



Società Autostrada Tirrenica p.A.

GRUPPO AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A.

AUTOSTRADA (A12) : ROSIGNANO – CIVITAVECCHIA

LOTTO 6B

TRATTO: PESCIA ROMANA – TARQUINIA

PROGETTO DEFINITIVO

INFRASTRUTTURA STRATEGICA DI PREMINENTE INTERESSE
NAZIONALE LE CUI PROCEDURE DI APPROVAZIONE SONO REGOLATE
DALL' ART. 161 DEL D.LGS. 163/2006

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

RELAZIONE

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE UFFICIO AUA	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Alessandro Alfì Ord. Ingg. Milano N. 20015 COORDINATORE GENERALE APS	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURE
--	--	---

RIFERIMENTO ELABORATO					DATA:	REVISIONE		
-	DIRETTORIO			FILE		FEBBRAIO 2011	n.	data
	codice	commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo		1	GIUGNO 2011
-	1	2	12	16	02	SUA300-1		
SCALA:								

 ingegneria europea	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
	ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	Arch. Mario Canato – O.A. Venezia N.1294 Arch. Paola Criscuoli – O.A. Roma N.12231
CONSULENZA A CURA DI :	IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'	Ing. Maurizio Torresi – O. I. Milano N. 16492

RESPONSABILE DI COMMESSA Arch. Mario Canato Ord. Arch. Venezia N. 1294 COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO	VISTO DEL COMMITTENTE 	VISTO DEL CONCELENTE 
--	---	--

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

INDICE	
1 ATMOSFERA	5
1.1 DESCRIZIONE DELLE SOSTANZE INQUINANTI	5
1.1.1 Monossido di carbonio.....	5
1.1.2 I composti organici volatili (VOC)	6
1.1.3 Il particolato atmosferico (PTS, PM10, PM2.5)	7
1.1.4 Ossidi di azoto	8
1.1.5 Ozono	8
1.1.6 Biossido di zolfo.....	9
1.1.7 Composti del piombo.....	10
1.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	10
1.2.1 Le Direttive europee di settore	10
1.2.2 Riferimenti normativi nazionali.....	11
1.3 L'ANALISI METEOROLOGICA: CARATTERISTICHE FISICHE DEI BASSI STRATI DELL'ATMOSFERA SUL LITORALE DELL'ALTO LAZIO	15
1.3.1 Premessa.....	15
1.3.2 Introduzione	15
1.3.3 Caratteristiche a scala sinottica e a mesoscala: loro interazione con la scala locale.....	15
1.3.4 Analisi delle caratteristiche diffusive del boundary layer.....	16
1.3.5 Conclusioni	25
1.4 LE SORGENTI EMISSIVE	26
1.4.1 Le sorgenti emissive nell'area di studio.....	29
1.5 LO STATO DELLA QUALITA' DELL'ARIA SUL TERRITORIO DI INTERESSE	34
1.6 L'IMPATTO IN FASE DI ESERCIZIO.....	37
1.6.1 Il modello di emissione	37
1.6.2 Le ipotesi sul parco veicolare	38
1.6.3 Le ipotesi sui Fattori di emissione	42
1.6.4 La rete simulata.....	43
1.6.5 Il bilancio emissivo	44
1.6.6 Conclusioni.....	45
1.7 IL MODELLO DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI	45
1.7.1 Specifiche del modello di dispersione.....	46
1.7.2 Conclusioni.....	49
2 AMBIENTE IDRICO	50
2.1 INQUADRAMENTO GENERALE	50
2.2 IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	50
2.2.1 Fiume Fiora	50
2.2.2 Torrente Arrone.....	51
2.3 QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI	51
2.3.1 Inquadramento generale	52
2.3.2 Area di indagine	52
2.3.3 Definizione degli indicatori e metodologia di calcolo	52
2.3.4 Livello di Inquinamento da Macrodescrittori (LIM).....	52
2.3.5 Indice Biotico Esteso.....	52
2.3.6 Lo stato ecologico	53
2.3.7 Lo stato chimico	53
2.3.8 Indice di funzionalità fluviale (IFF)	53
2.4 ANALISI DELLE INTERAZIONI OPERA-AMBIENTE	54
2.5 TIPOLOGIE DI IMPATTO	55
2.5.1 Interferenza con corsi d'acqua.....	55
2.5.2 Rischio di inquinamento delle acque superficiali per acque di prima pioggia e/o per sversamenti accidentali.....	55
2.5.3 Sistema di drenaggio del corpo autostradale	55
2.5.4 Presidi idraulici	55
3 SUOLO E SOTTOSUOLO	57

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

<p>3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO..... 57</p> <p>3.2 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO 57</p> <p style="padding-left: 20px;">3.2.1 Unità Liguridi..... 57</p> <p style="padding-left: 20px;">3.2.2 Formazioni mioceniche..... 58</p> <p style="padding-left: 20px;">3.2.3 Formazioni plioceniche..... 58</p> <p style="padding-left: 20px;">3.2.4 Formazioni quaternarie..... 58</p> <p>3.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO 59</p> <p style="padding-left: 20px;">3.3.1 Assetto geomorfologico generale 59</p> <p style="padding-left: 20px;">3.3.2 Morfologia dell'area di studio..... 60</p> <p style="padding-left: 20px;">3.3.3 Processi fluvio-denudazionali..... 60</p> <p style="padding-left: 20px;">3.3.4 Forme e depositi lacustri..... 60</p> <p style="padding-left: 20px;">3.3.5 Superfici di spianamento 60</p> <p style="padding-left: 20px;">3.3.6 Processi antropici 60</p> <p>3.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO 60</p> <p style="padding-left: 20px;">3.4.1 Inquadramento generale 60</p> <p style="padding-left: 20px;">3.4.2 Acquifero alluvionale del paleoalveo del Fiume Fiora..... 61</p> <p style="padding-left: 20px;">3.4.3 Acquifero dei terrazzi marini Pleistocenici..... 61</p> <p style="padding-left: 20px;">3.4.4 Idrogeologia dell'area di studio..... 61</p> <p>3.5 SISMICITÀ 62</p> <p>3.6 PROFILO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO – IDROGEOLOGICO IN ASSE AL TRACCIATO 63</p> <p>3.7 INTERAZIONI OPERA-AMBIENTE..... 64</p> <p>4 VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA..... 66</p> <p style="padding-left: 20px;">4.1 FITOCLIMA 66</p> <p style="padding-left: 20px;">4.2 VEGETAZIONE POTENZIALE 66</p> <p style="padding-left: 20px;">4.3 VEGETAZIONE ATTUALE 67</p> <p style="padding-left: 40px;">4.3.1 Fisionomia della vegetazione 67</p> <p style="padding-left: 40px;">4.3.2 Vegetazione attuale..... 69</p>	<p style="padding-left: 20px;">4.3.3 Superfici percorse dal fuoco 71</p> <p>4.4 FAUNA 71</p> <p style="padding-left: 20px;">4.4.1 Erpetofauna..... 71</p> <p style="padding-left: 20px;">4.4.2 Ornitofauna..... 72</p> <p style="padding-left: 20px;">4.4.3 Mammalofauna..... 76</p> <p>4.5 DISTRIBUZIONE E LOCALIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI DI ATTENZIONE 78</p> <p style="padding-left: 20px;">4.5.1 Vegetazione spontanea e alberature di pregio rilevate nel corridoio di progetto 78</p> <p style="padding-left: 20px;">4.5.2 La fauna del corridoio di progetto 78</p> <p>4.6 IMPATTI POTENZIALI 78</p> <p style="padding-left: 20px;">4.6.1 Sensibilità Vegetazione Flora e Fauna 78</p> <p style="padding-left: 20px;">4.6.2 Tipologie di impatto: Vegetazione e Flora..... 78</p> <p style="padding-left: 20px;">4.6.3 Tipologie di impatto: Fauna..... 79</p> <p style="padding-left: 20px;">4.6.4 Correlazione recettori ed impatti potenziali..... 80</p> <p>4.7 CONCLUSIONI 80</p> <p>5 ECOSISTEMI 81</p> <p style="padding-left: 20px;">5.1 LA RETE ECOLOGICA 81</p> <p style="padding-left: 40px;">5.1.1 Capacità d'uso del suolo..... 81</p> <p style="padding-left: 20px;">5.2 TIPOLOGIE CULTURALI 83</p> <p style="padding-left: 20px;">5.3 AREE NATURALI PROTETTE E NATURA 2000..... 83</p> <p style="padding-left: 20px;">5.4 IMPATTI POTENZIALI 83</p> <p style="padding-left: 40px;">5.4.1 Sensibilità degli ecosistemi..... 83</p> <p style="padding-left: 40px;">5.4.2 Tipologie di impatto..... 83</p> <p style="padding-left: 40px;">5.4.3 Correlazione recettori ed impatti potenziali..... 84</p> <p style="padding-left: 20px;">5.5 CONCLUSIONI..... 84</p> <p>6 RUMORE..... 85</p> <p style="padding-left: 20px;">6.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI 85</p> <p style="padding-left: 20px;">6.2 LA SITUAZIONE ATTUALE – CAMPAGNA DI MONITORAGGIO 90</p>
---	--

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

<p>6.3 METODOLOGIA ADOTTATA..... 91</p> <p>6.4 ANALISI PREVISIONALE 93</p> <p style="padding-left: 20px;">6.4.1 Scelta del modello di simulazione 93</p> <p style="padding-left: 20px;">6.4.2 Input e taratura del modello di simulazione 95</p> <p style="padding-left: 20px;">6.4.3 Metodo di dimensionamento degli interventi di mitigazione 96</p> <p>6.5 LA MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI PRODOTTI 97</p> <p>6.6 DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE 98</p> <p>6.7 CONSIDERAZIONI SUL CLIMA ACUSTICO 99</p> <p>7 VIBRAZIONI 100</p> <p>7.1 PREMessa 100</p> <p>7.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 100</p> <p>7.3 VALUTAZIONE DELL'IMPATTO VIBRAZIONALE GENERATO DALLE ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE 100</p> <p style="padding-left: 20px;">7.3.1 Grandezze e convenzioni adottate 100</p> <p style="padding-left: 20px;">7.3.2 Metodo seguito per la valutazione dell'impatto vibrazionale 101</p> <p style="padding-left: 20px;">7.3.3 Scenari di cantiere 101</p> <p style="padding-left: 20px;">7.3.4 Spettri di emissione dei singoli macchinari 101</p> <p style="padding-left: 20px;">7.3.5 Caratterizzazione litologica del tracciato 102</p> <p style="padding-left: 20px;">7.3.6 Livelli di vibrazione risultanti ai ricettori 102</p> <p style="padding-left: 20px;">7.3.7 Verifica rispetto ai valori di normativa 106</p> <p style="padding-left: 20px;">7.3.8 Definizione del tipo di sorgente 106</p> <p style="padding-left: 20px;">7.3.9 Effetti delle vibrazioni sulle persone 106</p> <p style="padding-left: 20px;">7.3.10 Effetti delle vibrazioni sugli edifici 107</p> <p>7.4 CONCLUSIONI 107</p> <p>8 PAESAGGIO 110</p> <p>8.1 LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO 110</p> <p>8.2 METODOLOGIA ADOTTATA 110</p> <p>8.3 CARATTERI DEL PAESAGGIO 112</p>	<p>8.3.1 Elementi areali 112</p> <p>8.3.2 Elementi lineari 112</p> <p>8.3.3 Elementi puntuali 112</p> <p>8.3.4 Aree tutelate dal paesaggio naturale e agricolo 112</p> <p>8.3.5 Aree tutelate dal paesaggio costruito 113</p> <p>8.4 CARATTERI DEL PAESAGGIO IN RELAZIONE AL TRACCIATO DI PROGETTO 113</p> <p>8.5 AMBITI DI PAESAGGIO OMOGENEI 120</p> <p>8.6 ANALISI POST-OPERAM 121</p> <p style="padding-left: 20px;">8.6.1 I ricettori della componente paesaggio 121</p> <p style="padding-left: 20px;">8.6.2 Definizione degli ambiti di sensibilit� paesaggistica 121</p> <p>8.7 METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DELLO SCENARIO POST-OPERAM 122</p> <p>8.8 DEFINIZIONE DEGLI AMBITI CRITICI 123</p> <p>8.9 L'INTEGRAZIONE PAESAGGISTICA 131</p> <p>8.10 CONCLUSIONI 138</p> <p>9 SALUTE PUBBLICA 139</p> <p>9.1 METODOLOGIA ADOTTATA 139</p> <p>9.2 ANALISI DELLE CONDIZIONI DI SALUTE E BENESSERE DELLA POPOLAZIONE 140</p> <p>9.3 CONTRIBUTO DELL'INCIDENTALIT� STRADALE ORDINARIA 140</p> <p>9.4 ANALISI DELLA SITUAZIONE ATTUALE DI INCIDENTALIT� E CONSEGUENZE PER LE AREE DI INTERESSE 140</p> <p>9.5 ANALISI DELLE CONSEGUENZE 141</p> <p>9.6 ANALISI DELLE INTERFERENZE 141</p>
--	--

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

ELENCO ELABORATI

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	SCALA	FILE
Relazione	-	SUA300
Atmosfera – concentrazioni NOx – stato attuale – tav. 1 di 2	1:10.000	SUA301
Atmosfera – concentrazioni NOx – stato attuale – tav. 2 di 2	1:10.000	SUA302
Atmosfera – concentrazioni NOx al 2016 – opzione zero – tav. 1 di 2	1:10.000	SUA303
Atmosfera – concentrazioni NOx al 2016 – opzione zero – tav. 2 di 2	1:10.000	SUA304
Atmosfera – concentrazioni NOx al 2016 – post operam – tav. 1 di 2	1:10.000	SUA305
Atmosfera – concentrazioni NOx al 2016 – post operam – tav. 2 di 2	1:10.000	SUA306
Atmosfera – concentrazioni PM 2.5 – stato attuale – tav. 1 di 2	1:10.000	SUA307
Atmosfera – concentrazioni PM 2.5 – stato attuale – tav. 2 di 2	1:10.000	SUA308
Atmosfera – concentrazioni PM 2.5 al 2016 – opzione zero – tav. 1 di 2	1:10.000	SUA309
Atmosfera – concentrazioni PM 2.5 al 2016 – opzione zero – tav. 2 di 2	1:10.000	SUA310
Atmosfera – concentrazioni PM 2.5 al 2016 – post operam – tav. 1 di 2	1:10.000	SUA311
Atmosfera – concentrazioni PM 2.5 al 2016 – post operam – tav. 2 di 2	1:10.000	SUA312
Atmosfera – concentrazioni PM10 – stato attuale – tav. 1 di 2	1:10.000	SUA313
Atmosfera – concentrazioni PM10 – stato attuale – tav. 2 di 2	1:10.000	SUA314
Atmosfera – concentrazioni PM10 al 2016 – opzione zero – tav. 1 di 2	1:10.000	SUA315
Atmosfera – concentrazioni PM10 al 2016 – opzione zero – tav. 2 di 2	1:10.000	SUA316
Atmosfera – concentrazioni PM10 al 2016 – post operam – tav. 1 di 2	1:10.000	SUA317
Atmosfera – concentrazioni PM10 al 2016 – post operam – tav. 2 di 2	1:10.000	SUA318
Carta Idrogeologica – tav. 1 di 2	1:10.000	SUA319

Carta Idrogeologica – tav. 2 di 2	1:10.000	SUA320
Carta Geologico-Geomorfologica – tav. 1 di 2	1:10.000	SUA321
Carta Geologico-Geomorfologica – tav. 2 di 2	1:10.000	SUA322
Carta della capacità di uso del suolo – tav. 1 di 2	1:10.000	SUA323
Carta della capacità di uso del suolo – tav. 2 di 2	1:10.000	SUA324
Carta dell'uso del suolo e della fisionomia della vegetazione – tav. 1 di 2	1:10.000	SUA325
Carta dell'uso del suolo e della fisionomia della vegetazione – tav. 2 di 2	1:10.000	SUA326
Carta degli ecosistemi – tav. 1 di 2	1:10.000	SUA327
Carta degli ecosistemi – tav. 2 di 2	1:10.000	SUA328
Carta dei caratteri del paesaggio e percezione visiva – tav. 1 di 2	1:10.000	SUA329
Carta dei caratteri del paesaggio e percezione visiva – tav. 2 di 2	1:10.000	SUA330
Zonizzazione acustica - Comune di Montalto di Castro – tav.1 di 5	1:5.000	SUA331
Zonizzazione acustica - Comune di Montalto di Castro – tav.2 di 5	1:5.000	SUA332
Zonizzazione acustica - Comune di Montalto di Castro – tav.3 di 5	1:5.000	SUA333
Zonizzazione acustica - Comune di Tarquinia – tav.4 di 5	1:5.000	SUA334
Zonizzazione acustica - Comune di Tarquinia – tav.5 di 5	1:5.000	SUA335
Carta ricettori e degli interventi di mitigazione – tav.1 di 5	1:5.000	SUA336
Carta ricettori e degli interventi di mitigazione – tav.2 di 5	1:5.000	SUA337
Carta ricettori e degli interventi di mitigazione – tav.3 di 5	1:5.000	SUA338
Carta ricettori e degli interventi di mitigazione – tav.4 di 5	1:5.000	SUA339
Carta ricettori e degli interventi di mitigazione – tav.5 di 5	1:5.000	SUA340
Opere di protezione acustica – tavola tipologica	-	SUA341

Opere di protezione acustica – tavola tipologica	-	SUA342
--	---	--------

1 ATMOSFERA

1.1 Descrizione delle sostanze inquinanti

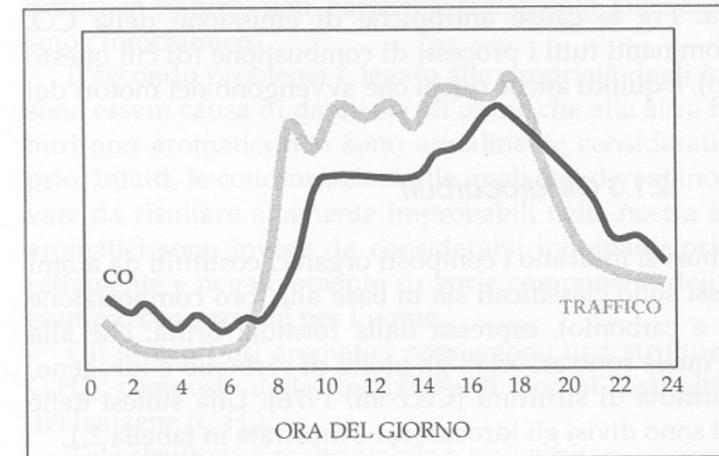
Le condizioni che determinano l'inquinamento atmosferico variano, sia in funzione della qualità e della intensità delle sorgenti emissive, sia per le diverse condizioni geografiche e meteorologiche che influenzano la dispersione degli inquinanti. La situazione meteorologica è determinante per l'accumulo 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

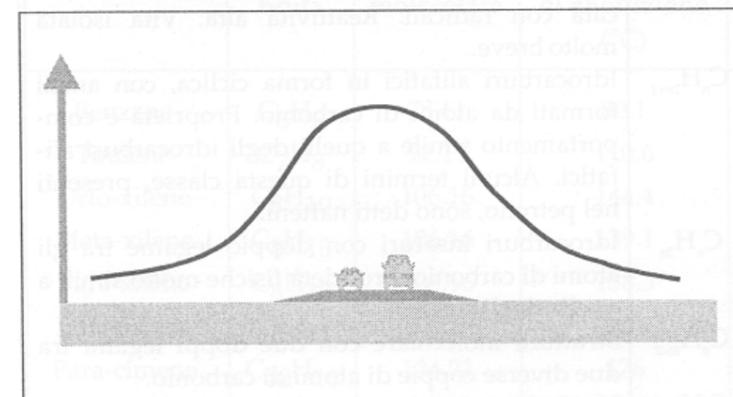
Il monossido di carbonio è un gas incolore, inodore, infiammabile, e molto tossico. Il CO è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera, l'unico per il quale l'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m^3). Si forma durante la combustione delle 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 seguente 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.



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.



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 marmitta catalitiche: l'impiego di motori dotati di questo sistema riduce di circa sette volte le emissioni. Fonti secondarie, ma non trascurabili, sono le emissioni dirette di solventi usati in attività di lavaggi a secco, di sgrassatura e di tinteggiatura. Tra i VOC antropogenici, il Benzene è il composto con i maggiori rischi per la salute dell'uomo. Il benzene è un idrocarburo aromatico, cioè un composto di carbonio e idrogeno con una struttura planare ad anello esagonale di formula bruta C_6H_6 . E' presente nei greggi di petrolio ed in molti combustibili e carburanti il cui impiego è il principale responsabile della presenza di benzene nell'atmosfera. In realtà non è un additivo delle benzine e la quantità contenuta naturalmente nel greggio contribuisce poco alle concentrazioni nel prodotto finito. Sono i precursori, naftenici ed aromatici, presenti in quantità variabili nei diversi greggi, ad originare il 70-80% del benzene presente nelle benzine.

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

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

La degradazione nell'aria è perciò lenta e la vita media della molecola è dell'ordine di alcuni giorni. Per tale motivo il benzene può dare luogo a fenomeni di accumulo a livello di microscala, quando l'aria è stagnante, ed a fenomeni di trasporto con valori significativi nel raggio di qualche decina di chilometri dalle aree urbane che costituiscono i principali centri di emissione.

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

L'effetto più noto dell'esposizione cronica del benzene è quello sul sistema emopoietico: date le correlazioni tra benzene e leucemia, l'International Agency for Research on Cancer (IARC) ed altri diversi enti (ACGIH, OSHA, NIOSH, etc.) lo hanno catalogato nella classe A1, ovvero come cancerogeno certo per l'uomo. Per questo motivo sono stati individuati i "valori soglia", ora largamente diffusi per calcolare il rischio relativo all'uso di farmaci o all'influenza dei contaminanti o degli eventi ambientali sugli organismi umani. Al di sotto della soglia si ritiene che il rischio non sussista; qualora la si superi si deve intervenire per evitarlo. La via principale di assorbimento è quella inalatoria: quella orale e dermica sono trascurabili in termini di assorbimento giornaliero. Nell'uomo è dimostrato un assorbimento polmonare di circa il 50% per esposizioni continuative a concentrazioni di 160-320 mg/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, PM2.5)

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 (NO₂). 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 °C) per reazione diretta tra azoto (N₂) e ossigeno (O₂). 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 (O₃) e perossiradicali (HO₂ e RO₂). 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'NO₂ 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'NO₂, 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).

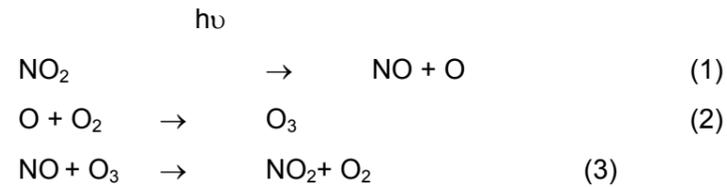
1.1.5 Ozono

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.

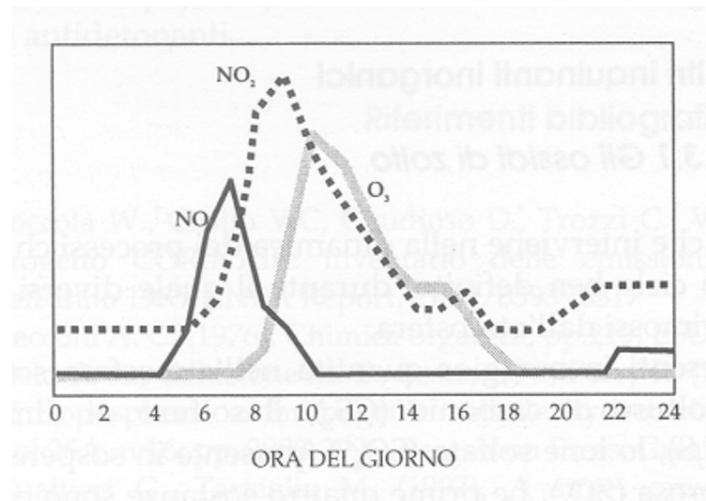
L'ozono troposferico è presente esclusivamente per il ridotto scambio atmosferico fra troposfera e stratosfera e per la formazione di ozono a partire da inquinanti atmosferici primari. Infatti, per effetto della circolazione atmosferica, l'ozono viene in piccola parte trasportato anche negli strati più 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.

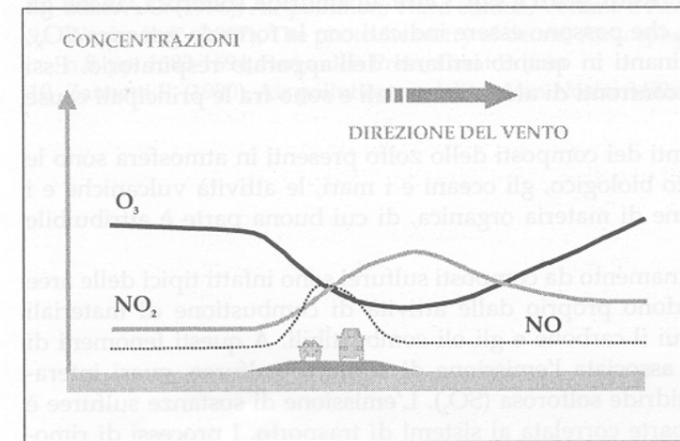
L'evoluzione giornaliera in aree ad elevato traffico stradale delle concentrazioni di ozono e delle specie chimiche coinvolte nella sua formazione è mostrata nella figura sottostante.



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.



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'SO₂ 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

La Direttiva Quadro sulla qualità dell'aria ambiente (Direttiva europea 96/62/CE) costituisce il principale riferimento europeo in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente. Essa fissa 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 ha demandato 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, PM₁₀, 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 SO₂ NO_x PM₁₀ Pb
- II: 2000/69/CE Benzene, CO
- III: 2002/3/CE O₃
- 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 delle pertinenti norme, orientamenti e programmi dell'Organizzazione mondiale della sanità. Secondo tale Direttiva: la direttiva 96/62/CE del Consiglio del 27 settembre 1996 in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente; 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. Secondo la Direttiva 2008/50/CE "a fini di chiarezza, semplificazione ed efficienza amministrativa è pertanto opportuno sostituire i cinque atti citati con un'unica direttiva e, se del caso, con disposizioni di attuazione".

1.2.2 Riferimenti normativi nazionali

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria e monitoraggio degli inquinanti dell'aria si basa 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".

Nelle tabelle seguenti sono riportati i limiti di qualità dell'aria per i differenti inquinanti:

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Valori limite per il PM ₁₀ in aria ambiente							
	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	VL+MDT	Data alla quale il VL deve essere raggiunto	SVS	SVI
<i>FASE 1</i>							
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 h	50 µg/m ³ (da non superare + di 35 volte per anno civile)	50% (1999-2000)	75 µg/m ³	1/1/2005	30 µg/m ³ (da non superare + di 7 volte per anno civile)	20 µg/m ³ (da non superare + di 7 volte per anno civile)
			40% (2001)	70 µg/m ³			
			30% (2002)	65 µg/m ³			
			20% (2003)	60 µg/m ³			
			10% (2004)	55 µg/m ³			
			0% (2005)	50 µg/m ³			
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³	20% (1999-2000)	48 µg/m ³	1/1/2005	14 µg/m ³	10 µg/m ³
			16% (2001)	46,4 µg/m ³			
			12% (2002)	44,8 µg/m ³			
			8% (2003)	43,2 µg/m ³			
			4% (2004)	41,6 µg/m ³			
			0% (2005)	40 µg/m ³			
<i>FASE 2-valori indicativi</i>							
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (VALORE INDICATIVO)	24 h	50 µg/m ³ (da non superare + di 7 volte per anno civile)	Da stabilire in base ai dati		1/1/2010		
Valore limite annuale per la protezione della salute umana (VALORE INDICATIVO)	Anno civile	20 µg/m ³	A partire dal 50% (al 2005) con riduzioni ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante	A partire da 30 µg/m ³ (al 2005) con riduzioni ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante	1/1/2010		

Valori limite per NO ₂ e NO _x in aria ambiente							
	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	VL+MDT	Data alla quale il VL deve essere raggiunto	SVS	SVI
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 h	200 µg/m ³ NO ₂ (da non superare + di 18 volte per anno civile)	50% (1999-2000)	300 µg/m ³	1/1/2010	140 µg/m ³ (da non superare + di 18 volte per anno civile)	100 µg/m ³ (da non superare + di 18 volte per anno civile)
			45% (2001)	290 µg/m ³			
			40% (2002)	280 µg/m ³			
			35% (2003)	270 µg/m ³			
			30% (2004)	260 µg/m ³			
			25% (2005)	250 µg/m ³			
			20% (2006)	240 µg/m ³			
			15% (2007)	230 µg/m ³			
			10% (2008)	220 µg/m ³			
			5% (2009)	210 µg/m ³			
			0% (2010)	200 µg/m ³			
			Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile			
45% (2001)	58 µg/m ³						
40% (2002)	56 µg/m ³						
35% (2003)	54 µg/m ³						
30% (2004)	52 µg/m ³						
25% (2005)	50 µg/m ³						
20% (2006)	48 µg/m ³						
15% (2007)	46 µg/m ³						
10% (2008)	44 µg/m ³						
5% (2009)	42 µg/m ³						
0% (2010)	40 µg/m ³						
Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x			nessuno		19/7/2001
Soglia d'allarme		400 µg/m ³ (misurati su tre ore consecutive)	nessuno		19/7/2001		

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Valori limite per SO ₂ in aria ambiente							
	Periodo di mediazione	Valore limite (VL)	Margine di tolleranza (MDT)	VL+MDT	Data alla quale il VL deve essere raggiunto	SVS	SVI
<i>Valore limite orario per la protezione della salute umana</i>	1 h	350 µg/m ³ (da non superare + di 24 volte per anno civile)	42,9% (1999-2000)	500 µg/m ³	1/1/2005	--	--
			34,3% (2001)	470 µg/m ³			
			25,7% (2002)	440 µg/m ³			
			17,1% (2003)	410 µg/m ³			
			8,5% (2004)	380 µg/m ³			
			0% (2005)	350 µg/m ³			
<i>Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana</i>	24 h	125 µg/m ³ (da non superare + di 3 volte per anno civile)	nessuno		1/1/ 2005	75 µg/m ³ (da non superare + di 3 volte per anno civile)	50 µg/m ³ (da non superare + di 3 volte per anno civile)
<i>Valore limite per la protezione degli ecosistemi</i>	Anno civile e inverno (1 Ottobre- 31 Marzo)	20 µg/m ³	nessuno		19/7/2001	12 µg/m ³	8 µg/m ³
<i>Soglia d'allarme</i>		500 µg/m ³ (misurati su tre ore consecutive)					

Valore limite per il CO in aria ambiente							
	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	VL+MDT	Data alla quale il VL deve essere raggiunto	SVS	SVI
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	60% (2000-2002)	16 mg/m ³	1/1/2005	7 mg/m ³	5 mg/m ³
			40% (2003)	14 mg/m ³			
			20% (2004)	12 mg/m ³			
			0% (2005)	10 mg/m ³			

Valore limite per il Benzene in aria ambiente							
	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	VL+MDT	Data alla quale il VL deve essere raggiunto	SVS	SVI
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	Anno civile	5 µg/m ³	100% (2000-2005)	10 µg/m ³	1/1/2010 *	3,5 µg/m ³	2 µg/m ³
			80% (2006)	9,0 µg/m ³			
			60% (2007)	8,0 µg/m ³			
			40% (2008)	7,0 µg/m ³			
			20% (2009)	6,0 µg/m ³			
			0% (2010)	5,0 µg/m ³			

* ad eccezione delle zone e degli agglomerati nei quali è stata approvata una proroga limitata nel tempo ai sensi dell'art.32 del DM60/2002

Valore limite per il Pb in aria ambiente							
	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	VL+MDT	Data alla quale il VL deve essere raggiunto	SVS	SVI
<i>Valore limite annuale per la protezione della salute umana</i>	Anno civile	0,5 µg/m ³	100% (1999-2000)	1,0 µg/m ³	1/1/2005	0,35 µg/m ³	0,25 µg/m ³
			80% (2001)	0,9 µg/m ³			
			60% (2002)	0,8 µg/m ³			
			40% (2003)	0,7 µg/m ³			
			20% (2004)	0,6 µg/m ³			
			0% (2005)	0,5 µg/m ³			

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Valori fissati per l'O₃ in aria ambiente				
	Parametro	Valore del parametro	Data di raggiungimento	Data di verifica del conseguimento
Valore bersaglio per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m ³ (da non superare + di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni)	2010	2013
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio)	18.000 µg/m ³ *h come media su 5 anni	2010	2015
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m ³	--	--
Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio)	6.000 µg/m ³ *h ⁻¹	--	--
Soglia di informazione	Media di 1 ora	180 µg/m ³	2004	2004
Soglia di allarme	Media di 1 ora	240 µg/m ³	2004	2004

Valori fissati per As, Cd, Ni e B(a)P in aria ambiente					
	Parametro	Valore obiettivo*	Data di raggiungimento	SVS	SVI
Valore obiettivo per l'arsenico	Media annua	6 ng/m ³	31/12/2012	3,6 ng/m ³	2,4 ng/m ³
Valore obiettivo per il cadmio	Media annua	5 ng/m ³	31/12/2012	3 ng/m ³	2 ng/m ³
Valore obiettivo per il nichel	Media annua	20 ng/m ³	31/12/2012	14 ng/m ³	10 ng/m ³
Valore obiettivo per il B(a)P	Media annua*	1 ng/m ³	31/12/2012	0,6 ng/m ³	0,4 ng/m ³

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

1.3 L'ANALISI METEOROLOGICA: CARATTERISTICHE FISICHE DEI BASSI STRATI DELL'ATMOSFERA SUL LITORALE DELL'ALTO LAZIO

1.3.1 Premessa

Dopo aver delineato brevemente la climatologia del litorale dell'alto Lazio in relazione ai problemi di inquinamento atmosferico, in questo studio si analizzano le caratteristiche diffusive del boundary layer sulla zona di Civitavecchia (RM), come si evincono da statistiche derivanti da misure e osservazioni al suolo nella stazione di Civitavecchia nel periodo dal 1951 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.

1.3.2 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 laziale, in particolare sul litorale dell'alto Lazio
- quindi analizzando con più dettaglio dati statistici relativi a 41 anni di misure e osservazioni al suolo nella stazione meteorologica del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica di Civitavecchia, 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 sulle coste dell'alto Lazio, e più specificatamente sulle zone litoranee di interesse.

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

A nostra conoscenza, le caratteristiche meteo-climatiche delle zone litoranee dell'alto Lazio 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 centrale del versante occidentale della penisola italiana, di cui la regione Lazio fa parte, con particolare riferimento ai trend climatici di temperatura e precipitazione¹. In questo contesto, si inquadrerà il clima delle zone costiere laziali 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 centrale e il Lazio 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 sul Lazio 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 sull'alto Lazio da configurazioni bariche a scala sinottica e a mesoscala, particolarmente tipici sono il Maestrale e lo Scirocco. Il Maestrale, vento proveniente da nord-ovest, porta aria fredda sul Lazio e favorisce la dispersione di inquinanti; lo Scirocco, vento da sud-est, invece,

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.

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 dai quadranti occidentali durante il giorno e 3 m/s dai quadranti orientali 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 e 2), mostra come in autunno e in inverno la configurazione barica media favorisca il provenire dei venti da est o est-sud-est sulla zona di interesse. 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, sul litorale dell'alto Lazio il fenomeno più significativo è ovviamente quello delle brezze diurne e notturne dovute al riscaldamento differenziale di terra e mare.

TAV. 6.7: Media della pressione atmosferica (hPa) al livello del mare - AUTUNNO

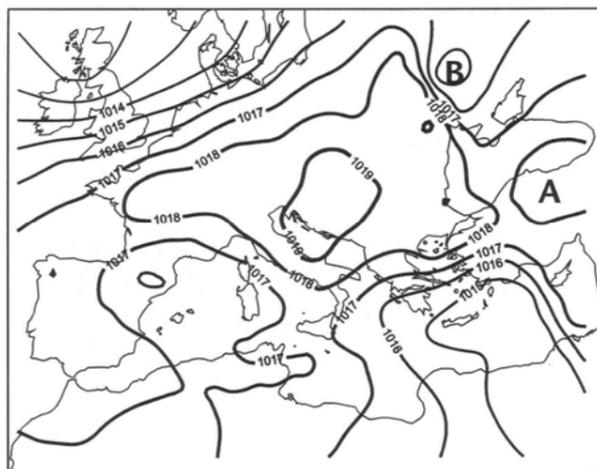


Figura 1

TAV. 6.1: Media della pressione atmosferica (hPa) al livello del mare - INVERNO

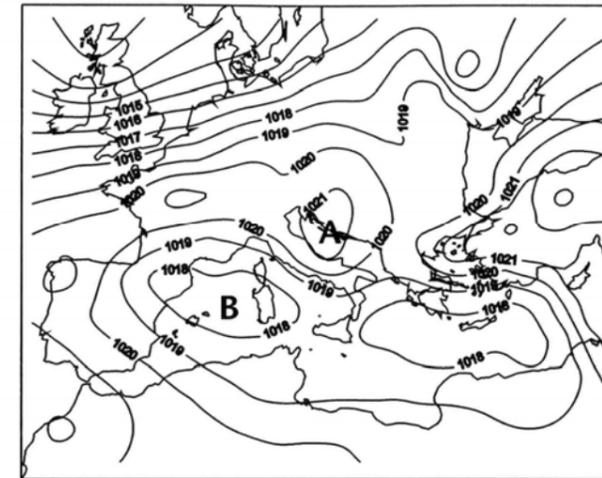


Figura 2

1.3.4 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'atmosfera⁴, che si riferisce ad osservazioni più che quarantennali nell'area di interesse.

Nella zona litoranea dell'alto Lazio è ubicata una stazione del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica, di cui si hanno a disposizione i dati di misura e osservazione dal gennaio 1951 al dicembre 1991. La stazione è situata a Civitavecchia⁵ (figura 3).

⁴ ENEL e Servizio Meteorologico dell'Aeronautica (1992), Caratteristiche diffusive dell'atmosfera, ENEL Direzione Relazioni Pubbliche e Comunicazione, Roma

⁵ Stazione Meteorologica A.M. 214 - Civitavecchia - Lat. 42° 2' - Long. 11° 50' - Alt. 4 m; Periodo di Osservazione dal 1/1951 al 12/1991

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

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

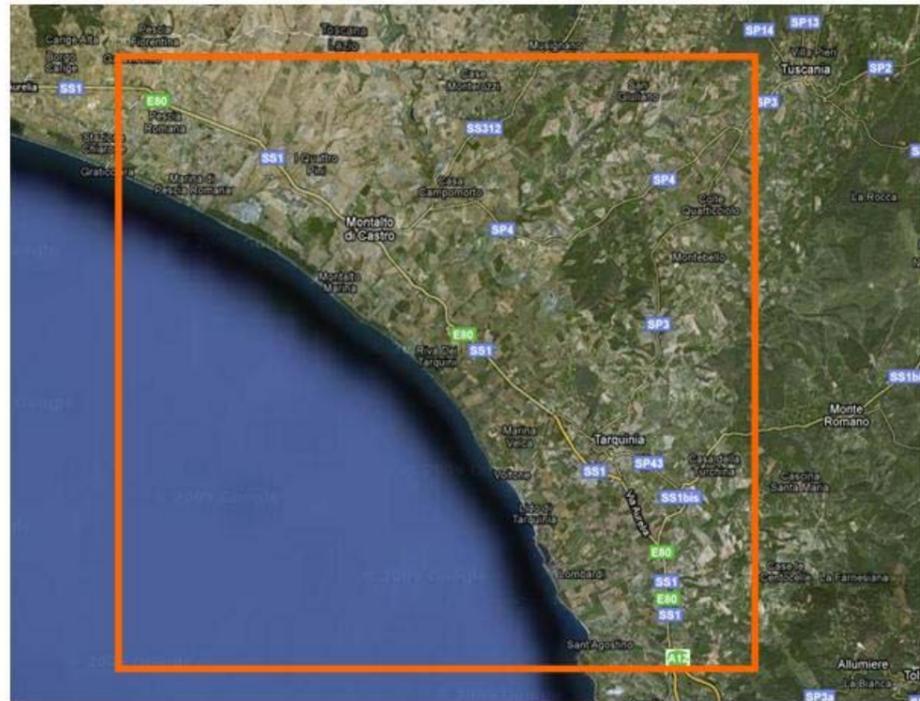


Figura 3

Utilizzando i dati diffusivi di Civitavecchia nel periodo 1951-1991, una prima elaborazione utile al fine di comprendere le caratteristiche diffusive medie del boundary layer sulla zona di interesse è quella relativa alle distribuzioni stagionali delle velocità del vento e delle frequenze per la sua direzione di provenienza. Nelle figure 4-7 si riportano rappresentazioni grafiche di questi dati.

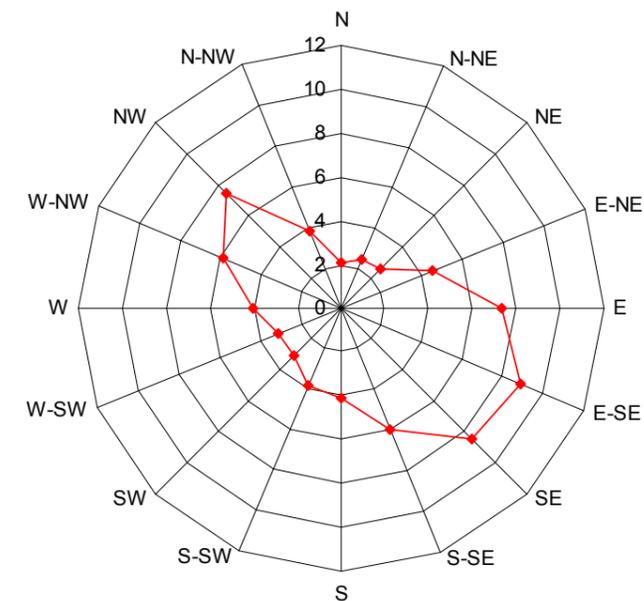
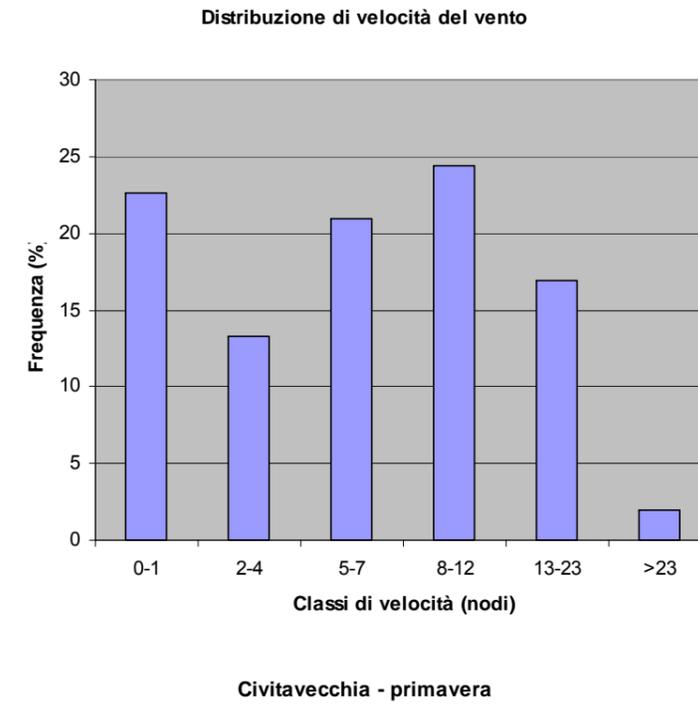


Figura 4: Primavera

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

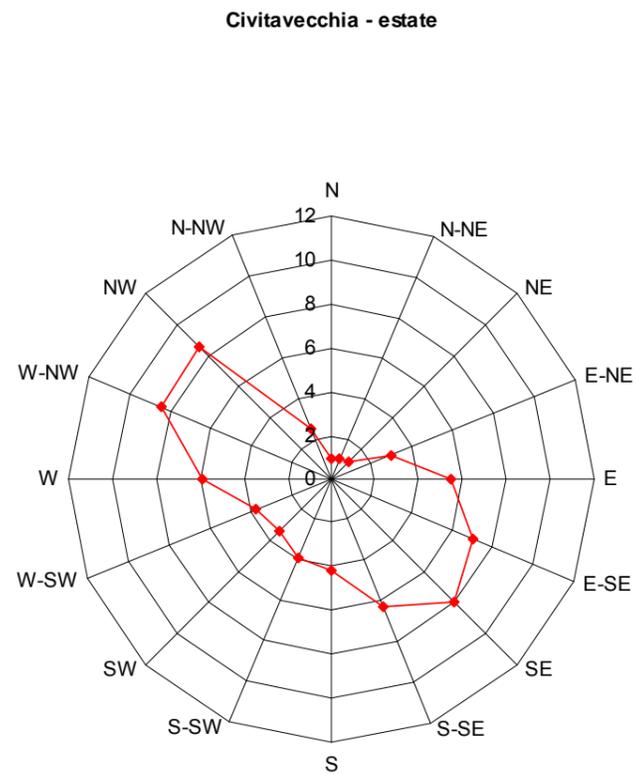
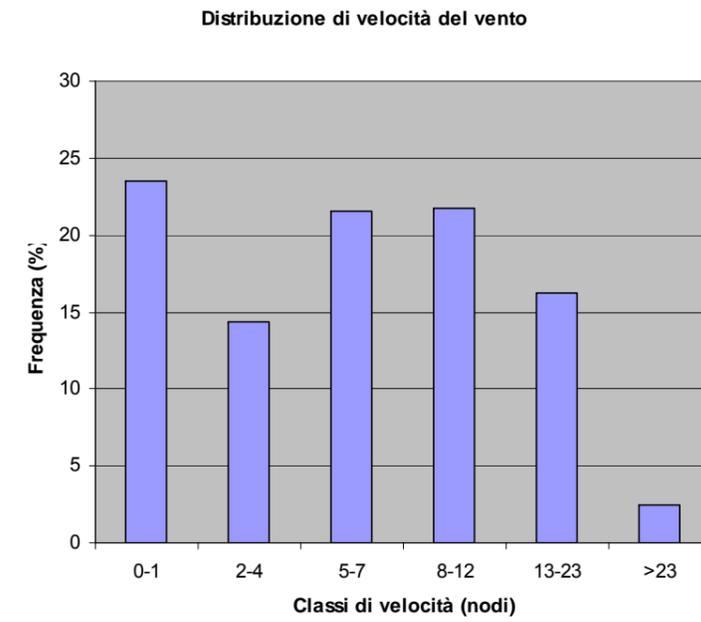
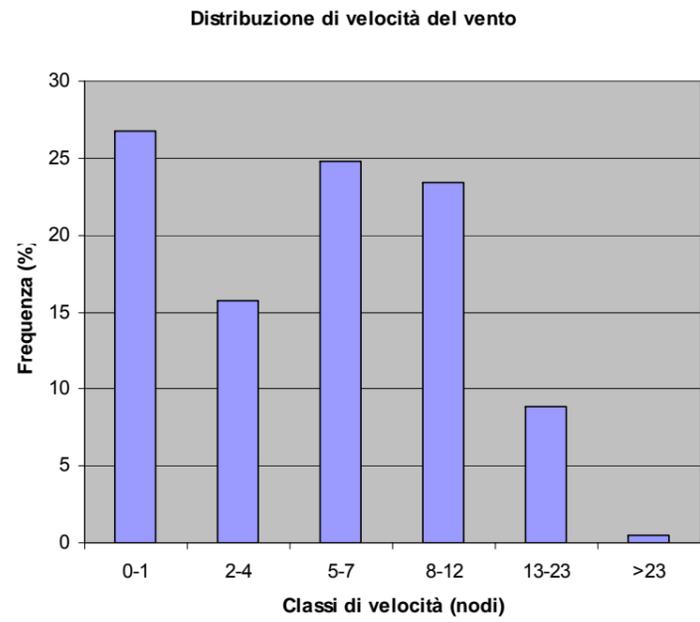


Figura 5: Estate

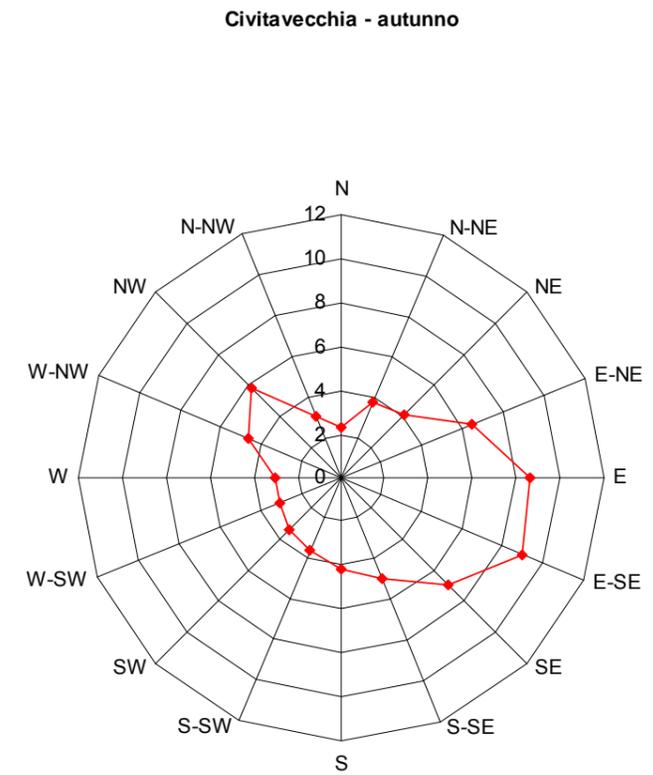
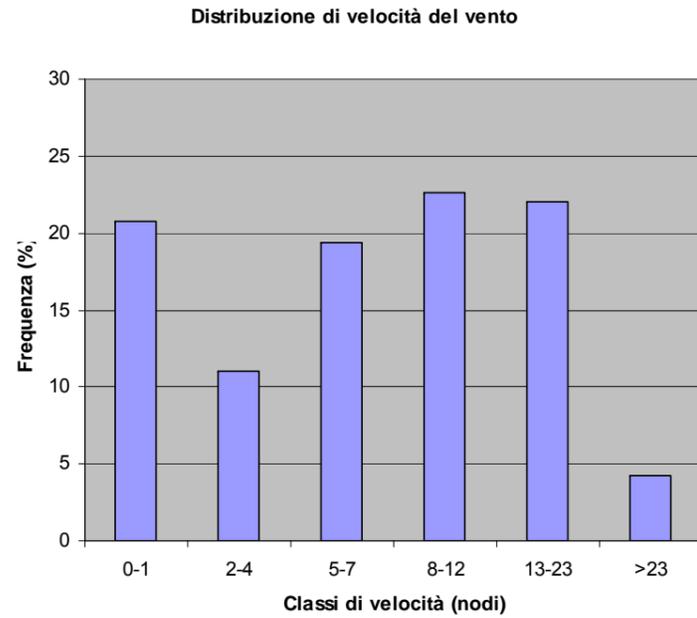


Figura 6: Autunno

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Nelle Tabelle 1-4 vengono specificate le classi di velocità del vento per ogni direzione di provenienza.



SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						TOTALE
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	≥ 24	
1	0,0 - 22,5		2,84	4,04	4,95	8,51	1,39	21,72
2	22,5 - 45,0		4,75	7,40	8,13	9,36	1,19	30,82
3	45,0 - 67,5		5,99	9,97	9,55	7,49	0,27	33,27
4	67,5 - 90,0		12,72	20,47	15,40	6,29	0,09	54,98
5	90,0 - 112,5		18,15	27,64	25,45	10,22	0,31	81,77
6	112,5 - 135,0		17,56	25,16	28,54	14,88	1,09	87,24
7	135,0 - 157,5		13,96	21,40	21,39	14,25	0,91	71,91
8	157,5 - 180,0		10,73	15,69	15,68	9,75	0,68	52,52
9	180,0 - 202,5		7,37	10,79	11,15	8,77	1,19	39,27
10	202,5 - 225,0		6,38	8,90	8,59	9,26	2,01	35,15
11	225,0 - 247,5		4,16	6,41	6,87	9,01	3,30	29,76
12	247,5 - 270,0		4,85	7,21	7,21	7,31	2,86	29,43
13	270,0 - 292,5		5,98	10,32	11,33	7,36	1,68	36,68
14	292,5 - 315,0		6,81	14,85	20,24	11,45	1,79	55,14
15	315,0 - 337,5		8,88	18,29	25,27	15,96	1,84	70,23
16	337,5 - 360,0		4,66	7,75	10,79	9,88	1,97	35,06
DIREZIONE VARIABILE CALME (% 1 NODO)			0,23	0,43	0,18	0,15	0,00	0,98
DIREZIONE VARIABILE CALME (% 1 NODO)		234,06						234,06
TOTALE		234,06	136,02	216,71	230,73	159,90	22,57	1000,00

Tabella 1: Direzione e velocità del vento – Distribuzione delle frequenze annuali

N° osservazioni: 79.391

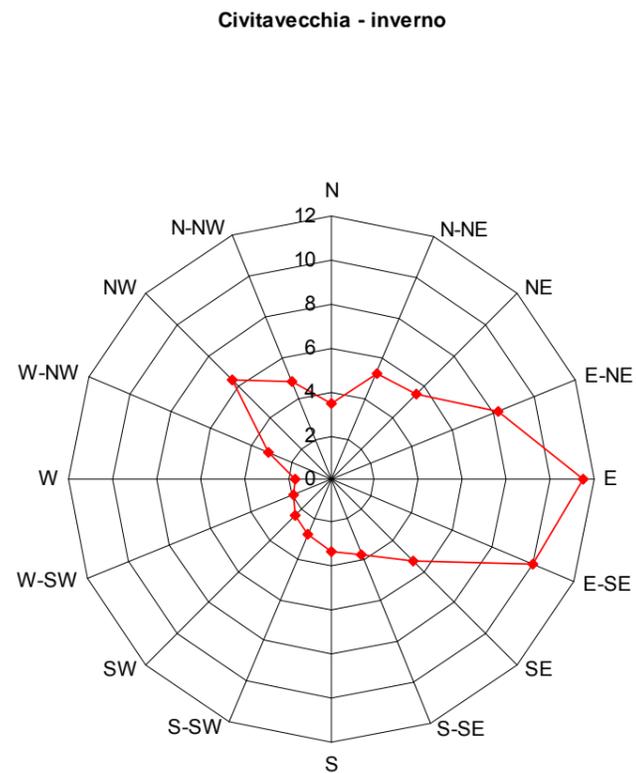


Figura 7: Inverno

SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						TOTALE
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	≥ 24	
1	0,0 - 22,5		2,31	3,17	4,95	9,05	1,13	20,61
2	22,5 - 45,0		3,92	5,57	6,80	7,13	0,77	24,19
3	45,0 - 67,5		4,68	7,09	8,38	5,85	0,19	26,19
4	67,5 - 90,0		9,33	17,13	14,01	4,79	0,05	45,30
5	90,0 - 112,5		16,41	23,41	23,61	9,35	0,19	72,97
6	112,5 - 135,0		16,14	26,66	30,35	14,77	1,11	89,03
7	135,0 - 157,5		15,02	24,19	27,06	18,03	0,51	84,81
8	157,5 - 180,0		13,36	17,69	18,08	10,30	0,46	59,89
9	180,0 - 202,5		8,82	11,54	11,83	7,92	0,66	40,78
10	202,5 - 225,0		6,99	9,88	10,10	9,77	1,60	38,35
11	225,0 - 247,5		4,27	6,19	7,55	9,11	2,97	30,09
12	247,5 - 270,0		4,54	7,41	7,88	8,15	2,85	30,84
13	270,0 - 292,5		5,90	10,74	12,40	9,68	1,48	40,19
14	292,5 - 315,0		6,62	13,94	21,81	14,52	1,50	58,39
15	315,0 - 337,5		8,89	16,60	27,37	18,93	1,96	73,76
16	337,5 - 360,0		4,90	7,88	11,87	11,45	1,82	37,91
DIREZIONE VARIABILE CALME (% 1 NODO)			0,34	0,39	0,14	0,10	0,00	0,96
DIREZIONE VARIABILE CALME (% 1 NODO)		225,75						225,75
TOTALE		225,75	132,44	209,47	244,19	168,89	19,26	1000,00

Tabella 2: Direzione e velocità del vento – Distribuzione delle frequenze stagionali (MAR-APR-MAG) N°

osservazioni: 20.771

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	= 24	TOTALE
1	0.0 - 22.5		2.30	1.81	2.21	2.61	0.20	9.13
2	22.5 - 45.0		2.14	2.78	2.87	2.36	0.00	10.15
3	45.0 - 67.5		2.56	3.91	3.47	1.70	0.00	11.64
4	67.5 - 90.0		9.56	11.59	6.65	1.40	0.03	29.22
5	90.0 - 112.5		14.86	20.89	15.48	3.18	0.08	54.49
6	112.5 - 135.0		18.46	22.10	23.04	6.76	0.10	70.47
7	135.0 - 157.5		18.45	29.92	24.84	6.44	0.05	79.71
8	157.5 - 180.0		14.93	24.95	19.44	3.07	0.10	62.48
9	180.0 - 202.5		11.41	15.90	11.50	2.61	0.05	41.48
10	202.5 - 225.0		10.86	14.46	9.60	3.75	0.20	38.87
11	225.0 - 247.5		6.73	11.26	8.47	5.67	0.88	33.01
12	247.5 - 270.0		7.72	12.10	10.96	5.90	0.70	37.37
13	270.0 - 292.5		9.99	18.41	20.65	9.28	0.94	59.28
14	292.5 - 315.0		10.81	25.64	34.09	13.39	0.33	84.26
15	315.0 - 337.5		11.44	25.77	32.90	15.37	0.38	85.86
16	337.5 - 360.0		5.02	6.06	7.53	5.07	0.53	24.22
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		267.74		0.25	0.15	0.15	0.00	0.61
TOTALE		267.74	157.51	247.70	233.86	88.62	4.57	1000.00

Tabella 3: Direzione e velocità del vento – Distribuzione delle frequenze stagionali (GIU-LUG-AGO) N° osservazioni: 19.713

SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	= 24	TOTALE
1	0.0 - 22.5		3.61	4.45	5.26	8.87	0.99	23.18
2	22.5 - 45.0		6.63	9.31	9.95	10.64	0.94	37.47
3	45.0 - 67.5		8.68	13.33	10.75	8.07	0.15	40.98
4	67.5 - 90.0		16.23	24.48	16.70	7.29	0.03	64.72
5	90.0 - 112.5		20.51	29.65	25.28	10.15	0.38	85.97
6	112.5 - 135.0		19.10	24.23	30.60	14.79	1.27	89.98
7	135.0 - 157.5		13.62	20.16	18.94	14.66	1.42	68.80
8	157.5 - 180.0		10.05	12.81	14.91	10.88	0.96	49.62
9	180.0 - 202.5		6.45	10.86	12.49	10.25	1.27	41.32
10	202.5 - 225.0		5.21	7.97	8.39	11.29	2.89	35.75
11	225.0 - 247.5		4.16	5.80	7.60	10.42	4.74	32.72
12	247.5 - 270.0		4.89	6.99	6.54	8.51	3.57	30.51
13	270.0 - 292.5		5.88	8.44	8.11	5.79	1.65	29.87
14	292.5 - 315.0		6.46	12.67	14.39	10.55	2.00	46.08
15	315.0 - 337.5		8.01	16.47	18.55	12.70	1.51	57.24
16	337.5 - 360.0		4.00	7.73	9.22	7.88	1.03	29.87
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		235.07		0.20	0.51	0.15	0.00	0.86
TOTALE		235.07	143.69	215.86	217.84	162.75	24.78	1000.00

Tabella 4: Direzione e velocità del vento – Distribuzione delle frequenze stagionali (SET-OTT-NOV) N° osservazioni: 19.730

SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	= 24	TOTALE
1	0.0 - 22.5		3.17	6.84	7.46	13.62	3.30	34.39
2	22.5 - 45.0		6.37	12.16	13.11	17.64	3.12	52.41
3	45.0 - 67.5		8.16	15.87	15.83	14.63	0.76	55.24
4	67.5 - 90.0		16.03	29.11	24.59	11.94	0.26	81.93
5	90.0 - 112.5		20.99	37.11	37.84	18.45	0.61	115.01
6	112.5 - 135.0		16.61	27.62	30.10	23.45	1.92	99.70
7	135.0 - 157.5		8.55	10.89	14.24	17.76	1.71	53.14
8	157.5 - 180.0		4.25	6.95	10.01	14.86	1.21	37.28
9	180.0 - 202.5		2.61	4.63	8.67	14.50	2.84	33.24
10	202.5 - 225.0		2.32	3.09	6.14	12.28	3.42	27.25
11	225.0 - 247.5		1.39	2.31	3.74	10.90	4.68	23.02
12	247.5 - 270.0		2.18	2.18	3.32	6.60	4.37	18.64
13	270.0 - 292.5		2.06	3.49	3.91	4.48	2.70	16.65
14	292.5 - 315.0		3.29	6.99	10.30	7.07	3.38	31.01
15	315.0 - 337.5		7.12	14.29	22.08	16.70	3.55	63.74
16	337.5 - 360.0		4.72	9.36	14.60	15.19	4.59	48.46
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		207.38		0.10	0.68	0.26	0.47	1.51
TOTALE		207.38	109.92	193.57	226.21	220.52	42.39	1000.00

Tabella 5: Direzione e velocità del vento – Distribuzione delle frequenze stagionali (DIC-GEN-FEB) N° osservazioni: 19.177

Una volta constatato che su Civitavecchia le calme di vento si riscontrano in poco più del 20% delle osservazioni, dai dati riportati si ritrova la predominanza dei venti lungo la direttrice ovest-nord-ovest ↔ est-sud-est, con frequenze che privilegiano i venti sciroccali o da est in autunno ed inverno e che sono invece molto simili nelle altre due stagioni. Tale direttrice è sicuramente dovuta alla predominanza dei venti sinottici prevalenti in autunno-inverno e alla componente locale predominante (brezze) in primavera-estate.

Come si è già accennato, il Maestrale determina una notevole turbolenza nei bassi strati, benefica per i fenomeni di inquinamento, mentre lo Scirocco tende a far stratificare la bassa troposfera, creando possibili inversioni in quota, deleterie per quanto riguarda l'accumulo di sostanze inquinanti. Nel semestre caldo, la brezza di mare porta aria più fresca e generalmente più pulita sulla costa, mentre la brezza di terra può avvertire inquinanti da zone interne, dove si trovano città e centri produttivi.

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.

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

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).

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 debola	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 6

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

Tabella 7

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 8-14 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 alle ore sinottiche principali (cioè 00, 06, 12 e 18 UTC), mentre i rilevamenti alle ore sinottiche secondarie (03, 09, 15 e 21) nel periodo considerato risultano di numero molto inferiore.

CLASSI STABIL.	MESE												INTERO PERIODO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A	0.00	6.95	15.32	47.12	68.56	103.52	92.67	87.92	23.61	16.62	0.00	0.00	38.64
B	37.44	51.77	65.75	83.49	171.39	239.55	270.91	134.90	127.87	89.26	44.26	37.49	113.24
C	44.99	52.81	55.54	71.47	120.60	139.35	145.62	84.23	75.74	60.94	52.07	35.80	78.51
D	587.19	597.64	571.66	609.11	409.47	248.18	200.52	408.72	430.49	426.90	565.57	580.88	469.02
E	113.63	107.02	99.27	60.40	74.17	94.56	97.84	85.57	103.93	124.96	120.73	112.12	99.40
F + G	216.75	181.72	189.59	127.13	152.38	171.53	190.51	197.99	237.38	280.09	216.73	233.37	199.61
NEBBIA	0.00	2.08	2.87	1.27	3.43	3.32	1.94	0.67	0.98	1.23	0.65	0.34	1.57
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.	3045	2878	3133	3162	3209	3014	3097	2980	3050	3249	3073	2961	36851

Tabella 8: Classi di stabilità – Distribuzione delle frequenze mensili e annuali
 N° osservazioni 36.851

STAGIONI	CLASSI DI STABILITA'							
	A	B	C	D	E	F + G	NEBBIA	TOTALE
DIC-GEN-FEB	0.54	10.15	10.72	141.87	26.76	50.85	0.19	241.08
MAR-APR-MAG	11.32	27.68	21.36	136.52	20.08	40.30	0.65	257.90
GIU-LUG-AGO	23.36	53.27	30.45	70.20	22.88	46.05	0.49	246.70
SET-OTT-NOV	3.42	22.14	15.98	120.43	29.69	62.41	0.24	254.32
TOTALE	38.64	113.24	78.51	469.02	99.40	199.61	1.57	1000.00

Tabella 9: Classi di stabilità – Distribuzione delle frequenze stagionali e annuali
 N° osservazioni 36.851

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

AUTOSTRADA A12 Rosignano - Civitavecchia
Progetto Definitivo Tratto Pescia Romana – Tarquinia - Lotto 6B
Studio di Impatto Ambientale

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

ORE SINOTTICHE (UTC)	CLASSI DI STABILITA'							TOTALE
	A	B	C	D	E	F + G	NEBBIA	
0	0.00	0.00	0.00	48.76	20.41	71.72	0.03	140.92
3	0.00	0.00	0.00	5.37	2.06	6.21	0.14	13.79
6	0.00	26.19	11.29	145.72	24.64	49.25	0.41	257.50
9	8.17	17.75	10.61	41.22	0.00	0.00	0.68	78.42
12	30.28	66.97	52.75	113.92	0.00	0.00	0.16	264.09
15	0.19	2.33	3.85	13.84	1.06	1.19	0.00	22.47
18	0.00	0.00	0.00	95.38	48.03	66.24	0.16	209.82
21	0.00	0.00	0.00	4.80	3.20	4.99	0.00	13.00
TOTALE	38.64	113.24	78.51	469.02	99.40	199.61	1.57	1000.00

*Tabella 10: Classi di stabilità – Distribuzione delle frequenze annuali
 N° osservazioni 36.851*

ORE SINOTTICHE (UTC)	CLASSI DI STABILITA'							TOTALE
	A	B	C	D	E	F + G	NEBBIA	
0	0.00	0.00	0.00	23.98	19.69	97.35	0.00	141.02
3	0.00	0.00	0.00	1.65	2.86	8.03	0.11	12.65
6	0.00	83.82	35.20	135.30	0.00	0.00	0.55	254.87
9	20.68	26.07	10.67	11.66	0.00	0.00	0.99	70.07
12	73.37	98.89	68.75	22.55	0.00	0.00	0.22	263.78
15	0.66	7.15	8.80	7.48	0.00	0.00	0.00	24.09
18	0.00	0.00	0.00	78.21	66.22	74.03	0.11	218.57
21	0.00	0.00	0.00	3.74	3.96	7.26	0.00	14.96
TOTALE	94.71	215.93	123.42	284.57	92.73	186.67	1.98	1000.00

Tabella 12: Classi di stabilità – Distribuzione delle frequenze stagionali (GIU-LUG-AGO) – N° osservazioni 9.091

ORE SINOTTICHE (UTC)	CLASSI DI STABILITA'							TOTALE
	A	B	C	D	E	F + G	NEBBIA	
0	0.00	0.00	0.00	55.03	18.62	68.29	0.00	141.94
3	0.00	0.00	0.00	4.63	0.95	4.95	0.11	10.63
6	0.00	21.36	10.10	189.81	13.68	25.15	0.74	260.84
9	8.42	19.68	11.26	41.35	0.00	0.00	1.26	81.97
12	35.35	64.39	57.87	110.27	0.00	0.00	0.21	268.10
15	0.11	1.89	3.58	15.47	0.00	0.00	0.00	21.04
18	0.00	0.00	0.00	108.59	42.19	54.61	0.21	205.60
21	0.00	0.00	0.00	4.21	2.42	3.26	0.00	9.89
TOTALE	43.88	107.32	82.81	529.36	77.86	156.25	2.53	1000.00

*Tabella 11: Classi di stabilità – Distribuzione delle frequenze stagionali (MAR-APR-MAG)
 N° osservazioni 9.504*

ORE SINOTTICHE (UTC)	CLASSI DI STABILITA'							TOTALE
	A	B	C	D	E	F + G	NEBBIA	
0	0.00	0.00	0.00	45.99	21.55	70.21	0.00	137.75
3	0.00	0.00	0.00	8.64	2.67	6.51	0.21	18.03
6	0.00	0.00	0.00	127.93	39.16	90.27	0.21	257.58
9	3.52	18.25	13.76	45.99	0.00	0.00	0.21	81.73
12	9.92	68.50	46.09	136.68	0.00	0.00	0.11	261.31
15	0.00	0.32	2.99	16.54	1.17	1.28	0.00	22.30
18	0.00	0.00	0.00	84.93	48.23	71.70	0.21	205.08
21	0.00	0.00	0.00	6.83	3.95	5.44	0.00	16.22
TOTALE	13.44	87.07	62.85	473.54	116.73	245.41	0.96	1000.00

*Tabella 13: Classi di stabilità – Distribuzione delle frequenze stagionali (SET-OTT-NOV)
 N° osservazioni 9.372*

AUTOSTRADA A12 Rosignano - Civitavecchia
Progetto Definitivo Tratto Pescia Romana – Tarquinia - Lotto 6B
Studio di Impatto Ambientale

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

ORE SINOTTICHE (UTC)	CLASSI DI STABILITA'							
	A	B	C	D	E	F + G	NEBBIA	TOTALE
0	0.00	0.00	0.00	70.35	21.84	50.77	0.11	143.07
3	0.00	0.00	0.00	6.53	1.80	5.40	0.11	13.85
6	0.00	0.00	0.00	127.98	46.26	82.17	0.11	256.53
9	0.00	6.64	6.53	66.30	0.00	0.00	0.23	79.69
12	2.25	35.46	37.93	187.30	0.00	0.00	0.11	263.06
15	0.00	0.00	0.00	15.76	3.15	3.60	0.00	22.51
18	0.00	0.00	0.00	109.86	35.46	64.95	0.11	210.38
21	0.00	0.00	0.00	4.39	2.48	4.05	0.00	10.92
TOTALE	2.25	42.10	44.46	588.47	110.99	210.94	0.79	1000.00

Tabella 14: *Classi di stabilità – Distribuzione delle frequenze stagionali (DIC-GEN-FEB)*
 N° osservazioni 8.884

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		1.38	1.08	0.66	0.00	0.00	3.12	5.06
2	22.5 - 45.0		1.62	1.32	0.54	0.00	0.00	3.47	4.84
3	45.0 - 67.5		2.70	3.29	0.24	0.00	0.00	6.23	5.13
4	67.5 - 90.0		6.65	7.73	0.24	0.00	0.00	14.62	4.73
5	90.0 - 112.5		15.34	12.94	0.96	0.00	0.00	29.24	4.55
6	112.5 - 135.0		20.37	22.53	4.31	0.00	0.00	47.21	4.89
7	135.0 - 157.5		27.38	55.42	8.51	0.00	0.00	91.30	5.36
8	157.5 - 180.0		29.30	55.06	16.18	0.00	0.00	100.53	5.62
9	180.0 - 202.5		17.85	36.42	7.85	0.00	0.00	62.13	5.52
10	202.5 - 225.0		13.90	31.63	8.69	0.00	0.00	54.22	5.75
11	225.0 - 247.5		11.32	26.78	9.17	0.00	0.00	47.27	5.94
12	247.5 - 270.0		11.56	31.33	7.49	0.00	0.00	50.38	5.74
13	270.0 - 292.5		13.06	37.68	11.74	0.00	0.00	62.49	5.95
14	292.5 - 315.0		10.54	37.44	17.13	0.00	0.00	65.12	6.34
15	315.0 - 337.5		10.84	16.12	9.05	0.00	0.00	36.01	5.72
16	337.5 - 360.0		1.74	2.10	1.26	0.00	0.00	5.09	5.72
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		319.67	0.72	0.72	0.48	0.00	0.00	319.67	5.50
TOTALE		319.67	196.26	379.58	104.48	0.00	0.00	1000.00	

Tabella 16: *Classe di stabilità B – Distribuzione delle frequenze annuali*
 N° osservazioni 4.173

Le Tabelle 15-21 sintetizzano le distribuzioni delle frequenze annuali delle classi di vento che si sono registrate in ognuna delle classi di stabilità di Pasquill.

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		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	22.5 - 45.0		1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	3.00
3	45.0 - 67.5		0.53	1.58	0.00	0.00	0.00	2.11	4.58
4	67.5 - 90.0		2.63	1.23	0.00	0.00	0.00	3.86	3.86
5	90.0 - 112.5		3.69	3.34	0.00	0.00	0.00	7.02	4.38
6	112.5 - 135.0		5.79	7.20	0.00	0.00	0.00	12.99	4.34
7	135.0 - 157.5		28.27	21.95	0.00	0.00	0.00	50.21	4.11
8	157.5 - 180.0		46.52	28.62	0.00	0.00	0.00	75.14	3.93
9	180.0 - 202.5		33.88	29.67	0.00	0.00	0.00	63.55	4.10
10	202.5 - 225.0		40.20	34.94	0.00	0.00	0.00	75.14	4.00
11	225.0 - 247.5		30.02	18.43	0.00	0.00	0.00	48.46	4.06
12	247.5 - 270.0		30.37	27.91	0.00	0.00	0.00	58.29	4.11
13	270.0 - 292.5		38.45	24.40	0.00	0.00	0.00	62.85	3.91
14	292.5 - 315.0		31.07	18.43	0.00	0.00	0.00	49.51	3.86
15	315.0 - 337.5		12.82	7.02	0.00	0.00	0.00	19.84	4.05
16	337.5 - 360.0		1.23	0.70	0.00	0.00	0.00	1.93	3.82
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		466.99	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	466.99	5.00
TOTALE		466.99	306.88	226.12	0.00	0.00	0.00	1000.00	

Tabella 15: *Classe di stabilità A – Distribuzione delle frequenze annuali*
 N° osservazioni 1.424

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		0.17	2.77	6.83	3.54	0.00	13.31	10.99
2	22.5 - 45.0		1.04	8.12	8.90	2.16	0.00	20.22	8.53
3	45.0 - 67.5		5.10	10.46	8.21	1.47	0.00	25.23	7.39
4	67.5 - 90.0		6.48	22.90	13.05	0.26	0.00	42.69	6.62
5	90.0 - 112.5		11.75	45.80	26.53	0.00	0.00	84.08	6.56
6	112.5 - 135.0		15.04	48.05	43.81	2.77	0.00	109.66	7.19
7	135.0 - 157.5		11.15	38.63	49.43	3.72	0.00	102.92	7.66
8	157.5 - 180.0		8.90	30.16	47.53	2.16	0.00	88.75	7.74
9	180.0 - 202.5		5.27	20.57	26.88	3.11	0.00	55.82	7.75
10	202.5 - 225.0		4.41	11.93	16.85	0.69	0.35	34.22	7.82
11	225.0 - 247.5		3.80	8.99	26.10	5.70	0.35	44.94	9.28
12	247.5 - 270.0		6.22	10.37	27.13	8.99	0.00	52.71	9.39
13	270.0 - 292.5		3.72	12.96	43.03	13.48	0.00	73.19	9.94
14	292.5 - 315.0		5.27	19.18	71.38	21.26	0.35	117.44	9.98
15	315.0 - 337.5		5.53	28.86	57.55	14.00	1.47	107.41	9.26
16	337.5 - 360.0		1.56	7.26	12.44	5.18	0.26	26.70	9.82
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		0.00	0.00	0.35	0.35	0.00	0.00	0.69	9.50
TOTALE		0.00	95.40	327.34	486.00	88.49	2.77	1000.00	

Tabella 17: *Classe di stabilità C – Distribuzione delle frequenze annuali*
 N° osservazioni 2.893

AUTOSTRADA A12 Rosignano - Civitavecchia
Progetto Definitivo Tratto Pescia Romana – Tarquinia - Lotto 6B
Studio di Impatto Ambientale

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

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		0.88	1.56	7.30	15.82	1.89	27.47	14.61
2	22.5 - 45.0		1.81	3.10	13.15	17.18	2.07	37.30	13.34
3	45.0 - 67.5		3.53	6.00	13.03	14.13	0.54	37.23	11.15
4	67.5 - 90.0		8.94	18.67	23.62	9.07	0.07	60.37	8.41
5	90.0 - 112.5		14.13	27.58	45.61	17.89	0.32	105.53	8.82
6	112.5 - 135.0		13.67	24.75	45.84	26.48	1.56	112.30	9.80
7	135.0 - 157.5		5.76	12.69	29.52	28.77	1.40	78.14	11.30
8	157.5 - 180.0		4.08	8.26	21.51	20.79	1.17	55.80	11.51
9	180.0 - 202.5		1.88	4.79	16.65	17.70	2.34	43.36	12.82
10	202.5 - 225.0		1.88	3.49	13.03	21.44	4.45	44.29	14.49
11	225.0 - 247.5		0.51	1.95	9.47	18.93	7.26	38.13	16.93
12	247.5 - 270.0		0.65	1.69	8.35	15.12	6.68	32.49	17.04
13	270.0 - 292.5		0.88	1.35	6.88	11.18	3.41	23.71	15.50
14	292.5 - 315.0		1.03	3.11	18.17	20.50	3.82	46.62	13.86
15	315.0 - 337.5		3.11	5.97	32.79	34.05	3.69	79.61	13.08
16	337.5 - 360.0		2.18	2.91	16.24	19.27	3.51	44.12	13.73
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		132.96	0.12	0.29	0.12	0.06	0.00	0.58	6.80
TOTALE		132.96	65.03	128.15	321.28	308.38	44.20	1000.00	

Tabella 18: Classe di stabilità D – Distribuzione delle frequenze annuali
N° osservazioni 17.284

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		8.29	3.43	0.00	0.00	0.00	11.73	3.62
2	22.5 - 45.0		12.91	7.17	0.00	0.00	0.00	20.09	3.78
3	45.0 - 67.5		13.53	6.36	0.00	0.00	0.00	19.88	3.67
4	67.5 - 90.0		26.71	12.34	0.00	0.00	0.00	39.05	3.72
5	90.0 - 112.5		41.26	13.12	0.00	0.00	0.00	54.38	3.54
6	112.5 - 135.0		34.05	7.21	0.00	0.00	0.00	41.26	3.27
7	135.0 - 157.5		14.41	2.85	0.00	0.00	0.00	17.26	3.17
8	157.5 - 180.0		10.20	1.16	0.00	0.00	0.00	11.35	2.96
9	180.0 - 202.5		6.70	0.82	0.00	0.00	0.00	7.51	3.06
10	202.5 - 225.0		6.49	1.43	0.00	0.00	0.00	7.92	3.10
11	225.0 - 247.5		3.47	0.65	0.00	0.00	0.00	4.11	3.29
12	247.5 - 270.0		4.49	2.07	0.00	0.00	0.00	6.56	3.49
13	270.0 - 292.5		7.75	4.08	0.00	0.00	0.00	11.83	3.58
14	292.5 - 315.0		16.11	5.71	0.00	0.00	0.00	21.82	3.57
15	315.0 - 337.5		19.61	12.44	0.00	0.00	0.00	32.05	3.89
16	337.5 - 360.0		14.78	6.73	0.00	0.00	0.00	21.51	3.69
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		671.56	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	3.00
TOTALE		671.56	240.89	87.55	0.00	0.00	0.00	1000.00	

Tabella 20: Classe di stabilità F+G – Distribuzione delle frequenze annuali
N° osservazioni 7.356

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		1.77	20.75	8.87	0.00	0.00	31.40	6.75
2	22.5 - 45.0		2.46	32.35	12.83	0.00	0.00	47.64	6.72
3	45.0 - 67.5		6.07	52.28	15.77	0.00	0.00	74.12	6.51
4	67.5 - 90.0		13.17	87.22	10.72	0.00	0.00	111.11	6.12
5	90.0 - 112.5		18.50	100.74	13.38	0.00	0.00	132.61	6.05
6	112.5 - 135.0		13.04	64.16	9.56	0.00	0.00	86.75	6.03
7	135.0 - 157.5		8.26	31.40	5.32	0.00	0.00	44.98	6.01
8	157.5 - 180.0		5.66	24.02	2.87	0.00	0.00	32.56	5.92
9	180.0 - 202.5		3.14	20.95	3.75	0.00	0.00	27.85	6.24
10	202.5 - 225.0		3.14	13.99	2.25	0.00	0.00	19.38	5.98
11	225.0 - 247.5		1.98	10.37	1.30	0.00	0.00	13.65	6.14
12	247.5 - 270.0		2.53	11.47	3.48	0.00	0.00	17.47	6.32
13	270.0 - 292.5		2.66	17.47	9.90	0.00	0.00	30.03	6.78
14	292.5 - 315.0		4.30	49.96	30.37	0.00	0.00	84.63	6.96
15	315.0 - 337.5		5.46	104.15	55.69	0.00	0.00	165.30	7.01
16	337.5 - 360.0		4.23	50.78	25.25	0.00	0.00	80.26	6.90
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.27	6.00
TOTALE		0.00	96.37	692.33	211.30	0.00	0.00	1000.00	

Tabella 19: Classe di stabilità E – Distribuzione delle frequenze annuali
N° osservazioni 3.663

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		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	22.5 - 45.0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	45.0 - 67.5		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	67.5 - 90.0		0.00	17.24	0.00	0.00	0.00	17.24	7.00
5	90.0 - 112.5		30.17	34.48	99.14	0.00	0.00	163.79	7.74
6	112.5 - 135.0		56.03	51.72	90.52	17.24	0.00	215.52	7.24
7	135.0 - 157.5		38.79	77.59	51.72	17.24	0.00	185.34	6.47
8	157.5 - 180.0		12.93	34.48	0.00	0.00	0.00	47.41	4.91
9	180.0 - 202.5		0.00	8.62	0.00	0.00	0.00	8.62	6.00
10	202.5 - 225.0		17.24	0.00	0.00	0.00	0.00	17.24	3.00
11	225.0 - 247.5		17.24	0.00	0.00	17.24	0.00	34.48	10.50
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	12.93	0.00	0.00	12.93	8.00
14	292.5 - 315.0		0.00	0.00	4.31	0.00	0.00	4.31	8.00
15	315.0 - 337.5		0.00	4.31	0.00	0.00	0.00	4.31	6.00
16	337.5 - 360.0		0.00	12.93	0.00	0.00	0.00	12.93	6.00
DIREZIONE VARIABILE CALME (¼ 1 NODO)		275.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	275.86	0.00
TOTALE		275.86	172.41	241.38	258.62	51.72	0.00	1000.00	

Tabella 21: Classe di stabilità Nebbia – Distribuzione delle frequenze stagionali (DIC-GEN-FEB)
N° osservazioni 58

Da questa analisi di dati al suolo risulta chiaro che la climatologia diffusiva della regione di interesse si distacca 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 del litorale dell'alto Lazio risentono positivamente della mitigazione del mare, 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, ma fenomeni estivi di calma di vento, alta pressione e stabilità in quota possono favorire 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, cosa che si farà nella prossima sezione.

1.3.5 Conclusioni

Sulla base di quanto emerso tali analisi della circolazione nella sezione 2 e quella dello stato dei bassi strati effettuata nella sezione 3, sono opportune 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 del litorale dell'alto Lazio.

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 dell'alto Lazio 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 possono consentire il formarsi di inversioni in quota, favorendo così l'instaurarsi di condizioni critiche per eventi acuti di smog fotochimico.

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

Queste considerazioni generali tengono ovviamente conto dell'analisi statistica presentata nella terza sezione di questa relazione 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, 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 del litorale dell'alto Lazio favorisce generalmente fenomeni di inquinamento secondario di origine fotochimica di elevata intensità nel semestre caldo.

1.4 LE SORGENTI EMISSIVE⁹

Per di un elenco esaustivo delle varie sorgenti si può far riferimento all'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera che stima annualmente l'emissione di 21 sostanze, tra inquinanti e gas serra (Tabella 1), provenienti da 360 processi/attività emissive (Tabella 2) seguendo le metodologie di stima ufficialmente disponibili [IPCC, 1997; IPCC, 2000, EMEP/CORINAIR, 2001], a partire da indicatori statistici di attività e relativi fattori di emissione; i dati di attività fanno riferimento, principalmente, ai documenti ufficiali prodotti dall'Istituto Nazionale di Statistica, dal Ministero delle Attività Produttive e dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti o dalla documentazione e da comunicazioni dirette delle associazioni di categoria e produttori.

L'aggiornamento della metodologia e dei fattori di emissione viene svolta nell'ambito della Task Force ONU sugli inventari di emissioni e proiezioni (TFEIP-UNECE) e nei working group dell'IPCC. L'informazione prodotta viene diffusa nella rete EIONET dell'Agenzia Europea dell'Ambiente e inserita nel Sistema Statistico Nazionale (SISTAN).

⁹ Riferimenti bibliografici

- a) EMEP/CORINAIR, 2001. "Atmospheric Emission Inventory Guidebook", third edition, November 2001.
- b) Ntziachristos L. and Z. Samaras, 2000. Copert III COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport. Methodology and Emission Factors (Version 2.1) ETC/AEM October 2000.
- c) Giovannini, Grechi D. (2005) Osservazioni relative all'incertezza nella stima delle emissioni da traffico stradale. Atti del X incontro Emissioni da Trasporto su Strada, San Donato Milanese, 21/6/2005
- d) ENEA, 2001. I consumi energetici di biomasse nel settore residenziale in Italia nel 1999. A cura di Vincenzo Gerardi e Giovanni Perrella. RT/ERG/2001/07.
- e) Caserini S., Fraccaroli A., Monguzzi A.M., Moretti M., Giudici A., Angelino E., Fossati G., Gurrieri G., 2004. Primary PM10 and PM2.5 Emission Inventory in Lombardy. Proceedings of the PM Emission Inventories Scientific Workshop, Lago Maggiore, Italy 18 October 2004.
- f) APAT/CTN-ACE, 2004. La disaggregazione a livello provinciale dell'inventario nazionale delle emissioni. Rapporto Finale.
- g) APAT/CTN-ACE, 2004. Manuale dei fattori di emissione nazionali. Disponibile sul sito web <http://www.inventaria.sinanet.apat.it>
- h) APAT, 2005. Qualità dell'ambiente urbano. Il Rapporto APAT.
- i) www.apat.it
- j) "Framework Advisory Code of Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions" (<http://www.unece.org/env/aa/welcome.htm>).
- k) http://ec.europa.eu/environment/air/cafe/activities/ammonia_en.htm
- l) <http://ec.europa.eu/environment/air/legis.htm>
- m) "Modelling of Emissions of Air Pollutants and Greenhouse Gases from Agricultural Sources in Europe" (<http://www.iiasa.ac.at/rains/reports/ir04048.pdf#search=%22agriculture%20emission%20air%22>)

L'inventario rappresenta un'informazione indispensabile per individuare le sorgenti sulle quali può essere più efficace o prioritario agire per ridurre la formazione dell'inquinante di interesse o, nel caso di inquinanti secondari come l'ozono o il particolato secondario, per limitare la produzione dei precursori. Per quanto riguarda le attività emissive di PM₁₀, l'inventario nazionale prevede la stima delle emissioni dello stesso da oltre 40 attività e processi produttivi, individuate secondo la classificazione SNAP (Selected Nomenclature for sources of Air Pollutants).

Sostanza	Acidif.	Ozono	Tossici	Clima
Anidride solforosa (SO ₂)	✓			
Ossidi di azoto (NO _x)	✓	✓	✓	
Ammoniaca (NH ₃)	✓			
Composti organici volatili non metanici (NMVOC)		✓	✓	
Monossido di carbonio (CO)		✓	✓	
Anidride carbonica (CO ₂)				✓
Metano (CH ₄)		✓		✓
Protossido di azoto (N ₂ O)				✓
Idrofluorocarburi (HFC)				✓
Perfluorocarburi (PFC)				✓
Esafluoruro di zolfo (SF ₆)				✓
Metalli pesanti (Hg, Pb, Cd)			✓	
Materiale Particolato (PM₁₀)			✓	
Inquinanti organici persistenti (Diossine, Furani, IPA)			✓	

Tabella 22: Inquinanti inclusi nell'inventario nazionale

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

PRODUZIONE ENERGIA	
macrosettore 1 Combustione: Energia e Industria di trasformazione	
0101	Produzione di energia elettrica
0103	Raffinerie
0104	Impianti di trasformazione di combustibili solidi
0105	Miniere di carbone, estrazione oli/gas, compressori per tubazioni
INDUSTRIA	
macrosettore 3: Combustione nell'industria	
0301	Combustione nelle caldaie, turbine e motori a combustione interna
0302	Forni di processo senza contatto
0303	Processi di combustione per contatto
macrosettore 4: Processi produttivi	
0401	Processi nell'industria petrolifera
0402	Processi nelle industrie del ferro e dell'acciaio e nelle miniere di carbone
0403	Processi nelle industrie di metalli non ferrosi
0404	Processi nelle industrie chimiche inorganiche
0405	Processi nelle industrie chimiche organiche
0406	Processi nell'industria del legno, pasta per la carta, alimenti ed altro
macrosettore 5: Estrazione e distribuzione di combustibili fossili/geotermia	
0501	Estrazione, 1° trattamento di combustibili fossili solidi
macrosettore 6: Uso di solventi e altri prodotti	
0603	Sintesi o lavorazione di prodotti chimici
RESIDENZIALE E TERZIARIO	
macrosettore 2: Combustione non industriale	
0201	Impianti commerciali ed istituzionali
0202	Impianti residenziali
0203	Impianti in agricoltura, silvicoltura ed acquacoltura
TRASPORTI	
macrosettore 7: Trasporto su strada	
0701	Automobili
0702	Veicoli leggeri < 3,5 t
0703	Veicoli pesanti > 3,5 t e autobus
0704	Motocicli e ciclo motori < 50 cc
0705	Motocicli > 50 cc
0707	Pneumatici e uso dei freni
macrosettore 8: Altre sorgenti mobili e macchinari	
0801	Trasporti militari
0802	Ferrovie
0803	Vie di navigazione interne
0804	Attività marittime
0805	Traffico aereo
0806	Agricoltura
0807	Silvicoltura
0808	Industria
0809	Giardinaggio ed altre attività domestiche
AGRICOLTURA E FORESTE	
macrosettore 9: Trattamento e smaltimento rifiuti	
0902	Incenerimento rifiuti
0907	Incenerimento di rifiuti agricoli
macrosettore 10: Agricoltura	
1003	Combustione di stoppie
macrosettore 11: Altre sorgenti e assorbimenti	
1103	Incendi forestali e altra vegetazione

Tabella 23: Classificazione delle categorie di emissione degli inquinanti

Al fine di semplificare l'esposizione dei risultati, le categorie emissive sono state raggruppate in 5 settori rappresentativi:

- Produzione di energia
- Industria
- Residenziale e terziario
- Trasporti
- Agricoltura e foreste

La realizzazione dell'inventario delle emissioni di particolato presenta ancora difficoltà metodologiche ed elevata incertezza nei valori. In particolare, oltre alla necessità di fornire una quantificazione del PM secondario e della quota di particolato attribuibile alla risospensione delle particelle, vi è anche quella di stimare le emissioni di PM_{2.5} e PM₁₀, così come indicato dal Segretariato della Convenzione LRTAP. Le metodologie per calcolare le stime sono ancora in fase di studio e sviluppo anche in considerazione della complessità dei meccanismi di formazione e forniscono al momento risultati affetti da elevata incertezza.

In aggiunta andrebbe considerata la stima delle emissioni di particolato da fonti naturali (sali marini, vulcani, pollini, sabbie provenienti dal deserto del Sahara, etc.) così come da nuove attività emissive di PM al momento non classificate (che in alcuni casi potrebbero raggiungere il 10-15% delle emissioni complessive).

L'inventario delle emissioni in atmosfera per inquinanti quali le polveri e i suoi precursori richiede inevitabilmente l'applicazione di numerose e diversificate metodologie di calcolo, desunte dalle linee guida nazionali ed europee per la redazione degli inventari delle emissioni e dalla letteratura scientifica.

Per la maggior parte degli inquinanti considerati (con l'eccezione dell'SO₂), la stima è notevolmente più complessa, e le metodologie atte ad identificare le diverse sorgenti sono state definite solo recentemente (es. emissioni da usura nel settore traffico) o sono in corso di definizione.

A questo si aggiunga che i fattori di emissione per attività di combustione sono spesso carenti e soggetti ad incertezze di misura maggiori di quelle di altri inquinanti.

Si segnalano in seguito punti critici e possibilità di miglioramento della stima delle emissioni di PM₁₀ e dei suoi precursori nei diversi settori, con particolare attenzione a quelli che interessano il territorio oggetto di studio.

Grandi impianti

I grandi impianti industriali (ad esempio centrali termoelettriche, inceneritori, cementifici) misurano tramite sistemi di monitoraggio in continuo solo le PTS (polveri totali sospese); pur misurando in continuo precursori quali SO₂, NO_x, le misure di PM₁₀ e PM_{2.5} sono generalmente assenti o relative a

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

campagne episodiche (es. turbogas). I dati di PM₁₀ possono essere stimati tramite dati sulle distribuzioni granulometriche, ad esempio quelle proposte dall'US-EPA [US-EPA, 2004]. Sarebbe auspicabile definire un set italiano di distribuzioni granulometriche da utilizzare.

Un altro punto di incertezza deriva dalla problematica relativa alla definizione di particolato filtrabile e particolato condensabile. I fattori di emissione di polveri da sorgenti di combustione spesso derivano da test di monitoraggio che considerano soltanto la frazione filtrabile del particolato, e non considerano la frazione condensabile, ossia il materiale che è in fase di vapore in condizioni di scarico, ma che condensa e/o reagisce durante il raffreddamento e la diluizione nell'aria per formare particolato solido o liquido immediatamente dopo lo scarico dal camino.

Gli inventari potrebbero sottostimare le emissioni di particolato dalle sorgenti di combustione come caldaie, forni, motori a combustione interna e turbine, in particolare per combustibili gassosi con emissioni filtrabili molto basse. È d'altra parte oggetto di ricerca la possibilità che nella misura del particolato condensabile possano esserci dei problemi di misura per via della possibile condensazione di solfati in fase gassosa. È importante che questo punto sia chiarito al fine di evitare discrepanze emerse sui fattori di emissioni sia di grandi impianti (es. centrali turbogas) sia di piccole sorgenti di combustione (es. caldaie a metano).

Traffico

Una fonte importante di incertezza nel settore traffico è rappresentata dalle emissioni di particolato dall'usura di freni, pneumatici e manto stradale, per le quali nell'inventario nazionale delle emissioni è stata utilizzata la metodologia proposta nell'ultima edizione del Guidebook EEA.

Dato il rilevante peso delle emissioni da traffico in aree densamente popolate come i centri urbani italiani, è di grande importanza la diminuzione delle incertezze nelle stime delle emissioni da traffico.

Oltre alle carenze in seguito discusse sul bilancio dei carburanti consumati a scala locale, di grande importanza per valutare il trend delle emissioni, si segnalano i seguenti punti critici nei dati utilizzati per la stima delle emissioni da traffico:

- carenze nei dati dei flussi di traffico, in quanto le misure dei flussi e le matrici Origine/Destinazione sono spesso parziali, e poco precise per i mezzi pesanti;
- incertezza del modello di assegnazione dei flussi, in particolare nel modellizzare spostamenti non sistematici o per i veicoli commerciali leggeri e pesanti;
- incertezza nella velocità di percorrenza media degli archi, in quanto i dati forniti dai modelli di traffico non sarebbero direttamente da utilizzare come input alle curve dei fattori di emissione COPERT, che si basano su velocità medie di specifici cicli di guida;

- incertezza nella velocità di percorrenza effettiva dei tratti stradali, in quanto le curve di deflusso spesso non sono in grado di descrivere le velocità effettive delle strade italiane, o la presenza di code in una buona parte della rete stradale;
- incertezza nelle curve di distribuzione temporale dei flussi di traffico, di grande importanza per la stima delle emissioni annue;
- incertezza nelle percorrenze dei veicoli in funzione della loro età e cilindrata, e delle percorrenze urbane per quanto riguarda la stima delle emissioni a freddo;
- a tutto questo va aggiunto che i fattori di emissione COPERT non tengono conto delle fasi di accelerazione/decelerazione che, soprattutto in condizioni di traffico congestionato (e quindi per valutazione delle emissioni su scala locale in aree urbane) possono avere una influenza non trascurabile sulle quantità di inquinanti emesse.

La risospensione del PM₁₀ prodotta dal transito veicolare

Una fonte di emissione di PM₁₀ è la risospensione (o risollevario) prodotta dal transito veicolare.

Non si tratta di una vera e propria fonte di PM₁₀, dato che non genera nuove sostanze, ma rimette in circolazione il particolato già depositato sul suolo.

In uno studio effettuato dall'ARPAT- Dipartimento di Firenze (3), nell'area urbana di Firenze la quota dovuta alla risospensione veniva indicata come preponderante (55-60% del totale rispetto al totale delle emissioni da traffico). L'usura dei materiali rappresentava il 10% mentre la emissione allo scarico il 30-35% del totale da traffico.

I principali agenti di deposizione sono:

1. Consumo e decomposizione della pavimentazione;
2. Deposizione causata dai veicoli;
3. Caduta di polvere;
4. Rifiuti;
5. Trasporto di fango;
6. Erosione da aree adiacenti;
7. Spargimento, rovesciamento;
8. Detriti biologici;
9. Sali antigelo.

I principali agenti di rimozione sono:

1. Risospensione causata dal transito veicolare;
2. Erosione del vento;

3. Spostamento laterale;
4. Ruscigliamento delle acque di pioggia, raccolte nelle cunette;
5. Pulizia della strada.

Agricoltura

Le emissioni di inquinanti competenti al comparto dell'agricoltura derivano sia dalle coltivazioni, in relazione al tipo di coltura e alle quantità di fertilizzanti utilizzati, sia dall'allevamento animale, considerando le diverse tipologie animali e le modalità di gestione dei reflui zootecnici (nelle fasi di ricovero, stoccaggio e spandimento), nonché dalla combustione su campo di rifiuti agricoli (stoppie, paglia).

Tali emissioni riguardano principalmente ammoniaca (NH₃), metano (CH₄) e protossido di azoto (o gas esilarante, N₂O), ma anche emissioni relative al PM₁₀, al monossido di carbonio (CO), agli ossidi di azoto (NO_x) e all'anidride solforosa (SO₂).

Si registra una grande variabilità ed incertezza nei fattori di emissione relativi alle PM₁₀ nell'allevamento di animali. Infatti queste emissioni sono influenzate da diversi elementi, come: il sistema di stabulazione (legato all'alimentazione, al tipo di lettiera, ecc.), il controllo dei parametri microclimatici (temperatura, umidità relativa e tasso di ventilazione), nonché le diverse tecnologie di rimozione del letame, il tipo di animali e la loro età.

Riguardo all'NH₃, precursore del PM secondario, nonostante la disponibilità di fattori di emissione per allevamenti avicoli e suinicoli distinti per BAT [DLgs n. 59 del 18/02/05 "Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento"] sono difficilmente reperibili indicatori di attività con un pari livello di dettaglio, per cui una stima precisa è spesso problematica.

Vista la grande rilevanza di questa tipologia di sorgenti, si ritiene necessario approfondire/raffinare le stime dei fattori di emissione per le diverse tipologie di allevamento, al fine di individuare possibili elementi che influenzano le emissioni di particelle fini e NH₃ e che potrebbero quindi essere sottoposti a controllo.

Sono inoltre di grande importanza le emissioni off-road dell'agricoltura, ossia di trattori e macchine agricole, per cui i fattori di emissione disponibili segnalano livelli molto elevati di polveri, seppur poche sono le informazioni disponibili sull'incertezza e la variabilità insite nei dati. Un'altra fonte di incertezza in questo settore è legata alle modalità di utilizzo del gasolio in ambito agricolo, in quanto in alcuni contesti una parte del consumo avviene non in motori, ma in caldaie per la prima lavorazione (es. essiccazione) di prodotti agricoli.

I cantieri edili e stradali

Una ulteriore fonte di particolato è rappresentata dai cantieri edili e stradali.

Mentre può risultare praticabile individuare il numero di cantieri autorizzati, è difficile determinare una emissione specifica, in funzione della dimensione del cantiere e della sua durata, in quanto in un cantiere, edile o stradale, si svolgono processi di lavoro diversi: meccanici (frantumazione, smerigliatura, foratura, fresatura), termici e chimici (saldatura, lavorazione a caldo di bitume, utilizzo di solventi o vernici spray), impiego di macchine utensili (con motori a combustione) ed operazioni di trasporto dei materiali.

La variabilità dei processi rende, inoltre, difficile determinare le dimensioni delle polveri emesse: in genere hanno dimensioni maggiori di 10 µm, ma possono essere presenti particelle di dimensioni minori.

Le emissioni di polveri da cantiere possono essere suddivise in relazione a:

1. componente "primaria" (prodotta direttamente dal cantiere):
 - emissioni exhaust primarie allo scarico di mezzi prevalentemente diesel pesanti (macchine operatrici e veicoli per trasporto materiali),
 - emissioni diffuse dalle aree di cantiere dovute alle lavorazioni;
2. componente "secondaria" (derivata dalla primaria):
 - risollevarimento conseguente allo "sporciamento" delle strade,
 - movimentazione e trasporto di materiali polverulenti.

La valutazione di tali emissioni fuggitive di materiale particolato in ambiente urbano proveniente sia da siti di costruzione che da altre sorgenti diffuse è molto importante soprattutto quando gli standard di materiale particolato sono superati e si rende necessaria l'applicazione di piani di controllo. In periodi di clima secco, la movimentazione di merce voluminosa, il trasporto pesante e i lavori all'aperto contribuiscono significativamente all'emissione diretta di polveri e particelle fini. In periodi umidi, fanghi e materiali argillosi possono essere trasportati dai siti di costruzione sulle strade. Nei conseguenti periodi secchi il materiale finemente disperso è risollevato dai veicoli nell'ambiente atmosferico urbano. Tali processi sono molto significativi per l'impatto sull'inquinamento atmosferico e contribuiscono attivamente alla degradazione della qualità dell'aria.

1.4.1 Le sorgenti emissive nell'area di studio

Si riportano di seguito le informazioni desunte dal Piano Regionale della qualità dell'Aria del 2008 (PRQA) della Regione Lazio relative alle fonti emissive che impattano direttamente sull'area di interesse, distinte tra sorgenti diffuse e sorgenti puntuali, con riferimento agli inquinanti di cui sarà oggetto il modello di dispersione, ossidi di azoto e polveri fini.

Sorgenti Diffuse

Nella Figura 8 si riportano le emissioni diffuse: si specifica che il macrosettore 7 non comprende le emissioni relative al traffico urbano ed extraurbano di Roma e quello autostradale che è considerato sorgente lineare.

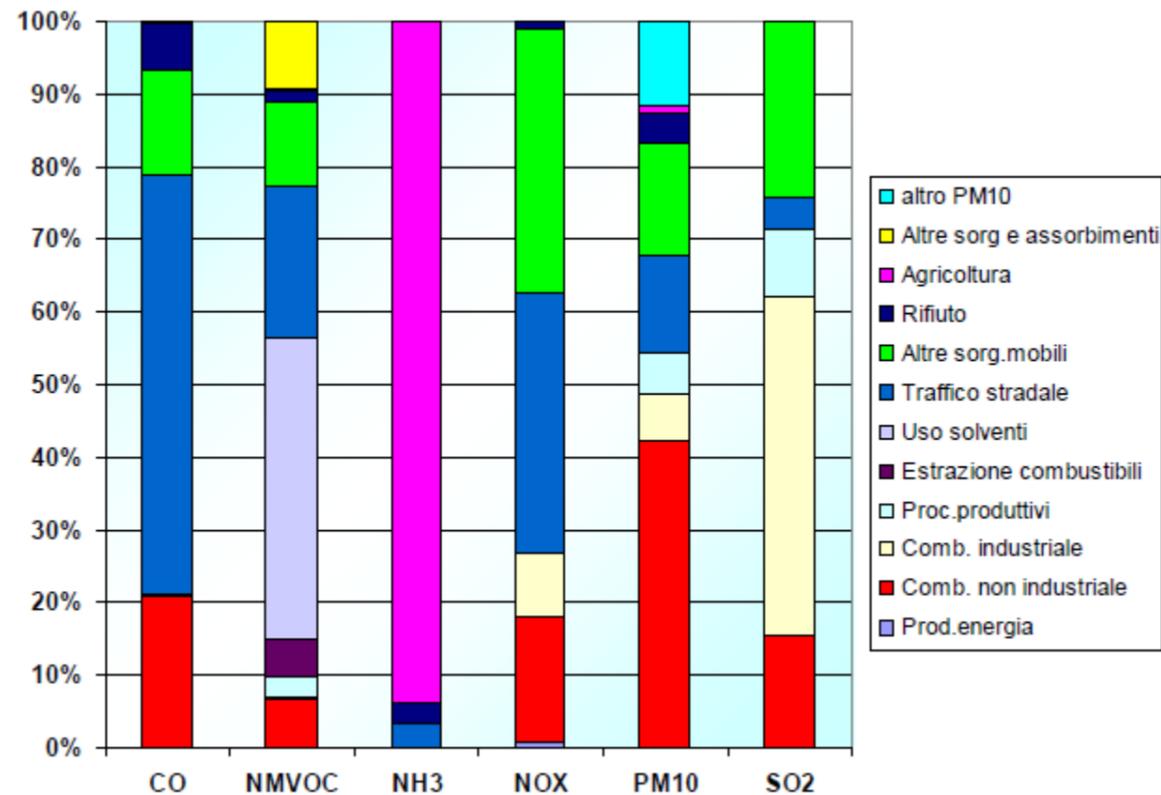


Figura 8: Contributo dei macrosettori alle emissioni inquinanti della regione Lazio

Nella Figura 9 si osservano, in particolare, le emissioni di NO_x legate alle sorgenti diffuse sul territorio.

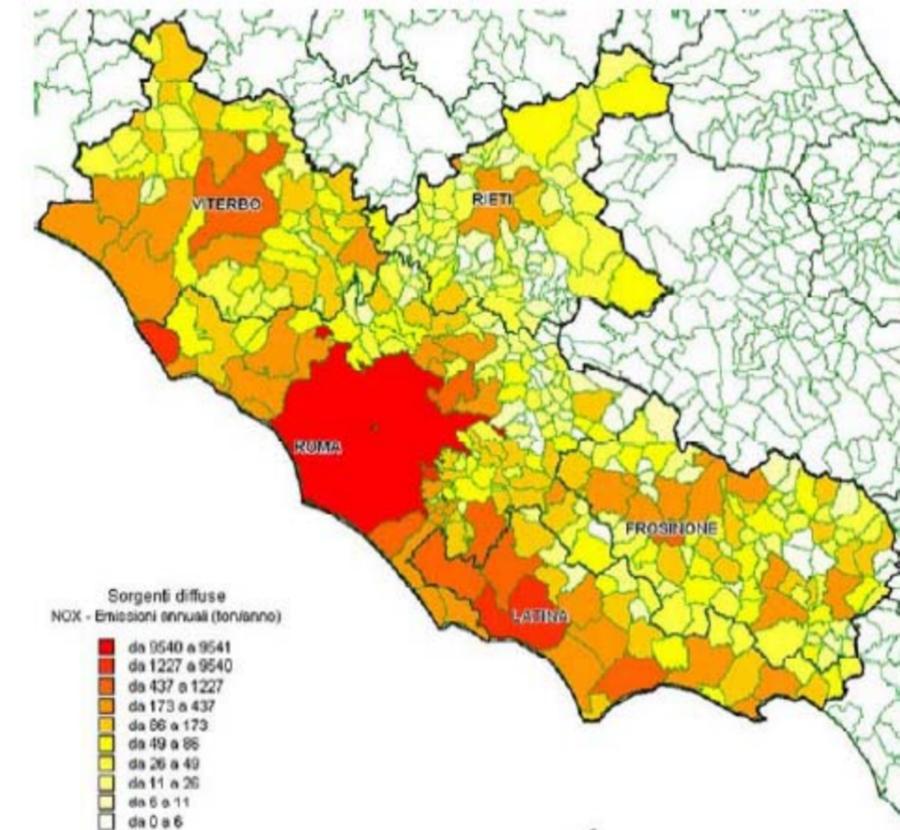


Figura 9: Emissioni diffuse di NO_x della regione Lazio

Nella Figura 10 si osservano i contributi percentuali dei diversi settori di attività. Per gli ossidi di azoto, si osserva come il macrosettore relativo al traffico stradale rappresenti sempre un contributo molto elevato, pari in provincia di Viterbo al 37%. Questo valore medio deve essere interpretato tenendo conto del fatto che il traffico autostradale è stato calcolato come sorgente lineare. Altri settori di un certo interesse per quanto riguarda le emissioni diffuse di ossidi di azoto sono, in primo luogo, il macrosettore 8 (altre sorgenti mobili), il cui contributo è pari al 50% in provincia di Viterbo.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

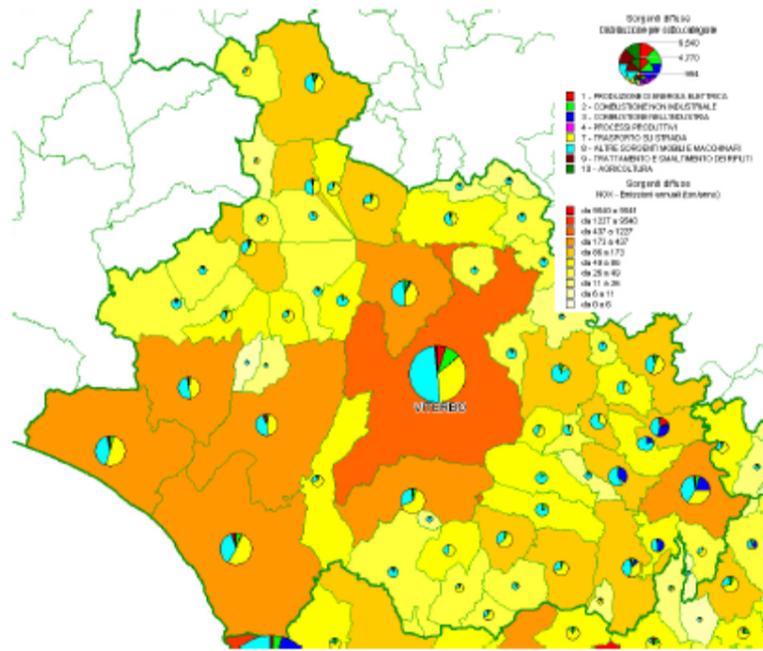


Figura 10: Contributo dei macrosettori alle emissioni di NOx della provincia di Viterbo

Nella successiva Figura 11 sono riportate le emissioni di particolato ultrafine PM_{2.5} espresse come valori assoluti riferiti ai singoli comuni.

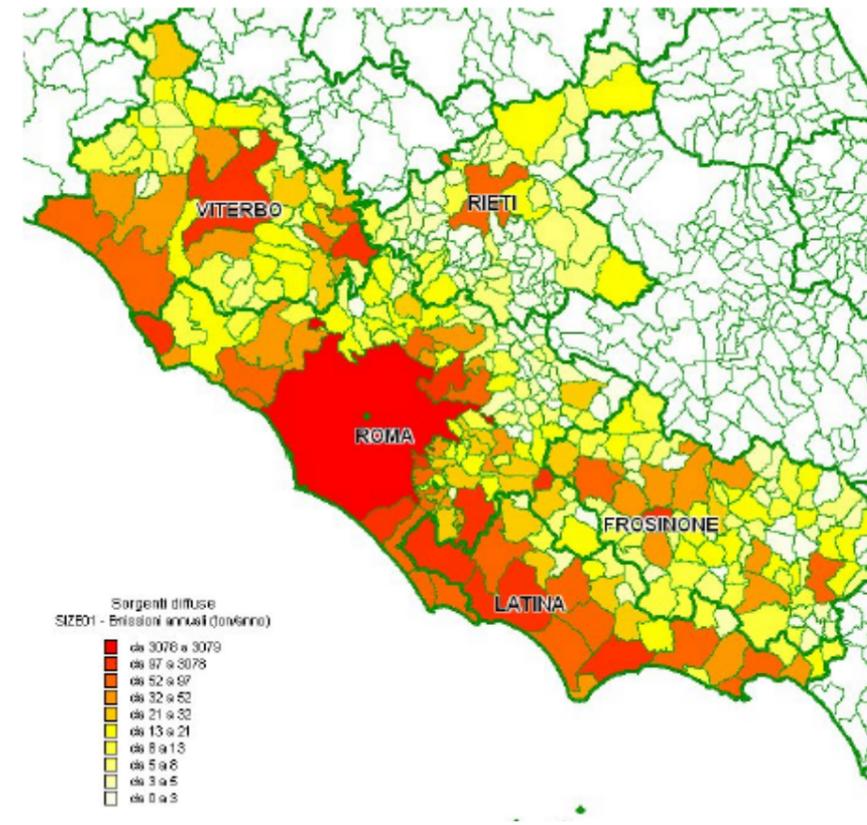


Figura 11: Emissioni diffuse di PM2.5 della regione Lazio

In Figura 12 sono riportati i contributi percentuali dei diversi macrosettori alle emissioni totali di PM10 suddivisi in base alla provincia. L'apporto del traffico si attesta in provincia di Viterbo intorno al 13%; la parte di PM10 prodotta dal riscaldamento civile rappresenta, invece, una quota di poco inferiore al 20%. Le cause dei contributi lievemente inferiori dei macrosettori 2 e 7 per la provincia di Viterbo sono da ascrivere alla presenza più marcata di un inquinamento da sorgenti industriali diffuse sul territorio, che forniscono nel loro complesso circa ¼ delle emissioni diffuse totali di PM10.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

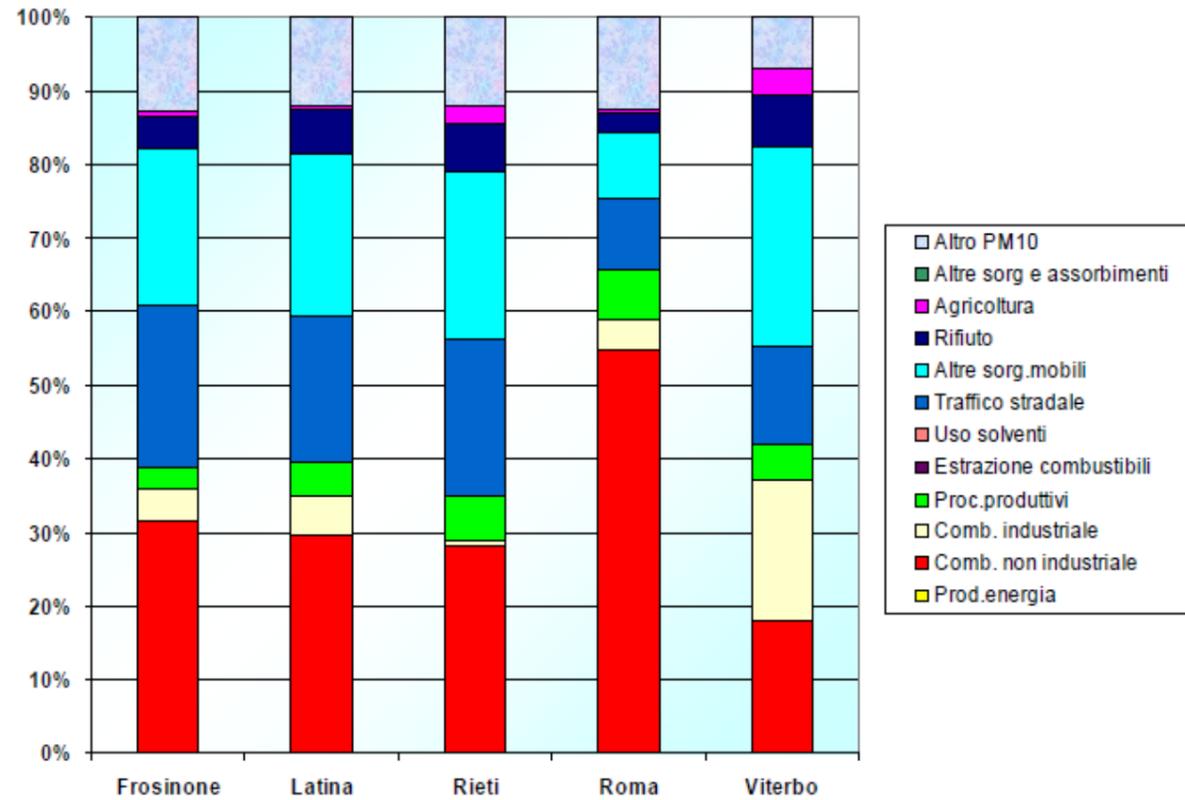


Figura 12: Contributo dei macrosettori alle emissioni di PM10 della regione Lazio suddivisi per singola provincia (tenuto conto dell'assenza della parte di traffico urbano del comune di Roma)

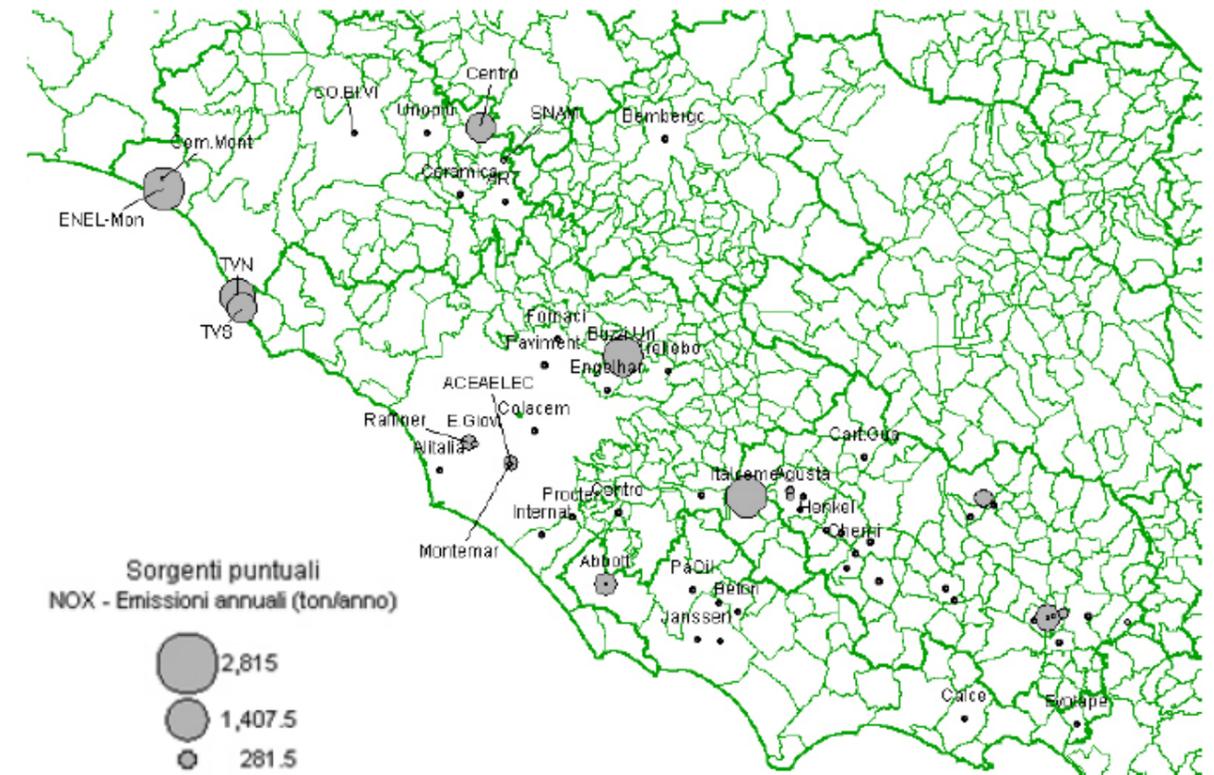


Figura 13: Le sorgenti puntuali nella Regione Lazio prese in considerazione dal PRQA

Le informazioni riguardano 75 impianti ma, per quanto riguarda l'NOx il 96% delle emissioni sono rappresentate da 15 impianti, in cui il maggior contributo è dato dalla centrale di Torvaldaliga Nord con 5.200 t/anno e da quella di Montalto di Castro con 2.800 t/anno (vedi Figura 14).

Sorgenti Puntuali

Gli unici 2 impianti significativi della Provincia di Viterbo che ricadono nell'area di studio sono il Cementificio di Montalto SpA e Enel-Montalto. A queste si aggiungono le centrali ENEL di Torvaldaliga Nord e Torvaldaliga Sud.

In figura 13 sono mostrate le sorgenti puntuali prese in considerazione nel PRQA con le rispettive emissioni di ossidi di azoto. Tra gli impianti che possono avere un impatto diretto sull'area di interesse si segnalano i soli camini delle centrali termoelettriche ENEL di Torvaldaliga Nord, Torvaldaliga Sud e Montalto di Castro.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

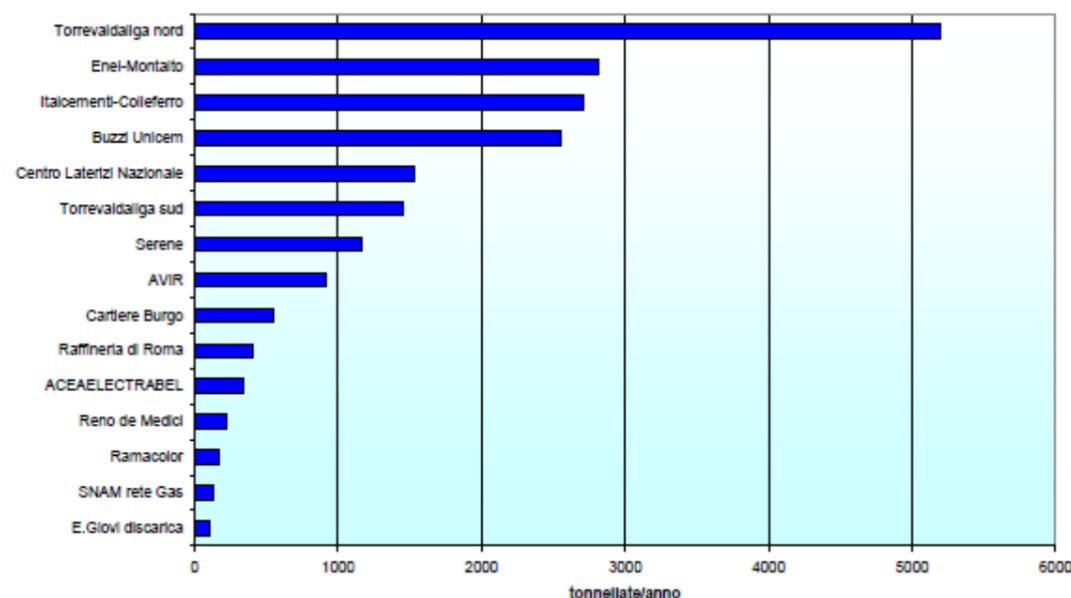


Figura 14: Emissioni di NO_x rappresentative del 96% del totale

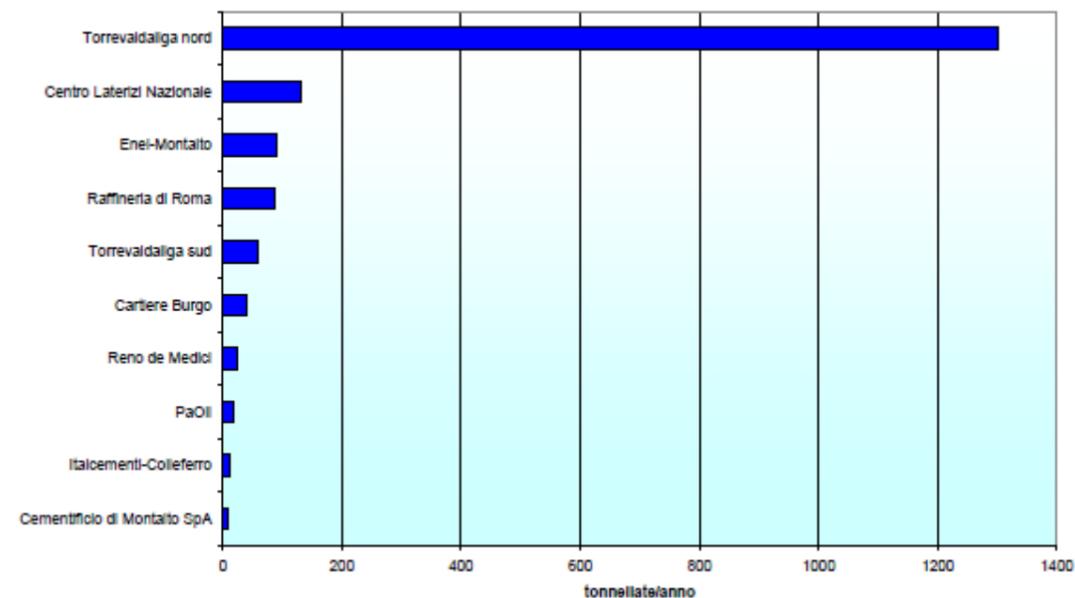


Figura 15: Emissioni di PM₁₀ rappresentative del 96% del totale

Relativamente al PM₁₀, la centrale ENEL di Torvaldaliga Nord, con 1.300 t/anno, rappresenta da sola il 70% delle emissioni delle sorgenti puntuali, mentre i 10 impianti riportati in figura contribuiscono per il 96% delle emissioni totali di particolato fine. Nell'area di interesse le sole fonti prese in considerazione dal PRQA sono la centrale ENEL di Montalto di Castro e il Cementificio di Montalto SpA (vedi Figura 15).

In sintesi le sorgenti puntuali che più direttamente impattano il territorio oggetto di studio relativamente alle polveri fini e agli ossidi di azoto sono indicate nella seguente tabella:

Impianto	NO _x	PM ₁₀
<i>Torrevaldaliga nord</i>	5200.00	1300.00
<i>Torrevaldaliga sud</i>	1457.10	60.60
<i>Cementificio di Montalto SpA</i>		9.51
<i>Enel-Montalto</i>	2815.00	89.00

Tabella 24: Sorgenti di NO_x e PM₁₀ che impattano sull'area di studio

1.5 LO STATO DELLA QUALITA' DELL'ARIA SUL TERRITORIO DI INTERESSE

Si riassumono dapprima i contenuti principali del Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Lazio del 2008 (PRQA), redatto ai sensi del d.lgs 351/1999, in conformità ai criteri del decreto 261/2002, ed elaborato dal gruppo di studio, appositamente istituito con Atto Organizzativo del Direttore del Dipartimento Territorio, n. B0879 del 1/03/2007.

Il Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria è lo strumento di pianificazione regionale con il quale viene data applicazione alla direttiva 96/62/CE, direttiva madre "in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente" e alle successive direttive integrative, la direttiva 99/30/CE del Consiglio del 22/04/99 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 la direttiva 2000/69/CE relativa ai "valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio". Dette direttive sono state recepite nell'ordinamento nazionale con il d.lgs. 4 agosto 1999 n. 351 e con i successivi Decreti ministeriali D.M. 60/2002 e D.M. 261/2002.

L'analisi preliminare relativa allo stato di qualità dell'aria, ha evidenziato che nel Lazio si sono registrati diversi superamenti dei limiti, riscontrati dalle stazioni di misura della rete di monitoraggio, che rendono necessaria la definizione di misure di tutela sia per il risanamento sia per il mantenimento della qualità dell'aria. Più precisamente gli inquinanti per i quali si sono registrati superamenti negli anni 2005 e 2006 sono il biossido di azoto (NO₂) ed il particolato fine (PM₁₀). Tali superamenti, tuttavia, hanno interessato, in particolare, il comune di Roma e la provincia di Frosinone. Nessun superamento ha interessato la provincia di Viterbo e quindi l'area litoranea dell'alto Lazio.

All'Art. 3 delle Norme di Attuazione del PRQA si conferma quanto indicato dal Piano stesso e cioè che il territorio regionale è suddiviso in tre zone riconducibili alla classificazione di cui alla deliberazione della Giunta regionale n. 767 del 1° agosto 2003.

- La zona A comprende i due agglomerati di Roma e Frosinone dove per l'entità dei superamenti dei limiti di legge sono previsti provvedimenti specifici
- La zona B comprende i comuni classificati in classe 2 dove è accertato l'effettivo superamento o l'elevato rischio di superamento del limite da parte di almeno un inquinante. In questa zona sono previsti i piani di azione per il risanamento della qualità dell'aria, ai sensi dell'art. 8 del d.lgs. 351/99.
- La zona C comprende il restante territorio della Regione nel quale ricadono i comuni delle classi 3 e 4 a basso rischio di superamento dei limiti di legge, dove sono previsti provvedimenti tesi al mantenimento della qualità dell'aria, ai sensi dell'art. 9 del d.lgs. n. 351/99.

I Comuni di Tarquinia e di Montalto di Castro ricadono entrambi in Zona C, come emerge dall'elenco di cui all'Allegato 1 delle stesse Norme di Attuazione del PRQA.

La rete delle stazioni di misura dei parametri chimici su tutto il territorio regionale (con eccezione del Comune di Roma) è riportata nella mappa seguente:

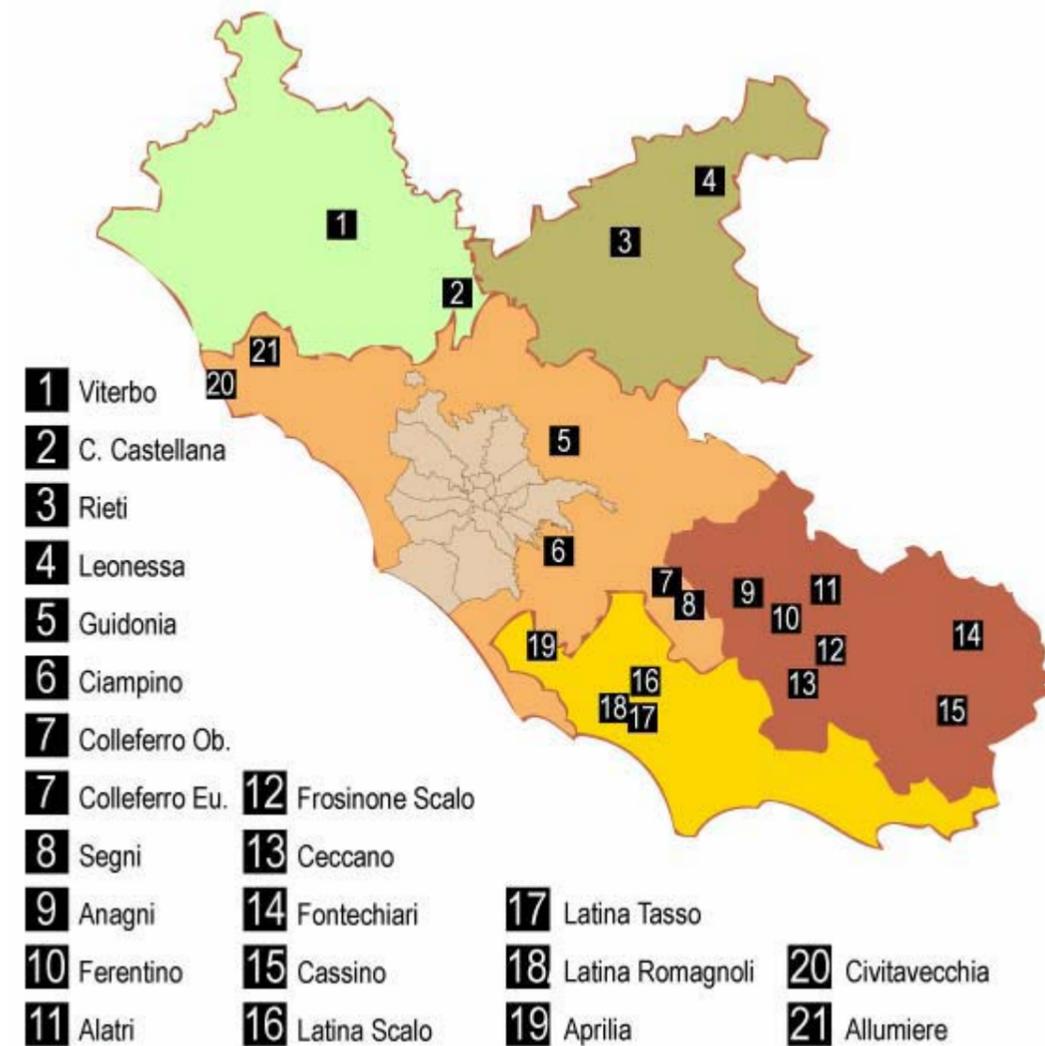


Figura 16: rete delle stazioni di misura dei parametri chimici su tutto il territorio regionale

Nell'area interessata dal tracciato che ricade interamente nei Comuni di Tarquinia e Montalto di Castro non è presente alcuna stazione di monitoraggio. Gli unici dati disponibili sono stati rilevati nell'ambito del SIA che ha individuato 2 siti di prelievo delle sostanze inquinanti e dei parametri meteorologici a distanze minime dal tracciato e in aree con elevata densità abitativa:

- ATM001, Via E. Berlinguer - Tarquinia (VT)
- ATM002, Via Arrone, 15 - Montalto di Castro (VT)

Il primo localizzato in zona residenziale localizzata nella nuova area di espansione urbanistica di Tarquinia ubicata a circa 150 m dal tracciato della Strada Statale 1 Aurelia in prossimità delle rampe di ingresso ed uscita. Il sito è direttamente influenzato dal traffico stradale continuo sul tracciato della SS1 Aurelia (2 carreggiate con 2 corsie per senso di marcia) a cui si associa il flusso veicolare sulla viabilità locale di via Berlinguer in entrata ed uscita dal centro abitato di Tarquinia.



Figura 18: Fotografia mezzo mobile nel punto di prelievo ATM001



Figura 17: Localizzazione planimetrica del punto di prelievo ATM001

Il secondo localizzato in zona residenziale localizzata nella nuova area di espansione urbanistica di Montalto di Castro ubicata sempre a circa 150 m dal tracciato della Strada Statale 1 Aurelia e in prossimità delle rampe di ingresso ed uscita. Anche in questo secondo caso il sito è direttamente influenzato dal traffico stradale continuo sul tracciato della SS1 Aurelia (2 carreggiate con 2 corsie per senso di marcia), a cui si associa in questo caso il flusso veicolare sulla viabilità locale di via Arrone in entrata ed uscita dal centro abitato di Montalto di Castro.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE



Figura 19: Localizzazione planimetrica del punto di prelievo ATM002



Figura 20: Fotografia mezzo mobile nel punto di prelievo ATM002

- 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
- Barometro: Davis ISS
- Igrometro: Davis ISS
- Gonio anemometro: Davis ISS
- Pluviometro: Davis ISS
- Radiometro: Davis ISS
- Termometro: Davis ISS

Di seguito la sintesi dei dati rilevati in entrambi i siti di prelievo.

ATM001 - Sintesi misure							
Data di inizio/fine	Parametro	Valore orario minimo giornaliero		Valore medio giornaliero		Valore orario massimo giornaliero	
		Minimo	Massimo	Minimo	Massimo	Minimo	Massimo
17/10 - 31/10/2009	CO [mg/m ³]	0.0	0.4	0.1	0.5	0.1	1.1
17/10 - 31/10/2009	NO [µg/m ³]	2.2	2.6	3.7	12.8	6.3	85.3
17/10 - 31/10/2009	NO ₂ [µg/m ³]	5.0	10.7	9.5	25.9	23.2	104.7
17/10 - 31/10/2009	NO _x [ppb]	8.4	16.9	15.2	45.5	35.0	208.5
17/10 - 31/10/2009	O ₃ [µg/m ³]	2.7	57.7	50.2	78.0	67.4	98.6
17/10 - 31/10/2009	C ₆ H ₆ [µg/m ³]	0.4	0.8	0.7	1.3	0.9	4.8
17/10 - 31/10/2009	Toluene [µg/m ³]	0.4	1.4	0.8	2.8	1.3	13.9
17/10 - 31/10/2009	Xilene [µg/m ³]	0.0	0.4	0.0	0.7	0.2	4.6
17/10 - 31/10/2009	PM10 [µg/Nm ³]	-	-	9	35	-	-

Tabella 25: Sintesi misure ATM001

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

ATM002 - Sintesi misure							
Data di inizio/fine	Parametro	Valore orario minimo giornaliero		Valore medio giornaliero		Valore orario massimo giornaliero	
		Minimo	Massimo	Minimo	Massimo	Minimo	Massimo
03/11 - 17/11/2009	CO [mg/m ³]	0.1	0.4	0.2	0.6	0.2	1.2
03/11 - 17/11/2009	NO [µg/m ³]	2.6	4.2	5.1	12.9	9.6	83.1
03/11 - 17/11/2009	NO ₂ [µg/m ³]	6.6	14.5	12.6	27.0	18.3	90.6
03/11 - 17/11/2009	NO _x [ppb]	10.8	20.1	21.1	45.7	36.6	126.0
03/11 - 17/11/2009	O ₃ [µg/m ³]	9.9	51.0	36.2	63.8	64.0	88.7
03/11 - 17/11/2009	C ₆ H ₆ [µg/m ³]	0.1	0.7	0.4	0.9	0.7	2.3
03/11 - 17/11/2009	Toluene [µg/m ³]	0.1	0.9	0.4	1.6	1.1	2.6
03/11 - 17/11/2009	Xilene [µg/m ³]	0.1	1.0	0.5	1.4	0.9	2.1
03/11 - 17/11/2009	PM10 [µg/Nm ³]	-	-	9	32	-	-

Tabella 26: Sintesi misure ATM002

ott-09															
data	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
PM10	9	18	23	14	23	23	33	26	32	20	32	30	27	35	25
PM2.5	14	13	8	8	22	21	14	11	16	19	21	15	14	11	14

Tabella 27: Misure polveri fini - ATM001 (µg/m³)

nov-09															
data	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
PM10	18	14	17	25	20	19	23	9	10	32	22	26	19	19	22
PM2.5	15	10	15	20	12	10	12	5	5	9	18	8	6	6	6

Tabella 28: Misure polveri fini - ATM002 (µg/m³)

In entrambi i siti i valori di concentrazione di PM₁₀ sono sempre inferiori al limite giornaliero (50 µg/m³) e si mantengono comunque al di sotto dei 40 µg/m³ (media annua). La concentrazione media sui 15 giorni nel sito ATM001 è pari a 25 µg/m³, mentre nel sito ATM002 è pari a 20 µg/m³, mentre la concentrazione media sui 15 giorni per il PM_{2.5} è pari a 15 µg/m³ nel sito ATM001 e a 10 µg/m³ nel sito

ATM002. Si segnala, tuttavia, una evidente anomalia nei dati nel giorno 17 ottobre nel sito ATM001: la concentrazione media giornaliera di PM_{2.5} è superiore alla concentrazione media giornaliera di PM₁₀.

Per tutti gli altri inquinanti i valori di concentrazione non destano preoccupazione, essendo ben al di sotto dei limiti di norma.

1.6 L'IMPATTO IN FASE DI ESERCIZIO

Il primo passo è stato compiuto con 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 se ne descrivono le specifiche, focalizzando l'attenzione sul processo emissivo e diffusivo della fonte stradale, relativamente ai seguenti scenari: attuale; programmatico 2016; progettuale 2016; programmatico 2026; progettuale 2026.

Si specifica che le simulazioni sono state condotte sulla rete oggetto dello studio trasportistico, relativamente ai seguenti composti per quanto riguarda le stime delle emissioni in atmosfera: CO, NO_x, VOC, Benzene, PM₁₀, PM_{2.5} e CO₂. 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 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 relative ai 5 casi seguenti:

1. attuale
2. scenario programmatico al 2016,
3. scenario progettuale al 2016,
4. scenario programmatico al 2026,
5. scenario progettuale al 2026,

1.6.2 Le ipotesi sul parco veicolare

Per il parco veicolare è stata utilizzata la composizione del parco circolante sulla base dei dati ACI 2008 (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 (2016 e 2026) è stato tenuto in considerazione il rinnovo spontaneo del parco. Le ipotesi alla base di 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 2008. Il rinnovo per standard emissivo, invece, è stato invece effettuato mantenendo costante negli anni l'anzianità del parco, facendo in modo, cioè, che sia al 2016 sia al 2026 la percentuale di presenza nel parco dei veicoli per anzianità rimanga costante e pari a quella del 2008. Il rinnovo è stato effettuato sulla base dell'evoluzione delle normative sulle immatricolazioni, limitando il rinnovo allo standard Euro V (ipotesi conservativa). Il rinnovo è stato effettuato separatamente per le autovetture, i veicoli commerciali leggeri e i veicoli pesanti.

Come parco ACI al 2008 (alla base di tutte le proiezioni) si è fatto riferimento al parco circolante nel Lazio e nella Toscana per la stima delle emissioni relative sia all'Aurelia e all'Autostrada A12 sia alla restante viabilità. Ciò in ragione di quanto è emerso dallo studio trasportistico e in particolare dall'analisi delle provenienze, e dalla considerazione che le emissioni sulla restante viabilità è in parte anche attribuibile a veicoli che transitano sull'Aurelia e sull'Autostrada A12, nonché della circostanza che l'aliquota di percorrenze sulla restante viabilità è minima rispetto a quella sull'Aurelia e sull'Autostrada A12.

	leggeri	commerciali	pesanti
Attuale	13,0	5,3	6,8
Programmatico 2016	12,7	5,5	6,8
Programmatico 2026	11,5	5,6	6,7
Progettuale 2016	11,8	6,0	7,4
Progettuale 2026	11,8	6,1	6,4

Tabella 29: Rapporto % delle percorrenze sulla restante viabilità rispetto all'Aurelia e all'Autostrada A12

Si riportano nei grafici seguenti le distribuzioni per standard emissivi dei parchi utilizzati per la simulazione dei processi emissivi.

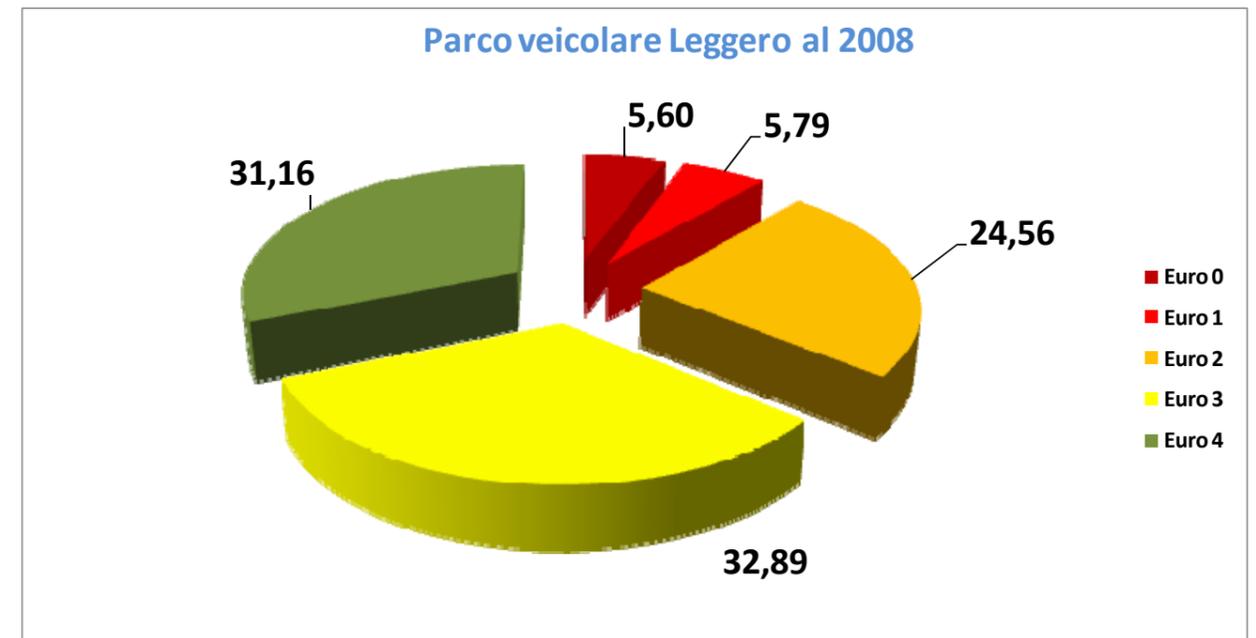


Figura 21: Distribuzione del parco per standard emissivo - autovetture 2008



Figura 22: Distribuzione del parco per standard emissivo - autovetture 2016



Figura 23: Distribuzione del parco per standard emissivo - autovetture 2026

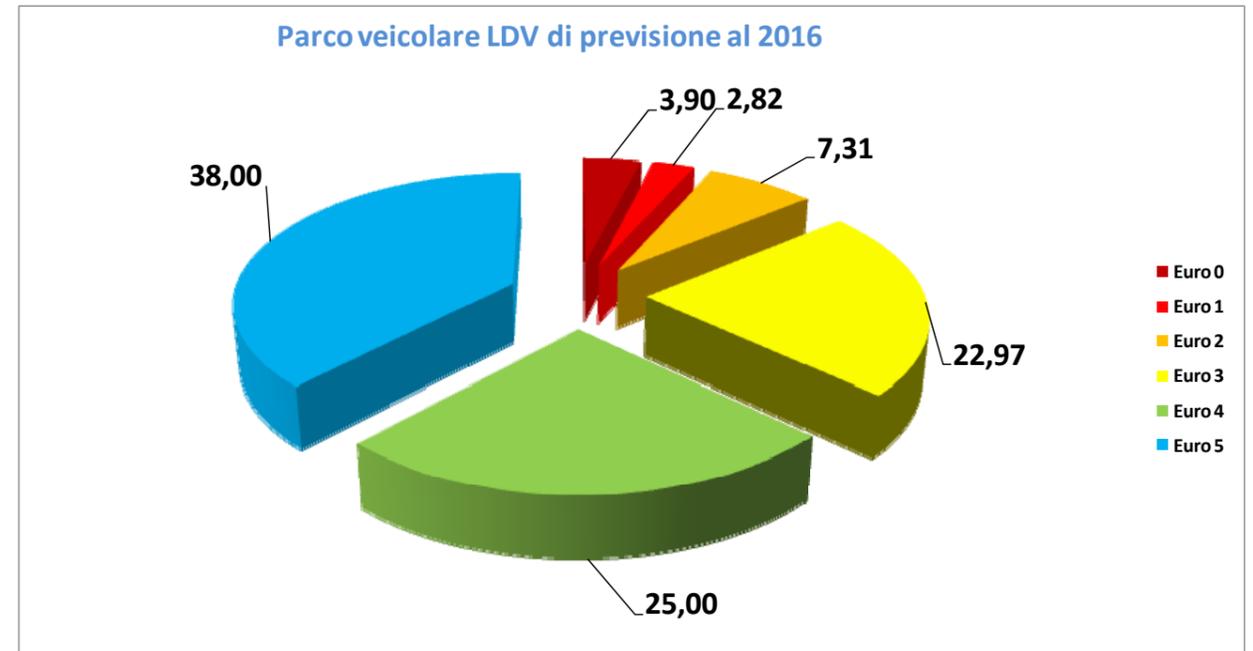


Figura 25: Distribuzione del parco per standard emissivo - LDV 2016

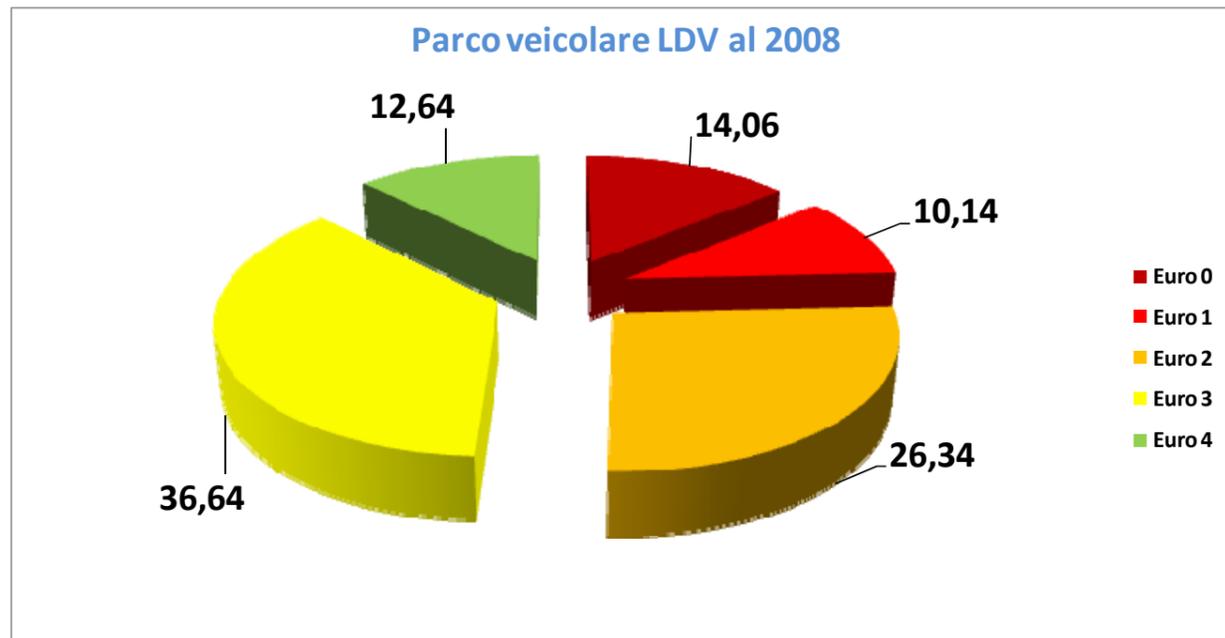


Figura 24: Distribuzione del parco per standard emissivo - LDV 2008



Figura 26: Distribuzione del parco per standard emissivo - LDV 2026



Figura 27: Distribuzione del parco per standard emissivo – Veicoli pesanti 2008

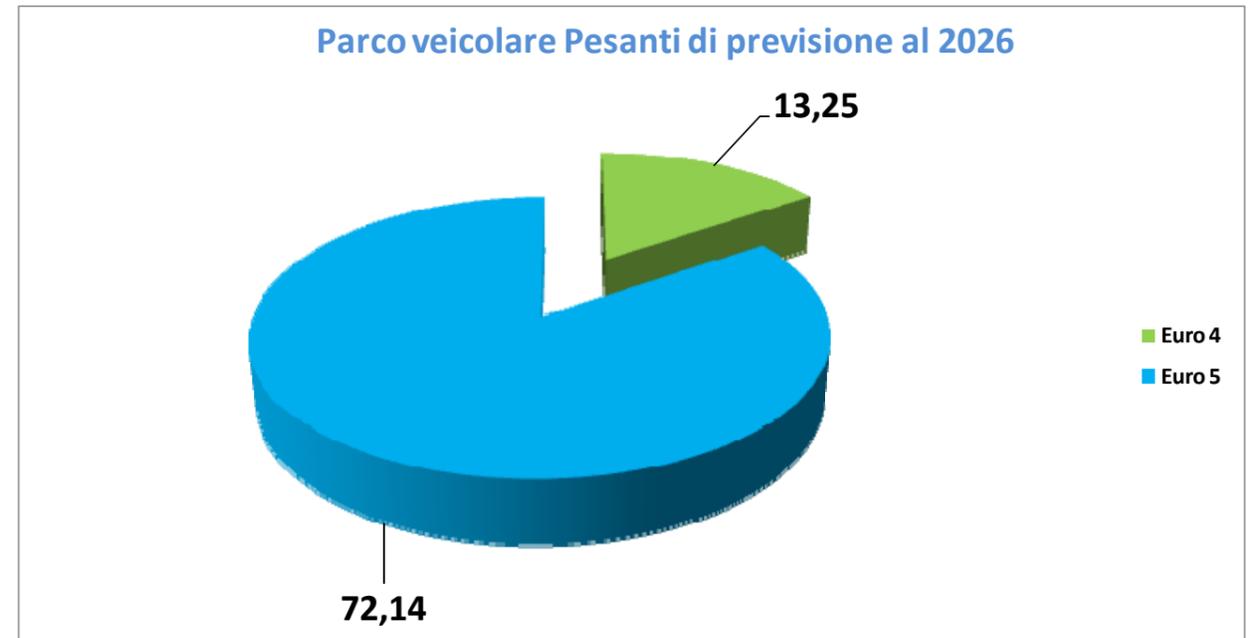


Figura 29: Distribuzione del parco per standard emissivo - Veicoli pesanti 2026

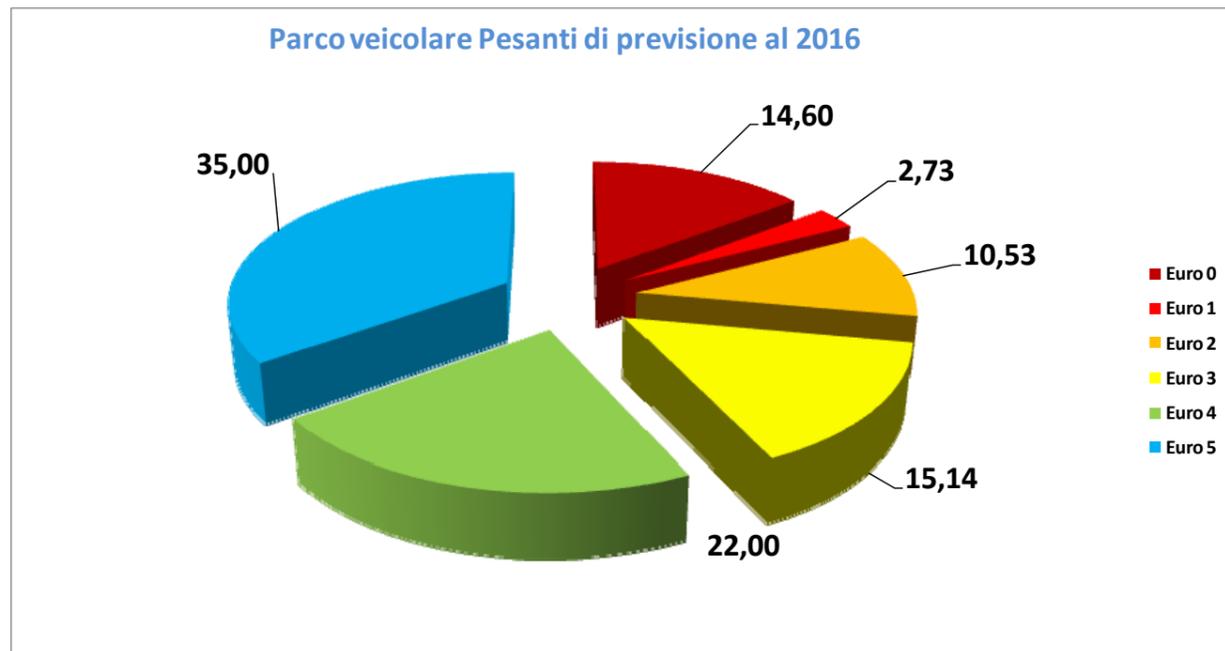


Figura 28: Distribuzione del parco per standard emissivo - Veicoli pesanti 2016

Le differenti distribuzioni di classi veicolari sono riportate nelle seguenti Tabelle 30, 31 e 32.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Classe veicolare	2008	2016	2026
Passenger Cars Gasoline < 1.4 cc Eu	2,50	2,41	0,00
Passenger Cars Gasoline < 2.0 cc Eu	0,92	0,67	0,00
Passenger Cars Gasoline > 2.0 cc Eu	0,20	0,11	0,00
Passenger Cars Diesel < 2.0 cc Euro	0,60	0,27	0,00
Passenger Cars Diesel > 2.0 cc Euro	0,44	0,18	0,00
Passenger Cars LPG Euro 0	0,76	0,23	0,00
Passenger Cars CNG Euro 0	1,06	1,54	1,24
Passenger Cars Gasoline < 1.4 cc Eu	0,00	22,88	35,72
Passenger Cars Gasoline < 2.0 cc Eu	0,00	6,75	9,17
Passenger Cars Gasoline > 2.0 cc Eu	0,00	0,63	1,05
Passenger Cars Diesel < 2.0 cc Euro	0,00	10,27	27,94
Passenger Cars Diesel > 2.0 cc Euro	0,00	2,69	5,41
Passenger Cars LPG Euro 5	0,00	0,96	0,88
Passenger Cars Gasoline < 1.4 cc Eu	2,57	1,41	0,00
Passenger Cars Gasoline < 1.4 cc Eu	9,38	4,01	0,00
Passenger Cars Gasoline < 1.4 cc Eu	7,73	4,36	6,87
Passenger Cars Gasoline < 1.4 cc Eu	7,70	11,58	4,05
Passenger Cars Gasoline < 2.0 cc Eu	1,81	0,60	0,00
Passenger Cars Gasoline < 2.0 cc Eu	5,08	1,26	0,00
Passenger Cars Gasoline < 2.0 cc Eu	2,29	0,95	1,91
Passenger Cars Gasoline < 2.0 cc Eu	2,38	2,56	1,71
Passenger Cars Gasoline > 2.0 cc Eu	0,12	0,04	0,00
Passenger Cars Gasoline > 2.0 cc Eu	0,29	0,07	0,00
Passenger Cars Gasoline > 2.0 cc Eu	0,29	0,12	0,31
Passenger Cars Gasoline > 2.0 cc Eu	0,45	0,48	0,10
Passenger Cars Diesel < 2.0 cc Euro	0,50	0,17	0,00
Passenger Cars Diesel < 2.0 cc Euro	6,63	1,07	0,00
Passenger Cars Diesel > 2.0 cc Euro	0,28	0,09	0,00
Passenger Cars Diesel > 2.0 cc Euro	2,10	0,33	0,00
Passenger Cars LPG Euro I	0,38	0,11	0,00
Passenger Cars LPG Euro II	0,73	0,18	0,00
Passenger Cars LPG Euro III	0,21	0,12	0,65
Passenger Cars LPG Euro IV	0,33	0,57	0,93
Passenger Cars Diesel < 2.0 cc Euro	18,09	4,90	0,79
Passenger Cars Diesel < 2.0 cc Euro	17,45	12,53	0,50
Passenger Cars Diesel > 2.0 cc Euro	4,13	1,08	0,51
Passenger Cars Diesel > 2.0 cc Euro	2,57	1,80	0,25

Tabella 30: Distribuzione Veicoli Passeggeri Leggeri

Classe veicolare)	2008	2016	2026
Light Duty Vehicle Gasoline EURO 0	1,29	0,36	0,00
Light Duty Vehicle Gasoline EURO I	1,06	0,30	0,00
Light Duty Vehicle Gasoline EURO II	1,79	0,50	0,00
Light Duty Vehicle Gasoline EURO III	1,55	0,97	0,36
Light Duty Vehicle Gasoline EURO IV	0,54	1,07	0,79
Light Duty Vehicle Gasoline EURO V	0,00	0,01	3,64
Light Duty Vehicle Diesel EURO 0	12,77	3,55	0,00
Light Duty Vehicle Diesel EURO I	9,08	2,52	0,00
Light Duty Vehicle Diesel EURO II	24,54	6,81	0,00
Light Duty Vehicle Diesel EURO III	35,09	22,00	3,55
Light Duty Vehicle Diesel EURO IV	12,10	23,93	9,33
Light Duty Vehicle Diesel EURO V	0,18	37,99	82,33

Tabella 31: Distribuzione Veicoli Commerciali Leggeri

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Classe veicolare	2008	2016	2026
Heavy Duty Vehicle < 7.5T Euro 0	9,56	4,10	0,00
Heavy Duty Vehicle < 7.5T Euro I	1,17	0,50	0,00
Heavy Duty Vehicle < 7.5T Euro II	3,53	1,51	0,00
Heavy Duty Vehicle < 7.5T Euro II	3,65	1,87	4,10
Heavy Duty Vehicle < 7.5T Euro IV	0,59	2,70	2,01
Heavy Duty Vehicle < 7.5T Euro V	0,10	6,44	8,96
Heavy Duty Vehicle < 16T Euro 0	8,68	3,72	0,00
Heavy Duty Vehicle < 16T Euro I	1,22	0,53	0,00
Heavy Duty Vehicle < 16T Euro II	3,18	1,36	0,00
Heavy Duty Vehicle < 16T Euro II	3,11	1,59	3,72
Heavy Duty Vehicle < 16T Euro IV	0,52	2,38	1,89
Heavy Duty Vehicle < 16T Euro V	0,02	1,29	7,51
Heavy Duty Vehicle < 32T Euro 0	10,84	4,65	0,00
Heavy Duty Vehicle < 32T Euro I	2,24	0,96	0,00
Heavy Duty Vehicle < 32T Euro II	8,73	3,74	0,00
Heavy Duty Vehicle < 32T Euro II	10,81	5,52	4,65
Heavy Duty Vehicle < 32T Euro IV	1,67	7,68	4,70
Heavy Duty Vehicle < 32T Euro V	0,09	5,81	25,90
Heavy Duty Vehicle > 32T Euro 0	2,40	1,03	0,00
Heavy Duty Vehicle > 32T Euro I	0,92	0,40	0,00
Heavy Duty Vehicle > 32T Euro II	6,43	2,75	0,00
Heavy Duty Vehicle > 32T Euro II	9,08	4,63	1,03
Heavy Duty Vehicle > 32T Euro IV	1,97	9,09	3,15
Heavy Duty Vehicle > 32T Euro V	0,14	8,83	23,06
Bus Diesel Euro 0	2,59	1,11	0,00
Bus Diesel Euro I	0,78	0,34	0,00
Bus Diesel Euro II	2,73	1,17	0,00
Bus Diesel Euro III	3,01	1,54	1,11
Bus Diesel Euro IV	0,03	0,15	1,50
Bus Diesel Euro V	0,20	12,63	6,71

Tabella 32: Distribuzione Veicoli Pesanti

1.6.3 Le ipotesi sui Fattori di emissione

Sono utilizzati per le simulazioni i fattori di emissione presenti nel software COPERT IV.

Le simulazioni relative agli scenari considerati sono condotte prendendo in considerazione un set ampio di inquinanti: CO, NO_x, VOC, Benzene, PM₁₀, PM_{2,5} e CO₂.

Il Benzene (C₆H₆) fa parte dei composti organici volatili (COV). A partire dal 01/01/99 le direttive nazionali (DM 25/11/94, obiettivo di qualità) stabiliscono che il limite massimo di concentrazione di benzene è pari a 10 µg/m³ (calcolato come media mobile annuale). Dal 01/01/2005 tale limite sarà ridotto a 5 µg/m³ (Dir 00/69/CE, obiettivo di qualità), calcolato sempre come media mobile annuale.

Il report CONCAWE¹⁰ riporta valori di emissione di benzene misurati utilizzando cicli di guida ECE (cicli di guida standard relativi a condizioni di moto urbane europee) ed EUDC (cicli di guida relativi a condizioni di moto extraurbane).

Più in particolare quando le emissioni di benzene allo scarico sono espresse come percentuale delle emissioni dei COV si ha:

$$\text{emissioni di benzene allo scarico} = c + a \times BZ + b \times NBA$$

dove:

- a, b, c sono coefficienti dipendenti dalla tipologia di veicolo e dal tipo di carburante utilizzato
- BZ è il contenuto di benzene nel carburante (% m/m)
- NBA è il contenuto degli idrocarburi aromatici non benzenici nel carburante (% m/m)

L'equazione espressa in termini di percentuale di benzene rispetto ai COV è preferibile rispetto alle stesse fornite dal rapporto ConcaWE espresse in termini di mg/km e di mg per grammi di carburante, in quanto riduce la variabilità delle emissioni in funzione della tipologia veicolare.

Il PM₁₀ è la frazione del particolato sospeso totale (PST) con diametro equivalente minore di 10 micron. A partire dal 01/01/99 le direttive nazionali (DM 25/11/94, obiettivo di qualità) stabiliscono che il limite massimo di concentrazione di PM₁₀ è pari a 40 µg/m³, ma i limiti da soddisfare per la qualità dell'aria nei centri urbani sono costantemente in diminuzione.

La Direttiva 99/30 della Commissione Europea (Dir 99/30/CE) stabilisce valori limite per PM₁₀, in 2 fasi:

- dal 1 gennaio 2005, con valori limite di 50 µg/m³ (media giornaliera da non superare più di 35 volte nell'anno solare) e di 40 µg/m³ (media annuale);

¹⁰ CONCAWE: report n. 96/51: The influence of gasoline benzene and aromatics content on benzene exhaust emissions from non catalyst and catalyst equipped cars. A study of european data.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

- dal 1 gennaio 2010, con valori limite di 50 µg/m³ (media giornaliera da non superare più di 7 volte nell'anno solare) e di 20 µg /m³ (media annuale).

Dalla bibliografia esistente si evince che il valore percentuale di PM₁₀ rispetto al PST totale oscilla tra il 50 % e l'80 % (questo dato si riferisce a valori misurati di concentrazione in aria)¹¹.

A questo dato contribuiscono cinque differenti tipi di emissioni da traffico veicolare:

- emissioni dallo scarico
- emissioni da degradamento dell'asfalto stradale
- emissioni prodotte dal logoramento dei pneumatici
- emissioni da polveri dei freni
- emissioni da risospensione di polveri dalla superficie stradale.

Il database RAINS¹² (contenente fattori di emissione per tutte le sorgenti, anche industriali) della IIASA fornisce, in relazione alla sorgente traffico, valori di PM₁₀ relativi a diverse categorie veicolari (caso Italia).

Il database RAINS fornisce anche fattori di emissione relativi al logoramento dei pneumatici, al logoramento dei freni ed alla abrasione della superficie stradale;

I dati ricavati dal database RAINS risultano congruenti rispetto a quelli forniti dal Progetto AUTOOIL II¹³.

La stima delle emissioni di PM₁₀ viene eseguita come di seguito specificato. Per quanto riguarda i veicoli alimentati a benzina il calcolo passa attraverso l'utilizzo dei fattori di emissione, sia diretti sia indiretti, forniti dai due database RAINS e AUTOOIL. L'emissione totale viene fornita come somma di due contributi differenti: quello dovuto alle emissioni allo scarico e quello dovuto alle emissioni indirette. I veicoli diesel, principali sorgenti di emissione di PST, vengono trattati in maniera differente. Sono considerati sempre due contributi all'emissione totale, quello diretto e quello indiretto. Ma, mentre per il contributo indiretto si fa riferimento sempre ai due database RAINS e AUTOOIL, per il contributo diretto si utilizza la percentuale, funzione della categoria veicolare, che lega l'emissione di PM₁₀ all'emissione di PST (di cui sono disponibili le correlazioni di emissione). Questa percentuale oscilla intorno all'85%: per gli autoveicoli aumenta fino ad oltre il 90%, mentre rimane intorno all'80% per i veicoli pesanti.

Per i dati di emissione di PM_{2.5} ci si riferisce alla fonte TUG - Tecnica Università di Graz che da anni rappresenta un centro di eccellenza nello studio delle emissioni da veicoli ed ha collaborato e collabora tutt'ora con i nostri centri di ricerca nazionali (vedi ENEA progetto ISHTAR finanziato dalla Comunità Europea). Ha inoltre preso parte al progetto ARTEMIS (Assessment and reliability of transport Emission models and inventory system) per quanto riguarda la parte dedicata al database di emissioni da trasporto stradale.

1.6.4 La rete simulata

Il calcolo del bilancio annuale (di cui al successivo paragrafo) è stato effettuato a partire dai dati forniti dallo studio trasportistico, applicando opportuni fattori moltiplicativi (ricavati a partire dai coefficienti mensili e giornalieri di traffico dello studio trasportistico) per tenere conto delle variazioni dei flussi nell'arco delle 24 ore, della settimana e dei 12 mesi dell'anno. Il bilancio, infatti, è stato effettuato a partire dai dati di flusso e velocità su ogni arco della rete desunti dai dati di assegnazione per le 3 fasce simulate (fascia bioraria media diurna del giorno feriale estivo, fascia bioraria di punta del sabato estivo, fascia bioraria media diurna del giorno feriale invernale).

Si ricorda che lo studio è limitato al **Lotto 6B**. Si riassumono di seguito i dati di traffico nei 5 scenari simulati, utili per la successiva corretta valutazione dei bilanci emissivi:

1. attuale
2. scenario programmatico al 2016,
3. scenario progettuale al 2016,
4. scenario programmatico al 2026,
5. scenario progettuale al 2026,

	Estensione della Rete	di cui con flussi nulli	Rete Carica
Attuale	116.182	39.023	77.159
Programmatico 2016	116.182	38.994	77.188
Programmatico 2026	116.182	37.573	78.609
Progettuale 2016	107.942	27.929	80.013
Progettuale 2026	107.942	27.929	80.013

Tabella 33: Estensione della rete dei 5 scenari (Valori espressi in km)

¹¹ Fonte dati AUTO-OIL

¹² fonte in rete: <http://www.iiasa.ac.at/rains/PM/docs/documentation.html>

¹³ The AOPII Emissions Base Case. SENCO Sustainable Environment Consultants Ltd. June 1999

Si osservi che l'estensione della rete con flussi diversi da "zero" mostra lievi variazioni tra i differenti scenari, con valori compresi tra 77 e 80 km circa.

	percordanze			velocità medie pesate		
	leggeri	commerciali	pesanti	leggeri	commerciali	pesanti
Attuale	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PRM_2016	10.4	14.8	15.8	-1.8	-1.6	-2.0
PRM_2026	33.8	24.4	27.0	-12.2	-15.1	-11.7
PRG_2016	14.4	19.5	16.6	75.6	77.2	74.9
PRG_2026	43.6	37.1	35.9	75.4	76.5	74.6

Tabella 34: Variazione percentuale delle percorrenze e delle velocità medie pesate rispetto allo scenario Attuale (Valori espressi in %)

Tutti gli scenari evidenziano un incremento delle percorrenze rispetto alla situazione attuale per tutte e 3 le categorie di veicoli, leggeri, commerciali e pesanti. I maggiori incrementi percentuali sono, come era da attendersi, relativi agli scenari al 2026, con il valore massimo del 43,6% per i veicoli leggeri dello scenario Progettuale al 2026 rispetto allo scenario Attuale. Di maggiore interesse risultano, però, i confronti tra scenari al medesimo intervallo temporale.

	percordanze			velocità medie pesate		
	leggeri	commerciali	pesanti	leggeri	commerciali	pesanti
2016	3.7	5.7	0.9	78.9	80.0	78.5
2026	7.4	20.2	13.8	99.6	107.8	97.8

Tabella 35: Variazione percentuale delle percorrenze e delle velocità medie pesate tra lo scenario Programmatico e quello Progettuale (Valori espressi in %)

Tra lo scenario Programmatico e quello Progettuale, si osservano sempre variazioni delle percorrenze con segno positivo.

Opportune considerazioni merita, invece, un altro interessante indicatore, la velocità media pesata sui veicoli*Km. Si osservi come, mentre gli scenari programmatici mostrano una riduzione delle velocità rispetto allo scenario attuale, gli scenari di progetto evidenziano un notevole incremento delle velocità, sia rispetto allo scenario attuale sia rispetto agli scenari programmatici, sia al 2016, che al 2026.

1.6.5 Il bilancio emissivo

I risultati delle stime sono riassunti nella Tabella 36, 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.

Inquinanti	Attuale	Programmatico 2016	Programmatico 2026	Progettuale 2016	Progettuale 2026
CO	171.26	255.28	301.42	2173.93	2742.07
NO _x	51.50	61.52	67.25	123.58	149.87
COV	27.52	35.23	53.18	91.43	116.05
Benzene	0.56	1.35	0.66	2.03	1.48
PM ₁₀	69.92	55.93	52.66	154.69	204.38
PM _{2,5}	41.95	32.36	31.60	94.34	122.63
CO ₂	14587.03	15326.42	22334.18	48090.92	62089.11

Tabella 36: Emissioni complessive (t/anno)

di cui sull'Aurelia e sull'Autostrada A12:

<i>Inquinanti</i>	Attuale	Programmatico 2016	Programmatico 2026	Progettuale 2016	Progettuale 2026
CO	155.67	228.79	260.64	2130.36	2696.86
NO _x	48.88	58.19	62.76	119.64	145.50
COV	25.14	31.58	47.56	87.13	111.21
<i>Benzene</i>	0.52	1.24	0.59	1.90	1.42
PM ₁₀	68.19	54.37	51.09	152.50	201.71
PM _{2,5}	40.91	31.51	30.65	93.13	121.02
CO ₂	13322.23	13736.55	19976.11	45828.52	59499.71

Tabella 37: Emissioni complessive (t/anno)

e di cui sulla restante viabilità:

<i>Inquinanti</i>	Attuale	Programmatico 2016	Programmatico 2026	Progettuale 2016	Progettuale 2026
CO	15.59	26.50	40.78	43.57	45.21
NO _x	2.61	3.33	4.49	3.94	4.37
COV	2.39	3.65	5.61	4.30	4.84
<i>Benzene</i>	0.04	0.11	0.07	0.13	0.06
PM ₁₀	1.73	1.56	1.57	2.20	2.67
PM _{2,5}	1.04	0.85	0.94	1.21	1.60
CO ₂	1264.80	1589.87	2358.08	2262.40	2589.40

Tabella 38: Emissioni complessive (t/anno)

1.6.6 Conclusioni

Dalle tabelle precedenti emerge che il contributo delle emissioni sulla restante viabilità è compreso tra l'1.30% e il 15.65% delle emissioni complessive.

Tra lo scenario Programmatico (sia al 2016 sia al 2026) e quello Attuale si osserva un incremento delle emissioni per tutti gli inquinanti, fatta eccezione che per le polveri fini: entrambi i fenomeni sono da attribuire alla forte riduzione delle velocità di marcia, che determina un incremento delle emissioni non compensato dal rinnovo del parco. Discorso a parte meritano le polveri fini, le cui emissioni diminuiscono proprio grazie alla riduzione della velocità di marcia, che ha un benefico effetto sulle emissioni indirette.

Il confronto di maggiore interesse è quello tra lo scenario di progetto e quello programmatico relativamente allo stesso orizzonte temporale: sia al 2016 sia al 2026 si osserva un forte incremento delle emissioni da attribuire in particolare al forte incremento delle velocità di marcia.

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. scenario programmatico al 2016,
3. scenario progettuale al 2016,

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 definito 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 classe 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.

1.7.1 Specifiche del modello di dispersione

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

Il modello è stato impostato per effettuare l'elaborazione sull'intera area comprendente la rete simulata ed è stata così calcolata la distribuzione spaziale sul territorio delle concentrazioni al suolo di NO_x , PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$. 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 1951 al dicembre 1991 nella stazione di Civitavecchia¹⁴. Tale approccio statistico è preferibile rispetto all'approccio cronologico, in quanto basato su valori meteorologici statistici calcolati su un periodo di tempo molto lungo (41 anni), anziché con riferimento ai valori meteorologici ora per ora ma associati ad uno specifico anno solare. In Figura 27 si riporta la rosa dei relativi 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. Per il calcolo del valore orario di NO_2 e per la media giornaliera di PM_{10} le simulazioni sono state eseguite in condizioni meteorologiche critiche:

¹⁴ Si veda la trattazione climatologia del presente studio

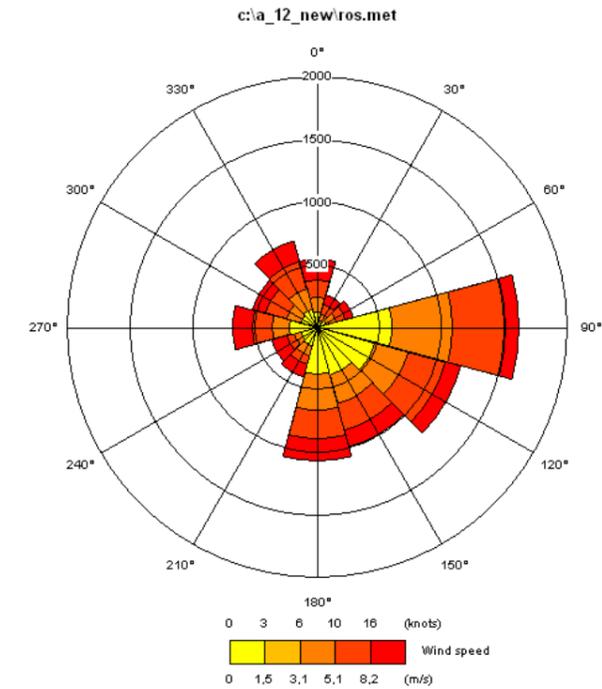


Figura 30: Rosa dei venti utilizzata nelle simulazioni

Condizioni meteorologiche critiche utilizzate per il calcolo del valore orario di NO_2 e per la media giornaliera di PM_{10} .

- Classe di stabilità: F (atmosfera molto stabile)
- Temperatura dell'aria: 20 °C
- Altezza dello strato rimescolato pari a 50 metri.
- Direzione del vento: 145°, la più critica per il recettore ATM001
- 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. Fermo restando che l'area ricade in Zona C e quindi con valori di concentrazione ben al di sotto del limite per tutti gli inquinanti, per i valori di fondo, in mancanza di dati di riferimento desumibili da centraline ARPA, si è fatto riferimento ai dati rilevati nel sito ATM001 depurati di quelli sottovento. Pertanto, il valore di fondo annuale del PM_{10} è stato assunto pari a $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media dei valori registrati nei giorni 18, 19, 24, 25, 27 e 31 ottobre); il valore di fondo annuale del $\text{PM}_{2.5}$ è stato assunto pari a $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media dei valori registrati nei giorni 18, 19, 24, 25, 27 e 31 ottobre); il valore di fondo annuale per NO_2 è stato assunto pari a $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media di tutte le ore di monitoraggio in

ATM001 depurate di quelle sottovento); il valore di fondo orario per NO₂ è stato assunto pari a 61,7 µg/m³ (valore massimo registrato nell'ora di punta del mattino tra tutte le ore di monitoraggio in ATM001 depurate di quelle sottovento); il valore di fondo medio giornaliero per PM₁₀ è stato assunto pari a 32 µg/m³ (valore registrato il 25 e 27 ottobre in ATM001). il valore di fondo medio giornaliero per PM_{2.5} è stato assunto pari a 21 µg/m³ (valore registrato il 27 ottobre in ATM001).

Si è fatto riferimento a tali valori di fondo sia per la simulazione dello scenario attuale, sia per la simulazione degli scenari al 2016 e al 2026: tale assunzione deriva dalla considerazione che l'area oggetto di studio ricade in una zona di mantenimento (Zona C) così come individuata dalla zonizzazione regionale.

6.1.1. I risultati del modello di dispersione

I risultati delle elaborazioni sono forniti nelle mappe allegate, che rappresentano le medie annuali di NO₂, PM_{2.5} e PM₁₀, 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 questo ultimo solo una aliquota degli NO_x totali emessi. Come noto l'NO₂ aumenta 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 8 punti appartenenti ai 2 transetti rappresentati nella Figura 31:



Figura 31: Localizzazione dei transetti 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 NO₂ e massimi giornalieri per il PM₁₀.

sito	distanza Aurelia	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
2	150	17.75	23.03	12.604
1	50	18.2	23.73	13.04
3	50	18.86	24.65	13.59
4	150	17.96	23.29	12.85
6	150	18.26	22.8	12.72
5	50	19.18	24.64	13.95
7	50	22.86	32.79	18.38
8	150	21.98	30.1	16.8

Tabella 38A: Concentrazione media annuale (µg/m³)

Scenario Attuale

sito	distanza Aurelia	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
2	150	17.7	22.85	12.53
1	50	18.45	23.7	12.98
3	50	19.25	24.68	13.56
4	150	17.10	23.27	12.6
6	150	18.5	22.88	12.5
5	50	23.24	24.57	16.16
7	50	23.8	30.96	17.19
8	150	22.94	28.58	15.95

Tabella 38B: Concentrazione media annuale (µg/m³)

Scenario Programmatico 2016

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

sito	distanza Aurelia	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
2	150	18.24	26.25	13.17
1	50	19.97	23.98	14.96
3	50	20.64	27.5	15.4
4	150	18.98	24.98	13.65
6	150	18.72	24.2	13.35
5	50	30.92	46.19	27.14
7	50	32.35	49.14	29.1
8	150	28.78	43.98	24.56

Tabella 38C: Concentrazione media annuale (µg/m³)
 Scenario Progettuale 2016

sito	distanza Aurelia	NO ₂	PM ₁₀
2	150	67.06	35.65
1	50	70.48	44.21
3	50	63.42	33.63
4	150	62.22	32.25
6	150	71.06	37.38
5	50	79.39	43.85
7	50	63.722	43.85
8	150	73.9	36.03

Tabella 39B: Concentrazioni massime – Oraria per NO₂ - Giornaliera per PM₁₀ (µg/m³)
 Scenario Programmatico 2016

sito	distanza Aurelia	NO ₂	PM ₁₀
2	150	67.05	36.19
1	50	69.13	38.58
3	50	63.16	33.34
4	150	62.17	32.32
6	150	70.64	37.52
5	50	77.35	44.33
7	50	79.59	46.58
8	150	70.81	39.53

Tabella 39A: Concentrazioni massime – Oraria per NO₂ - Giornaliera per PM₁₀ (µg/m³)
 Scenario Attuale

sito	distanza Aurelia	NO ₂	PM ₁₀
2	150	72.91	40.61
1	50	79.75	45.46
3	50	64.35	33.57
4	150	62.65	32.35
6	150	77.76	44.16
5	50	102.17	66.52
7	50	97	66.03
8	150	82.98	60.18

Tabella 39C: Concentrazioni massime – Oraria per NO_x - Giornaliera per PM₁₀ (µg/m³)
 Scenario Progettuale 2016

1.7.2 Conclusioni

Le medie annuali delle concentrazioni attese nello stato attuale sono maggiori rispetto ai valori di fondo tra l'3.1% e il 41.5% per il PM₁₀, tra il 4.3% e il 45.6% per il PM_{2.5} e tra il 4.4% e il 34.5% per l'NO₂.

Le medie annuali delle concentrazioni attese nello stato di progetto al 2016 sono maggiori rispetto ai valori di fondo tra l'7.6% e il 104.4% per il PM₁₀, tra il 8.4% e il 122.1% per il PM_{2.5} e tra il 7.3% e il 90.3% per l'NO₂. L'incremento massimo tra lo scenario di progetto e quello programmatico al 2016 è pari a: 75.7% per il PM₁₀, 62.1% per il PM_{2.5} e 35.9% per l'NO₂.

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 µg/m³; ciò avviene per tutti gli scenari simulati (Attuale, Programmatico 2016 e Progettuale 2016), fatta eccezione che per lo scenario Progettuale ma limitatamente al PM₁₀, il cui valore supera di poco la media annuale.

Per quanto concerne la media giornaliera di PM₁₀ e il valore massimo orario di NO₂, mentre non si stimano apprezzabili variazioni delle concentrazioni tra lo scenario attuale e quello programmatico al 2016 (da attribuire in parte al rinnovo del parco veicolare e in parte alla riduzione delle velocità di percorrenza), tra lo scenario programmatico e quello progettuale si stima un incremento per le concentrazioni di entrambi gli inquinanti, con un massimo del 52.2% per l'NO₂ e del 67.0% per il PM₁₀.

La simulazione oraria per l'NO₂ mostra valori ben lontani dal limite orario di 200 µg/m³ per tutti e 3 gli scenari simulati: il valore massimo è pari a 102,17 µg/m³ per lo scenario progettuale.

Per quanto concerne la simulazione giornaliera del PM₁₀ dalla lettura delle tabelle emerge che i valori medi giornalieri stimati sono sempre inferiori a 50 µg/m³; fanno eccezione 3 valori nello scenario progettuale.

2 AMBIENTE IDRICO

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 Arrone e del Fiume Fiora ed ai versanti montani che vi confluiscono.

2.1 Inquadramento generale

L'area interessata dal tracciato si estende lungo la costa tirrenica tra Civitavecchia e il confine regionale tra Lazio e Toscana, ed è costituita da una sequenza di tre promontori separati da aree pianeggianti. In particolare, procedendo da Sud verso Nord si trova l'ampia pianura costiera compresa tra Civitavecchia e Orbetello (Monte Argentario) attraversata dai corsi d'acqua i cui bacini si estendono, più o meno profondamente, tra i rilievi dell'entroterra (Fiumi: Fiora, Torrente Arrone e altri fossi minori).

La provincia di Viterbo è caratterizzata da un'ampia disponibilità di fonti di approvvigionamento idrico e ciò ha creato da sempre nella cultura popolare la possibilità di poterne disporre in modo illimitato. Sul territorio insistono oltre ad una fitta rete di corsi d'acqua, anche laghi vulcanici rilevanti, Bolsena e Vico. Alla sensazione innata di inesauribilità della risorsa idrica con caratteristiche qualitative elevate, è nel tempo subentrata la consapevolezza dell'esigenza di tutelare le fonti di approvvigionamento dalle contaminazioni umane per garantire le stesse caratteristiche qualitative e quantitative. Per salvaguardare ciò l'azione umana ha costruito nel tempo una serie di opere in grado di realizzare un uso ciclico dell'acqua, dalla captazione alla depurazione, limitando il più possibile la contaminazione, a fronte di una crescente domanda della risorsa nelle case e nelle attività produttive.

Il paesaggio è caratterizzato da colline con morfologia dolce e quote massime intorno ai 150-250 m s.l.m.; le intercalazioni di litotipi più coerenti, quali conglomerati, calcareniti, ed arenarie trovano riscontro, localmente, in forme più acclivi. Le valli, in particolare quella che ospita il principale corso d'acqua dell'area, il Fiume Fiora, divengono più ampie e piatte, in risposta ad una più alta erodibilità. In questo contesto sono emblematici i fenomeni di modellamento delle acque dilavanti che investono le formazioni a prevalente componente argillosa, quali quelli testimoniati dalle forme calanchive.

L'idrografia dell'area è costituita da un denso reticolo di corsi d'acqua minori a carattere generalmente torrentizio ed andamento radiale centrifugo rispetto ai principali centri eruttivi. Le portate sono generalmente modeste (da alcuni litri al secondo ad alcune decine di litri la secondo), ma continue; i massimi di portata mostrano, generalmente, un modesto ritardo rispetto a quelli di piovosità. La maggior parte dei torrenti converge nel Fiume Fiora, l'andamento dei quali è più strettamente legato all'assetto strutturale ed alle dinamiche morfo-evolutive quaternarie. La peculiarità dell'idrografia dell'area è certamente connessa con la presenza dei laghi vulcanici, tra i quali i più significativi per genesi e per

condizioni idrogeologiche sono quelli di Bolsena e di Vico. Il Lago di Bolsena (305 m s.l.m.), ospitato in una depressione vulcanotettonica, è caratterizzato da una superficie di circa 114 km², da una profondità massima di circa 151 m e da un volume di invaso di circa 9.2 km³. Il Lago di Vico (510 m s.l.m.), ospitato in una conca di natura strettamente vulcanica, è caratterizzato da una superficie di circa 12 km², da una profondità massima di circa 44 m e da un volume di invaso di circa 0.26 km³. I due laghi, oltre ad essere alimentati dalle acque di ruscellamento superficiale, sono il recapito di acque sotterranee, rappresentando dei veri e propri sfiori alti della superficie piezometrica degli acquiferi vulcanici relativamente più superficiali.

2.2 Idrografia superficiale

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

Nel complesso la rete di canali e corsi d'acqua oggetto del presente studio si presenta in buone condizioni di manutenzione, con sezioni abbastanza regolari e pulite. Non si sono riscontrate nel corso dei diversi sopralluoghi effettuati sezioni o situazioni di abbandono della rete idrografica.

2.2.1 Fiume Fiora

Il Fiume Fiora nasce dal versante Meridionale del Monte Amiata, in prossimità dell'abitato di S. Fiora e sfocia nel Mar Tirreno, poco a monte dell'abitato di Montalto di Castro, procedendo con un percorso sinuoso di circa 80 Km in direzione Nord-Sud.

Il bacino del Fiume Fiora copre una superficie territoriale di 825 Km² ricadenti in parti pressochè uguali nella Regione Toscana (51,2%) e nella Regione Lazio (48,8%).

Confina a nord con il bacino imbrifero del Fiume Orcia, affluente del Fiume Ombrone e ad ovest con il bacino imbrifero del Fiume Albegna, entrambi ricadenti nel Bacino Regionale Ombrone (Regione Toscana). Ad est confina con il bacino imbrifero del Fiume Paglia, tributario del Fiume Tevere ed appartenente all'omonima Autorità di Bacino Nazionale, e con il bacino del Lago di Bolsena e del Fiume Marta, appartenenti all'Autorità dei Bacini Regionali Lazio. Infine, nella parte inferiore, confina con il bacino del torrente Arrone e minori, appartenenti anch'essi all'Autorità dei Bacini Regionali Lazio.

Il bacino idrografico del Fiume Fiora è inoltre suddivisibile in quattro sottobacini che sono:

- il sottobacino sotteso alla confluenza in sinistra idraulica con il Fosso Carminata;
- il sottobacino che si estende dal confine con il precedente fino al ponte in prossimità di Pitigliano;

- il sottobacino sotteso alla confluenza in sinistra idraulica con il Fosso Olpeta;
- il sottobacino sotteso alla foce.

Il percorso dell'asta principale, che si sviluppa complessivamente per circa 80 Km, presenta prima un tratto montano con forte pendenza e aspetto tipicamente torrentizio e successivamente un tratto di notevole lunghezza impostato su un materasso alluvionale costituito prevalentemente da ghiaie e sabbie medio grosse. Da un punto di vista fisico il bacino è alquanto asimmetrico. Gli affluenti di sinistra ed i relativi sottobacini di pertinenza sono notevolmente più importanti di quelli di destra.

Caratteristica del bacino è la spiccata asimmetria fra il versante destro, sempre molto breve, e quello sinistro molto più ampio specialmente a valle dell'abitato di Sorano.

Il Fiora presenta un bacino scarsamente antropizzato e di conseguenza poco alterato da attività umane recenti. Alla sostanziale naturalezza dell'ambiente si aggiunge un indiscusso pregio paesaggistico del territorio e la presenza di rilevanti memorie storiche alcune delle quali in forte relazione con il sistema delle acque (mulini, opifici e manufatti storici vari). La risorsa acqua in questo bacino si trova ad assumere pertanto un forte ruolo nei confronti del paesaggio, della flora e della fauna.

2.2.2 Torrente Arrone

Il Torrente Arrone è un torrente del Lazio che si sviluppa nel territorio del comune di Tarquinia e di Viterbo. È lungo circa 44 chilometri e sfocia nel Mar Tirreno tra Montalto di Castro e Tarquinia. Il suo bacino si trova ad una altitudine media di 187 metri sul livello del mare, l'altitudine massima è di 565 metri ed è raggiunta sul Monte Collere. Nel suo tratto terminale è a rischio di fenomeni alluvionali.

Il torrente Arrone è stato indicato come il naturale confine tra il territorio di Tarquinia e quello di Vulci.

Il bacino del Fiume Arrone ha una superficie di circa 125 kmq alla quale va aggiunta la superficie del bacino del lago di Bracciano, circa 150 kmq del quale l'Arrone è l'emissario.

La parte alta dei bacini dei corsi d'acqua principali (il Torrente Arrone, il Fiume Marta ed i suoi affluenti F.sso Leia, F.sso Canale e Torrente Biedano, il Fiume Mignone, il Fosso Vaccina il Fosso delle Cadute o Palidoro ed il Fiume Arrone), si sviluppa per lo più nelle unità vulcaniche di Bolsena, di Vico e dei Monti Sabatini ed è generalmente caratterizzata da pendenze elevate ed alvei incassati. La ricerca della pendenza di equilibrio si manifesta con una continua erosione regressiva del fondo alveo che, per l'appunto, lungo le pendici vulcaniche, si presentano sovente con le forme tipiche del paesaggio delle forre.

2.3 Qualità delle acque superficiali

Per molto tempo la politica di gestione delle acque dolci è stata orientata a preservare quei livelli minimi di qualità dell'acqua in grado di garantire, a secondo dei casi, l'uso per l'irrigazione, le varie attività industriali, le attività ricreative, o semplicemente il drenaggio dei residui delle attività umane.

Ciò ha garantito solo il mantenimento di una risorsa strettamente finalizzata alle esigenze umane, spesso circoscritte ad un determinato luogo e momento.

E' per questo motivo che oggi grandi corsi d'acqua hanno una pessima qualità con grande danno all'ambiente, depauperamento di risorse e minaccia alla salute.

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.

Nella valutazione della qualità di un ambiente e della sua funzionalità ecologica oltre all'analisi dei parametri chimici fisici e microbiologici si è ampiamente diffuso, negli ultimi anni, l'uso d'indicatori biologici, tra i quali quello più conosciuto e adottato nel nostro paese è sicuramente l'IBE - Indice Biotico Esteso (Ghetti, 1995).

Ultimamente la valutazione ambientale si è arricchita di sistemi d'indagine territoriale basati sulla valutazione della vegetazione tra i quali, quello maggiormente applicato nei Paesi anglosassoni è il metodo RCE o Riparian Channel and Environmental Inventory (Peterson,1990) modificato

successivamente in RCE-2 per la realtà dei corsi d'acqua italiani e successivamente rivisto e corretto in Indice di Funzionalità Fluviale o IFF.

Per la determinazione della funzionalità fluviale sono stati individuati i corpi idrici del Fiume Mignone e del Fiume Marta.

I corsi d'acqua sono stati percorsi, da valle verso monte, secondo la metodologia ufficiale e standardizzata dal metodo IFF per la compilazione delle schede per la valutazione dell'Indice di funzionalità fluviale e lo Stream Visual Assessment. Le schede sono state compilate una per ogni tratto omogeneo del corso d'acqua interessato, per una lunghezza variabile tra i 100 e 2500 metri. Ogni scheda, quindi, rappresenta un tratto fluviale ecologicamente e morfologicamente omogeneo interessato dal tracciato autostradale di progetto.

I dati dell'Indice Biotico Esteso IBE sono dati bibliografici e derivano dai rapporti pubblicati dagli enti competenti.

2.3.1 Inquadramento generale

Il D.lgs 152/06, attuativo di diverse Direttive CEE, 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 Area di indagine

Le indagini svolte, con cadenza mensile unitamente alle informazioni ottenute attraverso i monitoraggi e gli studi precedentemente avviati, hanno consentito di creare un quadro conoscitivo adeguato sul fiume Fiora e il Torrente Arrone.

La Direttiva 60/2000/CE recepita in Italia dal D.Lgs 152/2006, pone quale obiettivo per l'indice SECA lo stato ambientale di "buono" entro il 31/12/2015 per tutti i corpi idrici comunitari.

2.3.3 Definizione degli indicatori e metodologia di calcolo

Per la valutazione dello stato qualitativo dei corsi d'acqua si utilizzano i seguenti indici:

- LIM = Livello di Inquinamento da Macrodescrittori;
- IBE = Indice Biotico Esteso;
- SECA = Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua;
- SACA = Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua.

2.3.4 Livello di Inquinamento da Macrodescrittori (LIM)

Il LIM descrive lo stato di qualità globale delle acque, principalmente dal punto di vista chimico. Questo risultato comunque non deve essere confuso o considerato sostitutivo dello stato chimico definito in base alla presenza di sostanze pericolose elencate nella tabella 1/A dell'allegato 1 alla parte terza al D.Lgs 152/06.

L'indice LIM si ottiene sommando i punteggi derivanti dal calcolo del 75 percentile dei sette parametri, cosiddetti macrodescrittori, analizzati con frequenza mensile.

I macrodescrittori sono parametri rappresentativi delle condizioni generali del corso d'acqua (livello di ossigeno disciolto), del grado di inquinamento di origine organica (misurato attraverso le concentrazioni di COD e BOD5) e dello stato trofico (nitrati e fosforo totale). Per quanto riguarda l'inquinamento di tipo microbiologico l'unico indicatore utilizzato per il calcolo del LIM è *E.coli*.

2.3.5 Indice Biotico Esteso

L'IBE rappresenta lo stato di qualità biologica: si basa sull'analisi delle comunità di macroinvertebrati, naturalmente presenti nel corso d'acqua in esame. L'indice viene calcolato secondo le metodologie di raccolta e conferma in laboratorio previste nel metodo n° 9010 del Manuale 29/03:2003 APAT-IRSA-CNR.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

L'Indice Biotico Esteso o IBE rappresenta una metodologia ampiamente sperimentata in Italia; si basa sull'analisi della struttura della comunità di macroinvertebrati che colonizzano le differenti tipologie fluviali. La presenza o assenza di determinati taxa permettono di qualificare il corso d'acqua.

Per macroinvertebrati bentonici si intendono gli organismi con dimensione superiore al millimetro che vivono a contatto con il fondo. I macroinvertebrati sono quindi visibili a occhio nudo e sono rappresentati da tricladi (vermi piatti), oligocheti, irudinei (cui appartengono le sanguisughe), molluschi, crostacei, insetti (larve e adulti). Il tipo di comunità di macroinvertebrati varia al variare delle caratteristiche dell'ambiente acquatico e si modifica in conseguenza di fenomeni di inquinamento.

La definizione del valore di indice, che è un numero cardinale, si basa sulla tabella a due entrate: in ordinate sono riportati alcuni gruppi di macroinvertebrati, che dall'alto verso il basso riflettono una sempre minore sensibilità agli effetti dell'inquinamento.

2.3.6 Lo stato ecologico

Da una valutazione incrociata dei risultati ottenuti con l'indice LIM e con l'IBE, e considerando il peggiore dei due, si ottiene la classe dello stato ecologico per i corsi d'acqua (SECA), considerato come espressione della complessità degli ecosistemi acquatici, della loro natura chimica e fisica, nonché delle caratteristiche idrologiche.

2.3.7 Lo stato chimico

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

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

I B E	Classe di Qualità	Punteggio
	Classe I	≥10
	Classe II	8-9
	Classe III	6-7
	Classe IV	4-5
	Classe V	1-2-3

L I M	Classe di Qualità	Punteggio
	Livello 1	480-560
	Livello 2	240-475
	Livello 3	120-235
	Livello 4	60-115
	Livello 5	<60

S E C A	Classe di Qualità	Punteggio LIM	Punteggio IBE
	Classe I	480-560	≥10
	Classe II	240-475	8-9
	Classe III	120-235	6-7
	Classe IV	60-115	4-5
	Classe V	<60	1-2-3

S A C A		Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe v
	Conc. Inquinanti Tab.1/A D.Lgs 152/06 ≤ valore soglia	Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo
	Conc. Inquinanti Tab.1/A D.Lgs 152/06 ≥ valore soglia	Scadente	Scadente	Scadente	Scadente	Pessimo

2.3.8 Indice di funzionalità fluviale (IFF)

L'indice di funzionalità fluviale deriva dal metodo elaborato da Petersen nel 1982 denominato RCE ("Riparian, Channel and Environmental Inventory") e successivamente adattato da Silingardi e Maiolini nel 1990 alla realtà dei corsi d'acqua alpini e prealpini con il metodo denominato RCE-2. La valutazione della funzionalità fluviale attraverso l'utilizzo di un indice globale trova vasta applicazione nell'ambito delle indagini conoscitive sugli ecosistemi acquatici.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

L'indice di funzionalità fluviale è uno strumento che permette di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa come risultato della sinergia e dell'integrazione di un'importante serie di fattori biotici e abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato.

Gli obiettivi dell'indagine possono limitarsi al rilevamento dello stato di "salute" di un corso d'acqua o mirare direttamente all'individuazione d'ambienti o tratti di corsi d'acqua ad alta valenza ecologica per approntare strumenti di salvaguardia o viceversa, all'individuazione di tratti degradati per predisporre interventi di ripristino e riqualificazione degli ambienti fluviali. Altri campi di applicazione sono sia la valutazione dell'impatto di determinate opere, sia la valutazione dell'efficacia degli interventi di risanamento.

La scheda di valutazione si compone di 14 domande (di cui 2 alternative) che appartengono a 4 gruppi. Il primo gruppo (domande da 1-4) valuta l'utilizzo del territorio circostante e lo stato di naturalità della fascia perifluviale, con particolare attenzione alla vegetazione riparia. La domanda numero 5 valuta la naturalità del regime idrologico e l'adeguatezza della portata nel garantire la funzionalità del sistema.

Le domande 6 e 8 valutano lo stato delle sponde soprattutto da un punto di vista morfologico-strutturale, in termini di suscettibilità all'erosione e artificializzazione.

Le domande 7,9,10,11 valutano la struttura dell'alveo con diversità e naturalità degli habitat acquatici e alla composizione del substrato fluviale. Le domande 12 (12bis) e 14 valutano la qualità biologica delle acque, utilizzando come indicatori rispettivamente le macrofite acquatiche e i macroinvertebrati, mentre la domanda 13 valuta lo stato di demolizione del materiale organico presente nel corso d'acqua.

Nel loro complesso queste domande consentono di indagare tutti i principali fattori, biotici ed abiotici, dell'ecosistema fluviale. La compilazione della scheda prevede che l'operatore, dopo un'accurata osservazione, scelga per ciascuna domanda, la risposta che meglio si adatti alla situazione.

La scelta deve essere effettuata tra le 4 possibili risposte e non possono essere utilizzati punteggi diversi da quelli indicati, né quest'ultimi possono essere mediati.

Le domande relative alla caratteristica delle sponde richiedono una risposta separata per ciascuna di esse. Nel caso in cui le domande prevedano due alternative (2 e 2bis, 12 e 12 bis), è necessario rispondere a quella che maggiormente si adatta alle caratteristiche del corso d'acqua indagata; l'IFF è utilizzato su tutte le tipologie fluviali italiane. Una volta risposto alle domande, dalla somma dei singoli punteggi attribuiti si otterrà il punteggio finale per ciascuna sponda, al quale corrisponderà una classe di funzionalità fluviale.

Valore di IFF	Livello di Funzionalità	Giudizio di Funzionalità	di	Colore
261-300	I	Elevato		
252-260	I-II	Elevato-buono		
201-250	II	Buono		
181-200	II-III	Buono-mediocre		
121-180	III	Mediocre		
101-120	III-IV	Mediocre-scadente		
61-100	IV	Scadente		
51-60	IV-V	Scadente-pessimo		
14-50	V	Pessimo		

In ascissa sono riportati gli intervalli numerici che fanno riferimento al numero di unità sistematiche rinvenute nella stazione di campionamento.

Corso d'acqua	Lungh. Tratto (m)	Valore IFF		Livello funzionalità a IFF		Giudizio IFF	
Fiume Fiora	700	180	176	III	III	Mediocre	Mediocre
Torrente Arrone	500	210	157	II	III	Buono	Mediocre

2.4 Analisi delle interazioni opera-ambiente

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

- Sovrapposizione del tracciato piano – altimetrico con aree che il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio, classifica come aventi un indice di pericolosità idraulica o siano classificate come aree di pertinenza fluviale o golenali.
- Attraversamenti dei corsi d'acqua principali, (fiumi o torrenti) anche in assenza di una classificazione PAI.

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.

2.5 Tipologie di impatto

2.5.1 Interferenza con corsi d'acqua

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

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

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

2.5.2 Rischio di inquinamento delle acque superficiali per acque di prima pioggia e/o per sversamenti accidentali

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

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

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

Tali sostanze possono determinare l'inquinamento delle acque a seguito del contatto diretto, per percolazione di fluidi inquinanti oppure per dilavamento del manto stradale ad opera delle acque di prima pioggia.

2.5.3 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.

2.5.4 Presidi idraulici

La tipologia di sistema di drenaggio, chiusa o aperta, è scelta in relazione alla valutazione della vulnerabilità, ovvero della suscettibilità dei corpi idrici sotterranei e superficiali a subire un decadimento qualitativo, in seguito al verificarsi di un evento di contaminazione, del territorio circostante.

Nel tratto stradale di progetto, il sistema di drenaggio è sempre di tipo aperto ad esclusione dei tratti a cavallo dei corsi d'acqua di seguito elencati:

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

- torrente Arrone
- fiume Fiora
- fosso Tafone
- fosso Chiarone

In questi tratti l'acqua di piattaforma è raccolta tramite collettori longitudinali e portata a disoleatori/sedimentatori prefabbricati, conformi alle norme UNI EN 858-1:2004 e UNI EN 858-2:2004.

Questi sono costituiti da tre vasche, di cui la prima ha la funzione di scolmatore di troppo pieno, la seconda di sedimentatore e la terza di disoleatore a coalescenza. In questo modo è possibile trattare le acque di dilavamento del pavimentato stradale.

3 SUOLO E SOTTOSUOLO

3.1 Inquadramento geologico

Le formazioni affioranti nei settori costieri del Lazio settentrionale e della Toscana meridionale sono riferibili ad un arco temporale che va dal Triassico all'attuale e sono ascrivibili alle unità dell'Appennino Settentrionale. Tali unità corrispondono a diversi domini paleogeografici, che devono essere intesi come i diversi ambiti in cui esse si sono sedimentate prima di venire coinvolte nei processi di dislocazione tettonica dell'orogenesi appenninica.

Il settore costiero del Lazio settentrionale si inquadra quindi nel contesto della geologia dell'area di catena interna nord appenninica, dove, a partire dal Miocene medio - superiore, processi estensionali a scala crostale hanno suddiviso gli ammassi rocciosi oggetto della precedente fase di ispessimento, legata alla costruzione dell'orogene appenninico.

L'assetto strutturale dell'area è caratterizzato da un elemento tettonico principale ad andamento appenninico. Tale struttura è costituita da una coppia sinclinale-anticlinale. Questo elemento rappresenta l'unica struttura a grande scala dotata di una certa regolarità presente nell'area; mentre nei rimanenti settori l'assetto spesso caotico e la scarsità degli affioramenti non mettono in evidenza altre macrostrutture.

Questo settore è caratterizzato da assi strutturali a prevalente direzione NW-SE, congruenti con le direttrici tettoniche principali dell'orogenesi appenninica neogenica.

I dati bibliografici regionali indicano che l'area ha assunto una configurazione ad horst e graben, alla quale è seguito un generale sollevamento, testimoniato dalle quote di affioramento dei depositi neogenici e dalla presenza di numerosi terrazzi marini pleistocenici sollevati rispetto all'attuale livello del mare.

Gli studi condotti sui depositi del Pliocene e Pleistocene inferiore presenti nella fascia costiera di quest'area hanno messo in evidenza la presenza di una successione di facies complessivamente regressiva; in particolare si assiste al passaggio dalle successioni pelagiche del Pliocene inferiore e medio alle successioni via via più costiere del Pleistocene, a testimoniare un generale sollevamento regionale di questa area, iniziato già durante il Pliocene superiore. Il sollevamento generalizzato risulta alternato da fasi trasgressivo/regressive minori coincidenti con gli eventi climatici globali.

3.2 Geologia dell'area di studio

La successione sedimentaria presente lungo la tratta Tarquinia – Pescia Romana inizia con alcuni termini delle serie Liguridi, cretacee; sulle quali, in trasgressione, si trova la sequenza dei depositi quaternari di ambiente marino, marino – costiero e continentale.

3.2.1 Unità Liguridi

Si tratta di sedimenti di età Cretacica caratterizzati sia da contatti di natura tettonica che stratigrafica.

Delle formazioni appartenenti alle unità Liguridi, nel tratto in studio, sono state cartografate quelle riportate di seguito ed appartenenti all'Unità della Pietraforte:

Unità della Pietraforte - (Cretacico)

All'Unità della Pietraforte sono riconducibili due formazioni affioranti, o individuate in perforazione: una inferiore, essenzialmente pelitica, nota in letteratura come *Argilliti varicolori mangesifere*, ed un'altra torbiditica arenacea (*Pietraforte, auct.*). Lo spessore complessivo di tali litofacies è di circa 200 metri.

Argilliti Varicolori Mangesifere (Asv)- (Cretacico inferiore – superiore). Sono costituite da argilliti scure fogliettate di colore variabile dal verde al nero con intercalazioni di strati di calcari marnosi grigi e, localmente, marne (sondaggi C-S15 - 6b-SD22 - 6b-SD21bis - 6b-SD21 - 6b-SD20bis - 6a-SD31 - 6a-SD30 - 6a-SD29 - 6a-SD27 - 6a-SD26, SE8). Unico affioramento presente è nel fosso del Gesso con giacitura (relativa alla porzione marnosa argillitica) 145/35.

Pietraforte (Pf) – (Cretacico superiore). E' costituita da torbiditi arenacee quarzoso- calcaree grigio ocracee (v. sondaggi A1-S5, SE8), litoidi, e in bancate metriche con intercalazioni pelitiche fittamente fogliettate grigie. La granulometria è variabile da fine a grossolana; in alcuni strati si rinvencono livelli discontinui, lenticolari di micro conglomerato poligenico di dimensioni millimetriche (noto in letteratura con il nome di *Cicerchina*), grano-sostenuto con matrice arenacea e scheletro prevalentemente siliceo (selce nera) di taglia millimetrica. Le superfici basali degli strati sono nette, talvolta con geometrie lenticolari; in alcuni strati si osservano impronte di fondo (*flute casts, groove casts*).

La discontinuità areale della Pietraforte non sembra essere messa in relazione diretta con una originaria discontinuità sedimentaria, anche se presente in qualche misura, ma più probabilmente come risultato di uno smembramento tettonico, che si rinviene anche all'interno delle sottostanti "Argilliti varicolori".

Una buona esposizione di questa litofacies si trova in corrispondenza della cava del Monte Cimbalò, presente al Km 97 della S.S. 1 Aurelia. La giacitura rilevata nella parete di cava è di 280° 10°.

3.2.2 Formazioni mioceniche

Marne argille e gessi - Mag – (Miocene sup. (Messiniano))

Argille e marne grigie, più o meno sabbiose, con intercalazioni di gessi alabastrini in strati da decimetrici a metrici (sondaggio 6a-SD34 e 6a-SD33) e/o in banchi dell'ordine della decina di metri. Non sono affioranti, per cui le principali osservazioni devono essere ricondotte ai carotaggi.

Le caratteristiche sedimentologiche riferiscono questa formazione ad un ambiente marino di transizione.

3.2.3 Formazioni plioceniche

Le formazioni del Pliocene sono rappresentate da due facies prevalenti di ambiente marino: una facies argillosa del Pliocene inferiore ed una più sabbiosa del Pliocene medio-superiore (quest'ultima non affiorante e mai intercettata in perforazione nell'area di studio).

Depositi marini argillosi - Faa - (Pliocene inf.)

Sono costituite da argille e argille siltose localmente debolmente sabbiose, grigio azzurre, a luoghi fossilifere, con fiamme ocracce e concrezioni calcaree; secondo le informazioni reperite in letteratura i depositi possono presentare, nella parte sommitale, dei sedimenti argilloso sabbiosi, con clasti silicei sparsi e piccole lenti conglomeratiche in matrice argillosa.

Nell'area di studio non sono mai affioranti.

3.2.4 Formazioni quaternarie

Il Quaternario nell'area di studio è rappresentato da terreni marini, transizionali e continentali. I sedimenti marini sub-continentali sono in trasgressione sui terreni più antichi.

Argille fossilifere e sabbie con clasti di natura sedimentaria e lavica – Qm – Pliocene inferiore - medio

Nel Qm sono state accorpate due unità, riconducibili all'“Unità dell'Arrone” e parte dell'“Unità di Lestra dell'Ospedale” (LOS_G, in facies marina), “Calcareniti, Conglomerati e Sabbie di Montalto”, “Sabbie e Ghiaie inferiori” e la porzione inferiore dei “Limi e Sabbie di S. Agostino”.

- L'unità inferiore, è composta da argille grigie, sovente ricche di macrofauna marina (in particolare Pectinidi ed Ostreidi), occasionalmente senza fossili visibili ad occhio nudo. Questa unità affiora estesamente sulle sponde della valle dell'Arrone, in prossimità di Pian d'Arcione. L'ambiente di sedimentazione è marino circa litorale. Nella parte basale l'unità è transizionale verso le sottostanti argille plioceniche (FAA), dalle quali si discosta per valori di consistenza meno elevati e una

colorazione meno uniforme (nocciola grigiastrea, piuttosto che grigio azzurro); è possibile presenza di noduli e clasti arrotondati sparsi.

- L'unità superiore, è costituita a sua volta da una successione di sabbie biancastre e grigie, talvolta ghiaiose, a stratificazione incrociata, spesso fossilifere, e, superiormente, da limi, limi argillosi sabbiosi, anch'essi sovente ricchi di malacofauna.

Le sabbie sono caratterizzate da quarzo mono/policristallino o amorfo, feldspato potassico e, in misura inferiore da plagioclasti e minerali femici; i clasti ghiaiosi sono prevalentemente carbonatici e localmente magmatici, sia di tipo acido che basico, talora con pomici rossastre. All'interno dell'Unità la malacofauna (a *Cladocora s.p.*, *Glycymeris s.p.*, *Ostrea s.p.*), di regola non è abbondante, ma diffusa.

La suddivisione delle due unità ascrivibili al Qm è discontinua e non sempre ben definita. L'ambiente di sedimentazione è marino costiero.

Limi e sabbie con materiale vulcanico e molluschi di ambiente salmastro – Qt – Pliocene medio - Pleistocene sup.

- L'Unità inferiore Qt₍₃₎ (Pleistocene medio), comprende sedimenti di ambiente lacustre e palustre ed è costituita da limi, limi argillosi e subordinatamente sabbie e ghiaie, con fauna ad ostracodi dulcicolo-salmastri, impronte di canne, foglie ed abbondante presenza di materiale vulcanico rimaneggiato.

Il rimaneggiamento dei depositi vulcanici è evidenziato da una serie di orizzonti sabbiosi cementati (panchine), localmente con intercalazioni limose, ricchi di materiale vulcanico e di molluschi marini. L'ambiente di sedimentazione è lacustre-palustre.

- L'Unità intermedia Qt₍₂₎ è caratterizzata da sabbie, spesso clinostratificate, in lamine millimetriche di colore grigio e nerastro ad elementi vulcanici, con malacofauna marina. Sotto Montalto di Castro, a ridosso della trincea lungo la S.S. 1.Aurelia l'unità è costituita da orizzonti ghiaiosi ad elementi lavici e calcarei, talora debolmente cementati con Pectinidi spesso frammentati. Verso l'alto e talora anche lateralmente si delinea un orizzonte abbastanza caratteristico, verosimilmente continentale, costituito da sabbie gialle, eterogenee e prive di lamine, a luoghi debolmente cementate, contenenti piccoli ciottoli quarzosi, solitamente concentrati nella parte alta dell'orizzonte.
- L'unità superiore Qt₍₁₎ è costituita da limi e sabbie argillose continentali, di natura sedimentaria o vulcanica (di ricaduta o risedimentate), con presenza di resti vegetali e gasteropodi polmonati. Nella parte meridionale dell'area rilevata si individua la prevalenza delle componenti vulcanica, cineritica, in una matrice prevalentemente limosa marrone e rossastra; nella parte settentrionale, oltre la valle dell'Arrone, i depositi sono maggiormente sabbiosi (particolarmente nella parte alta) da grigi a verdastri, localmente ricchi di valve di *Glycymeris* e *Cerastoderma s.p.*

L'ambiente di sedimentazione va da marino a salmastro fino a continentale.

Le unità Qt affiorano estesamente in tutta l'area di studio; sono state rinvenute in tutti i sondaggi, fatta eccezione per quelli eseguiti nelle valli alluvionali del Fiume Fiora e del Torrente Arrone.

Argille sabbiose, sabbie e ghiaie intercalate a depositi vulcanici primari – Sm – Pleistocene medio

In questa unità sono stati raggruppati depositi prevalentemente vulcanici, che si riconducono alla parte superiore dell'unità CARG di Pian d'Arcione e che affiorano estesamente dal km 105 al km 113 della S.S Aurelia, sotto quota 40 m s.l.m. circa. L'unità è costituita da piroclastiti rimaneggiate generalmente scure, a luoghi pedogenizzate, alternate a livelli più o meno frequenti di piroclastiti primarie (appartenenti all'unità di Grotte di Castro) e di depositi lacustri. La parte basale di è caratterizzata da sabbia e ghiaia con clasti di origine vulcanica (scorie, lapilli e pomici) e solo subordinatamente sedimentaria, a stratificazione incrociata. tale litofacies passa talora lateralmente e superiormente a fitte alternanze di peliti grigie e verdastre, almeno in parte cineritiche, e sabbie fittamente stratificate. L' unità sm è stata intercettata nei sondaggi 6B-SD11ter - 6b-SD8 - 6b-SD8 bis - 6b-SD7 bis - 6b-SD7 - 6b-SD5 bis - C-S8 6b - SD4 bis. L'ambiente di sedimentazione è continentale e subordinatamente lacustre/palustre.

Limi e sabbie rossastre talora con ghiaie e con materiale vulcanico– Pmb – Pleistocene superiore

Tali terreni corrispondono all'Unità CARG di Casale Palombini, e sono costituiti da limi e sabbie rossastre, talora con ghiaie minute e a luoghi grossolane. I clasti sono prevalentemente vulcanici, quarzosi e calcareo-marnosi, con elevato grado di evoluzione morfologica. Tali depositi si riferiscono a una successione continentale, colluviale e alluvionale, con flussi iperconcentrati, localmente con evidenti strutture di ambiente fluviale (barre, canali). L'unità affiora in lembi tra il Km 19+000 e il km 21+000 del tracciato di progetto, fino ad una quota di 50 m s.l.m. circa, con uno spessore massimo di 5 m circa. E' stata intercettata nei soli sondaggi 6a-SD33 – 6a-SD33 bis - 6a-SD32 bis.

Deposti alluvionali attuali e recenti – b - Olocene

Sono depositi alluvionali e di piana costiera costituiti da limi e argille, con livelli sabbiosi e ghiaiosi, prevalentemente nella parte basale del deposito. La composizione litologica dei depositi alluvionali è particolarmente eterogenea nelle valli riconducibili ai bacini idrografici più estesi (T. Arrone e F. Fiora). Nella valle del Fiora è stato individuato uno spessore massimo pari a circa 32 m (sondaggio 6b-SD10 bis), ma in letteratura si indicano potenze variabili fino a circa 50 m. Nei corsi d'acqua minori lo spessore delle alluvioni raggiunge potenze normalmente non superiori 10-15 m.

3.3 Inquadramento geomorfologico

3.3.1 Assetto geomorfologico generale

La successione degli eventi che hanno modellato il paesaggio della costa tirrenica laziale è il risultato degli episodi glacio-eustatici lungo la costa, e solo marginalmente dell'attività esplosiva dei vicini distretti vulcanici.

La rete idrografica è costituita da corsi d'acqua ad andamento pressoché parallelo, perpendicolarmente alla costa. Il fiume Fiora rappresenta il corso d'acqua principale, con andamento meandriforme poco evoluto, e una valle fluviale non molto ampia ma abbastanza incisa sul territorio circostante. Il torrente Arrone scorre in una valle fluviale di evoluzione recente, a tratti molto stretta, articolata, che si dispone parallelamente alla costa nei pressi dell'area di progetto. Ad essi si affiancano i corsi d'acqua minori (procedendo da Sud il fosso del Gesso, Due Ponti, Pian d'Arcione, Sanguinaro, Ponte Rotto, Tafone, Margherita, Marzola, Chiarone), con valli contenute e subparallele, talvolta canalizzati; in alcuni casi hanno diretto accesso al mare, poco distante.

Nel settore di studio si estende una successione di cinque ordini di terrazzi marini più o meno marcati, con la presenza di morfologie di superfici relitte pianeggianti a bassa pendenza verso il mare, e via via profondamente incise dal reticolo fluviale.

I tre ordini di terrazzi più bassi sono costituiti da lembi delle superfici superiori dei terrazzi marini, costituiti dai depositi delle unità costiere plio-pleistoceniche. La morfologia della superficie superiore dei due ordini più bassi in quota è ben conservata, ad esclusione di rimodellamenti minori subiti in ambiente subaereo e testimoniati dai depositi continentali dell'unità di Casale Palombini (Pmb). La morfologia della superficie superiore del terzo ordine di terrazzi è invece mal conservata.

Sulla base degli elementi stratigrafici, i tre terrazzi più bassi sono riferiti rispettivamente agli alti stazionamenti degli stati isotopici 5, 7 e 9 della curva glacioeustatica. I corpi sedimentari di questi terrazzi sono caratterizzati da depositi di facies costiera ricchi di sedimenti e prodotti di origine vulcanica e si sviluppano fino a quote di circa 60 m s.l.m. Seguono verso l'alto due ordini di terrazzi costieri privi di apporti vulcanici.

Le morfologie più alte in quota sono costituite da lembi di paleosuperfici a bassa energia di rilievo con estensioni progressivamente più frammentate.

Le unità relative al Pleistocene medio e superiore presentano, al contrario di quelle più antiche, una buona continuità lungo la costa.

3.3.2 Morfologia dell'area di studio

I processi che hanno determinato il modellamento e l'evoluzione del territorio sono stati classificati in base all'agente morfologico dominante. In alcuni casi si è dato risalto all'agente che è intervenuto nella genesi della forma, in altre situazioni si è preferito dare maggiore enfasi all'agente che attualmente ne sta determinando l'evoluzione.

Nella zona studiata sono state riconosciute:

- a) forme e depositi legate a processi fluvio-denudazionali;
- b) forme e depositi legate a processi legati alla gravità;
- c) forme antropiche.

3.3.3 Processi fluvio-denudazionali

Tali processi sono riconducibili principalmente all'evoluzione morfologica delle valli fluviali. Sono state distinte, tra le forme erosive, le vallecicole con fondo a conca, i tratti d'alveo in approfondimento, e gli alvei con sponda in erosione (v. Fiume Fiora e Torrente Arrone).

Quali forme di accumulo sono numerose le aree caratterizzate da coperture colluviali, con spessore metrico.

In corrispondenza del Torrente Arrone (dal km 16+750 al km 18+500 circa), sul versante a ridosso della carreggiata nord, è presente un'estesa area interessata da dilavamento diffuso e concentrato, solchi di ruscellamento ed alvei in approfondimento; ciò ha contribuito all'accumulo di un'ampia zona di colluviale, ai piedi del versante e a ridosso del tracciato.

3.3.4 Forme e depositi lacustri

In corrispondenza del Fiume Fiora dal km 11+200 a 11+600 circa, il tracciato attraversa una zona acquitrinosa; è da segnalare che in quest'area il livello piezometrico risultante dalla strumentazione installata mostra una tendenza all'emersione a piano campagna.

3.3.5 Superfici di spianamento

Il territorio interessato dal progetto si sviluppa su una morfologia subpianeggiante, tagliata dai corsi d'acqua, con quote comprese tra i 20 e 40 m. Sulle parti più elevate del territorio si osservano delle morfologie relitte di spianamento, localmente ben conservate (v. km 3+750 in località della Strada della

Vaccareccia, tra il km 8+000 e il km 9+400 in corrispondenza di Sant'Agostino Nuovo e al km 11+000 nei pressi del fiume Fiora).

3.3.6 Processi antropici

Le forme derivanti dalle trasformazioni del paesaggio naturale a seguito dell'attività umana, storica e recente appaiono numerose, in particolare si fa riferimento ai seguenti elementi:

Cave

Una cava, legata all'estrazione dell'arenaria della Pietraforte (Pf), è ubicata nei pressi del Monte Cimbalò. Sono delimitate da scarpate di cava sub-verticali alte 20 m circa.

Cavità artificiali

Tali cavità si rinvennero a ridosso del tracciato in corrispondenza del km 12+900 circa e risultano scavate nella successione piroclastica dell'Sm. Si tratta di cavità con sviluppo perpendicolare all'opera in progetto e lunghezza pari a circa 20 metri.

3.4 Inquadramento idrogeologico

3.4.1 Inquadramento generale

La circolazione idrica sotterranea nella regione di studio è strettamente connessa ai rapporti stratigrafici tra le unità superficiali appartenenti ai terrazzi marini pleistocenici e alla geometria del tetto del substrato, generalmente a bassa permeabilità.

Il tetto del substrato impermeabile presenta un progressivo abbassamento da sud verso nord e dall'entroterra verso il mare. La geometria della superficie considerata sembra dovuta principalmente all'azione erosiva dei corsi d'acqua.

Nei settori più interni della fascia laziale tirrenica le incisioni fluviali scorrono principalmente attraverso sedimenti fini, affioranti in fondovalle, ciò produce un ostacolo e una limitazione alla circolazione idrica sotterranea all'interno delle stesse unità acquifere terrazzate.

L'impatto sulla circolazione idrica sotterranea delle serie argillose mio-pliocenica nonché di quella argillitica di età cretacea, è notevole, legata alla bassissima permeabilità d'insieme delle formazioni. Bisogna però segnalare la presenza, all'interno delle stesse formazioni, di strati e lenti di materiale più permeabile (primaria e secondaria) legati alla presenza di elementi litoidi calcarei e arenacei. Tali intervalli permeabili non rivestono grande importanza nell'assetto idrogeologico dell'area, in quanto risultano tra loro idraulicamente separati, ma possono essere sede di sacche di acqua in pressione

anche con elevata energia potenziale. Inoltre, gli scambi ionici tra le acque fossili e la roccia incassante, specialmente nel caso delle argille gessifere messiniane, possono generare delle matrici liquide caratterizzate da elevati valori di salinità.

Nel complesso, nella zona di studio, sono quindi distinguibili degli acquiferi planimetricamente contigui che, pur se costituiti sempre dai medesimi complessi litostratigrafici, hanno tra loro scarse possibilità di comunicazione idraulica. Le falde di maggiore interesse sono ospitate dalle unità costituenti i terrazzi marini pleistocenici. Le falde che saturano i complessi idrogeologici di questo sistema, a seguito dell'assetto stratigrafico che caratterizza la serie trasgressiva, sono di tipo sia libero che semiconfinato. Le direttrici di flusso sono rivolte verso mare, per cui il contributo che le acque sotterranee forniscono al flusso di base dei principali corsi d'acqua risulta essere molto modesto.

La presenza di estesi affioramenti del substrato a bassa permeabilità lungo la fascia orientale dell'area di interesse preclude la possibilità di scambio con le idrostrutture dell'entroterra, e fa sì che la ricarica sia costituita esclusivamente dagli apporti meteorici.

La geometria della falda freatica è quindi caratterizzata da un andamento delle isopiezometriche genericamente regolare e parallelo alla costa, con una variazione del gradiente idraulico condizionata dalla pendenza del substrato impermeabile. Rispetto al regolare andamento della superficie freatica descritta si individua la complicazione connessa alla presenza del paleoalveo del Fiume Fiora e l'acquifero dei terrazzi marini pleistocenici.

3.4.2 Acquifero alluvionale del paleoalveo del Fiume Fiora

Il paleoalveo del F. Fiora si estende tra l'attuale corso d'acqua e il Torrente Arrone.

L'acquifero è costituito prevalentemente dalle litologie appartenenti alla serie dei terrazzi marini pleistocenici, dalle alluvioni, dai depositi di duna e dalla colata tefritica di Castellaccio di Vulci. I limiti di questa idrostruttura sono marcati quasi ovunque dalle argille azzurre che rappresentano il substrato a bassa permeabilità.

Esso può essere diviso in quattro zone distinte.

- Nella prima (Tenuta Giovanna-Fontanile del Ferro) è presente un'unica falda, molto superficiale, legata esclusivamente ai livelli più permeabili delle coperture limoso-argillose, e presenta gradienti piuttosto alti e direzioni di drenaggio radiali rispetto alla zona topograficamente più elevata.
- Nella seconda zona (Montalto di Castro - Uliveto del Casalino) la situazione è simile alla prima, con direzioni di drenaggio disposte radialmente. Nella terza zona è presente una falda con livello piezometrico di poco superiore al livello del mare (max 10-15 m), con gradienti molto bassi e

direzioni di drenaggio circa N-S; questa falda presenta caratteristiche di elevata potenzialità idrica, ed è ospitata in terreni ad alta permeabilità.

- Nella quarta zona (fascia costiera) c'è una situazione idrogeologica molto complessa, a causa delle numerose interdigitazioni e/o alternanze di livelli a diversa permeabilità. La situazione viene complicata dalla probabile presenza di falde in pressione. Dall'analisi dei dati, emerge con chiarezza che nella zona, l'andamento delle isofreatiche risulta decisamente anomalo rispetto alla fascia costiera. Questa anomalia è stata interpretata come il drenaggio della falda lungo una direzione preferenziale direttamente connessa alla presenza del paleoalveo del Fiora. Tale zona presenta caratteristiche idrogeologiche nettamente diverse dalle altre: basso gradiente, modeste fluttuazioni stagionali e dinamiche lungo gli emungimenti.

L'acquifero risulta ad elevata potenzialità; i sedimenti che colmano la paleovalle sono costituiti da sabbie e ghiaie di ambiente fluviale a matrice relativamente grossolana.

3.4.3 Acquifero dei terrazzi marini Pleistocenici

Questa idrostruttura è limitata quasi ovunque dal substrato pre-quadernario. Si tratta quindi di una piccola unità idrogeologica a sé stante, nella quale non si riscontrano emergenze localizzate. Lo spessore medio delle formazioni acquifere si attesta sui 20 m, con valori massimi di circa 30 m nella fascia più interna e minimi di circa 10 m lungo la fascia più strettamente costiera.

La superficie descritta dalle isofreatiche è molto regolare; le curve appaiono sub parallele fino alla costa, con un gradiente costante che aumenta leggermente verso mare e in prossimità T. Arrone. La ricarica avviene per infiltrazione delle acque meteoriche senza apporti provenienti da altri acquiferi. La deposizione delle unità costituenti l'acquifero è avvenuta in molteplici cicli sedimentari con una forte presenza di facies continentali vulcaniche e fluvio-deltizie. Questo determina una struttura a orizzonti e lenti diversi dal punto di vista litologico, con frequente variabilità laterale e verticale e quindi con mutazioni repentine dei parametri idrogeologici.

Tutto il tratto in studio si presenta quindi particolarmente scarso di risorse, essendo esiguo lo spessore dei sedimenti permeabili che poggiano sul substrato a bassa permeabilità.

3.4.4 Idrogeologia dell'area di studio

La carta idrogeologica di progetto è stata realizzata accorpando le formazioni geologiche in complessi idrogeologici contraddistinti da caratteristiche omogenee dal punto di vista delle proprietà idrauliche dei

terreni (entità e tipologia della permeabilità), le caratteristiche dei vari complessi sono state descritte nell'ambito dei paragrafi seguenti.

Complesso dei depositi alluvionale – C1

E' costituito da depositi alluvionali antichi e recenti, di spessore indicativo variabile fino ad alcune decine di metri, si tratta delle alluvioni del fiume Fiora e del Torrente Arrone. I depositi alluvionali di natura sabbiosa e ghiaiosa hanno una permeabilità primaria medio-alta in funzione del tipo di matrice. Sono presenti falde multistrato a vario potenziale, generalmente ben alimentate e quindi molto produttive. La permeabilità primaria è variabile da 10^{-3} a 10^{-6} m/s.

Al contrario, la porzione fine (limi ed argille) delle alluvioni ha una permeabilità molto bassa con una conseguente circolazione idrica assente. La permeabilità primaria è variabile da 10^{-6} a 10^{-9} m/s.

Complesso dei depositi sabbioso-ghiaiosi – C2

E' costituito da depositi terrigeni prevalentemente sabbiosi e localmente ghiaiosi (Pmb, Sm, Qt e Qm spiccatamente sabbioso), di spessore variabile tra 10 e 25 metri (Pleistocene medio superiore).

Il complesso è caratterizzato da valori di permeabilità primaria medio-alta a secondo del tipo di matrice. Può contenere falde più o meno produttive in funzione dello spessore del deposito. La permeabilità primaria è variabile da 10^{-5} a 10^{-7} m/s.

Complesso delle argille marine – C3

E' costituito da depositi marini prevalentemente argillosi con spessore anche notevole (Pliocene inferiore).

Il complesso è caratterizzato da valori di permeabilità primaria estremamente bassi ed una circolazione pressoché assente o comunque limitatissima, permangono comunque le falde contenute nei depositi alluvionali (C1) e in quelli clastici (C2). La permeabilità primaria è variabile da 10^{-7} a 10^{-9} m/s.

Complesso dei depositi prevalentemente argillitici e termini evaporitici – C4

E' costituito dalle successione Pietraforte / Argilliti varicolori, con irregolari intercalazioni di orizzonti litoidi calcareo marnosi, in serie regolare e a luoghi in contatto tettonico, e le alternanze di strati di argille con strati di gesso anche di spessore notevole. La potenza di tale complesso è variabile da 10 a 30 m e comunque non è mai stato definito, nei sondaggi, il limite inferiore del complesso (Cretacico - Miocene).

La marcata eterogeneità litologica di questo complesso determina una permeabilità variabilissima. I termini litoidi fessurati possono contenere falde discontinue e in genere di limitata estensione; nei

termini terrigeni è assente una significativa circolazione. Globalmente sono caratterizzati da limitata produttività. La permeabilità è variabile da 10^{-7} a 10^{-9} m/s.

3.5 Sismicità

L'area in studio è stata oggetto, in tempi storici, di pochi sismi, di intensità generalmente modesta. Fra gli eventi storici di maggior intensità vengono annoverati quello di Tarquinia del 1819, dei Monti della Tolfa del 1969 e quello di Tuscania del 1971. Con riferimento a possibili interpretazioni sismogenetiche dei dati spaziali di sismica storica è stata osservata una correlazione fra la distribuzione spaziale degli epicentri e la posizione degli alti strutturali, individuati sia sulla base delle evidenze geologico-strutturali di superficie che dei dati gravimetrici (anomalie positive di gravità individuate nella Carta delle isoanomalie di Bouguer). Fra queste strutture vengono annoverati l'alto di Civitavecchia, quello di Monte Romano e quello posto a nordovest di Tarquinia: si nota che gli epicentri degli eventi sismici registrati in epoca storica si localizzano, di preferenza, ai margini di queste strutture tettoniche. Dall'analisi dei dati di sismica storica deriva, pertanto, che la massima magnitudo registrata per eventi con epicentro prossimo all'area è di 5.0 (intensità epicentrale VII MCS); il valore relativamente elevato del rapporto intensità/magnitudo è spiegabile con la bassa profondità ipocentrale, che determina la limitata estensione dell'area interessata dagli effetti macrosismici.

Negli ultimi anni si sono succeduti provvedimenti normativi ed amministrativi per la definizione delle caratteristiche di pericolosità sismica locale.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto (accelerazione del moto del suolo, intensità al sito, spettro di sito) viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 dell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

L'approccio "sito dipendente" della nuova normativa permette di riferirsi, per ogni costruzione, ad un'accelerazione di riferimento propria, in relazione sia alle coordinate geografiche dell'area di progetto, sia alla vita nominale dell'opera stessa. In quest'ottica, la classificazione sismica del territorio rimane utile, dal punto amministrativo, per la gestione di pianificazione e di controllo dello stesso.

In virtù dell'evoluzione del quadro normativo la Regione Lazio, tramite l'Area di Difesa del Suolo, ha avviato nel 2007 una convenzione con l'ENEA per l'elaborazione della Pericolosità Sismica regionale di base, al fine di aggiornare la classificazione sismica del territorio alla luce di quanto predisposto dall'OPMC 3519/06.

La combinazione ponderata tra l'elaborato INGV-OPMC 3519/06 e la Convenzione ENEA ha portato ad una nuova riclassificazione del territorio laziale (Delibera n. 387 della Giunta Regionale del Lazio del 22 maggio 2009), che ha recepito anche quanto stabilito dal D.M. 14 gennaio 2008.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

La nuova riclassificazione del territorio laziale si basa soltanto su 3 Zone Sismiche, a differenza delle quattro della precedente classificazione del 2003, con la scomparsa della zona sismica 4.

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITA' DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (ag)
1	39.0	0.25 ≤ ag < 0,278g (val. Max per il Lazio)
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

Figura 3.5. Suddivisione delle sottozone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido utilizzate per lo scenario di riclassificazione sismica della Regione Lazio.

Gran parte dei Comuni del Lazio presentano valori di ag che ricadono interamente in una determinata zona o sottozona sismica, per cui ad essi è stato assegnato direttamente il valore della zona/sottozona corrispondente (Comune a zona fissa). Il problema si è posto per quei Comuni i cui valori di accelerazione di picco variavano fra due zone o sottozone diverse. Per cercare di risolvere questo aspetto si è operato in prima istanza con il metodo della superficie impegnata, assegnando al Comune il valore della zona/sottozona sismica che incidesse sul proprio territorio con una estensione maggiore dell'80%, sempre che in quest'area fossero i centri abitati maggiori.

Per il comune di Tarquinia e il comune di Montalto di Castro il valore della sottozona corrispondente è indicato dalla tabella successiva.

CODICE ISTAT	COMUNE	Nuova Zona sismica	Sottozona sismica	Zona sismica ai sensi della precedente DGR 766/03	Variazione di zona sismica
12056050	Tarquinia	3	B	3	0
12056036	Montalto di Castro	3	B	4	+1

3.6 Profilo geologico – geomorfologico – idrogeologico in asse al tracciato

Il tracciato, nella sua parte iniziale si sviluppa nell'unità Qt, dapprima in facies Qt₍₁₎ (10 m di depositi fini alternati a sabbie marroni verdastre, a tratti fossilifere - lacustri), passante inferiormente alla facies Qt₍₂₎ (5-10 m di sabbie e ghiaie costiere).

A partire dalla progr. km 1+200 il tetto del substrato si immerge oltre la profondità di terreno investigato. Sotto i depositi pleistocenici superficiali Qt₍₁₎ e Qt₍₂₎ si osservano depositi prevalentemente argillosi e limosi, nocciola ocrei, normalmente consistenti, privi di macrofossili, con saltuaria presenza accessoria di resti vegetali. Nel solo breve tratto compreso tra le progressive di progetto km 2+650 e il

km 3+300 si individua in profondità il substrato riconducibile alle argille grigio azzurre plioceniche, marine, dure.

Al km 7+000 circa, sotto le coltri continentali - litorali Qt₍₁₎ e Qt₍₂₎ si interpreta un passaggio eteropico tra i depositi appartenenti al Qt₍₃₎ e depositi riconducibili alla formazione Qm di età pleistocenica media media-inferiore, di ambiente prevalentemente costiero e lagunare. Nella parte basale il Qm è transizionale verso le sottostanti argille plioceniche (FAA).

Dal punto di vista morfologico, il territorio fin qui attraversato dall'infrastruttura di progetto è rappresentato da aree rialzate, lievemente ondulate, separate da salti morfologici contenuti entro 10 - 15 m di altezza, attribuibili alle valli fluviali dei corsi d'acqua minori. I bacini alluvionali, piuttosto contenuti in ampiezza, sono ricoperti da sedimenti fini compressibili per circa 5-10 m di spessore.

La falda è normalmente depressa nelle zone di alto morfologico, tra -10 e -20 m circa da p.c.. E' molto superficiale, quasi affiorante, a ridosso dei corsi d'acqua.

Dal km 10+600 di progetto i depositi terrazzati degradano verso la valle del Fiora, portando in affioramento le unità sovrapposte riconducibili a Qt₍₁₎ e Qt₍₂₎.

Il tracciato interferisce con la valle alluvionale tra il km 11+100 e 11+950 circa; i sedimenti olocenici hanno uno spessore variabile fino ad almeno 25 m da p.c. Si sottolinea che, seppure non confermato dai dati geognostici di progetto, in letteratura è documentata una potenza di dette alluvioni, nella zona di Montalto, pari ad almeno 40-50 m da p.c..

La falda freatica, monitorata in periodi stagionali ad elevata piovosità (febbraio - giugno 2010), è risultata molto superficiale, affiorante nel tratto compreso tra il km 11+200 e 11+600, dove è presente un vasta area acquitrinosa. Il Fiora esercita prevalentemente un'azione di drenaggio dell'acquifero freatico.

Oltrepassata la valle del Fiora con un rapido salto morfologico, si attraversa una zona morfologicamente piuttosto piatta, estesa fino al km 16+700, caratterizzata da quote prossime a 30-35 m da p.c.. In essa affiorano principalmente i depositi piroclastici Sm, in parte risedimentati, che ricoprono i terreni ascrivibili a Qt₍₁₎ e Qt₍₂₎, questi ultimi sono costituiti prevalentemente da sabbie giallastre, addensate, con potenza variabile fino a circa 20 m.

La falda è molto depressa, a circa 20-30 m da p.c. (-10 m da p.c. in corrispondenza del fosso del Sanguinaro).

Tra il km 16+500 e il km 18+700 orli di terrazzi fluviali abbastanza incisi delimitano la valle fluviale dell'Arrone, il cui margine orientale interferisce con il tracciato in progetto per un ampio tratto (km 17+500 - 18+500). A margine della carreggiata Nord sono cartografate diffuse forme di erosione e accumulo fluvio-denudazionale (erosione concentrata, dilavamento diffuso e coltri colluviali). Lungo la carreggiata opposta si intercettano le alluvioni attuali dell'Arrone, costituite da sedimenti variabili da

granulari a fini, con spessori tutto sommato modesti: da 7 a 15 m circa, con potenze maggiori in corrispondenza dei corsi attuali dell'Arrone e del tributario fosso D'arcione.

Dal km 18+700, fino a fine lotto, si ripete la situazione morfologica descritta precedentemente, caratterizzata da una morfologia poco ondulata, interrotta trasversalmente all'asse autostradale dai piccoli bacini alluvionali riconducibili ai corsi d'acqua minori, in cui lo spessore delle alluvioni superficiali è normalmente molto ridotto (1-2 m).

Le coperture superficiali prevalenti lungo tutto il tratto terminale sono costituite dai depositi pleistocenici di Casale Palombini (limi e sabbie rossastre associate a materiale vulcanico) e dai depositi ascrivibili al $Qt_{(1)}$ e $Qt_{(2)}$ (limoso sabbioso il primo, con abbondanza di materiale vulcanico, sabbioso quarzoso ocraceo il secondo).

Le argilliti sono molto superficiali, sub-affioranti all'altezza del km 23+250, in un tratto, inciso dal fosso del Gesso, poco distante dall'asse di progetto.

A fine lotto si evidenziano dei contatti tettonici tra le suddette argilliti e le sovrastanti arenarie della Pietraforte (Pf), affiorante al km 25 circa, e oggetto di estrazione da cava.

Per quanto riguarda la profondità della falda freatica, in tutto il tratto considerato a partire dalla valle dell'Arrone, essa risulta piuttosto superficiale. L'Arrone drena la falda freatica nel proprio bacino alluvionale, nonché le acque sotterranee dai terrazzi posti poco più a sud.

Dal km 19 circa in poi il livello freatico è posto pochi metri sotto il piano campagna, quasi affiorante in corrispondenza di corsi d'acqua minori intercettati lungo il profilo in asse.

3.7 Interazioni Opera-Ambiente

Per quel che riguarda i condizionamenti della situazione idrogeologica sulla realizzabilità delle opere, si tratta essenzialmente di stabilire la profondità della falda, che condiziona la stabilità dei rilevati e degli scavi e il dimensionamento delle fondazioni delle opere d'arte. Per quanto riguarda i riflessi della realizzazione delle opere sull'ambiente idrogeologico, la costruzione dei rilevati non porterà ovviamente alcuna turbativa, fatti salvi gli aspetti riguardanti lo smaltimento delle acque di piattaforma in aree ad elevata vulnerabilità idrogeologica. Le fondazioni delle opere d'arte, qui ovunque previste su pali, modificheranno lo stato dei luoghi solo in maniera puntuale, e quindi con turbative del tutto irrilevanti per acquiferi di forma tabulare come quelli in esame. Gli scavi interesseranno esclusivamente i terreni terrazzati, e probabilmente si svilupperanno interamente sopra falda.

In forma sintetica nelle aree di pianura possono quindi essere riscontrati i seguenti fattori di impatto:

- Sbarramenti flussi idrici

- Probabile interferenza deflusso falda
- Probabile interferenza qualità falda
- Instabilità dello scavo trincee
- Cedimenti

Cedimenti della sede stradale e conseguenti variazioni della direzione di deflusso acque piattaforma.

La subsidenza naturale giustifica i notevoli spessori che presentano in queste zone i sedimenti pliocenici e quaternari, ed è influenzata dalle condizioni del substrato; nelle zone di pianura è classificata come particolarmente critica 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. Per altri punti di vista soprattutto per quelli riconducibili al comportamento in funzione dei processi morfodinamici ed idrogeologici, particolarmente importanti sono le unità detritiche, poste alla base dei pendii, che in relazione alla granulometria ed all'assetto possono essere soggette ad erosione ed infiltrazione di acque di ricarica.

Medesimo comportamento è proprio dei depositi sabbiosi con caratteristiche geotecniche variabili in funzione del grado di addensamento e della presenza di falda (sede della falda freatica litoranea).

Possibile inquinamento del suolo nelle fasce a ridosso del tracciato

Le lavorazioni ed il transito dei mezzi di cantiere possono determinare l'inquinamento di una fascia situata a ridosso delle piste di cantiere e dell'infrastruttura in fase di realizzazione, solitamente a causa della diffusione e ricaduta di metalli pesanti sul suolo.

Possibili interferenze di deflusso sotterraneo

La realizzazione di opere che creino un effetto di sbarramento nei confronti del naturale deflusso sotterraneo delle acque di falda, può determinare squilibri sull'assetto idrogeologico locale nell'intorno dell'infrastruttura.

Possibile inquinamento della falda sotterranea

La possibilità d'interferenza delle lavorazioni con falde rappresenta un aspetto idrogeologico delicato, in fase di realizzazione dell'opera, in quanto sono possibili locali infiltrazioni di inquinanti nella falda stessa.

4 VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA

Si intendono elementi componenti della vegetazione e della flora (vegetazione = popolamento di più specie; flora = specie considerate singolarmente), le specie in grado di automantenersi sul territorio (sono quindi inclusi i taxa esotici spontaneizzati). Le varietà domestiche, dipendenti da specifici sistemi di coltura (agro ecosistemi), sono trattate separatamente all'interno della componente ecosistemi.

Analogamente vengono intesi, quali elementi componenti la fauna, le specie selvatiche ed i taxa in grado di automantenersi sul territorio in esame, e pertanto le varietà domestiche non vengono incluse.

L'analisi faunistica viene effettuata sulle Classi dei Vertebrati terrestri.

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

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

4.1 Fitoclima

L'area è inclusa nella parte meridionale della Regione climatica tirrenica. Sulla base dei dati climatici raccolti dalle stazioni regionali (n° 111) nel periodo 1955 - 1985, il fitoclima del corridoio in esame si rileva particolarmente diversificato, presentando diverse categorie inquadrabili nella Regione Mediterranea.

La classificazione sulla base dei valori di temperatura (termotipi) e delle precipitazioni annuali (ombrotipi) differenzia il territorio comunale in cinque diverse sottozone fitoclimatiche (fonte: Blasi 1994, "Fitoclima del Lazio", Regione Lazio – Università La Sapienza). I tipi fitoclimatici interessati direttamente dal tracciato sono riferibili alla Regione Mediterranea.

In particolare il corridoio territoriale interessato dal progetto rientra nell'area fitoclimatica del "Litorale e colline retrostanti della Provincia di Viterbo e litorale della Provincia di Roma": pianure litoranee (argille plioceniche; depositi fluvio-lacustri; sabbie); termotipo mesomediterraneo inferiore, con ombrotipo secco

superiore/subumido inferiore: *regione xeroterica (sottoregione termo mediterranea / mesomediterranea)*;

Sulla base delle caratteristiche di precipitazioni e temperature le aree in esame rientrano nella Regione Xeroterica appartenente alla Regione Mediterranea.

Le pianure e la costa tirrenica sono caratterizzate da precipitazioni poco elevate e da una aridità estiva relativamente forte e prolungata, che causa intensi fenomeni da stress idrico alla vegetazione.

Applicando la classificazione in zone climatico - forestali descritta da Pavari (1916), si osserva che gran parte del corridoio in esame è compreso nel *Lauretum* (sottozona media - calda).

L'area in esame è posta nella *Regione Mediterranea - xeroterica* (con *Termotipo Mesomediterraneo inferiore* e *Ombrotipo Secco superiore/Subumido inferiore*) (Blasi 1994), con un fitoclima caratterizzato da una piovosità media annua relativamente scarsa (593 - 811 mm annui) e da una piovosità estiva scarsa (56 - 71 mm). Le temperature medie annue sono comprese tra 15,0 e 16,4°C; la media delle temperature minime del mese più freddo è compresa tra 3,7 e 6,8°C; la media delle temperature minime mensili è inferiore 10 °C per 2-3 mesi l'anno. Aridità presente in maggio, giugno, luglio e agosto; stress da freddo prolungato ma non intenso da novembre e aprile.

4.2 Vegetazione potenziale

La vegetazione potenziale dell'unità fitoclimatica interessata direttamente dal progetto viene illustrata nelle sue principali serie di vegetazione. Si rileva tra le zone una certa omogeneità vegetazionale, derivante da un assetto fitoclimatico non particolarmente differenziato.

Litorale della Provincia di Viterbo

Prima delle trasformazioni antropiche, il territorio era caratterizzato dalle cerrete (con vegetazione della serie del Cerro: *Teucrio siculi - Quercion cerris*); dai querceti misti di roverella e cerro (*Ostrya - Carpinion orientalis*; *Lonicero - Quercino pubescentis*); dai boschi di sughera e di leccio (*Quercion ilicis fragm.*); la macchia mediterranea (*Oleo-Ceratonion fragm.*); dai boschi mesoigrofilici ricchi di frassino delle aree più umide e con falda freatica prossima alla superficie (*Alno-Ulmion*) ed infine dai boschi igrofilici con ontano nero e salice bianco, delle aree prossime ai corsi d'acqua o inondabili (*Alno - Ulmion*; *Salicion albae*).

4.3 Vegetazione attuale

4.3.1 Fisionomia della vegetazione

Le formazioni vegetali di seguito descritte sono state rappresentate nella carta “uso del suolo e fisionomia della vegetazione” – scala 1:10.000

Superfici artificiali

Aree residenziali

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 o 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 e ferroviarie e spazi accessori.
- Autostrade, ferrovie, strade principali e le reti ferroviarie. E' esclusa la viabilità locale.
- Aree estrattive, discariche e movimenti terra, con 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.

Principali specie guida dei soprassuoli arborei ed arbustivi autoctoni per l'area fitoclimatica in esame (Blasi, 1994)	
Cerro	<i>Quercus cerris</i>
Sughera	<i>Quercus suber</i>
Leccio	<i>Quercus ilex</i>
Rovere	<i>Quercus robur</i>
Roverella	<i>Quercus pubescens</i>
Acero campestre	<i>Acer campestre</i>
Acero minore	<i>Acer monspessolanum</i>
Frassino	<i>Fraxinus ornus</i>
Frassino minore	<i>Fraxinus oxycarpa</i>
Olmo minor	<i>Ulmus minor</i>
Ginestra odorosa	<i>Spartium junceum</i>
Fillirea	<i>Phillyrea latifolia</i>
Lentisco	<i>Pistacea lentiscus</i>
Caprifoglio etrusco	<i>Lonicera etrusca</i>
Pruno selvatico	<i>Prunus spinosus</i>
Cisto rosso	<i>Cistus incanus</i>
Marruca	<i>Paliurus spina -christi</i>
Ginestrella comune	<i>Osyris alba</i>
Alaterno	<i>Rhamnus alaternus</i>
Agnocasto	<i>Vitex agnus-castus</i>

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

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

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.

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 nuclei artificiali di pino

Impianti artificiali di pino derivati da piantagione. Costituiti prevalentemente da pino domestico (Pinus pinea).

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.).

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.

4.3.2 Vegetazione attuale

La vegetazione attuale si presenta profondamente trasformata rispetto ai tipi vegetazionali originari e potenziali. La bonifica, il dissodamento e la messa a coltura sono stati accompagnati dalla costruzione di infrastrutture e aree edificate.

Le superfici del sito di progetto sono prevalentemente occupate dall'attuale tracciato dell'Aurelia, dalla viabilità connessa, da fasce di margine interessate da vegetazione erbacea ruderale e nitrofila. Nelle aree immediatamente adiacenti sono prevalentemente localizzate superfici agricole od edificate.

Nel sito di progetto e nelle adiacenze immediate non sono presenti importanti ambiti forestali originari. Alcune formazioni autoctone, fortemente trasformate nella struttura e nella composizione sono osservabili a livello di corridoio di progetto. Non si localizzano invece ambiti critici per la presenza di soprassuoli forestali autoctoni in condizioni di integrità posti a ridosso dell'opera in esame e quindi direttamente influenzabili dalle opere in esame.

Nell'area si rileva un sistema di corsi d'acqua naturali, con tracciato e sponde talvolta artificializzate, che ospitano una vegetazione igrofila tipica di ambienti tendenzialmente eutrofici. Nell'area in esame, lo sviluppo di alberature igrofile di Salici e Pioppi lungo le sponde è comunque ridotto, presentandosi ampi tratti spondali privati di copertura arboreo-arbustiva in ragione di una competizione dello spazio tra vegetazione naturale e superfici coltivate.

Nell'area sono presenti formazioni arboree a prevalenza di Pino domestico – Pino da pinoli (*Pinus pinea*), cipresso nostrano (*Cupressus sempervirens*) ed eucalipto (*Eucalyptus* sp.) di impianto artificiale.

L'utilizzo del Pino da pinoli originario del Portogallo fu introdotto in epoca romana, l'impianto di questa specie domestica ha determinato talvolta una banalizzazione dei consorzi preesistenti determinando un impoverimento dello strato arbustivo ed erbaceo; tali formazioni sono tuttavia diventate un elemento importante del paesaggio, una pianta simbolo del comprensorio maremmano laziale.

L'*Eucalyptus* è invece una specie di origine australiana, particolarmente utilizzata negli impianti lineari di bordo campo di tutti i comprensori di bonifica della fascia costiera del Lazio. Il ruolo dell'*Eucalyptus* nella

banalizzazione e nell'impoverimento della biodiversità dei comprensori costieri è stato rilevante: una parte dei già scarsi ambiti di margine lasciati dall'agricoltura meccanizzata sono stati occupati con impianti artificiali di questa specie, impedendo la formazione di piccole formazioni autoctone, oggi largamente estinte su vaste superfici dei comprensori di bonifica laziali.

Corsi d'acqua

Nei settori bonificati sono ancora riconoscibili elementi di vegetazione naturale nelle acque dei canali di bonifica, sugli argini degli stessi, ove sussiste una scarsa presenza di salice bianco (*Salix alba*) e formazioni lineari di cannuccia di palude (*Phragmites australis*), e nei sistemi agricoli arativi ove sono riscontrabili associazioni sinantropiche spontanee di piante infestanti, che rappresentano il tipo vegetazionale più diffuso nell'area. Altri tipi di vegetazione a carattere sinantropico sono individuabili nelle formazioni a canna domestica (*Arundo donax*).

Il popolamento presente lungo le sponde dei canali appare talvolta fortemente condizionato dalle periodiche puliture, e risulta composto da elementi del Phragmitetalia (complesso di tipi fitosociologici dominati da Graminacee e Ciperacee, tipiche di laghi, stagni o corsi d'acqua lenti, con terreno di sponda umido e fertile), frammisti a salice bianco e canna domestica.

Vegetazione boschiva a carattere residuale

Nonostante le profonde trasformazioni antropiche si mantengono ancora ambiti forestali riferibili ai tipi originari dei comprensori in esame. La vegetazione boschiva a presenza residuale risulta localizzata in fasce ai margini degli appezzamenti agricoli (strutture ad andamento lineare), oppure a nuclei areali di dimensioni più o meno piccole. Sono inoltre presenti elementi arborei singoli sparsi nella matrice agricola, già destinati ad una progressiva scomparsa, a causa dell'assenza o eccessiva scarsità del rinnovamento spontaneo.

Si riporta di seguito una tabella delle principali specie arboree ed arbustive che compongono le formazioni originarie ancora presenti.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Selezione di elementi arborei ed arbustivi autoctoni presenti nell'area	
Sughera	<i>Quercus suber</i>
Leccio	<i>Quercus ilex</i>
Roverella	<i>Quercus pubescens</i>
Acer campestre	<i>Acer campestre</i>
Acer minore	<i>Acer monspessolanum</i>
Frassino	<i>Fraxinus ornus</i>
Frassino minore	<i>Fraxinus oxycarpa</i>
Olmo minor	<i>Ulmus minor</i>
Ginestra odorosa	<i>Spartium junceum</i>
Fillirea	<i>Phillyrea latifolia</i>
Lentisco	<i>Pistacea lentiscus</i>
Caprifoglio etrusco	<i>Lonicera etrusca</i>
Pruno selvatico	<i>Prunus spinosus</i>
Cisto rosso	<i>Cistus incanus</i>
Marruca	<i>Paliurus spina –christi</i>
Ginestrella comune	<i>Osyris alba</i>
Alaterno	<i>Rhamnus alaternus</i>

Vegetazione sinantropica dei coltivi

Le piante infestanti dei campi coltivati a graminacee rientrano nella Classe fitosociologica *Secalietea*, caratterizzata da piante a semina primaverile. Le caratteristiche fondamentali che rendono le specie selvatiche adatte ad infestare i campi coltivati sono la loro rapidità di diffusione; pertanto requisiti di successo adattativo sono la produzione di numerosi semi o altri propaguli, efficace dispersione, rapidità di colonizzazione e crescita rapida e vigorosa. Il rapido passaggio dalla fase vegetativa a quella riproduttiva permette a molte specie di malerbe di riprodursi prima della specie oggetto di coltura, talvolta riuscendo a realizzare più di una generazione per anno.

Gli agenti chimici utilizzati per il diserbo provocano generalmente una accentuata selezione nelle specie presenti; ad esempio nelle monoculture di mais, l'utilizzo di erbicidi fenossiderivati porta all'affermazione delle graminacee ed in particolare dell'avena selvatica (*Avena spp.*) e dell'erba codina (*Alopecurus myosuroides*); mentre nei campi di cereali l'utilizzo degli erbicidi triazinici selezionano un popolamento con farinello comune (*Chenopodium album*) e calderina (*Senecio vulgaris*).

SELEZIONE DI TIPOLOGIE VEGETAZIONALI RILEVABILI NEI COMPENSORI ATTRAVERSATI		
Raggruppamento fisionomiche	Unità fitosociologiche (elencate ad un diverso livello tassonomico)	Specie guida
vegetazione naturale nei corsi d'acqua / corpi d'acqua	<i>Phragmitetalia</i> (canneti disposti a fascia lungo le sponde dei canali)	cannuccia di palude (<i>Phragmites australis</i>), salcerella o salicaria comune (<i>Lithrum salicaria</i>), coltellaccio (<i>Sparganium erectum</i>).
	<i>Salicetum albae</i> (associazione igrofila arbustiva a salice bianco)	salice bianco (<i>Salix albae</i>).
	<i>Potametea</i> (associazioni di piante, sommerse o galleggianti, tipiche delle acque stagnanti o lento corso)	lingua d'acqua (<i>Potamogeton crispus</i>), millefoglie d'acqua (<i>Myriophyllum spicatum</i>).
vegetazione naturale boschiva a carattere residuale	Ambiti forestali di carattere residuale riferibili alle seguenti serie vegetazionali: carpino nero, roverella e cerro (<i>Ostrya - Carpinion orientalis</i>); leccio e sughera (<i>Quercion ilicis</i>); cerro (<i>Teucrio siculi - Quercion cerris</i>); macchia mediterranea (<i>Oleo-Ceratonion fragm.</i>); i boschi mesoigrofilo ricchi di frassino (<i>Alno-Ulmion</i>), boschi igrofilo con ontano nero (<i>Alno - Ulmion</i>).	elenco specie riportato in tabella separata
vegetazione sinantropica e dei coltivi	vegetazione nitrofila, infestante o derivata da impianto, che comprende: formazioni di gramigna sui bordi dei campi, ai margini esterni degli argini o sulle sterrate (<i>Agropyretum repensis</i> , <i>Agropyron - Rumicion crispi</i>), formazioni ad <i>Arundo donax</i> , impianti a <i>Eucalyptus sp.</i> , formazioni del <i>Secalietea</i> nei seminativi	gramigna comune (<i>Agropyron repens</i>), romice crespo (<i>Rumex crispus</i>), canna domestica (<i>Arundo donax</i>), eucalipto (<i>Eucalyptus sp.</i>).



Fig. – Stralcio della Carta dei Boschi della 2° Relazione sullo stato dell'Ambiente.
 (fonte: Provincia di Viterbo 2003)

La cartografia delle aree boscate di cui alla documentazione dello Stato dell'Ambiente 2003 della Provincia di Viterbo conferma la scarsa presenza di aree boscate nella fascia territoriale attraversata dal tracciato dell'attuale Aurelia (in grigio scuro nell'immagine). Le fasce boscate che attraversano il tracciato dell'Aurelia sono per lo più costituiti dalle fasce di vegetazione presente sui margini spondali dei corsi d'acqua.

4.3.3 Superfici percorse dal fuoco

Sulla base dei Dati dello Stato dell'Ambiente 2008 della Provincia di Viterbo e relativamente al Comune di Tarquinia, che interessa la più grande parte del corridoio di progetto, si evince che il fenomeno nell'area è particolarmente diffuso. Non riportati dati di incendi – per il medesimo periodo – nel Comune di Montalto di Castro. Nel 2007 si sono avuti episodi di fuoco particolarmente intensi. Si rimanda alla lettura della seguente tabella.

Comune di Tarquinia (fonte: Stato Ambiente 2008 Provincia di Viterbo)	Anno	N° incendi	Sup. percorsa dal fuoco
	2006	0	-
	2007	6	161,95 ha (valore massimo a livello provinciale)
	2008	1	59,86 ha

Ciò comporta che la vegetazione delle sistemazioni a verde circostanti le opere dovrebbe avere la massima capacità di resistenza al passaggio delle fiamme. In particolare si evince l'esigenza di escludere le specie particolarmente infiammabili per contenuto resinoso e/o biomassa secca. In alternativa si prevederà di utilizzare in maniera esclusiva specie autoctone nazionali, con particolare riferimento ai taxa costituenti i boschi xerici di latifoglie e la macchia mediterranea locale, con eventuale presenza di specie igrofile dei corsi d'acqua. Ciò in ragione della molto più elevata capacità di resistenza al fuoco di tali specie rispetto a molti altri taxa di origine non locale o non italiana.

4.4 Fauna

La diversità della fauna attuale è ridotta rispetto al passato, sia per la presenza dominante di soprassuoli fortemente alterati da fenomeni di antropizzazione diffusa (agricoltura meccanizzata, edificazioni), sia per la presenza di un fascio parallelo di infrastrutture lineari (Aurelia, ferrovia e autostrada) che interferiscono con gli spostamenti della fauna. Non ultimo comunque l'effetto di rarefazione dovuto alla mortalità diretta e indiretta a carico della fauna selvatica: abbattimento con arma da fuoco, avvelenamento con bocconi, elettrocuzione e collisione su linee elettriche MT e AT. Allo stato attuale risultano molto rare o pressoché estinte specie che hanno largamente evocato la natura selvaggia della maremma laziale, prime fra tutte il nibbio reale e l'avvoltoio degli Egizi. Resta comunque una fauna ricca e diversificata, caratterizzata da importanti elementi di pregio.

Il comprensorio è caratterizzato da un intenso flusso migratorio di specie ornitiche.

4.4.1 Erpetofauna

Per l'area in esame vengono considerate come potenzialmente presenti le specie segnalate per l'area costiera viterbese nell'ambito del Progetto Atlante degli Anfibi e rettili del Lazio (Bologna et al., 200). Il popolamento potenziale ad Anfibi comprende alcune delle specie segnalate (lista in tabella).

Il popolamento di seguito viene quindi definito segnalando le specie riportate nell'Atlante citato nell'area costiera della Provincia di Viterbo. Rispetto allo stesso corridoio di progetto il popolamento così descritto è da intendersi come il popolamento potenziale.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

ANFIBI (CLASSE AMPHIBIA): POPOLAMENTO POTENZIALE			
NOME ITALIANO	NOME LATINO	ORIGINE	HABITAT PREFERENZIALE
Rospo comune	<i>Bufo bufo</i>	Autoctona	Aree boscate, si reca presso l'acqua per la riproduzione
Tritone punteggiato	<i>Triturus vulgaris</i>	Autoctona	presso l'acqua per la riproduzione
Ululone ventre giallo	<i>Bombina pachypus</i>	Autoctona	vario, si reca presso l'acqua per la riproduzione
Rospo comune	<i>Bufo bufo</i>	Autoctona	vario, si reca presso l'acqua per la riproduzione
Rospo smeraldino	<i>Bufo viridis</i>	Autoctona	vario, si reca presso l'acqua per la riproduzione, anche pozze temporanee
Raganella	<i>Hyla intermedia</i>	Autoctona	acque lente o ferme
Rana verde	<i>Rana kl. hispanica</i>	Autoctona	acque lente o ferme
Rana agile	<i>Rana dalmatina</i>	Autoctona	acque lente o ferme
Rana italiana	<i>Rana graeca</i>	Autoctona	acque lente o ferme

RETTILI (CLASSE REPTILIA): POPOLAMENTO POTENZIALE			
NOME ITALIANO	NOME LATINO	ORIGINE	HABITAT PREFERENZIALE
Testuggine d'acqua dolce	<i>Emys orbicularis</i>	Autoctona	acqua
Testuggine di Hermann	<i>Testudo hermanni</i>	Autoctona	macchia, formazioni erbacee xeriche naturali, gariga.
Emidattilo turco	<i>Hemidactylus turcicus</i>	Autoctona	manufatti
Geco o tarantola	<i>Tarentola mauritanica</i>	Autoctona	manufatti
Orbettino	<i>Anguis fragilis</i>	Autoctona	ambienti boschivi
Ramarro	<i>Lacerta bilineata</i>	Autoctona	vario di tipo ecotonale
Lucertola campestre	<i>Podarcis sicula</i>	Autoctona	formazioni erbacee
Lucertola muraiola	<i>Podarcis muralis</i>	autoctona	aree molto antropizzate
Luscengola	<i>Chalcides chalcides</i>	Autoctona	formazioni erbacee perenni
Natrice dal collare	<i>Natrix natrix</i>	Autoctona	corsi d'acqua e adiacenze
Biacco	<i>Zamenis viridiflavus</i>	Autoctona	formazioni erbacee
Colubro liscio	<i>Coronella austriaca</i>	Autoctona	vario
Colubro di Riccioli	<i>Coronella girondica</i>	Autoctona	vario
Saettone	<i>Zamenis longissima</i>	Autoctona	vario
Cervone	<i>Elaphe quatuorlineata</i>	Autoctona	vario
Vipera comune	<i>Vipera aspis</i>	Autoctona	aree ecotonali

Alcuni dei taxa elencati (*Lacerta* sp., *Bufo viridis*, *C. viridiflavus*), pur non presentando uno status prossimo al “rischio di estinzione”, 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”).

4.4.2 Ornitofauna

L'avifauna del comprensorio presenta elementi di notevole interesse per quanto riguarda legata alle zone umide, con particolare riferimento alla Riserva Naturale delle Saline di Tarquinia. In quest’area, che non si pone in relazione territoriale con il corridoio di progetto si segnala la presenza di specie particolarmente interessanti: qui si sono riprodotte la Volpoca (*Tadorna tadorna*), rara anatra tipica di aree costiere salmastre, il Cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*), e la garzetta (*Egretta garzetta*), che ha localizzato una piccola garzaia di circa 20 nidi in un'area di pineta adiacente alla Riserva medesima. Sempre nelle Saline di Tarquinia si segnala lo svernamento ricorrente di importanti contingenti di fenicottero, di airone bianco maggiore, cigno reale e smergo minore.

Tra le specie di rapaci della Provincia di Viterbo si segnala la presenza di due falconi: il pellegrino (*Falco peregrinus*) ed il anario (*Falco biarmicus*). Si tratta di due specie a nidificazione su parete di roccia (molto raramente su manufatto o altro). Nel corridoio di progetto non sono stati localizzati ambiti di nidificazione riferibili ad una delle due specie.

Importante e ben nota la presenza del biancone (*Circaetus gallicus*), una piccola aquila che caccia serpenti nei pascoli e le garighe dell’area tolfetana: la specie apparentemente sarebbe in leggero incremento. Nelle aree cerealicole (soprattutto nei campi a seminati a grano duro) si localizzano alcune coppie di albanella minore (*Circus pygargus*).

Ancora presente, nell’area tolfetana viterbese, una coppia di Nibbio reale (*Milvus milvus*) parte della piccola popolazione (in totale 5-6 coppie) del complesso tolfetano – cerite.

Tornando all’area delle Saline di Tarquinia è nota la presenza del raro Cuculo dal Ciuffo (*Clamator glandarius*), specie migratrice estiva affine al comune Cuculo, ma estremamente localizzato e scarso in Italia (in tutto meno di 20 coppie annuali), che parassitizza in fase riproduttiva soprattutto i nidi di Gazza (*Pica pica*). L’ultima nidificazione accertata sarebbe avvenuta nei primi anni di questo decennio.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

In tabella è stata riportata la lista delle specie di uccelli potenzialmente presenti nell'area in esame basata sui dati dell'Atlante degli Uccelli. Analogamente alle altre Classi di Vertebrati, il popolamento ornitico ha risentito notevolmente delle trasformazioni del territorio.

Il sito di progetto è collocato lungo la linea di flusso migratorio della media costa tirrenica, utilizzato da molte specie ornitiche che attraversano il Mediterraneo. Gli ambienti dell'area in esame non presentano una idoneità particolare per la sosta delle specie migratrici (specie non incluse nella lista).

Si riporta di seguito un elenco della fauna della Classe Aves, limitatamente alla componente di specie nidificanti.

Classe AVES (nidificanti)

Ordine PODOCIPEDIFORMES

Famiglia Podicipedidae

Tuffetto (*Tachybaptus ruficollis*) **SB**

Svasso maggiore (*Podiceps cristatus*) **SB**

Ordine CICONIIFORMES

Famiglia Ardeidae

Tarabusino (*Ixobrychus minutus*) **SB R D ***

Nitticora (*Nycticorax nycticorax*) **SB D ***

Garzetta (*Egretta garzetta*) **SB D ***

Ordine ANSERIFORMES

Famiglia Anatidae

Germano reale (*Anas platyrhynchos*) **SB ***

Canapiglia (*Anas strepera*) **SB R**

Volpoca (*Tadorna tadorna*) **MB R**

Ordine ACCIPITRIFORMES

Famiglia Accipitridae

Nibbio bruno (*Milvus migrans*) **MB R D ***

Nibbio reale (*Milvus milvus*) **SB R D ***

Biancone (*Circaetus gallicus*) **MB R D ***

Poiana (*Buteo buteo*) **SB ***

Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*) **MB R D ***

Albanella minore (*Circus pygargus*) **MB R D ***

Sparviere (*Accipiter nisus*) **SB ***

Ordine FALCONIFORMES

Famiglia Falconidae

Lanario (*Falco biarmicus*) **SB R D ***

Falco Pellegrino (*Falco peregrinus*) **SB R D ***

Lodolaio (*Falco subbuteo*) **MB R**

Gheppio (*Falco tinnunculus*) **SB ***

Ordine GALLIFORMES

Famiglia Phasianidae

Starna (*Perdix perdix*) **SB R D**

Quaglia (*Coturnix coturnix*) **MB R ***

Fagiano (*Phasianus colchicus*) **SB ***

Ordine GRUIFORMES

Famiglia Rallidae

Porciglione (*Rallus aquaticus*) **SB R**

Gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*) **SB ***

Folaga (*Fulica atra*) **SB**

Ordine CHARADRIFORMES

Famiglia Charadriidae

Corriere piccolo (*Charadrius dubius*) **MB R ***

Fratino (*Charadrius alexandrinus*) **SB MB R**

Famiglia Recurvirostridae

Cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*) **MB R D**

Famiglia Laridae

Gabbiano reale (*Larus cachinnans*) **SB ***

Famiglia Burhinidae

Occhione (*Burhinus oedicephalus*) **MB R D ***

Ordine Columbiformes

Famiglia Columbidae

Piccione domestico (*Columba livia domestica*) **SB ***

Colombaccio (*Columbus palumbus*) **SB ***

Tortora dal collare (*Streptotelia decaocto*) **SB ***

Tortora selvatica (*Streptotelia turtur*) **MB ***

Ordine CUCULIFORMES

Famiglia Cuculidae

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Cuculo (<i>Cuculus canorus</i>) MB *	Tottavilla (<i>Lullula arborea</i>) SB D
Cuculo dal ciuffo (<i>Clamator glandarius</i>) MB R	Cappellaccia (<i>Galerida cristata</i>) SB *
Ordine STRIGIFORMES	Allodola (<i>Alauda arvensis</i>) SB *
Famiglia Tytonidae	Calandra (<i>Melanocorypha calandra</i>) SB R D *
Barbagianni (<i>Tyto alba</i>) SB R *	Calandrella (<i>Calandrella brachydactyla</i>) MB D *
Famiglia Strigidae	Famiglia Hirundinidae
Civetta (<i>Athene noctua</i>) SB *	Rondine (<i>Hirundo rustica</i>) MB *
Allocco (<i>Strix aluco</i>) SB *	Balestruccio (<i>Delichon urbica</i>) MB *
Gufo comune (<i>Asio otus</i>) SB R *	Famiglia Motacillidae
Assiolo (<i>Otus scops</i>) MB R *	Ballerina bianca (<i>Motacilla alba</i>) SB *
Ordine CAPRIMULGIFORMES	Ballerina gialla (<i>Motacilla cinerea</i>) SB
Famiglia Caprimulgidae	Cutrettola (<i>Motacilla flava</i>) MB *
Succiacapre (<i>Caprimulgus europaeus</i>) MB R D *	Calandro (<i>Anthus campestris</i>) MB D
Ordine APODIFORMES	Famiglia Trogloditidae
Famiglia Apodidae	Merlo acquaiolo (<i>Cinclus cinclus</i>) SB R
Rondone (<i>Apus apus</i>) MB *	Famiglia Trogloditidae
Ordine CORACIFORMES	Scricciolo (<i>Troglodytes troglodytes</i>) SB *
Famiglia Alcedinidae	Famiglia Turdidae
Martin pescatore (<i>Alcedo atthis</i>) SB R D *	Monachella (<i>Oenanthe hispanica</i>) MB R
Famiglia Upupidae	Codiroso spazzacamino (<i>Phoenicurus ochruros</i>) SB
Upupa (<i>Upupa epops</i>) MB *	Codiroso (<i>Phoenicurus phoenicurus</i>) MB
Famiglia Meropidae	Pettiroso (<i>Erithacus rubecula</i>) SB *
Gruccione (<i>Merops apiaster</i>) MB *	Saltimpalo (<i>Saxicola torquata</i>) SB *
Famiglia Coracidae	Passero solitario (<i>Monticola solitarius</i>) SB
Ghiandaia marina (<i>Coracias garrulus</i>) MB R D *	Usignolo (<i>Luscinia megarhynchos</i>) MB *
Ordine PICIFORMES	Merlo (<i>Turdus merula</i>) SB *
Famiglia Picidae	Tordo bottaccio (<i>Turdus philomelos</i>) SB *
Picchio verde (<i>Picus viridis</i>) SB R *	Tordela (<i>Turdus viscivorus</i>) SB
Picchio rosso maggiore (<i>Picoides major</i>) SB *	Famiglia Sylvidae
Picchio rosso minore (<i>Picoides minor</i>) SB R	Usignolo di fiume (<i>Cettia cetti</i>) SB *
Torcicollo (<i>Jynx torquilla</i>) MB *	Beccamoschino (<i>Cisticola juncidis</i>) SB *
Ordine PASSERIFORMES	Cannaiola verdognola (<i>Acrocephalus palustris</i>) MB
Famiglia Alaudidae	Cannaiola (<i>Acrocephalus scirpaceus</i>) MB *

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Cannareccione (*Acrocephalus arundinaceus*) **MB ***
Canapino (*Hippolais polyglotta*) **MB ***
Magnanina (*Sylvia undata*) **SB D ***
Steropazzola di Sardegna (*Sylvia conspicillata*) **SB**
Sterpazzolina (*Sylvia cantillans*) **MB ***
Occhiocotto (*Sylvia melanocephala*) **SB ***
Sterpazzola (*Sylvia communis*) **MB ***
Capinera (*Sylvia atricapilla*) **SB ***
Lui piccolo (*Phylloscopus collybita*) **SB ***
Lui verde (*Phylloscopus sibilatrix*) **MB ***
Lui bianco (*Phylloscopus bonelli*) **MB**
Fiorrancino (*Regulus ignicapillus*) **SB ***
Famiglia Muscicapidae
Pigliamosche (*Muscicapa striata*) **MB ***
Famiglia Aegithalidae
Codibugnolo (*Aegithalos caudatus*) **SB ***
Famiglia Paridae
Cincia bigia (*Parus palustris*) **SB**
Cincia mora (*Parus ater*) **SB ***
Cinciarella (*Parus coeruleus*) **SB ***
Cinciallegra (*Parus major*) **SB ***
Famiglia Sittidae
Picchio muratore (*Sitta europaea*) **SB**
Famiglia Certhidae
Rampichino (*Certhia brachydactyla*) **SB ***
Famiglia Remizidae
Pendolino (*Remiz pendulinus*) **SB**
Famiglia Oriolidae
Rigogolo (*Oriolus oriolus*) **MB ***
Famiglia Sturnidae
Storno (*Sturnus vulgaris*) **SB ***
Famiglia Lanidae
Averla piccola (*Lanius collurio*) **MB D ***

Averla capirossa (*Lanius senator*) **MB R ***
Averla cenerina (*Lanius minor*) **MB D ***
Famiglia Corvidae
Ghiandaia (*Garrulus glandarius*) **SB ***
Gazza (*Pica pica*) **SB**
Cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*) **SB ***
Taccola (*Corvus monedula*) **SB ***
Famiglia Passeridae
Passera d'Italia (*Passer domesticus*) **SB ***
Passera mattugia (*Passer montanus*) **SB ***
Famiglia Fringillidae
Fringuello (*Fringilla coelebs*) **SB ***
Verzellino (*Serinus serinus*) **SB ***
Ciuffolotto (*Pyrrhula pyrrhula*) **SB**
Frosone (*Coccothraustes coccothraustes*) **SB R**
Verdone (*Carduelis chloris*) **SB ***
Cardellino (*Carduelis carduelis*) **SB ***
Fanello (*Carduelis cannabina*) **SB**
Famiglia Emberizidae
Zigolo nero (*Emberiza cirrus*) **SB**
Strillozzo (*Miliaria calandra*) **SB ***
Ortolano (*Emberiza hortulana*) **MB R D**
Zigolo capinero (*Emberiza melanocephala*) **MB R**

- **SB** specie sedentaria nidificante
- **MB** specie migratrice nidificante
- **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 (non necessariamente con localizzazione dell'area di nidificazione).

4.4.3 Mammalofauna

In seguito alla recente identificazione di una specie di lepore autoctona dell'Italia peninsulare e della Sicilia (la lepore italiana - *Lepus corsicanus*), nell'area tolfaiana sono stati localizzati alcuni ambiti di presenza residuale di questo tipo di lepore. La specie viene tuttavia cacciata con notevole intensità. Al momento non si hanno informazioni specifiche inerenti la presenza del taxon nel corridoio di progetto, ovvero entro una distanza di circa 1 km dal tracciato in esame.

Altro elemento faunistico di notevole importanza per il comprensorio viterbese in generale e per l'area tolfaiana in particolare è il lupo (*Canis lupus*). Il taxon mantiene nell'area una presenza numericamente molto variabile, verosimilmente influenzata da un'intensa mortalità dovuta sia a persecuzione diretta (uccisione con sparo e bocconi avvelenati), sia per investimento su strada.

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 rara ed elusiva, tende ad utilizzare ambiti meno antropizzati dell'area viterbese, mentre le aree agricole del corridoio di progetto si presentano poco idonee per l'effettiva presenza della specie in prossimità del tracciato in esame.

Nell'area viterbese è anche presente la martora (*Martes martes*), che comunque appare essere distribuita soprattutto nel settore centro meridionale della Provincia, dove sembrerebbe piuttosto diffusa (complessi forestali dei Monti Cimini, Parco Marturanum, Veiano, ecc.). Nota, per la Provincia, anche la presenza della puzzola (*Mustela putorius*), specie molto elusiva e probabilmente legata ad ambienti umidi. Essendo presente lungo il corridoio di progetto sia il Fiume Mignone che il Fiume Marta, è possibile una presenza localizzata del taxon.

Potrebbe 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 limitata a popolazioni nelle regioni del Mezzogiorno. Le ultime informazioni certe sulla specie sono relative al Fiume Fiora e risalgono all'ultima decade del secolo scorso. E' bene dire che il taxon in alcune regioni (ad es. l'Abruzzo e Molise) ha mostrato una vitalità superiore all'atteso, venendo localizzata in ambiti ove era ritenuta estinta.

Tra specie di ungulati, il taxon più abbondante è ovviamente il cinghiale (*Sus scrofa*), che al contempo costituisce la specie di dimensioni medio-grandi più diffusa nel viterbese, la preda delle attuali pratiche venatorie e la causa dei più significativi problemi gestionali legati alla fauna (danni all'agricoltura e incidenti stradali).

E' un fenomeno abbastanza recente, invece, la diffusione del capriolo (*Capreolus capreolus*), in aree ove era scomparso da tempo. Nelle aree settentrionali della Provincia di Viterbo la specie è ampiamente diffusa (in effetti la colonizzazione è avvenuta a partire dalle Province di Siena e

Grosseto), mentre nell'area meridionale (Vetralla, Barbarano Romano e Veiano) il fenomeno di ricolonizzazione è in corso. Sembrerebbe, per ragioni non note, che lo scoiattolo (*Sciurus vulgaris*), stia vivendo una fase espansiva, sia nei boschi collinari (ad es. Monti Cimini), sia nelle pinete costiere e dell'entroterra (ad es. Tarquinia).

Tra le altre specie presenti nell'area vasta si osserva quanto segue.

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*).

Per quanto concerne il popolamento di specie dell'Ordine *Chiroptera* (Pipistrelli), la situazione della loro distribuzione nella Regione è poco conosciuta. La relativa scarsità di alberi maturi con cavità e la presenza di manufatti moderni offre pochi siti di rifugio, i nuclei abitati storici, con case tradizionali, sono idonei per la localizzazione di rifugio invernale ed estivo per i Chiroteri.

Per i carnivori si segnala la presenza probabile della Donnola (*Mustela nivalis*), della Faina (*Martes foina*) e della Volpe (*Vulpes vulpes*), anche se la presenza di queste specie è fortemente osteggiata dall'elevato livello di frammentazione ambientale dovuta alla presenza delle infrastrutture viarie. La presenza di Tasso (*Meles meles*) e Istrice (*Hystrix cristata*) è riferibile al comprensorio, non in prossimità del sito di progetto, a causa delle trasformazioni ambientali e delle condizioni di isolamento territoriale.

Tra le specie di mammiferi elencate, 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 della fauna della Classe dei mammiferi (escludendo la componente e Chiroteri – riportati in una tabella successiva) (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*) *

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Famiglia Microtidae

- Arvicola del Savi (*Microtus savii*) *
 Arvicola dei boschi (*Clethrionomys glareolus*) *
 Arvicola d'acqua (*Arvicola terrestris*)

Famiglia Sciuridae

- Scoiattolo (*Sciurus vulgaris*) **R**

Famiglia Mioxidae

- Ghiro (*Glis glis*) *
 Moscardino (*Muscardinus avellanarius*) **D** *
 Quercino (*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**
 Volpe (*Vulpes vulpes*) *

Famiglia Mustelidae

- Lontra (*Lutra lutra*) 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*)

CHIROPTERA : specie di presenza potenziale a livello di aree vasta (elenco parziale)					
CHIROPTER A		Specie	IUCN	Habitat	L.R.
	RHINOLOPHIDAE	Rhinolophus euryale		AII. II	VU
		Rhinolophus ferrumequinum ferrumequinum		AII. II	VU
		Rhinolophus hipposideros minimus		AII. II	EN
	VESPERTILIONIDAE	Myotis capaccinii		AII. II	EN
		Myotis myotis myotis		AII. II	VU
		Myotis blythii oxygnathus		AII. II	VU
		Epseticus serotinus serotinus		AII. IV	LR
		Plecotus austriacus		AII. IV	LR
		Plecotus auritus		AII. IV	LR
		Hypsugo savii savii		AII. IV	LR
		Miniopterus schreibersi schreibersi		AII. II	LR
	MOLOSSIDAE	Tadarida teniotis teniotis		AII. IV	LR

- **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.

4.5 Distribuzione e localizzazione degli elementi di attenzione

4.5.1 Vegetazione spontanea e alberature di pregio rilevate nel corridoio di progetto

Lo studio della vegetazione 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.).

Gli attraversamenti di aree con significative estensioni di vegetazione spontanea caratterizzata da un maggiore livello di attenzione sono costituiti prevalentemente dagli attraversamenti dei greti fluviali e delle fasce di vegetazione (prevalentemente boschiva) adiacenti.

Si riportano di seguito le osservazioni di sopralluogo sulle aree a sensibilità più significativa per la vegetazione spontanea localizzate lungo il tracciato (procedendo da Nord).

1. Sponde con vegetazione igrofila del Fiume Fiora (tra km 11+900 e 11+950);
2. Sponde con vegetazione igrofila del Torrente Arrone (tra km 16+800 e 16+850);

nonché quelle sulle aree a sensibilità più significativa per la presenza di alberature riferibili anche a vegetazione coltivata e/o da impianto:

1. Colture legnose mediterranee (tra km 0+000 e 2+800).

4.5.2 La fauna del corridoio di progetto

Le aree a maggiore sensibilità vengono considerate come coincidenti con le tratte già descritte e localizzate per la subcomponente "Vegetazione e Flora".

Principali corridoi faunistici

Principali linee di spostamento della fauna rilevate lungo il tracciato, e quindi poste in attraversamento rispetto al corridoio viario in esame, corrispondenti alle seguenti progressive chilometriche:

1. Corridoio faunistico Fiume Fiora (tra km 11+900 e 11+950);
2. Corridoio Faunistico Torrente Arrone (tra km 16+800 e 16+850).

L'area boscata con specie mediterranee posizionata in territorio del Comune di Capalbio presenta un discreto valore faunistico proprio in ragione della sua peculiare caratteristica di insularità in una estesa matrice agricola.

4.6 Impatti potenziali

Per la definizione degli impatti potenziali, i ricettori individuati nella cartografia di componente vengono ordinati per classi di sensibilità decrescente da 3 ad 1. Le classi di sensibilità vengono successivamente confrontate con le tipologie costruttive dell'infrastruttura, individuando l'intensità di impatto attesa. La valutazione dell'intensità di impatto viene resa sulla scorta delle valutazioni inerenti la sensibilità, la tipologia costruttiva e le diverse tipologie di impatto previste a carico della componente.

4.6.1 Sensibilità Vegetazione Flora e Fauna

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 di terra è stata considerata una sensibilità nulla, ovvero una completa assenza di sensibilità per la componente.

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.

3 Aree ad alta sensibilità - Aree omogenee dei corsi/corpi d'acqua naturali e delle aree arboreo-arbustive con vegetazione spontanea ed autoctona locale

Aree dominate da una vegetazione arboreo ed arbustiva talora ben strutturata e diversificata. Costituiscono gli ambiti "sorgente" di gran parte della biodiversità faunistica del comprensorio. Aree ad alta sensibilità. Corridoi faunistici.

4.6.2 Tipologie di impatto: 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 sulla vegetazione è rappresentato dalla sottrazione di vegetazione. Altri effetti di alterazione ambientale vengono considerati nella Componente Ecosistemi.

Effetto n. 1

Sottrazione di vegetazione (fase di costruzione)

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.

4.6.3 Tipologie di impatto: Fauna

I rischi ambientali delle opere stradali in relazione alla tutela delle specie animali, sono soprattutto quelli legati alla sottrazione di habitat ed alla frammentazione del territorio e, quindi, della conseguente interferenza con gli spostamenti. Impatti connessi sono quelli relativi all'incremento della mortalità per investimenti 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 per le quali è prevista la sottrazione presentano prevalentemente coperture vegetali riferibili a formazioni erbacee dei margini stradali. Si tratta comunque di ambiti comunque già caratterizzati da una ridotta valenza faunistica in ragione della immediata adiacenza dell'attuale tracciato dell'Aurelia.

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 altre aree la presenza di viabilità accessoria potrà rendere più impenetrabile il passaggio.

Restano, comunque, i due corridoi faunistici costituiti da Fiume Fiora e Torrente Arrone.

Effetto n. 4

Mortalità da investimenti (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 ai corpi d'acqua, soprattutto laddove si tagli trasversalmente la direzione di migrazione, ci si attende elevate 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 e condizioni meteorologiche che riducono la visibilità. Per questa Classe i ponti sui fiumi spesso corrispondono ad aree di maggior rischio.

Per la Classe Mammalia, con particolare riferimento a *Erinaceus europaeus*, gli investimenti potrebbero avere una maggiore rilevanza in prossimità di aree boscate.

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.

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 l'impatto visivo e l'inquinamento atmosferico.

Gli interventi in progetto insisteranno comunque in ambiti già soggetti al disturbo dalla viabilità esistente, di cui non si prevede pertanto un sostanziale incremento per la fase di esercizio, mentre per quanto concerne le fasi di cantiere è invece atteso un ampliamento temporaneo della fascia coinvolta.

4.6.4 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

TIPOLOGIE TRACCIATO	Classi di sensibilità			
	Aree non sensibili	Aree a bassa sensibilità	Aree a media sensibilità	Aree ad alta sensibilità
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	0	0
INTERSEZIONE / ROTATORIA	0	1	2	3
STAZIONI DI SERVIZIO / BARRIERE	0	2	3	3

Matrice degli impatti

- il progetto percorre il territorio in coincidenza o in immediata prossimità di viabilità preesistente;
- gli ambiti di maggiore sensibilità sono per lo più concentrati lungo le valli fluviali (intesi come sistemi estesi comprendenti il greto dei fiumi e le fasce igrofile adiacenti), che vengono interessati da tratti in viadotto o ponte, determinando impatti relativamente più contenuti;
- le opere di mitigazione ed in particolare le opere a verde, nonché il ripristino delle aree di cantiere consentono un adeguato contenimento degli effetti sulla vegetazione;
- per il conseguimento di un adeguato livello di permeabilità faunistica si prevede l'inserimento nel progetto di sottopassi faunistici di dimensioni variabili (a partire da sezioni quadrangolari 1x1 m).

Per la fauna è atteso un decremento locale della mortalità per collisione, in ragione dell'inserimento della recinzione perimetrale.

Rispetto all'interferenza con gli spostamenti, la situazione dovrebbe restare sostanzialmente analoga alla situazione attuale.

Pertanto le opere di progetto non realizzano impatti di particolare peso e significatività a carico della vegetazione, della flora e della fauna del territorio attraversato.

4.7 Conclusioni

Gli effetti a carico della componente vegetazione, flora e fauna sono da considerarsi relativamente contenuti in base alle seguenti considerazioni:

5 ECOSISTEMI

La presente relazione restituisce i risultati dello studio naturalistico, finalizzato alla comprensione delle interazioni con la Componente Ecosistemi, riferito alle caratteristiche progettuali dell'opera viaria in esame.

L'obiettivo dell'analisi è quello di descrivere le sensibilità dei recettori, gli impatti attesi e definire le mitigazioni appropriate per il contenimento degli effetti attesi.

La componente ecosistemi è stata trattata a livello di biotopi segnalati e/o protetti dalla normativa nazionale e comunitaria, con particolare riferimento alla direttiva "Habitat" (direttiva 92/43/CEE) ed al Progetto Biotaly.

5.1 La rete ecologica

L'area in esame presenta una matrice agricola ampiamente dominante, cresciuta progressivamente a scapito delle precedenti coperture a foresta, macchia, gariga e pascolo arborato. Quindi trasformazioni successive hanno iniziato a semplificare il paesaggio agricolo e quindi a sottrarre superfici a vantaggio dell'edificato.

Negli ultimi venti anni si è anche assistito ad una "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 e, soprattutto, sottratto alle regole della pianificazione urbanistica.

Anche la realizzazione di reti infrastrutturali tecnologiche costituisce un importante elemento di frammentazione degli ambienti, poiché questi elementi introducono delle forti discontinuità e spesso divengono delle barriere a ridotta permeabilità per la fauna locale.

Nel corridoio attraversato si riconosce una dominante matrice agricola costituita essenzialmente da seminativi semplici. Le infrastrutture lineari si pongono a frammentare il territorio determinando soprattutto barriere da e verso la costa.

Unici corridoi ad elevata efficienza ancora rimasti sono costituiti, per il corridoio in esame, dal Fiume Fiora ed il Torrente Arrone.



Fig. – Stralcio della Rete ecologiche della 2° Relazione sullo stato dell'Ambiente (fonte: Provincia di Viterbo 2003):
le fasce gialle continue indicano i principali assi di connessione ecologica (per la tratta in esame riveste particolare importanza il corso del Fiume Fiora).

La cartografia della Rete Ecologica di cui alla documentazione dello Stato dell'Ambiente 2003 della Provincia di Viterbo conferma la scarsa presenza di connessioni ecologiche nella fascia territoriale attraversata dal tracciato dell'attuale Aurelia (in grigio scuro nell'immagine). La connessione ecologica di maggiore importanza è quindi costituita dal Fiume Fiora e dal Fiume Marta (verso Tarquinia).

5.1.1 Capacità d'uso del suolo

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).

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Classi di capacità d'uso agro-forestale, basate sulla <i>Land Capability Classification</i> del Soil Conservation Service, (fonte: US Department of Agriculture 1961)	
CLASSE	DESCRIZIONE
I	suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; possibile un'ampia scelta delle colture
II	suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione, moderatamente profondi, pendenze leggere, occasionale erosione o sedimentazione; facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e delle potenzialità; ampia scelta delle colture
III	suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta; sono necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture
IV	suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo
V	non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foresta o con pascolo razionalmente gestito
VI	non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione
VII	limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela
VIII	limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità, etc.

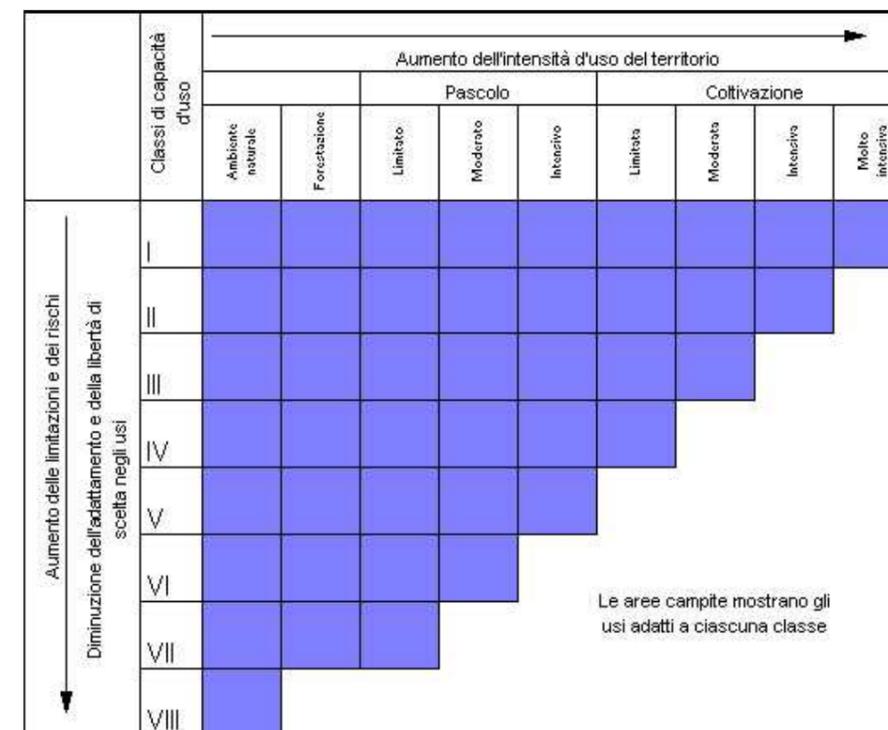


Fig. Descrizione delle le attività silvo-pastorali per classi di capacità d'uso.
 (fonte: Cremaschi e Ridolfi, 1991)

Il territorio attraversato dal corridoio di progetto interessa prevalentemente le Classi II e III, mentre le classi I, V, VI e VII contribuiscono per superfici limitate, generalmente poste a ridosso delle aste fluviali attraversate.

Si descrivono di seguito le due principali classi di capacità d'uso dei suoli interessate dal progetto, secondo la descrizione fornita da Saladin et. al. (1982), che modifica la *Land Capability Classification* adattandola alle specifiche qualità del territorio:

Classe II. Suoli con alcune limitazioni che riducono la produzione delle colture o possono richiedere pratiche colturali per migliorare le qualità del suolo. Possono essere utilizzati per colture agrarie (erbacee ed arboree). Sono suoli fertili da piani ad ondulati, da profondi a poco profondi, interessati da moderate limitazioni singole o combinate, quali: moderata pregressa erosione, profondità non eccessiva, struttura e lavorabilità meno favorevoli, scarse capacità di trattenere l'umidità, ristagno solo in parte modificabile con drenaggi, periodiche inondazioni dannose. Clima idoneo per molti tipi di colture.

Classe III. Suoli con alcune limitazioni che riducono la scelta e le produzioni delle colture. Le pratiche colturali devono essere più accurate che nella classe precedente. Questi suoli possono essere usati per colture agrarie (erbacee ed arboree), pascolo, arboricoltura da legno e bosco.

Sono suoli mediamente fertili da lievemente ondulati a moderatamente acclivi, da profondi a superficiali, soggetti a scarsi pericoli di erosione, interessati da medi o forti effetti di pregressa erosione. Le limitazioni restringono il periodo utile per l'aratura, la semina ed il raccolto dei prodotti. Essi possono presentare: frequenti inondazioni dannose, umidità eccessiva anche se drenati, orizzonti induriti a scarsa profondità che limitano il radicamento e stagionalmente provocano ristagno d'acqua, mediocre fertilità difficilmente modificabile. Clima idoneo ad un minor numero di colture.

5.2 Tipologie colturali

La **coltura cerealicola** (*da notare la produzione di grano duro*) è la forma predominante di seminativo non irriguo. I seminativi sono distribuiti generalmente su appezzamenti di 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 limitata, quasi puntuale. 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).

5.3 Aree Naturali Protette e Natura 2000

Il corridoio di progetto non interessa direttamente Aree Naturali Protette di cui all'Elenco Ufficiale del Ministero Ambiente M.T.T., né Aree Natura 2000 (SIC o ZPS), né aree I.B.A. (Important Birds Areas), né in sovrapposizione né in adiacenza.

5.4 Impatti potenziali

5.4.1 Sensibilità degli ecosistemi

Aree non sensibili o a bassa sensibilità – aree antropizzate

Per le aree caratterizzate da una matrice ambientale ad elevata antropizzazione, ovvero sostanzialmente "ostile" rispetto alle residuali valenze di naturalità, è stata prevista una classificazione nulla, in ragione di una completa assenza di sensibilità per la componente.

Aree a media sensibilità – aree agricole e vegetazione spontanea secondaria

Per le aree riferibili alla matrice ecologica agricola, con funzioni di carattere "indifferente" rispetto alla funzionalità delle connessioni ecologiche. Per le aree riferibili alla matrice ecologica agricola, con specifica valenza intrinseca, ovvero capace di consentire lo sviluppo di ecosistemi paraturali di interesse (olivicoltura). Ecosistemi in evoluzione spontanea ma di carattere secondario.

Aree ad alta sensibilità – aree boscate residuali e corsi d'acqua principali/ Rete Natura 2000

Sono i capisaldi della rete ecologica, ovvero le aree tutelate dalle Aree Naturali Proette, dai Siti Natura 2000, corsi d'acqua principali, nonché gli ecosistemi ancora dominati da soprassuoli arboreo-arbustivi di carattere spontaneo, ancorché trasformati da diverse forzanti di origine antropica.

5.4.2 Tipologie di impatto

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

Interruzione o alterazione della funzionalità di ambiti di connessione ecologica (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 corso del Fiora e Arrone si mantengono, ma con la fase di costruzione si avrà una fase di alterazione dell'efficacia di funzionalità del corridoio ecologico faunistico relativo a ciascuno dei due corsi d'acqua.

Effetto n. 2

Sottrazione temporanea di superfici agricole (fase di costruzione)

La sottrazione temporanea di superfici agricole, riferibili alla matrice ambientale dominante nel comprensorio vasto, non comporta danneggiamenti particolarmente significativi rispetto alla componente vegetazione, flora e fauna, mentre a livello di ecosistemi determina una alterazione temporanea della rete ecologica. Viene pertanto previsto (mitigazioni) il ripristino della funzionalità agricola di queste superfici, o in alternativa una permanente sistemazione con opere a verde. Le superfici agricole di maggiore interesse e vulnerabilità nel territorio analizzato, vengono individuate nelle risaie. Per la localizzazione degli ambiti a risaia interferiti dal tracciato in esame si rimanda alla lettura della cartografia di uso del suolo.

5.4.3 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

Il progetto, in ragione delle sue caratteristiche di adeguamento di viabilità esistente, non definisce degli scenari di impatto in grado di trasformare in maniera significativa la rete ecologica territoriale e la valenza degli ecosistemi presenti nel territorio.

Gli effetti prodotti dall'opera richiederanno comunque misure di tutela e mitigazione già descritte per la componente Vegetazione Flora e Fauna.

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	1	2	3
RASO/RILEVATO BASSO	0	1	2	3
TRINCEA	0	1	2	3
CAVALCAVIA	0	0	0	1
SOTTOVIA	0	0	0	0
INTERSEZIONE / ROTATORIA	0	1	2	3
STAZIONI DI SERVIZIO / BARRIERE	0	2	3	3

Matrice degli impatti

5.5 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.

La gran parte dei sistemi fluviali, inseriti in più o meno ampi ecosistemi igrofilo con andamento nastriforme, vengono interferiti ma non privati delle essenziali caratteristiche di connettività territoriale, che ne fanno elementi strategici per la conservazione della biodiversità nella fascia costiera viterbese.

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.

6.1.2. Legge 447 del 26/10/95

La Legge n° 447 del 26/10/1995 "Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico", pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 254 del 30/10/1995, è una legge di principi e demanda perciò a successivi strumenti attuativi la puntuale definizione sia dei parametri sia delle norme tecniche.

Un aspetto innovativo della legge quadro è l'introduzione all'Art. 2, accanto ai valori limite, dei valori di attenzione e dei valori di qualità. Nell'Art 4 si indica che i comuni "procedono alla classificazione del proprio territorio nelle zone previste dalle vigenti disposizioni per l'applicazione dei valori di qualità di cui all'Art. 2, comma 1, lettera h"; vale a dire: si procede alla zonizzazione acustica per individuare i livelli di rumore "da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge", valori che sono determinati in funzione della tipologia della sorgente, del periodo della giornata e della destinazione d'uso della zona da proteggere (Art. 2, comma 2).

La legge stabilisce, inoltre, che le Regioni, entro un anno dalla entrata in vigore, devono definire i criteri di zonizzazione acustica del territorio comunale fissando il divieto di contatto diretto di aree, anche appartenenti a comuni confinanti, quando i valori di qualità si discostano in misura superiore a 5 dB(A).

L'adozione della zonizzazione acustica è il primo passo concreto con il quale il Comune esprime le proprie scelte in relazione alla qualità acustica da preservare o da raggiungere nelle differenti porzioni del territorio comunale e altresì il momento che presuppone la tempestiva attivazione delle funzioni

pianificatorie, di programmazione, di regolamentazione, autorizzatorie, ordinatorie, sanzionatorie e di controllo nel campo del rumore indicate dalla Legge Quadro.

In relazione alle problematiche dell'inquinamento da rumore associate a infrastrutture ferroviarie e stradali, la Legge Quadro introduce due importanti considerazioni:

- le infrastrutture di trasporto sono definite come sorgenti fisse (Art. 2, comma c);
- alle infrastrutture di trasporto non è applicabile il limite differenziale introdotto dal D.P.C.M. 01/03/91 (art. 15, comma 1).

Ai sensi dell'art. 11, comma 1 della Legge n. 447 del 26/10/95, legge quadro sul rumore, l'inquinamento acustico avente origine dalle infrastrutture di trasporto è disciplinato da appositi regolamenti di esecuzione da emanarsi con decreto del Presidente della Repubblica, previa deliberazione del Consiglio dei Ministri (D.P.R. 18/11/98 relativo al traffico ferroviario, D.P.R. 30/03/04 relativo al traffico stradale).

L'art. 3, comma 2 e l'art. 4, comma 3, del D.P.C.M. del 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", che aggiorna i valori limite assoluti e differenziali di immissione introdotti dal D.P.C.M. 01/03/91, prevedono esplicitamente l'inapplicabilità dei suddetti limiti all'interno della fascia di pertinenza delle infrastrutture di trasporto, individuata dal relativo decreto attuativo (di ampiezza di 250 m dalla rotaia più esterna o dal ciglio stradale).

6.1.3. Il 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 1.1, 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 1.1 - Limiti di emissione di rumore (D.P.C.M. 14/11/97)

Destinazione d'uso territoriale	Giorno 6:00 ÷ 22:00	Notte 22:00 ÷ 6:00
I Aree protette	45	35
II Aree residenziali	50	40
III Aree miste	55	45
IV Aree di intensa attività umana	60	50
V Aree prevalentemente industriali	65	55
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 1.2.

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 2.2 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 1.3.

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 2.4).

Tabella 1.3 - 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 1.4 - 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

Tabella 1.2 - 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

6.1.4. 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;

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

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 evidenzii l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti, misurati al centro della stanza, a finestre chiuse, con il microfono posto all'altezza di 1,5 m dal pavimento:

- 35 dB(A), Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- 40 dB(A), Leq notturno per tutti gli altri ricettori;
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

4. Gli interventi di cui al comma 3, verranno attuati secondo le direttive emanate con il decreto di cui all'articolo 10, comma 5, della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

5. Il rispetto dei limiti di cui al presente articolo, ha validità immediata per le infrastrutture di nuova realizzazione e per l'ampliamento e/o il potenziamento di quelle esistenti, tenendo anche conto delle indicazioni impartite con il decreto di cui all'articolo 3 comma 1 lettera f) della Legge 26 ottobre 1995 n.447. Per le infrastrutture esistenti, il rispetto dei limiti di cui al presente articolo è un obiettivo da conseguire mediante la attività di risanamento da attuare con le modalità indicate nel decreto previsto dall'articolo 10, comma 5 della Legge 26 ottobre 1995 n. 447.

Si riportano di seguito le tabelle 1 e 2 dell'allegato 1 del D.P.R. in oggetto, le quali fissano le fasce territoriali di pertinenza acustica per le strade esistenti e per quelle di nuova realizzazione, nonché definiscono i limiti di immissione dovuti all'esercizio delle infrastrutture viarie.

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 1
(STRADE DI NUOVA REALIZZAZIONE)

Tabella 2
 (STRADE ESISTENTI E ASSIMILABILI)
 (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (Secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			85	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (Tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	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

6.1.5. DPR 18/11/98 - Regolamento attuativo rumore ferroviario

Il presente decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture ferroviarie e delle linee metropolitane.

Le disposizioni di cui al presente decreto si applicano:

- Alle infrastrutture esistenti, alle loro varianti ed alle nuove linee in affiancamento a linee esistenti,
- Alle infrastrutture di nuova realizzazione

A partire dalla mezzera dei binari esterni e per ciascun lato, sono fissate fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture ferroviarie della larghezza di:

- m. 250 per le infrastrutture di cui all'art. 1, comma 2, lettera a) e per le infrastrutture di nuova realizzazione di cui all'art. 1, comma 2, lettera b) con velocità di progetto non superiore a 200 km/h. Tale fascia viene suddivisa in due parti, la prima, più vicina all'infrastruttura ferroviaria, della larghezza di 100 m, 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 carattere ambientale, si evidenzia 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.

6.1.6. 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

Al fine di acquisire informazioni sul clima acustico attuale è stata effettuata un'apposita campagna di indagini sperimentali presso sei 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 cinque 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 è stata installata una postazione fonometrica e ne sono stati rilevati i parametri acustici descrittivi.

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.

I rilievi acustici hanno una doppia finalità:

- taratura del modello previsionale
- definizione dei livelli acustici ante operam

Le postazioni di misura individuate all'interno delle tratte in indagine sono le seguenti:

Postazione	Durata	Lotto	Ubicazione
P1	24 ore	6A	Via Enrico Berlinguer, 6 - Tarquinia (VT)
P2	7 gg.	6A	Loc. Scortigatti – Tarquinia (VT)
P3	24 ore	6A	Via Aurelia, loc. Pantano – Tarquinia (VT)
P4	24 ore	6B	Via Aurelia, 105/110 – Montalto di Castro (VT)
P5	24 ore	6B	Via Aurelia Km.111 co. Hotel Vulci - Montalto di Castro (VT)
P6	24 ore	6B	Via delle Azalee, 10 - Montalto di Castro (VT)

I rilievi sono stati effettuati nei giorni 16÷19 dicembre 2009 (postazioni giornaliere) e nella terza settimana di gennaio 2010 (postazione settimanale).

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 3 - *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 oggetto d'indagine, in cui è previsto l'adeguamento in sede dell'infrastruttura autostradale esistente, sono stati considerati i limiti di:

- 50 dB(A) Leq per il periodo diurno e 40 dB(A) Leq per il periodo notturno, per scuole, ospedali, case di cura e case di riposo; per le scuole vale solo il limite diurno;
- 70 dB(A) Leq per il periodo diurno e 60 dB(A) Leq per il periodo notturno, per gli altri ricettori all'interno della fascia A (da 0 m a 100 m dal ciglio);
- **65 dB(A) Leq per il periodo diurno e 55 dB(A) Leq per il periodo notturno, per gli altri ricettori all'interno della fascia B (da 100 m a 250 m dal ciglio).**

Qualora tali valori e, al di fuori della fascia di pertinenza, i valori limite di immissione (vedi tab 1.5) del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti interni, a finestre chiuse:

- 35 dB(A), Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- 40 dB(A), Leq notturno per tutti gli altri ricettori;
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

È importante sottolineare che i suddetti valori valgono esclusivamente nel caso in cui l'autostrada sia l'unica o la preponderante causa di inquinamento acustico. Nel caso in cui siano invece presenti altre sorgenti di rumore (ad esempio strade statali, provinciali, linee ferroviarie, ecc), occorre valutare se sussistono le condizioni per cui si applica il criterio di *concorsualità* riportato nel D.M.A. 29/11/2000.

In questo caso i limiti ammissibili variano in funzione del numero di sorgenti presenti ed in ragione dell'inquinamento causato da ciascuna sorgente, ed occorre quindi procedere ad un'attenta revisione degli obiettivi da raggiungere.

Di seguito viene riportata la metodologia operativa per considerare la concorsualità di altre infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie sui limiti di fascia autostradale e, al di fuori delle fasce di pertinenza, sui limiti massimi di immissione indicati dalla classificazione acustica comunale (o dai PRG se non è stata a tutt'oggi adottata una zonizzazione Comunale).

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 può interessare:

- Il territorio esterno alla fascia di pertinenza dell'infrastruttura principale oggetto dello studio, ossia gli ambiti che ricadono in classificazione acustica comunale.
- Il territorio compreso nelle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale.

FASE 1 – Identificazione di significatività della sorgente concorsuale

Se il ricettore è compreso all'interno di un'area di concorsualità, è in primo luogo necessario verificare la significatività della sorgente concorsuale. La sorgente concorsuale non è significativa, e può essere pertanto trascurata, se sussistono le seguenti due condizioni:

- a) i valori della rumorosità causata dalla sorgente secondaria sono inferiori al limite di soglia, L_S , dato dalla relazione $L_S = L_{zona} - 10 \log_{10}(n-1)$, dove n è il numero totale di sorgenti presenti;
- b) la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria è superiore a 10 dB(A).

La significatività, al fine non introdurre ulteriori problematiche interpretative rispetto alle quali il quadro normativo attuale è carente, viene verificata nel periodo notturno, a meno degli edifici con condizioni di fruizione tipicamente diurna (edifici scolastici).

Operativamente i passi da seguire sono:

1. definizione dei punti di verifica acustica considerando la sorgente principale (facciate più esposte);
2. simulazione dei livelli sonori per lo scenario attuale, previa taratura del modello di calcolo, indotti dalla sorgente principale (S.S.1). Si esaminano i punti di calcolo al 2° piano fuori terra dei ricettori per gli edifici residenziali a 2 o più piani, a 1.5 m dal piano campagna nel caso di edifici a 1 piano;
3. previsione di impatto della sorgente concorsuale. Si terrà conto delle infrastrutture stradali primarie considerate nello studio del traffico e della linea ferroviaria Roma-Pisa. Per le infrastrutture stradali concorsuali verrà utilizzato il TGM relativo allo scenario attuale;
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 può essere applicato a ricettori presenti sia all'interno sia all'esterno della fascia dell'infrastruttura principale. Nel caso di ricettori fuori fascia dell'infrastruttura principale occorre tener presente che non devono essere considerate eventuali infrastrutture rispetto alle quali il ricettore ricade all'interno delle rispettive fasce di pertinenza. Tale assunzione deriva da quanto riportato nell'Art. 3 del DPCM 14.11.1997 in cui si dice che "per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, [...] i limiti di cui alla tabella C allegata al presente decreto non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate nei relativi decreti attuativi. All'esterno di tali fasce dette sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione".

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 o il limite massimo di immissione di classificazione acustica comunale (con la precisazione indicata in fase 1).
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 (o di classificazione acustica) 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).
4. 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 tale che dalla somma dei due livelli di soglia si pervenga al valore massimo delle fasce sovrapposte.
In presenza di due sorgenti, i limiti applicabili saranno ridotti di una quantità ΔL_{eq} ottenuta in modo da soddisfare la seguente equazione:

$$10 \log_{10} [10^{(L_1 - \Delta L_{eq})/10} + 10^{(L_2 - \Delta L_{eq})/10}] = \max(L_1, L_2)$$

con L_1 ed L_2 pari ai limiti propri delle due infrastrutture considerate singolarmente. Risolvendo l'equazione rispetto a ΔL_{eq} , si ottiene per il periodo diurno in Fascia A, 68.8 dBA e, in Fascia B, 63.8 dBA.

5. Nel caso in cui la concorsualità interviene al di fuori delle fasce di pertinenza delle singole infrastrutture, si presuppone un contributo paritetico delle sorgenti concorsuali (nel caso ad esempio

di due sorgenti si tolgono 3 dBA). Da notare a tal riguardo che gli studi acustici esaminano i ricettori residenziali presenti in prossimità del limite di Fascia B e che solo in presenza di ricettori sensibili il campo di studio viene esteso a 1000 m.

Le elaborazioni dell'applicazione della metodologia della verifica della concorsualità (fase 1), sopra esposta, sono riportate nell'Allegato 3 – *Simulazioni acustiche e Verifica di concorsualità*.

Si è proceduto nella seguente maniera.

Si sono individuate per ciascun ricettore le infrastrutture di trasporto potenzialmente concorsuali (N).

Si è effettuata la verifica della condizione b e 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)).

Per i restanti ricettori, per potere escludere la significatività della concorsualità, si è verificata la condizione (livello della sorgente avente minima immissione 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.

Infine, nel caso di ricettori fuori fascia dell'infrastruttura autostradale occorre tener presente che non devono essere considerate eventuali infrastrutture rispetto alle quali il ricettore ricade all'interno delle rispettive fasce di pertinenza (campitura in verde).

Determinate le sorgenti concorsuali, si è calcolata la riduzione da applicare al limite di zona dell'infrastruttura autostradale tramite la metodologia (fase 2), applicata nell'allegato 2.

Il raggiungimento degli obiettivi di mitigazione acustica è stato perseguito utilizzando in modo integrato le seguenti modalità di insonorizzazione:

- a. *interventi sulla sorgente, tramite pavimentazioni drenanti – fonoassorbenti di tipo tradizionale, estese a tutta la tratta oggetto di ampliamento;*
- b. interventi sulle vie di propagazione, tramite barriere antirumore.
- c. interventi diretti sui ricettori, tramite doppi vetri/finestre antirumore/doppi infissi su tutti i ricettori non protetti dagli interventi di tipo b.

Nel presente studio si sono considerate come sorgenti sonore primarie, oltre la S.S.1 Aurelia, le seguenti infrastrutture.

- Via Aurelia Vecchia – Montalto di Castro
- S.S.312 (Strada della Stazione – Via Castrense) - Montalto di Castro
- Linea FFSS Roma-Pisa - Montalto di Castro

6.4 Analisi previsionale

6.4.1 Scelta del modello di simulazione

Per definire puntualmente i valori di clima acustico su tutti i ricettori nella situazione attuale e futura è necessario effettuare delle simulazioni.

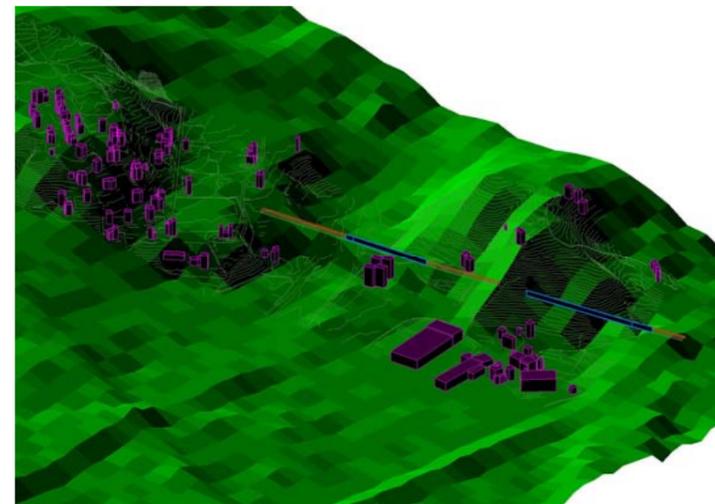
Il modello prescelto per questo tipo di analisi è il modello di simulazione MITHRA, basato sulla esperienza francese il quale, oltre ad una valutazione esatta del fenomeno in forma tabellare, permette una visione tridimensionale della simulazione caratterizzata da una scala cromatica associata ai livelli di rumore.

Con questo software di simulazione è possibile evidenziare su tutti i ricettori considerati l'andamento dei livelli sonori (sia di giorno che di notte) su tutta la facciata dell'edificio per la situazione futura; in particolare, la caratterizzazione di tutti i ricettori in quest'ultimo contesto costituisce la base di progettazione per sviluppare le eventuali ipotesi di interventi antirumore.

Si sottolinea, inoltre, che il modello di simulazione viene tarato inserendo come dati di input quelli caratteristici del periodo di misurazione e verificando l'attendibilità a meno ± 2 dB(A) dei risultati ottenuti.

Il modello MITHRA

Il Mithra è un modello previsionale progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno. Fattori come la disposizione e forma degli edifici, la topografia del sito, le barriere anti rumore, il tipo di terreno, sono presi in considerazione. Scegliendo il modulo appropriato, MITHRA permette di essere utilizzato per studiare il fenomeno acustico generato da rumore stradale, ferroviario, industriale.



Il modello di simulazione MITHRA è stato elaborato da parte del CSTB (Centre for the Science and Technology of Buildings) di Grenoble, ed è stato utilizzato in numerose applicazioni a partire dalla fine degli anni '80 sia per gli studi di impatto ambientale sia per i progetti di barriere acustiche. Il software del modello è stato sviluppato in accordo alle ultime indicazioni degli standard ISO 9613-2.

MITHRA consente di determinare la propagazione acustica in campo esterno prendendo in considerazione numerosi parametri e fattori legati:

- alla topografia dell'area di indagine;
- alle caratteristiche fonoassorbenti e/o fonoriflettenti del terreno;
- alla tipologia costruttiva del tracciato stradale o ferroviario;
- alla presenza di eventuali ostacoli schermanti;
- alle caratteristiche acustiche della sorgente;
- al numero dei raggi sonori;
- alla distanza di propagazione;
- al numero di riflessioni;
- all'angolo di emissione dei raggi acustici;
- alla dimensione ed alla tipologia delle barriere antirumore.

Il Mithra utilizza un algoritmo veloce per la ricerca dei percorsi acustici tra le sorgenti di rumore e i ricettori in un sito complesso, che permette la riduzione di queste difficoltà. Questo algoritmo usa un certo numero di ipotesi semplificatrici permettendo l'uso di un modello a raggi seguendo un metodo inverso di tracciamento dai ricettori.

I percorsi sono rappresentati da raggi che sono diretti, diffratti, riflessi (dal terreno o da facciate verticali) o una combinazione degli ultimi due. Non essendoci limiti nell'ordine di riflessioni e diffrazioni, l'algoritmo si adatta bene sia in configurazioni "chiuse" come il centro di una grande città con una forte densità costruttiva che in configurazioni "aperte" come le zone extraurbane o le regioni montagnose, dove assume importanza nella propagazione del suono l'influenza dell'effetto suolo.

Nel Mithra sono stati implementati tre metodi di calcolo di propagazione acustica tra la sorgente e il ricettore:

- 1) CSTB.92 metodo sviluppato dal CSTB
- 2) ISO9613 metodo derivato dalla ISO9613-2 standard
- 3) NMBP96 metodo sviluppato da un gruppo di lavoro costituito dai seguenti laboratori: CERTU, CSTB, LCPC, SETRA, in accordo con il decreto del 5 maggio 1996 relativo alla previsione del rumore da traffico stradale.

Gli ultimi due metodi permettono di prendere in considerazione le condizioni meteorologiche di un sito, nella previsione di un indicatore come un livello equivalente a lungo termine (un anno o più).

Gli algoritmi di ricerca per il percorso di propagazione acustica tra sorgente e ricettore sono basati su tre ipotesi essenziali:

- Il tipo di configurazione urbana, la maggior parte delle superfici riflettenti sono verticali (eccetto il terreno);
- Le sorgenti di rumore possono essere schematizzate in elementi lineari
- La potenza acustica è definita per unità di lunghezza.

La prima ipotesi permette di considerare il problema della ricerca dei raggi in due dimensioni. Se la seconda ipotesi è verificata, è possibile lanciare i raggi dal ricettore. La terza ipotesi risolve uno dei problemi legati all'uso di un metodo a raggi dovuto al fatto che l'obiettivo da raggiungere non è un punto ma l'elemento di una linea. Il metodo è una generalizzazione del classico metodo da "manuale" dove si considera l'infrastruttura stradale vista dal ricettore sotto un certo angolo.

Inizialmente, sono lanciati N raggi dal ricettore in tutte le direzioni nel piano orizzontale.

Ogni raggio è l'asse di un settore angolare $d\sigma$. La traiettoria del raggio è definita da una successione di impatti. Ogni impatto è l'intersezione di un raggio con un segmento che definisce il sito. A questo step il vero percorso di propagazione potrebbe non essere stato identificato. E' comunque necessario considerare tutte le possibilità che sono:

Il raggio passa sopra alcuni ostacoli (con o senza diffrazione), per esempio il raggio taglia il corrispondente segmento di sito;

Il raggio è riflesso da un muro verticale, per esempio il raggio è riflesso specularmente dal segmento.

In questo modo, da un raggio lanciato, più possibili percorsi possono essere generati ogni volta che il raggio incontra un segmento rappresentante un muro verticale. La generazione delle diramazioni è stoppata per i raggi che raggiungono i limiti di sito o quando la distanza coperta è più grande di un limite fissato dall'utente.

La generazione delle diramazioni è molto veloce poichè:

- 1) da una parte origina pochi calcoli;
- 2) dall'altra, può essere limitata da test logici.

Il secondo step permette l'identificazione del percorso di propagazione nello spazio tridimensionale. Per ogni traiettoria nel piano orizzontale, viene definita una sezione verticale che interessa il terreno e gli ostacoli considerando l'altitudine dei segmenti che sono stati impattati. Vengono considerate solo le sezioni corrispondenti a percorsi fisicamente possibili e vengono abbandonati i raggi che non tagliano il segmento di sorgente. Il metodo di ricerca si adatta bene al computo. E' molto veloce perchè solo i percorsi fisicamente possibili vengono calcolati, mentre gli altri vengono eliminati con test logici.

Attraverso tale software di simulazione, quindi, sarà possibile sia evidenziare su tutti i ricettori considerati l'andamento dei livelli sonori (sia di giorno che di notte) per tutti i piani dell'edificio, sia realizzare mappe acustiche ai sensi del DMA 29/11/00.

6.4.2 Input e taratura del modello di simulazione

Per la taratura del modello saranno eseguite come detto delle indagini fonometriche specifiche in base al DMA 16.03.98.

Tale taratura consisterà in:

- Scelta degli algoritmi di calcolo e dei parametri di input (assorbimento terreno, numero riflessioni, ecc..) in base ai risultati dei rilievi fonometrici in tutte le postazioni.

Nel nostro caso, dei tre metodi di calcolo riportati nel paragrafo precedente, è risultato più aderente alla tratta in oggetto il metodo ISO 9613-2.

Vengono di seguito riportati, i dati di input utilizzati nelle simulazioni con il modello MITHRA.

Tabella 4.1 – Dati di input di MITHRA

- caratteristiche terreno (Terreno): $\sigma = 300$
- angolo in cui la linea viene vista dal ricettore (Angolo): $\theta = 360^\circ$
- massima distanza percorsa dal raggio sonoro prima di essere trascurato come contributo sonoro (Distanza): 2000 m.
- numero delle riflessioni (Riflessioni): 5
- numero dei raggi (Raggi): 80
- caratteristiche diffrattive degli ostacoli (Diffrazione): Si
- condizioni meteo favorevoli alla propagazione del suono su base annuale: 30 %
- temperatura: 16° C
- umidità: 73 %

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 ALL'ATTUALITÀ (ANNO 2009) SU BASE ANNUALE

Tratta S.S.1 Aurelia	TGM	TGM Leggeri	TGM Pesanti	Velocità (Km/h)
Tarquinia Nord - Montalto di Castro	21.209	18.277	2.932	70
Montalto di Castro - Pescia Romana	16.840	14.317	2.523	70
Pescia Romana - Capalbio Sud	16.840	14.317	2.523	80

Strada	TGM	TGM Leggeri	TGM Pesanti	Velocità (Km/h)
Via Aurelia Vecchia – Montalto di Castro	3.768	3.730	38	40
S.S.312 (Strada della Stazione) - Montalto di Castro	5.472	5.198	274	40
S.S.312 (Via Castrense) - Montalto di Castro	3.624	3.515	109	40

Il traffico notturno è stato assunto pari al 10% di quello totale. Di seguito si riportano anche i traffici dei convogli ferroviari transitanti sulle linea che contribuisce alla caratterizzazione del clima acustico delle aree investigate per lo studio.

Linea ROMA - PISA				
treni		tipo	composizione carrozze	V _m (Km/h)
Giorno	notte			
24	6	REG	12	90
11	1	ES	14	90
8	4	IC	13	90
2	12	EXP	9	90
49	14	Merci	25	70

TRAFFICO GIORNALIERO MEDIO POST OPERAM (ANNO 2026) SU BASE ANNUALE

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Tratta	TGM	TGM Leggeri	TGM Pesanti	Velocità (Km/h)
Tarquinia - Montalto di Castro	29.632	25.187	4.445	115
Montalto di Castro - Capalbio	23.183	19.706	3.477	115

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 *Monitoraggio Allegato 3*).

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

Punto	Lotto	Leq Diurno misurato dB(A)	Leq Diurno calcolato dB(A)	Δ Leq D dB(A)	Leq Notturno misurato dB(A)	Leq Notturno calcolato dB(A)	Δ Leq N dB(A)
P1	6A	59,5	63,3	+3,8	53,4	56,8	+3,4
P2	6A	57,8	58,1	+0,3	51,4	51,8	+0,4
P3	6A	62,8	62,6	-0,2	55,7	56,1	+0,4
P4	6B	59,4	60,1	+0,7	52,5	53,5	+1,0
P5	6B	65,4	64,9	-0,5	57,8	58,4	+0,6
P6	6B	52,3	55,0	+2,7	46,1	48,3	+2,2

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 1,8 dB(A)). Si precisa che per la taratura del software sono stati presi in considerazione i flussi di traffico relativi al periodo delle misure (periodo invernale).

Come evidenziato dalla tabella, i livelli sonori simulati risultano conservativi (il modello sovrastima). Pertanto, si può ritenere che i livelli sonori stimati corrispondano ai livelli attesi nel periodo estivo (giugno-agosto), caratterizzato da flussi di traffico più intensi (circa +35% rispetto alla media annuale).

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'Allegato 4 – SUA800 “*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 SUA336_SUA340 “*Carta dei ricettori e degli interventi di mitigazione*” (Tav. 1+5 - 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 1,5 Km dal ciglio autostradale.

Nell'Allegato 5 – SUA900 “*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.

Gli scenari sono:

- situazione attuale (anno 2009)
- scenario progettuale (anno 2026), in cui è prevista la stesura di pavimentazione drenante fonoassorbente;
- scenario post mitigazione (anno 2026), in cui sono previste la stesura di pavimentazione drenante fonoassorbente e l'installazione di barriere antirumore.

6.4.3 Metodo di dimensionamento degli interventi di mitigazione

Una volta effettuata la taratura del modello si sono dimensionati gli interventi di mitigazione attraverso lo svolgimento delle seguenti fasi:

- attribuzione delle destinazioni d'uso e delle altezze degli edifici sulla base del censimento e delle poligonali quote tetto date dalla cartografia 3D;
- modellazione tridimensionale per mezzo del programma AUTOCAD della geometria della linea, dei punti ricettori, degli ostacoli naturali/antropici alla propagazione del rumore;

- attribuzione dei livelli equivalenti massimi diurni/notturni da rispettare in corrispondenza di ciascun punto ricettore, previa verifica di concorsualità;
- attribuzione di un fattore di attenuazione acustica dei serramenti attuali dei ricettori;
- simulazione con il programma MITHRA dell'impatto acustico diurno e notturno in corrispondenza dei punti ricettori;
- calcolo dei livelli equivalenti di impatto in ambiente interno sulla base dell'attenuazione acustica dei serramenti attuali;
- verifica del rispetto dei livelli equivalenti massimi diurni/notturni in ambiente esterno ed eventualmente in ambiente interno;
- progetto di massima delle protezioni acustiche sulla infrastruttura autostradale necessarie per il rispetto degli obiettivi di mitigazione;
- simulazione con il programma MITRHA 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 fonoassorbenti), lungo le vie di propagazione (barriere antirumore) e talvolta, nel caso di edifici singoli, o per i piani più alti di alcune abitazioni, anche interventi diretti sul ricettore (finestre antirumore); nel corso del presente studio si è applicato il criterio generale di abbattere le eccedenze tramite utilizzo di barriere fonoassorbenti, senza ricorrere alla sostituzione di infissi con finestre antirumore.

Nelle simulazioni acustiche sono evidenziati in rosso tutti i ricettori (per ciascun piano) per i quali i limiti esterni vengono superati, per ciascuno scenario considerato: mediante il numero identificativo dell'edificio è agevole rintracciarne l'ubicazione sulle tavole cartografiche.

6.5 La mitigazione degli impatti prodotti

Un metodo per ridurre il rumore indotto dal traffico stradale è quello di frapporre tra la fonte del rumore (in questo caso il corpo della infrastruttura) ed i ricettori un ostacolo efficace alla propagazione del suono. Tale ostacolo è costituito da una barriera con idonee caratteristiche di isolamento acustico, e dimensioni tali da produrre l'abbattimento di rumore necessario nell'area da proteggere.

La barriera costituisce un ostacolo alla propagazione dell'energia sonora emessa dal transito dei veicoli. Le onde vengono quasi totalmente riflesse verso la sorgente stessa. Una parte dell'energia sonora riesce però a "scavalcare" la barriera (energia diffratta) oppure ad attraversarla se l'isolamento del materiale non è adeguato (energia diretta).

L'aliquota dell'energia sonora che scavalca la barriera, o che passa ai lati della barriera stessa, è funzione della geometria (altezza, distanza dalla sorgente, distanza dal punto di ricezione, lunghezza e spessore della barriera) mentre è indipendente dalle caratteristiche acustiche di isolamento della barriera stessa.

Anche l'aliquota di energia sonora che attraversa la barriera e quella riflessa sono calcolabili, note le caratteristiche di isolamento acustico dei pannelli.

E' possibile individuare in commercio diversi tipi di barriere artificiali diversificate in base ai materiali utilizzati ed al comportamento acustico prevalente. Possono essere quindi individuati due tipi di pannelli:

- barriere fonoassorbenti
- barriere fonoisolanti

Con tali termini viene indicato il comportamento acustico "prevalente" del pannello perché la funzione di smorzamento e riflessione dell'onda sonora è contemporaneamente presente, anche se in rapporto diverso, in tutte le barriere artificiali.

Le barriere fonoisolanti sono quindi quelle il cui comportamento prevalente è quello di riflettere l'onda sonora incidente.

Le barriere fonoassorbenti riflettono invece solo una parte dell'onda sonora incidente mentre smorzano parte dell'energia.

Per aumentare l'efficacia delle barriere si può installare sulla sommità della barriera stessa un dispositivo riduttore di rumore, cilindrico, realizzato in lamiera di alluminio e materiale fonoassorbente. Tale dispositivo introduce un incremento dell'efficacia dello schermo variabile in funzione del percorso acustico.

Un metodo alternativo, o complementare, per ridurre il rumore indotto dal traffico stradale, se gli abbattimenti richiesti sono dell'ordine di 3 dB(A), è individuabile nell'utilizzo di pavimentazioni drenanti fonoassorbenti che attenuano il rumore di rotolamento.

Un ulteriore intervento, in corrispondenza di ricettori isolati o per i piani più alti di alcune abitazioni, consiste 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), permette 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 Dimensionamento di massima degli interventi di mitigazione

La presenza di un ostacolo limita e/o modifica la propagazione delle onde sonore producendo un'attenuazione dei livelli sonori funzione della posizione del punto ricettore e delle dimensioni dell'ostacolo rispetto alla lunghezza d'onda del suono emesso.

Al variare delle dimensioni si potrà infatti avere la riflessione o la rifrazione dell'onda. Ci si trova in presenza della riflessione quando la lunghezza d'onda è molto più piccola della minore dimensione dell'ostacolo. In questo caso è possibile applicare le note leggi che regolano la riflessione stessa, cioè il raggio riflesso si trova nello stesso piano del raggio incidente e l'angolo di riflessione è uguale all'angolo di incidenza. In questo caso quindi, idealmente, il suono non oltrepassa l'ostacolo e quindi l'attenuazione è totale.

Quando la lunghezza d'onda è comparabile con le dimensioni dell'ostacolo ci si troverà invece in presenza di rifrazione. In questo caso l'onda è in grado di superare l'ostacolo e dietro a quest'ultimo si viene a formare una zona d'ombra che dipende dalle dimensioni dell'ostacolo stesso.

L'effetto di uno schermo naturale (irregolarità del terreno) o artificiale (muri, filari di case e barriere all'uopo inserite) è quindi sempre limitato a causa della diffrazione, ed in special modo per i suoni a bassa frequenza (che spesso sono i più fastidiosi) e quindi con grandi lunghezze d'onda.

Il dimensionamento delle barriere artificiali è stato effettuato con l'ausilio del programma di simulazione MITHRA (metodo ISO 9613-2) 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
- barriera h=6 m: pannelli in alluminio 4m – PMMA 2m

Gli interventi sono riportati sulle tavole *Carta dei ricettori e degli interventi di mitigazione* (Tav. 1+5 - scala 1:5.000) e sono riassunti nella tabella seguente in cui vengono riportate le seguenti informazioni:

- carreggiata;
- ubicazione della barriera (progressive chilometriche);
- altezza (H) della barriera;
- lunghezza (L) della barriera;
- superficie della barriera.

Tabella 6.1 – Localizzazione barriere antirumore

CARREGGIATA	PROG. INIZIO	PROG. FINE	L (m)	H (m)	SUPERFICIE (mq)
dir. Sud	0+220	0+310	90	3	270
dir. Sud	0+670	0+750	80	3	240
dir. Sud	0+985	1+075	90	3	270
dir. Sud	3+540	3+630	90	3	270
dir. Sud	3+830 (*)	3+900	100	4	400
dir. Sud	4+225	4+315	90	3	270
dir. Sud	13+735	13+860	120	3	360
dir. Nord	13+835	13+915	80	4	320
dir. Nord	14+035	14+115	80	6	480
dir. Nord	16+280	16+355	75	3	225
dir. Nord	17+200	17+350	150	3	450
dir. Nord	20+990	21+090	100	3	300
Totale					3.855

(*) innesto Strada Querciabella

Le barriere antirumore previste sono fonoassorbenti in alluminio, per garantire la migliore efficacia acustica. Negli elaborati grafici SUA341–SUA342 *Opere di protezione acustica – Tavole tipologiche* sono graficamente descritte le tipologie delle barriere predisposte.

La definizione delle proprietà fonoassorbenti della barriera, si basa sulle 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 consigliabile nei casi in cui l'altezza della barriera sia maggiore di 1/10 della larghezza della strada da schermare, in quanto è utile per evitare:

- l'aumento di rumorosità per abitazioni poste dallo stesso lato della sorgente;
- una riduzione dell'efficacia schermante totale;

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

- un aumento della rumorosità per gli occupanti delle autovetture (effetto tunnel).

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

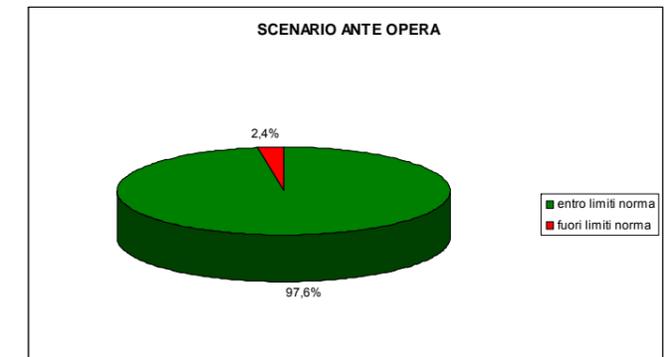
Per quanto riguarda il fonoisolamento i pannelli in alluminio dovranno avere indici di valutazione minimi R_w pari a 36 dB (UNI EN 1793-2, Categoria B3).

I pannelli in materiale trasparente sono in PMMA estruso, con indici di valutazione minimi pari a 29 dB (UNI EN 1793-2, Categoria B3).

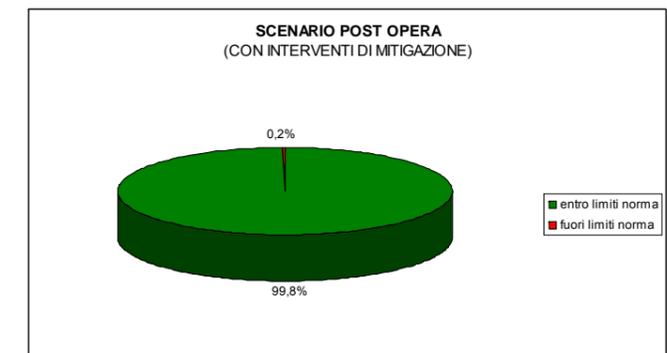
6.7 Considerazioni sul clima acustico

Il clima acustico relativo allo scenario post operam rimane sostanzialmente invariato rispetto a quello attuale in quanto, a fronte di un incremento dal 2009 al 2026 dei flussi di traffico e delle velocità degli automezzi, la pavimentazione fonoassorbente permette un abbattimento quantificabile in circa 3 dB(A) dei livelli sonori. Le barriere antirumore proposte inoltre permettono di mitigare completamente le sporadiche eccedenze riscontrate in corrispondenza dei ricettori all'interno della fascia di pertinenza acustica, come testimoniato dalle simulazioni riportate in Allegato 3. 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, ricettivi, scolastici, per lo sport ed il tempo libero, residenze militari. Non sono presenti nel lotto strutture ospedaliere. Il periodo di riferimento è quello notturno, in quanto i limiti sono più restrittivi. Non si rilevano eccedenze per il periodo diurno.

Scenario ante opera – periodo notturno	
n° ricettori	463
entro limiti norma	452
fuori limiti norma	11



Scenario post opera – periodo notturno (con interventi mitigazione)	
n° ricettori	463
entro limiti norma	462
fuori limiti norma	1



Concludendo, nello scenario progettuale, sono ovunque rispettati i limiti normativi entro la fascia di pertinenza acustica (250 metri dal ciglio). Anche oltre tale fascia, sono rispettati i limiti dettati dalla zonizzazione acustica dei Comuni interessati (Tarquinia, Montalto di Castro – vedi elaborati grafici SUA331_SUA335 – “Zonizzazione acustica”, tav 1÷5 – scala 1:5000), con un’unica eccezione: lievi eccedenze notturne in facciata pari a circa 1 dB(A) si riscontrano per il piano alto del ricettore di classe II a ridosso della fascia di pertinenza all’altezza della progressiva 12+100 lato est (R453).

In ogni caso, per tale ricettore, vengono comunque ampiamente garantiti i limiti interni, con livelli sonori che si attestano sui 31dB(A).

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 inferiore ai limiti di norma); basta provvedere alla normale manutenzione. Pertanto non verrà analizzata la componente in fase di esercizio.

Lo studio descritto nella presente sezione ha per scopo l'illustrazione dei metodi adottati per la previsione dei livelli vibrazionali indotti durante la fase di costruzione delle opere. Tali livelli vengono confrontati con i limiti di normativa per ciò che riguarda l'effetto delle vibrazioni sugli individui e sulle strutture.

Il metodo previsionale dei livelli di vibrazione ha impiegato congiuntamente misure sperimentali e simulazioni numeriche. A partire dagli spettri di emissione dei principali macchinari di cantiere sono state eseguite delle simulazioni numeriche volte a definire l'effetto di tali macchinari in corrispondenza di ricettori (persone o edifici) posti nell'intorno del cantiere.

7.2 Normativa di riferimento

ISO 2631, Mechanical vibration and shock evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 1: General requirements, 1997.

ISO 2631, Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 2: Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz), 1989.

ISO 2631, Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 3: Evaluation of exposure to whole-body vibration in the frequency range 0.1 to 0.63 Hz, 1985.

ISO 4866, Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings, 1990.

ISO 4866, Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings, Amendment 1, Predicting natural frequencies and damping of buildings.

ISO 1683, Acoustics – Preferred reference quantities for acoustic levels, 1983.

UNI 9916, Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, 1990.

UNI 9614, Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo, 1990.

DIN 4150, Vibrations in building. Part 1: Principles, predetermination and measurement of the amplitude of oscillations, 1975.

DIN 4150, Vibrations in building. Part 2: Influence on persons in buildings, 1975.

DIN 4150, Vibrations in building. Part 3: Influence on constructions, 1975.

CEI 29-1 Misuratori di livello sonoro (conforme alla pubblicazione IEC 651), 1983.

7.3 Valutazione dell'impatto vibrazionale generato dalle attività di costruzione

7.3.1 Grandezze e convenzioni adottate

La grandezza primaria per la valutazione degli effetti delle vibrazioni sulle persone è il livello di accelerazione espresso in dB come:

$$L = 20 \cdot \text{Log}_{10} \frac{a}{a_0}$$

dove $a = \left[\frac{1}{T} \int_0^T [a(t)]^2 dt \right]^{0.5}$ è il valore RMS (*Root-Mean-Square*) dell'accelerazione e a_0 è il valore dell'accelerazione di riferimento, pari a 10^{-6} m/s² (ISO1683).

Gli spettri di vibrazione, nel campo di frequenze da 1 a 80 Hz, vengono rappresentati per terzi di ottava, con i valori centrali di ottava indicati nella seguente tabella:

Numero di banda di frequenza	Frequenza centrale [Hz]	Numero di banda di frequenza	Frequenza centrale [Hz]
0	1	10	10
1	1.25	11	12.5
2	1.6	12	16
3	2	13	20
4	2.5	14	25
5	3.15	15	31.5
6	4	16	40
7	5	17	50
8	6.3	18	63
9	8	19	80

L'attenuazione A del livello di vibrazione tra due punti A e B viene espressa come:

$$A = L_A - L_B$$

dove L_A e L_B sono rispettivamente i livelli di vibrazione, espressi in dB, valutati nei punti A e B. Attenuazioni negative si devono intendere come amplificazioni del segnale.

Al fine di valutare gli effetti delle vibrazioni sugli edifici, la grandezza utilizzata dalla normativa (DIN 4150, ISO 4866, UNI 9916) è invece la *velocità di picco*, definita in termini di spettro al variare della frequenza.

7.3.2 Metodo seguito per la valutazione dell'impatto vibrazionale

La valutazione dei livelli vibrazionali indotti ai ricettori dalle attività di cantiere richiede la definizione di:

- Una serie di scenari di cantiere rappresentativi delle lavorazioni più impattanti dal punto di vista vibrazionale e relativo inventario dei macchinari;
- Uno spettro di emissione di ciascun macchinario di cantiere rappresentativo della variazione in frequenza dell'accelerazione indotta nel terreno ad una distanza di riferimento (*problema sorgente*);
- Una funzione di trasferimento che esprima, al variare della frequenza, il rapporto tra l'ampiezza di vibrazione al piede del ricettore in condizioni di campo libero e l'ampiezza dello spettro di accelerazione alla sorgente per ciascun macchinario (*problema di propagazione*);
- Una legge di combinazione degli spettri di accelerazione indotti al ricettore in condizioni di campo libero dai macchinari presenti nei vari scenari di cantiere ipotizzati.

Un'ipotesi sulla presa in conto dell'effetto della struttura degli edifici sul campo vibratorio determinato in condizioni di campo libero.

7.3.3 Scenari di cantiere

In relazione alle attività di cantiere previste per la realizzazione dell'opera in esame, sono stati individuati tre scenari di cantiere maggiormente significativi per il loro impatto in termini di vibrazioni sull'ambiente circostante. Tali scenari corrispondono alla realizzazione delle seguenti attività:

- realizzazione rilevati
- realizzazione trincee

- realizzazione viadotti

Nella tabella 7.3.3.1 sono presentate le ipotesi prese a base delle elaborazioni.

Tabella 7.3.3.1: 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.

7.3.4 Spettri di emissione dei singoli macchinari

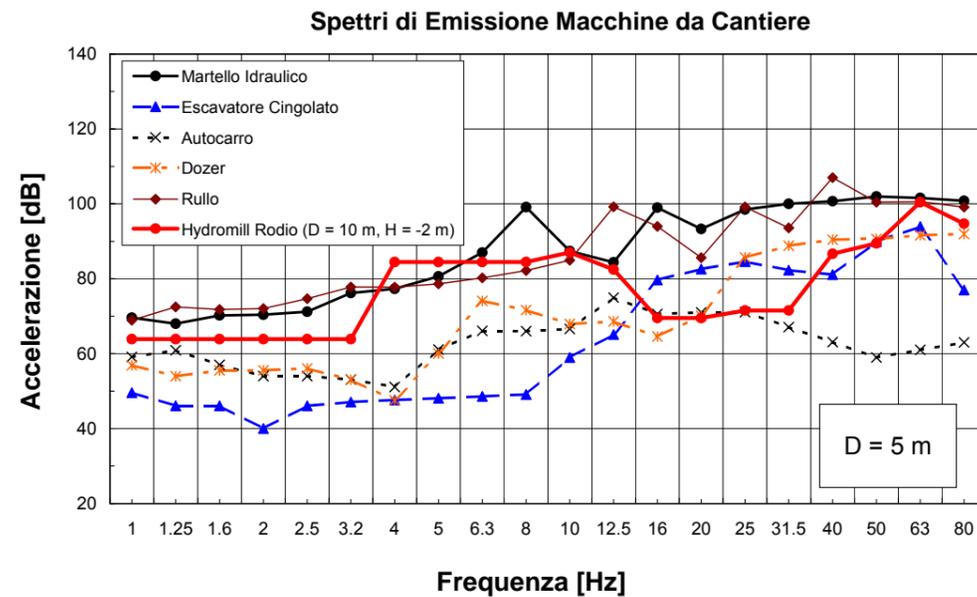
La valutazione dei livelli vibrazionali indotti ai ricettori dai macchinari, è stata condotta a partire dalla conoscenza degli spettri di emissione dei macchinari di cantiere rilevati sperimentalmente in studi analoghi. Tali spettri, misurati ad una distanza di 5m dalla sorgente vibratoria, sono stati riportati nella figura seguente.

Essi sono riferiti alla *componente verticale* dei seguenti macchinari:

- martello idraulico: Hitachi H50 (FH450LCH.3);
- escavatore cingolato: Fiat/Hitachi – Mod. FH 300 (in fase di scavo e carico autocarro);
- autocarro: Mercedes Benz 2629;
- dozer: Fiat/Hitachi – Mod. FD 175;

- rullo: Dynapac – FD 25
- Idrofresa: Rodio Hydromill

Figura 7.3.4.1: Spettri di sorgente sperimentali dei macchinari da cantiere, misurati a 5 m di distanza dalla sorgente



Come si evince dalla figura, il martello idraulico e il rullo compressore utilizzato nella realizzazione del rilevato, risultano i macchinari più impattanti dal punto di vista della propagazione di vibrazioni.

Per la palificatrice, impiegata per la realizzazione delle fondazioni delle pile dei viadotti, in mancanza di misure dirette, si è proceduto assimilando cautelativamente lo spettro di emissione a quello del martello idraulico.

Poiché gli spettri di sorgente sono noti solamente per quel che concerne la componente verticale, la componente orizzontale del campo di vibrazione è stata stimata assumendola, ad ogni frequenza, pari a 2/3 la componente verticale. Tale assunzione del rapporto tra le due componenti deriva dall'ipotesi di considerare il campo vibratorio costituito prevalentemente dalle onde di Rayleigh per le quali l'orbita descritta in superficie dalle particelle di terreno è un'ellisse retrograda il cui rapporto tra gli assi maggiore e minore è pari in un mezzo omogeneo a 1.5.

7.3.5 Caratterizzazione litologica del tracciato

In questo paragrafo, vengono illustrate le differenti litologie affioranti che si incontrano lungo l'asse del tracciato in progetto.

Il tracciato, nella sua parte iniziale si sviluppa nell'unità Qt, dapprima in facies Qt₍₁₎ (10 m di depositi fini alternati a sabbie marroni verdastre), passante inferiormente alla facies Qt₍₂₎ (5-10 m di sabbie e ghiaie costiere).

A partire dalla progr. km 1+200 il tetto del substrato si immerge oltre la profondità di terreno investigato. Sotto i depositi pleistocenici superficiali Qt₍₁₎ e Qt₍₂₎ si osservano depositi prevalentemente argillosi e limosi Qt₍₃₎.

La presenza dei depositi terrosi pleistocenici riconducibili al Qt è continua fino km 9+200, laddove si ha sovrapposizione di alcuni metri di depositi costituiti da piroclastiti rimaneggiate e/o primarie intercalate a livelli medio fini, di ambiente fluviale o lacustre.

Dal km 10+600 di progetto i depositi terrazzati degradano verso la valle del Fiora, portando in affioramento le unità sovrapposte riconducibili a Qt₍₁₎ e Qt₍₂₎.

Oltrepassata la valle del Fiora con un rapido salto morfologico, si attraversa una zona morfologicamente piuttosto piatta, estesa fino al km 16+700. In essa affiorano principalmente i depositi piroclastici che ricoprono i terreni ascrivibili a Qt₍₁₎ e Qt₍₂₎.

Tra il km 16+500 e il km 18+700 si attraversa la valle fluviale dell'Arrone, dove si intercettano le alluvioni attuali dell'Arrone, costituite da sedimenti variabili da granulari a fini, con spessori tutto sommato modesti: da 7 a 15 m circa.

Dal km 18+700, fino a fine lotto, le coperture superficiali prevalenti lungo tutto il tratto terminale sono costituite dai depositi pleistocenici di Casale Palombini (limi e sabbie rossastre associate a materiale vulcanico) e dai depositi ascrivibili al Qt₍₁₎ e Qt₍₂₎ (limoso sabbioso il primo, con abbondanza di materiale vulcanico, sabbioso quarzoso ocraceo il secondo).

7.3.6 Livelli di vibrazione risultanti ai ricettori

L'attenuazione di un campo vibrazionale con la distanza da una sorgente vibratoria, sia essa posta in superficie oppure all'interno di un mezzo, è principalmente funzione dell'effetto combinato di due fenomeni:

- *l'attenuazione geometrica*, legata al fenomeno di propagazione dell'energia vibratoria entro volumi di terreno crescenti con la distanza dalla sorgente. In un mezzo omogeneo essa è legata sia alla geometria della sorgente (puntuale, lineare, etc.), sia alle caratteristiche del dominio sede dei

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

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 seguente

Tipo di terreno	Densità [T/m3]	Velocità di propagazione [m/s]	Fattore di perdita η
Roccia compatta	2.65	3500	0.01
Sabbia, limo, ghiaia, loess	1.6	600	0.1
Argilla, terreni argillosi	1.7	1500	0.2÷0.5

L'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno viene calcolata con la formula:

$$A_t = 4,34 \cdot \Omega \cdot \eta \cdot x/c$$

dove:

x : distanza dalla macchina operatrice

Ω : frequenza [rad.s-1]

η : coeffic. di assorbimento del terreno (fattore di perdita)

$$c = \sqrt{E/d}$$

c : velocità di propagazione dell'onda longitudinale nel terreno

E: modulo elastico

d : densità del terreno

Attenuazione dovuta alle discontinuità del terreno

L'attenuazione dovuta alle discontinuità del terreno può essere considerata in modo semplificato ammettendo che l'onda di compressione si sposti dal suolo "a" al suolo "c" e che incida perpendicolarmente alla superficie di separazione dei due mezzi:

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

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 7.3.6.1 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 7.3.6.1: Accoppiamento terreno-fondazione

Edificio	FREQUENZA C.B. 1/3 OTTAVA [HZ]														
	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
Perdita di Accoppiamento [dB]															
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 7.3.6.2 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 7.3.6.2: Attenuazioni interpiano

Piano	SPETTRO DI ATTENUAZIONE PER PROPAGAZIONE DA PIANO A PIANO														
	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
1° ORIZZONTAMENT	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-	-	-
2° ORIZZONTAMENT	-4	-2	-2	-4	-5	-5	-5	-5.5	-6	-6	-6	-6	-	-	-
3° ORIZZONTAMENT	-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:

$$f_{propria} = cost \cdot \sqrt{r} \cdot \sqrt{(E/G) \cdot h/L^2}$$

Considerando dei solai classici in laterocemento, tipici delle tipologie costruttive presenti lungo il tracciato oggetto dello studio, si riportano in Tabella 7.3.6.3 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 7.3.6.3: Amplificazione solai

LUCE DEL SOLAIO	SPETTRO DI AMPLIFICAZIONE DEGLI ORIZZONTAMENTI (RE 10-6 M/S2)														
	[DB]														
	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
luce da 4 m	1	4.4	16.5	4	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
luce da 5 m	2.5	20	1.2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Il calcolo dei livelli vibrazionali ai ricettori risultanti dalle configurazioni dei macchinari da cantiere previsti dagli scenari analizzati è stato condotto mediante la procedura seguente: gli spettri delle

macchine da cantiere rilevati a 5 m di distanza sono stati assunti come spettri di sorgente. Per tali spettri è stata considerata un'attenuazione stabilita sulla base delle caratteristiche del substrato geologico interessato dal tracciato stradale.

I livelli vibrazionali a distanze crescenti dalla sorgente corrispondenti agli scenari analizzati sono dati dalla combinazione, frequenza per frequenza, degli spettri di vibrazione relativi alle singole macchine di cantiere. Come legge di combinazione degli spettri stata adottata la regola *SRSS* (*Square-Root-of-the-Sum-of-the-Squares*) che consiste nell'eseguire la radice quadrata della somma dei quadrati delle ordinate spettrali relative alle singole macchine.

Infine l'effetto delle strutture è stato stimato ipotizzando fondazioni senza pali e solai e luci standard.

7.3.7 Verifica rispetto ai valori di normativa

Al fine di valutare l'impatto vibrazionale sull'ambiente circostante conseguente alle attività di cantiere con la definizione di ricettore si intendono:

- la persona all'interno dell'edificio;
- l'edificio stesso.

Nella valutazione degli effetti di disturbo delle vibrazioni sulla persona la normativa di riferimento per la definizione dei livelli massimi ammissibili nelle diverse condizioni è la ISO 2631, recepita in modo sostanziale dalla UNI 9614, qui adottata (tabella 3).

I livelli massimi di vibrazione imposti per la limitazione del disturbo sulla persona sono più restrittivi di quelli relativi al danneggiamento degli edifici, riportati nella normativa UNI 9916 (derivata dalla ISO 4866).

7.3.8 Definizione del tipo di sorgente

Con riferimento alle vigenti normative, le attività di cantiere possono essere definite come *sorgenti di vibrazione intermittente*. Un ricettore adiacente all'area di cantiere è soggetto ad una serie di eventi di breve durata, separati da intervalli in cui la vibrazione ha una ampiezza significativamente più bassa (rumore di fondo).

7.3.9 Effetti delle vibrazioni sulle persone

La Normativa internazionale ISO2631, indicando come quantità primaria per la misura dell'ampiezza di vibrazione il valore R.M.S. (*Root-Mean-Square*) dell'accelerazione pesata in frequenza attraverso opportuni filtri, fissa i limiti di emissione di vibrazioni sull'individuo tramite curve base, definite nell'intervallo di frequenza da 1 a 80 Hz. Tali curve rappresentano i limiti delle ampiezze di vibrazione, considerando l'effetto sulla persona per quanto riguarda il comfort o in genere l'interferenza con le attività umane, in funzione della frequenza. A seconda del luogo in cui si trova l'individuo, della posizione dello stesso o del tipo di edificio, vengono assegnati opportuni moltiplicatori delle curve base riassunti nella Tabella 7.3.9.1. 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 7.3.9.1: 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 7.3.9.2.

Figura 7.3.9.2: attenuazione dei filtri di ponderazione per diverse posture dell'individuo (UNI 9614)

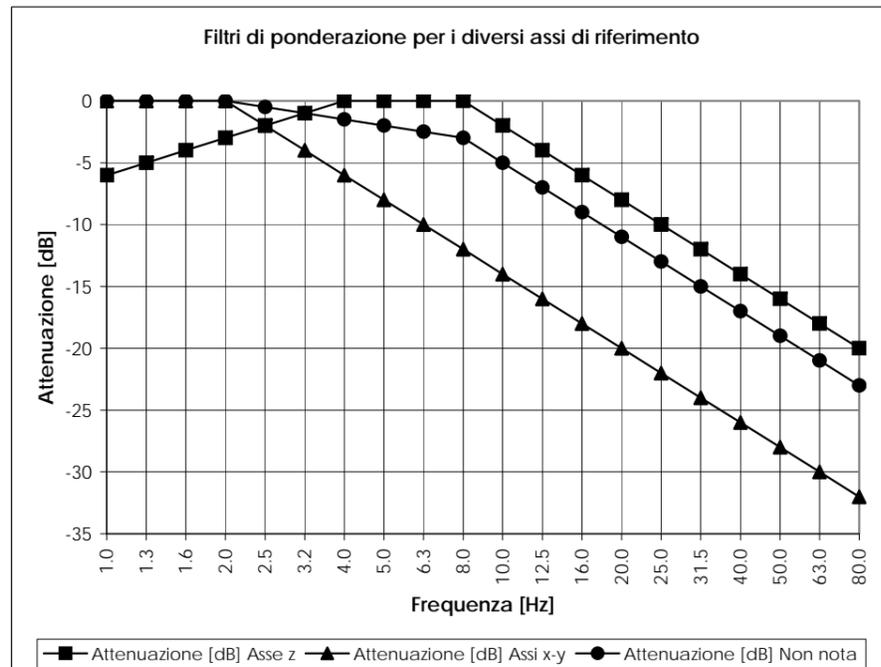


Tabella 7.3.9.3: Valori limite di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614)

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

7.3.10 Effetti delle vibrazioni sugli edifici

Il riferimento adottato per la verifica del livello di vibrazione indotto dalle attività di cantiere rispetto ai limiti di danneggiamento delle strutture, è al normativa UNI 9916. Tale normativa recepisce ed è in sostanziale accordo con la normativa internazionale ISO 4866.

In accordo con tali normative, l'effetto della vibrazione sulle strutture viene valutato in termini di velocità di picco (PPV, Peak Particle Velocity), misurata in mm/s. A seconda del tipo di struttura considerato vengono assegnati i valori limite della PPV in funzione della frequenza considerata, secondo quanto riportato nella tabella seguente (valori limite di vibrazione per effetti sugli edifici – UNI 9614)

Categoria	Tipi di strutture	Velocità di vibrazione alla fondazione in mm/s		
		Campi di frequenza [Hz]		
		< 10	10-50	> 50
1	Edifici utilizzati per scopi commerciali, edifici industriali e simili	20	20-40	40-50
2	Edifici residenziali	5	5-15	15-20
3	Strutture particolarmente sensibili alle vibrazioni, non rientranti nelle categorie precedenti e di grande valore intrinseco	3	3-8	8-10

7.4 Conclusioni

I livelli emissivi, in termini di accelerazione complessiva ponderata secondo gli assi combinati, considerando i filtri di ponderazione di Figura 7.3.9.2, risultano :

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

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 7.3.9.3, 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 (terreni alluvionali con esclusione della porzione di territorio compresa fra il km 9+200 fino al km 10+600 dove si incontrano piroclastiti, materiale vulcanico sciolto in matrice limosa), 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.
- Cantieri lineari per la realizzazione dei viadotti: disturbo a distanze inferiori ai 35 m dalle macchine operatrici.

Da notare che la geometria considerata nei calcoli previsionali, in cui il fronte lavori è a minima distanza dalle fondazioni del singolo edificio, è rappresentativa della condizione di massimo impatto. In fase di allontanamento del fronte lavori i livelli di vibrazione risulteranno pertanto minori di quelli indicati.

Alla luce di quanto sopra esposto si ottiene la Tab. 7.4.1 - "Identificazione degli edifici soggetti a fenomeni di disturbo", 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" 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.

Tab. 7.4.1 - Identificazione degli edifici soggetti a fenomeni di disturbo

Progr.	Tipologia cantiere	Comune	Tav.	ID	Piani f. t.	Dest. d'uso	Distanza ciclo (m)
0+700	Rilevato/trincea	Montalto di Castro	1	631	2	Residenziale	15
1+000	Rilevato/trincea	Montalto di Castro	1	624	1	Residenziale	5
1+050	Rilevato/trincea	Montalto di Castro	1	622	2	Residenziale	15
1+050	Rilevato/trincea	Montalto di Castro	1	625	2	Residenziale	15
1+800	Rilevato/trincea	Montalto di Castro	1	565	1	Commerciale	5
3+600	Rilevato/trincea	Montalto di Castro	1	536	2	Residenziale	20
3+850	Rilevato/trincea	Montalto di Castro	1	534	2	Residenziale	20
4+300	Rilevato/trincea	Montalto di Castro	1	527	2	Residenziale	20
8+650	Rilevato/trincea	Montalto di Castro	2	506	3	Commerciale	5
13+650	Rilevato/trincea	Montalto di Castro	3	330	1	Commerciale	25
13+850	Rilevato/trincea	Montalto di Castro	3	322	2	Residenziale	10
14+000	Rilevato/trincea	Montalto di Castro	3	315	1	Commerciale	10
14+100	Rilevato/trincea	Montalto di Castro	3	309	3	Residenziale	10
16+350	Rilevato/trincea	Montalto di Castro	4	274	1	Residenziale	15
16+350	Rilevato/trincea	Montalto di Castro	4	275	1	Residenziale	5
17+300	Rilevato/trincea	Tarquinia	4	266	2	Residenziale	25
18+100	Rilevato/trincea	Tarquinia	4	260	2	Residenziale	20
18+200	Rilevato/trincea	Tarquinia	4	259	2	Residenziale	20
21+000	Rilevato/trincea	Tarquinia	5	232	1	Residenziale	10
24+950	Rilevato/trincea	Tarquinia	5	204	1	Commerciale	10

I fenomeni di disturbo, tuttavia, non sono tali da indurre preoccupazioni: essi sono stati infatti stimati con una modellazione che considera la sorgente di vibrazione costante, mentre in realtà essa risulta mobile

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

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 La normativa di riferimento

Si rimanda alla relazione del Quadro di riferimento programmatico

8.2 Metodologia adottata

La fase di analisi paesaggistica si è basata su:

- Interpretazione cartografica
- Interpretazione delle foto aeree
- Ricerca bibliografica
- Sopralluoghi di campagna per verificare la veridicità dei dati bibliografici a disposizione e incrementare le informazioni per l'elaborazione dell'analisi.

L'analisi paesaggistica ambientale è mirata alla conoscenza delle componenti naturali e culturali del territorio presenti all'interno dell'area di studio o "corridoio di riferimento".

La caratterizzazione del paesaggio si configura quale primo momento interpretativo e di riflessione sui dati reperiti attraverso le analisi specialistiche e di letteratura, nonché attraverso le campagne di rilevamento condotte parallelamente.

L'analisi assume quale "corridoio di riferimento", ovvero quale territorio potenzialmente influenzabile dalla presenza della nuova strada, una fascia di territorio di larghezza pari a 1 Km a partire da ogni carreggiata di progetto, rispetto alla quale si è proceduto con le seguenti attività:

- sopralluoghi sull'area di studio,
- analisi critica e verifica degli studi di settore,
- classificazione del territorio di studio in base alle unità paesistiche di riferimento,
- individuazione delle componenti naturali del paesaggio,
- individuazione delle componenti culturali del paesaggio,
- classificazione delle componenti di cui sopra in elementi lineari, areali e puntuali del paesaggio.

Descrizione degli elementi del paesaggio antropico e naturale

Secondo il PTPR del Lazio, il progetto ricade nel sistema strutturale "Maremma Tirreniche" e nella unità geografica "Maremma Laziale".

I Sistemi e le Tipologie di paesaggio che il progetto interessa sono i seguenti:

- Sistemi dei Paesaggi Naturali
 1. PN-Paesaggio naturale
 2. PNC-Paesaggio naturale di continuità
 3. PNA-Paesaggio naturale agrario
 4. Fascia di rispetto delle coste marine, lacuali e dei corsi d'acqua
- Sistemi del Paesaggio Agrario
 1. PAR-Paesaggio agrario di rilevante valore
 2. PAV-Paesaggio agrario di valore
- Sistema dei Paesaggi Insediativi
 1. PIU-Paesaggio dell'insediamento urbano
 2. Aree o punti visuali

Si riportano di seguito le definizioni delle tipologie dei paesaggi attraversati dal progetto:

- **SISTEMA DEI PAESAGGI NATURALI**

PN-PAESAGGIO NATURALE

DEFINIZIONE. Territori caratterizzati dal maggiore valore di naturalità e seminaturalità in relazione alla universalità totale presenza di specifici beni di interesse vegetazionale e geomorfologico o rappresentativi di particolari nicchie ecologiche.

CONFIGURAZIONE. Tali paesaggi si configurano prevalentemente nell' Appennino centrale nei rilievi preappenninici e vulcanici nonché nelle fasce costiere delle acque superficiali.

OBIETTIVO DI QUALITÀ PAESISTICA. Mantenimento e conservazione del patrimonio naturale. La tutela è volta alla valorizzazione dei beni ed alla conservazione del loro valore anche mediante l'inibizione di iniziative di trasformazione territoriale pregiudizievoli alla salvaguardia.

PNC-PAESAGGIO NATURALE DI CONTINUITÀ

DEFINIZIONE Territori che presentano elevato valore di naturalità e seminaturalità in quanto collocati internamente alle aree dei paesaggi naturali o immediatamente adiacenti ad essi con i quali concorrono a costituire un complesso ambientale unitario o ne costituiscono irrinunciabile area di protezione. Parchi Urbani.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

CONFIGURAZIONE. Tali paesaggi si configurano prevalentemente in associazione ai paesaggi naturali e nelle fasce costiere delle acque superficiali.

OBIETTIVO DI QUALITA' PAESISTICA. Mantenimento e conservazione. Salvaguardia dei modi d'uso agricoli tradizionali. In tali territori si possono prevedere interventi di recupero ambientale.

PNA-PAESAGGIO NATURALE AGRARIO

DEFINIZIONE. Territori a prevalente conduzione agricola collocati in ambiti naturali di elevato valore ambientale.

CONFIGURAZIONE. Tali paesaggi si configurano nel sistema delle aree naturali del Lazio diffuso in tutti gli "Ambiti Paesistici del PTP".

OBIETTIVO DI QUALITA' PAESISTICA Conservazione integrale degli inquadramenti paesistici mediante l'inibizione di iniziative di trasformazione territoriale e in linea subordinata alla

conservazione dei modi d'uso agricoli tradizionali. Riqualificazione e recupero dei caratteri naturali propri.

FASCIA DI RISPETTO DELLE COSTE MARINE, LACUALI E DEI CORSI D'ACQUA

DEFINIZIONE. I fiumi, i torrenti e i corsi d'acqua con la rispettiva fascia di rispetto.

OBIETTIVO DI QUALITA' PAESISTICA. I corsi d'acqua e le relative fasce di rispetto devono essere mantenuti integri ed in edificati per una fascia di 150 metri di profondità per parte. Nell'ambito delle fasce di rispetto, gli strumenti urbanistici di nuova formazione o le varianti a quelli vigenti possono prevedere infrastrutture o servizi o interventi utili alla riqualificazione dei tessuti circostanti o adeguamenti funzionali di attrezzature tecnologiche esistenti, previo parere dell'organo competente, secondo le seguenti condizioni:

- *mantenimento di inedificabilità per una fascia di 50m*
- *comprovata esistenza di aree edificate contigue*
- *rispetto della disciplina di altri eventuali beni dichiarati di notevole interesse pubblico o sottoposti a vincolo paesistico*

I progetti relativi ad infrastrutture o servizi devono essere corredati di SIP ai sensi degli articoli 53 e 54 delle Norme di Piano.

- **SISTEMA DEL PAESAGGIO AGRARIO**

PAR-PAESAGGIO AGRARIO DI RILEVANTE VALORE

DEFINIZIONE Aree costituite da comprensori a naturale vocazione agricola che conservano i caratteri propri del paesaggio agrario tradizionale. Si tratta di territori caratterizzati da produzione agricola, estensiva o specializzata, che hanno rilevante valore paesistico per la qualità estetico percettiva anche in relazione alla morfologia del territorio, al rilevante interesse archeologico e alle sue evoluzioni storiche ed antropiche. In particolare nel contesto dell'Area Metropolitana di Roma, tale paesaggio, assolve ad una fondamentale funzione di salvaguardia della risorsa territoriale dal rischio di una invasiva ed estesa conurbazione. In questa tipologia di paesaggio sono da comprendere in prevalenza le aree caratterizzate da una produzione agricola tipica o specializzata e le aree di primaria importanza per la funzione agricolo produttiva anche in relazione alla estensione dei terreni (lettere a e b – parte dell'art. 53 l.r.38/99).

CONFIGURAZIONE Tale paesaggio configura prevalentemente il territorio del'Agro Romano e i rilievi collinari degli edifici vulcanici.

OBIETTIVO DI QUALITA' PAESISTICA L'obiettivo di qualità paesistica è la salvaguardia della continuità del paesaggio mediante il mantenimento di forme di utilizzazione agricola del suolo.

PAV-PAESAGGIO AGRARIO DI VALORE

DEFINIZIONE. Aree di uso agricolo caratterizzate da qualità paesistica. Sono territori aventi una prevalente funzione agricola-produttiva con colture a carattere permanente o colture a seminativi di grande estensione, profondità e omogeneità.

CONFIGURAZIONE. Tale paesaggio configura prevalentemente i territori a produzione agricola tipica quali quelli della Tuscia (noccioleti), della Sabina e del bacino del Fiora (oliveti) e dei Colli Albani (vigneti) nonché le grandi estensioni seminative delle maremme tirreniche e della valle fluviale del Liri-Garigliano.

OBIETTIVO DI QUALITA' PAESISTICA L'obiettivo di qualità paesistica è il mantenimento del carattere rurale e della funzione agricola e produttiva compatibile.

- **SISTEMA DEI PAESAGGI INSEDIATIVI**

PIU-PAESAGGIO DELL'INSEDIAMENTO URBANO

DEFINIZIONE. Aree urbane consolidate di recente formazione

OBIETTIVO DI QUALITA' PAESISTICA. Gestione dell'ecosistema urbano. Riqualificazione e recupero della struttura degli insediamenti e dei paesaggi urbani con gli elementi naturali e culturali presenti.

AREE O PUNTI VISUALI

DEFINIZIONE. Punti di vista o di belvedere accessibili al pubblico, dai quali si possa godere lo spettacolo delle bellezze panoramiche, considerate come quadri naturali.

OBIETTIVO DI QUALITA' PAESISTICA. L'obiettivo di qualità paesistica è la tutela dei punti di vista, dei percorsi panoramici e dei con visuali individuati nel PTPR, evitando l'interposizione di ogni ostacolo visivo tra il punto di vista o i percorsi panoramici e il quadro paesaggistico.

8.3 Caratteri del Paesaggio

L'approfondimento conoscitivo ha condotto ad individuare le componenti naturali ed antropiche del territorio a scala vasta. La consistenza del territorio è stata valutata attraverso diversi requisiti paesaggistici, in particolare sono stati presi in considerazione i valori del paesaggio in riferimento ai seguenti elementi:

- particolarità ecologiche;
- caratteristiche storico-evolutive;
- qualità scenografiche-visuali.

Nell'analisi del progetto sono stati considerati vari tematismi, successivamente riuniti in gruppi omogenei e riportati sulla "Carta dell'assetto del paesaggio e della percezione visiva", in scala 1:10.000, che raccoglie gli indicatori paesistici rilevati in diversi gruppi:

- elementi areali del paesaggio;
- elementi lineari del paesaggio;
- elementi puntuali del paesaggio;
- aree tutelate dal paesaggio naturale e agricolo;
- aree tutelate dal paesaggio costruito.

La mappatura di questi elementi ha permesso una lettura del territorio a scala vasta e l'individuazione dei caratteri distintivi del paesaggio attraversato. L'analisi è stata completata poi con l'indicazione di tutte le situazioni di criticità visuale potenzialmente derivanti dalla realizzazione dell'autostrada. E' stato così possibile individuare i punti critici che tengono conto della morfologia del territorio, delle dimensioni dell'intervento e delle singole opere di progetto.

Ai fini dell'analisi si è assunto come area di studio una fascia di territorio con larghezza pari a 1 Km per a ogni carreggiata di progetto.

8.3.1 Elementi areali

Si intendono per "elementi areali" le seguenti componenti del paesaggio:

- Tessuto insediativo (urbano e sub-urbano)
- Tessuto produttivo industriale
- Tessuto produttivo agricolo
- Verde attrezzato
- Aree boscate, macchia mediterranea, boschi residuali
- Specchi d'acqua

8.3.2 Elementi lineari

Si intendono per "elementi lineari" le seguenti componenti del paesaggio:

- Viabilità (strade statali, provinciali, viabilità secondaria)
- Linea ferroviaria/stazioni ferroviarie
- Elettrodotti
- Reticolo idrografico (fiumi, torrenti, fossi)
- Filari d'alberi
- Siepi arboree/arbustive

8.3.3 Elementi puntuali

Si intendono per "elementi puntuali" le seguenti componenti del paesaggio:

- Nuclei isolati e Edifici sparsi (casali, case coloniche, fabbricati ad uso agricolo, abitazioni residenziali).
- Cave/discardie

8.3.4 Aree tutelate dal paesaggio naturale e agricolo

Si intendono per "Aree tutelate" le seguenti componenti del paesaggio:

- Aree caratterizzate dalla Rete natura 2000
- Vincoli di legge (boschi a tutela orientata, aree archeologiche tutela orientata, preesistente archeologiche e monumenti , percorsi antichi).

8.3.5 Aree tutelate dal paesaggio costruito

Si intendono per “Aree tutelate dal paesaggio costruito” le seguenti componenti del paesaggio:

- Beni archeologici (già individuati, lineari con fascia di rispetto, areali)
- Vincoli di piano (Zone agricole ad alto valore paesistico, tutela delle visuali, parco archeologico, sistemi territoriali di interesse paesistico).

Nella carta dei *Caratteri del paesaggio e della percezione visiva* sono state individuate anche le visuali critiche statiche e dinamiche, potenzialmente derivanti dalla realizzazione dell’autostrada. Dal punto di vista metodologico, successivamente all’analisi dei caratteri del paesaggio, vengono individuati i punti o le aree “importanti” per il territorio in termini di frequentazione e fruizione, oppure di importanza culturale o sociale (monumenti, casali, centri di aggregazione, aree panoramiche, parchi, etc). Stabiliti tali punti privilegiati per la percezione del paesaggio, è stato possibile individuare i punti critici che tengono conto della morfologia del territorio, delle dimensioni dell’intervento e delle singole opere di progetto.

Quelli riportati sulla carta sono punti di visuali aperte, cioè punti dai quali la percezione dell’autostrada è sempre possibile perché non ci sono ostacoli di tipo morfologico, vegetazionale o antropici.

8.4 Caratteri del paesaggio in relazione al tracciato di progetto

Al fine di ricostruire la percezione del paesaggio dalla nuova infrastruttura, di seguito verranno brevemente descritti per punti, i vari ambienti intercettati lungo tutto il tracciato.

- Il progetto del lotto 6B ha inizio al km 122+367,59 della S.S.N°1 Aurelia in Comune di Montalto di Castro.
- Dal km 0+000 fino al km 1+200 il progetto attraversa un’area prevalentemente agricola con una minima presenza di case sparse.
- Dal km 1+200 fino al km 2+000 attraversa il centro abitato di Pescia Romana.
- Prosegue fino al km 8+000 passando da aree prevalentemente agricole con minima presenza di macchie boschive e case isolate.

Gli unici punti di interferenza del progetto con elementi del paesaggio si trovano al km 2+300 dove lo svincolo di Pescia Romana interessa filari d’albero di olivo ed al km 5+600 dove interseca filari d’albero di pino. Circa al km 5+080 si trova la prima area di cantiere (CA02 - cantiere operativo e area di caratterizzazione inerti-31.500 mq) del progetto la quale ricade in aree agricole.

In questo tratto il progetto si sviluppa nelle vicinanze di aree vincolate per legge.

Di preciso al km 6+000 il tracciato si trova nelle vicinanze di una “Area archeologica a tutela orientata” secondo il PTP n°2 Litorale Nord-Regione Lazio, la quale è individuata anche da PTPR come “Area di interesse archeologico già individuata” (con codice: *m056_0226*).

Poi circa al km 7+550 il progetto è posto nelle vicinanze di uno dei “Beni puntuali diffusi, testimonianza dei caratteri identitari archeologici e storici e relativa fascia di rispetto di 100 metri” (con codice *tp056_0233* del PTPR) che peraltro è individuato anche dal PTP n°2 come “Preesistenza archeologica e monumentale a tutela integrale”.

- Dal km 8+000 a km 10+800 vengono attraversate dal progetto due aree individuate dal PTP n°2 come “Preesistenza archeologiche e monumentali tutela integrale” e dal PTPR “ Aree di interesse archeologico già individuate. La prima che incontra si trova nella fascia tra il km 8+000 ed il km 8+440 esattamente dove si sviluppa lo Svincolo centrale Enel. Questa ricade pure ad un’area di “Parchi archeologici e culturali” dal PTPR-tav.C. La seconda si trova dal km 9+200 al km 9+550.

Proprio dallo “Svincolo centrale Enel” fino al km 12+400, il progetto incontra un’area vincolata da legge come “Beni d’insieme: vaste località con valore estetico tradizionale, bellezze panoramiche” secondo il PTPR .

Infine il progetto si sviluppa nelle vicinanze di uno dei “Beni puntuali diffusi, testimonianza dei caratteri identitari archeologici e storici e relativa fascia di rispetto di 100 metri” (con codice *tp056_0235*) e la piazzola di sosta al km 10+407,50 lambisce dei filari d’alberi di olivo.

- Dal km 10+800 a km 12+700 il progetto prosegue per i primi 1.248 metri attraverso delle aree prevalentemente agricole e di macchie boschive con minima presenza di case sparse. Soltanto al km 10+800 interferisce con filari d’alberi di pino. Nei restanti 700 metri incontra l’area abitata del Montalto di Castro ed aree boschive.

In questi 1900 metri il progetto attraversa una zona vincolata da legge e di Piano.

Come vincoli di legge individuati dal PTPR-tavola C, attraversa un’area denominata “Percorsi panoramici”circa al km 11+180.

Come vincoli di Piano individuati dal PTP n°2 Litorale Nord-Regione Lazio, dal km 10+800 a km 12+000 attraversa una area caratterizzata come “Sistemi territoriali di interesse paesistico”, dal km 10+850 a km 12+700 un’area caratterizzata “Parco Archeologico” ed infine dal km 11+000 a 12+360 “Zone Agricole ad Alto Valore Paesistico Tutela Paesaggistica”.

Nelle vicinanze del progetto circa al km 11+000 si trovano due “Beni puntuali diffusi, testimonianza dei caratteri identitari archeologici e storici e relativa fascia di rispetto di 100 metri” (con codice *tp056_0237* e *tp056_0236*) che sono anche individuati come “Preesistenza archeologica e monumentali tutela integrale” da PTP N°2. Si ricorda che il progetto in questo tratto si sviluppa ancora all’interno dei “Beni d’insieme: vaste località con valore estetico tradizionale, bellezze panoramiche”, secondo il PTPR .

Inoltre si notano interferenze con “Viabilità antica (fascia di rispetto 50 mt.)” secondo il PTPR dal km 10+599.40 (nuovo cavalcavia) al km 11+683.50 (piazzola di sosta), ed intorno il km 12+000. Infine interferisce con “Aree di interesse archeologico già individuate -beni lineari con fascia di rispetto”,secondo PTPR, al “Viadotto Argento III” al km 11+350 e circa al km 12+000, con codice *ml_0199*.

- L’ultimo tratto del progetto da km 12+700 a km 25+752,76 (fine progetto), incontra aree prevalentemente agricole, con macchie boschive e con minima presenza di case isolate.

I cantieri proposti circa al km 14+000, CA03 - area di caratterizzazione inerti-5500 mq e CA04 - Area stoccaggio e deposito materiali-5000 mq, intersecano con siepi d’alberi di olivo il primo e filari d’alberi di pino il secondo. L’ultimo cantiere proposto circa al km 19+150, CA01 - Campo base, cantiere operativo, (area produzione calcestruzzi e bitume e area di caratterizzazione inerti-63500 mq), ricade in aree agricole con la presenza di siepi.

In questo tratto, il progetto interseca vincoli di legge come “Aree di interesse archeologico già individuate -beni lineari con fascia di rispetto”, secondo PTPR, circa al km 13+190, al km 15+750 ed al km 22+500.

Inoltre interseca vincoli di legge come “Viabilità antica (fascia di rispetto 50 mt.)” ,secondo il PTPR, al km 12+000, al km 15+750, al muro di sostegno al km 18+240,55 ed al km 22+500.

Infine a questo tratto si nota una forte presenza di filari o siepi d’alberi di pino ed olivo. Il progetto gli incontra al “Nuovo svincolo di Montalto di Castro”, all’uscita dell’Area di servizio in carreggiata sud (km 15+200), circa all km 16+400, allo “Svincolo di Riva dei Tarquini”, dal circa il km 19+300 al km 19+650, dopo il “Viadotto Due Ponti”, circa al km 21+500, al km 21+ 930 ed al km 23+000.



Foto 1 - Lo svincolo di Pescia Romana



Foto 2 – Visuale di Montalto di Castro



Foto 3 – Viadotto Arrone

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

- L'ultimo tratto del progetto da km 12+700 a km 25+752,76 (fine progetto), incontra aree prevalentemente agricole, con macchie boschive e con minima presenza di case isolate.

I cantieri proposti circa al km 14+000, CA03 - area di caratterizzazione inerti-5500 mq e CA04 - Area stoccaggio e deposito materiali-5000 mq, intersecano con siepi d'alberi di olivo il primo e filari d'alberi di pino il secondo. L'ultimo cantiere proposto circa al km 19+150, CA01 - Campo base, cantiere operativo, (area produzione calcestruzzi e bitume e area di caratterizzazione inerti-63500 mq), ricade in aree agricole con la presenza di siepi.

In questo tratto, il progetto interseca vincoli di legge come "Aree di interesse archeologico già individuate -beni lineari con fascia di rispetto", secondo PTPR, circa al km 13+190, al km 15+750 ed al km 22+500.

Inoltre interseca vincoli di legge come "Viabilità antica (fascia di rispetto 50 mt.)", secondo il PTPR, al km 12+000, al km 15+750, al muro di sostegno al km 18+240,55 ed al km 22+500.

Infine a questo tratto si nota una forte presenza di filari o siepi d'alberi di pino ed olivo. Il progetto gli incontra al "Nuovo svincolo di Montalto di Castro", all'uscita dell'Area di servizio in carreggiata sud (km 15+200), circa all km 16+400, allo "Svincolo di Riva dei Tarquini", dal circa il km 19+300 al km 19+650, dopo il "Viadotto Due Ponti", circa al km 21+500, al km 21+ 930 ed al km 23+000.



Foto 4 – Visuale Riva dei Tar

8.5 Ambiti di paesaggio omogenei

Gli Ambiti Paesaggistici individuano gli elementi distintivi del paesaggio, ad una scala di maggior dettaglio rispetto alle Unità Paesistiche già descritte. Questi focalizzano l'analisi paesaggistica sul territorio effettivamente influenzato dalla nuova viabilità.

Anche questa fase di analisi è mirata alla conoscenza delle componenti naturali e culturali del territorio, esistenti all'interno del "corridoio di studio".

L'approfondimento conoscitivo dello stato di fatto è stato condotto sulla base cartografica e dei sopralluoghi di campagna, oltre ad analisi territoriali di tipo paesistico-ambientale.

L'individuazione degli Ambiti Paesaggistici, ossia la *'micro-lettura del paesaggio'*, e delle Unità Paesistiche di vasta scala, costituisce la fase preliminare al progetto infrastrutturale vero e proprio. La classificazione degli Ambiti Paesaggistici consente di determinare una corrispondenza tra le caratteristiche morfologiche e naturali e gli aspetti antropici e d'uso del suolo.

Gli ambiti di riferimento paesaggistico sono aree che presentano caratteristiche simili e nelle quali gli elementi costitutivi definiscono un ambito omogeneo. Lungo il corridoio infrastrutturale sono stati individuati i seguenti ambiti:

- Paesaggio agricolo estensivo
- Paesaggio urbano

Gli ambiti sono stati individuati in base ai seguenti criteri:

- Morfologia del territorio;
- Uso del suolo;
- Tessitura agraria;
- Tessuto residenziale e produttivo;
- Rete idrografica (fiumi, canali, fossi, scoline, ecc.);
- Equipaggiamento vegetazionale della tessitura agricola

- Elementi naturali (aree boscate, fasce di vegetazione ripariale, ecc.).

All'interno della fascia di 2 km presa come riferimento per l'analisi, in base ai criteri appena citati, sono stati individuati i seguenti Ambiti Paesaggistici Omogenei:

- APO1. Paesaggio agricolo estensivo di Tarquinia e di Montalto di Castro

Paesaggio caratterizzato da appezzamenti dalla forma e dimensioni variabili. La presenza antropica è principalmente legata a case coloniche sparse, a piccoli nuclei abitati derivanti da lottizzazioni recenti al Comune di Tarquinia. Invece al Comune di Montalto di Castro il territorio è fortemente antropizzato e dominato dalla presenza di case coloniche sparse, aziende agricole

ed al centro abitato di Pesca Romana. Il piccolo centro abitato di Pesca Romana forma un paesaggio urbanizzato, con pianta rettangolare, denotato da forte connotazione rurale. E' caratterizzato da una tessitura molto rada degli edifici e da un'orientazione irregolare delle strade interne. La presenza di verde all'interno dell'edificato, organizzato prevalentemente in abitazioni di piccole dimensioni, è molto rilevante ed è costituito da orti e giardini annessi agli edifici.

La viabilità secondaria, che assicura i collegamenti interpoderali, è spesso accompagnata dalla presenza di filari arborei. La destinazione d'uso dei suoli prevalente è quella del seminativo estensivo, in cui si distribuiscono alberature sparse. Le colture arboree tradizionali hanno una diffusione minore e si trovano solitamente in piccoli appezzamenti, nei pressi delle case coloniche.

E' da notare inoltre una significativa presenza di filari alberati sempreverdi, siepi arboree e arbustive, macchie boscate e fasce di vegetazione ripariale nei pressi dei corsi d'acqua.

APO1:

Dall'inizio progetto km 0+000 al km 10+800 Comune di Montalto di Castro e

Dal km 22+700 al km 25+752,76 (fine progetto)

- APO2. Paesaggio urbano di Tarquinia

Paesaggio dominato dalla presenza del nucleo storico costruito, disposto su rilievi tufacei, in posizione collinare soprastante le pianure limitrofe. Le aree periferiche sono costituite da edificato di bassa qualità con presenza di aree industriali. Nell'area urbanizzata storica gli spazi verdi hanno diffusione limitata. Nelle aree di costruzione più recente invece il verde risulta distribuito abbastanza

omogeneamente. Il perimetro di questo ambito si può essere coinciso con il perimetro del sistema territoriale di interesse paesaggistico n.5. del PTP n°2 (Litorale Nord-Regione Lazio).

APO2: è presente nel corridoio di studio, ma non presenta alcuna interferenza con il tracciato.

- APO3. Paesaggio agricolo estensivo con filari d'alberi di Tarquinia e di Montalto di Castro

Paesaggio molto articolato, caratterizzato da appezzamenti coltivati, dalla forma regolare e dimensioni piuttosto contenute. La presenza antropica è principalmente legata a case coloniche sparse e ad un nucleo abitato derivante da lottizzazione recente.

La viabilità secondaria del APO3, che assicura i collegamenti interpoderali, è fortemente accompagnata dalla presenza di filari arborei o siepi arboreo/arbustivi. La destinazione d'uso dei suoli è varia: prevalgono i seminativi ma è abbastanza consistente anche la presenza di appezzamenti a colture arboree e a colture protette. L'ambito è caratterizzato dalla presenza di siepi arboree e arbustive abbastanza evidente soprattutto in corrispondenza dei corsi d'acqua.

APO 3:

Dal km 14+750 a km 22+700 Comune di Montalto di Castro e Comune di Tarquinia

- APO4. Paesaggio urbano di Montalto di Castro

Paesaggio urbano caratterizzato da una pianta regolare e da una tessitura piuttosto fitta dell'abitato e del nucleo storico costruito. Le aree periferiche sono caratterizzate dalla presenza di edifici di grandi dimensioni e di bassa qualità con destinazione produttiva o di servizio.

Nell'area urbanizzata storica gli spazi verdi hanno diffusione limitata. Nelle aree di costruzione più recente invece il verde risulta distribuito abbastanza omogeneamente.

APO 4:

Dal km 12+000 a km 14+750 Comune di Montalto di Castro

- APO5. Paesaggio agricolo estensivo vincolato di Montalto di Castro

Paesaggio agricolo con minima presenza di case isolate dominato dalla presenza del fiume Fiora e della sua vegetazione ripariale. Questo ambito contiene zone agricole di alto valore ed interesse paesistico.

APO 5:

Dal km 10+800 a km 12+000 Comune di Montalto di Castro

8.6 Analisi post-operam

8.6.1 I ricettori della componente paesaggio

Per la componente paesaggio, i ricettori sono rappresentati dagli Ambiti Paesaggistici Omogenei APO (cfr. Paragrafi precedenti) e nello specifico, sono stati considerati ricettori, solo gli APO direttamente attraversati dal progetto.

Lungo il corridoio infrastrutturale sono stati individuati i seguenti ricettori:

- APO 1. Paesaggio agricolo estensivo di Tarquinia e di Montalto di Castro
- APO 2. Paesaggio urbano di Tarquinia
- APO 3. Paesaggio agricolo estensivo con filari d'alberi di Tarquinia e di Montalto di Castro
- APO 4. Paesaggio urbano di Montalto di Castro
- APO 5. Paesaggio agricolo estensivo vincolato di Montalto di Castro

8.6.2 Definizione degli ambiti di sensibilità paesaggistica

La metodologia di valutazione assegna ad ogni ricettore un livello di sensibilità, che nel nostro caso è stato stabilito in base alla qualità e alle caratteristiche degli elementi che lo costituiscono.

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 la lettura analitica delle ortofoto e della cartografia.

La classificazione del livello di sensibilità dei ricettori, è stata eseguita in base alla seguente scala di valore:

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

B = Basso
 M = Medio
 A = Alto
 E = Elevato

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

RICETTORE	LIVELLO DI SENSIBILITA'
APO 1. Paesaggio agricolo estensivo di Tarquinia e di Montalto di Castro	Medio
APO 2. Paesaggio urbano di Tarquinia	Nulla
APO 3. Paesaggio agricolo estensivo con filari d'alberi di Tarquinia e di Montalto di Castro	Medio-Alto
APO 4. Paesaggio urbano di Montalto di Castro	Medio
APO 5. Paesaggio agricolo estensivo vincolato di Montalto di Castro	Medio-Alto

La realizzazione dell'infrastruttura originerà quindi tipologie di impatto diverse a seconda della sensibilità del ricettore.

8.7 Metodologia di valutazione dello scenario 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 della nuova tipologia di infrastruttura.

PRIMA Fase: individuazione delle tipologie di impatto

La valutazione delle caratteristiche specifiche di ogni ricettore (Ambito di Paesaggio Omogeneo APO) ha consentito l'individuazione delle tipologie di impatto per la componente paesaggio.

In particolare sono stati individuate gli impatti "generali", dovuti all'interferenza dell'infrastruttura con il ricettore, e degli impatti "specifici", relazionati a contesti di particolare criticità che definiremo "Ambiti di Criticità Paesistica" (Cn).

Gli Ambiti di Criticità Paesistica sono aree all'interno delle quali il passaggio dell'infrastruttura, o le attività di cantierizzazione, determinano situazioni particolarmente delicate per la salvaguardia del paesaggio. L'interferenza dell'infrastruttura con la componente paesaggio determina, a seconda del ricettore interessato, diverse tipologie di impatto: in riferimento all'intero tracciato autostradale, sono

state individuate le tipologie di impatto. Per ognuna di queste si è proceduto con la valutazione della magnitudo e della probabilità di accadimento.

Di seguito riportiamo l'elenco dei ricettori e ambiti (TI) individuati lungo il tracciato in studio:

- TI 1: C1 – Interferenza con filari d'alberi, boschi/macchie e nuclei isolati - svincolo di Pescia Romana
- TI 2: C2 – Interferenza con Zone d'interesse archeologico vincolate- svincolo centrale Enel
- TI 3: C3 – Interferenza con Zone d'interesse archeologico vincolate- Montalto di Castro
- TI 4: C4 – Interferenza con area fortemente vincolata - Montalto di Castro
- TI 5: C5– Interferenza con filari d'alberi, boschi/macchie e nuclei isolati - svincolo di Montalto di Castro
- TI 6: C6 – Interferenza con filari d'alberi,siepi arboree/arbustive, nuclei isolati e zone di interesse archeologico- Montalto di Castro
- TI 7: C7 – Interferenza con siepi arboree/arbustive, boschi/macchie e nuclei isolati -Montalto di Castro
- TI 8: C8 – Interferenza con siepi arboree/arbustive, boschi/macchie e nuclei isolati -svincolo di Riva dei Tarquini
- TI 9: C9 – Interferenza con filari d'alberi, siepi arboree/arbustive, boschi/macchie, nuclei isolati e percorsi panoramici di Tarquinia
- TI 10: Attraversamento con APO 1 - Paesaggio agricolo estensivo di Tarquinia e di Montalto di Castro
- TI 11: Attraversamento con APO 3. Paesaggio agricolo estensivo con filari d'alberi di Tarquinia e di Montalto di Castro
- TI 12: Attraversamento con APO 4.- Paesaggio urbano di Montalto di Castro
- TI 13: Attraversamento con APO 5.- Paesaggio agricolo estensivo vincolato di Montalto di Castro

SECONDA Fase: valutazione della magnitudo dell'impatto

La magnitudo è la risultante della valutazione simultanea dell'entità di un impatto e della sua estensione temporale. I valori di magnitudo assegnati derivano dalle interpolazioni all'interno della seguente matrice di identificazione:

Livello di	Irreversibile	Reversibile a	Reversibile a
------------	---------------	---------------	---------------

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

impatto		lungo termine	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. Si può ipotizzare che la presenza di un cantiere all'interno di un ambito di criticità, determini un'estensione temporale maggiore per l'impatto in questione.

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.

TERZA Fase: 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.

8.8 Definizione degli ambiti critici

Per ognuna delle tipologie di impatto originate dalla realizzazione dell'infrastruttura autostradale sulla componente paesaggio, sono state redatte delle Schede di sintesi degli impatti. L'applicazione della metodologia esposta nei precedenti paragrafi ha portato all'elaborazione di un giudizio sintetico, espresso da un codice alfanumerico a tre cifre, che 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 le SCHEDE per ogni tipologia di impatto individuata, nelle quali sono indicati:

- Denominazione della Tipologia di impatto.
- Riferimento alla tavola di elaborato grafico nella quale sia riportato l'ambito di accadimento dell'impatto descritto.
- Km di riferimento lungo il tracciato
- Eventuali opere d'arte e/o aree di cantiere coinvolte.
- Località.
- Descrizione delle interferenze che determinano l'impatto potenziale.
- Indicatori paesistici coinvolti e valutazione dell'impatto.
- Opere di mitigazione/compensazione previste.
- Codice alfanumerico del giudizio valutativo complessivo.

A seguire le SCHEDE DI IMPATTO, sono anche riportate le schede relative all'attraversamento degli ambiti omogenei di paesaggio.

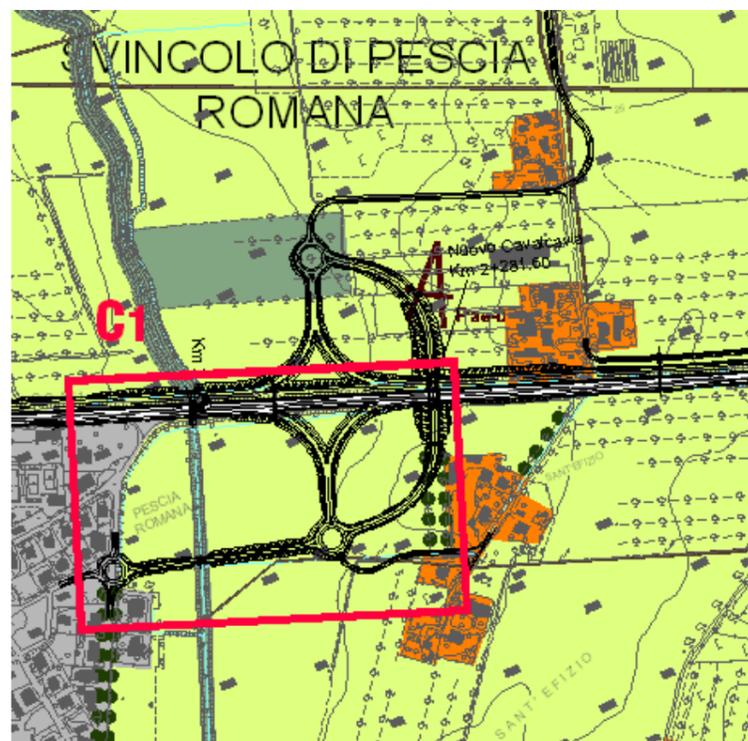
TI 1: C1 – Interferenza con filari d'alberi, boschi/macchie e nuclei isolati - svincolo di Pescia Romana	
Rif. Tav.	Tav.SUA-329-330
Km	km 2+000-km 2+282
Opera	Rilevato, Rotatorie, Nuovo Cavalcavia, viabilità secondaria

AUTOSTRADA A12 Rosignano - Civitavecchia
 Progetto Definitivo Tratto Pesca Romana – Tarquinia - Lotto 6B
 Studio di Impatto Ambientale

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

LOCALITA'	Comune di Montalto di Castro
IMPATTO POTENZIALE	Interferenza con filari d'alberi, nuclei isolati e boschi/macchie
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: PAV-Paesaggio agrario di valore Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva, - Boschi-macchia - Filari d'alberi - Nuclei isolati Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto elevato e reversibile a lungo termine Probabilità di accadimento: Elevata
OPERE DI MITIGAZIONE	I filari d'alberi interferiti dal nuovo cavalcavia vengono ripristinati con macchie arbustive.
SINTESI	TI 1-E2-E

STRALCIO PLANIMETRICO

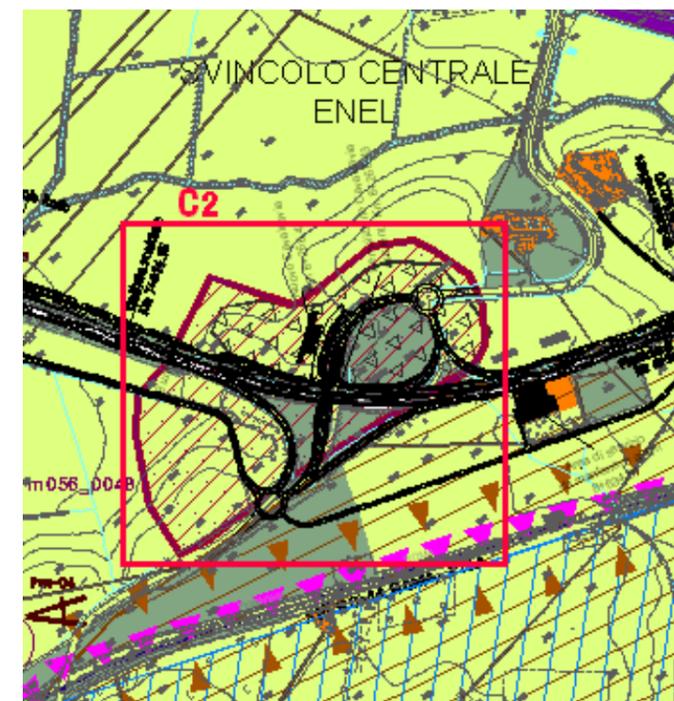


TI 2: C2 – Interferenza con Zone d'interesse archeologico vincolate- svincolo centrale Enel

Rif. Tav. Km Opera	Tav.SUA-329-330 km 8+000-km 8+600 Trincea, Rotatorie, Nuovo Cavalcavia, viabilità secondaria
LOCALITA'	Comune di Montalto di Castro

IMPATTO POTENZIALE	Interferenza con boschi/macchie, Zone di interesse archeologico vincolate: con area archeologica tutela orientata, con area di interesse archeologico già individuato, con parco archeologico e culturale e località con valore estetico tradizionale, bellezze panoramiche
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: PAV-Paesaggio agrario di valore Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva, - Boschi-macchia Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto elevato e reversibile a lungo termine Probabilità di accadimento: Elevata
OPERE DI MITIGAZIONE	Per mitigare ed integrare lo svincolo nel paesaggio circostante, si inseriscono filari di siepi arbustive, un esteso filare d'alberi di seconda grandezza a portamento colonnare e nella zona centrale una macchia di bosco. Infine come schermatura esterna dello svincolo si inserisce in primo piano un lungo filare di alberi di seconda grandezza a chioma espansa, e dopo la viabilità secondaria, un secondo filare di alberi ed esemplari isolati di prima grandezza.
SINTESI	TI 2-E2-E

STRALCIO PLANIMETRICO



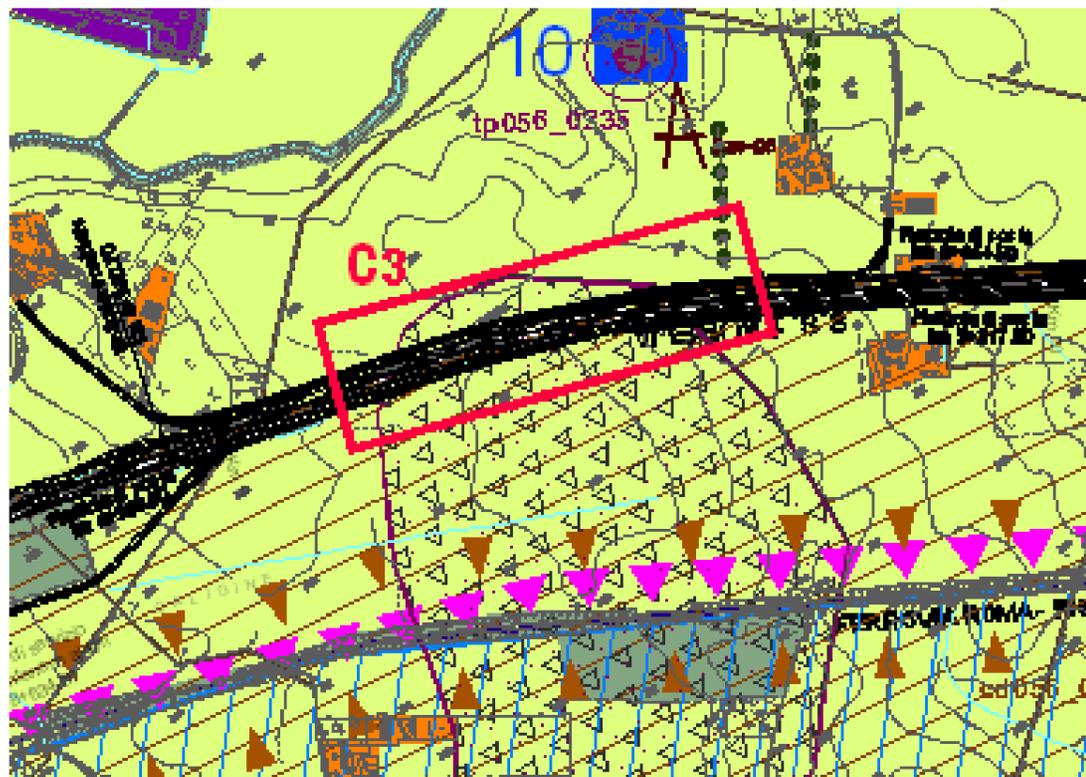
TI 3: C3 – Interferenza con Zone d'interesse archeologico vincolate- Montalto di Castro

Rif. Tav. Km Opera	Tav.SUA-329-330 km 8+000-km 8+600 Trincea, Rotatorie, Nuovo Cavalcavia, viabilità secondaria
LOCALITA'	Comune di Montalto di Castro

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

IMPATTO POTENZIALE	Interferenza con Zone di interesse archeologico vincolate: con area archeologica tutela orientata, con area di interesse archeologico già individuato e culturale e località con valore estetico tradizionale, bellezze panoramiche
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: PAV-Paesaggio agrario di valore Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva, Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto elevato e reversibile a breve termine Probabilità di accadimento: Media
OPERE DI MITIGAZIONE	
SINTESI	TI 3-B1-M

STRALCIO PLANIMETRICO

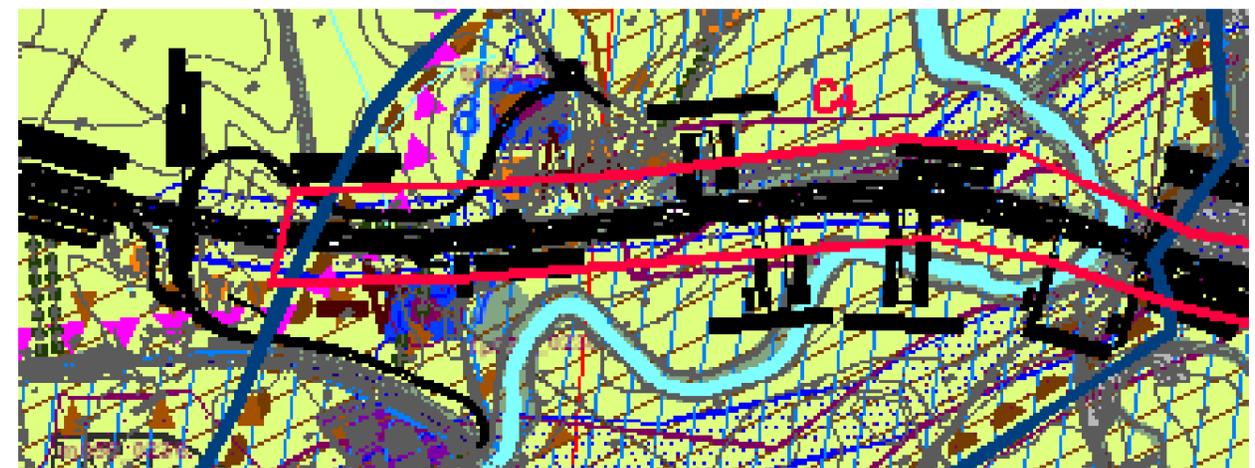


TI 4: C4 – Interferenza con area fortemente vincolata - Montalto di Castro

Rif. Tav. Km Opera	Tav.SUA-329-330 km 10+800-km 12+656 Rilevato, Trincea, Rotatorie, Nuovo Cavalcavia, viabilità secondaria, piazzole di sosta, viadotti, svincolo di Montalto di Castro.
---------------------------	--

LOCALITA'	Comune di Montalto di Castro
IMPATTO POTENZIALE	Interferenza con filari d'alberi e boschi/macchie, Interferenza con Zone interesse archeologico vincolate: con area di interesse archeologico già individuato-beni lineari con fascia di rispetto; con viabilità antica; con località con valore estetico tradizionale, bellezze panoramiche; parco archeologico e con sistemi territoriali di interesse paesistico. Vicinanze a preesistenze archeologiche e monumentali tutela integrale.
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: PAV-Paesaggio agrario di valore Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva, - Boschi-macchia - Tessuto insediativo Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto elevato e reversibile a lungo termine Probabilità di accadimento: Elevata
OPERE DI MITIGAZIONE	Al fine di contenere il disturbo percettivo "effetto orizzonte" si inseriscono siepi arborate, macchie arbustive, macchie arbustive igrofile, siepi arborate, Filari di alberi di seconda grandezza a chioma espansa e Filari di alberi di seconda grandezza a portamento colonnare. Per mitigare ed integrare lo svincolo nel paesaggio circostante, si inseriscono filari di siepi arbustive, Filari di alberi di seconda grandezza a chioma espansa, macchie arbustive e sistemazione arida in massi.
SINTESI	TI 4-E2-E

STRALCIO PLANIMETRICO



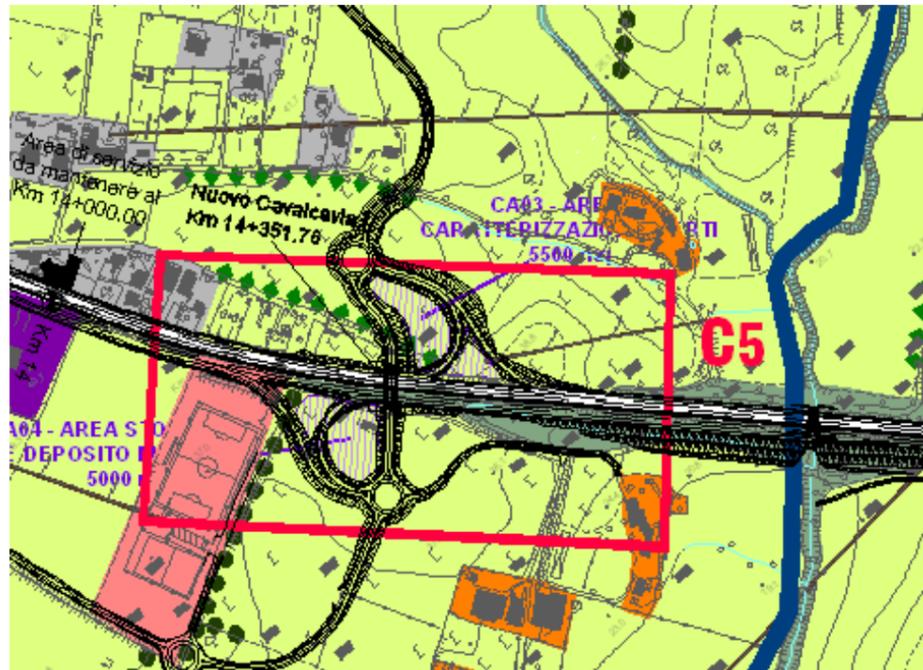
TI 5: C5 – Interferenza con filari d'alberi, boschi/macchie e nuclei isolati – Nuovo svincolo di Montalto di Castro

Rif. Tav. Km Opera	Tav.SUA-329-330 km 14+230-km 14+630 Trincea, Rotatorie, Nuovo Cavalcavia, viabilità secondaria, Cantieri CA03 e CA04
---------------------------	--

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

LOCALITA'	Comune di Montalto di Castro
IMPATTO POTENZIALE	Interferenza con filari d'alberi, siepi arboree/arbustive, nuclei isolati, boschi/macchie e verde attrezzato
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: PAV-Paesaggio agrario di valore Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva, - Boschi-macchia - Filari d'alberi - Siepi arboree/arbustive Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto elevato e reversibile a lungo termine Probabilità di accadimento: Elevata
OPERE DI MITIGAZIONE	Per mitigare ed integrare lo svincolo nel paesaggio circostante, si inseriscono filari di siepi arbustive, un esteso filare d'alberi di seconda grandezza a portamento colonnare e nelle zone centrali macchie arbustive. Infine come schermatura esterna dello svincolo si inseriscono siepi arborate e macchie arbustive.
SINTESI	TI 5-E2-E

STRALCIO PLANIMETRICO

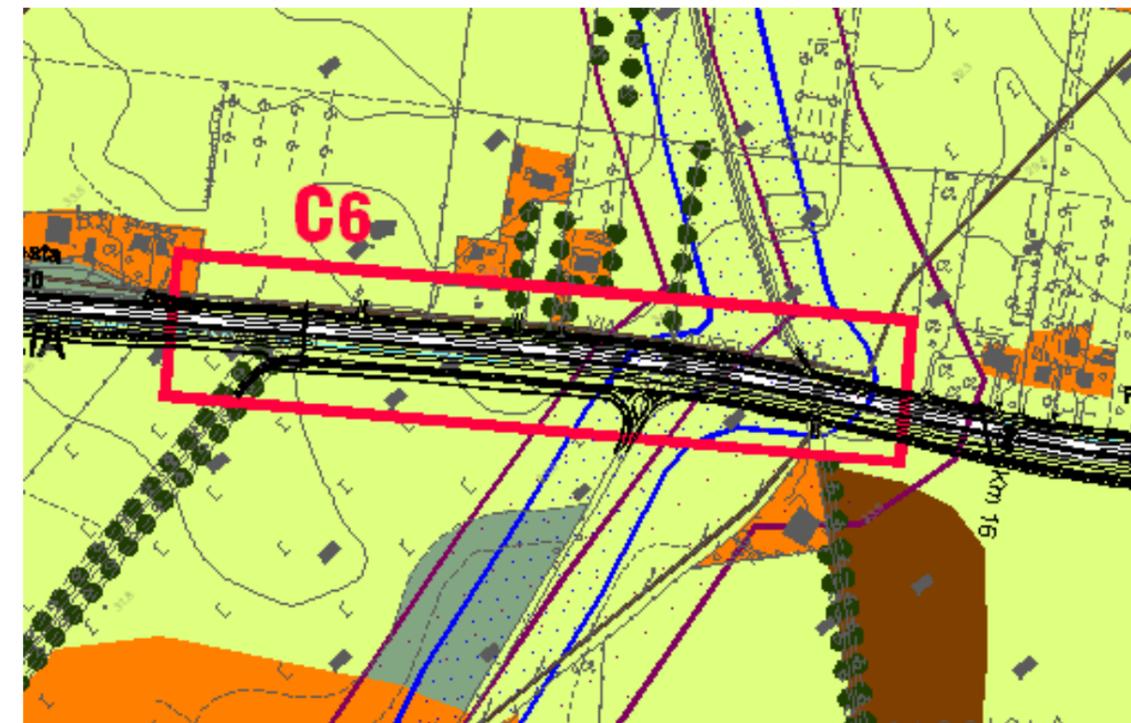


TI 6: C6 – Interferenza con filari d'alberi, siepi arboree/arbustive, nuclei isolati e zone di interesse archeologico- Montalto di Castro

Rif. Tav.	Tav.SUA-329-330
Km	km 15+300-km 15+900
Opera	Rilevato, viabilità secondaria

LOCALITA'	Comune di Montalto di Castro
IMPATTO POTENZIALE	Interferenza con filari d'alberi e nuclei isolati. Interferenza con Zone interesse archeologico vincolate: con area di interesse archeologico già individuato-beni lineari con fascia di rispetto e con viabilità antica.
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: PAV-Paesaggio agrario di valore Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva, - Filari d'alberi - Nuclei isolati Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto elevato e reversibile a lungo termine Probabilità di accadimento: Elevata
OPERE DI MITIGAZIONE	Gli alberi abbattuti si ripristinano con Filare di alberi di prima grandezza a chioma espansa.
SINTESI	TI 2-E2-E

STRALCIO PLANIMETRICO



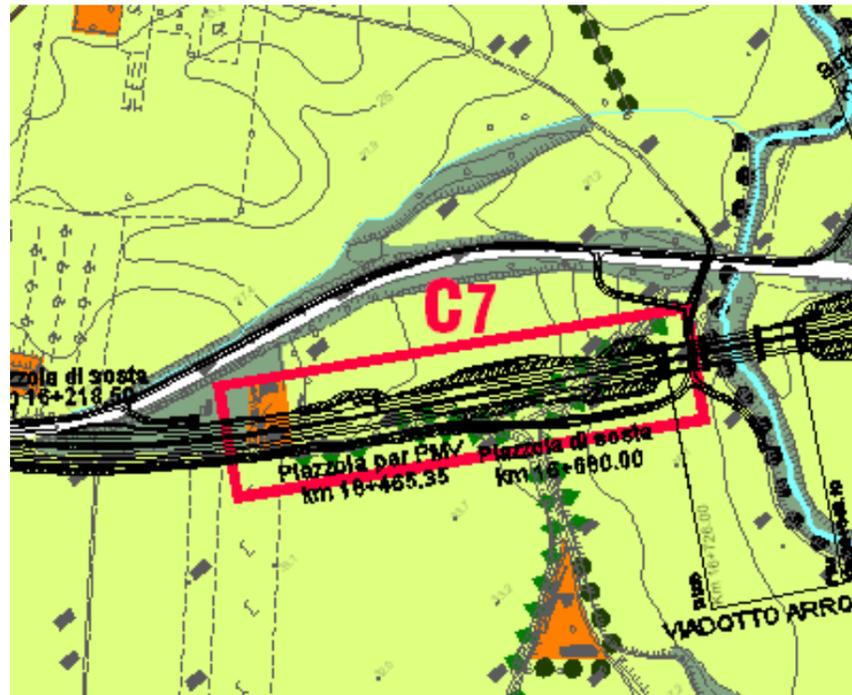
TI 7: C7 - Interferenza con siepi arboree/arbustive, boschi/macchie e nuclei isolati -Montalto di Castro

AUTOSTRADA A12 Rosignano - Civitavecchia
 Progetto Definitivo Tratto Pescia Romana – Tarquinia - Lotto 6B
 Studio di Impatto Ambientale

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Rif. Tav. Km Opera	Tav.SUA-329-330 km 16+300-km 16+730 Rilevato, viabilità secondaria
LOCALITA'	Comune di Montalto di Castro
IMPATTO POTENZIALE	Interferenza con siepi arboree/arbustive, nuclei isolati e boschi/macchie.
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: PAV-Paesaggio agrario di valore Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva, - Boschi-macchia - Nuclei isolati - Siepi arboree/arbustive Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto elevato e reversibile a lungo termine Probabilità di accadimento: Elevata
OPERE DI MITIGAZIONE	Le siepi interferite si ripristinano con nuove macchie arbustive e macchie arbustive idrofile.
SINTESI	TI 7-E2-E

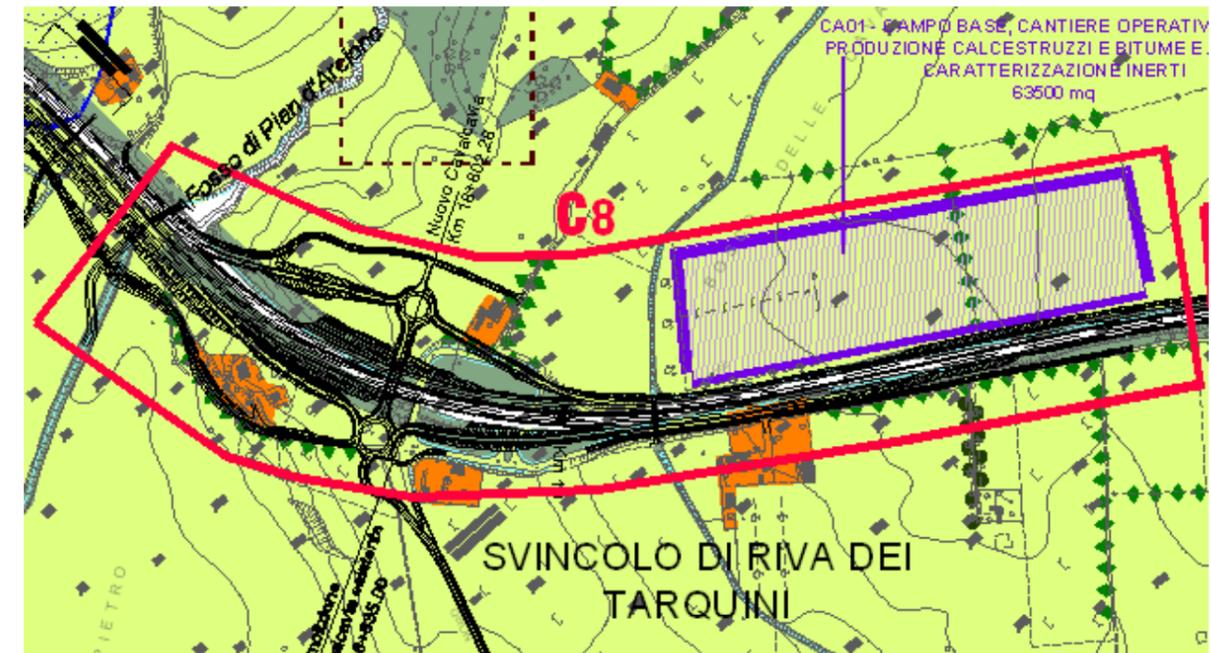
STRALCIO PLANIMETRICO



TI 8: C8 – Interferenza con siepi arboree/arbustive, boschi/macchie e nuclei isolati -svincolo di Riva dei Tarquini

Rif. Tav. Km Opera	Tav.SUA-329-330 km 18+400-km 19+700 Rilevato, Trincea, Rotatorie, Nuovo Cavalcavia, viabilità secondaria, Cantiere CA01
LOCALITA'	Comune di Tarquinia - Fosso di Pian d'Arcione
IMPATTO POTENZIALE	Interferenza con filari d'alberi, siepi arboree/arbustive, nuclei isolati e boschi/macchie.
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: PAV-Paesaggio agrario di valore Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva, - Boschi-macchia - Nuclei isolati - Filari d'alberi - Siepi arboree/arbustive Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto elevato e reversibile a lungo termine Probabilità di accadimento: Elevata
OPERE DI MITIGAZIONE	Per mitigare ed integrare lo svincolo nel paesaggio circostante, si inseriscono filari di alberi di prima grandezza a chioma espansa, macchie arbustive. Come schermatura esterna dello svincolo si inserisce un filare di alberi di seconda grandezza a portamento colonnare e siepi arborate. Gli alberi abbattuti nell'area occupata dal cantiere CA01 si ripristinano con macchie arbustive. Infine la vegetazione lungo il fosso di Pian d'Arcione viene ripristinata con prato idrofilo e siepi arborate igrofile.
SINTESI	TI 8-E2-E

STRALCIO PLANIMETRICO



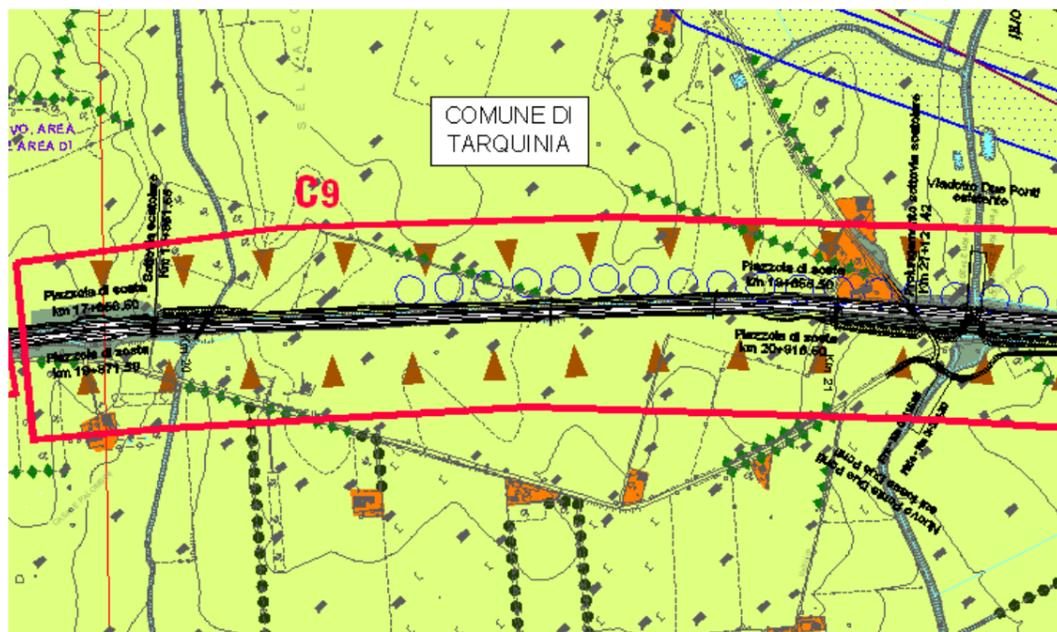
TI 9: C9 – Interferenza con filari d'alberi, siepi arboree/arbustive, boschi/macchie, nuclei isolati e percorsi panoramici di Tarquinia

AUTOSTRADA A12 Rosignano - Civitavecchia
 Progetto Definitivo Tratto Pescia Romana – Tarquinia - Lotto 6B
 Studio di Impatto Ambientale

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Rif. Tav. Km Opera	Tav.SUA-329-330 km 19+750-fine progetto Rilevato, Trincea, Nuovo Cavalcavia, viabilità secondaria, viadotto, piazzole di sosta
LOCALITA'	Comune di Tarquinia
IMPATTO POTENZIALE	Interferenza con filari d'alberi, siepi arboree/arbustive, nuclei isolati e boschi/macchie. Interferenza con Zone interesse archeologico vincolate: con area di interesse archeologico già individuato-beni lineari con fascia di rispetto; con viabilità antica e percorsi panoramici.
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: PAV-Paesaggio agrario di valore Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva, - Boschi-macchia - Nuclei isolati - Filari d'alberi - Siepi arboree/arbustive Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto elevato e reversibile a lungo termine Probabilità di accadimento: Elevata
OPERE DI MITIGAZIONE	Al fine di contenere il disturbo percettivo "effetto orizzonte" si inseriscono siepi arbustive e Filari di alberi di seconda grandezza a chioma espansa. Per mitigare ed integrare il nuovo cavalcavia in fine progetto nel paesaggio circostante, si inseriscono Filari di alberi di seconda grandezza a portamento colonnare, macchie arbustive e Filari di alberi di prima grandezza a chioma espansa.
SINTESI	TI 9-E2-E

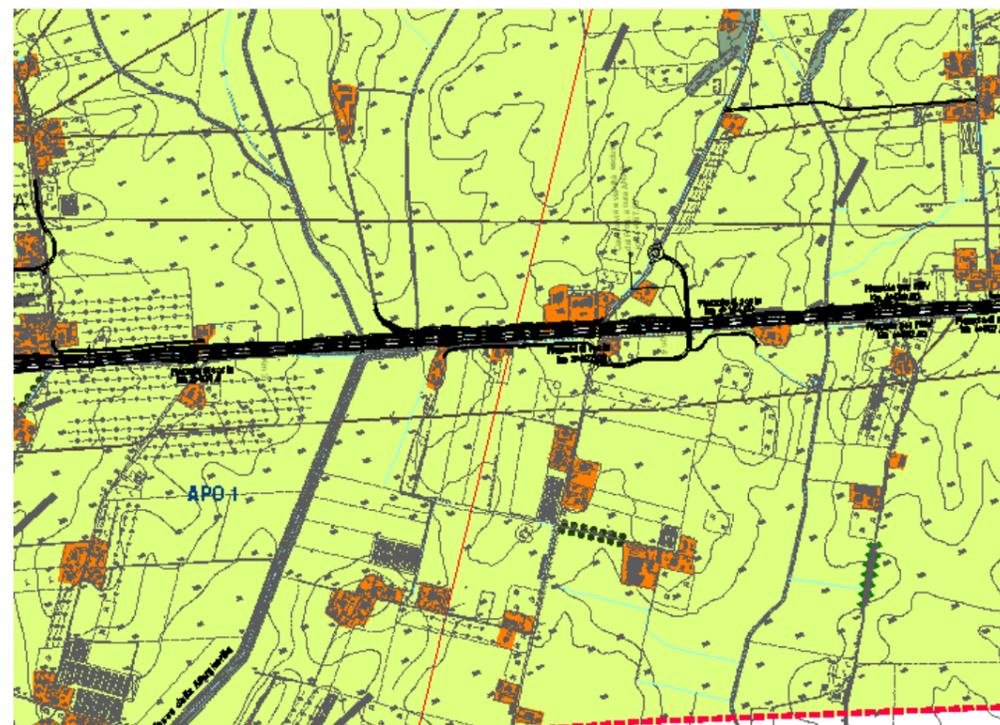
STRALCIO PLANIMETRICO



SCHEDA DI SINTESI DEGLI AMBITI DI PAESAGGIO OMOGENEI
 TI 10: Attraversamento con APO 1 - Paesaggio agricolo estensivo di Tarquinia e di Montalto di

Castro	
Rif. Tav. Km Opera	Tav.SUA-329-330 km 0+000-km 10+800 Trincea
LOCALITA'	Montalto di Castro
IMPATTO POTENZIALE	Interferenza e disturbo visivo ai nuclei isolati alle immediate vicinanze del progetto. Interferenza con il paesaggio agricolo estensivo.
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: PAV-Paesaggio agrario di valore Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva - Nuclei isolati e Edifici sparsi - Boschi/macchia - Filari d'alberi e Siepi arboree/arbustive Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto basso e reversibile a breve termine Probabilità di accadimento: Bassa
SINTESI	TI 10-B1-B

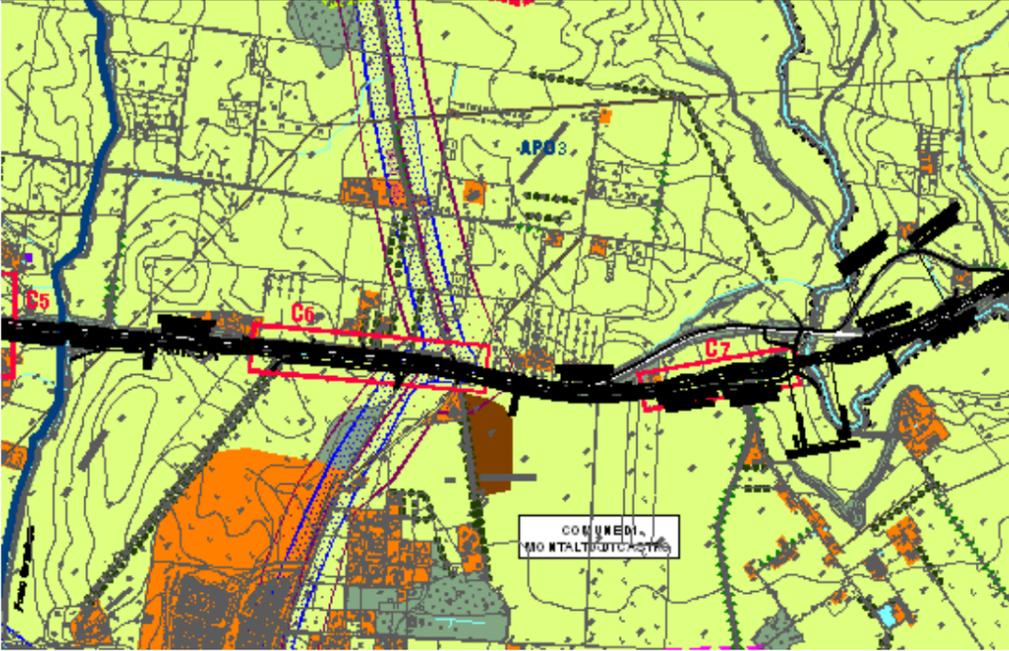
STRALCIO PLANIMETRICO

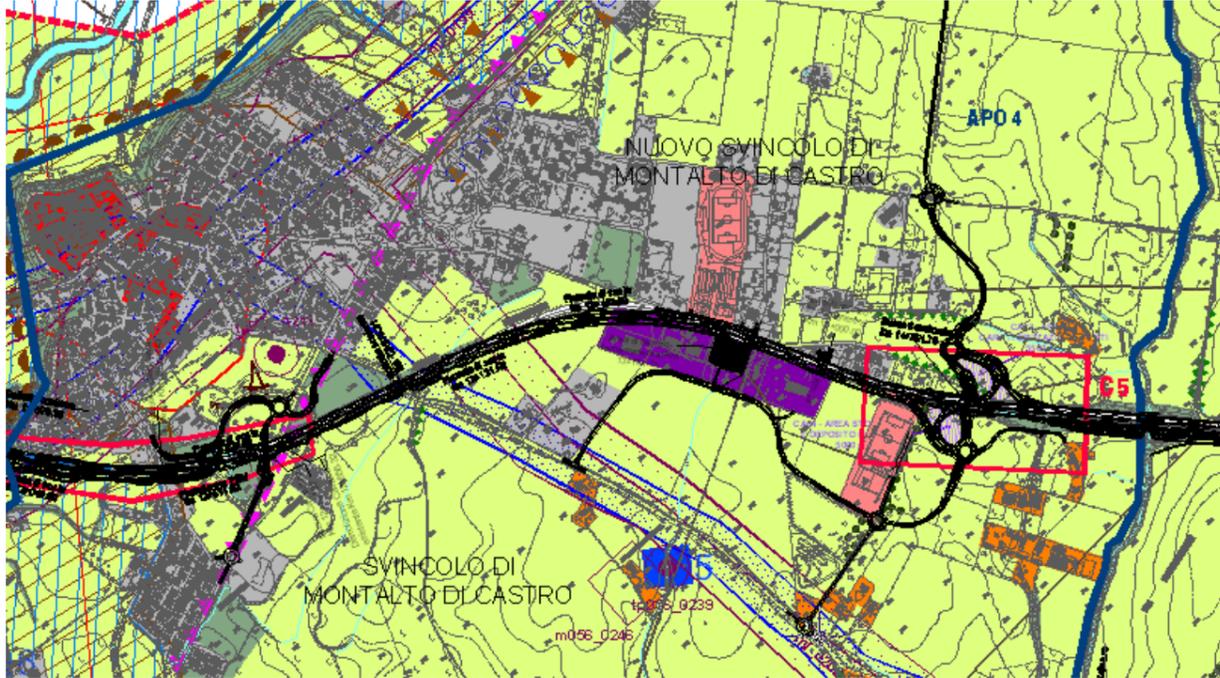


SCHEDA DI SINTESI DEGLI AMBITI DI PAESAGGIO OMOGENEI
 TI 11: Attraversamento con APO 3 - Paesaggio agricolo estensivo con filari d'alberi di Tarquinia e di Montalto di Castro

AUTOSTRADA A12 Rosignano - Civitavecchia
 Progetto Definitivo Tratto Pesca Romana – Tarquinia - Lotto 6B
 Studio di Impatto Ambientale

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

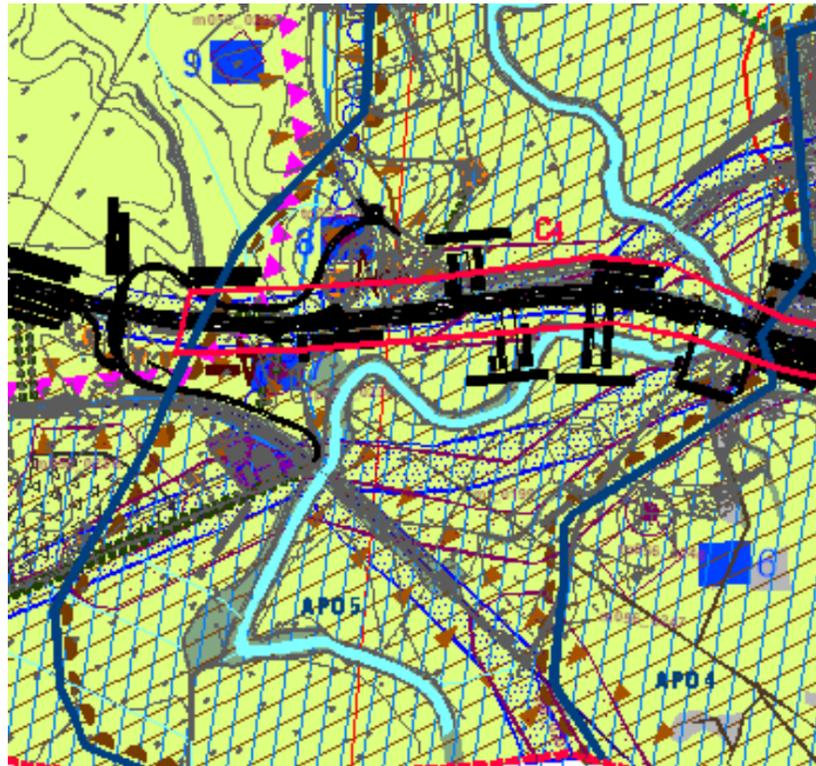
Rif. Tav. Km Opera	Tav.SUA-329-330 km 0+000-km 0+180 Trincea
LOCALITA'	Montalto di Castro, Tarquinia
IMPATTO POTENZIALE	Interferenza e disturbo visivo ai nuclei isolati alle immediate vicinanze del progetto. Interferenza con il paesaggio agricolo estensivo.
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: PAV-Paesaggio agrario di valore Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva - Nuclei isolati e Edifici sparsi - Boschi/macchia - Filari d'alberi e Siepi arboree/arbustive Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto basso e reversibile a lungo termine Probabilità di accadimento: Media
SINTESI	TI 11-M2-M
STRALCIO PLANIMETRICO	
SCHEDA DI SINTESI DEGLI AMBITI DI PAESAGGIO OMOGENEI TI 12: Attraversamento con APO 4 - Paesaggio urbano di Montalto di Castro	

Rif. Tav. Km Opera	Tav.SUA-329-330 km 0+000-km 0+180 Trincea
LOCALITA'	Montalto di Castro
IMPATTO POTENZIALE	Interferenza e disturbo visivo al tessuto urbano ed ai nuclei isolati alle immediate vicinanze del progetto. Interferenza con il paesaggio agricolo estensivo.
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: PAV-Paesaggio agrario di valore PIU-Paesaggio dell'insediamento urbano Indicatori paesistici: - Tessuto urbano - Tessitura agricola estensiva - Edifici sparsi- Verde attrezzato - Boschi/macchia - Filari d'alberi e Siepi arboree/arbustive Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto basso e reversibile a breve termine Probabilità di accadimento: Media
SINTESI	TI 12-M1-M
STRALCIO PLANIMETRICO	
SCHEDA DI SINTESI DEGLI AMBITI DI PAESAGGIO OMOGENEI TI 13: Attraversamento con APO 5 - Paesaggio agricolo estensivo vincolato di Montalto di Castro	

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Rif. Tav. Km Opera	Tav.SUA-329-330 km 0+000-km 0+180 Trincea
LOCALITA'	Montalto di Castro
IMPATTO POTENZIALE	Interferenza e disturbo visivo ai nuclei isolati alle immediate vicinanze del progetto. Interferenza con il paesaggio agricolo estensivo e la vegetazione ripariale del Fiume Fiora
INDICATORI PAESISTICI LIVELLO D'IMPATTO	Unità paesistica: PAV-Paesaggio agrario di valore Indicatori paesistici: - Tessitura agricola estensiva - Nuclei isolati - Boschi/macchia - Filari d'alberi Magnitudo dell'impatto: Livello di impatto basso e reversibile a lungo termine Probabilità di accadimento: Media
SINTESI	TI 13-M2-M

STRALCIO PLANIMETRICO



8.9 L'integrazione paesaggistica

Il progetto di inserimento paesaggistico dell'autostrada e delle opere connesse trae origine da una serie di principi progettuali che sono in sintonia con le prescrizioni CIPE (Delibera 116/2008):

- mantenere il più possibile l'ampliamento ad autostrada entro il sedime dell'attuale SS1 Aurelia;
- armonizzare il più possibile le geometrie dell'intervento con la struttura del paesaggio attraversato, e ciò con il fine di rendere la percezione visiva del nastro autostradale il più possibile "aderente" al territorio;
- minimizzare il consumo di suolo, anche quando finalizzato alle opere a verde, sia per il nastro autostradale che per gli svincoli;
- conservare il più possibile la vegetazione esistente;
- ove non sia possibile conservare la vegetazione esistente, ripristinarla il più possibile, nel rispetto della normativa vigente e garantendo la funzionalità e sicurezza dell'infrastruttura;
- mitigare e caratterizzare in relazione alla qualità espresse nel territorio i punti di interscambio tra l'autostrada e la viabilità esterna, ovvero gli svincoli di ingresso ed uscita;
- mitigare e caratterizzare in relazione alle qualità espresse nel territorio anche i punti di interferenza dell'autostrada con il reticolo viario minore, integrando i manufatti sparsi nel territorio, specie quelli di maggior pregio;
- recuperare e/o potenziare la vegetazione ripariale lungo fossi, canali e fiumi attraversati;
- schermare i volumi tecnici a servizio dell'infrastruttura, soprattutto quando siano in prossimità di abitazioni esistenti;
- garantire le visuali privilegiate esistenti;
- offrire un'impostazione metodologica delle scelte di architettura del paesaggio che, in congruenza con quanto già progettato, possa agire da filo conduttore per l'intera autostrada garantendo, nel rispetto dei luoghi, una riconoscibilità complessiva.

Nel tratto iniziale del tracciato, compreso tra l'inizio del lotto e lo svincolo di Pescia Romana, sono previste sistemazioni a verde aderenti al corpo stradale. Il contesto paesaggistico si caratterizza per l'elevata vocazione agricola e la presenza dell'insediamento diffuso.



Figura 1 - Il contesto agricolo tra inizio progetto e lo svincolo di Pescia Romana

In tale tratto è prevista principalmente la costituzione di siepi arborate e di siepi arbustive.

Le siepi arborate (S3) sono poste a protezione delle abitazioni situate a ridosso della carreggiata nord nel tratto compreso tra la progr. 0+670 e la progr. 1+075 circa e delle abitazioni site a ridosso della carreggiata sud nel tratto compreso tra l'inizio progetto e la progr. 0+700 circa. Le siepi arbustive (S1/S2) sono proposte lungo i tratti di rilevato alto e di trincea alta.

A corredo di tali interventi sono previste alcune sistemazioni a prato mesofilo (P1) nei tratti in cui viene prevista la dismissione della viabilità esistente. Tale sistemazione è prevista anche nelle rotatorie di connessione con la viabilità ordinaria poste nel punto iniziale del lotto. Lungo il fosso Marzola è prevista la costituzione di una siepe erborata (S4) avente al funzione di rafforzamento della vegetazione esistente.

All'altezza dell'abitato di Pescia Romana il progetto prevede un nuovo svincolo. Tale svincolo è oggetto di una sistemazione a verde che ha il fine di integrare il manufatto nel contesto di intervento.

Sono previsti i seguenti interventi:

- prato mesofilo (P1) nelle aree racchiuse tra le rampe di accesso all'autostrada e nelle rotatorie;
- sistemazione arida in massi (M1) nelle due rotatorie principali poste in asse alla piattaforma autostradale. L'intento è quello di rappresentare un girasole (*Helianthus annuus*) con i petali alternativamente chiusi ed aperti. Per ottenere tale effetto è prevista una sistemazione che

combina l'utilizzo del prato mesofilo con massi. Il prato mesofilo rappresenta i “fiori del disco” mentre i massi rappresentano i “fiori dei petali”.

- siepi arbustive (S1) in file parallele e sfalsate rispetto al piano autostradale nelle aree racchiuse tra le rampe;
- filare di alberi di seconda grandezza a portamento colonnare (F3) con funzione di protezione dell'abitato di Pesca Romana.

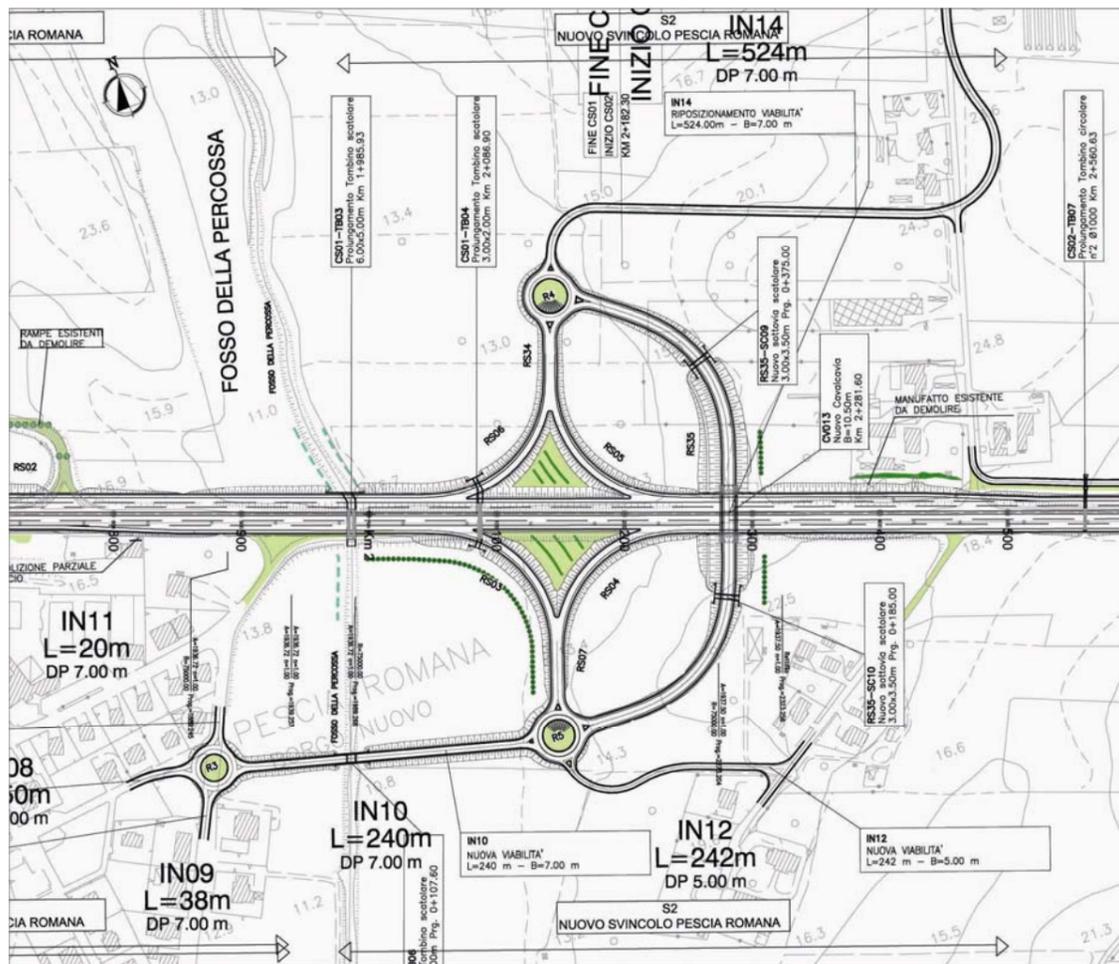


Figura 2 – Le opere a verde nell'area dello svincolo di Pesca Romana



Figura 3 - Il contesto agricolo tra gli svincoli di Pesca Romana e Centrale Enel

Gli interventi sono rivolti principalmente al recupero delle aree intercluse che si vengono a formare a seguito della definizione della viabilità complanare. In tali ambiti è prevista la costituzione di un prato mesofilo (P1).

Nei tratti in cui le scarpate delle trincee e dei rilevati presentano una dimensione consistente è stato previsto l'impianto di siepi arbustive (S1).

Sono previsti filari e siepi arborate con funzione di protezione delle abitazioni poste in prossimità della piattaforma stradale ed in particolare:

- un filare di alberi misti (F4) è previsto a protezione dell'abitazione posta lungo la carreggiata nord all'altezza della progr. 4+000 circa;
- alcune siepi arborate (S3) sono poste lungo le carreggiate nord e sud nel tratto compreso tra la progr. 4+400 e la progr. 4+850 circa;
- 2 filari di alberi di seconda grandezza a chioma espansa (F1) sono posti a protezione della Tenuta Luzi.

Il tratto successivo del tracciato, compreso tra lo svincolo di Pesca Romana e lo svincolo della Centrale Enel, si caratterizza anch'esso per l'elevata vocazione agricola.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE



Figura 4 - I filari alberati posti a protezione della Tenuta Luzi

Nei tratti di attraversamento della rete idrica minore è prevista la costituzione di siepi erborate igrofile (S4).

Nell' area dello svincolo Centrale Enel sono previsti i seguenti interventi:

- prato cespugliato (P1) in tutte le aree di pertinenza dello svincolo;
- siepi arbustive (S1) nelle aree di pertinenza dello svincolo. Queste ultime sono previste su file parallele, sono sfalsate rispetto al piano stradale e seguono prevalentemente l'andamento della viabilità complanare;
- macchia boscata (MB1) all'interno della trombetta di svincolo. Questa formazione costituisce il "punto di riferimento" dell'intera sistemazione a verde;

- filari di alberi di seconda grandezza a portamento colonnare (F3) lungo le rampe sia in posizione esterna sia interna rispetto all'area di svincolo;
- sistemazione arida in massi (M1) nelle due rotatorie principali poste in asse alla piattaforma autostradale. Anche in questo caso l'intento è quello di rappresentare un girasole (*Heliantus annuus*) con i petali alternativamente chiusi ed aperti.

Un filare di alberi di prima grandezza a chioma espansa (F1) è, inoltre, previsto in adiacenza allo svincolo lungo la carreggiata nord.



Figura 5 – Le opere a verde nell'are dello svincolo Centrale Enel

Il tratto successivo fino all'altezza dello svincolo di Montalto di Castro si caratterizza anch'esso per l'elevata vocazione agricola. Nelle vicinanze dello svincolo di Montalto di Castro è da segnalare la presenza del fiume Fiora.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

La Provincia di Viterbo nell'elaborato "Scenario di progetto ambientale" (tav. 1.4.2) allegato al Piano Territoriale di Coordinamento provinciale individua il fiume Fiora quale asse principale della ipotesi di rete ecologica, definita ai sensi della D.G.R. (Lazio) 59/2004, APQ7 "Programma rete ecologica". Tale corso d'acqua rientra nel sistema A1 composto dai seguenti elementi: Monte Rufeno, Caldera di Latera e lago Mezzano, Fosso Olpeta, Riserva della Selva del Lanone, Monti di Castro, Valle del Fiora, Litorale viterbese.



Figura 6 - Il fiume Fiora

Fino all'attraversamento del Fiora gli interventi previsti riguardano essenzialmente il recupero di tratti della viabilità dismessa e di aree intercluse mediante la costituzione di prato mesofilo (P1); in alcune situazioni è prevista la costituzione di siepi arbustive (S1). E' previsto l'impianto di alcuni brevi tratti di filari di alberi (F2 e F4) con funzione di schermatura delle abitazioni poste in prossimità della piattaforma autostradale.

Nel tratto di attraversamento del Fiora, il progetto prevede l'adeguamento del viadotto esistente tra la progr. 11+861.74 e la progr. 11+965.38. La continuità della rete ecologica viene pertanto assicurata. In considerazione della valenza del corso d'acqua sono previsti alcune sistemazioni a verde che consistono nella costituzione di una siepe arbustiva igrofila (S2) lungo entrambe le sponde e di un prato igrofilo (P2) lungo la sponda sinistra. In considerazione della valenza del corso d'acqua è prevista la costituzione di siepi arborate igrofile (S4) anche lungo le scarpate dei rilevati di approccio.

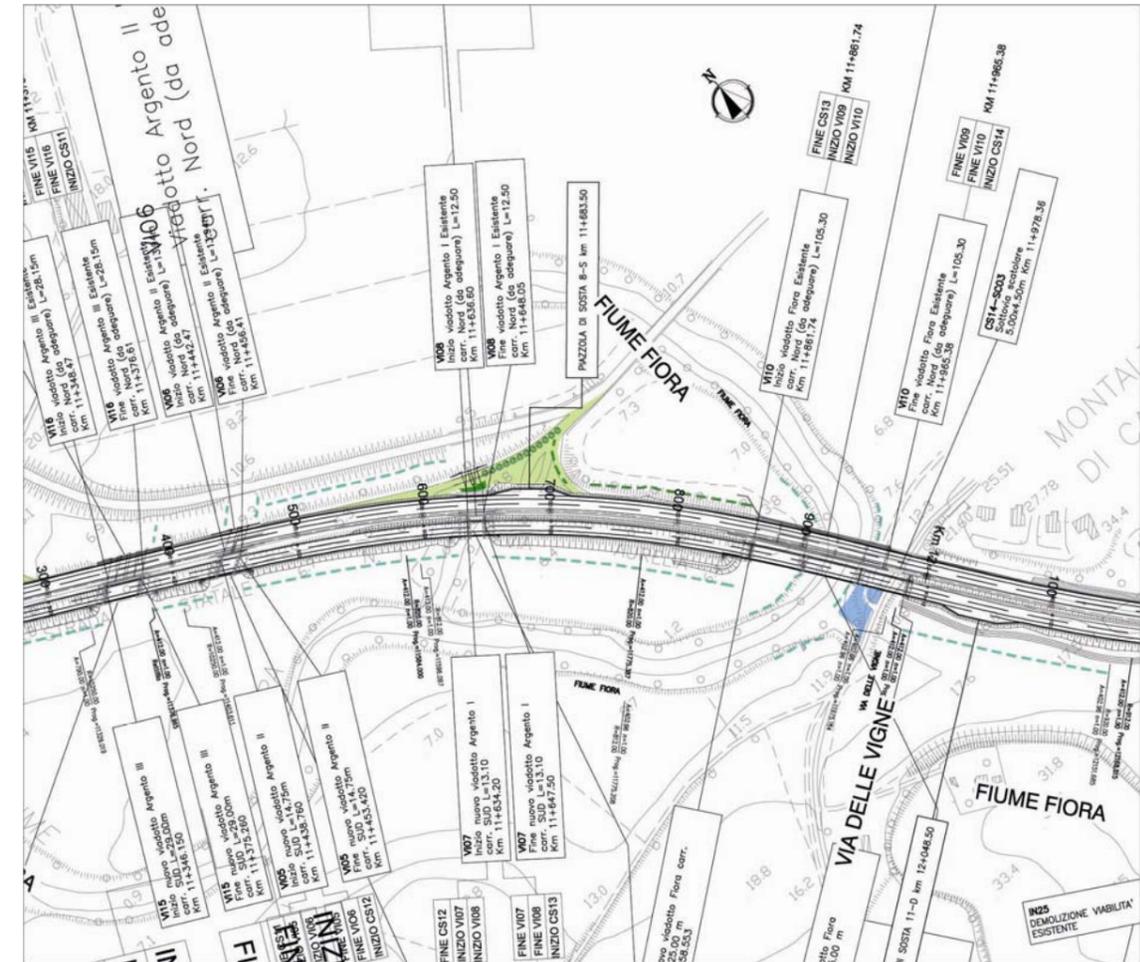


Figura 7 - Le sistemazioni a verde previste nel tratto di attraversamento del fiume Fiora

Nell' area dello svincolo Montalto di Castro sono previsti i seguenti interventi:

- prato cespugliato (P1) in tutte le aree di pertinenza dello svincolo;
- sistemazione arida in massi (M2) nella rotonda. Anche in questo caso l'intento è quello di rappresentare un girasole (*Helianthus annuus*) con i petali alternativamente chiusi ed aperti.
- siepi arbustive (S1) previste su file concentriche a coronamento della sistemazione arida (M2);
- filari di alberi di seconda grandezza a chioma espansa in una delle trombette di svincolo. Tale sistemazione si propone quale "specchio" delle formazioni a oliveto presenti nell'esistente trombetta di cui viene prevista la salvaguardia.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

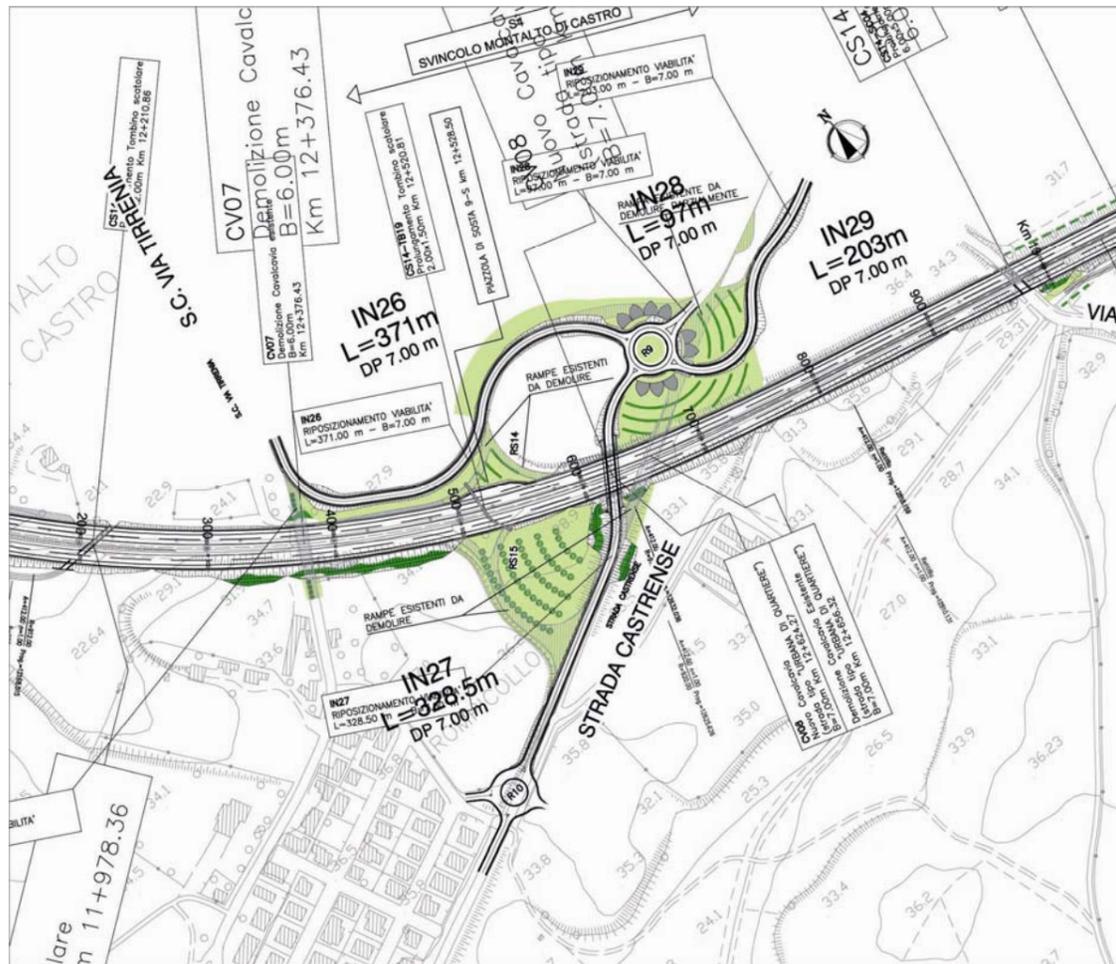


Figura 8 – Le sistemazioni a verde nell'area dello svincolo di Montalto di Castro

- macchia boscata (MB1) all'interno della trombetta di svincolo. Questa formazione costituisce il "punto di riferimento" dell'intera sistemazione a verde;
- filari di alberi di seconda grandezza a portamento colonnare (F3) lungo le rampe in posizione esterna alle trombette di svincolo. Tale tipologia di intervento è proposta anche nell'area di accesso al centro servizi;
- filari di alberi di seconda grandezza a portamento colonnare (F3) lungo le rampe in posizione interna nelle trombette di svincolo. A tale intervento è correlata la creazione di nuclei di arbusti (S1);
- sistemazione arida in massi (M1) nelle due rotonde principali poste in asse alla piattaforma autostradale.

Lungo il breve tratto posto tra lo svincolo di Montalto di Castro ed il nuovo svincolo di Montalto di Castro è previsto il recupero di un tratto di viabilità dimessa mediante prato mesofilo (P1), siepe arbustiva (S1) ed un filare di prima grandezza a chioma espansa (F1) con funzione di protezione dell'abitato.

Nell' area del nuovo svincolo di Montalto di Castro sono previsti i seguenti interventi:

- prato cespugliato (P1) in tutte le aree di pertinenza dello svincolo;
- siepi arbustive (S1) nelle aree di pertinenza dello svincolo. Queste ultime sono previste su file parallele, sono sfalsate rispetto al piano stradale e seguono l'andamento curvilineo delle rampe di accesso alla autostrada;;

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE



Figura 9 - Le sistemazioni a verde nell'area del nuovo svincolo di Montalto di Castro



Figura 10 - Il contesto agricolo nel tratto terminale del lotto

Oltrepassato il nuovo svincolo di Montalto di Castro il tracciato di progetto procede in ambiti a prevalente destinazione agricola.

Poco oltre lo svincolo all'altezza del fosso Sanguinario è prevista lungo entrambe le carreggiate la ricostituzione del verde sottratto per l'ampliamento della piattaforma stradale mediante la costituzione di siepi arbustive ed arborate anche con valenza igrofila (S1, S2, S3, S4) e di prato igrofilo (P2). Lungo la carreggiata sud è inoltre previsto un filare alberato (F1) a protezione di alcune abitazioni. Alcuni filari alberati sono proposti anche nei tratti successivi sempre con funzione di protezione delle abitazioni esistenti.

Nel tratto compreso tra la progr. 16+100 e la progr. 17+100 circa è prevista la dismissione di un tratto dell'esistente Aurelia. I tratti di piattaforma dimessi saranno oggetto di recupero e di sistemazione mediante prato mesofilo (P1) e di filari di alberi (F3). Lungo il torrente Arrone, in considerazione della valenza naturalistica, è prevista la costituzione di un'area arbustiva igrofila (in sponda destra) con funzione di rafforzamento della vegetazione esistente; la costituzione di siepi arbustive igrofile è prevista anche lungo le spalle di approccio dei viadotti. La continuità del torrente Arrone viene garantita grazie alla realizzazione di un nuovo viadotto tra la progr. 16+726.00 e la progr. 16+846.10.

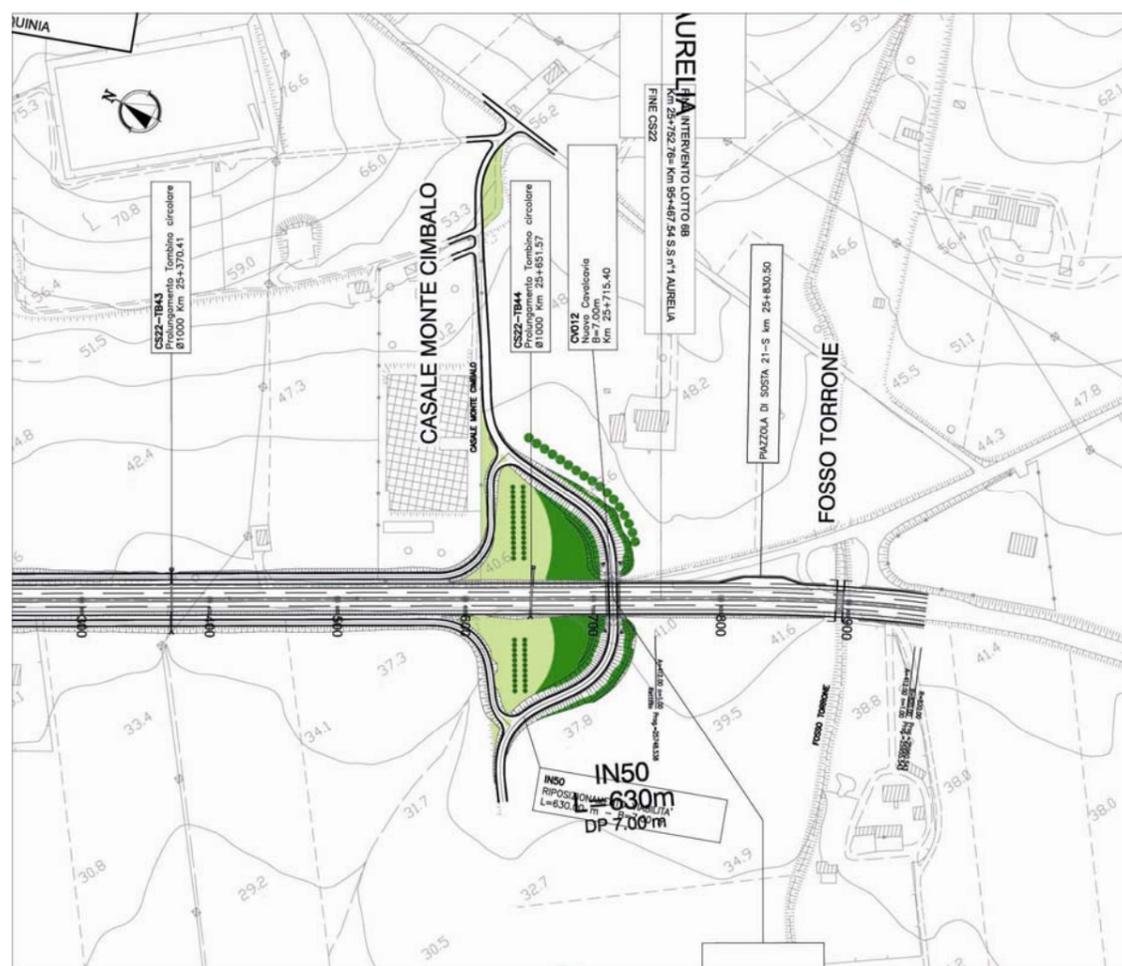


Figura 13 – Le sistemazioni a verde lungo il tratto terminale del tracciato

8.10 Conclusioni

Il progetto ricade prevalentemente in ambiti agricoli, la cui peculiarità è quella di “poggiare” su un fitto reticolo idrografico di superficie. E’ caratterizzato poi da una vasta area vincolata ai sensi degli artt. 134 e 136 del D.lgs 42/04 e della Legge Regionale 37/83. L’area si sviluppa dal km 8+500 circa fino al km 12+500, e ricade interamente nel comune di Montalto di Castro. Si tratta di una vasta area, denominata Selva del Lamone e Valle del Fiora, in parte boscata, che comprende il bacino del fiume Fiora. E’ questo il tratto più vulnerabile dal punto di vista paesaggistico, nel quale sono individuabili anche aree archeologiche tutelate (vedi tav. B del PTPR). Gli interventi di mitigazione, necessariamente contenuti nei limiti di esproprio, consentono di incrementare la vegetazione esistente e, in alcuni casi, di schermare visivamente l’infrastruttura.

9 SALUTE PUBBLICA

9.1 Metodologia adottata

Lo studio della Salute Pubblica relativo alle aree interessate dal progetto di realizzazione del tratto autostradale A12 Rosignano-Civitavecchia si propone la valutazione della variazione dei livelli di rischio a cui risulta soggetta la popolazione transitante sulla rete stradale o presente nelle aree interessate dalla nuova infrastruttura rispetto ai livelli di rischio relativi alla situazione esistente.

La metodologia alla base del presente studio ha preso le mosse dalla analisi della rete di trasporto stradale correlata ai mezzi di trasporto che circolano su di essa (leggeri e pesanti), al fine di identificare i fattori causa delle le due principali categorie di incidenti, localizzati (incidentalità ordinaria) e ad ampie conseguenze.

Con i primi si intendono tutti quegli incidenti i cui effetti sono limitati alla zona in cui si sono verificati e che coinvolgono, nella grande maggioranza dei casi, solo i veicoli transitanti nella zona. Alla seconda categoria appartengono, invece, gli incidenti che estendono i loro effetti al circondario; questi ultimi si verificano essenzialmente quando almeno uno dei mezzi coinvolti trasporta sostanze pericolose (esplosivi, infiammabili, tossiche, radioattive, ecc.).

Ulteriore fattore che è stato analizzato è la possibile interazione tra impianti a rischio di incidente rilevante, presenti in prossimità della rete stradale, e la strada stessa.

Lo studio è stato articolato in modo tale da rispondere all'obiettivo della valutazione della variazione dei livelli di rischio a cui risulta soggetta la popolazione transitante sulla rete stradale o presente nelle aree interessate dalla nuova infrastruttura, rispetto ai livelli di rischio riferiti alla situazione esistente.

Per tali valutazioni si è fatto riferimento allo stato attuale (anno di riferimento 2003) e si sono confrontati, agli orizzonti temporali 2010, 2020 e 2030, i livelli di rischio previsti per l'opzione zero (mancata realizzazione dell'opera) e per l'opzione che prevede la realizzazione dell'opera in progetto.

La rete stradale di riferimento considerata nelle analisi è quella su cui influirà l'intervento in progetto e in particolare:

- allo stato attuale si sono considerate la Strada Statale 1 – Aurelia Civitavecchia-Rosignano e l'Autostrada A1 – Firenze-Roma.
- in caso di opzione zero si è considerata invariata la situazione attuale e si è fatto riferimento alla rete ordinaria (solo per gli anni 2020 e 2030);
- in caso di opzione di realizzazione dell'opera si è fatto riferimento, oltre che allo stato attuale, alla rete ordinaria (solo per l'anno 2010) e all'autostrada A12 Civitavecchia- Rosignano. Per il nuovo corridoio

autostradale relativamente agli incidenti ad ampie conseguenze in progetto si sono considerati i seguenti tratti:

- Tratto Nord (Grosseto-Rosignano): ampliamento della Strada Statale SS1 esistente
- Tratto Sud (Civitavecchia-Grosseto): Tracciato Costiero dal km 65+000 (inizio progetto) al km 160+005 (termine del progetto).

Per la valutazione dei livelli di rischio previsti sono stati esaminati gli incidenti stradali con danni alle persone e sono state formulate alcune ipotesi sui tassi di incidentalità; in particolare per lo stato previsto al 2010, 2020 e 2030:

- si è ipotizzato di mantenere costanti i tassi di incidentalità, gli indici di Mortalità e di Lesività per l'A1 e la SS1 ottenuti per l'anno 2003, mentre per la nuova infrastruttura autostradale A12 si è considerato il valore medio delle autostrade italiane stimato verificatosi per l'anno 2003.
- per la rete Ordinaria si è fatto riferimento alle statistiche nazionali disponibili per la mortalità e lesività sulle strade Provinciali, mentre per l'incidentalità si è fatto riferimento ai dati ottenuti per la SS1.

Identificazione delle cause di rischio

Le principali cause di rischio connesse ad un'infrastruttura stradale sono connesse ai seguenti fattori:

- incidenti stradali, che coinvolgono mezzi leggeri e mezzi pesanti;
- gravità degli incidenti stradali, in base alla relazione tra numero d incidenti e il numero di morti;
- sostanze pericolose trasportate;
- vulnerabilità dell'area circostante l'infrastruttura in caso di rilascio di sostanze pericolose: si individuano i principali ricettori ambientali e territoriali presenti, nonché la loro distanza dal tratto stradale;
- stabilimenti a rischio di incidente rilevante presenti.

I fattori di rischio e gli effetti sulla salute

Lo studio delle cause e della dinamica di un sinistro è, in molti casi, estremamente complesso, poiché non sempre è possibile individuare tutti i fattori che lo hanno determinato e le reciproche interferenze.

I principali fattori di rischio del fenomeno incidentale sono:

- le condizioni ambientali
- le caratteristiche geometriche dell'infrastruttura
- i volumi di traffico
- i parametri prestazionali delle pavimentazioni.

Effetti sulla salute

Le conseguenze più gravi dell'incidentalità stradale ordinaria si manifestano con i danni reversibili o irreversibili alle persone coinvolte nel sinistro.

L'incidentalità di un asse stradale può anche essere misurata in valore assoluto tramite il numero di morti e feriti, oppure, relativamente alla pericolosità, tramite i seguenti indicatori:

- Tasso di lesività: rapporto tra il numero totale di feriti e le percorrenze relativamente svolte nel periodo dalle unità veicolari (feriti/veicoli*km) (AISCAT Informazioni);
- Tasso di mortalità: rapporto tra il numero totale di morti e le percorrenze relativamente svolte nel periodo dalle unità veicolari (morti/veicoli*km) (AISCAT Informazioni);
- Rapporto di lesività o Indice dei feriti: rapporto tra il numero totale di feriti e il numero totale di incidenti verificatisi nel periodo di osservazione, moltiplicato per cento;
- Rapporto di mortalità o Indice di mortalità: rapporto tra il numero totale di morti e il numero totale di incidenti verificatisi nel periodo di osservazione, moltiplicato per cento.

9.2 Analisi delle condizioni di salute e benessere della popolazione

L'analisi dello stato attuale è stata affrontata a partire dalla caratterizzazione dello stato delle condizioni di salute e benessere della popolazione locale nei comuni attraversati dal corridoio autostradale in progetto.

Pertanto, è stata svolta un'analisi dell'evoluzione demografica della popolazione delle regioni, Toscana e Lazio, coinvolte dallo studio sulla base dei seguenti indicatori: l'indice di vecchiaia e l'indice di invecchiamento.

L'indice di vecchiaia (VECCH) rappresenta un indicatore dinamico che stima il grado di invecchiamento di una popolazione.

L'indice di invecchiamento (INV) è un indicatore statico, fornisce cioè indicazioni sullo stato della popolazione ed esprime la tendenza all'invecchiamento; è calcolato come il rapporto tra la popolazione vecchia (65 e oltre) e il complesso della popolazione, moltiplicato 100. Nell'analisi della mortalità per ASL si sono utilizzati come indicatori i tassi di mortalità specifici;

intesi come rapporto tra il numero di decessi ed il numero di residenti nello stesso periodo, standardizzati per età. Dall'esame dei dati si possono ricavare le seguenti osservazioni:

- tra il 1998 e il 2000 nelle ASL di Roma/F e Viterbo la mortalità dei maschi è leggermente superiore a quella della componente femminile della popolazione (nonostante la predominanza numerica delle donne nella popolazione);
- il Tasso di Mortalità è superiore nella popolazione maschile rispetto a quella femminile;

- in tutte le ASL considerate le malattie dell'apparato circolatorio, del cuore e i tumori contribuiscono per oltre il 70% alla mortalità complessiva;
- per la popolazione maschile l'incidenza delle patologie tumorali e del sistema circolatorio è nettamente superiore ai rispettivi valori di TSD nella popolazione femminile;
- anche per le malattie dell'apparato respiratorio, il TSD della popolazione maschile risulta superiore a quello femminile; inoltre l'incidenza sulla mortalità complessiva è del 3% per le donne e dell'4% per gli uomini (incidenza minore rispetto alle ASL considerate in Toscana).

9.3 Contributo dell'incidentalità stradale ordinaria

E' stata analizzata l'incidentalità ordinaria, ossia gli incidenti che non coinvolgendo sostanze pericolose, hanno un impatto localizzato e per lo più limitato alla sede stradale. A partire da una individuazione della situazione dell'incidentalità allo stato attuale a livello nazionale, regionale e locale, è stato evidenziato il livello di rischio oggi presente sulle arterie che verranno coinvolte dall'intervento. Le città si confermano i luoghi dove si riscontrano la maggior parte di incidenti: nel 2002 si sono verificati 175.000 sinistri pari al 73,6 per cento del totale, con 2.901 morti. La sensibile differenza tra le due percentuali trova spiegazione nella minore pericolosità degli incidenti verificatisi nei centri urbani. Infatti, in città ogni 100 sinistri muoiono circa 2 persone, mentre nelle autostrade tale quota sale a 5,1 ed a 6,7 nelle strade statali. La ragione della sensibile differenza della pericolosità va imputata principalmente al diverso ruolo della velocità dei veicoli: medio-bassa nelle città e elevata nelle autostrade e nelle strade extraurbane.

Anche per il Lazio e la Toscana le città si confermano i luoghi dove si riscontrano la maggior parte di incidenti.

Nel Lazio, nel 2003 si sono verificati 121624 sinistri pari al 79,8 per cento del totale, con 172 morti (35,7 per cento). Anche qui la sensibile differenza tra le due percentuali trova spiegazione nella minore pericolosità degli incidenti verificatisi nei centri urbani; in Toscana, nel 2003 si sono verificati 14.846 sinistri pari al 78,1 per cento del totale, con 177 morti.

9.4 Analisi della situazione attuale di incidentalità e conseguenze per le aree di interesse

Individuate le principali vulnerabilità territoriali e ambientali che potrebbero essere coinvolte in caso di rilascio incidentale di sostanze pericolose sulla Strada Statale 1 – Aurelia per il tratto compreso tra Civitavecchia e Rosignano, sono stati, altresì, analizzati i principali scenari incidentali che possono

verificarsi a seguito del rilascio di sostanze pericolose sulla tratta di strada statale. L'obiettivo è quello di determinare le conseguenze degli eventi incidentali, in termini di aree di danno, per la popolazione esposta, le strutture e l'ambiente circostante. Le sostanze da utilizzare per la simulazione sono state scelte in funzione dei pericoli primari e secondari ad esse associati e alle sostanze utilizzate presso gli impianti a rischio di incidente rilevante presenti nella zona.

Si è deciso di utilizzare il **cloro**, in quanto il pericolo primario di questa sostanza è la tossicità elevata; la **benzina** e il **GPL** sono stati scelti perché appartengono ad una delle categorie di sostanze pericolose che sono maggiormente trasportate sulle strade Italiane e perché sono utilizzate negli stabilimenti a rischio di incidente rilevante presenti lungo il tratto Nord della SS1.

L'identificazione dei principali pericoli è stata condotta sulla base dello studio delle analisi storiche degli eventi incidentali; tale metodo costituisce un primo approccio di massima all'analisi di sicurezza in quanto permette di verificare le problematiche di sicurezza relative ad una certa tipologia di sistema in base agli incidenti accaduti in passato.

La ricerca di tali eventi è condotta reperendo la letteratura specializzata e facendo riferimento a banche dati di registrazione degli eventi incidentali generalmente organizzate e gestite da organizzazioni nazionali o internazionali. Per effettuare l'analisi si è utilizzata la Banca dati MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service, HSE).

La maggior parte delle cause di incidente sono legate al generico impatto del veicolo che trasporta sostanze pericolose. A seguire ci sono cause di tipo meccanico, fattori umani e cause esterne.

9.5 Analisi delle conseguenze

La valutazione delle aree di danno è stata effettuata per tutte le tipologie di incidente che possono verificarsi in seguito ad un rilascio, ovvero il rilascio di sostanze infiammabili e/o tossiche ed il rilascio di energia sotto forma termica (incendi) e di pressione (esplosioni). In particolare, nel caso di rilascio di liquido infiammabile, si prevede la formazione di una pozza non confinata: l'innesco della pozza può dare origine ad un incendio (Pool fire) con conseguente irraggiamento sulle zone circostanti. Se l'evaporazione della pozza procede senza un innesco immediato, possono formarsi concentrazioni di sostanza che possono rientrare nei limiti di infiammabilità e provocare un'esplosione a seguito di innesco ritardato.

Se il rilascio interessa un gas infiammabile compresso ed in caso di innesco immediato del getto si può originare un incendio (Jet-Fire) e anche qui, in caso di dispersione del gas si possono formare concentrazioni nei limiti di infiammabilità che degerano in esplosione in caso di innesco ritardato.

Lo studio condotto non ha tenuto conto di effetti domino, limitandosi a definire le conseguenze, in termini di danno, relative all'incidente che coinvolge un solo mezzo. Per quanto riguarda l'analisi quantitativa delle aree di danno provocate da ogni scenario incidentale si è fatto riferimento al Metodo Speditivo. Tale Metodo permette di considerare l'insieme più conservativo di incidenti per ogni categoria di sostanza rilasciata e le aree di danno sono valutate anche in funzione della massima quantità di sostanza pericolosa che può essere coinvolta in un incidente.

I risultati di tali analisi sono stati riportati, all'interno dello studio, attraverso tabelle per le tre sostanze scelte come riferimento, in cui vengono identificate il tipo di sostanza, le caratteristiche della sostanza, il quantitativo di sostanza, le aree di massimo effetto e le distanze caratterizzanti per le due zone di pianificazione.

Viene definita come "Prima zona", la zona di sicuro impatto caratterizzata da effetti sanitari comportanti un'elevata probabilità di letalità e come "Seconda zona", la zona caratterizzata da possibili danni, anche gravi e irreversibili, per persone che non intraprendono adeguate misure di auto-protezione e per persone maggiormente vulnerabili. Oltre la seconda zona è presente una "Zona di attenzione", in cui si possono verificare dei danni, generalmente non gravi, a soggetti particolarmente vulnerabili.

Con riferimento alle vulnerabilità ambientali e in particolare territoriali presenti, nonché alle dimensioni delle aree di danno calcolate, è possibile individuare come tratte maggiormente critiche quelle che presentano particolari vulnerabilità poste a meno di 450-500 m: tale è, infatti, la massima distanza che si è stimato possa ancora appartenere alla prima zona di pianificazione in caso di rilascio di sostanze tossiche.

In particolare, si ritengono maggiormente critiche le tratte poste ad una distanza minore di 500 m rispetto ai centri abitati.

9.6 Analisi delle interferenze

A conclusione della valutazione di rischio, si ritiene che la realizzazione dell'opera comporti un beneficio in termini di sicurezza stradale, sia in termini di incidentalità ordinaria che in termini di incidentalità ad ampie conseguenze.

Con riferimento all'incidentalità ordinaria, i risultati mostrano come la realizzazione dell'opera introduca una riduzione del livello di rischio di morte per incidente stradale per tutte le diverse proiezioni temporali effettuate (riduzione che varia dal 5 al 9%), a fronte di un leggero peggioramento dei livelli di incidentalità e di lesività.

Il livello di incidentalità infatti aumenta leggermente di un valore prossimo al 1%, la lesività di un fattore prossimo al 2-4%.

A fronte di tali valutazioni si può pertanto ritenere che la realizzazione dell'opera permetta una riduzione significativa del rischio connesso all'incidentalità stradale ordinaria. Con riferimento agli incidenti ad ampie conseguenze, la realizzazione del progetto proposto comporta un beneficio relativamente all'incidentalità prevista per i mezzi pesanti agli anni 2010, 2020 e 2030 per l'area in esame rispetto alla mancata realizzazione dell'opera. Essendo invariate le conseguenze di incidente (le aree di danno e le vulnerabilità potenzialmente coinvolte non si modificano) e a fronte di una riduzione del 2-3% della frequenza di incidente, si può stimare complessivamente una riduzione del rischio di incidente rilevanti della stessa entità.

In caso di realizzazione del corridoio autostradale A12 – Civitavecchia-Rosignano, non si prevede alcuna variazione dell'attuale livello di rischio dovuto all'interazione con gli impianti a rischio di incidente rilevante presenti; le variazioni di rischio attese sono esclusivamente connesse al crescere del traffico veicolare, fattore direttamente proporzionale alla vulnerabilità dell'infrastruttura; ciò presupponendo il coinvolgimento dell'autostrada in caso di incidente rilevante presso uno degli stabilimenti. Tuttavia, in considerazione delle distanze esistenti tra infrastruttura stradale e impianti, nonché della distribuzione delle direzioni del vento di riferimento per la zona considerata, si ritiene improbabile tale coinvolgimento e quindi del tutto trascurabile il rischio associato. A fronte della considerazioni sopra esposte si ritiene che la realizzazione dell'opera comporti un beneficio in termini di rischio connesso agli incidenti ad ampie conseguenze.