliocene. Di tali dinamiche si rilevano ampie tracce negli affioramenti del primo gruppo tettonico descritto, posti nella porzione collinare centro-settentrionale del territorio in studio. Trattasi di uno stile rigido distensivo che ebbe il suo sviluppo principale quindi in età Pliocenica.

La tettonica distensiva, sovrapponendosi ai motivi plicativi delle fasi precedenti, determina anche strutture a Horst e a Graben con sviluppo prevalente in direzione appenninica ma con evidenze, chiare nell'area in esame, in direzione anti-appenninica (porzione centrale e meridionale del territorio).

Questo regime tettonico è caratterizzato da una frammentazione in blocchi rigidi, secondo movimenti differenziali lungo il sistema delle faglie dirette, unitamente a ripetuti movimenti alterni di sollevamento e sprofondamento di ampiezza regionale. Ulteriori e meno intensi movimenti dello stesso tipo si registrano poi durante il Quaternario. Detti movimenti, compresi sotto la denominazione di tettonica recente, hanno assunto comunque un'importanza rilevante nell'assetto geografico, morfologico ed idraulico del territorio di Orbetello e sicuramente caratterizzano il peculiare aspetto paesistico ed ambientale attuale.

In particolare si hanno una serie di depressioni chiuse di recente formazione, in cui si instaurano ampi bacini palustri e lagunari delimitati da vere e proprie dune talora consolidate o tomboli legati a vari fenomeni deposizionali eolici e marini. Per meglio comprendere l'assetto geologico stratigrafico sopra descritto si rimanda alla consultazione dell'allegata Carta Geologica alla scala 1:10.000 (elab.SUA_321÷322). Ulteriori informazioni sono presenti nella "Relazione Geologica e Geomorfologica" allegata al Progetto.

3.2 Stratigrafia

Dopo la suddetta descrizione dell'evoluzione tettonica, che assume rilevanza ai fini della definizione dei processi geologici e paleogeografici e della sismicità dell'area si procede nella descrizione delle caratteristiche stratigrafiche e giacimentologiche delle singole formazioni presenti nel territorio comunale.

In particolare si distinguono cinque unità geologico-stratigrafiche:

- Terreni di origine antropica. Terreni di riporto
- Quaternario;
- Sedimenti neogenici di età Pliocenica;

- Serie ligure;
- Serie toscana.

3.2.1 Terreni di origine antropica. Terreni di riporto (r)

Questi depositi sono formati da terreni di riporto di chiara origine antropica. Trattasi di riporti attuali o storici formati da terreni eterogenei di scadenti caratteristiche geotecniche e che hanno perso qualsiasi assetto stratigrafico definito. Frammisti a limi argille e sabbie si rilevano clasti e frammenti litoidi e di laterizi. Tali depositi sono più frequenti in prossimità di aree urbanizzate.

3.2.2 Quaternario

Formazioni caratterizzate da terreni di varia origine; fluviale recente o attuale a tessitura variabile da limi argillosi a ciottolami, di spiaggia od eolica, di transizione e di retrospiaggia, di panchina marina, detritica ed eluviale, tutti attribuibili al Quaternario. Stratigraficamente queste formazioni si trovano in discordanza nella posizione superiore alle formazioni delle unità dei sedimenti neogenici, della serie toscana e della serie ligure.

Detrito di versante (dt)

Depositi prevalentemente incoerenti costituiti da ciottoli di varia forma e dimensione derivati dal disfacimento delle formazioni contermini (prevalentemente calcaree) ed accumulatisi ai piedi dei versanti per azione prevalentemente gravitativa, unitamente a depositi a granulometria più fine individuati in prossimità dei movimenti franosi dei depositi di origine marina del Pliocene. In tale formazione sono stati raggruppati i vari depositi localizzati nei corpi di frana, ai piedi dei versanti come accumuli detritici e distinti come forma morfologica nel caso dei con di deiezione.

Tale unità affiora in maniera diffusa nel territorio in esame ed in particolare ai piedi dei rilievi collinari calcarei. In tale contesto geologico specifico si possono distinguere (vedi Carta Geomorfologica) forme complesse e articolate di deposito che formano una vera e propria unità di transizione continua tra i rilievi calcarei e le unità di chiara origine alluvionale o marina soprastanti.

Depositi di spiaggia ed eolici (s)

Sabbie di spiaggia attuali e di duna con tessitura omogenea e colore prevalentemente giallo-ocra con rari passanti di colore rossastro o nocciola talora cementati. Per quanto concerne i sedimenti di duna trattasi di una forma eolica con vegetazione anche di alto fusto costituita da sedimenti fini prevalentemente sabbiosi ormai stabili.

Qui si rilevano talvolta elementi di disturbo antropico come muretti, marciapiedi, sotto servizi, recinzioni, edifici e infrastrutture. Limitatamente ad alcune porzioni di tali zone (Tombolo della Feniglia ed in limitate porzioni nella zona antistante il Campo Regio) sono presenti i caratteri originari-naturali della forma.

Depositi di transizione di retrospiaggia ed alluvionali (tp)

Terreni fini costituiti da limi, limi argillosi e sabbiosi talora torbosi di ambiente prevalentemente lagunare o palustre. Intercalati a tali depositi, soprattutto nella porzione prossima alle sabbie di origine eolica, si rilevano rare sabbie ocracee talvolta cementate. Sono depositi prevalentemente di colmata ed alluvionali in prossimità dei corsi d'acqua temporanei. Affiorano nelle depressioni chiuse di recente formazione, in cui si instaurano ampi bacini palustri e lagunari e talora nelle vallecole minori fino ad incontrare (zona della Bonifica di Talamone) le propaggini dei rilievi collinari.

Nella zona retrostante la Laguna di Orbetello, costituiscono una rilevante unità di passaggio tra i terreni di laguna attuale ed i depositi continentali che dipartono dalla zona pedecollinare. Sono prevalentemente terreni di scadenti caratteristiche geotecniche con evidenti difficoltà di drenaggio per condizionamenti morfologici.

Alluvioni fluviali recenti (a)

Depositi fluviali incoerenti e coerenti costituiti prevalentemente da limi sabbiosi alternati a sabbie e argille sabbiose con orizzonti talora ghiaiosi e ciottolosi.

Affiorano estesamente anche con discreto spessore (compresi tra 20 e 40 m dal p.c. e massimi nelle parti centrali di 60-80 m dal p.c.) nell'ampia pianura alluvionale compresa tra il Torrente Osa ed il Fiume Albegna. In prossimità delle porzioni marginali della pianura alluvionale Osa-Albegna, vicine alle pendici pedecollinari, e negli affioramenti estesi a nord del Torrente Osa, si riconoscono livelli terrazzati di primo ordine.

Tali depositi si rilevano inoltre in prossimità di corsi d'acqua minori talora privi di opere di difesa idraulica che hanno dato origine a fenomeni di deposizione alluvionale di modesta entità.

Panchina marina e sabbia eolica in terrazzi (Qp)

Depositi sabbiosi cementati di origine marina ed eolica alternati a depositi sabbiosi prevalentemente eolici. Trattasi come forma morfologica di una duna fissa con antichi depositi marini diagenizzati che hanno contribuito al mantenimento della forma. Tale formazione si rileva esclusivamente nella parte orientale del Tombolo di Orbetello.

Dune antiche (sd)

Depositi sabbiosi omogenei raramente cementati di origine eolica in posizione marginale distante dall'attuale linea di costa. Trattasi come forma morfologica di una duna antica con fenomeni di erosione in atto. Tale formazione si rileva esclusivamente nella parte sud orientale del territorio comunale in prossimità della località Poggio Rina.

Sabbie rosse (Sr)

Depositi di sedimentazione marina prevalentemente sabbiosi di colore rosso acceso con frequenti livelli cementati ed inclusi ciottolosi e ghiaiosi. Tali terreni testimoniano un tardo ciclo di sedimentazione marina che si colloca nella parte terminale e marginale della depressione occupata da depositi

alluvionali recenti. La formazione affiora quindi in prossimità di ampie fasce morfologiche di passaggio tra la zona pedecollinare e la pianura alluvionale o le zone palustri attuali.

3.2.3 Sedimenti Neogenici

Queste formazioni sono caratterizzate da terreni di origine marina di varia granulometria (dai conglomerati fino alle argille) del ciclo sedimentario del Pliocene. La distribuzione di detti sedimenti segue una depressione in direzione anti-appenninica con sviluppo prevalente parallelo all'asse del corso attuale del Fiume Albegna, nella porzione ad est del confine comunale. Gli affioramenti che ricadono nel territorio comunale (termine trasgressivo della serie sedimentaria) costituiscono il lembo nord-ovest dell'antico bacino di sedimentazione marina.

Sabbie (Ps)

Depositi a tessitura sabbioso-limosa di colore giallastro, costituiti da strati con spessori variabili tra 0.5 e 1 m. Intercalati a tali depositi si riscontrano dei sottili livelli di limo, da debolmente sabbioso ad argilloso, e rare lenti ghiaiose e ciottolose. Spesso si ritrovano cartografate nell'unità anche litologie più coesive molto compatte. Affiorano nei rilievi collinari a nord del Torrente Osa.

3.2.4 Serie Ligure

Le formazioni di seguito descritte appartengono alle diverse unità tettoniche liguri del substrato litoide. Tali unità, che sormontano il complesso della Serie Toscana, sono rappresentate nel territorio comunale di Orbetello esclusivamente dai termini che costituiscono la copertura sedimentaria dell'unità tettonica nel suo complesso. Tali unità affiorano nei rilievi collinari settentrionali del territorio a nord del tracciato attuale del Torrente Osa.

Galestri e palombini (gp)

Nell'area di riferimento affiorano in prevalenza gli argilloscisti talora silicei subordinati ad intercalazioni di calcari grigi e di colore nocciola e calcari silicei compatti. Negli affioramenti di tale formazione del Cretaceo superiore si riscontrano talora anche orizzonti di torbiditi arenacee, marne e calcari marnosi grigi. Negli affioramenti piuttosto estesi e localizzati a nord del Torrente Osa nei pressi di Fonteblanda e Poggio Sugherino è stato possibile verificare in alcune porzioni l'andamento stratigrafico con assetto assai variabile e talora caoticizzato. La formazione risulta essere fortemente condizionata dall'assetto tettonico descritto in precedenza.

Flysch calcareo (mp)

La formazione mp è caratterizzata da affioramenti di flysch calcareo-marnosi con alternanze di calcari, calcari marnosi grigi o biancastri e marne. Alternati ai suddetti orizzonti prevalentemente compatti e stratificati si riscontrano rari strati caratterizzati da argilloscisti marnosi e vere e proprie marne con assetto stratigrafico anche caoticizzato. Negli affioramenti piuttosto estesi e localizzati a nord del

Torrente Osa nei pressi di Maremmello di Sopra, Santa Maria del Grano, Poggio Ospedaletto e Poggio San Sebastiano è stato possibile verificare in alcune porzioni l'andamento stratigrafico con assetto prevalente in direzione nord-ovest. Anche tale formazione del Cretaceo superiore, risulta essere fortemente condizionata dall'assetto tettonico descritto in precedenza.

Calcareniti calcari marnosi (np)

La formazione delle Calcareniti e calcari marnosi (np) risulta costituita da calcareniti compatte, calcari silicei e calcari marnosi con rarissime intercalazioni di argilloscisti. Talora si rilevano orizzonti francamente arenacei alternati alle prevalenti calcareniti. Negli affioramenti piuttosto limitati e localizzati nei pressi del versante che degrada da Poggio Civitella verso la valle del Torrente Osa è stato possibile verificare l'andamento stratigrafico con assetto prevalente in direzione ovest/sud-ovest. Anche tale formazione dell'Eocene risulta essere fortemente condizionata dall'assetto tettonico descritto in precedenza.

3.2.5 Serie Toscana

Le formazioni di seguito descritte costituiscono delle finestre tettoniche con caratteristiche stratigrafico-strutturali tipiche della Serie Toscana ridotta presente nei rilievi appenninici occidentali della Toscana Meridionale. Le formazioni della Serie Toscana sono sormontate come suddetto da quelle liguri sopra descritte. Tali formazioni affiorano nelle principali dorsali e nei rilievi più significativi sia con sviluppo in direzione appenninica (porzione nord ovest del territorio comunale) che anti-appenninica (ampio affioramento nella porzione meridionale del territorio comunale).

Macigno (mg)

La formazione del Macigno (mg) comprende arenarie quarzoso-feldspatiche micacee in strati intercalati da scisti. La formazione oligocenica, che talora si presenta in bancate di grande spessore, affiora in un'area estesa nell'estremo nord del territorio comunale, nei pressi di Poggio Ospedaletto ed in piccoli appezzamenti, prevalentemente ubicati nella porzione a nord del Torrente Osa.

Flysch calcareo marnoso (n)

La formazione flyschoidale eocenica comprende calcareniti, calciruditi con macroforaminiferi, calcari con selce, calcari marnosi e marne. La litofacies più diffusa in affioramento è costituita da strati di 30-50 centimetri di calcari marnosi rosati e da bancate di marne calcaree rosse o rosate con rare intercalazioni decimetriche di siltiti grigio verdi. Essa affiora sul versante esposto ad est di Poggio Talamonaccio con andamento stratigrafico prevalente in affioramento in direzione nord-ovest. Un affioramento piuttosto esteso si rileva a nord di Talamone in prossimità del Podere Cavaliere con andamento stratigrafico prevalente in affioramento in direzione ovest.

Calcare Cavernoso (cv)

Il Calcare Cavernoso (cv) è formato da una breccia di calcari dolomitici di colore grigio e avana, in caso di alterazione, assai vacuolare in superficie. Sono presenti plaghe più cementate ed altre costituite da ammassi dolomitici polverulenti (cenerone). In alcune zone sono presenti le evaporiti originariamente intercalate alle dolomie.

Il Calcare Cavernoso risulta inoltre essere caratterizzato da avanzati processi di carsismo con evidenti forme morfologiche del tipo doline, inghiottitoi e grotte. La formazione, costituisce il più significativo acquifero dell'area ed in prossimità dei principali lineamenti tettonici (localizzati con strutture positive soprattutto nei rilievi nella porzione nord del territorio comunale) risulta anche influenzata da una alimentazione idrogeologica profonda di origine termale. Tale formazione del Trias superiore rappresenta sicuramente la formazione più diffusa e significativa del territorio comunale ed è caratterizzata da vasti affioramenti in località Fonteblanda e Ansedonia e costituisce la globalità dei rilievi collinari ad est del Capoluogo ed a nord di Talamone.

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 antiappenninica 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, e, analogamente ad altre aree, risulta fortemente influenzato dai condizionamenti tettonici.

In particolare sono state distinte:

- forme e processi di versante;
- forme e processi fluviali;
- forme e processi carsici;
- forme e processi litorali marini, lacustri ed eolici;
- forme e processi antropici.

3.3.1 *Forme e processi di versante*

Le zone collinari del Comune di Orbetello 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. Tale area di influenza 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.

Nella ricognizione dei fenomeni di versante è stata recepita sia la perimetrazione della zona PFMA in località Talamone del P.A.I., sia i fenomeni franosi in località Monte Polpi individuati nella cartografia CARG. Le forme ed i processi individuati consentono di individuare le porzioni di territorio interessate da fenomeni di erosione accelerata e per rivoli, e da movimenti di massa.

All'interno di tali fenomeni di dissesto è stata eseguita una dettagliata analisi delle varie forme e processi di sviluppo del dissesto; sono state eseguite inoltre delle analisi geomorfologiche per individuare le zone interessate da fenomeni di deposizione. In particolare tutti i fenomeni erosivi più lenti e di entità modesta si localizzano nella porzione collinare sud a causa del substrato litoide e dell'abbondante copertura boschiva.

Lo stesso può dirsi anche per i rilievi di Talamonaccio e Fonteblanda. La zona invece con maggior presenza di fenomeni erosivi è quella collinare nei pressi della Marta a causa di affioramenti di terreni maggiormente erodibili. Una nota particolare va fatta riguardo a importanti e cospicui depositi di deiezione e detritici nelle porzioni inferiori dei rilievi in cui affiora il Calcere Cavernoso (in special modo allo sbocco delle valleciole minori).

3.3.2 *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.

3.3.3 *Forme e processi carsici*

La presenza di vaste aree con affioramenti della formazione del Calcere 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 (zona Polverosa – Poggio del Leccio), ove si è utilizzato per l'implementazione del quadro conoscitivo anche il database del S.I.T. regionale e quello della Federazione Speleologica Toscana. Data la rilevante estensione della formazione del calcere cavernoso l'aspetto del carsismo epigeo ed ipogeo rappresenta un elemento caratterizzante della morfologia del territorio del Comune di Orbetello che deve essere tenuto presente nella pianificazione urbanistica di tali aree.

3.3.4 *Forme e processi litorali marini, lacustri ed eolici*

In linea generale il territorio costiero analizzato può essere suddiviso in base a due elementi fisici principali: la costa alta e quella bassa. All'interno delle suddette classi sono state distinte nel dettaglio le aree interessate da falesia, le varie forme di duna, e le porzioni di riva marina interessate da erosione e le aree di particolare attenzione per l'equilibrio costiero così come definite dal P.A.I. (zona falesia Talamone). Per quanto concerne le forme di dissesto della falesia sono state individuate le aree interessate da frane e dissesti. Sono stati distinti anche, ove presenti, i terrazzi marini.

Nelle forme e processi litorali sono ricomprese anche le zone umide e le aree lagunari che nel territorio di Orbetello rivestono un'importanza rilevante (vedi Bonifica di Talamone e Laguna di Orbetello). Le zone di falesia con dissesti sono concentrate nelle aree settentrionali e meridionali del territorio analizzato (Parco dell'Uccellina ed Ansedonia), mentre i fenomeni erosivi costieri si ritrovano nel margine sud-ovest del territorio (Santa Liberata). In questa sede ci preme anche sottolineare alcune notazioni di carattere ambientale in merito alla duna costiera ai sensi della Del. C.R. 47/90.

Le forme relitte che si trovano nell'area analizzata sono testimoni di un ambiente complesso a cui hanno in passato concorso diversi fenomeni sia fisici che biologici. In particolare il mare ha, durante gli anni, deposto la sabbia che si è depositata in un luogo in cui si ha l'annullamento fisico di varie forze, non ultima quella del vento. Durante la formazione dei tomboli poi si sono create le condizioni perché alcune piante particolari iniziassero la colonizzazione e la stabilizzazione di questi ammassi sabbiosi.

Proprio attraverso l'azione di queste piante (all'inizio di tipo essenzialmente erbaceo) si ha la prima consolidazione della sabbia, successivamente si ha la colonizzazione della duna da parte di piante più

grandi. Il processo di formazione della duna in passato era senza sosta attraverso questa “simbiosi” tra organismi vegetali e trasporto delle particelle di sabbia da parte del mare e del vento. Chiaramente tutto dipende dall’apporto di materiale sabbioso da parte del mare. Nel retroduna protetto dal vento e dalle mareggiate pian piano si può sviluppare un vero e proprio bosco. Nell’area di Campo Regio è stata distinta con precisione una forma di retroduna in parte antropizzata che segnala con evidenza un passato dell’area occupato da un lago costiero (vedi Lago Burano più a sud). Sulle dune la risorsa idrica è scarsa e le piccole falde superficiali risentono in maniera sensibile degli apporti pluviometrici. Allo stato attuale la duna costiera è in crisi essenzialmente per gli interventi antropici sul paesaggio e su effetti indotti quali ad esempio l’erosione delle coste per il minor apporto solido dei fiumi. Negli ultimi tempi per la verità si sta anche riconoscendo la positiva azione avuta nel divieto di escavazione degli alvei dei corsi d’acqua che scaricano i sedimenti nel mare antistante le aree costiere del Comune di Orbetello, tali divieti hanno consentito un’apparente regressione del fenomeno erosivo almeno in alcune località.

Complessivamente le aree costiere risentono attualmente dei processi geomorfologici relativi a:

1. azione del mare;
2. azione del vento;
3. azione dei corsi d’acqua;
4. azione dell’uomo.

La Laguna di Orbetello

La Convenzione di Ramsar (1971) considera la Laguna di Orbetello una tra le zone umide più interessanti d’Europa; essa rappresenta inoltre una delle ultime aree umide ancora rimaste in Italia. Dal punto di vista strettamente geomorfologico essa non ha la morfologia di un vero e proprio ecosistema lagunare bensì di uno stagno costiero. A differenza di quanto detto per le lagune, gli stagni costieri, anche se direttamente collegati al mare, sono scarsamente influenzati dalle maree e spesso ricevono acqua dolce da immissari di varia origine.

La laguna è separata dal mare da due tomboli completi: la Giannella (a nord-est) e la Feniglia (a sud-ovest). La superficie complessiva dei due specchi d’acqua è di circa 2.700 ha. Al margine estremo del terzo tombolo incompleto, interno alla laguna, sorge il centro abitato di Orbetello. Una diga artificiale collega Orbetello al Monte Argentario e divide la laguna in due specchi d’acqua: quello di Ponente (14,5 km²), con profondità variabile di 0,6-1,6 m; e quello di Levante (11,5 km²). La profondità media è di 1,20 m e la comunicazione tra i due bacini è garantita dai lumi della diga e dal corto canale Glacis sito fuori dalle porte della cittadina.

La comunicazione con il mare aperto è consentita nella Laguna di Ponente, in prossimità del Monte, tramite il canale di Nassa e tramite un canale navigabile parallelo a Nassa detto di S. Liberata. Detto canale navigabile, lungo 260 m circa, è utilizzato come porticciolo turistico e costituisce un altro sbocco

che, tuttavia, è spesso interrato. Il canale Fibbia collega invece la Laguna di Ponente al fiume Albegna quasi in prossimità della foce. Ha lunghezza totale di 3.500 m, sezione trapezoidale con sponde alte 2-3 m, larghezza alla base di 14 m e profondità di 2,5-3,0 m. La laguna di Levante possiede un unico canale: il canale di Ansedonia che è lungo 1.840 m, largo 20 m e con profondità media di 1,5-2 m.

Dal punto di vista geologico, l’area occupata dalla laguna, è stata interessata in passato da fenomeni di emersioni ed inondazioni cicliche, dipendenti dalle oscillazioni eustatiche del livello marino. A partire dal Pleistocene sono state riconosciute numerose fasi trasgressive e regressive, documentate dai depositi continentali e marini in successione. Le fasi trasgressive sono sempre state accompagnate dalla formazione di tomboli in senso lato e sono testimoniate dalla presenza di panchine e solchi di battente sull’Argentario, al di sopra ed al di sotto dell’attuale livello marino. I tomboli di Giannella e Feniglia e l’istmo di Orbetello altro non sono che l’ultima espressione della trasgressione Versiliana. La Laguna di Orbetello è pertanto un ecosistema instabile con cicli calcolati di 550 anni ed armoniche di 1.000 e 1.650 anni.

I Tomboli di Feniglia e Giannella costituiscono l’essenza della laguna, infatti, qualora fossero sopraffatti dalle acque marine, essa cesserebbe di essere. Il tombolo della Giannella, che separa a Nord-Ovest la Laguna di Ponente dal mare è originato ad opera del cordone alluvionale dell’Albegna per deposito di materiali terrigeni trasportati dal fiume ed ivi sospinti dalle correnti. La sua larghezza è maggiore verso la costa e diminuisce all’Argentario. Attualmente il tombolo presenta fenomeni erosivi nella sua porzione centrale e soprattutto meridionale legati agli squilibri tra i contributi del fiume Albegna e l’erosione marina esaltata dai caratteri morfologici degli antistanti fondali marini. Il tombolo di Feniglia, originato in seguito a depositi di materiale sabbioso ad opera delle correnti marine, è molto più ampio del primo ed è lungo quasi 6 km e largo dai 700 ai 1.100 m.

L’istmo di Orbetello è il più antico dei tre tomboli e la chiusura successiva di quelli esterni ne ha arrestato la crescita. Grazie agli interventi del Commissario della Laguna, i canali di Nassa, Ansedonia e Fibbia sono stati dotati di impianti (idrovoce) per il pompaggio di acqua in laguna. La circolazione delle acque è caratterizzata da due regimi:

- Regime di circolazione naturale, in cui le bocche sono in comunicazione con il mare ed i flussi entranti ed uscenti sono regolati dalle maree, peraltro con escursioni molto modeste;
- Regime di circolazione forzata; questo è tipico del periodo estivo per limitare l’eutrofizzazione eccessiva, è caratterizzato da due bocche chiuse con flussi entranti in laguna regolati dalle idrovore e dalla terza bocca aperta con flusso regolato dalla marea. L’attivazione degli impianti non è continua durante tutta l’estate sebbene debba prolungarsi per 10-15 giorni per essere efficace.

Durante l’alta marea le acque si spostano dal mare alla laguna, mentre durante la bassa marea è la laguna che scarica in mare.

L'Albegna riveste un'importanza fondamentale per quanto riguarda la formazione del tombolo di Giannella ma c'è da dire che esso inoltre agisce sulla laguna regolandone anche gli apporti liquidi presso il canale di Fibbia. Nell'area di Ansedonia, in seguito alla carsicità del terreno sono possibili apporti idrici sotterranei. Il bacino dell'Argentario influisce con apporti diretti dei piccoli corsi d'acqua pluviali e delle polle di acqua dolce anche se questi sembrano trascurabili.

3.3.5 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. In relazione a quanto sopra nel territorio comunale di Orbetello 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 a 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

Gli equilibri idrogeologici della laguna di Orbetello, i condizionamenti derivati dal mare e dalle azioni di bonifica nelle zone palustri o umide, unitamente ad una complessa situazione idrogeologica con afflussi del circuito idrogeologico profondo (acque termali calde) ed un regime di prelievi di acqua del sottosuolo molto sviluppato, rendono tale tema di interesse fondamentale per lo sviluppo compatibile del territorio. Per quanto possibile in riferimento ad uno studio di supporto ad uno strumento urbanistico, sono stati approfonditi vari temi di interesse idrogeologico, ottenendo una cartografia di sintesi utile per una corretta programmazione dello sviluppo del territorio individuando le possibilità di mitigazione o riduzione degli evidenti squilibri attuali del regime idrogeologico.

3.4.1 Rilevamento dei dati idrogeologici e considerazioni metodologiche

L'analisi sulla permeabilità delle rocce e terreni ha permesso di definire l'andamento spaziale dei vari acquiferi in modo da evidenziarne gli aspetti di maggiore interesse idrogeologico. Il lavoro è stato approfondito analizzando tutti i dati stratigrafici ed idrogeologici disponibili attraverso il censimento dei pozzi unitamente ai dati connessi forniti dall'Amministrazione Provinciale, i dati dell'A.T.O. e tutti i dati

ricavati dalle varie prospezioni od indagini geotecniche eseguite nel territorio. È stata quindi individuata una significativa porzione di territorio, rappresentata dall'ampia zona pianeggiante o pseudo-pianeggiante posta tra i fiumi Osa ed Albegna, dalle vallecole minori e da tutta la fascia di collegamento tra tali aree e le vere e proprie zone costiere, ove si rileva un complesso acquifero multifalda dotato di evidenti elementi di continuità idrogeologica.

Trattasi del complesso acquifero multifalda costiero plioleistocenico ed attuale costituito da più livelli sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi intervallati da orizzonti talora discontinui di limi ed argille con eteropie in prossimità della linea di costa attuale con i depositi eolici di retro-spiaggia e gli stessi depositi sabbiosi di spiaggia attuale. Unitamente ai suddetti elementi di continuità idrogeologica nell'area in esame si rileva un considerevole numero di punti di misura significativi di tale acquifero multi falda (pozzi con caratteristiche idrogeologiche omogenee) che ha consentito una corretta ricostruzione della geometria e struttura dell'acquifero e della morfologia piezometrica. Per carenza di dati non è stato possibile ricostruire l'andamento piezometrico degli altri acquiferi (rocce fratturate ed acquiferi isolati o scarsamente significativi) del territorio comunale.

In seguito ad una dettagliata analisi comparativa in alcuni punti di misura, individuati con dettaglio nella "Carta Idrogeologica" in scala 1:10.000 (elab. SUA319-320) è stato possibile eseguire delle misure di conducibilità elettrica delle acque di falda. La conducibilità elettrica è risultata utile per definire il grado di salinità delle acque e quindi ricostruire, unitamente alle condizioni della morfologia piezometrica, lo sviluppo del cuneo salino e dell'area ad elevata salinità, caratterizzata da condizioni di stress idrico.

I dati così ottenuti hanno consentito inoltre la rappresentazione delle isoconduttive nella stessa area dove è stata eseguita la ricostruzione della morfologia piezometrica. Il controllo diretto di circa 110 pozzi o emergenze della falda ha consentito inoltre di individuare alcune criticità di carattere idrogeologico in relazione all'uso delle acque ed al sistema di adduzione. In relazione alla localizzazione della rete acquedottistica, ai programmi di utilizzo eseguiti dall'A.T.O., all'economicità ed ai possibili sviluppi dei prelievi potabili è stata eseguita una valutazione della potenzialità idrica dell'acquifero del Calcare Cavernoso utilizzato per usi potabili ed altri usi ed ubicato nel rilievo collinare posto ad est del Capoluogo.

La sintesi di tutti i dati idrogeologici sopra menzionati ha consentito di definire le varie zone di rispetto per la risorsa potabile (zona di tutela assoluta, zona di rispetto e zona di protezione idrogeologica) e le aree come quelle caratterizzate da elevata salinità e stress idrico, da assoggettare a speciali misure di protezione idrogeologica (norme NTA e misure del Piano di Tutela delle Acque della Regione Toscana).

Nella Carta idrogeologica 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 (cm³)

A = sezione retta del mezzo acquifero (cm²)

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 $> K > 10^{-4}$ cm/s)
- Permeabilità bassa (10^{-4} cm/s $> K > 10^{-7}$ cm/s)
- Permeabilità molto bassa ($K < 10^{-7}$ cm/s).

3.4.2 Classi di permeabilità dei terreni

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 retrospiaggia 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 Calcarea Cavernoso e potenzialità idrogeologiche di carattere regionale.

Per valutazioni di dettaglio si rimanda all'analisi della "Carta Idrogeologica" in scala 1:10.000 (elab.SUA319÷320) 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.

3.4.3 Pozzi

Nel territorio del comune di Orbetello sono stati censiti 1.306 pozzi e nel territorio del Comune di Capalbio 494, 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 con opportuna simbologia.

Lungo il tratto di autostrada in variante sono presenti numerosi pozzi adibiti a vario uso; sono stati presi in considerazione, come quelli più soggetti agli eventuali impatti provocati dalla realizzazione e dalla presenza della nuova viabilità, quelli ricadenti all'interno di una fascia di 300 m a cavallo dell'asse autostradale.

Se ne indicano di seguito le progressive, la distanza approssimativa dalla mezzeria della sede stradale e l'uso.

Tabella 3.1 – Pozzi presenti lungo la corsia sud nella fascia di 150 m dalla mezzeria autostradale.

pozzo	progressiva	distanza	uso
01	1+980	70 m	domestico
02	2+090	90 m	domestico
03	2+090	120 m	domestico
04	2+090	150 m	domestico
05	2+130	150 m	scorte idriche/altri usi
06	2+570	150 m	domestico
07	5+980	50 m	irriguo
08	7+140	50 m	irriguo
09	7+760	90 m	irriguo
10	11+680	110 m	domestico
11	11+740	140 m	domestico
12	11+790	50 m	domestico
13	18+420	100 m	domestico
14	18+450	40 m	irriguo
15	18+470	150 m	domestico
16	18+540	0 m	scorte idriche/altri usi

pozzo	progressiva	distanza	uso
17	18+570	100 m	scorte idriche/altri usi
18	18+620	90 m	domestico
19	19+520	0 m	scorte idriche/altri usi
20	22+140	130 m	irriguo
21	23+910	130 m	irriguo

Tabella 3.2 – Pozzi presenti lungo la corsia nord nella fascia di 150 m dalla mezzeria autostradale.

pozzo	progressiva	distanza	uso
01	2+150	60 m	domestico
02	3+300	0 m	domestico
03	3+320	50 m	domestico
04	10+450	100 m	domestico
05	13+060	140 m	domestico
06	13+340	30 m	domestico
07	13+450	130 m	scorte idriche/altri usi
08	13+650	150 m	irriguo
09	14+710	110 m	domestico
10	15+950	100 m	domestico
11	15+950	150 m	domestico
12	16+270	150 m	domestico
13	17+250	50 m	scorte idriche/altri usi
14	17+910	40 m	scorte idriche/altri usi
15	17+920	100 m	irriguo
16	17+930	50 m	irriguo
17	18+200	50 m	irriguo
18	18+410	70 m	irriguo
19	18+540	110 m	domestico
20	18+580	70 m	domestico
21	19+530	0 m	irriguo
22	19+860	120 m	domestico
23	20+680	150 m	domestico
24	22+260	150 m	domestico
25	23+860	30 m	domestico

I pozzi n° 16 e 19 della corsia sud e n° 2 e 21 della corsia nord, sono interferiti direttamente dalla struttura in progetto; gli altri pozzi non subiscono impatti poiché nel progetto non sono previsti interventi che possano interferire con la falda acquifera.

Sono stati comunque segnalati i pozzi compresi in una fascia di 150 m dalla sede stradale perché in corso d'opera siano presi tutti gli accorgimenti necessari alla tutela della qualità e della quantità delle loro acque.

3.4.4 Morfologia piezometrica e caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero superficiale principale dell'area pianeggiante e costiera

Nelle aree pianeggianti o pseudo pianeggianti poste tra i fiumi Osa ed Albegna, nelle vallecicole minori e nella fascia del loro collegamento con le zone costiere si rileva un complesso acquifero multifalda dotato di elementi di continuità idrogeologica. Trattasi del complesso acquifero multifalda costiero plioleistocenico ed attuale costituito da più livelli sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi intervallati da orizzonti talora discontinui di limi e ed argille con eteropie in prossimità della linea di costa attuale con i depositi eolici di retro spiaggia e gli stessi depositi sabbiosi di spiaggia attuale. In merito alla geometria ed alla struttura dell'acquifero si rilevano spessori medi complessivi nella porzione centrale dell'area pianeggiante di circa 60-80 metri con orizzonti produttivi (ghiaie e sabbie) che variano notevolmente in relazione alle eteropie deposizionali ma che in media hanno spessori significativi medi di circa 15-20 metri. Data la discreta continuità geometrica dell'acquifero si possono distinguere in tutto tre orizzonti produttivi principali (superficiale, intermedio ed inferiore) che nel complesso raggiungono le potenze sopra descritte. Ai margini dei rilievi collinari ed in prossimità di condizionamenti tettonici dell'originaria area deposizionale si rilevano riduzioni locali di tali spessori fino ad un minimo di circa 10-15 metri medi complessivi (orizzonti produttivi ridotti ad un massimo di 3-5 metri).

Nell'acquifero in esame si rilevano numerosissimi pozzi utilizzati in prevalenza per usi irrigui stagionali molto intensi e subordinatamente per servizi o usi industriali. Nelle ricostruzioni stratigrafiche disponibili e negli schemi di tubaggio, soprattutto nei vecchi pozzi, sono rare le corrette separazioni di livelli acquiferi isolati. Sia per fattori naturali (eteropie laterali o contatti verticali) che a causa dei condizionamenti delle opere di presa si assiste quindi alla vera e propria miscelazione dei tre orizzonti acquiferi principali. Si determinano quindi vere e proprie condizioni di un acquifero multifalda di importanza regionale tipico di molte zone costiere toscane. L'alimentazione dell'acquifero proviene direttamente per percolazione dagli affioramenti dello stesso, dai corpi d'acqua che interagiscono con i livelli produttivi (fiumi, laguna e mare) e soprattutto dall'interazione degli orizzonti acquiferi alla base e lateralmente con i versanti calcarei saturi.

Il problema dell'acquifero studiato oltre agli eccessivi prelievi prevalentemente per gli usi irrigui è sicuramente quello della elevata salinità delle acque. Si ha una valutazione molto alterata rispetto alle condizioni naturali della falda ma sicuramente attinenti ad una condizione dinamica che ben rappresenta l'acquifero nelle condizioni attuali.

Per quanto concerne la quantità di risorsa dell'acquifero in questione, rimandando ad uno studio specifico per la definizione attendibile del bilancio idrogeologico, si può prendere in considerazione quanto indicato in via generale da uno studio eseguito nell'anno 2000 nell'area in esame (A. Angelini, P. Barazzuoli, S. Cucini, B. Mocenni, I. Renai, R. Rigati, M. Salleolini - *'Idrogeologia della bassa valle*

dei fiumi Osa e Albegna -Toscana meridionale' Quaderni di Geologia Applicata, Vol.7-3 2000, 5 - 21) dove si determina un volume totale di acqua immagazzinabile nell'acquifero studiato pari a circa 180 milioni di m³.

In relazione ai dati disponibili sui prelievi e tenendo in considerazione il rilievo eseguito in questa fase di studio soprattutto in riferimento alla diffusione dei pozzi con prelievi superiori a 10 l/sec, si riscontra che in gran parte dell'area in studio si hanno prelievi eccessivi che possono determinare una condizione di stress idrico associata ad un progressivo peggioramento della qualità delle acque di falda. Il problema dell'acquifero studiato oltre agli eccessivi prelievi prevalentemente per gli usi irrigui è sicuramente quello della elevata salinità delle acque con una zona di stress idrico progressivo esteso oltre il confine comunale distante alcuni chilometri dalla linea di costa.

3.4.5 Salinità dell'acquifero superficiale principale dell'area pianeggiante e costiera

In alcuni punti di prelievo ritenuti significativi sono state eseguite delle misure di conducibilità elettrica delle acque di falda direttamente in campagna. Sono state inoltre prese come riferimento delle misure di conducibilità elettrica delle acque superficiali eseguite nei corsi d'acqua a varie altezze e livelli ed in vari punti della laguna e del mare (foce Albegna, foce Osa ecc.).

Elaborando tali dati è stato possibile ricostruire l'andamento delle isoconduttive prendendo come limite lo stesso utilizzato per la ricostruzione della morfologia piezometrica. Il rilievo della conducibilità elettrica delle acque come precedentemente accennato è stato eseguito in contemporanea con quello piezometrico sopra descritto.

Questa analisi è risultata utile per definire il grado di salinità delle acque e quindi ricostruire, unitamente alle condizioni della morfologia piezometrica, lo sviluppo del cuneo salino e dell'area ad elevata salinità e caratterizzata da condizioni di stress idrico con livello piezometrico inferiore o prossimo allo 0 s.l.m. Partendo sempre dalla porzione nord dell'area ed in particolare nella zona della bonifica di Talamone si rilevano condizioni generali di elevata conducibilità e quindi elevata salinità totale.

Tale valore decresce dalla linea di costa verso la parte interna della vallecicola salvo un'area di elevata salinità crescente e coincidente con una zona di forte depressione della superficie piezometrica. Scendendo in direzione sud per quanto concerne l'ampia area compresa tra il Fiume Osa ed il Fiume Albegna e comprendente le zone lagunari, marine e dei tomboli si rileva una parziale condizione di minore salinità totale in prossimità della zona di duna attuale con aumento della stessa sia ovviamente in direzione mare che in direzione del Campo Regio.

Per quanto concerne la zona pianeggiante del Campo Regio e tutta quella nei pressi del tracciato attuale del Fiume Albegna l'alta salinità coincide con la zona di forte depressione della superficie piezometrica e si estende fino ad incontrare l'area pedecollinare. Si segnala inoltre una maggiore ingressione significativa nei pressi del corso attuale del Fiume Albegna.

Sono in corso ulteriori studi idrogeologici e idrogeochimici per conoscere meglio gli acquiferi coinvolti e l'evoluzione del fenomeno che prendono spunto dallo *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, che 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 trattenute 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.

3.4.6 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 Calcere 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 Calcere 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 è presente un pozzo ad uso idropotabile con la relativa area di rispetto, che si trova a distanza tale (600 m) da far escludere ogni interferenza diretta dell'opera.

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.

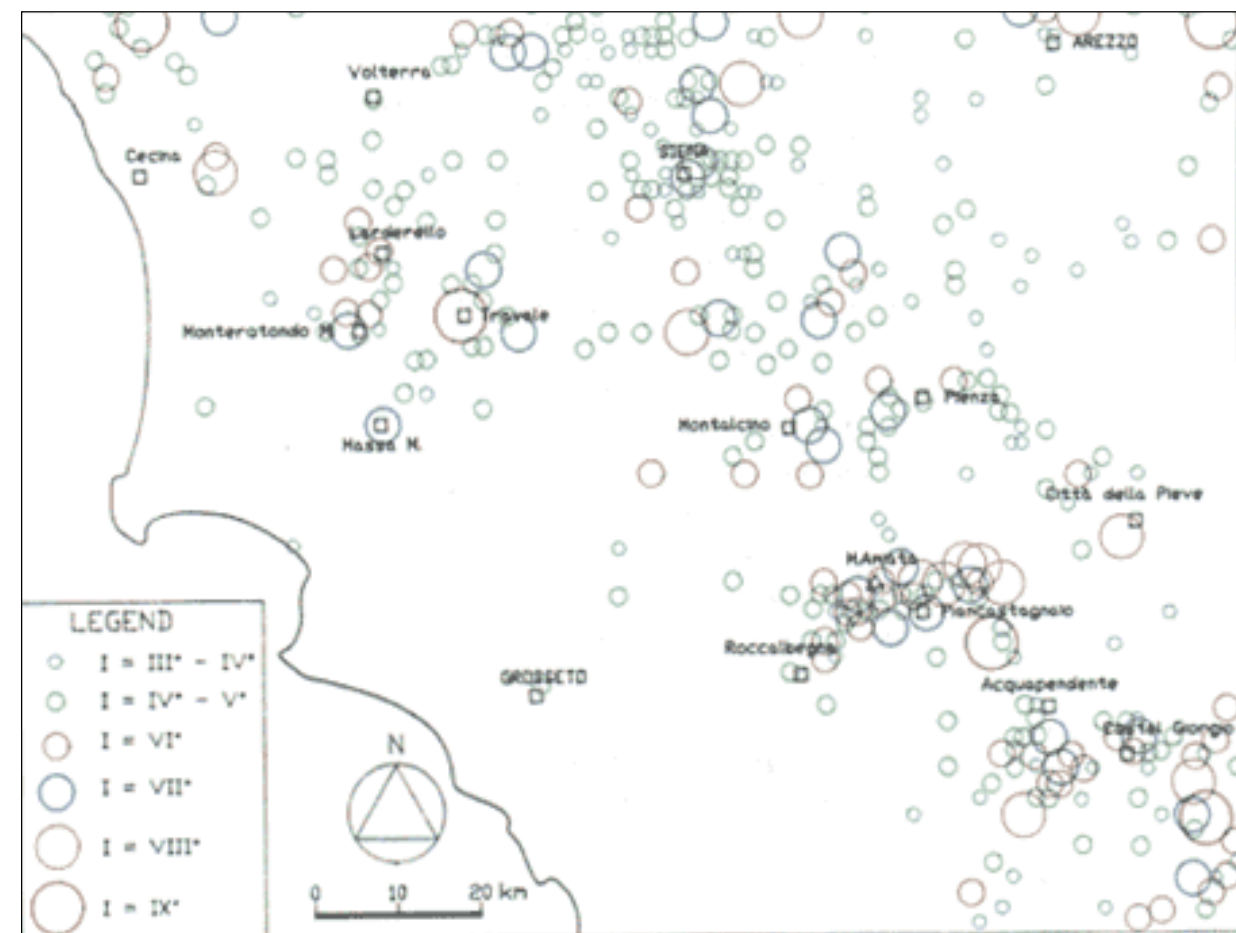


Figura 3.1 – Sismicità storica delle località della Toscana meridionale nel periodo 1900-1990: distribuzione degli epicentri ed intensità degli eventi (scala MCS). Rappresentazione schematica (ENEL, 1995).

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 Catalogo Parametrico CPTI11 di A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Milano, Bologna. (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>).

In particolare, nelle Tabelle 10.3 e 10.4 sono riportati gli effetti risentiti nei Comuni di Orbetello e Capalbio con intensità almeno del III grado MCS.

Tabella 3.3 – Catalogo sismico di sito del Comune di Orbetello 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
4	1909 08 25 00:22	Murlo	7-8	5,37 ± 0,10
3,9	1742 01 27 11:20	Livorno	6	4,90 ± 0,32
3,9	1846 08 14 12:00	Toscana settentrionale	9	5,91 ± 0,13

Tabella 3.4 – Catalogo sismico di sito del Comune di Capalbio interessato dal progetto. Dati modificati a partire da Gruppo di Lavoro CPTI, 2011.

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
4	1919 10 22 06:05	Anzio		5,48 ± 0,15
3	1971 02 06 18:09	Tuscania		4,80 ± 0,14

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 nuova riclassificazione sismica nazionale con le nuove 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 della regione. Di seguito si riportano i comuni interessati dal progetto con i riferimenti sia della vecchia che della nuova classificazione.

Tabella 3.5 - 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)
09053018	Orbetello	4	4	4	4
09053003	Capalbio	4	4	4	4

Come si può osservare dall'analisi della tabella precedente e della figura che segue 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. 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).

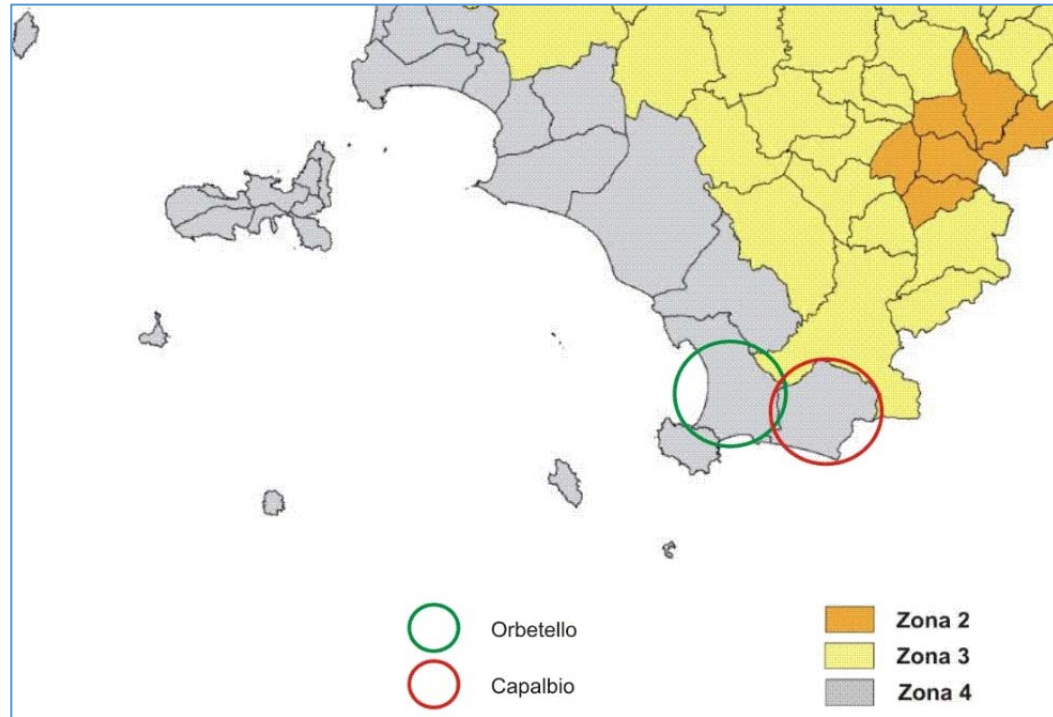


Figura 3.2 – Nuova classificazione sismica dei comuni della Toscana (DGRT maggio 2014)

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 3.6.

Tabella 3.6 - 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

	Classificazione 1984	GDL 1988	OPCM 2003	OPCM 2006	DGRT 2014
3	Terza categoria	S=6	Zona 3	Zona 3s Zona 3	Zona 3
4	Quarta categoria	-----	Zona 4	Zona 4	Zona 4

Tabella 3.7 - 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 (ag)
1	39.0	0,25 ≤ ag < 0,278g
2	A	0,20 ≤ ag < 0,25
	B	0,15 ≤ ag < 0,20
3	A	0,10 ≤ ag < 0,15
	B	(val. min.) 0,062 ≤ ag < 0,10

Ai fini dell'applicazione di queste norme, il territorio nazionale viene suddiviso, quindi, in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro ag (accelerazione orizzontale massima su un suolo di categoria A). I valori di ag, espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g, da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale, sono riportate nella Tabella 3.7. Per i comuni interessati dal progetto il valore della sottozona corrispondente è indicato dalla tabella successiva.

Tabella 3.8 - 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
053018	Orbetello	4		4	0
053003	Capalbio	4		4	0

3.7 Profilo geologico - geomorfologico - idrogeologico in asse al tracciato

Il tracciato del lotto 5B poggia per i primi 200 m sui *depositi di transizione e di retrospiaggia* per poi proseguire sulle *alluvioni fluviali recenti*, della pianura percorsa dal canale Collettore Orientale, fino alla progressiva 1+870. A seguire troviamo un succedersi di formazioni, fino alla progressiva 2+500 il substrato è costituito dai *galestri a palombini*, fino a 2+750 ci sono le *sabbie*, fino a 2+900 troviamo *calcareniti e calcari marnosi* e fino a 3+800 il *calcare cavernoso*. La permeabilità varia con il substrato ed è bassa o medio-bassa fino alla progressiva 3+800, mentre nell'ultimo tratto il calcare cavernoso ha una permeabilità elevata.

Dopo aver poggiato fino alla progressiva 4+350, sulle *alluvioni fluviali recenti*, il tracciato prosegue sui *depositi di transizione e di retrospiaggia* per un buon tratto fino alla progressiva 8+500 e continuare poi sulle *alluvioni fluviali recenti* fino alla progressiva 12+500. La permeabilità è medio bassa nel primo tratto e bassa per il tratto centrale, passando di nuovo a medio bassa nella parte terminale.

Da quest'ultima progressiva la formazione delle *sabbie rosse* costituisce il terreno di base per il tracciato autostradale fino alla progressiva 15+750, poi si prosegue sui *depositi di transizione e di retrospiaggia* fino a 17+350 e su la *panchina marina* fino a 17+750 per continuare sulla formazione delle *dune antiche* fino a 21+050.

Dopo un breve tratto in cui sono presenti per 270 m i *detriti di versante*, il tracciato continua sul *calcare cavernoso* fino alla progressiva 23+060, per finire sui *detriti di versante* per 320 m e sulle *sabbie delle dune antiche* per gli ultimi 200 m. La permeabilità è elevata fino alla progressiva 15+750 per diventare bassa fino a 17+350 e tornare ad elevata fino a 21+320. L'ultimo breve tratto ha invece una permeabilità da bassa a media.

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* 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 IV:* Suoli che presentano limitazioni molto severe, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione; hanno una *profondità utile per le radici* da elevata a molto elevata, *pietrosità superficiale* assente e *fertilità chimica dell'orizzonte superficiale* da parzialmente buona a 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 secondo quanto riportato nella tabella seguente.

Tabella 3.9 – Classi di suolo interferite dall'infrastruttura autostradale con le relative progressive.

tipo	dal km	al km
Classe I	0+000	1+700
Classe III	1+700	3+450
Classe I	3+450	3+700
Classe III	3+700	9+400
Classe I	9+400	9+800
Classe III	9+800	12+000
Classe IV	12+000	13+450
urbanizzato	13+450	14+050
Classe IV	14+050	14+780
urbanizzato	14+780	15+270
Classe IV	15+270	16+650

tipo	dal km	al km
urbanizzato	16+650	17+620
Classe IV	17+620	21+050
Classe VI	21+050	22+100
Classe IV	22+100	22+7509
Classe VI	22+7509	23+050
Classe II	23+050	24+000

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 40% del territorio, la *Classe IV* per il 32%, la *Classe I* per il 10%, la *Classe VI* per il 6%, la *Classe II* per il 4% mentre il restante 9% è rappresentato dal territorio *urbanizzato*.

Con esclusione della Classe VI e dell'urbanizzato, nell'area 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 (ricettori) 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 ricettori 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.

3.9.1 Recettori

Possibili recettori:

- terreni a permeabilità da media a bassa
- terreni a permeabilità alta

- falda idrica
- pozzo
- zone di faglia.

3.9.2 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 3.10 – 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
GALLERIA	0	1	2	3
INTERSEZIONE/ROTATORIA	0	0	2	0
STAZIONI DI SERVIZIO/BARRIERE	0	1	2	3

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-opera, 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 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 previsto 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 riambientalizzazioni. 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 per acque di prima pioggia nelle aree di cantiere 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 per acque di prima pioggia nella 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 può fare 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 anche se sono presenti elementi caratterizzati da un elevato livello di sensibilità come ad esempio la laguna di Orbetello e elementi con un grado medio di sensibilità come ad esempio i conoidi che lambiscono il tracciato di progetto, ma che non interferiscono direttamente con lo stesso.

Il tracciato di progetto interferisce in alcuni punti con delle faglie attive ma le opere progettuali sono tali da contenere gli effetti negativi che potrebbero avere tali elementi sul tracciato stesso.

Le opere progettuali ed in particolare i sistemi di 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 s.m.i.: "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 (s.m.i.). Eventualmente citata come "Direttiva Habitat".
- Direttiva del Consiglio 79/409/CEE del 02/04/1979 concernente la conservazione degli uccelli selvatici (s.m.i.). Eventualmente citata come "Direttiva Uccelli".

Per il lotto 5B tutto il tracciato di progetto, a partire dal confine nord del Comune di Capalbio, attraversa il Comune di Orbetello il cui territorio è delimitato ad ovest dal Mar Tirreno. A livello di area vasta e nell'intorno del tracciato stradale, la matrice territoriale si mostra eterogenea con una zonizzazione ed una conformazione specifica derivante dalla presenza di zone ad alto grado di antropizzazione, come i centri abitati e le zone residenziali di Orbetello Scalo, Albinia, Fonteblanda, ed in presenza di estese aree produttive e commerciali, inserite all'interno di un tessuto agricolo prevalentemente a carattere estensivo. In queste zone anche le attività turistiche costituiscono un fattore con il maggior potenziale di alterazione del paesaggio poiché esiste una pressione importante del flusso turistico esercitato sulla costa nei mesi estivi (campeggi e parcheggi anche all'interno delle pinete) e la tendenza degli insediamenti turistici è quella di diffondersi nelle località balneari della costa. La matrice territoriale

agricola e le zone rurali sono presenti fino a ridosso della costa marina e sono inframmezzate, in alcuni tratti, da territori con caratteristiche di naturalità originaria o indotta dall'uomo (rimboschimenti). La caratteristica territoriale di uso del suolo prevalentemente è quella dello sfruttamento agricolo; tuttavia la presenza di porzioni di territorio con vegetazione spontanea o afferente alle formazioni forestali e boschive è ancora significativa, ancorché concentrata nelle zone collinari dell'entroterra. Importante la presenza di vegetazione igrofila sulle coste, che in prossimità del tracciato Aurelia, all'altezza di Albinia, assume la forma di formazioni erbacee allagabili, con status di conservazione non sufficiente, ma ancora riferibili ad habitat di importanza comunitaria. Gli elementi di interesse naturalistico sono prevalentemente presenti in specifiche aree afferenti alla Rete Natura 2000 e di notevole interesse conservazionistico (vedi § Aree naturali protette e Natura 2000), tuttavia in ambiti di macchia, gariga, bosco e prato umido, sono rintracciabili habitat di importanza comunitaria non già interclusi in Siti 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 cartografia climatica del Geoportale Nazionale descrive, per il corridoio di progetto, una tipologia bioclimatica prevalente, caratterizzata dalla seguente denominazione: "*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.

Solo localmente, nei rilievi retrostanti la Laguna di Orbetello, si sviluppano aree con “*Clima mediterraneo oceanico debolmente di transizione presente nelle pianure alluvionali del medio e alto Tirreno; presenze significative nelle aree interne delle isole maggiori (Mesomediterraneo subumido)*”. Tale tipologia bioclimatica ha una presenza continua sulle coste del medio e alto Tirreno, mentre risulta più frammentato nel basso Tirreno e Sicilia. In quest’area i tipi climatici variano da un termotemperato umido-subumido a un mesomediterraneo umido-subumido.

Sui rilievi, ad in ambiti ormai esterni al corridoio di progetto si sviluppano ambiti relativi al “*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-Semicontinentale.



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*, e la macchia che generalmente deriva dalla foresta mediterranea sempreverde soprattutto in seguito agli interventi antropici, assume la conformazione di macchia bassa quando è formata da suffrutici ed arbusti e, laddove il suolo è più profondo si trasforma in bosco di sclerofille sempreverdi e latifoglie. Nelle zone a clima più arido la macchia stessa è sostituita da ampi spazi aperti di arbusti e piante erbacee con alcune zone alberate. In questi territori la grande influenza delle azioni umane è diventata un fattore di specializzazione e di evoluzione della vegetazione.

4.2 Vegetazione attuale

Nella zona in esame si rinviene una variabilità vegetazionale che è rappresentata da una vegetazione spiccatamente termofila e mediterranea, soprattutto nelle zone pianiziali e collinari. Tutto il tracciato attraversa zone pianeggianti in cui è scarsa la vocazione forestale, poiché queste zone quasi completamente occupate da varie tipologie di insediamenti agricoli e le varie unità ambientali, intese come espressione territoriale di una tipologia di vegetazione potenziale, si possono interpretare come tappe di un processo dinamico che, in assenza di disturbo, potrebbero evolvere verso una determinata tipologia di vegetazione matura, o di un insieme di tipologie funzionalmente legate fra loro, in equilibrio con i fattori fisici e ambientali. La copertura forestale originaria dell'entroterra è stata sostituita dalle coltivazioni agricole estensive e i caratteri di naturalità dei luoghi si possono rinvenire soprattutto a ridosso della zona marina; anche qui però l'influenza antropica è piuttosto evidente, come nel caso delle pinete del Tombolo che, pur rappresentando oggi un ecosistema di grande valore naturalistico, sono comunque paesaggi generati dall'uomo. Le pinete a pini mediterranei - pino domestico e pino d'Aleppo - sono rappresentative della vocazione mediterranea e rappresentano un elemento caratteristico di tutto il territorio toscano. Inserite nel contesto vegetazionale fin da epoche molto remote, 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. Le pinete sono state nel tempo costituite dall'uomo a scopo protettivo, produttivo (per i pinoli), o per finalità turistiche e paesaggistiche. Nelle zone dell'entroterra in cui il clima diventa più temperato si insediano essenze caducifoglie appartenenti alle formazioni del querceto misto termofilo.

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 325÷326) .

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.

Aree sportive e ricreative.

Aree utilizzate per camping, attività sportive, parchi di divertimento, campi da golf, ippodromi, rovine archeologiche e non, ecc.

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 camporili, 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 attraversa il Comune di Orbetello. Il paesaggio si presenta a mosaico con netta dominanza della matrice agricola, con alternanza di aree naturali, seminaturali o sinantropiche. La SS 1 Aurelia attraversa questi territori

correndo più o meno parallelamente alla ferrovia Pisa-Roma, ovvero discostandosi a tratti a formare una più ampia fascia interclusa.

Due tomboli si sono formati naturalmente a delimitare verso mare la Laguna: il Tombolo della Feniglia, completamente coperto da pinete di impianto piuttosto recente (Demanio Forestale, 1910) che conserva quasi integralmente l'impianto dunale, poco consistente ma atto a proteggere la pineta dai venti marini, costituito dalla vegetazione spontanea tipica della macchia mediterranea con ginepro, corbezzolo e qualche leccio, con rare latifoglie e il Tombolo della Giannella che ha subito pesanti trasformazioni dovute all'azione antropica; l'area è un mosaico di agglomerati turistici immersi nel verde, campeggi, stabilimenti balneari, orti, zone coltivate e zone abbandonate.

Da segnalare le pinete di Campo Regio che sono un tombolo antropizzato di dune sabbiose tra le foci dei fiumi Osa ed Albegna; la fascia retrodunale è quasi interamente coperta da pinete di *Pinus pinea* – Pino domestico - impiantate negli anni '30, al cui interno insistono numerosi campeggi, e la retrostante pianura acquitrinosa, residuo di un'ampia palude bonificata parallela o sub-parallela alla linea di costa, è oggi interessata da colture agrarie con una porzione appena rilevata e boscata di querceti misti. La parte terminale della pianura solcata dai fiumi Osa ed Albegna costituisce un territorio molto fertile creato con la bonifica dell'Ente Maremma. Caratteristica di queste zone sono la fitta rete di canali, di viali alberati e di aziende agricole di vaste estensioni. La pianura agricola è caratterizzata dalla presenza di colture intensive, come orti, serre e vivai, poiché il suolo possiede una forte potenzialità produttiva, e ampi tratti a seminativo. All'interno della matrice agricola esiste un sistema insediativo diffuso con piccoli centri residenziali.

La Laguna di Orbetello è costituita da una zona umida fra tomboli in varia misura antropizzati, con due specchi d'acqua salmastra contenuti da sottili tomboli sabbiosi, che pur facendo parte di un'unica area a gestione speciale, si compone di zone molto dissimili tra loro, sia dal punto di vista morfologico sia dal punto di vista antropico. All'interno della stessa è possibile individuare delle unità di paesaggio distinte ma anche la presenza di numerose specie vegetali ed animali. Il perimetro lagunare alterna tratti spogli e degradati a formazioni caratteristiche come la pineta di Patanella o la zona umida delle Saline. Qui sono diffusi gli impianti acquicoli e gli allevamenti ittici. La zona non ha caratteri paesaggistici omogenei, si alternano tratti spogli di vegetazione, tratti coltivati, pinete, acquitrini, ittiocolture ed insediamenti sparsi. Nei tratti prossimi ai centri abitati di Orbetello scalo ed Albinia è piuttosto forte la presenza antropica; a ridosso della laguna si rinvengono tratti di acqua stagnante (lo Stagnone dei Lombardi e lo Stagnino) e vi sono molte aree abbandonate o dismesse. Il territorio urbanizzato è caratterizzato da una forte presenza

di insediamenti residenziali nonché artigianali e industriali (Le Topaie, Campolungo, Salcitella, etc.). Sono presenti anche diverse zone militari.

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 6 popolamenti (identificati con i codici da 5.1 a 5.6) con il rilievo in altrettante aree di saggio (elab. AEMSUA0500, marzo 2016 allegato al progetto).

La riduzione delle zone boscate ha fatto sì che il bosco fosse integrato con l'agricoltura, ad esempio con una crescente importanza del ceduo rispetto all'alto fusto, ed una presenza sempre più cospicua di alberature con grandi varietà di assetti colturali ha contribuito alla costruzione di un'ampia diversità biologica e paesaggistica del territorio rurale ma attraverso un progressivo aumento delle superfici coltivate a valle. Il bosco è trattato prevalentemente a ceduo, con tagli limitati alle zone di migliore potenzialità produttiva. Nel Comune di Orbetello la percentuale delle superfici governate a ceduo composto è pari al 30%, per il ceduo semplice tale valore sale al 51,3%; la superficie totale dei boschi 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%.

La porzione di territorio più meridionale, al confine con il territorio del Comune di Capalbio, che risente degli effetti del clima mite invernale e caldo estivo del Mediterraneo, ospita cenosi di sclerofille quali *Pistacia lentiscus* L., *Phyllirea latifolia* L., *Quercus ilex* L. mentre a quote altimetriche maggiori, nelle zone interne 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. I boschi autoctoni di latifoglie sono costituiti perlopiù da *Q. pubescens* Willd a cui si associano *Carpinus orientalis* Miller, *Acer campestre* L. 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. 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 salici, pioppi e frassini. 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.

Sugherete

Questo soprassuolo è stato studiato, dal punto di vista vegetazionale, nell'ambito dei rilievi fitosociologici (elab. AEMSUA0500, marzo 2016 allegato al progetto) condotti su un popolamento presente sui rilievi tra le Loc. La Parino e Quattro Strade. In quest'area la presenza consistente della sughera permette l'attribuzione di questi consorzi alla *subass suberetosum*. Nella carta della fisionomia della vegetazione le formazioni a sughera rientrano nei boschi diradati costituiti da specie autoctone di latifoglie. Le sugherete corrispondono all'habitat europeo 9330 Foreste di *Quercus suber*, caratterizzato da un'alta qualità e da una scarsa vulnerabilità, dovuta essenzialmente al pascolo eccessivo e ad una gestione forestale che, se assente o mal condotta, potrebbe portare all'invasione di specie della lecceta con perdita delle specie eliofile, tipiche dei vari stadi nei quali è presente la sughera. Le formazioni studiate nell'area sono assimilabili alle sugherete mista sopra ceduo di leccio e altre sempreverdi, definita come ceduo misto di leccio e sughera con specie sclerofilliche, fra cui corbezzolo (*Arbutus unedo*).

Pineta dunale termo mediterranea di pino domestico

Si tratta di ecosistemi di origine artificiale, presenti da molti anni lungo i vari tratti di costa; costituiscono a tutti gli effetti degli ambienti di natura forestale ma in realtà hanno sostituito la vegetazione originaria nelle parti retrodunali della costa. Le pinete di pino domestico sono ospitate su suoli tendenzialmente sciolti e ben drenati, che si sono sviluppati nel corso del tempo sui depositi litoranei sabbiosi; le pinete litoranee, che si concentrano lungo le spiagge e nelle pianure costiere adiacenti, costituiscono e condizionano oggi il paesaggio poiché associate alle attrattive turistiche di balneazione. Ma la diffusione del pino domestico ha seguito il ritmo delle bonifiche idrauliche delle pianure costiere e lungo le dune litoranee perché potesse costituire una fascia di protezione delle colture. Nei primi anni del '900 la superficie delle pinete, con ulteriori impianti sulle dune (come nella Duna Feniglia, oltre 400 ettari di territorio in cui la quasi totalità è attualmente occupata da questa formazione forestale) o con l'ampliamento di quelle già esistenti, è aumentata a spese di quei boschi planiziali di latifoglie che si potevano ancora trovare nei terreni adiacenti, per salvaguardare le zone agricole contro il vento e contro il movimento delle sabbie; occupano territori e superfici anche discontinue e sono spesso disposte a fascia sottile lungo il mare. Il pino domestico risulta qui ospitato nell'associazione *Viburno tini-Quercetum ilicis*. Il sottobosco è costituito da cespugli sparsi, o solo localmente addensati, di leccio, sporadica sughera, fillirea, lentisco ed alaterno, con corbezzolo ed erica arborea nelle radure. Le pinete dal punto di vista fitoclimatico si trovano nel dominio delle leccete tipiche del mediterraneo, arricchita degli arbusti da macchia, o, nelle zone più a nord, in quello della lecceta di transizione ai boschi di caducifoglie. Nelle depressioni interdunali, dove all'aumento del contenuto di limo ed argilla si associa una riduzione del drenaggio interno, fanno la loro comparsa specie legate ad una maggiore umidità del suolo, come i frassini ed il pioppo. 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 situati in prevalenza nei pressi di centri abitati.

Formazioni a macchia mediterranea

Le formazioni a macchia di sclerofille sempreverdi sono costituite da formazioni fortemente eterogenee, le quali, sulla base del corredo floristico rilevato con le indagini vegetazionali (doc. AEMSUA0500, marzo 2016), sono risultate riferibili a due classi differenti: Rhamo prunetalia e Querceta ilicis. 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.

Gariga

Sulla base del corredo floristico rilevato con le indagini vegetazionali (elab. AEMSUA0500, marzo 2016 allegato al progetto), sono individuati stati di degradazione del bosco originario attualmente riferibili alla classe Rosmarineta officinalis e specificatamente all'alleanza Rosmarinion officinalis, che descrive le comunità di gariga, che si sviluppano nei piani bioclimatici termo e mesomediterraneo indicati nella Direttiva habitat come 5330: Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici. Le comunità del Rosmarinion officinalis rappresentano stadi di degradazione negli ambiti di potenzialità dei boschi riferibili alla classe Querceta ilicis in questo caso favorite dall'esposizione a sud, dal substrato calcareo e dal probabile passaggio di incendi. Si tratta di una vegetazione di gariga termo-xerofitica e per lo più camefitica e nanofanerofitica con habitus pulviniforme di sustrati carbonatici, conglomeratici e arenacei. In particolare il corredo floristico e l'abbondanza di *Erica multiflora* identifica l'Erico multiflorae-Rosmarinetum officinalis. Oltre a questo arbusto sono caratteristiche: *Rosmarinus officinalis*, *Fumana thymifolia*, *Cistus monspeliensis*, *Ruta graveolans*.

Ginepreto dunale a Juniperus macrocarpa e J. phoenicea

Sono inseriti nella classificazione della macchia e dei cespuglieti mediterranei, rappresentano macchie primarie che non hanno subito eccessiva influenza antropica, ma che presentano difficili condizioni per lo sviluppo della vegetazione arborea dovuta alle difficili condizioni naturali di stazione. Occupano la cresta cordonata di dune immediatamente esposte al mare e si collocano tra la vegetazione rada di alofite e psammofite, vicina alla battigia, in cui la vegetazione retrostante è costituita da pinete o leccete (Duna Feniglia).

Bosco planiziale di latifoglie

Sulla base delle indagini vegetazionali di cui all'elab. AEMSUA0500, marzo 2016 allegato al progetto, è stata verificata la presenza dell'alleanza Carici remotae-Fraxinion oxycarpae. Questa formazione è rappresentata nell'area da piccole formazioni residuali dell'antico bosco planiziaro oggi pressoché scomparso, che si sviluppava laddove la falda freatica è più superficiale. Le formazioni residuali sono di limitata estensione e sono rintracciabili sui margini di infrastrutture o altri ambiti che casualmente ne hanno impedito la completa rimozione. Si tratta di piccoli boschetti mesomediterranei o submediterranei termofili ripariali a dominanza di *Fraxinus oxycarpa* che vengono riferiti all'alleanza Populion albae Br.-Bl. ex Tchou 1948 (Ordine Populetalia albae Br.-Bl. ex Tchou 1948, classe Salici purpureae-Populetea nigrae Riv.-Mart. 2001). Corrisponde all'habitat europeo Frassineti termofili a *Fraxinus angustifolia* (codice 91B0), di cui sono caratteristiche molte delle specie erbacee presenti nel rilevamento quali: *Ulmus minor*, *Laurus nobilis*, *Alnus glutinosa*, *Crataegus monogyna*, , *Rubus spp.*, *C. remota*, *Iris foetidissima*, *Ranunculus ficaria*.

Pascoli inondati mediterranei

Sulla base delle indagini vegetazionali di cui all'elab. AEMSUA0500, marzo 2016 allegato al progetto, è stata verificata la presenza dell'associazione Juncetum acuti Molinier et Tallon 1970 (Juncetalia maritimi Br.-Bl. ex Horvatić 1934), per l'abbondante presenza di *Juncus acutus*. Nel periodo in cui è stato effettuato il rilievo alcune specie non erano riconoscibili, ma l'attribuzione al sintaxa è affidabile per la presenza abbondante della specie che dà il nome all'associazione e di altre specie caratteristiche, come *Limonium nerbonense* e *Agropyron pungens*. Tale associazione corrisponde all'habitat 1410: Pascoli inondati mediterranei, definiti come comunità mediterranee di piante alofile e subalofile ascrivibili all'ordine Juncetalia maritimi, che riuniscono formazioni costiere e subcostiere con aspetto di prateria generalmente dominata da giunchi o altre specie igrofile. Tali comunità si sviluppano in zone umide retrodunali, su substrati con percentuali di sabbia medio-alte, inondate da acque salmastre per periodi medio-lunghi. L'habitat in Italia è presente in varie stazioni, ma il livello di conservazione non è generalmente sufficiente, trattandosi di comunità che per bonifiche, trasformazioni

d'uso del suolo, inquinamento, urbanizzazione, in passato sono state ridotte ed risultano molto frammentate.

4.2.4 La naturalità dei soprassuoli

In tutto il tratto monitorato il grado di naturalità dell'area vasta risulta parzialmente alterato rispetto alla sua natura originaria per via delle trasformazioni dell'uso del suolo intervenute sul territorio. Oltre al tracciato stradale dell'Aurelia 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. Gli ecosistemi agricoli planiziali di origine recente (conseguenti alle opere di bonifica) hanno preso il posto degli elementi naturali della vegetazione e sono costituiti da seminativi, frutteti ed oliveti, ed altre forme di sfruttamento agricolo. Sono posti nei pressi delle lagune o nell'ambito di pertinenza di grossi canali e fiumi. Questo ha consentito a questi territori di specializzarsi in metodi di coltivazione intensiva in virtù della grande presenza di acqua. Si tratta di un territorio dove forte e diffusa è l'impronta paesaggistica culturale dell'agricoltura. Dall'esame del mosaico degli usi del suolo, sono rilevabili a livello macroscopico le trasformazioni del territorio dovute alle vaste porzioni di pianura bonificate e caratterizzate da corsi d'acqua in alveo artificiale, dall'assenza di alberature, da un reticolo piuttosto geometrico di strade, canali e confini, con maglia ortogonale distinta per dimensioni. Anche gli insediamenti nel territorio rurale sono radi e di ridotta entità.

Nell'area vasta dei territori interessati dalla presenza della infrastruttura, si rinvengono soprassuoli boscati ma sono ben più numerose e occupano gran parte di essi le aree soggette ad attività e sfruttamento agricolo di particolare rilievo e il territorio. Le trasformazioni del paesaggio e dunque degli habitat naturali sono soprattutto di carattere urbanistico ed antropico e lo stato attuale del territorio, nell'intorno strettamente addossato alla SS1 Aurelia, è quello di un contesto paesaggistico di natura prettamente agricola. Le principali tipologie colturali, in ambiente di fondovalle, sono gli appezzamenti di medie e grandi dimensioni in cui le coltivazioni principali si riferiscono soprattutto alla tipologia dei seminativi e sistemi colturali e particellari complessi. Sono inoltre rappresentate dalle consociazioni tra vite e/o olivo con erbaio e/o cerealicoltura e/o orticoltura. Qui le caratteristiche morfologiche e la fertilità del terreno consentono buoni risultati produttivi. 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 parzialmente alterati 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, che hanno postato all'individuazione di importanti aree di tutela.

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.) e la presenza di un Sito contaminato di Interesse Nazionale (S.I.N. di Orbetello Scalo – vedere § Ecosistemi).

La fauna molto ricca e diversificata, caratterizzata da importanti elementi di pregio, vede in un intenso flusso migratorio di specie ornitiche una componente di importanza basilare. Tale flusso migratorio interessa soprattutto le zone umide della Laguna di Orbetello, ovvero contesti ambientali non direttamente interessati dal progetto, che si sviluppa piuttosto in ambiti di margine già caratterizzati dal corridoio viario dell'Aurelia.

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 dilavamento dei prodotti di concimazione chimica utilizzati nelle agricole delle aree in piano presenti nel corridoio attraversato. Da notare che il popolamento delle acque dolci è 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.

Nell'area della Laguna di Orbetello sono presenti cefali, orate, spigole, anguille, saraghi ed aguglie, ovvero specie marine ad ecologia spiccatamente eurialina, ovvero in grado di adattarsi alle diverse condizioni di salinità della Laguna stessa. In corrispondenza delle connessioni con le acque marine avvengono importanti spostamenti delle specie citate, che utilizzano le acque lagunari in maniera diversificata durante l'anno. La pesca in Laguna è di tipo professionale, ma viene anche autorizzata la pesca sportiva, che è ammessa per i soli detentori del permesso e secondo lo specifico regolamento

(www.orbetellopesca.it) nelle zone denominate “Spiaggetta” e “Lungo Lago delle Crociere”. Si osserva che in contesto lagunare è collocato un Sito contaminato di Importanza Nazionale (SIN di Orbetello Scalo), nel quale sono stati segnalati moderati fenomeni di concentrazione di mercurio ed altri contaminanti.

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 3 unità di censimento, che comprendono l’area Sud dei Monti dell’Uccellina e i comprensori vallivi di Orbetello, sono state censite da 3 a 7 specie di anfibi per unità di campionamento, ovvero un livello di diversità intermedio. L’Atlante segnala la presenza di *Triturus carnifex* e *Triturus vulgaris*, *Rana dalmatina* e *Hyla intermedia*. *Rana italica*, taxon ad elevata sensibilità ambientale, potrebbe essersi estinta. Da notare che l’Atlante non riporta segnalazioni, nei riquadri di censimento indicati, del discoglossa sardo.

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 e Segnalazione dopo 1985	Acque ferme (pozze, fontanili, etc.)
Rospo comune	<i>Bufo bufo</i>	Segnalazione dopo 1985	Acque ferme o lente (pozze, fossi, etc.)
Rospo smeraldino	<i>Bufo viridis</i>	Bibliografico e 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 siskieletti</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 3 unità di censimento, che comprendono l’area Sud dei Monti dell’Uccellina e le zone vallive di Orbetello, sono state censite da 11 a 18 specie per unità di censimento, ovvero un livello di ricchezza da alto a 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”.

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 e Segnalazione dopo 1985	Manufatti
Geco o tarantola	<i>Tarentola mauritanica</i>	Segnalazione dopo 1985	Manufatti
Orbettino	<i>Anguis fragilis</i>	Segnalazione dopo 1985	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
Lucertola muraiola	<i>Podarcis muralis</i>	Segnalazione dopo 1985	Aree molto antropizzate
Luscengola	<i>Chalcides chalcides</i>	Bibliografico e 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	Vario
Natrice dal collare	<i>Natrix natrix</i>	Segnalazione dopo 1985	Corsi e corpi d’acqua e adiacenze
Natrice tessellata	<i>Natrix tessellata</i>	Bibliografico e Segnalazione dopo 1985	Corsi e corpi d’acqua e adiacenze
Biacco	<i>Hierophis viridiflavus</i>	Bibliografico e Segnalazione dopo 1985	Formazioni erbacee
Saettone	<i>Zamenis longissima</i>	Bibliografico	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 (parte Nord del corridoio in esame) e delle zone umide di Orbetello. 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. La fascia di territorio ove sono previste le attività di progetto di cui al tracciato di progetto in esame, non presentano una idoneità particolare per la sosta delle specie migratrici. Ciò in ragione della prevista collocazione del progetto prevalentemente posto in posizione sovrapposta all’attuale tracciato della SS1 Aurelia oppure strettamente ridossata all’attuale tracciato ferroviario. Si osserva quindi che il tracciato si sviluppa per lo più in un contesto ambientale trasformato da utilizzazioni agricole intensive nell’ambito vallivo costiero attraversato, che ha determinato nel tempo una sostituzione estesa degli antichi soprassuoli naturali con aree agricole intensive di minore qualità per la fauna ornitica. Tuttavia sui rilievi circostanti e nelle aree della Laguna di Orbetello, si estendono ambienti più integri, che costituiscono un ambiti “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 scopaiaola (*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 che le uccisioni, e la conseguente destrutturazione dei branchi, sbilancerebbe la dieta del predatore dagli ungulati selvatici al bestiame domestico.

E' 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 nell'Italia del Sud, 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 (disturbo indotto dalla cacciate in braccata, 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), 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 Moxidae
 Ghiro (*Glis glis*) *
 Moscardino (*Muscardinus avellanarius*) D *
 Quercino (*Elyomis 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** (da pochi anni nell'area)
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.

CHIROPTERA : TAXA DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO (TAXA potenziali a livello di aree vasta - elenco indicativo parziale)			
CHIROPTERA		Specie	Habitat
	RHINOLOPHIDAE		
		<i>Rhinolophus euryale</i>	All. II
		<i>Rhinolophus ferrumequinum ferrumequinum</i>	All. II
		<i>Rhinolophus hipposideros minimus</i>	All. II
	VESPERTILIONIDAE		
		<i>Myotis capaccinii</i>	All. II
		<i>Myotis myotis myotis</i>	All. II
		<i>Myotis blythii oxygnathus</i>	All. II
		<i>Epseticus serotinus serotinus</i>	Allegato IV
		<i>Plecotus austriacus</i>	Allegato IV
		<i>Plecotus auritus</i>	Allegato IV
		<i>Hypsugo savii savii</i>	Allegato IV
		<i>Miniopterus schreibersi schreibersi</i>	All. II
	MOLOSSIDAE		
		<i>Tadarida teniotis teniotis</i>	Allegato IV

4.4 Recettori 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 della Fisionomia della Vegetazione - 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 arborea ed arbustiva talora ben strutturata e diversificata. Costituiscono gli ambiti "sorgente" di gran parte della 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). A queste formazioni si aggiungono le formazioni corrispondenti ai pascoli inondati mediterranei.

4.4.1 Le vulnerabilità

Le sopracitate 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 dal nuovo progetto in esame i popolamenti vegetali descritti con le indagini di cui all'elab. AEMSUA0500 (marzo 2016) allegato al progetto, in particolare per quanto attiene ai seguenti habitat: habitat 91B0 costituito da porzioni residuali di boschi mesomediterranei o submediterranei termofili ripariali a dominanza di *Fraxinus oxycarpa* (*Fraxinus angustifolia*) e dai pascoli inondati mediterranei, definiti come comunità mediterranee di piante alofile e subalofile ascrivibili all'ordine Juncetalia marittimi, che riuniscono formazioni costiere e subcostiere con aspetto di prateria generalmente dominata da giunchi o altre specie igrofile (habitat 1410).

Di seguito vengono descritti e localizzati i recettori di maggior pregio interessati dalle opere di progetto. Lo studio dei recettori nel corridoio di progetto 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.

Si riportano di seguito le tipologie di recettore sensibile direttamente interessate dal progetto:

1. alberature artificiali e/o di pregio di carattere stradale lungo l'attuale SS1 Aurelia;
2. sponde con vegetazione igrofila del reticolo idrografico secondario interessato dalla tratta;
3. vegetazione spontanea e da impianto interferita dalle porzioni di tracciato non corrispondenti alla SS1 Aurelia e non posti una affiancamento alla ferrovia.



In un successivo paragrafo sono considerati i popolamenti vegetazionali descritti con le indagini di cui all'elab. AEMSUA0500 allegato al progetto:

4. popolamenti vegetali studiati con le indagini vegetazionali.

4.4.1.1 Alberature artificiali e/o di pregio lungo la Via Aurelia

Il tracciato autostradale utilizza parzialmente l'attuale itinerario della SS1 Aurelia, tuttavia le interferenze con la vegetazione arborea su strada è relativamente contenuta. Le formazioni alberate presenti sono di diversa natura ed origine, principalmente costituite da:

- A. esemplari di Pino domestico, *Pinus pinea*, di misure diametriche superiori a 50 cm ca., frammiste ad altre specie da impianto o spontanee;
- B. fasce arbustive e/o arboree miste, con partecipazione di elementi della macchia mediterranea e diverse specie da impianto.

<p>Pino domestico, <i>Pinus pinea</i>.</p>	
<p>Gruppo di 3 <i>Pinus pinea</i> posti ad ombreggiamento di aree di sosta, che si attesta sulla SS Aurelia al km 2+000 ca.</p>	
<p>Gruppi di <i>Pinus pinea</i> frammisti ad altre specie da impianto e/o spontanee, in corrispondenza della fascia di terreno ricompresi tra le due carreggiate dell'attuale SS1 Aurelia in Loc. Orbetello Scalo, tra le progressive 17+000 e 18+000 ca. Le piante di Pino domestico interessate sono ca. 20. Tra gli altri taxa vi sono <i>Olea europaea</i>, <i>Cedrus atlantica</i>, <i>Arundo donax</i>, <i>Ailanthus altissima</i>, <i>Ulmus minor</i> e <i>Ficus carica</i>.</p>	
<p>Gli esemplari di <i>Pinus pinea</i> collocati sul margine stradale e probabilmente interessati da interventi di rimozione sono tra 25 e 30.</p>	

<p>Fasce alberate o arbustive con elementi delle macchia mediterranea</p> <p>Si rintracciano tre tipologie:</p> <p>margini in rilevato dell'attuale SS1 Aurelia, spontanee con specie della macchia mediterranea, con la partecipazione di <i>Ulmus minor</i>, formazioni da impianto di <i>Robinia pseudoacacia</i> e <i>Platanus sp.</i>;</p> <p>margini in rilevato del tracciato ferroviario al quale si pone in affiancamento il tracciato autostradale per una parte dell'itinerario;</p> <p>margini in scavo su scarpata dell'attuale SS1 Aurelia presso rilievi a copertura di bosco-macchia mediterranea.</p>	
<p>I margini in rilevato dell'attuale SS1 interessati dalle opere di adeguamento sono rintracciabili tra le progressive 1+500 e 2+000 (caratterizzate anche dalla presenza di <i>Platanus sp.</i> e <i>Cercis siliquastrum</i> da impianto).</p>	
<p>I margini ferroviari affiancati dal nuovo tracciato sono per la maggior parte privi di vegetazione di margine. Tuttavia nel tratto tra le progressive 13+000 e 14+500 ca., si è sviluppata una vegetazione di margine anche caratterizzata dalla presenza di esemplari di sclerofille mediterranee.</p>	
<p>Tratti in scarpata con formazioni di macchia mediterranea a carattere secondario, ovvero sviluppatesi su suoli trasformati per la costruzione dell'Aurelia, sono presenti tra le progressive 2+000 e 2+300 ca.</p> <p>Più importanti le formazioni presenti tra le progressive 21+300 e 21+900, sviluppatesi in parte sulle scarpate di scavo eseguite per la realizzazione dell'attuale tracciato Aurelia, in parte nelle fasce oltre il ciglio superiore, nelle quali si estende una macchia/bosco di sclerofille mediterranee con esemplari di <i>Pinus alepensis</i>.</p> <p>Le formazioni interessano tratti separati e di diverse dimensioni, per circa due chilometri di tracciato complessivamente interessato.</p>	

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 gli attraversamenti dei corsi d'acqua: Collettore Orientale, Fiume Osa e Fiume Albenga.

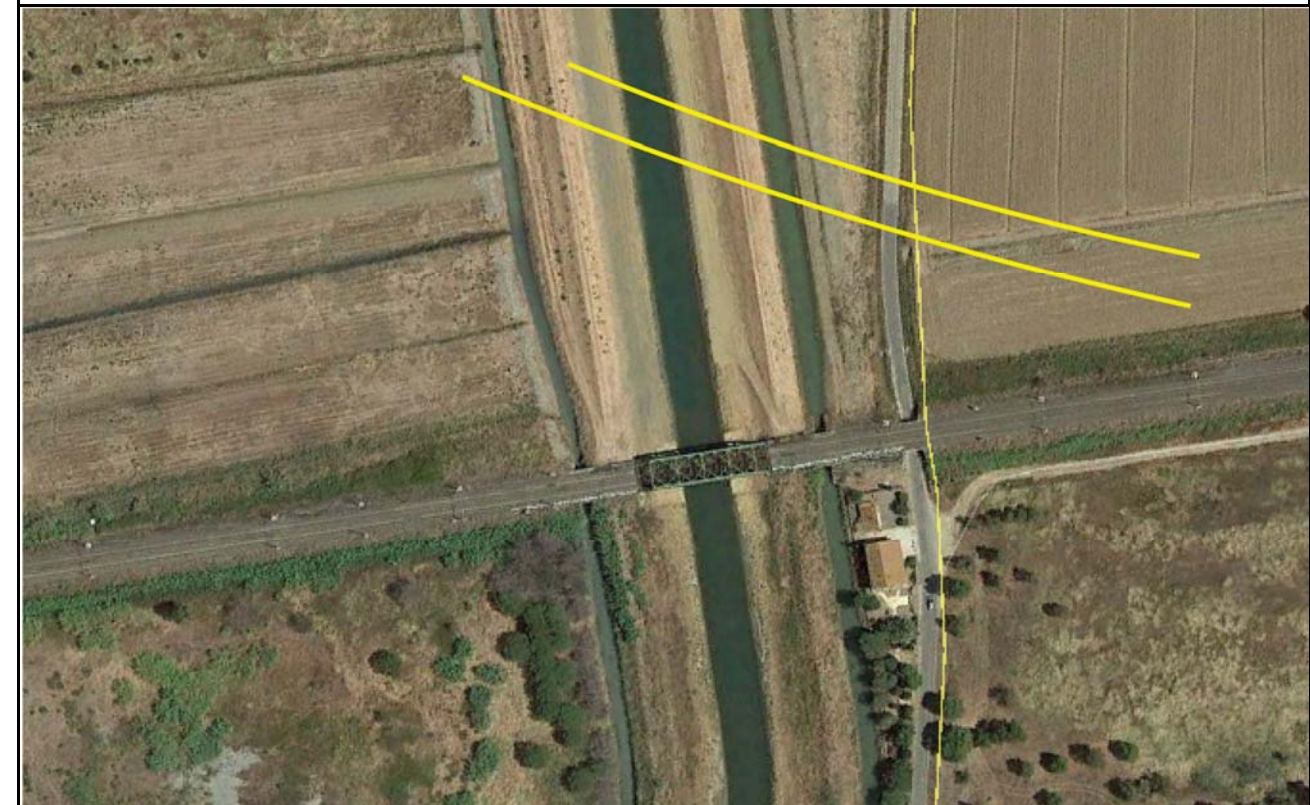
Collettore Orientale (attraversato alla progressiva 1+080 ca), attraversato in corrispondenza dell'attuale ponte della SS1 Aurelia.





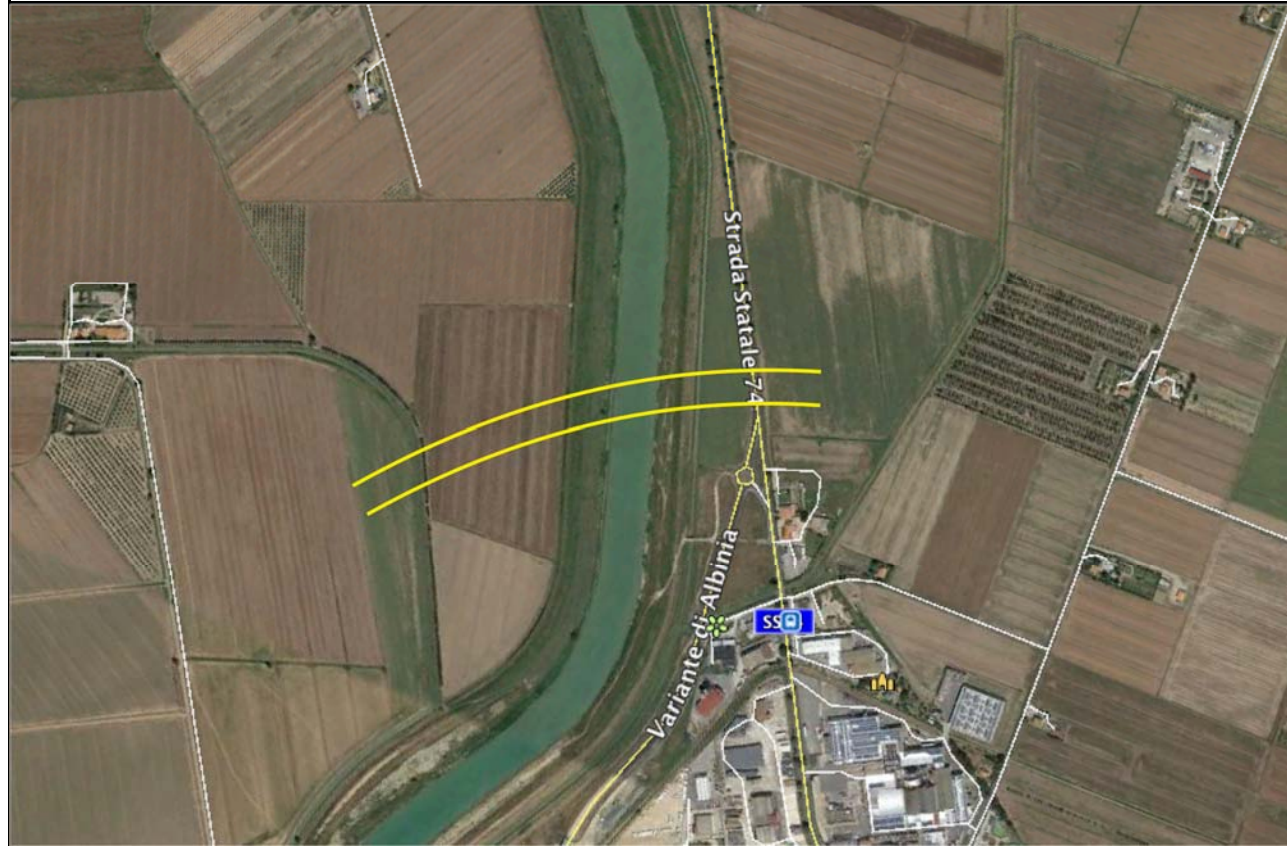
Si tratta di un canale artificiale, realizzato per la bonifica di Talamone, presenta quindi percorso e sezione non naturali, la vegetazione è molto ridotta e controllata con sfalci periodici. Tra le progressive 0+100 e 0+900 viene realizzata una modifica del tracciato.

Fiume Osa (progressiva 4+200 ca.), attraversato in prossimità del tracciato ferroviario



E' un corso d'acqua di origine naturale, ma la regimazione della sezione e la rettificazione danno al Fiume Osa una connotazione analoga a quella di un canale artificiale. La vegetazione arborea-arbustiva spondale, per motivi idraulici, viene completamente e periodicamente rimossa tramite l'esecuzione di sfalci meccanici. Il nuovo ponte autostradale si pone in prossimità dell'attuale ponte ferroviario in ferro, non determinando effetti di sottrazione di vegetazione spondale particolarmente apprezzabili, mentre la continuità degli spostamenti della fauna lungo le fasce arginali viene conservata.

Fiume Albegna (progressiva 10+000 ca.), viene attraversato con un nuovo ponte posto a monte di Albinia, al fine di bypassare l'abitato.



E' un corso d'acqua di origine naturale, ma la regimazione della sezione e la rettificazione danno al Fiume Osa una connotazione analoga a quella di un canale artificiale. La vegetazione arborea-arbustiva spondale, per motivi idraulici, viene quasi completamente e periodicamente rimossa tramite l'esecuzione di sfalci meccanici. Il nuovo ponte autostradale si pone a monte dell'area industriale di Albinia, non determinando effetti di sottrazione di vegetazione spondale particolarmente apprezzabili, mentre la continuità degli spostamenti della fauna lungo le fasce arginali viene conservata.

Vegetazione a macchia mediterranea tra le progressive 2+900 e 3+800 ca.



Macchia e gariga mediterranea, con un interrimento marginale di un oliveto. Verso la Vicinale dei Bagnacci anche specie alloctone da impianto (Eucalipti e Pino d'Aleppo).

4.4.1.3 Vegetazione spontanea e da impianto interferita dalle porzioni di tracciato non corrispondenti alla SS1 Aurelia e non posti una affiancamento alla ferrovia

La vegetazione spontanea e da impianto interferita dalle porzioni di tracciato non corrispondenti alla SS1 Aurelia e non posti una affiancamento alla ferrovia include colture legnose mediterranee, con particolare riferimento ad alcune interferenze marginali con appezzamenti ad olivo.

Si segnalano inoltre due ambiti di interferenza con la vegetazione non agricola, costituita in un caso da macchia/bosco di sclerofille mediterranee e in un altro da una area di campagna bonificata con i filari di Eucalipto australiano divenuto ormai una connotazione tipica di queste aree della Maremma.

Campagna della bonifica con filari di eucalipto, tra le progressive 16+100 e 16+800 ca.



Si tratta della campagna pica delle zone di bonifica del comprensorio. L'area ha quindi una origine completamente artificiale, mentre eucalipti messi a dimora come frangivento, sono una specie australiana.

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 6, identificati con i codici da 5.1 al 5.6. 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 nullo o sostanzialmente migliorativo, grazie ad allontanamento del tracciato dalla costa. Solo con il popolamento 5.6, costituito da macchia mediterranea alta, si ha una collocazione di margine rispetto al poligono cartografico corrispondente al popolamento vegetale descritto, tuttavia non sono previsti significativi effetti a carico del popolamento stesso.

4.4.1.4 Popolamenti studiati con le indagini vegetazionali

Sono state condotte indagini vegetazionali sui popolamenti più significativi presenti nel corridoio di

Popolamento 5.1.

Il popolamento 5.1 è stato assimilato ad una formazione di gariga, ovvero a *Spartio juncei-Cytisetum sessilifolii* Biondi in Biondi, Allegrezza & Guitian 1988 per l'abbondante copertura di *Spartium iunceum*, anche se le specie differenziali sono poche e l'attribuzione è da considerarsi ipotetica. Questa associazione rientra nell'alleanza del *Cytision sessilifolii* che riunisce mantelli ed arbusteti del piano mesotemperato su suoli di origine calcarea o calcareo-marnosa posta a contatto con formazioni forestali termofile del quercetalia pubescentis.

Il *Cytision sessilifolii* rappresenta una comunità arbustiva caratterizzata in genere da una elevata copertura con alcune caratteristiche del *Festuco-Brometea* riferibili all'habitat 6210 "Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (*Festuco-Brometalia*). Nel presente caso la presenza dell'*Ampelodesma* è dominante a causa di una degradazione della vegetazione determinata da pascolo e incendio.



Il soprassuolo descritto era marginalmente interessato dalla precedente progettazione, mentre le interferenze sono annullate con l'attuale progettazione, che prevede un passaggio spostato verso l'entroterra.

Popolamento 5.2.

Lembo di bosco planiziale in stazione con falda freatica superficiale: boschi mesomediterranei o submediterranei termofili ripariali a dominanza di *Fraxinus oxycarpa*. Corrisponde all'habitat europeo 91B0, Frassineti termofili a *Fraxinus angustifolia*, di cui sono caratteristiche molte delle specie erbacee presenti nel rilevamento quali: *Ulmus minor*, *Laurus nobilis*, *Alnus glutinosa*, *Crataegus monogyna*, *Rubus* spp., *C. remota*, *Iris foetidissima*, *Ranunculus ficaria*.



La fascia di vegetazione è visibile dall'attuale Aurelia, dalla quale sono tuttavia osservabili soprattutto esemplari di *Pinus pinea*.



Si evidenzia l'attuale tracciato, in questa tratta in variante, determina una collocazione affiancata alla ferrovia Roma-Pisa, piuttosto che l'adeguamento dell'Aurelia attuale (progettazione precedente). Di conseguenza vengono eliminati i rischi connessi con una interferenza con il popolamento descritto con il rilievo 5.2 (habitat 91B0).

Popolamento 5.3

Il popolamento 5.3 è attribuibile all'associazione *Juncetum acuti* Molinier et Tallon 1970 (*Juncetalia maritimi* Br.-Bl. ex Horvatić 1934), per l'abbondante presenza di *Juncus acutus*. L'attribuzione al sintaxa è affidabile per la presenza abbondante della specie che dà il nome all'associazione e di altre specie caratteristiche, come *Limonium nerbonense* e *Agropyron pungens*. Corrisponde all'habitat 1410: Pascoli inondatai mediterranei, definiti come comunità mediterranee di piante alofile e subalofile ascrivibili all'ordine *Juncetalia maritimi*, che riuniscono formazioni costiere e subcostiere con aspetto di prateria generalmente dominata da giunchi o altre specie igrofile. Tali comunità si sviluppano in zone umide retrodunali, su substrati con percentuali di sabbia medio-alte, inondate da acque salmastre per periodi medio- lunghi. L'habitat in Italia è presente in varie stazioni, ma il livello di conservazione non è generalmente sufficiente, trattandosi di comunità che per bonifiche, trasformazioni d'uso del suolo, inquinamento, urbanizzazione, in passato sono state ridotte ed risultano molto frammentate.

L'associazione riferibile all'habitat di pascolo inondata, ancorché già collocato in un ambito di svicolo esistente, costituisce un aspetto vulnerabile della vegetazione locale: il progetto in variante in esame è spostato verso l'entroterra (indicativamente rappresentato dal segno giallo) e non prevede l'interessamento delle aree di rilevamento dell'habitat o ambiti contigui ed omogenei.



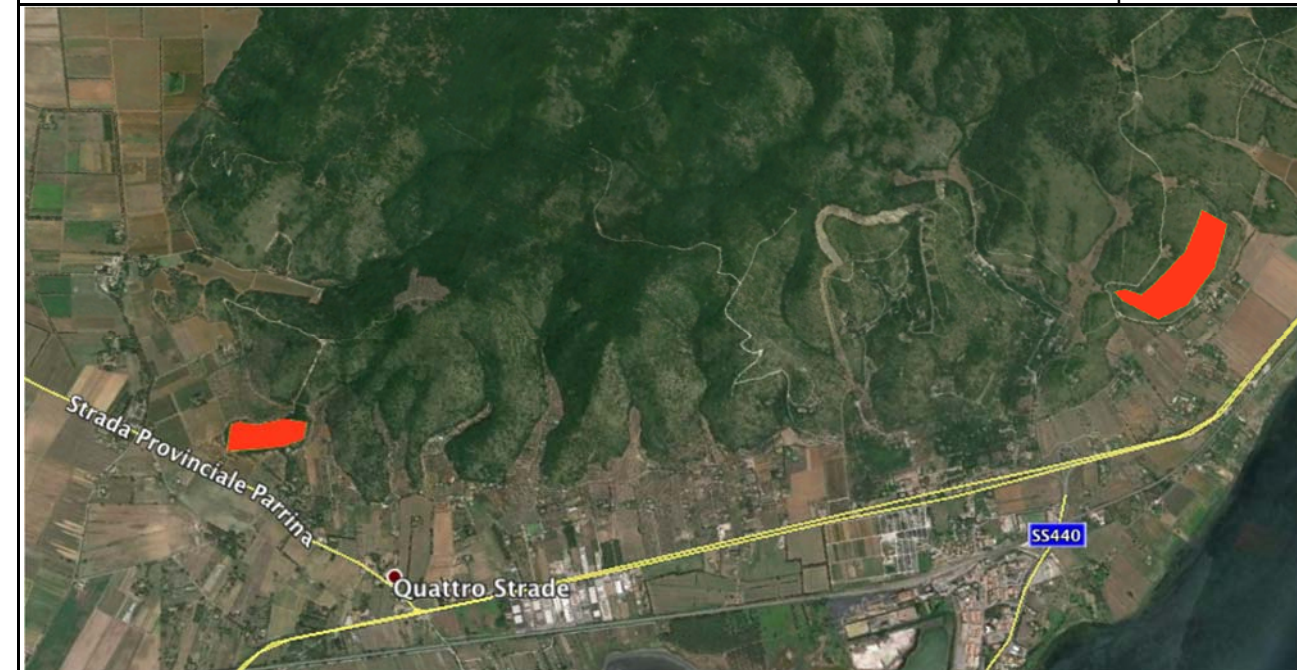


Il punto di rilievo si colloca in nei pressi dello Svincolo di Albinia dell'attuale Aurelia. In questo tratto l'attuale progetto prevede la traslazione verso l'entroterra, annullando il rischio di interferenza con l'habitat 1410 di cui al rilievo 5.3, già frammentato dalla viabilità presente nelle vicine dell'area di saggio.

Popolamenti 5.4 e 5.5

Il popolamento 5-4 è riferibile al *Cyclamino repandi-Quercetum ilicis* Riv.-Mart. et al., 1995 subass. *quercetosum suberis* Br.BI. 1936 così come definito da Selvi e Viciani (1999). Corrisponde all'habitat europeo 9330 Foreste di *Quercus suber* di alta qualità e di scarsa vulnerabilità, dovuta essenzialmente al pascolo eccessivo e ad una gestione forestale che, se assente o mal condotta, potrebbe portare all'invasione di specie della lecceta con perdita delle specie eliofile, tipiche dei vari stadi nei quali è presente la sughera.

Il popolamento 5-5 appartiene alla classe *Rosmarinetea officinalis* e specificatamente all'alleanza *Rosmarinion officinalis* che descrive le comunità di gariga, che si sviluppano nei piani bioclimatici termo e mesomediterraneo indicati nella Direttiva habitat come 5330: Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici.



I popolamenti vegetali descritti con i rilievi n.5.4 (sx nell'immagine) e n.5.5 (dx nell'immagine) si collocano ad una distanza elevata dal tracciato in variante in esame: non sono attese interazioni.

Popolamento 5.6

Il popolamento 5-6 rappresenta la situazione diffusa delle macchie termomediterranee: la formazione è costituita da una macchia medio-alta a densità non colma. Nella composizione il leccio è presente ma raro, mentre tendono a dominare gli alberelli sclerofillici maggiormente termofili (lentisco, alaterno e mirto). L'abbondanza di *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Olea europaea* subsp. *Sylvestris* e di *Teucrium fruticans* rendono certa l'attribuzione all'associazione del *Myrto communis pistacetum lentisci*.



Il popolamento 5.6 è posto al margine di un tratto del tracciato Aurelia in adeguamento in sede (tra le progressive 21+300 e 21+900 ca.). Tuttavia la formazione macchia è posta al di sopra di una scarpata di roccia rinforzata con reti e non risulta essere significativamente interferita dalle azioni di progetto.



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)

Nel §11.4.1 viene illustrato l'elenco delle interazioni tra soprassuoli a più elevata naturalità e il progetto in esame.

La sottrazione della vegetazione è un impatto dal carattere permanente in quanto le caratteristiche edafiche del sito (caratteristiche suolo, disponibilità idrica e parametri microclimatici) vengono mutate in modo definitivo.

Sulle superfici interessate dagli ampliamenti di carreggiata o da altre opere in c.a., la vegetazione viene permanentemente esclusa, sulle superfici interessate da scavi e riporti è possibile un recupero di soprassuoli vegetali, che avranno comunque caratteristiche diverse da quelli preesistenti. Di conseguenza sono preferibili, laddove tecnicamente possibile, tecniche di ingegneria naturalistica, che permettono la formazione di una nuova copertura vegetale.

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 o alla Ferrovia Roma-Pisa, 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.

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, sono:

1. Torrente Osa;
2. Fiume Albegna.

In entrambi i casi gli attraversamenti avvengono in variante rispetto al tracciato Aurelia, con la realizzazione di due ponti. In entrambi i casi le opere di nuovo attraversamento vengono a collocarsi in ambiti esterni al sistema della Rete Natura 2000. Nel caso dell'Albegna l'area interessata è considerata anche di interesse per l'avifauna (collocazione interna all'IBA della Laguna di Orbetello, ma comunque esterna all'omonima ZPS di cui al sistema delle Aree Natura 2000).

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 breeding 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

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 vengono ad interessare direttamente gli ambiti di maggiore interesse floro-vegetazionale e faunistico.

In particolare si osserva che:

- Il tracciato di progetto, per la maggior parte del suo sviluppo, percorre il territorio in coincidenza dell’Aurelia, o in immediata prossimità della Ferrovia Roma-Pisa, ovvero ambiti – nella maggior parte dei casi - già interessati da un disturbo derivante da infrastrutture già in esercizio;
- per gli ambiti di maggiore sensibilità relativi al reticolo idrografico, 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 (i corsi d’acqua del comprensorio sono stati rettificati e regolarizzati nel profilo, mentre la vegetazione spontanea è governata con sfalci e trinitarie periodiche e ripetute, allo stato attuale, anche l’Osa e l’Albegna presentano alcune caratteristiche morfologiche assimilabili ad un canale artificiale);
- per gli effetti sulle fasce alberate e delle alberature lungo strada e/o comunque interferite saranno previste opere a verde che andranno nella direzione della compensazione delle sottrazioni.

Per la fauna è atteso un decremento locale della mortalità per collisione in ragione dell’inserimento della recinzione perimetrale, 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 atta al volo dovrebbero aversi un aumento della probabilità di collisione per aumento della velocità media dei mezzi e per la riduzione delle quinte 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.

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 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 Bioltaly.

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 prevale, verso est, la matrice di origine naturale costituita da rilievi a morfologia dolce di modestissima altitudine.

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.

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.

La rete ecologica è quindi fortemente caratterizzata dalla presenza della Laguna di Orbetello verso mare e le colline denominate Poggio Leccio, P. Fiorentino, P. dei Venti e Poggio Malabarba verso l'interno. La costa e l'entroterra sono già oggi separati da una fascia di reti infrastrutturali (Aurelia e Ferrovia Roma-Pisa), che 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.

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).

Tabella 5.1 –Classi di capacità d'uso agro-forestale (fonte: US Department of Agriculture 1961).

Classi di capacità d'uso agro-forestale, basate sulla Land Capability Classification 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.

Il territorio attraversato dal corridoio di progetto interessa prevalentemente le prime classi di capacità d'uso, mentre le altre classi contribuiscono per superfici limitate.

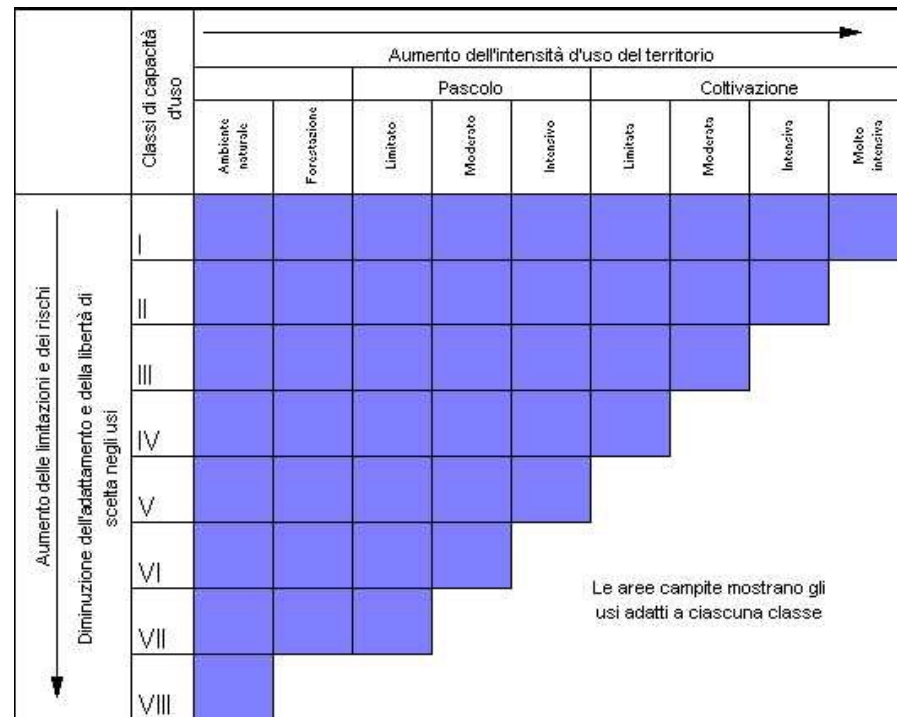


Figura 5.1 – Descrizione delle le attività silvo-pastorali per classi di capacità d'uso (fonte: Cremaschi e Ridolfi, 1991).

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 i territori sono perlopiù occupati da seminativi (grano, orzo, avena e colture erbacee da sovescio) e da sistemi colturali e particellari complessi riferibili a non meglio specificate colture agrarie accompagnate da zone vocate alla produzione di foraggio e riservate alla presenza di prati stabili. 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 planiziale potrebbe assumere la funzione di corridoio ecologico tra le colline settentrionali ed il mare, 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 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.

Le **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.

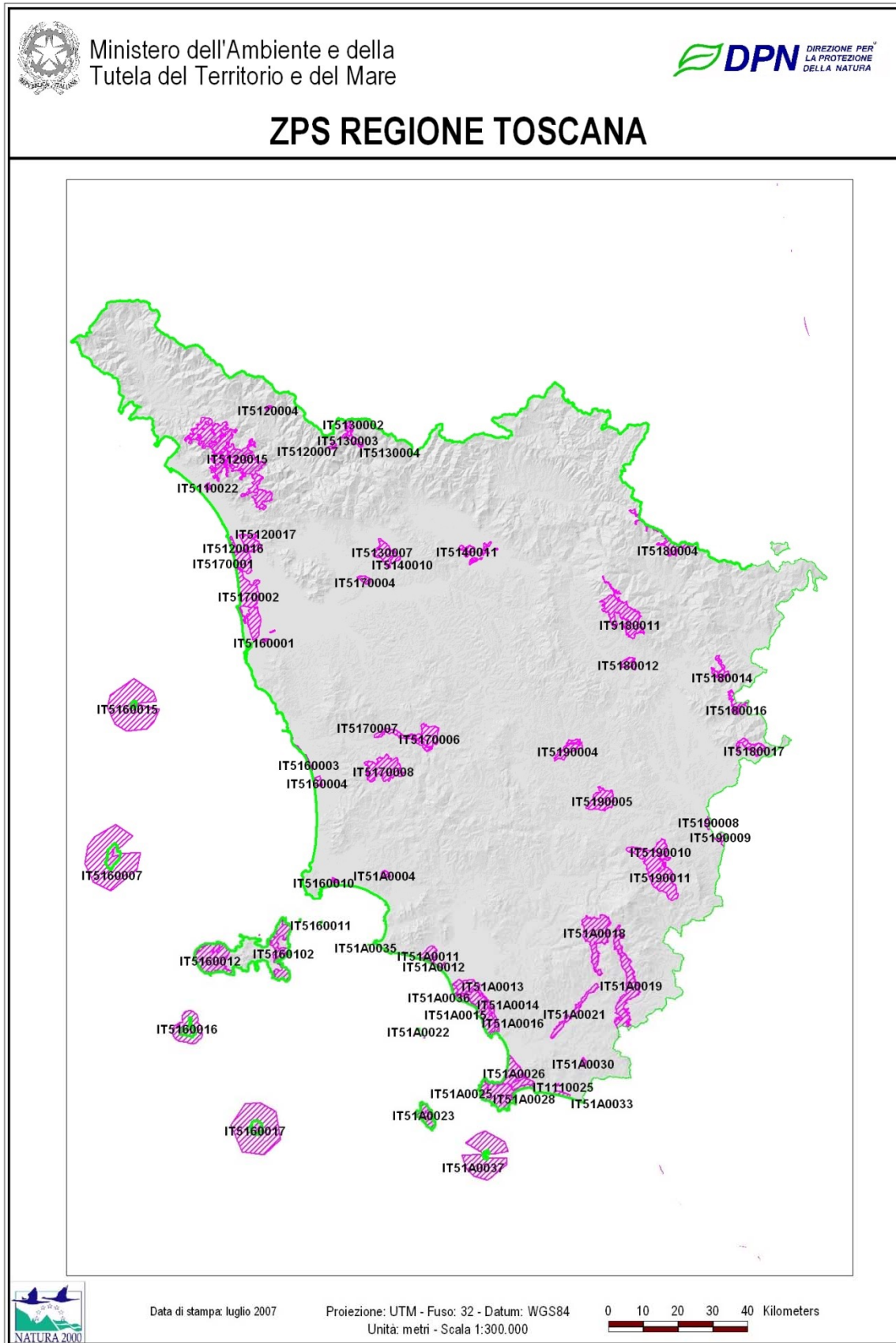
Le **colture vitivinicole** (*Vitis vinifera sativa*) presentano una diffusione piuttosto importante. La vite è pianta eliofila per cui richiede buona luminosità e insolazione.

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.



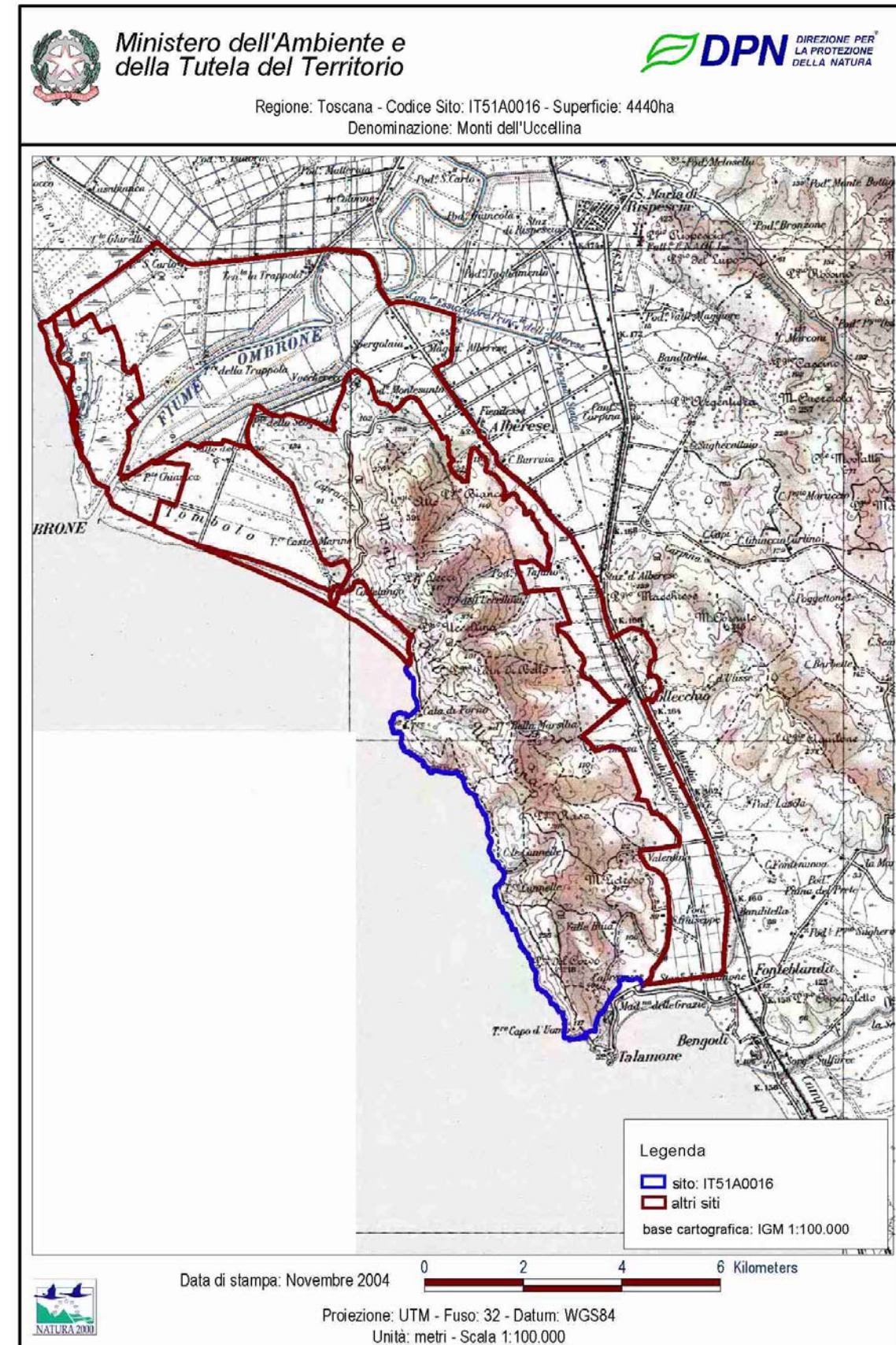
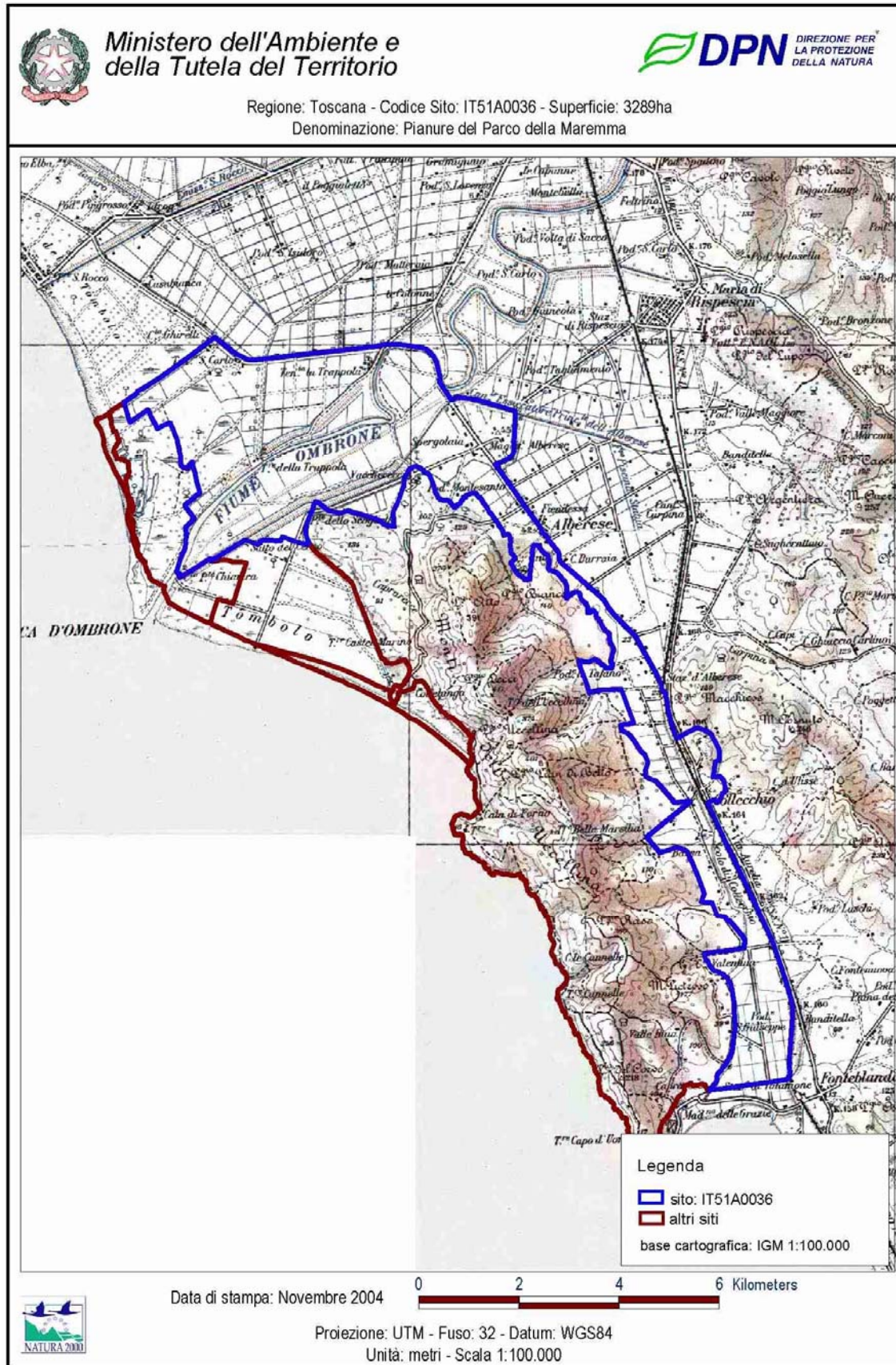
Settore Nord del Lotto 5b

Il tracciato stradale si trova in prossimità 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. Ma non si determinano sovrapposizioni o contatti tra le opere di progetto e le Aree Natura 2000. 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 si avvicina al 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 (comunque arretrato in posizione distale rispetto al precedente) è quindi costituito dal SIC/SIR/ZPS Monti dell'Uccellina IT51A0016, che interessa i rilievi dei Monti dell'Uccellina.



Settore Sud del Lotto 5b

Il tracciato stradale si trova presso il margine del sistema di SIC/ZPS/SIR di cui alla zona della Laguna di Orbetello ed aree connesse, in gran parte ricompresi all'interno dell'area IBA 193. Per la maggior parte del tracciato non si determinano sovrapposizioni o contatti tra le opere di progetto e le Aree Natura 2000.

Il complesso sistema delle Aree Natura 2000 presenti nell'area è quindi costituito dai seguenti Istituti di Tutela:

- SIC/SIR/ZPS Laguna di Orbetello IT51A0026
- SIC/SIR ZPS Monte Argentario, Isolotto di Porto Ercole e Argentarola IT51A0025.

La parte centrale del complesso di siti è quindi costituito dal rilievo collinare costiero dell'Argentario in parte ancora 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. Verso Est, in avvicinamento al corridoio di progetto il sistema di SIC/SIR/ZPS è caratterizzato dalla presenza delle vaste Lagune costiere di Orbetello, con sistema dei due Tomboli dunali.



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



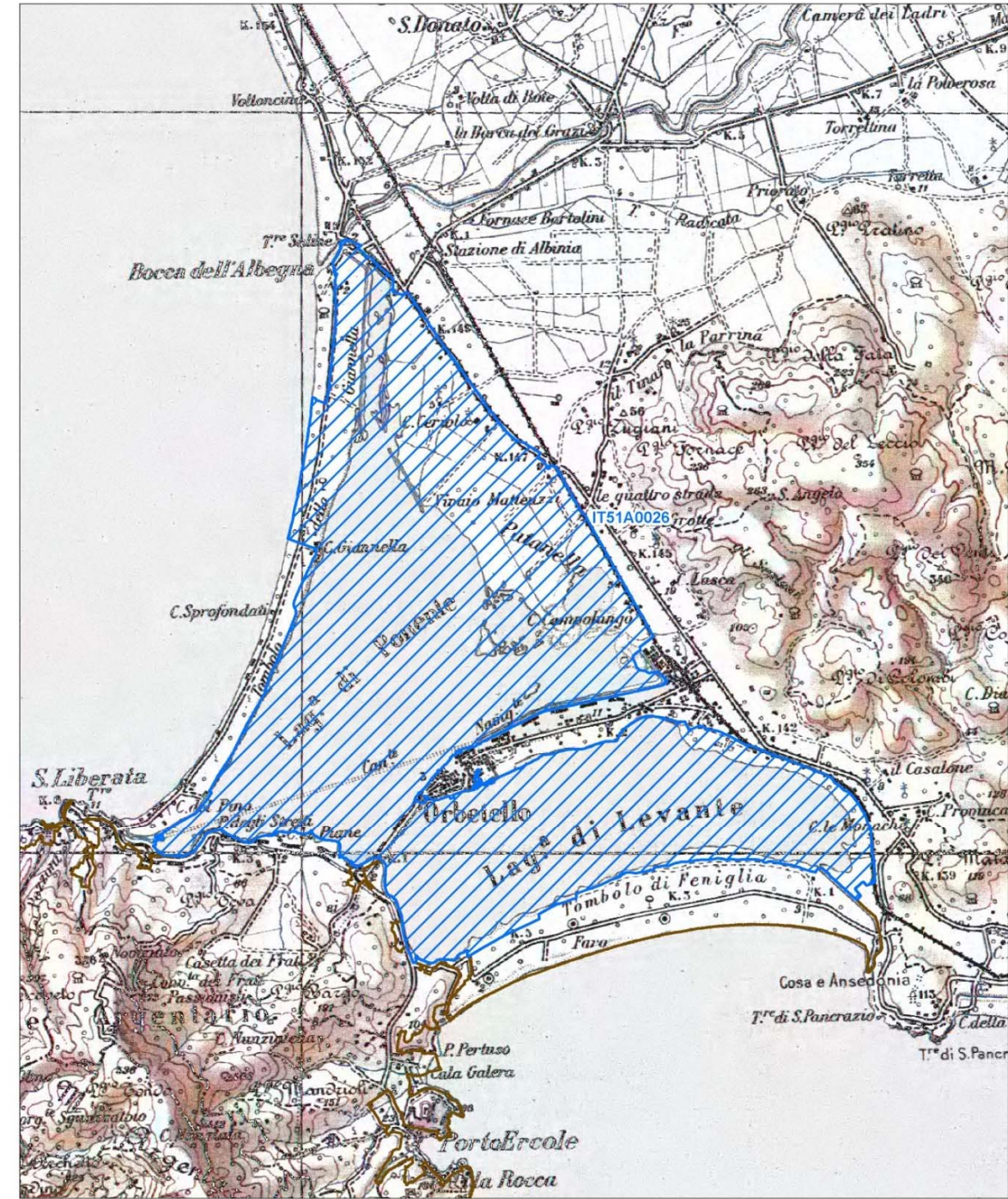
DIREZIONE REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELLA NATURA

Regione: Toscana

Codice sito: IT51A0026

Superficie (ha): 3694

Denominazione: Laguna di Orbetello



Data di stampa: 30/11/2010

Scala 1:50'000



Legenda

sito IT51A0026

altri siti

Base cartografica: IGM 1:100'000

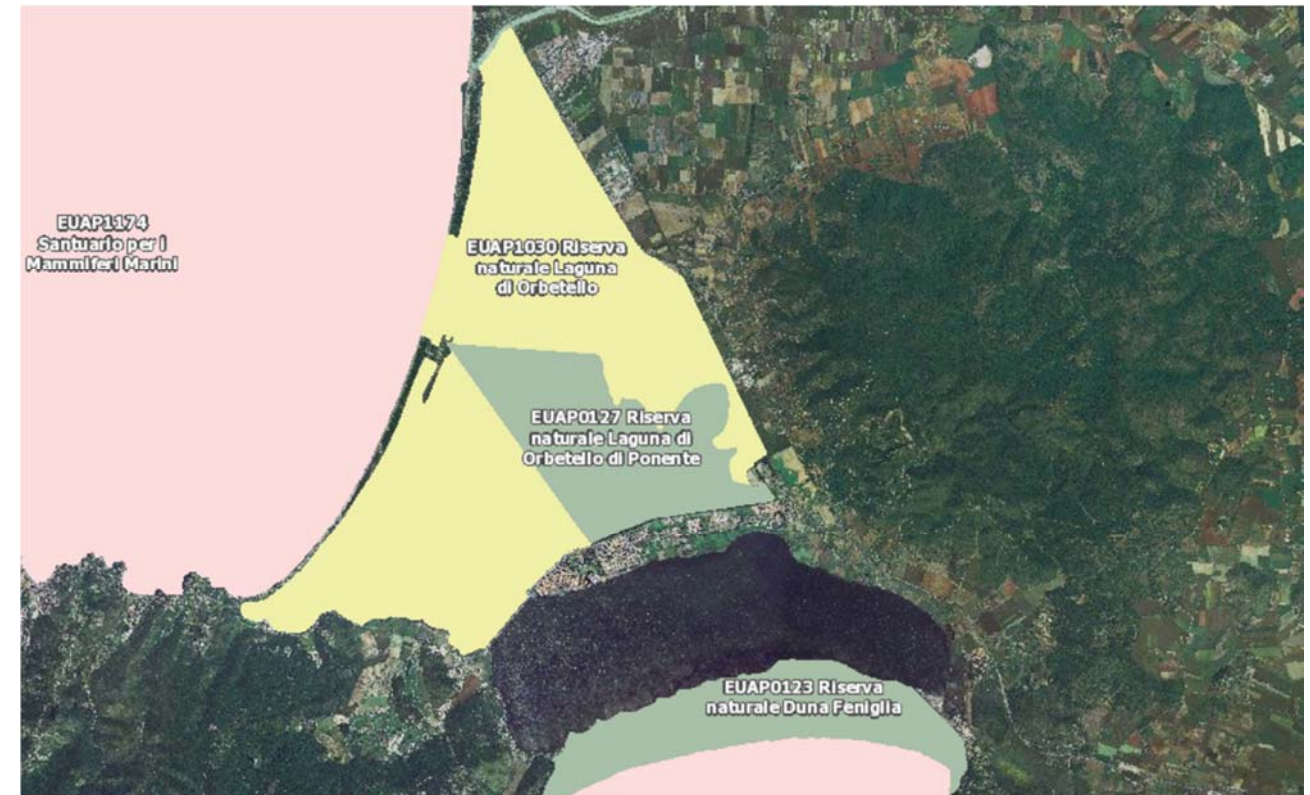
5.4.2 Aree naturali protette

L'area vasta di attraversamento è interessata da diverse Aree Naturali Protette:

- EUAP0230 Parco Naturale Regionale della Maremma;
- EUAP1174 Santuario per i Mammiferi Marini (settore marino prospiciente la costa);
- EUAP1030 Riserva Naturale Regionale Laguna di Orbetello;
- EUAP0127 Riserva Naturale Statale Laguna di Orbetello di Ponente;
- EUAP0123 Riserva Naturale Statale Duna della Feniglia.

L'attuale variante in esame prevede un allontanamento sostanziale dal confine della Riserva Naturale Regionale Laguna di Orbetello, in ragione di una modifica di tracciato che prevede di bypassare Albinia a monte della sua area industriale.

Tra le progressive 14+000 e 15+000 ca. il nuovo tracciato autostradale si pone in affiancamento e a ridosso del tracciato della Ferrovia Roma-Pisa, sul lato opposto rispetto al confine della Riserva Naturale Regionale Laguna di Orbetello. Quindi, pur attestandosi sul confine, si mantiene interposta la barriera ecologica già esistente della Ferrovia.



5.4.2.1 Parco Naturale Regionale della Maremma

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 prossimali 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 xerotermofile, 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'ericca (*Erica arborea*) e la ginestra dei carbonai (*Cytisus scoparius*); nelle aree maggiormente rocciose e semirupesci 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.

Il tracciato di progetto, previsto in ampia coincidenza con il tracciato attuale dell'Aurelia, o in parallelo con la ferrovia Roma-Pisa, non interessa direttamente il perimetro del Parco Naturale Regionale della Maremma.

5.4.2.2 Area Contigua al Parco Naturale Regionale della Maremma

Il tracciato di progetto, interessa per la maggior parte della tratta in esame posta a Nord del Torrente Osa, l'Area Contigua al Parco Regionale della Maremma.

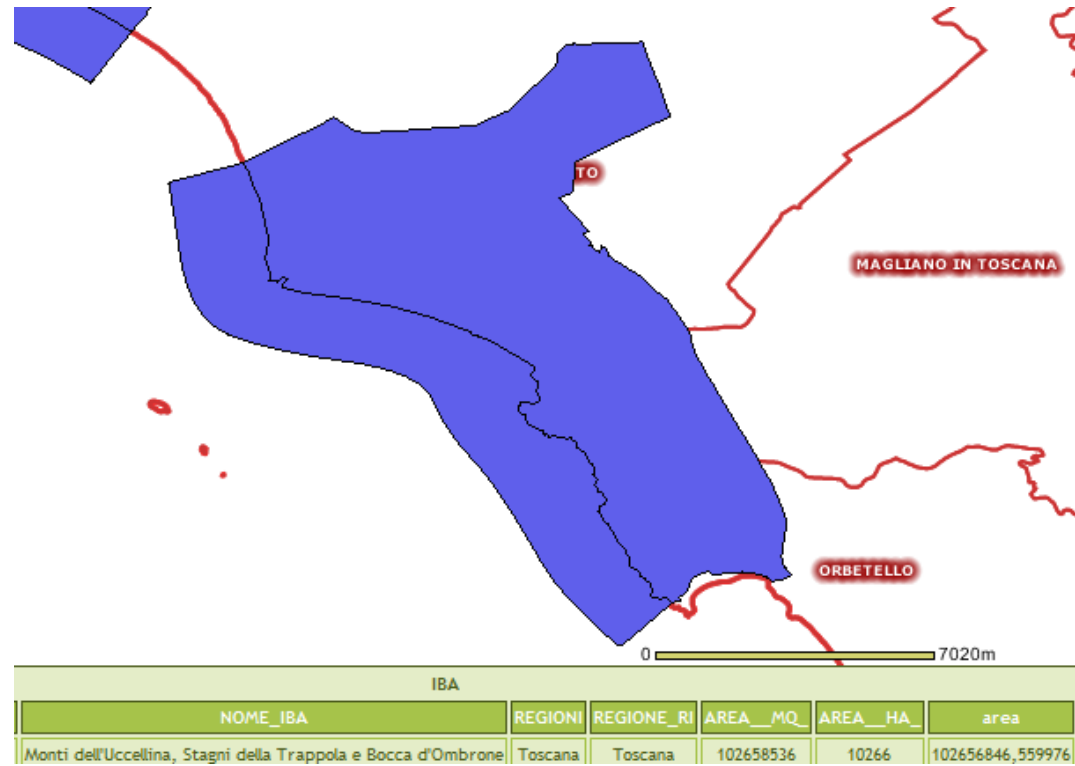
5.4.3 Important Birds Areas

Lungo il corridoio in esame sono presenti due IBA:

- IBA 098;
- IBA 193.

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 al Lotto 5b 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. La massicciata ferroviaria determina una sorta di limite ecologico che tende ad isolare le aree di attività del cantiere in direzione Ovest.



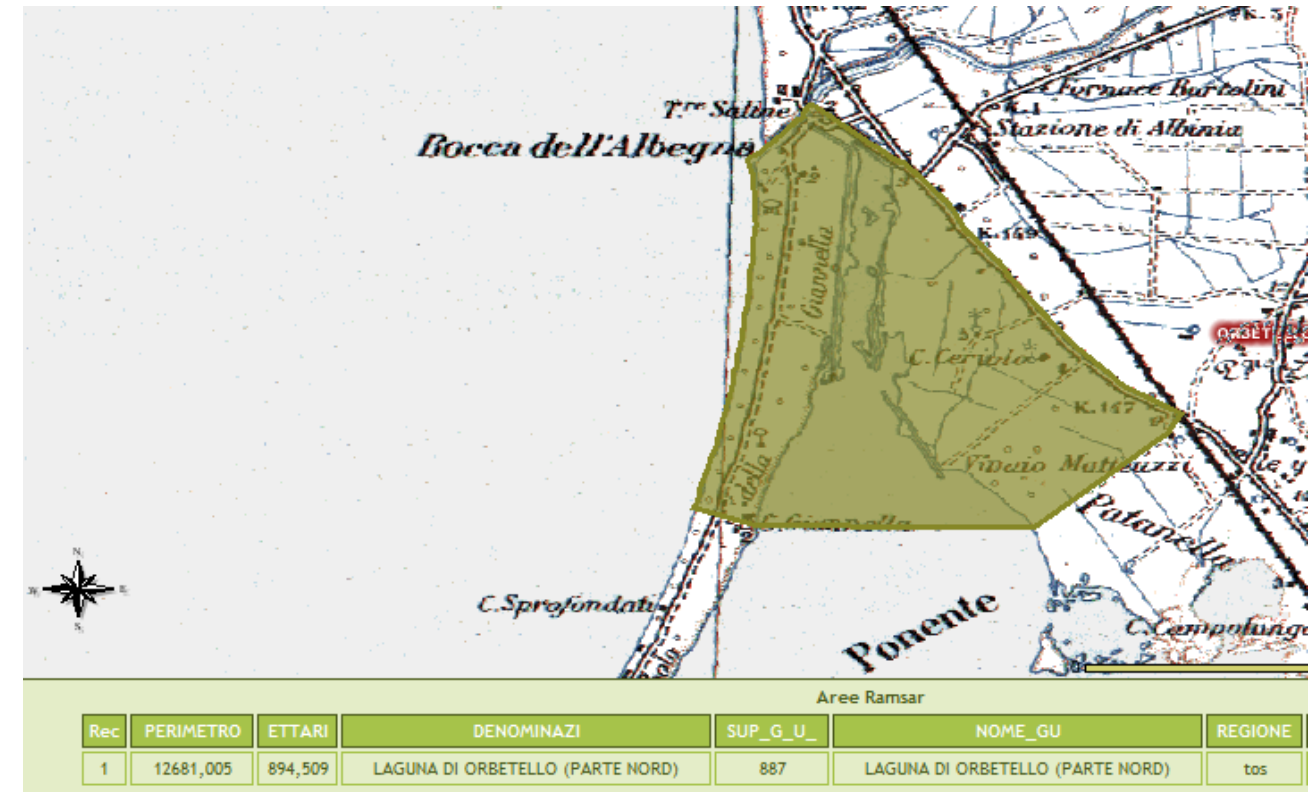
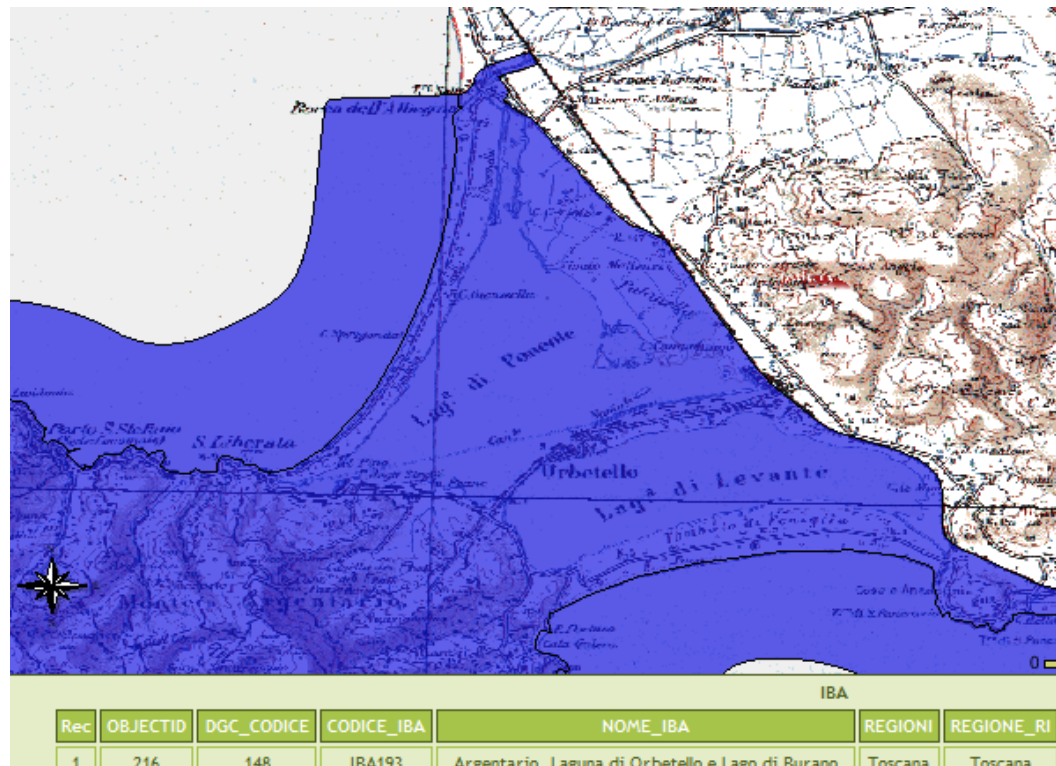
L'istituto si attesta sul lato Ovest del tracciato attuale dell'Aurelia. Per la maggior parte del percorso del tracciato in esame è arretrato e non in contatto diretto, in quanto il limite viene a posizionarsi sulla massicciata della ferrovia che si interpone tra il tracciato in esame e l'IBA. La massicciata ferroviaria determina una sorta di limite ecologico che tende ad isolare le aree di attività del cantiere in direzione Ovest.

Sull'Albegna l'IBA 193 risale il corso del Fiume fino alla ferrovia, qui con la precedente progettazione si determinava un attraversamento interno al perimetro IBA in corrispondenza del Fiume stesso. Tale attraversamento interno dell'IBA è evitato dal progetto in esame che prevede di bypassare Albinia a monte dell'area industriale, ovvero in tratto del Fiume non interno all'IBA 193.

5.4.4 Area Ramsar

Nella parte Nord della Laguna di Orbetello si localizza un'Area Ramsar, peraltro già completamente ricompresa nell'IBA 193. Si tratta di un'area sempre classificata per la sua importanza nella tutela della componente ornitica della fauna, con particolare riferimento alle specie acquatiche migratrici. Da notare che il progetto in esame, con la precedente progettazione si attestava in un ambito di margine, mentre con l'attuale progettazione si ha uno significativo allontanamento.

L'area della Laguna di Orbetello ed aree contermini è classificata come IBA 193. L'area è estesa dalla Bocca di Albegna fino alla Laguna di Burano ed oltre (si attesta sul confine di Capalbio).



5.4.5 Aree contaminate (Sito di Interesse Nazionale – SIN)

La più grande emergenza ambientale riferibile alla Laguna di Orbetello è l'inclusione nei suoi confini di area contaminata di interesse Nazionale (S.I.N. di bonifica di "Orbetello – Area ex Sitoco").

Si riporta di seguito la localizzazione dell'area contaminata. Con la prima delimitazione e la seconda perimetrazione con ampliamento sia a terra, sia in laguna (immagini tratte da Trinchera G. e Trana V., ISPRA; *Siti contaminati: caratterizzazione, Bonifica e Analisi del Rischio*).

Da notare che le attività di progetto non concernono ambiti che rientrino anche tra le superfici inizialmente classificate nel S.I.N. di bonifica, tuttavia vi è una prossimità in ragione di un posizionamento sul margine Est dell'area perimetrata.



5.5 Impatti potenziali

5.5.1 Sensibilità degli ecosistemi

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:

- Torrente Osa;
- Fiume Albegna.

Si tratta di corsi d’acqua naturali ma interessati da importanti interventi di regimazione, ovvero 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, nonché tra l’area costiera di Orbetello e l’entroterra.

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.

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

5.5.4 Salvaguardia del S.I.N.

In merito all'emergenza ambientale riferibile all'area contaminata di interesse Nazionale (S.I.N. di bonifica di "Orbetello – Area ex Sitoco"), si indica la necessità di ogni necessaria precauzione per evitare condizioni di sovrapposizione anche minima, tra le aree di lavorazione e le aree perimetrate, nonché qualsiasi interazione che possa produrre effetti sullo stato attuale delle zone contaminate. Il progetto in esame ha già determinato un sostanziale allontanamento del tracciato dal Sito Contaminato rispetto alla prima progettazione, tuttavia di dovrà ulteriormente prevedere una continua vigilanza affinché non si determinino interazioni, per le quali, ove siano eventualmente verificate o sospettate, dovranno essere trattate in piena coerenza con quanto previsto da ogni norma e regolamento in materia di Siti contaminati.

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 e della Ferrovia Roma-Pisa.

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, nonostante abbiano una gestione idraulica che ne determina una morfologia analoga a quella di un canale artificiale.

Il progetto, in ragione delle prevalenti caratteristiche di adeguamento di viabilità esistente o di affiancamento della ferrovia esistente, non si definiscono 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 già suggerite 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 pianifi-

catorie, 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 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	Notte
	6:00 ÷ 22:00	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
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 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 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 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 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 5 e 6 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 6.5 (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 6.6 (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 mezzeria 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, denominate 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 carat-

tere ambientale, si evidenzi 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/potenziante (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 La situazione attuale – Campagna di 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 quattro 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, P4) è stata installata una postazione fonometrica e ne sono stati rilevati i parametri acustici descrittivi.

Nel mese di marzo 2016 sono stati monitorati in continuo per 7 giorni consecutivi due ricettori prossimi alla SS 1 (P5, P6).

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 terzo ricettore, frontistante la linea ferroviaria Roma – Pisa e presente all'interno del lotto 5B (P7), 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.	5B	Via Aurelia Km 154 – Loc. Albinia – Orbetello (GR)
P2	24 ore	5B	Via Calabria, 33/35 - Loc. Albinia – Orbetello (GR)
P3	24 ore	5B	Via SS Aurelia, 47/A – Orbetello (GR)
P4	24 ore	5B	Via Aurelia Vecchia, 48 – Loc. Fonteblanda – Orbetello (GR)
P5	7 gg.	5B	Via Poggio Porello, 13 – Fonteblanda (GR)
P6	7 gg.	5B	Via Aurelia Nord, 56 – Orbetello (GR)

Postazione	Durata	Lotto	Ubicazione
P7	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 in Allegato 2 dello Studio Ambientale, elaborato SUA 600 - *Componente Rumore - Monitoraggio*.

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 in cui è previsto l'adeguamento in sede dell'infrastruttura stradale 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).

Nel tratto in cui il tracciato si sviluppa fuori sede rispetto alla attuale SS Aurelia, con uno sviluppo superiore a 5 km, dalla progressiva 2+400 alla progressiva 16+500, 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;
- 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 da 0 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, commerciali, attività per lo sport).

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 (A 12). 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 (scenario PO) 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:

$$L_S = L_{zona} - 10 \log_{10} (n)$$

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 ΔL_{eq} calcolata secondo il criterio di cui all'Allegato 4 del DM 29/11/2000:

$$L_S = L_{zona} - 10 \log_{10} (n)$$

$$\text{dove } L_{zona} = \max(L_1, L_2)$$

con L_1 ed L_2 pari ai limiti propri delle due infrastrutture considerate singolarmente.

Come da specifiche tecniche della sopracitata nota ISPRA prot. N. 313/AMB AGF, si è proceduto quindi nella seguente maniera.

- Per i ricettori della tratta in adeguamento in sede dell'infrastruttura stradale esistente si è effettuata la verifica della condizione a) e b). Si sono 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 (Lz) 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)).

Si è infine calcolata la riduzione da applicare al limite di zona per il rumore indotto dalla sola infrastruttura autostradale tramite la metodologia indicata nella fase 2, applicata nell'Allegato 4 dello Studio Ambientale, elaborato SUA 0602 – *Componente Rumore - Simulazioni acustiche e verifica di concorsualità*.

- Per i ricettori della tratta in cui il tracciato si sviluppa fuori sede rispetto alla attuale SS Aurelia, con uno sviluppo superiore a 5 km, dalla progressiva 2+400 alla progressiva 16+500, si è effettuata la verifica della condizione a) e b). Si sono 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 (Lz) quello relativo alla sorgente predominante, e calcolando il limite di soglia per le N sorgenti potenzialmente concorsuali.

Presso i ricettori in cui sono state riscontrate condizioni di concorsualità, sono state condotte le seguenti verifiche:

- situazione in cui la nuova infrastruttura si inserisce in un'area nella quale le altre infrastrutture esistenti concorrono ad un valore limite acustico pari al limite proprio della nuova infrastruttura: livello sonoro dovuto alla nuova infrastruttura, sommato al livello sonoro già presente nell'area, dovuto alle infrastrutture concorsuali, contenuto entro il valore limite dell'area L_S .
- situazione in cui la nuova infrastruttura si inserisce in un'area nella quale le altre infrastrutture esistenti concorrono ad un valore limite acustico superiore al limite proprio della nuova infrastruttura: livello sonoro dovuto alla nuova infrastruttura contenuto entro i limiti dell'infrastruttura stessa e inoltre, se sommato al livello sonoro relativo alle altre sorgenti, contenuto entro il valore limite dell'area L_S .

Il raggiungimento degli obiettivi di mitigazione acustica viene generalmente 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 piattaforma stradale principale di progetto;
- 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:

- S.P. Talamone
- Via Aurelia Vecchia (loc. Fonteblanda)
- Via Aurelia (loc. Fonteblanda)
- Variante di Albinia
- SS 74 Maremmana
- Via Aurelia (loc. Albinia)
- Via Aurelia (loc. Quattro strade)
- S.P. Parrina
- SS 440
- Str. sv. Ansedonia (v. delle Mimose)
- Via della Tagliata
- Linea FS Roma – Pisa

6.4 Analisi previsionale

6.4.1 Scelta del modello di simulazione

- L'impatto prodotto dalle infrastrutture di trasporto può essere valutato con l'ausilio di appositi modelli matematici di simulazione.
- Un modello si basa sulla schematizzazione del fenomeno attraverso una serie di ipotesi semplificative che riconducono qualsiasi caso complesso alla somma di casi semplici e noti.
- Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico è stato utilizzato il modello di simulazione SoundPLAN rel. 7.1.
- Tale modello è sviluppato dalla Braunstein & Berndt GmbH/Soundplan LLC sulla base di norme e standard definiti dalle ISO da altri standards utilizzati localmente.
- Grazie alla sua versatilità e ampiezza del campo applicativo, è all'attualità il Software previsionale acustico più diffuso al mondo. In Italia è in uso a centri di ricerca, Università, Agenzie per l'Ambiente,

ARPA, Comuni e decine di studi di consulenza

- Il software SoundPLAN lavora in ambiente Windows 95/98/2000/NT/XP e consente la simulazione e previsione della propagazione nell'ambiente del rumore derivato da traffico veicolare, ferroviario, aeroportuale, da insediamenti industriali (sorgenti esterne ed interne) nonché il calcolo di barriere acustiche.
- La peculiarità del modello SoundPLAN si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Ray Tracing). Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi.
- Studiando il metodo con maggior dettaglio si vede che ad ogni raggio che parte dal ricevitore viene associata un porzione di territorio e così, via via, viene coperto l'intero territorio.
- Quando un raggio incontra la sorgente, il modello calcola automaticamente il livello prodotto della parte intercettata. Pertanto sorgenti lineari come strade e ferrovie vengono discretizzate in tanti singoli punti sorgente ciascuno dei quali fornisce un contributo. La somma dei contributi associati ai vari raggi va quindi a costituire il livello di rumore prodotto dall'intera sorgente sul ricevitore.
- Il modello è quindi in grado di definire la propagazione del rumore sia su grandi aree, fornendone la mappatura, sia per singoli punti fornendo i livelli globali e la loro scomposizione direzionale.
- I contributi forniti dai diversi raggi vengono infatti evidenziati nei diagrammi di output ove la lunghezza dei raggi è proporzionale al contributo in rumore fornito da quella direzione.
- Quando un raggio incontra una superficie riflettente come la facciata di un edificio, il modello calcola le riflessioni multiple. A tal proposito l'operatore può stabilire il numero massimo di riflessioni che deve essere calcolato ovvero la soglia di attenuazione al di sotto della quale il calcolo deve essere interrotto.
- Questa metodologia di calcolo consente quindi una particolare accuratezza nella valutazione della geometria del sito e risulta quindi molto preciso ed efficace in campo urbano, dove l'elevata densità di edifici, specie se di altezza elevata, genera riflessioni multiple che producono un innalzamento dei livelli sonori.
- La possibilità di inserire i dati sulla morfologia dei territori, sui ricettori e sulle infrastrutture esistenti ed in progetto mediante cartografia tridimensionale consente di schematizzare i luoghi in maniera più che mai realistica e dettagliata.
- Ciò a maggior ragione se si considera che, oltre alla conformazione morfologica, è possibile associare ad elementi naturali e antropici specifici comportamenti acustici.
- Il modello prevede infatti l'inserimento di appositi coefficienti che tengono conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati o l'assorbimento dovuto alla presenza di aree boschive.
- Il software non ha limiti nel numero di oggetti e sorgenti inseribili, né limiti sulla dimensione dell'area trattabile.
- L'inserimento dei dati può avvenire tramite mouse/tavola digitalizzatrice o tramite importazione da

files in diversi formati.

- In particolare nel presente studio tra gli standard di calcolo implementati nel modello di calcolo è stato utilizzato quello indicato nell'allegato 2 del suddetto decreto e cioè il metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-2008 (STRACERTU-LCPC-CSTB) citato nell' "Arrêtè du mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routieres – Journal Officiel du 10 mai 1995 article 6" e della norma francese XPS 31 133.
- Per quanto concerne le emissioni sono state utilizzate quelle pubblicate nel 2008 (Guide de Bruite) già implementati nella versione 7.1 di SoundPLAN.

6.4.2 Dati di input del modello

- Per l'elaborazione del DGM (Digital Ground Model) sono stati implementati nel modello i seguenti elementi:
 - Curve di livello
 - Linee di terreno
 - Bordi della carreggiata stradale
 - Sommità e base di rilevati e trincee
- Per le facciate dei fabbricati è stato utilizzato un fattore di *reflection loss* pari a 1 dB(A) corrispondente a facciate lisce, parzialmente balconate.
- Per quanto concerne la sorgente sono stati inseriti l'asse di mezzzeria e la larghezza delle carreggiate per l'individuazione delle linee di emissione.
- Lo standard di calcolo utilizzato si nota che è stato utilizzato quello di cui alle norme francesi NMPB-Routes-2008, mentre per l'assorbimento dell'aria la valutazione è stata effettuata secondo quanto previsto dalla ISO 9613.
- I parametri di calcolo utilizzati sono i seguenti:
 - Ordine delle riflessioni da considerare pari a 3
 - Massimo raggio di ricerca pari a 1000 m
 - Massima distanza per riflessione da ricettore pari a 200 m
 - Massima distanza per riflessione da sorgente pari a 50 m
 - Coefficiente assorbimento terreno (ground factor) = 1
 - condizioni meteo favorevoli alla propagazione del suono: 25% periodo diurno, 50% periodo notturno
- Per il calcolo delle emissioni sono stati utilizzati i dati di emissione del modello NMPB pubblicati nel

2008 (Guide de Bruite) già implementati nella versione 7.1 di soundPLAN.

- Rispetto alla precedente versione del 1996, la nuova Guide de Bruite contiene nuovi spettri di emissione dei veicoli e presenta anche una variazione sostanziale dell'altezza della sorgente in quanto si è constatato una maggiore dominanza del rumore dovuto ai pneumatici rispetto al motore.
- La versione 2008 contiene inoltre l'aggiornamento degli spettri relativi alle emissioni su pavimentazioni drenanti porose. Da evidenziare che ora gli spettri sono in terzi di ottava mentre nel precedente metodo erano in banda d'ottava. Tale aggiornamento ha consentito di evitare l'effettuazione di misure di caratterizzazione dell'emissione con misure in continuo di traffico e rumore.
- I flussi veicolari sono stati inseriti come valori medi orari dei mezzi leggeri (autovetture, roulotte, furgoni, etc.) e di pesanti (autoarticolati, veicolo con massa superiore a 2,8 t).

6.4.3 Input e taratura del modello di simulazione

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 delle infrastrutture stradali esistenti e di quella in progetto. Nello studio del traffico tali flussi sono espressi come Traffico Giornaliero Medio.

Si è assunto quanto segue:

TRAFFICO GIORNALIERO MEDIO ANTE OPERAM (ANNO 2015) SU BASE ANNUALE

Tratta	Leggeri	Pesanti	Leggeri Diurno	Pesanti Diurno	Leggeri Notturno	Pesanti Notturno	Veicoli Totali	Velocità Diurno L/P	Velocità Notturno L/P
Fonteblanda - Albinia	18.085	2.275	16.710	1.995	1.375	280	20.360	80/70 km/h	80/70 km/h
Albinia - Orbe- tello Scalo	18.212	2.686	16.899	2.379	1.313	306	20.898	80/70 km/h	80/70 km/h
Orbetello Sc. - Ansedonia Sud	17.212	1.568	15.885	1.376	1.327	192	18.780	80/70 km/h	80/70 km/h

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

TRAFFICO GIORNALIERO MEDIO POST OPERAM (ANNO 2030) SU BASE ANNUALE

Tratta	Leggeri	Pesanti	Leggeri Diurno	Pesanti Diurno	Leggeri Notturno	Pesanti Notturno	Veicoli Totali	Velocità Diurno L/P	Velocità Notturno L/P
Fonteblanda - Albinia	19.212	2.387	17.751	2.094	1.460	294	21.599	120/80 km/h	120/80 km/h
Albinia - Orbe- tello Scalo	17.560	2.226	16.293	1.972	1.266	254	19.785	120/80 km/h	120/80 km/h
Orbetello Sc. - Ansedonia Sud	19.587	1.985	18.076	1.743	1.510	243	21.572	120/80 km/h	120/80 km/h

Complanare di progetto	TGM	TGM Diurno	% pesanti Diurno	TGM Notturno	% pesanti Notturno	Velocità D/N
Svincolo Fonteblanda - Est 1	1008	928	6%	80	10%	40
Svincolo Fonteblanda - Est 2	477	441	2%	36	3%	40
Svincolo Fonteblanda - Est 3	2717	2421	3%	296	36%	40
Svincolo Fonteblanda - Est 4	3744	3426	21%	318	31%	50
Svincolo Fonteblanda - Est 5	1206	1106	15%	100	24%	50
Svincolo Fonteblanda - Ovest 1	284	262	0%	22	0%	40
Svincolo Fonteblanda - Ovest 2	888	819	5%	69	9%	40
Svincolo Fonteblanda - Ovest 3	2974	2732	14%	242	21%	40
Svincolo Fonteblanda - Ovest 6	744	688	3%	56	4%	40
Svincolo Albinia -Est 1	3608	3306	18%	302	27%	40
Svincolo Albinia -Est 2	3067	2802	25%	265	35%	40
Svincolo Albinia -Est 3	3295	3029	12%	266	18%	40
Svincolo Albinia -Est 4	6360	5830	18%	530	27%	40
Svincolo Albinia -Ovest 1	6152	5644	16%	508	24%	40
Svincolo Albinia -Ovest 2	5956	5446	23%	510	33%	40
Svincolo Albinia -Ovest 3	4093	3767	10%	326	15%	40
Svincolo Albinia -Ovest 4	2059	1877	30%	182	41%	40
Orbetello Scalo complanare - Ovest 1	8472	7762	19%	710	28%	40
Orbetello Scalo complanare - Est 1	2184	2014	5%	170	8%	40
Orbetello Scalo complanare - Est 2	3786	3479	13%	307	20%	40
Rampa svincolo Ansedonia Est 1	2104	1942	4%	162	7%	50
Rampa svincolo Ansedonia - Ovest 1	4337	3996	9%	341	14%	40
Rampa svincolo Ansedonia - Est 2	3358	3092	9%	266	14%	40
Rampa svincolo Ansedonia - Est 3	516	475	11%	41	17%	40

Strada concorsuale	TGM	TGM Diurno	% pesanti Diurno	TGM Notturno	% pesanti Notturno	Velocità D/N
S.P. Talamone	1.984	1.824	12	160	20	50
Via Aurelia Vecchia – I tr. (loc. Fonteblanda)	3.176	2.896	27	280	37	30
Via Aurelia Vecchia - II tr. (loc. Fonteblanda)	64	48	33	16	50	30
Via Aurelia - I tr. (loc. Fonteblanda)	752	688	2	64	13	40
Via Aurelia - II tr. (loc. Fonteblanda)	424	384	4	40	20	40
Variante di Albinia	6.856	6.432	8	424	17	40
SS 74 Maremmana	3.616	3.312	18	304	26	40
SS 74 Maremmana (loc. Albinia)	5.952	5.440	23	512	33	40
Via Aurelia - III tratto (loc. Albinia)	2.776	2.528	24	248	35	40
Via Aurelia - IV tratto (loc. Quattrostrade)	2.368	2.160	27	208	38	40
S.P. Parrina	904	832	10	72	11	50
Via Aurelia - V tratto	2.696	2.464	24	232	34	40
SS 440	13.864	12.720	16	1.144	24	50
Str. sv. Ansedonia (v. delle Mimose)	528	480	3	48	17	40
Via della Tagliata	1.120	1.024	8	96	17	40

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 Studio Ambientale, elaborato SUA 0600 *Componente Rumore - Monitoraggio*).

Il confronto tra i dati misurati e l'output del modello sono riportati nella tabella seguente.

Punto	Leq Diurno misurato dB(A)	Leq Diurno calcolato dB(A)	Δ Leq D dB(A)	Leq Not- turno mi- surato dB(A)	Leq Not- turno cal- colato dB(A)	Δ Leq N dB(A)
P1	59,0	61,1	-2,1	54,3	55,4	-1,1
P2	65,6	64,9	0,7	58,4	58,7	-0,3
P3	68,9	68,4	0,5	62,0	62,1	-0,1
P4	58,5	57,9	0,6	49,8	51,3	-1,5
P5	55,2	56,3	-1,1	49,9	49,7	0,2

Punto	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)
P6	68,3	69,1	-0,8	62,1	61,8	0,3
P7	66,4	66,4	-	67,6	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 1,0 dB(A))¹².

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 SUA 0601 *Censimento dei ricettori* 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.

Sugli elaborati SUA 0334+0338 *Carta dei ricettori e degli interventi di mitigazione* (scala 1:5.000), 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'elaborato Allegato 4 dello Studio Ambientale, elaborato SUA 0602 Componente Rumore - *Simulazioni acustiche e Verifica di concorsualità*, 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)

¹² Nel calcolo dello scarto quadratico medio è escluso il punto P7. 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.

- 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.

6.4.4 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 SoundPlan 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;
- progetto di massima delle protezioni acustiche sulla infrastruttura autostradale necessarie per il rispetto degli obiettivi di mitigazione;
- simulazione con il programma SoundPlan 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).

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.

6.6 Gli interventi di mitigazione

6.6.1 Barriere antirumore

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 SoundPlan 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 SUA 0334+0338 *Carta dei ricettori e degli interventi di mitigazione* (scala 1:5.000) e sono riassunti nella tabella seguente.

Vengono riportate le seguenti informazioni:

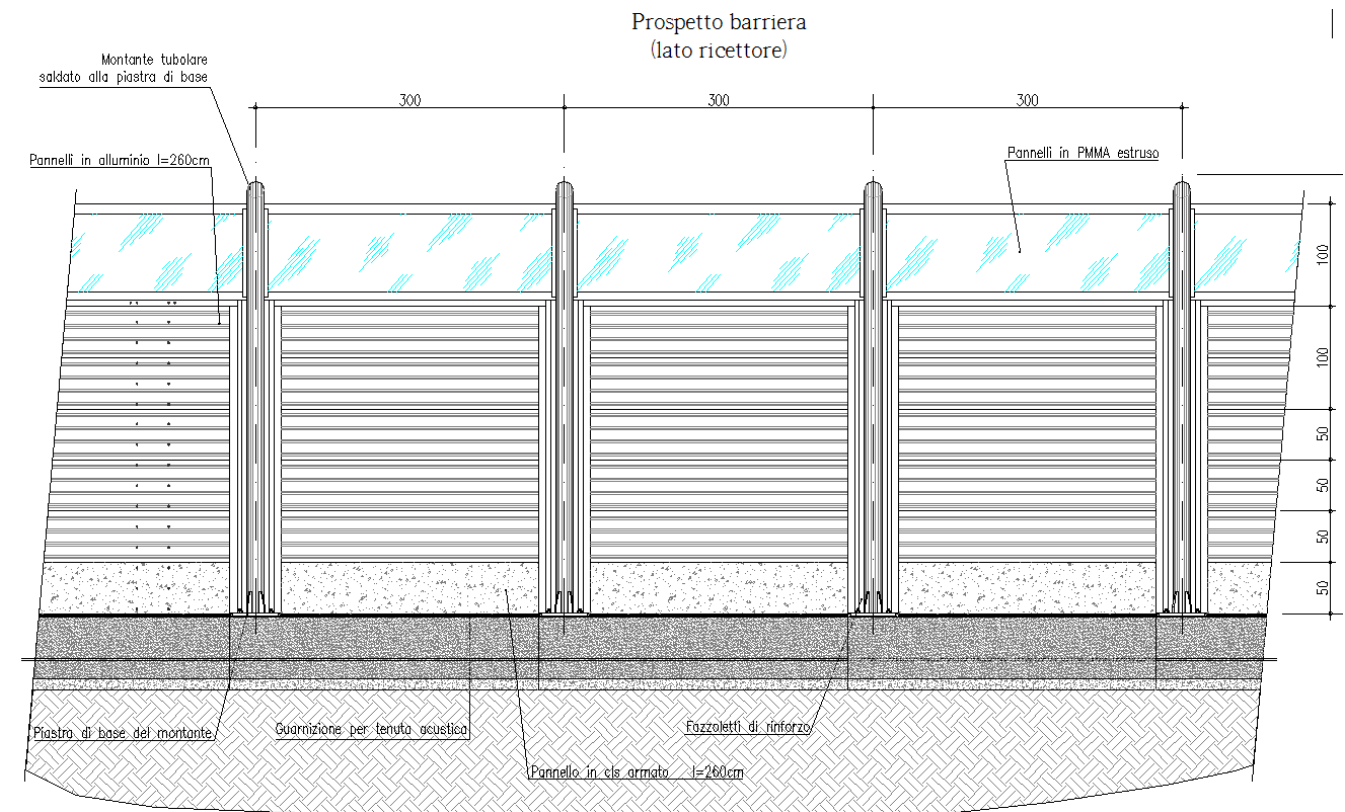
1. carreggiata;
2. l'ubicazione della barriera (progressive chilometriche);
3. l'altezza (H) della barriera;
4. la lunghezza (L) della barriera;
5. la superficie della barriera.

Tabella 6.1 – Localizzazione barriere antirumore

CARREGGIATA	PROG. INIZIO	PROG. FINE	H (m)	L (m)	SUPERFICIE (mq)
dir. Nord	0+780	0+890	3	117	351
dir. Sud	4+860	4-990	3	126	378
dir. Sud	7+100	7+240	4	150	600
dir. Sud	7+600	7+750	3	150	450
dir. Sud	9+770	10+060	3	291	873
dir. Nord	10+830	10+980	3	153	459
dir. Sud	12+100	12+240	3	138	414
dir. Sud	13+510	13+630	3	123	369
dir. Nord	13+840	13+970	3	129	387
dir. Nord	14+940	15+020	3	78	234
dir. Nord	15+260	15+460	3	201	603
dir. Nord	15+820	15+970	3	150	450
dir. Nord	16+330	16+640	4	306	1224
dir. Sud	16+930	17+290	4	363	1452
dir. Nord	17+080	17+320	4	234	936
dir. Sud	18+480	18+640	3	159	477
dir. Sud	19+360	19+490	3	129	387
dir. Nord	19+860	20+000	3	141	423
dir. Sud	23+100	23+260	3	156	468

Le barriere antirumore previste sono fonoassorbenti in alluminio per garantire la migliore efficacia acustica.

A titolo esemplificativo, di seguito si riporta il tipologico di una 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'aumento 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.	α
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).

6.6.2 Interventi diretti sui ricettori

Come già prima riportato, si ricorda che il D.P.R. sul rumore da traffico stradale prevede espressamente la possibilità di ricorrere a interventi diretti sui ricettori qualora considerazioni di carattere tecnico, economico od estetico rendano difficoltosi gli interventi sulla sorgente o con pannelli antirumore.

Gli obiettivi di mitigazione adottati, espressi in termini di livello sonoro equivalente in ambiente interno sono i seguenti:

LeqLIMi = 40 dB(A) nel periodo notturno per gli edifici residenziali

LeqLIMi = 45 dB(A) nel periodo diurno per le scuole

A seguito delle attività descritte al paragrafo 6.4 sono stati individuati gli edifici o le "porzioni di edifici" i cui livelli di esposizione al rumore risultano eccedenti i valori ammissibili in facciata dopo gli interventi di bonifica con barriere e pavimentazioni antirumore.

In particolare, dall'analisi delle simulazioni acustiche, a valle della verifica di concorsualità, della definizione dei limiti di soglia e del dimensionamento delle barriere acustiche, si sono riscontrate alcune eccedenze dai limiti di norma per il ricettore scolastico R45 (per il quale sono ampiamente rispettati i limiti interni diurni di 45 dB(A)) e, esclusivamente nel periodo notturno, in corrispondenza dei seguenti ricettori: R543, R546, R556.

Per proteggere tali ricettori, frontistanti la complanare di progetto, non risulta possibile collocare barriere antirumore sul ciglio della complanare stessa, a causa degli accessi alle abitazioni. Si è pertanto prevista una barriera sul ciglio della piattaforma stradale principale, mitigando le eccedenze residue con finestre antirumore. Si sottolinea che i livelli indicati nell'Allegato *Simulazioni acustiche e verifica di concorsualità* sono per ciascun piano del ricettore, relativi alla facciata più esposta. Per tali edifici sono stati analizzati anche i livelli in corrispondenza delle altre facciate e definiti i piani da proteggere, come riportato nella tabella riassuntiva seguente.

Comune	Ricettore n.	Dest.d'uso	Piani f.t.	Piani intervento	Finestre da sostituire	
					Finestre frontali (m ²)	Finestre laterali (m ²)
Orbetello	543	Residenziale	2	1-2	10	-
Orbetello	556	Residenziale	1	1	6	-
Orbetello	546	Residenziale	1	1	3	-

	(m ²)
Totale	19

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, ad eccezione di un ricettore scolastico presso cui si verificano lievi eccedenze, per il quale vengono ampiamente rispettati i limiti interni e dei tre ricettori residenziali per i quali è prevista la sostituzione degli infissi con finestre antirumore, 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 e Capalbio (vedi elaborato SUA 0329+0333 *Zonizzazione acustica*, 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, scolastici, ricettivi. Il periodo di riferimento è quello notturno (diurno per le scuole), in quanto i limiti sono più restrittivi. Come detto, per i 6 ricettori eccedenti nello scenario post mitigazioni, sono ampiamente rispettati i limiti interni (R45 – 2 piani abitativi) oppure è prevista la sostituzione degli attuali infissi con finestre antirumore (R543 - 2 piani abitativi, R546 - 1 piano abitativo, R556 - 1 piano abitativo).

Scenario ante operam – periodo notturno	
n° ricettori	495

entro limiti norma	440
fuori limiti norma	55

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 del Lotto 5B dell'Autostrada A-12 Rosignano-Civitavecchia.

Le informazioni di natura topografica sono state estrapolate dalla cartografia del progetto in scala 1:1.000.

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 interamente nel territorio comunale di Orbetello.

Nel presente studio si sono pertanto assunti i limiti assoluti di immissione stabiliti dalle zonizzazioni acustiche del Comune di Orbetello e del Comune di Capalbio.

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. I livelli notturni non sono stati presi in considerazione in quanto non si prevedono lavorazioni di notte.

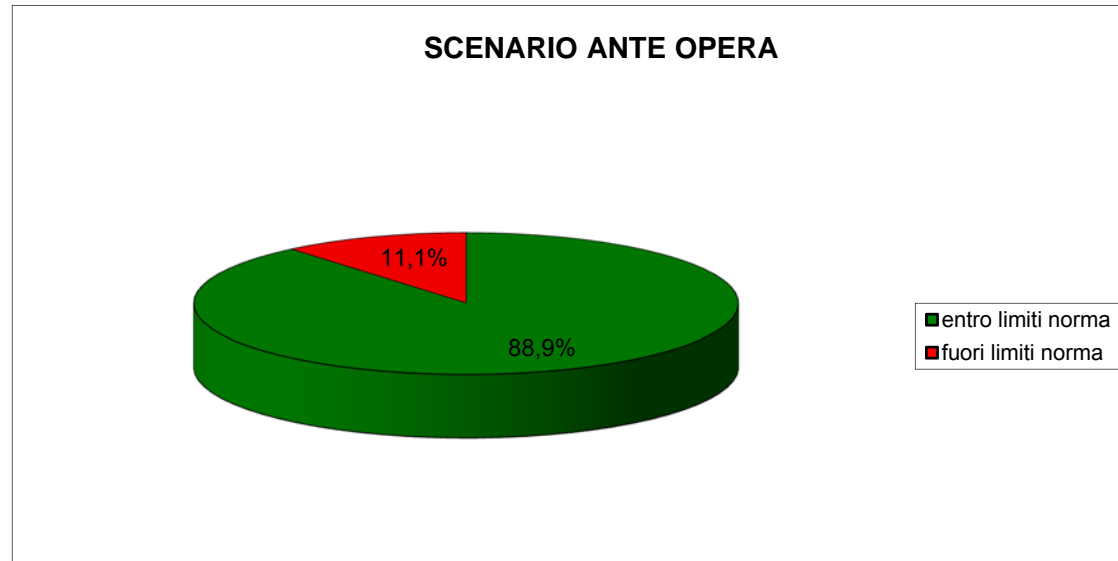
E' stato inoltre verificato il criterio differenziale come previsto dall'art. 4 del DPCM 14/11/97.

6.8.2 Modello previsionale

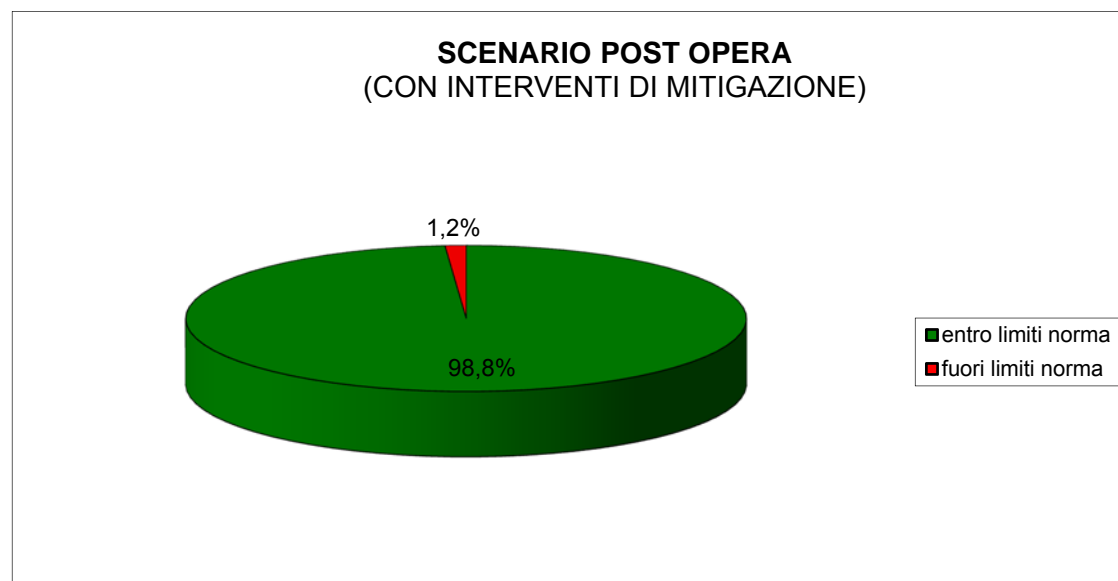
Le previsioni dell'impatto indotto dalle fasi di cantiere sono state definite con l'utilizzo del software di simulazione MITHRA; si rimanda ai par. 6.4.1 per la descrizione delle caratteristiche del modello.

I dati di input del modello utilizzati per le simulazioni degli impatti di cantiere sono i seguenti:

- caratteristiche terreno (Terreno): $\sigma = 300$
- angolo in cui la linea viene vista dal ricettore (Angolo): $\varnothing = 360^\circ$
- 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: 13° C



Scenario post operam – periodo notturno (con interventi mitigazione)	
n° ricettori	495
entro limiti norma	489
fuori limiti norma	6



6.8 L'impatto acustico in fase di cantiere

- umidità: 75 %.

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 5B 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. km 17+500. della nuova A12 ed il secondo (identificato con CO1) alla progressiva km 1+900.

L’area di cantiere **CB1** è stata suddivisa in due sub-aree, al cui interno sono stati previsti:

- Campo Base
- Cantiere Operativo
- Area di Caratterizzazione Terre

Campo Base

Il campo base occupa una superficie di circa 15.000 mq ed in esso trovano collocazione le baracche ed i servizi di cantiere.

Tutta l’area di cantiere, cui l’accesso è consentito da un cancello carrabile, e le varie zone interne saranno opportunamente delimitate da recinzioni.

La superficie del cantiere dovrà essere completamente asfaltata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato e 6 cm di tappeto di usura.

In particolare nel campo sono collocati:

- dormitori per le maestranze per un numero ipotizzato 60 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 51 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;
- container rifiuti.

Per le caratteristiche di tali manufatti si rimanda alle specifiche tavole di progetto.

Nel Campo Operativo troverà sede anche il punto di presidio 118.

Cantiere Operativo

Il cantiere operativo, di superficie pari a 14.700 mq, ospita: un’area di stoccaggio all’aperto, uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

Nel Campo Operativo troverà sede un’apposita area recintata al cui interno è ubicato l’impianto di depurazione (chiariflocculazione con sedimentazione finale, disoleatura e correzione del ph con vasca di recupero).

L’area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni.

La superficie del cantiere sarà completamente asfaltata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso (binder+ tappeto di usura).

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato da realizzarsi secondo quanto indicato dai disegni esecutivi ed in ogni caso dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.

Il deposito di carburante è conforme alla normativa vigente in materia (D.M. 19/03/1990 n. 76.)

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. officina e depositi
5. magazzino
6. parcheggio autovetture
7. punto incontro emergenza 118
8. box locale spogliatoi – wc – ricovero
9. riserva idrica per gli usi di cantiere (escluso wc)
10. area stoccaggio materiali
11. container rifiuti.

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, prevedere un’area la cui superficie totale è pari a circa 13.600 mq.

L’area verrà pavimentata, mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso (binder+ tappeto di usura), in modo da creare un piano di posa impermeabile. Le acque di piazzale saranno raccolte e trattate (sedimentazione-disoleatura) prima di essere recapitate attraverso una tubazione dedicata che ne permetterà il campionamento separato.

Nelle aree troveranno sede i cumuli di campionamento, realizzati a base rettangolare di altezza massima pari a 6 metri, con pendenza scarpate 1/2.

Nell'area di cantiere sono previsti, inoltre, spazi per:

1. sosta mezzi di cantiere
2. box locale ufficio

Il cantiere operativo **CO1**, di superficie pari a 6.400 mq, ospita: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

Nel Campo Operativo troverà sede anche il punto di presidio 118 e VV.FF..

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni secondo le indicazioni contenute nelle tavole del progetto esecutivo e con caratteristiche e dimensioni previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.

La superficie del cantiere sarà completamente asfaltata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso (binder+ tappeto di usura).

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato da realizzarsi secondo quanto indicato dai disegni esecutivi ed in ogni caso dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.

Il deposito di carburante è conforme alla normativa vigente in materia (D.M. 19/03/1990 n. 76.)

Nell'area di cantiere sono previsti, inoltre, spazi per:

1. serbatoi carburanti < 9 mc
2. gruppi elettrogeni in ambiente insonorizzato
3. parcheggio autovetture
4. punto incontro emergenza 118
5. box uffici
6. box locale spogliatoi – wc – ricovero
7. riserva idrica per gli usi di cantiere (escluso wc)
8. container rifiuti.

Per l'emergenza sanitaria è previsto punto di raccolta con parcheggio dedicato ai relativi mezzi di soccorso.

Area di Caratterizzazione Terre

Per poter effettuare la caratterizzazione chimica dei materiali terrosi provenienti dagli scavi è necessaria, 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, prevedere un'area la cui superficie totale è pari a circa 4.100 mq.

All'interno dell'area trova ubicazione, in un'apposita zona recintata, l'impianto di depurazione (chiariflocculazione con sedimentazione finale, disoleatura e correzione del ph con vasca di recupero).

L'area verrà pavimentata, mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso (binder+ tappeto di usura), in modo da creare un piano di posa impermeabile. Le acque di piazzale saranno raccolte e trattate (sedimentazione-disoleatura) prima di essere recapitate attraverso una tubazione dedicata che ne permetterà il campionamento separato.

Nelle aree troveranno sede i cumuli di campionamento, realizzati a base rettangolare di altezza massima pari a 6 metri, con pendenza scarpate 1/2.

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 4 in trincea rispetto al piano campagna attuale fino ad un valore massimo di circa 6 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 (e a maggior ragione nel caso della galleria artificiale ad Orbetello Scalo), 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 sul Collettore Orientale
- Viadotto sul Torrente Osa

- Viadotto sul Fiume Albenga

Nel seguente studio è stato considerato comunque lo scenario di realizzazione *ex novo* del viadotto. Pertanto, le emissioni sonore calcolate per tale fase costruttiva devono essere considerate cautelative.

6.7.3.1 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.

6.7.3.2 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.

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

Distanza da asse tracciato (m)	Leq sbancamento e formazione cassonetto dB (A)	Leq formazione rilevato dB(A)	Leq formazione pavimentazione stradale dB (A)
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 6.6.

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 (vedi paragrafo 6.4), 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 6.5 sottostante.

Tabella 6.2 - Livelli sonori fase di costruzione – realizzazione rilevato

Distanza da asse tracciato (m)	Leq sbancamento e formazione cassonetto dB (A)	Leq formazione rilevato dB(A)	Leq formazione pavimentazione 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

Tabella 6.3 - 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 6.4 - 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

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 6.6 - 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

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:

6.8.4 Interventi di mitigazione

Nella tabella 6.10 di seguito riportata 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, il numero dell'elaborato grafico "Carta dei ricettori e degli interventi di mitigazione" di riferimento del ricettore interessato, l'identificativo del ricettore di cui si prevede l'eccedenza, il livello sonoro prodotto dalle lavorazioni al ricettore¹³ e gli eventuali interventi mitigativi previsti.

Tabella 6.5 - 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

Tabella 6.7 - Eccedenze di cantiere – Lotto 5B - 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. di mitigazione
0+600	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	003	67,0	66,4	69,7	3,3	
0+850	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	005	67,0	72,1	73,3	1,2	
1+950	Fronte lavori	Orbetello	III	60	738	60,8	52,6	61,4	8,8	
1+950	Fronte lavori	Orbetello	III	50	045	61,7	52,8	62,2	9,4	
2+150	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	026	68,5	56,6	68,8	12,2	
3+600	Fronte lavori	Orbetello	III	60	099	62,6	43,9	62,7	18,8	
3+600	Fronte lavori	Orbetello	III	60	100	65,1	42,8	65,1	22,3	
10+900	Fronte lavori	Orbetello	III	60	216	60,8	37,8	60,8	23	
17+100	Fronte lavori	Orbetello	III	50	589	52,3	53,0	55,7	2,7	

¹³ I livelli sonori sono relativi allo scenario senza mitigazioni.

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. di mitigazione
17+200	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	556	67,0	71,8	73,0	1,2	B.F.P.M. ¹⁴
17+200	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	546	67,0	71,8	73,0	1,2	B.F.P.M.
17+250	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	543	67,0	72,2	73,3	1,1	B.F.P.M.
17+300	Cant. CB1	Orbetello	IV	65	600	67,0	64,2	68,8	4,6	H = 4 m; L=70 m
17+600	Cant. CB1	Orbetello	IV	65	607	68,5	51,9	68,6	16,7	H = 4 m; L=100 m
17+850	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	608	67,0	70,6	72,2	1,6	
17+850	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	613	67,0	71,7	73,0	1,3	
17+900	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	610	67,0	62,5	68,3	5,8	
18+550	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	632	68,5	73,6	74,8	1,2	
18+600	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	630	68,5	74,5	75,5	1	
19+450	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	640	68,5	74,6	75,6	1	
19+450	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	641	67,0	63,2	68,5	5,3	
19+450	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	644	67,0	60,6	67,9	7,3	
19+850	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	649	67,0	71,5	72,8	1,3	
19+900	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	654	68,5	76,4	77,1	0,7	
19+900	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	655	68,5	74,2	75,2	1	
23+700	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	723	67,0	66,4	69,7	3,3	
23+800	Fronte lavori	Orbetello	IV	65	719	67,0	73,0	74,0	1	

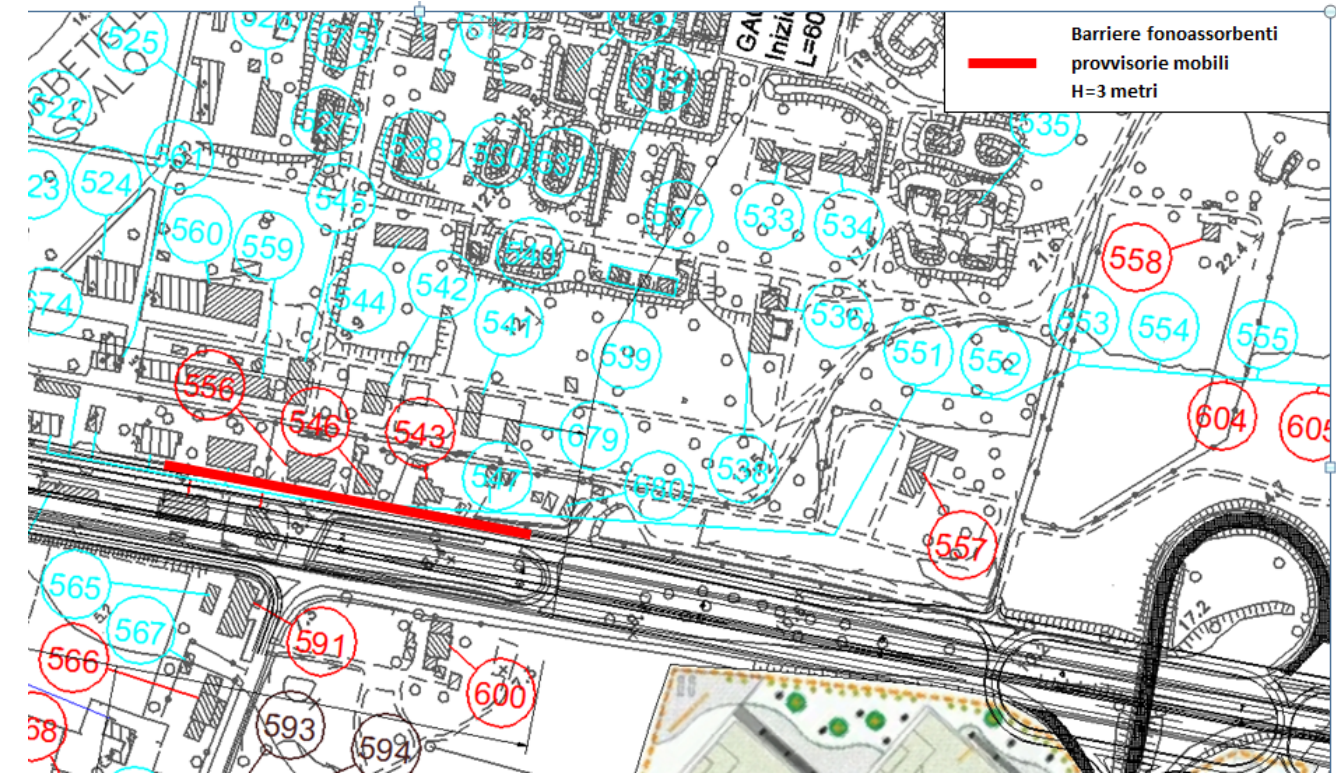


Figura 6.1 - Barriere fonoassorbenti provvisorie mobili.

Per i ricettori isolati e sparsi lungo il tracciato del lotto 5B 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. Ove l'opera lambisce il nucleo residenziale di Orbetello Scalo, all'altezza della prog. 17+200, si prevede l'installazione di barriera fonoassorbente provvisoria mobile, di lunghezza totale pari a ca. 200 metri, per la durata delle lavorazioni nella tratta autostradale indicata (vedi figura sottoriportata).

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 sarà necessario porre in opera interventi di mitigazione (barriere antirumore di altezza pari a 4 metri), sia a protezione del ricettore n.600 (lunghezza barriera pari a metri 70), sia del ricettore 607 (lunghezza barriera pari a metri 100), appartenenti alla classe acustica IV, per i quali si prevedono eccedenze dai limiti di norma (vedi figura sottostante), mentre per il cantiere CO, a causa della distanza che intercorre fra la recinzione di cantiere ed i più vicini ricettori presenti (appartenenti alle classi V e V) non si verificheranno eccedenze dai limiti di norma. Per ogni area di cantiere sarà prevista comunque, a maggior protezione dei ricettori, la collocazione di dune perimetrali in terra alte circa 2 metri.

¹⁴ Barriere fonoassorbenti provvisorie mobili H=3 metri

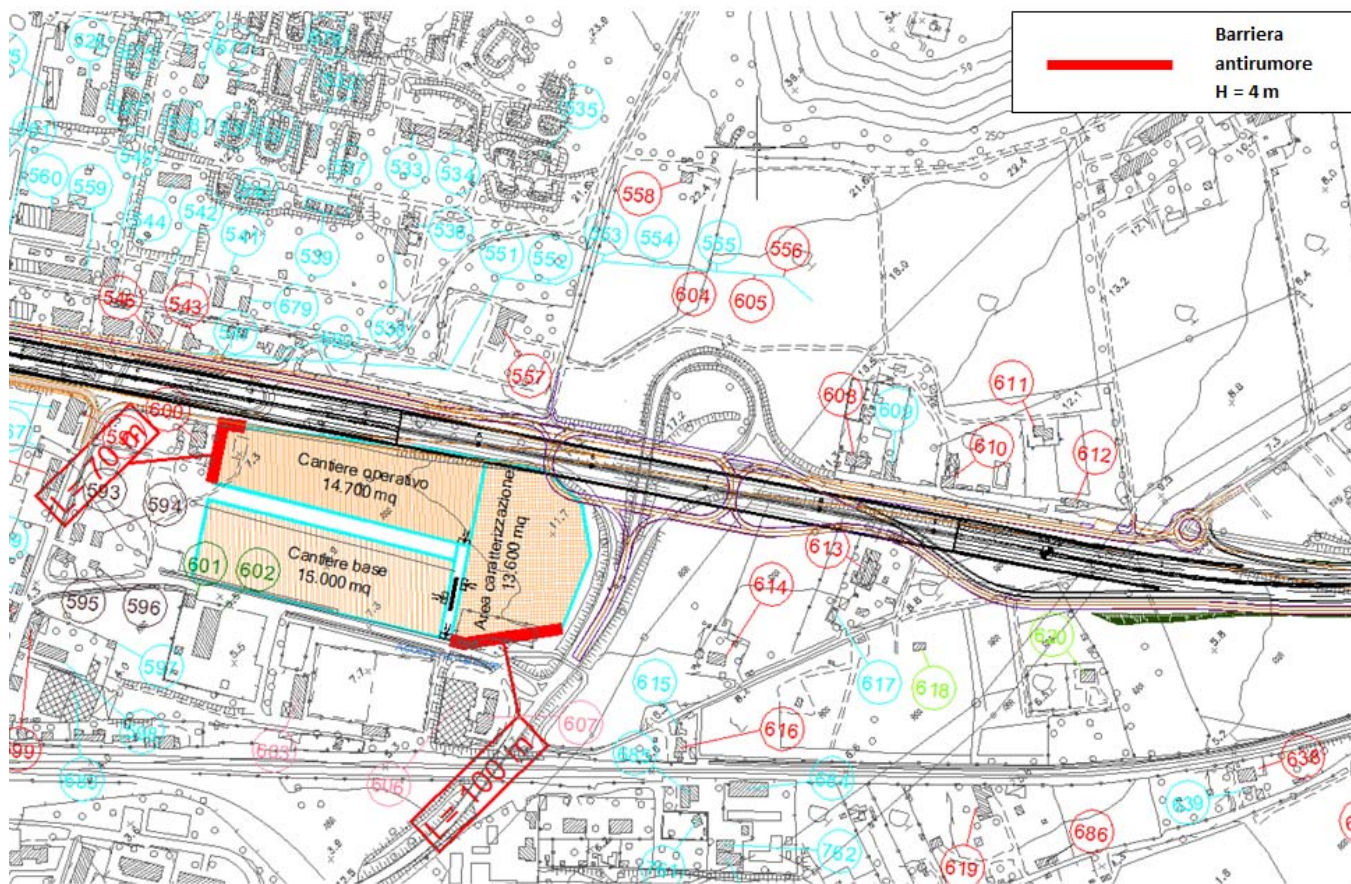


Figura 6.2 - Barriera antirumore cantiere fisso.

In merito ai valori del livello differenziale si precisa che in termini di livello sonoro ambientale, dato il livello sonoro residuo indotto dalla SS Aurelia¹⁵, il contributo dei cantieri comporta innalzamenti dei livelli sonori contenuti. Nei tratti in variante i valori del livello differenziale risultano invece più consistenti.

¹⁵ Le lavorazioni per la realizzazione dell'infrastruttura stradale avverranno "sotto traffico".

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.

7.1.1 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.

7.1.2 Valutazione dell'impatto vibrazionale generato dalle attività di costruzione

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^2 (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.

7.1.3 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.

7.1.4 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 seguente sono presentate le ipotesi prese a base delle elaborazioni.

Scenari di cantiere analizzati

Scenario No.	Descrizione attività cantiere	Macchinari presenti
1	Realizzazione rilevato	Autocarri Escavatore Dozer Rullo vibrante
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.

7.1.5 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.

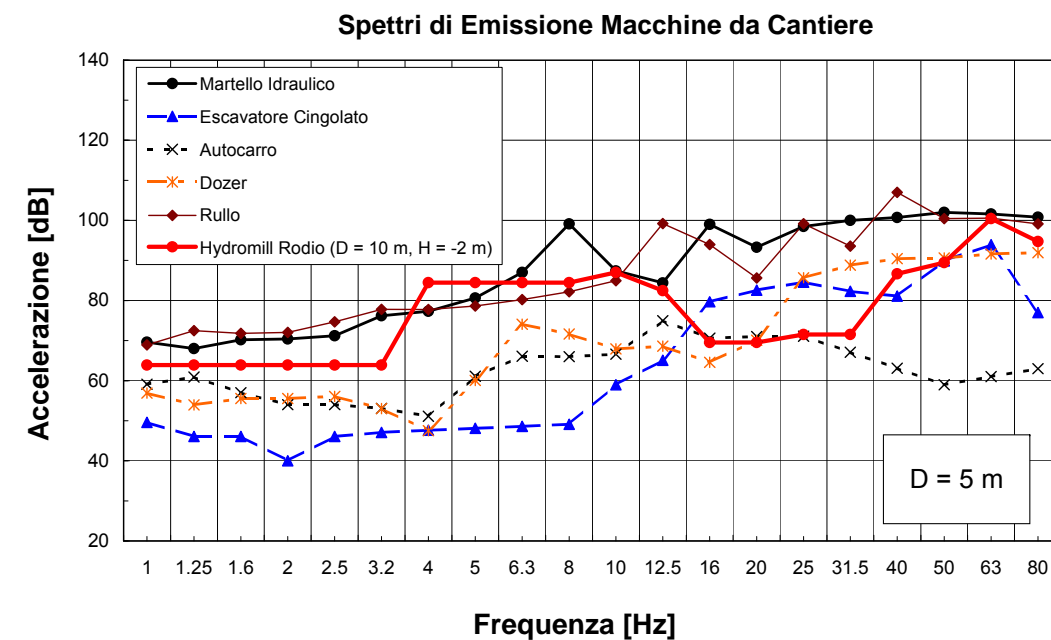


Figura 7.1 - Spettri di sorgente sperimentali dei macchinari da cantiere, misurati a 5 m di distanza dalla sorgente.

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.

7.1.6 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 nella sua parte iniziale fino al km 1+700 passa attraverso alluvioni fluviali recenti.

Successivamente, fino alla progr. 2+270 il tracciato incontra la formazione dei galestri e palombini.

Nei successivi 200 metri circa si ha la presenza di calcare cavernoso.

Dal km 2+800 circa fino al km 3+500 si riscontra la presenza di flysh calcareo marnoso, per poi ritrovare, per i successivi 200 m, la formazione del calcare cavernoso.

Dal km 3+700 fino al km 4+300 il tracciato passa attraverso depositi di alluvioni fluviali recenti per incontrare successivamente, fino all'altezza della progressiva 8+200, depositi di di transizione, di retrospiaggia ed alluvionali.

Il tracciato fino al km 12+100 si sviluppa su alluvioni fluviali recenti. Successivamente, fino al km 15+400, si riscontra la presenza di sabbie rosse. Dalla progressiva km 15+400 al 17+200 il tracciato incontra depositi di transizione, di retrospiaggia ed alluvionali per poi trovare alluvioni fluviali recenti per i successivi 500 metri. Fino alla progressiva 20+800 si trovano depositi di spiaggia ed eolici.

Seguono 200 metri di detriti di versante per incontrare fino al km 22+700 calcareniti e calcari marnosi.

Dopo aver attraversato per 300 metri detriti di versante, il tracciato si sviluppa sino al termine su dune antiche con sabbia bruna passante a rossa più o meno cementata.

7.1.7 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:

$$L(x) = L(x_0) - \sum_i A_i$$

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 7.1

Tabella 7.1 - Valori tipici di densità, velocità di propagazione e fattore di perdita.

Tipo di terreno	Densità [T/m ³]	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:

$$A_i = 20 \cdot \log\left[\frac{1 + d_c \cdot c_c / d_a \cdot c_a}{2}\right]$$

dove:

d_c, d_a = densità dei suoli "c" e "a"

c_c, c_a = 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 7.1 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 verificherebbe 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/S2) [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/S2) [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.

7.1.8 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).

7.1.9 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).

7.1.10 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.

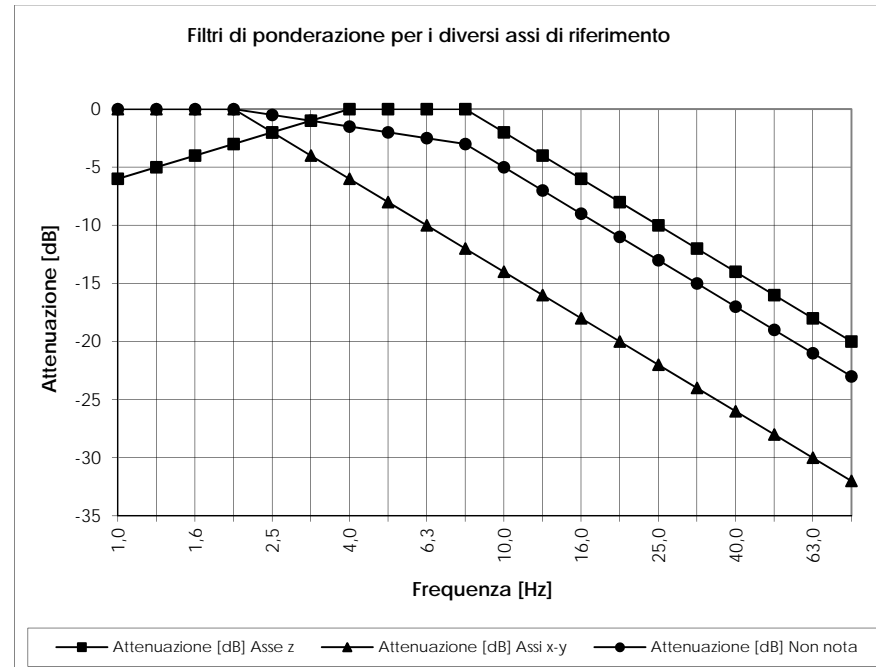


Figura 7.2 - Attenuazione dei filtri di ponderazione per diverse posture dell'individuo (UNI 9614).

Tabella 7.6 - Valori limite di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614)

Luogo	Accelerazione [m/s ²]	L [dB]
Aree critiche	3.3 * 10 ⁻³	71
Abitazioni (notte)	5.0*10 ⁻³	74
Abitazioni (giorno)	7.2*10 ⁻³	77
Uffici	14.4*10 ⁻³	83
Fabbriche	28.8*10 ⁻³	89

7.1.11 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

7.2 Conclusioni

I livelli emissivi, in termini di accelerazione complessiva ponderata secondo gli assi combinati, considerando i filtri di ponderazione di Figura 7.2, 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 dalla Tabella 5, 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 lineari per la realizzazione dei viadotti: 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 lineari per la realizzazione dei viadotti: 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 esposte si ottiene la Tab. 7.7 - 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, il numero dell'elaborato grafico "Carta dei ricettori e degli interventi di mitigazione" di riferimento, 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+600	Rilevato/Trincea	Orbetello	003	1	Commerciale	10
0+850	Rilevato/Trincea	Orbetello	005	3	Residenziale	10
1+950	Rilevato/Trincea	Orbetello	045	3	Ed. Scolastico	30
2+150	Ril/Trinc/Opera d'arte	Orbetello	026	2	Residenziale	15
2+150	Ril/Trinc/Opera d'arte	Orbetello	027	2	Residenziale	30
2+200	Rilevato/Trincea	Orbetello	053	2	Residenziale	35
3+600	Viadotto	Orbetello	099	2	Residenziale	40
3+600	Viadotto	Orbetello	100	1	Residenziale	25
12+200	Rilevato/Trincea	Orbetello	246	1	Residenziale	25
12+200	Rilevato/Trincea	Orbetello	247	1	Residenziale	25
13+900	Rilevato/Trincea	Orbetello	353	2	Residenziale	25
15+000	Rilevato/Trincea	Orbetello	405	1	Residenziale	10
16+200	Rilevato/Trincea	Orbetello	480	1	Commerciale	25
16+400	Rilevato/Trincea	Orbetello	468	2	Residenziale	15
16+550	Rilevato/Trincea	Orbetello	481	2	Struttura militare	10
17+100	Rilevato/Trincea	Orbetello	591	3	Residenziale	10
17+200	Rilevato/Trincea	Orbetello	556	1	Residenziale	10
17+200	Rilevato/Trincea	Orbetello	546	1	Residenziale	10
17+200	Rilevato/Trincea	Orbetello	543	2	Residenziale	10
17+250	Rilevato/Trincea	Orbetello	600	1	Residenziale	15
17+850	Rilevato/Trincea	Orbetello	608	3	Residenziale	15
17+850	Rilevato/Trincea	Orbetello	610	2	Residenziale	15
17+850	Rilevato/Trincea	Orbetello	613	1	Residenziale	15
18+550	Rilevato/Trincea	Orbetello	632	2	Residenziale	5
18+600	Rilevato/Trincea	Orbetello	630	2	Residenziale	5

Progr. (Km)	Tipologia cantiere	Comune	ID	Piani f. t.	Destinazione d'uso	Distanza ciglio (m)
19+450	Rilevato/Trincea	Orbetello	640	2	Residenziale	5
19+450	Rilevato/Trincea	Orbetello	644	1	Residenziale	20
19+450	Rilevato/Trincea	Orbetello	641	1	Residenziale	20
19+850	Rilevato/Trincea	Orbetello	649	1	Commerciale	10
19+900	Rilevato/Trincea	Orbetello	654	2	Residenziale	5
19+900	Rilevato/Trincea	Orbetello	655	2	Residenziale	10
22+850	Rilevato/Trincea	Orbetello	702	1	Commerciale	20
23+160	Rilevato/Trincea	Orbetello	708	2	Residenziale	20
23+700	Rilevato/Trincea	Orbetello	723	2	Residenziale	15
23+800	Rilevato/Trincea	Orbetello	719	2	Uffici	15

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 del viadotto la realizzazione dei pali di fondazione delle pile o 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 Orbetello approvato con Del. C.C. n. 16 nella seduta del 19/03/2007
- Variante al Regolamento Urbanistico del comune di Orbetello approvata con del. C.C. n. 34 del 22.06.2012.
- Piano Strutturale del comune di Capalbio approvato dal Consiglio Comunale con Delibera n. 25 del 3 luglio 2008.
- Regolamento Urbanistico del comune di Capalbio divenuto efficace il 18/04/2012 data di pubblicazione dell'avviso di avvenuta approvazione sul B.U.R.T n.16.
- 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 – tav.1/2 e tav. 2/2" (elab. SUA339÷340) e "Carta della percezione visiva - tav.1/2 e tav. 2/2" (elab. SUA341÷342).

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/trasmisione 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 rappresenta in parte un intervento ex novo ed in parte un ampliamento di una viabilità esistente che, come si vedrà, nel seguito considerato 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 5B, dallo sviluppo complessivo di 23.597 km, si attesta all'interno della provincia di Grosseto (Regione Toscana) e principalmente nel territorio del comune di Orbetello; solo per circa 250 m., nel tratto finale, ricade nel territorio del comune di Capalbio.

Il tracciato ricade nella "Maremma" all'interno dell'ambito di paesaggio "Bassa maremma e ripiani tufacei". Per le indicazioni relative agli obiettivi del piano regionale relativamente al sistema paesaggistico interessato si rimanda al Quadro di riferimento programmatico.

Di seguito si illustrano i caratteri generali dell'ambito in cui ricade il tracciato oggetto della presente analisi ambientale.

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, Orbetellano e Argentario appartennero allo Stato Senese fino al 1555-57, quando, come Presidios 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 capalbiense 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 elargarono 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-Capalbiense 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 province 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 è posto 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 5B si sviluppa lungo la sede della SS1 Aurelia nei seguenti tratti:

- dal km 0+000 al km 2+400 circa;
- dal km 16+550 circa al km 18+550 circa;
- dal km 20+150 circa fino a fine progetto (km 24+295).

Gli interventi previsti per i suddetti tratti sono attuati all'interno della fascia di rispetto stradale. Dall'abitato di Fonteblanda fino ad Orbetello Scalo e dal km 18+550 circa al km 20+150 circa, il progetto si discosta dalla sede stradale dell'Aurelia attuale per attraversare territori aperti ed affiancarsi lungo la linea ferroviaria.

Per quanto attiene i vincoli paesaggistici (D. Lgs. 42/04) il tracciato attraversa (vedi elab. "Carta dei vincoli e delle aree di tutela" – SUA109÷110 del Quadro di riferimento programmatico).

- la fascia di tutela fluviale (art. 142 lett. c) del Fiume Albenga (dal km 9+500 al km 10+000 circa);
- i territori contermini ai laghi, (art.142 lett. b), rispettivamente della Laguna di Orbetello di Ponente (dal km 15+000 circa al km 15+800 circa) e della Laguna di Orbetello di Levante (dal km 18+300 circa al km 20+000 circa);
- porzioni di territori coperti da boschi (art. 142 lett. g) lungo diversi tratti del tracciato, soprattutto nel tratto iniziale e finale,;
- parchi, riserve naturali e regionale (art. 142 lett. f), ovvero Parco della Maremma: Area Contigua (dal km 0+000 circa al km 3+950 circa);
- uso civico (art. 142 lett. h) nel comune di Orbetello (Capalbio attualmente risulta con iter procedurale non completato o con istruttoria d'accertamento interrotta);
- due aree di interesse archeologico (art. 142 lett. m), individuate dal Comune di Orbetello, dal km 3+500 circa al km 5+950 circa, e per un breve tratto, dal km 20+280 circa al km 20+370 circa;
- aree dichiarate di notevole interesse pubblico (art. 136) della zona del "Sistema montuoso al limite Est della Laguna di Orbetello da Località sette finestre a località Parrina".(dal km 10+900 al km 13+400 circa, dal km 16+500 circa fino al km 23+050 circa), della "Zona dell'abitato del capoluogo e della fascia costiera ai limiti della laguna in comune di Orbetello" (dal km 13+400 circa al km 22+600) e della "Zona del Poggio di Capalbiaccio" (dal km 23+050 circa fino a fine progetto).

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".

Poiché il territorio interessato dal progetto presenta innumerevoli aree sottoposte a vincolo e la carta dei vincoli e delle aree di tutela (elab. SUA109÷110) potrebbe risultare di difficile lettura, si riporta di seguito uno schema delle aree naturali protette incluse nella rete di Rete Natura 2000.

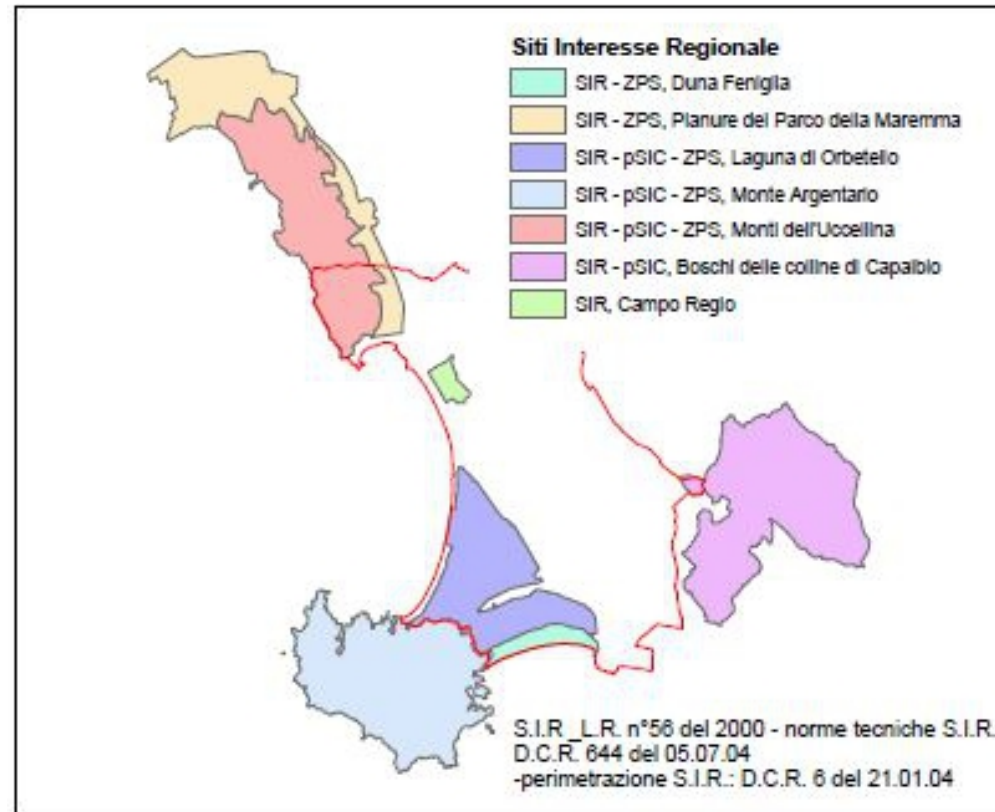


Figura 8.1 – Schema delle aree afferenti alla Rete Natura 2000.

Tali aree non vengono interferite direttamente a meno di un breve tratto di circa 800 m., dal km 4+060 al km 4+900, dove il progetto attraversa il Sito di Interesse Regionale di Campo Regio (SIC IT51A0101).

Per questi 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" (elab. SUA 339+340) 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,
- Verde attrezzato,
- Boschi/Macchia,

- Spiaggia,
- 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
- Elettrodotto Ferroviario RFI
- Idrografia
- Filari di alberi
- Siepi arboree/arbustive

AMBITI DI PAESAGGIO OMOGENEO (fonte: PIT Regione Toscana)

- Bassa Maremma e ripiani tufacei: Orbetello,
- Bassa Maremma e ripiani tufacei: Capalbio,
- Identità Morfologiche territoriali (fonte: PTCP Grosseto)

A.R.P.A. Ambiti a ridotto potenziale antropico (fonte: PTCP Grosseto)

BIOTOPI

SIN: SITO DI BONIFICA DI INTERESSE NAZIONALE (Area ex-SITOCO – perimetrazione a terra).

Il tracciato ricadente nel comune di Orbetello, attraversa molteplici sistemi di paesaggio complessi ed articolati, per poi terminare nel comune di Capalbio, in un ambito di pianura connotato da paesaggio agrario. Il territorio si presenta come una fascia pianeggiante che corre parallela alla costa, connotata da una fitta rete di canali e corsi d'acqua che segnano il paesaggio. La rigorosa geometria, segno della bonifica, è dettata dalle maglie poderali coltivate a seminativi. Diverse sono le piccole aziende agricole e i nuclei e aggregati rurali che gravitano intorno al progetto. In corrispondenza di Fonteblanda il paesaggio cambia, una modesta corona collinare caratterizza questa porzione di territorio fino al Torrente Osa. Il territorio riassume nuovamente l'aspetto di una pianura fertile dove gli elementi forti e caratterizzanti il paesaggio sono costituiti dai due corsi d'acqua principali - il Fiume Osa ed il Fiume Albenga e relativa vegetazione ripariale - dalla fitta rete di canali con una geometria complessa e dai viali alberati che corrono lungo le arterie viarie principali e secondarie. Di scarso pregio architettonico e rari sono i poderi presenti. Il tracciato prosegue addossandosi nelle vicinanze della laguna di Orbetello, due specchi d'acqua salmastra ad elevata valenza ambientale e paesaggistica, contenuti da tomboli

sabbiosi. In questa porzione di territorio si segnalano diversi insediamenti industriali tra cui emerge il complesso produttivo dismesso dell'ex-Sitoco e l'Impianto a rischio di incidente rilevate dell'Azienda Sipe Nobel S.r.l.

Le aree coltivate sono caratterizzate da maglie ortogonali e parallele all'andamento della laguna; le strade presenti hanno andamento rettilineo rigorosamente geometrico, tranne per quelle che gravitano intorno all'area della Laguna. Oltre il perimetro lagunare, fino al confine comunale con Capalbio, si estende una zona di colline coperte da fitta boscaglia. Edifici o nuclei rurali ed insediamenti industriali di medie dimensioni si collocano ai piedi delle pendici dei rilievi. Entrando nel Comune di Capalbio il tracciato si inserisce nuovamente in un ambito di pianura a bassa quota con valenza testimoniale e paesistico.

La Via Aurelia, antica strada consolare di epoca romana, insieme alla linea ferroviaria Pisa-Roma, ricoprono un importante ruolo strutturante a livello locale, ma costituiscono anche un effetto barriera tra la piana e la costa, aggravato dall'alta concentrazione insediativa a carattere principalmente artigianale - industriale e commerciale nella fascia delimitata dalle due infrastrutture.

Di seguito si sono approfonditi gli ambiti attraversati dal progetto (fonte: Piano Strutturale del comune di Orbetello: Approfondimento del paesaggio e PTCP di Grosseto):

Sistemi del paesaggio agrario, zone umide, bassa costa e rilievi costieri boscati: COMUNE DI ORBETELLO

Il tracciato di progetto attraversa nel tratto iniziale la Piana dell'Uccellina. Forma una fascia pianeggiante 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 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. E' presente un 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.



Figura 8.2 - Elementi caratterizzanti il paesaggio agrario.

In prossimità di Fonteblanda il progetto attraversa una vera e propria corona collinare di modesta elevazione che da un lato conclude l'insenatura del Golfo con l'altura di Talamone, dall'altro costituisce l'estrema propaggine del versante settentrionale della Valle dell'Osa col Poggio di Talamonaccio che ne sovrasta la foce. Questi due poggi traggono ulteriore valore ambientale dalla reciproca vicinanza: il secondo, più elevato, è coperto da una rada macchia mediterranea, che trova poca presa sull'aspro dorso sassoso di questo panoramico semipromontorio; il primo, meno scabro e più verdeggiante, appare anche più strutturato dal lavoro dell'uomo lungo i versanti, tra cui si inserisce il percorso alberato per la villa patrizia posata con naturalezza sulla sua sommità. Il Poggio di Talamonaccio, di elevato valore paesaggistico, raggiunge un'altezza massima di 106 m. sul livello del mare. La sua cima, che spicca nel paesaggio collinoso che si stende verso est, costituisce un punto di riferimento visibile da lontano.

Dal Torrente Osa fino alla zona industriale di Le Topaie il tracciato attraversa “La Piana dell’Osa-Albegna”. La Piana è una pianura molto fertile solcata da due fiumi (Osa ed Albegna) e da un’estesa e fitta rete di canali che si intersecano e segnano fortemente il paesaggio, è caratterizzata quindi da una geometria complessa. Un altro elemento forte sono i viali alberati che danno accesso alle aziende agricole maggiori. Anche la principale arteria statale che percorre tutta la piana è quasi interamente alberata, con l’alternanza di cipressi e pini, tipica della tradizione maremmana. Il comprensorio agricolo è specializzato in colture intensive (vivai, orti, serre), anche se non mancano ampi tratti di seminativi. Vi sono anche allevamenti di bestiame (chianine). Poche sono le aziende agricole con edifici di una certa dimensione ed importanza (La Parrina, San Donato Vecchio, San Donato Centro). La maggior parte dei poderi sono disseminati sul territorio e sono costituiti da edifici piuttosto piccoli, di scarso pregio architettonico e tipologico, attornati da annessi. Nella parte terminale della piana si trova la zona umida di Campo Regio che fa parte delle Aree di Rilevante Pregio Ambientale. Il pregio paesaggistico della Piana sta nel suo armonioso inserirsi e compenetrarsi con le pendici collinari che la circondano e la delimitano.



Figura 8.3 – Elementi caratterizzanti la piana dell’Osa - Albegna

L’area di Campo Regio e del Tombolo Osa Albegna (IGV36) rappresenta un ambito a Ridotto potenziale antropico (A.R.P.A.), dove emergono tre categorie di sensibilità legate alla presenza di corpi idrici, alla configurazione del substrato territoriale, e al patrimonio floristico. In tale area prevale la prevalenza dei fattori idrologici; la fitta rete di corsi d’acqua, fossi e canali ne è la testimonianza. (fonte PTCP Grosseto).

Dalla zona industriale di Le Topaie fino al km 21+190, in prossimità dell’impianto per l’itticoltura, il tracciato percorre prima il paesaggio tipico della Laguna di Orbetello, una zona umida fra i tomboli in varia misura antropizzati e poi un paesaggio tipico della bassa costa, scarsamente antropizzato.

La Laguna di Orbetello si presenta come un’area di elevata specificità ambientale e caratterizzazione paesaggistica, con due specchi d’acqua salmastra contenuti da sottili tomboli sabbiosi e separati da un lingua di terra alla cui estremità sorge Orbetello. Ciascuna componente è fortemente identificata: il tombolo della Feniglia (Riserva Naturale dello Stato) è completamente coperto da pinete e solo alle estremità presenta insediamenti scarsamente definiti; la Giannella ha un carattere variegato, con alternanza di colture, pinete e insediamenti eterogenei fra la duna e il fronte lagunare a carattere paludoso; l’istmo presenta in sequenza il centro storico di Orbetello, una fascia di verde urbano, un quartiere periferico, un’area semirurale e l’insediamento recente dello Scalo, comprendente il ragguardevole complesso produttivo dismesso "Sitoco".

L’area della Laguna di Orbetello rappresenta un ambito a Ridotto potenziale antropico (A.R.P.A.), dove, anche in questo caso, emergono tre categorie di sensibilità legate alla presenza di corpi idrici, alla configurazione del substrato territoriale e al patrimonio floristico. In tale area prevale la prevalenza dei fattori idrologici; gli specchi di acqua salmastra contenuti dai sottili tomboli di Giannella, Feniglia e Orbetello che formano la laguna, la fitta rete di fossi e canali ne sono la testimonianza. (fonte PTCP Grosseto).

Altrove il perimetro lagunare alterna tratti spogli e degradati a formazioni caratteristiche come la pineta di Patanella o il sistema umido presso le Saline. Diffusi gli impianti acquicoli, spesso fattori di elevato impatto idrogeologico e percettivo. L’ecosistema lagunare è arricchito dalla presenza di numerose specie vegetali e animali rare. Nelle aree coltivate le orditure sono per lo più ortogonali o parallele all’andamento della gronda lagunare. Gli insediamenti storici sono legati al controllo militare delle acque: città murata di Orbetello, Torre Saline, Casale della Giannella etc.. Emergono caratteri architettonici peculiari: volumetrie vigorose, continuità del piano di facciata, rivestimento in intonaco chiaro con limitati ricorsi di pietra, plastica ornamentale semplificata, finiture elementari di linea rigorosa. Presenti anche alcuni insediamenti rurali con caratteri ricorrenti (tipi ed aggregazioni semplici, modesta elevazione, muratura in pietra a vista). Gli insediamenti recenti presentano una tipologia quanto mai variegata (dalle residenze improprie nascoste nel verde alle tipiche formazioni suburbane), generalmente da riqualificare. Le strade percorrono le lingue di terra con andamento rettilineo e circuitano la acque mantenendovisi attigue solo nei tratti non paludosi.



Figura 8.4 – La laguna di Orbetello

La bassa costa della Tagliata invece è costituita dal Tombolo, il quale è connotato dal canale di deflusso che unisce il lago di Burano ad Ansedonia (Portus Cosanus) attraverso la Tagliata (costituita dal Tombolo fra mare e ferrovia) presso lo Spacco della Regina. La Duna si presenta con macchia mediterranea discontinua e fascia retrodunale umida non del tutto bonificata. Torri costiere presso la Tagliata e a Macchiatonda. Altrove edifici rurali senza pregio, impianti di acquacoltura, edifici balneari precari. Percorsi sterrati e tracciato ferroviario come margine a monte.

Il tracciato prosegue inserendosi a cavallo tra un territorio caratterizzato da rilievi costieri boscati e un promontorio antropizzato di pregio paesistico (Cosa).

Le colline di Orbetello rappresentano un insieme di colline di natura calcarea, salvo Le Forane (conglomerati oligocenici) e Capalbiaccio (presenza di travertino), e si estendono anche nel comune di Capalbio. L'area è costituita da una parte centrale con declivi più pronunciati, con abbondanza di fenomeni carsici e coperta da una fitta boscaglia (macchia mediterranea e lecci), del tutto priva di abitazioni. Le pendici di questi poggi costituiscono uno dei punti dominanti e panoramici verso la Laguna. Una strada sterrata si snoda invece ai piedi della formazione rocciosa, lievemente rialzata sulla piana: lungo questa strada interessanti elementi del paesaggio sono i muri di cinta da cui si intravedono orti, vigne e olivi sullo sfondo della laguna. Molto interessante dal punto di vista del paesaggio è la formazione sul versante est delle colline, al confine con il comune di Capalbio: una breve pianura (detta il Prataccione) circondata da poggi a cono che sorgono isolati, con numerosi resti di costruzioni romane, di cui la più conosciuta è la Villa delle Sette Finestre. In questa zona le colture sono per lo più estensive, numerose sono le aziende con allevamenti di ovini, il bosco è più rarefatto. La parte centrale della formazione collinare fa parte delle Aree di Rilevante Pregio Ambientale, come

una piccola porzione del Prataccione, corrispondente al poggio su cui sorge la villa delle Sette Finestre. I caratteri dell'attuale struttura proprietaria, ancora composta da appezzamenti di estese dimensioni, nonché la rigogliosa vegetazione a macchia mediterranea, rivelano qui la continuità di un uso comunitario protrattosi nel tempo. Dai compascua romani alle bandite seicentesche ci troviamo infatti di fronte ad un utilizzo delle risorse boschive che ne escludeva l'uso agricolo per privilegiare i diritti di pascolo e di legnatico.

Mentre il piccolo promontorio alquanto acclive, costituito da calcare cavernoso, con presenza di caratteristiche formazioni (Spacco della Regina) costituisce la sommità panoramica dominata dai resti della colonia romana di Cosa. Resti del Portus Cosanus presso lo Spacco della Regina e chiesa romanica di S. Biagio. Pendici a monte parte boscate e parte coltivate. Pendici a mare occupate dall'insediamento turistico a bassa densità di Ansedonia, integrato nella residua macchia mediterranea (permangono numerosi olivi selvatici). Complessi di ville e di edifici moderni, bassi, con sistemazioni a verde accurate e ricorrenti recinzioni in legno di disegno elementare. Emergono le antiche torri costiere, spesso pesantemente rimaneggiate. Strade strette e tortuose, in taluni casi di grande interesse paesaggistico. La zona archeologica è coperta da un oliveto con piante notevoli per dimensioni e forme.

Sistemi del paesaggio agrario: COMUNE DI CAPALBIO

Il tratto di tracciato che si colloca nel Comune di Capalbio, si attesta in un ambito di pianura di bassa quota, interrotta solo in parte da piccoli rilievi collinari. Dal punto di vista geologico l'area è caratterizzata da una depressione di origine tettonica con piccoli rilievi secondari. Il territorio presenta un uso del suolo di tipo agricolo, a seminativo asciutto o irrigabile con presenza di vigneti ed oliveti. Le superfici a vigneto sono in espansione verso le fasce pedecollinari ed il limitrofo sistema collinare.

La pianura, strutturata secondo la maglia poderale della riforma agraria, costituisce un sistema antropico di rilevante peso paesaggistico ad alta valenza testimoniale per la stratificazione storica del paesaggio. Malgrado l'elevato uso agricolo del territorio lungo i corsi d'acqua si rileva la presenza della vegetazione ripariale. Il territorio 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. Nel territorio sono presenti aziende biologiche ed agrituristiche; è scarsa la presenza di medie e grandi aziende. Le aree urbane principali sono rappresentate da Capalbio scalo, Borgo Carige e Torba, oltre alla presenza di piccole aree sparse con insediamenti di tipo rurale, come i poderi derivanti dalla riforma agraria; significativa la presenza di agglomerati rurali, nati come centri agricoli della riforma ma che, ad oggi, non rispecchiano più tale loro originaria natura.

Di seguito si riassumono gli elementi ordinari dell'ambito (fonte: Piano Strutturale del comune di Capalbio: Dossier del paesaggio):

- idrografia naturale, i corsi d'acqua conservano apprezzabili valori di naturalità, con fasce di vegetazione riparia continua.



Figura 8.5 – Idrografia naturale

- Idrografia antropica: sono presenti frequenti bacini artificiali ad uso irriguo.



Figura 8.6 – Idrografia antropica

- Mosaico agrario: il territorio agricolo è con sensibili ondulazioni dove prevalgono i seminativi semplici ed oliveti, filari alberati costituiti generalmente da pini e quece da sughero, oltre la presenza di filari di eucalipto, testimonianza delle bonifiche. Gli oliveti specializzati e/o storici, minoritari rispetto ai seminativi, assecondano i caratteri morfologici del paesaggio, arricchendone la tessitura spaziale.



Figura 8.7 – Mosaico agrario

- Insediamenti moderni e contemporanei: le recenti espansioni hanno aumentato i carichi insediativi con architetture di tipo seriale, generalmente prive di inserimento nel paesaggio circostante.



Figura 8.8 – Insediamenti moderni

- Elementi arborei stradali: i filari alberati di pino lungo la via Aurelia costituiscono l'equipaggiamento vegetale tradizionale delle strade principali.



Figura 8.9 – Filari arborei

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" (elab. SUA 341÷342) in scala 1:10.000, che ha tenuto conto, relativamente al territorio di Orbetello, del Dossier C "Ricognizione del Piano paesistico regionale PIT/PPR e le visuali panoramiche", con annesse tavole tematiche (Tavv.C1, C3, C4, C5 e C6), ed il PIT alla sezione 3 "Progetto di fruizione lenta del paesaggio regionale" e alla sezione 4 "Visibilità e caratteri percettivi".

Gli elementi/parametri ambientali considerati nell'elaborato sono:

FATTORI DI DETRAZIONE VISIVA

Criticità lineare

- Ferrovia
- Viabilità
- Elettrodotto – Elettrodotto Ferroviario RFI

Criticità areale

- Nucleo urbano
- Nucleo industriale
- Verde attrezzato

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 nel tratto iniziale e medio nel tratto finale del progetto. 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, dai nuclei industriali/artigianali/commerciali e dal verde attrezzato. Si individuano, inoltre i fattori di criticità puntuale rappresentati dai nuclei isolati e dagli edifici sparsi e dalle aree estrattive, discariche e movimenti di terra.

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 territoriale complesso, costituito da un territorio di pianura, di costa e di rilievi. Nel tratto iniziale il

tracciato attraversa un ambito prevalentemente di pianura. In considerazione dell'uso agricolo il territorio risulta punteggiato da una fitta rete di canali e corsi d'acqua e da una fitta rete di insediamenti distribuiti in nuclei ed insediamenti isolati. Gli unici nuclei urbani presenti sono l'abitato di Fonteblanda, l'abitato di Albinia e l'abitato di Orbetello Scalo. Anche i nuclei industriali e commerciali, presenti lungo il tracciato, sono episodi puntuali e discontinui.

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.

La strada regionale Aurelia, la strada per Talamone, la ferrovia tirrenica, la strada di Ansedonia per la qualità estetico percettivo delle visuali che vi si aprono ai sensi del PIT/PPPR rivestono interesse pubblico per particolare valore panoramico.

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 in cui ricade la quasi totalità del tracciato di progetto a meno di un breve tratto posto al termine del tracciato;
- l'ambito di paesaggio della Bassa Maremma e dei ripiani tufacei di Capalbio in cui ricade il tratto terminale del tracciato compreso tra il km 23+000 ed il km 23+ 295 (fine intervento lotto 5b)..

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.

La seguente tabella riporta il valore di sensibilità assegnato ad ogni ricettore:

Tabella 8.1 – Livelli di sensibilità degli ambiti di paesaggio individuati.

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/esercizio del tracciato autostradale.

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 aree tutelate ai sensi dell'art. 142 lett. f) del D. Lgs. 42/2004; area contigua al parco della Maremma; filari arborei ed aree di bosco/macchia (km 0+000 – km 4+050).
- TI 1: C1 – Interferenza con area di interesse archeologico individuata ai sensi dell'art. 142 lett. m) del D. Lgs. 42/2004; visuale dinamica (km 3+580 – km 5+900).
- TI 2: C2 – Interferenza con area tutelata ai sensi dell'art 142 lett c) e g) del D. Lgs. 42/2004; area boscata; visuale dinamica (km 9+500 – km 10+000).
- TI 3: C3 – Interferenza con area di bosco/macchia (km 10+300-km 10+420),
- TI 4: C4 – Interferenza con area tutelata ai sensi dell'art. 136 del D. Lgs. 42/2004 (circa km 10+900-km 13+800),
- TI 5: C5 – Interferenza con area tutelata ai sensi dell'art. 142 lett. b) del D. Lgs. 42/2004; filari di alberi e siepi arboree ed arbustive (km 15+000- km 16+500)
- TI 6: C6 – Interferenza con aree tutelate ai sensi dell'art. 136 del D. Lgs. 42/2004 (circa km 16+500- km 24+295/fine progetto)
- TI 7: C7 – Interferenza con area boscata (17+600 al km 17+800)
- TI 8: C8 – Interferenza con filari di alberi e siepi arboree ed arbustive; area tutelata ai sensi dell'art. 142 lett. b) del D. Lgs. 42/2004 (circa km 18+300 - 20+500)
- TI 9: C9 – Interferenza con area boscata; siepi arboree ed arbustive; area vincolata ai sensi dell'art. 142 lett. g) del D. Lgs 42/2004 (km 20+650- km 23+300).

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:

Tabella 8.2 – Livelli di impatto potenziale

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 si riportano alcune schede descrittive delle interferenze determinate dal tracciato di progetto all'interno del contesto paesistico di intervento. All'interno delle schede sono indicati:

- denominazione della tipologia di potenziale interferenza rilevata;
- chilometrica di riferimento lungo il tracciato;
- tipologie di progetto rilevate lungo il tratto in cui si rileva la potenziale interferenza;
- località;
- descrizione delle interferenze che determinano l'impatto potenziale;
- indicatori paesistici coinvolti e valutazione dell'impatto;
- codice alfanumerico del giudizio valutativo complessivo.

Si riportano di seguito le Schede di sintesi degli impatti relativi al progetto.

TI 0: C0 – Interferenza con aree tutelate ai sensi dell'art. 142 lett. f) e g) del D. Lgs. 42/2004; area contigua al Parco Naturale della Maremma; filari arborei ed aree di bosco/macchia	
Km Opera	Km 0+000 - Km +4+050 Rilevato, trincea, svincolo Fonteblanda, galleria artificiale, viadotto
LOCALITA'	Fonteblanda
IMPATTO POTENZIALE	Nel tratto compreso tra il km 0+000 ed il km 4+000 il tracciato attraversa un'area a parco/riserva (art. 142 lett. f) D. Lgs. 42/04) rappresentata dall'aera contigua al Parco Naturale della Maremma.. Poco oltre lo svincolo di Fonteblanda, nel tratto compreso tra il km. 2+000 ed il km 3+580, il tracciato ricade all'interno di aree con formazioni boschive ed interferisce con un filare arboreo. Alcune delle formazioni boschive ricadenti nei tratti compresi tra il km 2+200 ed il km 2+500, il km 3+200 ed il km 3+500; il km 3+950 ed il km 4+050 sono oggetto di vincolo ai sensi dell'art. 142 lett. g) del D. Lgs. 42/04. Un'ulteriore formazione boschiva oggetto di vincolo si riscontra lungo il Collettore Orientale, interessato da intervento di adeguamento.
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: Maremma Grossetana Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva - Filari d'alberi - Siepe arboree/Arbustive - Nuclei isolati - Area contigua Parco della Maremma - Area di interesse archeologico Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto irreversibile Probabilità di accadimento: Media
SINTESI	TI 0-M3-M
STRALCIO PLANIMETRICO	

TI 1: C1 – Interferenza con area di interesse archeologico (art. 142 lett. m) del D. Lgs. 42/2004); visuale dinamica

Km Opera	Km 3+580 - Km -5+900 Viadotto, rilevato
LOCALITA'	Terme dell'Osa, Camporegio
IMPATTO POTENZIALE	Il tracciato insiste su un'area di interesse archeologico individuata ai sensi dell'art. 142 lett. m) del D. Lgs. 42/04. All'altezza del km 4+100 circa il tracciato interferisce in viadotto con la SP dell'Osa che rappresenta una viabilità con valenza percettiva rispetto al tracciato (visualità dinamica).
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: Maremma Grossetana Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva - Siepe arboree/Arbustive - Area di interesse archeologico Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto irreversibile Probabilità di accadimento: Media
SINTESI	TI 1-A3-M

STRALCIO PLANIMETRICO





TI 2: C2 – Interferenza con area tutelata ai sensi dell'art. 142 lett. c) e g) del D. Lgs. 42/2004; area di bosco/macchia; visuale dinamica

Km Opera	Km 9+500 - Km +10+000 Viadotto
LOCALITA'	Albinia
IMPATTO POTENZIALE	Il tracciato nel tratto compreso tra il km 9+500 ed il km 10+000 attraversa la fascia di rispetto del fiume Albegna (art. 142 lett. c) del D. Lgs. 42/04). All'interno di tale fascia si individua una zona di bosco/macchia posta in posizione parallela al corso d'acqua. Tale formazione boschiva è in parte oggetto di vincolo ai sensi dell'art. 142 lett. g) del D. Lgs. 42/04. All'altezza del km 9+900 circa il tracciato interferisce in viadotto con la SS n. 74 "Maremmana" che rappresenta una viabilità con valenza percettiva rispetto al tracciato (visualità dinamica).
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: Maremma Grossetana Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva - Filari d'alberi - Siepe arboree/Arbustive - Nuclei isolati - Fiume Albegna Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto irreversibile Probabilità di accadimento: Media
SINTESI	TI 2-M3-B

STRALCIO PLANIMETRICO



TI 3: C3 – Interferenza con area di bosco/macchia	
Km Opera	Km 10+300 - Km 10+420 Rilevato
LOCALITA'	Albinia
IMPATTO POTENZIALE	Il tracciato è posto in affiancamento ad un'area boscata.
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	<p>Unità paesistica: Maremma Grossetana</p> <p>Indicatori paesistici:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tessitura agricola estensiva - Filari d'alberi - Siepe arboree/Arbustive - Nuclei isolati <p>Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto irreversibile</p> <p>Probabilità di accadimento: Media</p>
SINTESI	TI 3-B3-B
STRALCIO PLANIMETRICO	
	

TI 4: C4 – Interferenza con area tutelate ai sensi dell'art. 136 del D. Lgs. 42/2004; siepi arboree/arbustive; area boscata tutelata ai sensi dell'art. 142 lett. g) del D. Lgs. 42/2004	
Km Opera	Km 10+900 - Km 13+800 Rilevato
LOCALITA'	Le Topaie, Bruciati
IMPATTO POTENZIALE	<p>Nel tratto compreso tra il km 10+900 ed il km 13+600 il tracciato attraversa un ambito di bellezza panoramica (art. 136 del D. Lgs. 42/04). Si tratta del "Sistema montuoso al limite est della laguna di Orbetello da località Settefinestre a località Parrina". L'area è dichiarata di notevole interesse pubblico ai sensi del DM 14/04/89 e del DM 19/07/89.</p> <p>Nel tratto compreso tra il km 12+100 ed il km 13+500 il tracciato interferisce con un filare di siepi arbustive ed arboree che si individuano su entrambi i lati della piattaforma stradale. Tra il km 13+500 ed il km 13+800 il tracciato insiste marginalmente all'interno di un'area boscata, parte dell'area è vincolata ai sensi dell'art. 142 lett. g) del D. Lgs 42/04.</p>
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	<p>Unità paesistica: Maremma Grossetana</p> <p>Indicatori paesistici:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tessitura agricola estensiva - Filari d'alberi - Siepe arboree/Arbustive - Nuclei isolati <p>Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto irreversibile</p> <p>Probabilità di accadimento: Media</p>
SINTESI	TI 4-M3-M
STRALCIO PLANIMETRICO	
	

TI 5: C5 – Interferenza con area tutelata ai sensi dell'art. 142 lett. b) del D. Lgs. 42/2004; filari di alberi e siepi arboree ed arbustive

Km Opera	Km 15+000 - Km 16+500 Rilevato, raso
LOCALITA'	Campolungo
IMPATTO POTENZIALE	Il tracciato nel tratto compreso tra il km 14+950 ed il km 15+800 attraversa la fascia di rispetto dei territori contermini alla laguna di Orbetello (art. 142 lett. b) del D. Lgs 42/04). Nel tratto compreso tra il km 15+400 ed il km 16+500 il tracciato interferisce con alcuni tratti di filari arborei e di siepi arboree/arbustive.
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: Maremma Grossetana Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva - Filari d'alberi - Siepe arboree/Arbustive - Nuclei isolati - Laguna di Orbetello Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto irreversibile Probabilità di accadimento: Media
SINTESI	TI 5-M3-M

STRALCIO PLANIMETRICO



TI 6 : C6 – Interferenza con aree tutelate ai sensi dell'art. 136 del D. Lgs. 42/2004

Km Opera	Km 16+500 - Km 24+295 (fine tracciato) Rilevato, raso, mezzacosta, svincolo Orbetello/Monte Argentario, svincolo Ansedonia nord, nuovo svincolo di Ansedonia
LOCALITA'	Comune di Orbetello
IMPATTO POTENZIALE	Il tracciato attraversa un vasto ambito di bellezze panoramiche (art. 136 del D. Lgs 42/04). Si individuano alcune aree dichiarate di notevole interesse paesistico: <ul style="list-style-type: none"> • a monte del tracciato autostradale insiste il "Sistema montuoso al limite est della laguna di Orbetello da località Settefinestre a località Parrina". L'area è dichiarata di notevole interesse pubblico ai sensi del DM 14/04/89 e del DM 19/07/89; • a valle del tracciato autostradale insiste la "Zona del abitato di Campolungo e della fascia costiera ai limiti della laguna sita nel territorio del comune di Orbetello". L'area è dichiarata di notevole interesse pubblico ai sensi del DM 06/02/1976; • nell'ultimo tratto a monte del tracciato autostradale insiste la "Zona del Poggio di Capalbiaccio, sita nel territorio del comune di Capalbio. L'area è dichiarata di notevole interesse pubblico ai sensi del DM 07/12/1973. Il tracciato autostradale costituisce una sorta di linea di confine tra i primi due ambiti individuati.
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: Maremma Grossetana Bassa maremma e ripiani tufacei Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva - Filari d'alberi - Siepe arboree/Arbustive - Nuclei isolati - Laguna di Orbetello Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto irreversibile Probabilità di accadimento: Media
SINTESI	TI -A3-M

STRALCIO PLANIMETRICO



TI 7: C7 – Interferenza con area boscata	
Km Opera	Km 17+600 - Km 17+800 Svincolo Orbetello/Monte Argentario
LOCALITA'	Orbetello scalo
IMPATTO POTENZIALE	Al contorno dello svincolo di Orbetello /Monte Argentario si rileva la presenza di un'area boscata
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	<p>Unità paesistica: Maremma Grossetana</p> <p>Indicatori paesistici:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tessitura agricola estensiva - Area boscata - Filari d'alberi - Siepe arboree/Arbustive - Nuclei isolati - Laguna di Orbetello <p>Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto irreversibile</p> <p>Probabilità di accadimento: Media</p>
SINTESI	TI 7 –M3-M
STRALCIO PLANIMETRICO	

TI 8: C8 – Interferenza con filari di alberi e siepi arboreo/arbustive; area tutelata ai sensi dell'art. 142 lett. b) del D. Lgs. 42/04	
Km Opera	Km 18+300 - Km 20+500 Rilevato, raso, mezzacosta
LOCALITA'	Casale Torre dei Frati, Casale Pitorsino, Casale Selciatella
IMPATTO POTENZIALE	<p>L'interferenza del tracciato con i filari di alberi si riscontra all'altezza delle seguenti chilometriche: tra km 18+800 e km 19+150; 19+150; tra km 19+750 e km 19+900; 20+450.</p> <p>L'interferenza del tracciato con le siepi arboree ed arbustive si riscontra in prossimità delle seguenti chilometriche: 19+850; 19+950; 20+050; 20+400.</p> <p>Inoltre il tracciato nel tratto compreso tra il km 18+300 ed il km 19+950 si attesta all'interno della fascia di rispetto del bacino della laguna di Orbetello (art. 142 lett. b) del D. Lgs. 42/04). In prossimità della carreggiata in direzione di Grosseto – all'altezza del km 18+300 circa – si riscontra la presenza di un bene culturale di interesse monumentale – ambientale (art. 10 del D. Lgs. 42/04) rappresentato dal Casale Torre dei Frati.</p>
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	<p>Unità paesistica: Maremma Grossetana</p> <p>Indicatori paesistici:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tessitura agricola estensiva - Filari d'alberi - Siepe arboree/Arbustive - Nuclei isolati - Laguna di Orbetello <p>Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto irreversibile</p> <p>Probabilità di accadimento: Media</p>
SINTESI	TI 8 –M3-M
STRALCIO PLANIMETRICO	

TI 9: C9 – Interferenza con area di bosco/macchia; siepi arboreo/arbustive; area tutelata ai sensi dell’art. 142 lett. g) del D. Lgs. 42/04	
Km Opera	Km 20+650 - kkm 23+300 Rilevato, raso, mezzacosta, svincolo Ansedonia nord, svincolo Ansedonia - nuovo svincolo Ansedonia
LOCALITA'	Casale Selciatella, Casal Marotti
IMPATTO POTENZIALE	All'altezza dello svincolo di Ansedonia nord, del km 22+950 e del tratto compreso tra il km 23+050 ed il km 23+150, il tracciato interferisce con il sistema delle siepi arboree ed arbustive. Nel tratto compreso tra il km 20+900 ed il km 22+800 il tracciato lambisce le aree boscate del Poggio di Malabarba. Tali aree boscate sono tutelate ai sensi dell'art. 142 lett. g del D. Lgs. 42/04. All'altezza dello svincolo di Ansedonia nord ed in prossimità della carreggiata in direzione di Civitavecchia si riscontra la presenza del Casale Selciatella immobile dichiarato di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art. 136 del D. Lgs. 42/04. Sempre lungo la carreggiata in direzione di Civitavecchia ed all'altezza dello svincolo di Ansedonia sud si rileva la presenza di Casal Mariotti, zona di interesse archeologico ai sensi dell'art. 142 lett. m) del D. Lgs. 42/04.
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: Maremma Grossetana Bassa maremma e ripiani tufacei Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva - Aree boscate - Filari d'alberi - Siepe arboree/Arbustive - Nuclei isolati - Laguna di Orbetello Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto irreversibile Probabilità di accadimento: Media
SINTESI	TI 9-A2-M
STRALCIO PLANIMETRICO	

8.6 Conclusioni

L'analisi condotta fa rilevare che il tracciato del lotto 5b può determinare le seguenti potenziali interferenze:

- interferenza con aree tutelate ai sensi dell'art. 142 lett. b), c) g) ed f) del D. Lgs 42/2004;
- interferenza con area tutelata ai sensi dell'art. 136 del D. Lgs. 42/2004;
- interferenza con l'area contigua al parco della Maremma; interferenza con area di interesse archeologico individuata ai sensi dell'art. 142 lett. m) del D. Lgs. 42/2004;
- interferenza con area di bosco/macchia;
- interferenza con filari arborei;
- interferenza con siepi arboree/arbustive;
- interferenza con visuale dinamica.

Come è possibile osservare dalla schede di sintesi riportate nel paragrafo precedente uno degli elementi emergenti è rappresentato dall'interferenza del tracciato autostradale con le aree oggetto di vincolo paesaggistico (vedi elab. "Carta dei vincoli e delle aree di tutela – SUA109 e SUA110 del 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".

Un'ulteriore potenziale interferenza riguarda l'insistenza del tracciato di progetto in ambiti a valenza naturalistica con presenza di aree boscate o di macchia, filari arborei e siepi arboreo/arbustive. Si tratta di un'interferenza che non si rileva in maniera diffusa sul tracciato ma è relativa a contesti specifici quali l'intorno dello svincolo di Talamone/Fonteblanda; l'ambito agricolo posto ai piedi del Poggio la Fornace (località Bruciati); l'area posta al piede di Poggio di Malabarba.

Si riscontra, inoltre, l'attraversamento da parte del tracciato di progetto di due tratti viari posti in diretta relazione percettiva con quest'ultimo; si tratta della SP dell'Osa e della SS n. 74 "Maremmana"

A fronte delle potenziali interferenze rilevate si evidenzia che in fase di progettazione definitiva è stato studiato un tracciato rivolto a ottimizzare l'inserimento paesaggistico mediante sia una consapevole scelta delle tipologie d'opera sia un controllo architettonico delle opere in progetto.