Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

S.S. 1 "Nuova Aurelia"

Viabilità di accesso all'hub portuale di Savona

SVINCOLO DI MARGONARA

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE CENTRALE PROGETTAZIONE

I PROGETTISTI:
Ing. FULVIO MARIA SOCCODATO
Ordine Ing. di Roma n. 18861

Ing. ALESSANDRO MICHELI
Ordine Ing. di Roma n. 19654

IL GEOLOGO:
Geol. STEFANO SERANGELI
Ordine Geol. del Lazio n. 659

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.
Ing. GINEVRA BERETTA
Ordine Ing. di Roma n. 20458

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Geom. FABIO QUONDAM

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :
Ing. NICOLA DINNELLA

PROTOCOLLO | DATA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS
Ing. Giuseppe Danilo Malgeri – Responsabile Progetto
Ing. Gianfranco Fusani – Strade
Ing. Francesco Primieri – Strade
Ing. Gabriele Giovannini – Cartografia
Ing. Attilio Petrillo – Idraulica
Ing. Pierluigi Fabbro – Interferenze
Geom. Valerio Altomare – Espropri
Ing. Luca Cedrone – Opere in sotterraneo
Ing. Rita Gandolfo – Opere in sotterraneo
Geom. Alessandro Cortese – Opere in sotterraneo
Ing. Pia Iasiello – Geotecnica
Ing. Francesco Bezzi – Impianti
Arch. Roberto Roggi – Computi
Geom. Marco Spinucci – Computi
Geol. Giuseppe Cardillo – Caratterizzazione ambientale

RESPONSABILI DI UNITA'
Ing. Fulvio Maria Soccodato – Ingegneria Territorio
Ing. Alessandro Micheli – Ingegneria Geotecnica e Impianti
Ing. Achille Devitofranceschi – Ingegneria Opere Civili
Geom. Fabio Quondam – Ingegneria Computi, Stime e Capitolati
Geol. Serena Majetta – Caratterizzazione ambientale

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE
RELAZIONE

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00_IA30_AMBRE01_A		
L0901A	D	1301	CODICE ELAB. T00IA30AMBRE01	A	–

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
C					
B					
A	EMISSIONE	Gennaio 2014	Arch. B. Banchini	Ing. G. Beretta	Ing. F.M.Soccodato

INDICE

1 PREMESSA ... 3

2 ATMOSFERA ... 5

2.1 PREMESSA ... 5
2.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO ... 5
2.2.1 Biossido di zolfo (SO_2) ... 5
2.2.2 Materiale particolato (PM10 e PM2.5) ... 6
2.2.3 Biossido di azoto (NO_2) ... 7
2.2.4 Monossido di Carbonio (CO) ... 7
2.2.5 Benzene (C_6H_6) ... 7
2.3 INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO INTERFERITO DALLA REALIZZAZIONE DELL'OPERA ... 8
2.4 DESCRIZIONE DEI DATI PROGETTUALI DI BASE ... 8
2.5 CARATTERIZZAZIONE DEL QUADRO METEO CLIMATICO A SCALA REGIONALE ... 9
2.6 CARATTERIZZAZIONE DEL QUADRO METEO CLIMATICO DELL'AREA IN ESAME ... 10
2.6.1 Temperatura ... 10
2.6.2 Velocità e direzione del vento ... 11
2.6.3 Precipitazioni ... 12
2.6.4 Umidità ... 13
2.7 DESCRIZIONE DELLE SORGENTI INQUINANTI E DEI RICETTORI SENSIBILI ... 14
2.7.1 Descrizione delle sorgenti inquinanti ... 14
2.7.2 Descrizione dei ricettori sensibili ... 15
2.8 GLI AGENTI INQUINANTI PRODOTTI DA TRAFFICO STRADALE: CO, NOX, SO2, PM10, PM2.5. BENZENE ... 17
2.9 CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITA' DELL'ARIA ALLO STATO ATTUALE MEDIANTE ANALISI DI DATI DI BIBLIOGRAFIA E DELLE MISURAZIONI EFFETTUATE DA ENTI TERRITORIALI ... 19
2.9.1 Qualita' dell'aria: zonizzazione ... 19
2.9.2 Qualità dell'aria: piano regionale per la qualità dell'aria ... 22
2.9.3 Qualità dell'aria: valutazione annuale della qualità dell'aria ... 23
2.10 DESCRIZIONE DEL MODELLO UTILIZZATO PER LE SIMULAZIONI DEI LIVELLI DI QUALITÀ DELL'ARIA ... 29
2.10.1 Modello meteorologico Calmet ... 30
2.10.2 Modello di dispersione Calpuff ... 30
2.10.3 Configurazione dei modelli CAMET e CALPUFF ... 33
2.10.4 Sorgenti ... 34
2.10.5 Stima delle emissioni degli inquinanti prodotte dai trasporti stradali ... 36
2.11 DESCRIZIONE ED ANALISI DEI RISULTATI DELLE SIMULAZIONI ... 38
2.12 INTERAZIONI OPERA AMBIENTE ... 41
2.12.1 Effetti in fase di esercizio ... 41
2.12.2 Effetti in fase di cantiere ... 41

3 AMBIENTE IDRICO ... 43

3.1 RIFERIMENTI NORMATIVI ... 43
3.2 CARATTERIZZAZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO ... 43
3.3 ASPETTI IDROLOGICI ... 44
3.3.1 Metodo (C.I.M.A.) Università degli Studi di Genova. luglio 1999 ... 44
3.3.2 Determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica ... 45
3.3.3 Portate di piena ... 46
3.4 CRITICITÀ DEL BACINO SEGNALATE DAL PAI ... 48
3.5 ASPETTI IDRAULICI ... 50
3.6 QUALITÀ DELLE ACQUE ... 51
3.7 INTERAZIONI OPERA-AMBIENTE ... 51
3.7.1 Effetti in fase di cantiere ... 52
3.7.2 Effetti in fase di esercizio ... 52

4 SUOLO E SOTTOSUOLO ... 54

4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO ... 54
4.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ... 54
4.2.1 Aspetti geomorfologici ... 54
4.2.2 Processi geomorfologici ... 55
4.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO ... 56
4.3.1 Aspetti geologici ... 56
4.3.2 Successione stratigrafica ... 56
4.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO ... 57
4.4.1 Aspetti idrogeologici ... 57
4.4.2 Idrogeologia locale ... 58
4.4.3 Qualità delle acque sotterranee ... 58
4.5 SISMICITÀ ... 58
4.6 GEOLOGIA DI DETTAGLIO ... 60
4.7 INTERAZIONI OPERA – AMBIENTE ... 60
4.7.1 Impatti in fase di cantiere ... 61
4.7.2 Impatti in fase di esercizio ... 61

5 VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA ... 62

5.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI ... 62
5.2 INQUADRAMENTO BIOCLIMATICO ... 62
5.3 INQUADRAMENTO FITOCLIMATICO E VEGETAZIONALE ... 64
5.4 USO DEL SUOLO ... 66
5.5 VEGETAZIONE NELL'AREA DI INTERVENTO ... 66
5.6 LA FAUNA DEL COMPRENSORIO ... 68

5.7 INTERAZIONI OPERA – AMBIENTE 69
5.7.1 Vegetazione *69*
5.7.2 Fauna *69*

6 ECOSISTEMI 70

6.1 AREE DI INTERESSE NATURALISTICO 70
6.2 AREE AD ELEVATA VALENZA ECOLOGICA 70
6.3 ASSETTO ECOSISTEMICO 71
6.3.1 Ecosistema marino-costiero *72*
6.4 CONNESSIONI ECOLOGICHE 74
6.5 INTERAZIONI OPERA – AMBIENTE 74

7 RUMORE 75

7.1 PREMESSA 75
7.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 75
7.2.1 D.P.C.M. 1° marzo 1991 ..... *75*
7.2.2 Legge 26 ottobre 1995, n. 447, legge quadro sull'inquinamento acustico *76*
7.2.3 D.P.C.M. 14 Novembre 1997 ..... *79*
7.2.4 DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 marzo 2004, n. 142 ..... *81*
7.3 INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO INTERFERITO DALLA REALIZZAZIONE DELL'OPERA 84
7.4 DESCRIZIONE DEI DATI PROGETTUALI DI BASE 84
7.4.1 Dati di traffico autoveicolare *84*
7.5 CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLE SORGENTI DI RUMORE, MEDIANTE INDAGINE FONOMETRICA 86
7.5.1 Metodologia di misura *86*
7.5.2 Misure *86*
7.6 DESCRIZIONE DELLA ZONIZZAZIONE ACUSTICA COMUNALE 87
7.7 CENSIMENTO DEI RICETTORI E PUNTI DI MISURA 89
7.8 SCHEDE DI CENSIMENTO DEI RICETTORI 90
7.9 CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA ANTE, POST OPERAM E POST MITIGAZIONE 90
7.9.1 Il modello di simulazione SoundPLAN *90*
7.9.2 NMPB per le sorgenti veicolari *90*
7.9.3 Modalità operative e parametri utilizzati nell'applicazione del SoundPLAN *95*
7.9.4 Modalità di inserimento dei dati di cartografia e di progetto nel modello di simulazione *95*
7.9.5 Confronto tra le misure e le simulazioni *96*
7.9.6 Risultati delle simulazioni *96*
7.10 INTERAZIONI OPERA-AMBIENTE 97
7.10.1 Effetti in fase di cantiere *97*
7.10.2 Effetti in fase di esercizio *97*

8 VIBRAZIONI 98

8.1 APPROCCIO METODOLOGICO 98
8.2 INQUADRAMENTO NORMATIVO 98
8.3 INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE CANTIERE-EDIFICATO 99
8.4 DEFINIZIONE DELLE AREE DI INFLUENZA DELLE ATTIVITÀ COSTRUTTIVE 99
8.4.1 Realizzazione delle gallerie naturali *99*
8.5 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE POTENZIALMENTE CRITICHE 102
8.6 INTERAZIONI OPERA-AMBIENTE 102
8.6.1 Effetti in fase di cantiere *102*
8.6.2 Effetti in fase di esercizio *103*

9 PAESAGGIO 104

9.1 ARCHEOLOGIA E BENI STORICI 104
9.1.1 Inquadramento storico *104*
9.1.2 Valutazione del Rischio archeologico assoluto *106*
9.1.3 Valutazione del Rischio archeologico relativo *106*
9.2 ASSETTO INSEDIATIVO 107
9.3 CONTESTO E STRUTTURA DEL PAESAGGIO 107
9.4 AMBITI DI PAESAGGIO 108
9.4.1 Configurazione e caratteri geomorfologici ed idrogeologici *108*
9.4.2 Sistemi naturalistici interessati dal progetto *108*
9.4.3 Sistema insediativo storico *110*
9.5 CARATTERI VISUALI E DEL PAESAGGIO 112
9.5.1 Bacino visuale *112*
9.5.2 Punti di osservazione *113*
9.5.3 Elementi schermanti *113*
9.6 ELEMENTI DETRATTORI DELLA QUALITÀ PAESAGGISTICA 113
9.7 AMBITI DI FORTE VALENZA SIMBOLICA 114
9.8 INTERAZIONI OPERA – AMBIENTE 115
9.8.1 Impatti in fase di cantiere *115*
9.8.2 Effetti in fase di esercizio *116*

10 SALUTE PUBBLICA 118

10.1 CARATTERIZZAZIONE DELLA COMPONENTE SALUTE PUBBLICA NELL'AMBITO TERRITORIALE DI RIFERIMENTO 118
10.1.1 Qualità dell'aria e condizione di salute della popolazione *118*

10.1.2 Stabilimenti a rischio di incidente rilevante.....121
10.2 INTERAZIONI OPERA – AMBIENTE.....121
10.2.1 Inquinamento atmosferico.....121
10.2.1 Inquinamento acustico.....125
10.2.2 Conclusioni.....125

ELABORATI GRAFICI ALLEGATI

ATMOSFERA														
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	1	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante CO - Scenario ante operam	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	2	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante NO2 - Scenario ante operam	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	3	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante SO2 - Scenario ante operam	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	4	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante PM10 - Scenario ante operam	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	5	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante PM2.5 - Scenario ante operam	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	6	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante BENZENE - Scenario ante operam	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	7	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante CO - Scenario opzione 0	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	8	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante NO2 - Scenario opzione 0	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	9	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante SO2 - Scenario opzione 0	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	1	0	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante PM10 - Scenario opzione 0	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	1	1	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante PM2.5 - Scenario opzione 0	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	1	2	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante BENZENE - Scenario opzione 0	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	1	3	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante CO - Scenario post operam	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	1	4	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante NO2 - Scenario post operam	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	1	5	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante SO2 - Scenario post operam	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	1	6	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante PM10 - Scenario post operam	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	1	7	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante PM2.5 - Scenario post operam	1:2.000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	1	8	A		Planimetria delle concentrazioni dell'agente inquinante BENZENE - Scenario post operam	1:2.000
AMBIENTE IDRICO														
T	0	0	IA	3	2	AMB	CT	0	1	A		Carta del reticolo idrografico	1:10.000
T	0	0	IA	3	2	AMB	CT	0	2	A		Corografia del Bacino Rio Termine	1:10.000
SUOLO E SOTTOSUOLO														
T	0	0	IA	3	3	AMB	CG	0	1	A		Carta geologica	1:2.000
T	0	0	IA	3	3	AMB	CG	0	2	A		Carta geomorfologica	1:2.000
T	0	0	IA	3	3	AMB	CI	0	1	A		Carta idrogeologica	1:2.000
T	0	0	IA	3	3	AMB	CT	0	1	A		Carta dell'uso del suolo a scala di contesto - matrice antropica	1:10.000
T	0	0	IA	3	3	AMB	CT	0	2	A		Carta dell'uso del suolo a scala di contesto - matrice naturale	1:10.000
T	0	0	IA	3	3	AMB	CT	0	3	A		Carta dell'uso del suolo a scala di contesto - matrice agricola	1:10.000
T	0	0	IA	3	3	AMB	CT	0	4	A		Carta dell'uso del suolo a scala di progetto	varie
VEGETAZIONE FLORA FAUNA ED ECOSISTEMI														
T	0	0	IA	3	4	AMB	CT	0	1	A		Carta della Biodiversità	1:15.000
T	0	0	IA	3	4	AMB	CT	0	2	A		Carta delle Reti Ecologiche	1:20.000
T	0	0	IA	3	4	AMB	CT	0	3	A		Carta della Vegetazione di Area Vasta	1:10.000
T	0	0	IA	3	4	AMB	CT	0	4	A		Carta degli Ecosistemi	1:5.000
RUMORE														
T	0	0	IA	3	5	AMB	PL	0	1	A		Planimetria dei ricettori, zonizzazione acustica di Albissola e punti di Misura	-
T	0	0	IA	3	5	AMB	PL	0	2	A		Planimetria dei ricettori, carta del PUC di Savona e punti di Misura	1:5.000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	0	1	A		Mappa del clima acustico ante operam - Periodo Diurno	1:5.000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	0	2	A		Mappa del clima acustico ante operam - Periodo Notturno	1:5.000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	0	3	A		Mappa del clima acustico opzione 0 - Periodo Diurno	1:5.000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	0	4	A		Mappa del clima acustico opzione 0 - Periodo Notturno	1:5.000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	0	5	A		Mappa del clima acustico post operam - Periodo Diurno	1:5.000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	0	6	A		Mappa del clima acustico post operam - Periodo Notturno	1:5.000
T	0	0	IA	3	5	AMB	RE	0	1	A		Rapporto di Misura dei Rilievi Acustici	1:5.000
T	0	0	IA	3	5	AMB	RE	0	2	A		Report dei livelli acustici nei tre scenari analizzati	R
T	0	0	IA	3	5	AMB	SC	0	1	A		Schede di censimento dei ricettori	R
PAESAGGIO														
T	0	0	IA	3	6	AMB	CT	0	1	A		Contesto e struttura del paesaggio	1:5.000
T	0	0	IA	3	6	AMB	CT	0	2	A		Elementi di struttura del paesaggio	-
T	0	0	IA	3	6	AMB	CT	0	3	A		Caratteri morfologici del paesaggio e percezione visiva	1:5.000

PREMESSA

La presente relazione costituisce il Quadro di Riferimento Ambientale dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) che ha per oggetto il progetto del nuovo svincolo di Margonara, necessario al fine di completare la funzionalità del collegamento della Nuova Aurelia con l'Hub portuale di Savona.

Il progetto definitivo a suo tempo redatto dall'ANAS e presentato al CIPE realizzava il collegamento tra la nuova Aurelia ed il porto tramite due semisvincoli, posti rispettivamente in località Margonara ed in località Miramare. In sede di approvazione da parte del CIPE, su richiesta del Ministero per i Beni Culturali, è stata richiesta la soppressione del semisvincolo di Margonara in quanto ritenuto eccessivamente impattante.

L'abbassamento del profilo dell'asse principale (galleria San Paolo), realizzata in sede di PE, ha consentito lo sviluppo di una nuova soluzione progettuale per il semi-svincolo che riduce al minimo nel tratto all'aperto gli impatti con la fascia collinare fronte mare.

In particolare, nel presente documento viene riportata la caratterizzazione dello stato attuale delle componenti ambientali e valutate le ripercussioni che la realizzazione dell'opera avrà sulle stesse.

Per la caratterizzazione delle componenti ambientali si è fatto riferimento ai dati bibliografici, alla cartografia tematica, alla pianificazione territoriale e di settore, alla foto-interpretazione ed a specifici sopralluoghi e ricognizioni in campo.

Il progetto prevede la realizzazione del nuovo svincolo in località Punta Margonara, nel territorio comunale di Savona. La sua funzione è, come già descritto nel Quadro Programmatico e Progettuale, quella di dare completa funzionalità all'intervento in fase di realizzazione "*Lavori di costruzione della viabilità di accesso all'Hub portuale di Savona – Interconnessione tra i caselli della A 10 di Savona ed Albisola e i porti di Savona e Vado: variante alla SS1 Aurelia nel tratto tra Savona Torrente Letimbro ed Albisola superiore*".

Il progetto definitivo dei *"Lavori di costruzione della viabilità di accesso all'Hub portuale di Savona – Interconnessione tra i caselli della A 10 di Savona ed Albisola e i porti di Savona e Vado: variante alla SS1 Aurelia nel tratto tra Savona Torrente Letimbro ed Albisola superiore*" presentato al CIPE nel 2003 realizzava infatti il collegamento tra la nuova Aurelia ed il porto di Savona tramite due semisvincoli, posti rispettivamente in località Margonara ed in località Miramare.

In sede di approvazione da parte del CIPE, su indicazione del Ministero per i Beni Culturali, fu richiesta la soppressione del semisvincolo di Margonara, e quindi il progetto definitivo a base di gara, come anche il progetto esecutivo approvato, non presentano tale importante collegamento.

La gravità di tale eliminazione è stata più volte segnalata direttamente ai Ministeri competenti sia dall'ANAS, che dalla Regione Liguria e dalla Provincia di Savona evidenziando che l'eliminazione dello svincolo in località Margonara impedisce di fatto la connessione della viabilità del porto da e per il casello di Albisola Superiore.

Il Quadro di Riferimento Ambientale contiene le analisi dei sistemi ambientali interessati dal progetto, sia direttamente sia indirettamente, rispetto ai quali è logico presumere che possano manifestarsi delle ricadute (impatti).

Il Quadro di riferimento ambientale contiene, in particolare, l'analisi delle componenti ambientali interessate dal progetto sia direttamente che indirettamente, e la qualificazione e/o quantificazione del loro livello di sensibilità.

La definizione dei livelli di qualità/sensibilità attuale delle componenti ambientali considerate è strettamente correlata all'individuazione e alla stima degli impatti indotti dall'opera nel contesto ambientale specifico. Le analisi di caratterizzazione del contesto ambientale sono state svolte sulle diverse componenti maggiormente interessate dai fattori di pressione correlati al progetto, secondo scale territoriali di indagine appropriate alle specificità tecniche di ciascuna di esse.

In merito all'individuazione delle componenti e dei fattori ambientali e alle relative analisi si fa riferimento agli allegati I e II del DPCM 27/12/1988.

Vengono identificati in questo quadro gli impatti potenziali significativi legati ai recettori sensibili individuati e alla tipologia di opera, in modo da orientare la ricerca dei dati ambientali a quelli maggiormente utili allo sviluppo del lavoro.

Il Quadro di Riferimento Ambientale è costituito da una serie di monografie relative alle singole componenti e fattori ambientali:

1. atmosfera;
2. ambiente idrico;
3. suolo e sottosuolo;
4. vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi;

5. rumore;
6. vibrazioni;
7. paesaggio;
8. salute pubblica.

La linea metodologica seguita nell'ambito dell'analisi di ciascuna componente ambientale risulta conforme alle indicazioni tecniche fornite dal DPCM 27/12/1988, dal D.Lgs 152/06 e smi.

Per la trattazione di ciascuna componente ambientale, quindi, l'approccio metodologico seguito ha previsto, dapprima, una definizione del quadro normativo di riferimento; ha fatto seguito una descrizione dei livelli di qualità ante operam (preesistenti alla realizzazione dell'intervento) e dei fenomeni di degrado delle risorse (eventualmente in atto), con successiva definizione dei potenziali fattori di pressione ambientale correlabili al progetto, valutazione qualitativa e quantitava delle interazioni con l'ambiente, verifica del livello di significatività degli impatti in relazione al contesto ambientale prima descritto e alla relativa capacità di carico, definizione dei necessari interventi di mitigazione ambientale per tutti i casi in cui l'entità di detti impatti sia stata ritenuta non direttamente sostenibile.

Inoltre, all'interno di ciascuna componente si è scelto di trattare le problematiche relative alla fase di esercizio e quelle relative alla fase di cantiere.

Nella fase di valutazione, il confronto tra le peculiarità dell'ambiente e le caratteristiche dell'opera in progetto, ha consentito quindi non solo di individuare i singoli impatti/interferenze, ma anche di definire i relativi areali di impatto effettuando, al loro interno, anche la stima qualitativa e/o quantitativa delle previste interazioni.

1 ATMOSFERA

1.1 Premessa

Il presente studio è finalizzato alla valutazione delle ricadute ambientali relativamente alla componente atmosfera prodotte dall'esercizio dello svincolo di Margonara, oggetto del presente studio, che consentirà la connessione della viabilità del porto con il casello di Albisola.

In considerazione della tipologia di opera in progetto, gli impatti sulla componente atmosfera riferibili all'area indagata sono riconducibili principalmente ad un problema di emissioni dei mezzi di trasporto, in particolare monossido di carbonio, ossidi di azoto, polveri sottili, benzene ed ossidi di zolfo.

Lo studio, realizzato tramite l'uso di idoneo software previsionale, ha permesso di stimare, con il grado di approssimazione consentito dal modello, le concentrazioni degli inquinanti presso i ricettori e di realizzare carte tematiche sia per le fasi ante operam, opzione zero e post operam, queste ultimi due scenari sono riferiti all'anno 2030.

Attraverso il confronto dei valori di concentrazione degli inquinanti emessi sia in fase ante operam sia in fase di post operam è stato possibile valutare il contributo dell'esercizio dello svincolo sulla qualità dell'aria delle aree oggetto di studio.

Lo studio si articola in:

- definizione dello stato dei luoghi attraverso sopralluoghi per la caratterizzazione dei ricettori con individuazione di quelli sensibili;
- caratterizzazione meteoclimatica dell'area di intervento;
- acquisizione di studi atmosferici effettuati da enti territoriali ed acquisizione del piano di risanamento della qualità dell'aria;
- assunzione dei flussi di traffico esistenti sulla rete viaria nonché dei flussi previsti in seguito alla realizzazione dello svincolo. I flussi relativi alla viabilità per i vari scenari sono stati forniti da ANAS.
- valutazione del contributo alla qualità dell'aria dovuto al traffico veicolare nei vari scenari mediante l'utilizzo di un modello di simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera CALPUFF.

1.2 Normativa di riferimento

Principale riferimento per valutare la qualità dell'ambiente atmosferico sono gli standard di qualità dell'aria, che le legislazioni europea ed italiana hanno fissato negli anni più recenti, in particolare dal 30/09/2010 è entrato in vigore il Decreto Legislativo n.155 del 13 agosto 2010 che è l'attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Si tratta di un intervento normativo finalizzato alla tutela della "aria ambiente" che alla lett. a) dell'art. 2 viene definita come "l'aria esterna presente nella troposfera, ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro definiti dal decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81".

Il D.Lgs. 13.8.2010, n. 155 non interviene direttamente sul D.Lgs. 152/2006, pur abrogando diversi altri D.Lgs. tra i quali ricordiamo il 351/1999 (sulla qualità dell'aria), il D.Lgs. 183/2004 (sull'ozono), il D.Lgs. 152/2007 (arsenico, cadmio, mercurio, nichel, idrocarburi policiclici aromatici). Il decreto fissa standard qualitativi elevati ed omogenei. Vengono previsti sistemi di valutazione e di gestione della qualità dell'aria basati su sistemi di acquisizione, trasmissione e messa a disposizione dei dati e delle informazioni relativi alla valutazione della qualità dell'aria in modo tale da rispondere alle esigenze di tempestività della conoscenza da parte di tutte le amministrazioni interessate e della collettività. E' prevista la zonizzazione del territorio (art. 3, il quale al comma 1 stabilisce che "L'intero territorio nazionale è suddiviso in zone e agglomerati (art. 4) da classificare ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente"), ossia una classificazione delle zone e degli agglomerati urbani, entro i quali sarà misurata la qualità dell'aria per ciascun inquinante (biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10; arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene). Nelle tabelle allegate al decreto vengono riportati, per ogni inquinante: valori limite, livelli critici, soglie di allarme e soglie di informazione. Superati questi livelli poiché vi sarebbe un rischio per la salute umana, anche per una breve esposizione da parte di taluni soggetti "sensibili", vengono previsti provvedimenti di urgenza.

1.2.1 ***Biossido di zolfo (SO_2)***

Storicamente, il biossido di zolfo (SO_2) ed il materiale particolato derivanti dall'utilizzo di combustibili fossili hanno costituito i componenti predominanti dell'inquinamento atmosferico in gran parte del mondo.

Anche fonti naturali, quali i vulcani, apportano SO_2 all'aria ambiente. In Europa, tuttavia, rivestono maggiore importanza i contributi di origine antropica, quali l'uso di combustibili fossili per il riscaldamento domestico o per la produzione di energia, processi metallurgici, produzione di acido solforico, lavorazione di molte materie plastiche, industrie della carta, fonderie, desolforazione di gas naturali ed incenerimento di rifiuti.

Negli ultimi anni, con l'introduzione di combustibili liquidi a basso tenore di zolfo e la metanizzazione degli impianti termici, si è avuta una continua riduzione dei livelli di SO_2, che ha reso comparabili le concentrazioni misurate presso aree urbane e rurali.

Attualmente la produzione di energia rappresenta la fonte principale di SO_2; un contributo rilevante viene dal traffico marittimo.

Le concentrazioni in aria ambiente del biossido di zolfo sono attualmente regolamentate dal DLgs 155/2010, recepimento della Direttiva Europea 2008/50/CE, il quale fissa le soglie e i limiti riportati nella seguente tabella:

Limiti di legge relativi alle concentrazioni in aria ambiente del particolato atmosferico (SO_2)			
Riferimento normativo	**Denominazione**	**Periodo di mediazione**	**Valore di Riferimento/Limite**
D.Lgs. 155/2010	Valore limite orario per la protezione della salute umana	media oraria, da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m^3
	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	media di 24 ore da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m^3
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	media sull'anno civile e sul periodo invernale (1 ottobre – 31 marzo)	20 µg/m^3

1.2.2 ***Materiale particolato (PM10 e PM2.5)***

I principali componenti del materiale particolato sono solfati, nitrati, ammoniaca, cloruro di sodio, carbonio, polvere minerale, acqua, metalli e composti policiclici aromatici. Le particelle si possono classificare come primarie o secondarie, in funzione del processo di formazione.

Le particelle primarie vengono emesse direttamente in atmosfera, da processi sia naturali (processi di erosione e biologici) che antropici, quali la combustione nei veicoli a motore (sia benzina che diesel), il consumo di combustibili solidi (carbone, lignite e biomassa), il riscaldamento domestico, attività industriali (edilizia, attività minerarie, produzione di cemento, ceramica e laterizi, fonderie), erosione del manto stradale, consumo di freni e pneumatici. La frazione carboniosa del particolato atmosferico è composta da carbonio elementare (EC) e da carbonio organico (OC). Il carbonio elementare è emesso direttamente in atmosfera prevalentemente dai processi di combustione. Il carbonio organico può avere sia origine primaria che secondaria per mezzo della condensazione di prodotti poco volatili del processo di foto-ossidazione degli idrocarburi. La componente secondaria degli OC è una frazione notevole degli OC totali ed ha un peso almeno paragonabile alla componente primaria.

Le particelle secondarie si formano nell'aria, da reazioni chimiche di inquinanti allo stato gassoso, quali ossidi di azoto (provenienti soprattutto dal traffico ed alcuni processi industriali), ed anidride solforosa (derivante dall'utilizzo di combustibili contenenti zolfo). Le particelle secondarie si riscontrano principalmente nella frazione fine (diametro inferiore a 2.5 µm) del particolato, in grado di penetrare nei polmoni e raggiungere gli alveoli.

Le concentrazioni in aria ambiente del materiale particolato sono attualmente regolamentate dal D.Lgs. 155/2010, recepimento della Direttiva Europea 2008/50/CE, il quale fissa le soglie e i limiti riportati nelle seguenti tabelle. I limiti si riferiscono sia al materiale particolato caratterizzato da un diametro aerodinamico non superiore a 10 µm (PM10) che a quello caratterizzato da un diametro aerodinamico non superiore a 2.5 µm (PM2.5).

Limiti di legge relativi alle concentrazioni in aria ambiente del particolato atmosferico (PM10)			
Riferimento normativo	**Denominazione**	**Periodo di mediazione**	**Valore di Riferimento/Limite**
D.Lgs. 155/2010	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	media giornaliera, da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m^3
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	media annua	40 µg/m^3

Limiti di legge relativi alle concentrazioni in aria ambiente del particolato atmosferico (PM2.5)				
Riferimento normativo	**Denominazione**	**Periodo di mediazione**		**Valore di Riferimento/Limite**
D.Lgs. 155/2010	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annua		25 µg/m^3 a partire dal 1°gennaio 2015
		FASE I – Valore limite aumentato dei margini di tolleranza annuali		
		Media annua	2011	28 µg/m^3
			2012	27 µg/m^3
			2013	26 µg/m^3

			2014	26 µg/m^3
		FASE II		
		Media annua		20 µg/m^3 a partire dal 1°gennaio 2020

1.2.3 *Biossido di azoto (NO_2)*

Su scala globale, le emissioni di biossido di azoto originate da sorgenti naturali, quali l'intrusione di ossidi di azoto dalla stratosfera, l'attività batterica e vulcanica, i fulmini, superano notevolmente quelle generate da attività umane. Tuttavia, poiché le emissioni di origine naturale sono distribuite uniformemente sulla superficie terrestre, le concentrazioni atmosferiche di ossidi di azoto risultanti sono esigue. La principale fonte di emissione antropica di ossidi di azoto in atmosfera è costituita dall'utilizzo di combustibili fossili per il riscaldamento e la produzione di energia e dai veicoli a motore; in tali processi di combustione, è l'azoto molecolare atmosferico (N_2) ad essere ossidato ad ossido nitrico (NO). Nella maggior parte delle situazioni ambientali, l'ossido nitrico emesso viene trasformato rapidamente in biossido di azoto in atmosfera. Ulteriori contributi alla concentrazione atmosferica di NO_2 provengono da specifici processi industriali non combustivi, quali la produzione di acido nitrico, l'uso di esplosivi e la saldatura. Tra le sorgenti in ambiente chiuso vi sono il fumo di tabacco e l'utilizzo di apparecchiature alimentate a gas e di stufe ad olio.

In una atmosfera urbana, in condizioni di traffico elevato e rilevante soleggiamento, si assiste ad un ciclo giornaliero di formazione di inquinanti secondari: il monossido di azoto viene ossidato tramite reazioni fotochimiche a biossido di azoto con formazione di una miscela NO - NO_2 che raggiunge il picco di concentrazione nelle zone e nelle ore di traffico più intenso.

Le concentrazioni in aria ambiente del biossido di azoto sono attualmente regolamentate dal D.Lgs 155/2010, recepimento della Direttiva Europea 2008/50/CE, il quale fissa le soglie e i limiti riportati nella seguente tabella.

Limiti di legge relativi alle concentrazioni in aria ambiente del particolato atmosferico (NO_2)

Riferimento normativo	Denominazione	Periodo di mediazione	Valore di Riferimento/Limite
D.Lgs. 155/2010	Valore limite orario per la protezione della salute umana	media oraria, da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m^3
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	media annua	40 µg/m^3
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	media annua - parametro di riferimento NOx	30 µg/m^3

1.2.4 *Monossido di Carbonio (CO)*

Le emissioni antropiche di CO derivano principalmente dalla combustione incompleta di materiali contenenti carbonio; gran parte di tali emissioni viene prodotta dai veicoli a motore a benzina. Altre fonti comuni comprendono vari processi industriali, impianti per la produzione di energia alimentati a carbone, inceneritori di rifiuti, la combustione di biomasse.

Circa il 40% della produzione di CO deriva da processi naturali; le principali fonti sono i processi di ossidazione di composti organici in atmosfera (di metano, isoprene, terpeni, idrocarburi non metanici).I meccanismi di rimozione comprendono la reazione con il radicale OH e la deposizione sulla superficie.

Negli ambienti chiusi, emissioni significative di CO sono prodotte da stufe alimentate ad olio, gas o kerosene, i fornelli a gas ed alcuni altri dispositivi a combustione, nonché dal fumo di tabacco.

Le concentrazioni in aria ambiente del monossido di carbonio sono attualmente regolamentate dal D.Lgs 155/2010, recepimento della Direttiva Europea 2008/50/CE, il quale fissa le soglie e i limiti riportati nella seguente tabella.

Limiti di legge relativi alle concentrazioni in aria ambiente del particolato atmosferico (CO)

Riferimento normativo	Denominazione	Periodo di mediazione	Valore di Riferimento/Limite
D.Lgs. 155/2010	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su otto ore	10 mg/m^3

1.2.5 *Benzene (C_6H_6)*

Il benzene è un componente naturale del petrolio greggio e la benzina lo contiene per 1-5% del volume. Nell'Unione Europea la concentrazione massima consentita è il 5%. Il benzene viene ottenuto in gran parte dal petrolio ed utilizzato per la sintesi chimica di altri idrocarburi aromatici di sostituzione. Il benzene viene emesso durante la sua stessa produzione e dai forni a coke. Oltre alle sorgenti industriali, le emissioni provengono anche da differenti fonti di combustione, quali motori, combustione di legname ed utilizzo di combustibili fossili. La principale fonte è costituita da emissioni esauste ed

evaporazione dai motori dei veicoli, nonché da perdite per evaporazione durante la manipolazione, la distribuzione e l'immagazzinamento della benzina.
Concentrazioni elevate di benzene si possono riscontrare in varie circostanze, come durante il rifornimento di carburante delle auto ed, inoltre, il fumo di sigaretta rappresenta un'importante fonte di benzene negli ambienti chiusi.
Le concentrazioni in aria ambiente di benzene sono attualmente regolamentate dal D.Lgs 155/2010, recepimento della Direttiva Europea 2008/50/CE, il quale fissa le soglie e i limiti riportati nella seguente tabella.

Limiti di legge relativi alle concentrazioni in aria ambiente del particolato atmosferico (C_6H_6)			
Riferimento normativo	**Denominazione**	**Periodo di mediazione**	**Valore di Riferimento/Limite**
D.Lgs. 155/2010	Valore limite per la protezione della salute umana	media annua	5 μg/m^3

1.3 Inquadramento del territorio interferito dalla realizzazione dell'opera

L'area interessata dalla realizzazione dello svincolo si trova in corrispondenza della vallecola del rio Termine nei pressi della foce. Tale vallecola, con andamento sinusoidale e con pareti di forte pendenza, costituisce una piccola oasi verde tra i due tessuti fortemente urbanizzati di Albissola Marina e Savona.
L'area interferita dal progetto ricade tra la costa e la sede autostradale ed è inferiore a 4 kmq.
L'area è caratterizzata dalla presenza di un tessuto urbano continuo con presenza sporadica di aree dedicate a parco urbano e strutture sportive, aree con carattere di urbanizzazione discontinua, aree di edificazione recente con edifici di minori dimensioni concentrati sulla fascia costiera, la quale è caratterizzata dall'accentuata acclività dei versanti, da coperture ridotte spesso instabili e da interi comparti di versante con aree a bosco o con vegetazione rada, allo stato abbandonate. Nonostante la limitata estensione dell'area interferita si assiste ad un brusco passaggio da una zona intensamente urbanizzata ad aree con caratteristiche ancora rurali che si estendono sulle colline circostanti.

Le zone boscate comprendono circa il 40 - 45% dell'ambito paesaggistico in esame, una gran parte del quale è occupata da boschi misti di latifoglie e conifere con accentuata caratteristica di termofilia con un buon grado di copertura con funzione principalmente protettiva.
Le spiagge e le dune comprendono la fascia del litorale caratterizzata da spiagge su cui insistono stabilimenti balneari. Esse comprendono le colline della parte bassa del territorio ricoperte da pinete termofile, per le quali è evidente l'azione distruttiva del fuoco che ha modificato profondamente le coperture vegetazionali lasciando intatte piccole porzioni di territorio di crinale o nelle vallecole, a volte difficilmente cartografabili, dove un bosco misto sta prendendo il sopravvento unitamente agli arbusteti assimilabili alla macchia laddove il fuoco è passato per più volte.

1.4 Descrizione dei dati progettuali di base

Lo svincolo di Margonara, oggetto del presente studio, che consente la connessione della viabilità del porto con il casello di Albisola prevede la realizzazione di:

- ***Rampe monodirezionali***

Le rampe monodirezionali presentano una piattaforma pavimentata di 6,50 m; la sezione è costituita dai seguenti elementi:

- banchina in sinistra da 1,00 m;
- corsia da 4,00 m;
- banchina in destra 1,50 m;

L'intero sviluppo delle rampe avviene in galleria.

- ***Corsie di accelerazione/decelerazione***

L'asse principale del Progetto Esecutivo dell'hub di Savona presenta una corsia per senso di marcia da 3,75 m, banchina esterna di 1.50 m. Ai fini della classificazione funzionale lo si tratta come una extraurbana secondaria tipo C1 (in base al DM 5/11/01) anche se tale progetto esula dall'applicazione del D.M. 5/11/2011 in quanto redatto prima dell'entrata in vigore di detta normativa.
In base all'attuale normativa sulle intersezioni non sarebbero ammesse corsie di accelerazione una categoria C1, mentre è consentita la realizzazione di intersezioni in galleria
Il progetto prevede invece la corsie di immissione parallele all'asse principale per i seguenti motivi:

- lo svincolo di Margonara è stato studiato in analogia a quanto previsto sullo svincolo Miramare del Progetto Esecutivo, dove è presente la corsia di entrata di tipologia parallela, che si sviluppa in parte in galleria;
- le rampe si sviluppano interamente in galleria; pertanto un innesto a raso previsto dall'attuale normativa con angolazione fra gli assi non inferiore a 70° dovrebbe garantire la sussistenza del necessario triangolo di visibilità. Tale requisito sarebbe teoricamente raggiungibile ampliando per un tratto di circa 80 m la sezione della galleria (per un valore massimo di circa 2.70 m) ma si verrebbe a realizzare una modalità di innesto del tutto incongruente con l'immissione del precedente svincolo, e del tutto unica, in quanto non si ha notizia di realizzazioni analoghe. Il tutto a forte discapito delle condizioni di sicurezza.

Stante quanto sopra, la geometria delle rampe ed il posizionamento delle corsie di accelerazione e decelerazione è stata dettata da una duplice esigenza di sicurezza stradale e di fattibilità tecnica in quanto le corsie di accelerazione e decelerazione sono sfalsate in modo da non aver alcun tratto di galleria a 4 corsie sia per motivi di sicurezza stradale sia per evitare di realizzare una sezione di scavo assolutamente esuberante. Inoltre la posizione dei cameroni di attacco all'asse principale è stata dettata da esigenze di carattere geologico-geotecnico.

Le corsie parallele di accelerazione e decelerazione hanno larghezza di 3.50 m e banchina da 1.50 m, nel rispetto delle indicazioni delle indicazioni della tabella 5 del DM 19/04/06 (riferite ovviamente alle sole corsie di uscita.)

- ***SS 1 Aurelia***

L'Aurelia, nel tratto interessato dall'intersezione, è all'interno del centro abitato, e quindi classificata come viabilità urbana, con limitazione di velocità, in base al codice della strada, pari a 50 km/h.

La sezione tipo adottata per i raccordi dell'attuale SS 1 Aurelia in rotatoria presenta una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 9,00 m così composta:

- banchine in sinistra e destra da 1,00 m;
- n° 2 corsie (1 per senso di marcia) da 3,50 m.

Lungo il lato mare è presente una pista ciclopedonale di lunghezza L=100m sia per dare continuità ad un percorso presente, sia per evitare che il traffico di velocipedi interessi la rotatoria.

La larghezza di tale percorso, in conformità alle indicazioni del DM 30/11/99, n. 557 (Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili) consiste in pratica in un marciapiede rialzato di 15 cm rispetto alla sede viaria e quindi assume la valenza di pista in sede riservata. Essendo il marciapiede largo 3 m è quindi atto a ricevere sia il traffico pedonale che ciclabile, con uso promiscuo.

In un solo tratto, in corrispondenza dell'ammasso roccioso per una lunghezza di circa 20m, vi è un restringimento a 1.50 m, previsto per evitare di interessare lo sperone di roccia. Tale circostanza, prevista dal citato regolamento, comporterà di fatto l'interruzione della pista ciclabile in quanto in questo modesto tratto i ciclisti saranno obbligati a condurre le bici a mano.

- ***Rotatoria***

La rotatoria presenta un diametro esterno della corona giratoria di 32 m, una piattaforma pavimentata di 9,00 m organizzata su di un'unica corsia di 7,00 m, banchina interna ed esterna di 1,0 m, nel pieno rispetto delle indicazioni della normativa vigente.

1.5 Caratterizzazione del quadro meteo climatico a scala regionale

Le problematiche connesse alla qualità dell'aria non possono prescindere da un'approfondita conoscenza del comportamento medio dell'atmosfera sulle zone di interesse. Infatti, anche se la maggior parte delle emissioni inquinanti è di origine antropica, è l'atmosfera - in particolare la parte bassa - che ne guida la dispersione, l'accumulo e la trasformazione.

La Liguria è una Regione dell'Italia Settentrionale racchiusa tra l'Appennino a Nord ed il Mar Ligure a Sud. Il clima della Liguria risente fortemente della vicinanza dei rilievi che complessivamente la proteggono dai venti settentrionali freddi e della presenza del mare che ne mitiga le temperature, anche se rende la regione molto umida. La Liguria è la più settentrionale zona con clima Mediterraneo e si differenzia molto dalle vicine regioni situate in Pianura Padana. A sua volta la Liguria presenta caratteristiche diverse nelle due riviere a causa dell'esposizione differente rispetto ai venti dominanti.

Le piogge sulla Liguria variano in base alla quota ed all'orientamento delle due Riviere: la Riviera di Levante assieme alle Alpi Orientali è una zona delle più piovose d'Italia; lungo il litorale si raggiungono i 1300 mm di pioggia, mentre sui retrostanti rilievi le piogge ammontano ad oltre 2000 mm annui con punte di 2400 mm. Procedendo verso Ovest le precipitazioni scendono. La riviera di ponente vede circa 700 mm di pioggia sulle coste e poco più di 1000 mm sull'entroterra. Tale differenza si spiega con l'esposizione alle correnti meridionali. Le perturbazioni Atlantiche generano più frequentemente correnti di libeccio o da Sud che impattano direttamente con i rilievi retrostanti lo Spezzino e il Genovesato apportando ingenti e frequenti precipitazioni talvolta alluvionali. La Provincia di Savona

risulta invece meno esposta grazie alla protezione delle Alpi Marittime che attenuano l'intensità delle depressioni provenienti da ovest. Le precipitazioni sono comunque complessivamente abbondanti e ben distribuite; la stagione con il minimo di piovosità è l'Estate, mentre le piogge cadono più abbondantemente in Autunno (massimo principale) ed in Inverno (massimo secondario). Sui rilievi più interni le stagioni più piovose sono quelle intermedie, mentre su alcune zone dello Spezzino si riscontrano ben 3 massimi: uno primario in Novembre, uno secondario in Febbraio ed uno terziario in Aprile, mentre la stagione secca resta sempre l'Estate, anche se pure in questa stagione non mancano i temporali. In Inverno la neve cade copiosa sull'Appennino Ligure e talvolta può sconfinare fin sulle coste soprattutto laddove le correnti fredde da Nord e Nord-Est trovano dei varchi che consentono alla Tramontana di raggiungere il litorale. La Liguria è anche esposta al rischio di alluvioni quando si creano situazioni favorevoli all'insistere di correnti perturbate da Sud per più giorni.

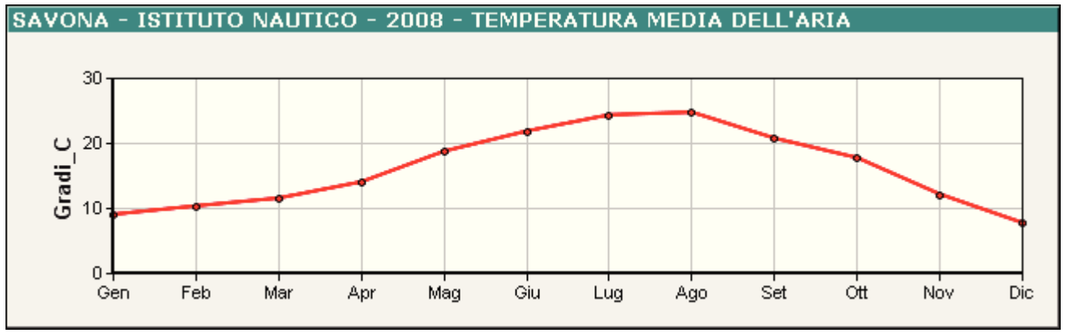
I venti che soffiano più frequentemente in Liguria sono di provenienza occidentale e meridionale. Infatti le depressioni Mediterranee o Atlantiche causano molto spesso correnti di Libeccio o di Scirocco. Ma abbastanza frequenti sono anche i venti orientali e settentrionali durante il periodo invernale quando una depressione sul Medio-Basso Tirreno richiama aria fredda da Nord-Est; in tal caso generalmente il tempo è asciutto, ma possono anche verificarsi intense irruzioni artiche che apportano bruschi cali termici e rovesci nevosi fin sulle coste e tale fenomeno prende il nome di Tramontana scura. In Estate invece la Tramontana causa repentini aumenti della temperatura perché si associa alle rimonte anticicloniche sia Azzorriane che Africane con effetti analoghi a quelli del Foehn che si verifica nelle vallate Alpine.

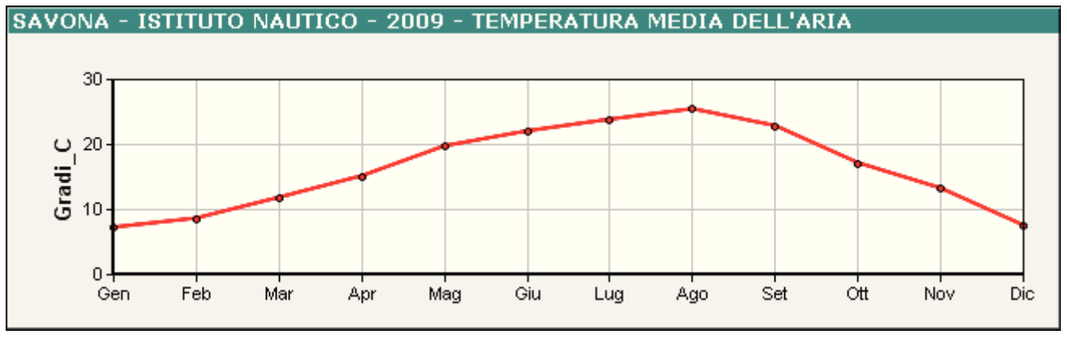
Le temperature variano in base alla quota del territorio; lungo le coste le acque marine smorzano le escursioni termiche stagionali e giornalieri. In Estate raramente si raggiungono i 30°C e difficilmente d'Inverno si scende sotto ai 10° C. Molto brevi sono gli episodi di freddo intenso e ed ancor più le nevicate; tuttavia durante le irruzioni artiche in presenza di venti di Tramontana scura, questa riesce a raggiungere anche le coste in particolare in corrispondenza dei valichi più bassi dell'Appennino Ligure, apportando improvvisi cali termici e talora nevicate. Ad ogni modo anche durante gli Inverni più freddi raramente la neve resiste più di un giorno. Verso le vallate interne e sui rilievi Appenninici le temperature si abbassano progressivamente e specie i versanti esposti a Nord risentono in modo ridotto dell'azione mitigatrice del mare e perciò il comportamento climatico diviene più continentale con Inverni freddi ed Estati calde, anche se naturalmente le massime estive sono attenuate in corrispondenza dei rilievi più alti. Ad ogni modo l'elevato tasso di umidità rende molto afoso il clima delle coste anche a fronte di valori estivi non molto elevati.

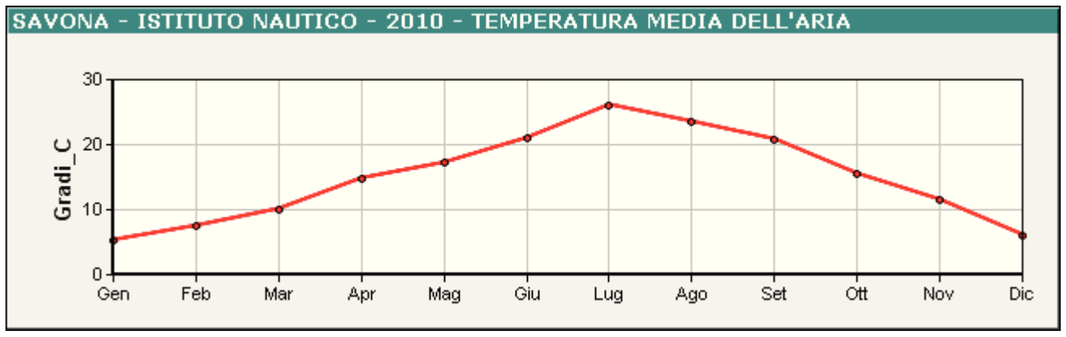
1.6 Caratterizzazione del quadro meteo climatico dell'area in esame

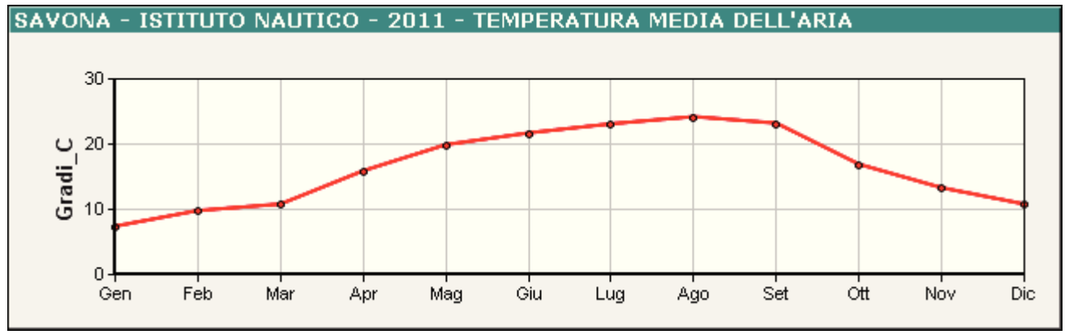
La caratterizzazione meteo climatica dell'area di studio è stata effettuata utilizzando i dati dell'Istituto Nautico di Savona (long: 8.48305; Lat: 44.3062; Hslm: 24m). I dati sono relativi al quinquennio 2008-2012.

1.6.1 *Temperatura*









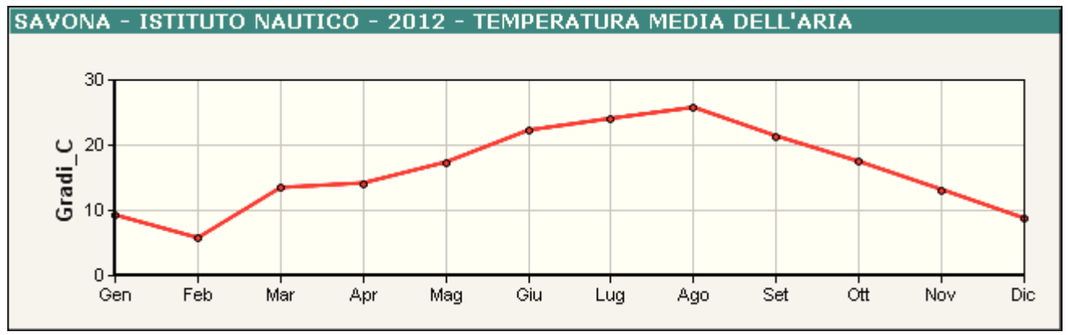
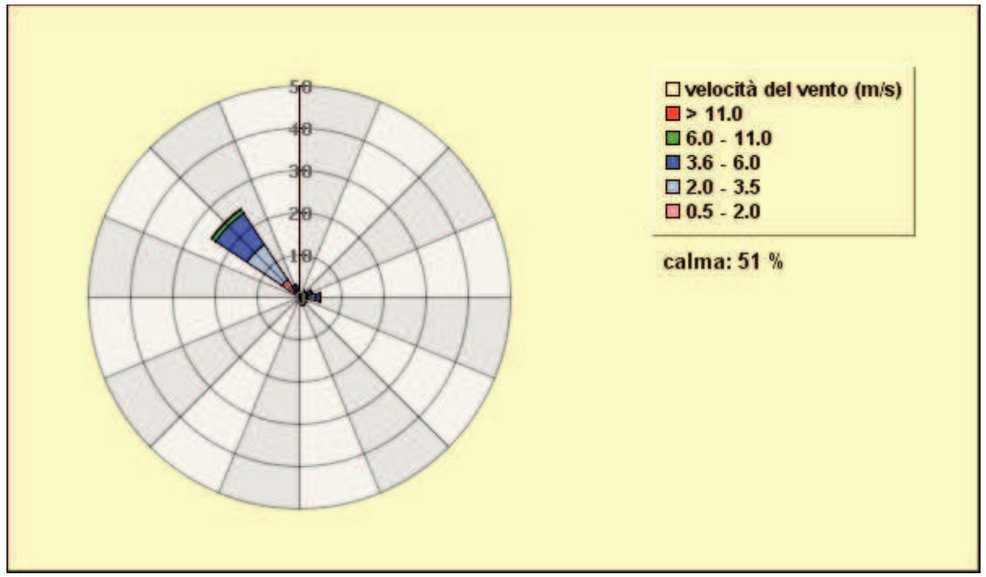


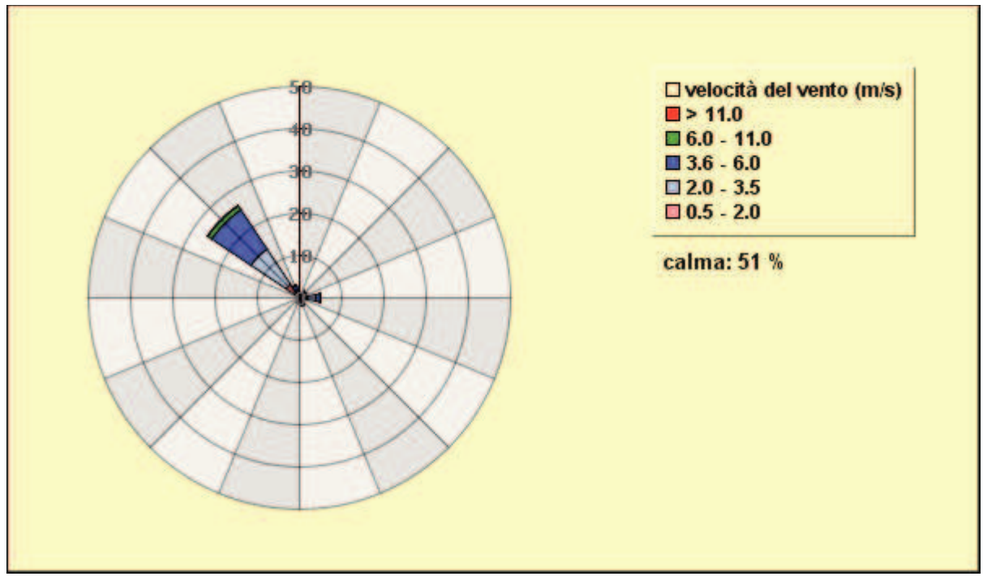
Figura 1.1 - Andamento delle Temperature medie annuali – quinquennio 2008-2012

1.6.2 *Velocità e direzione del vento*

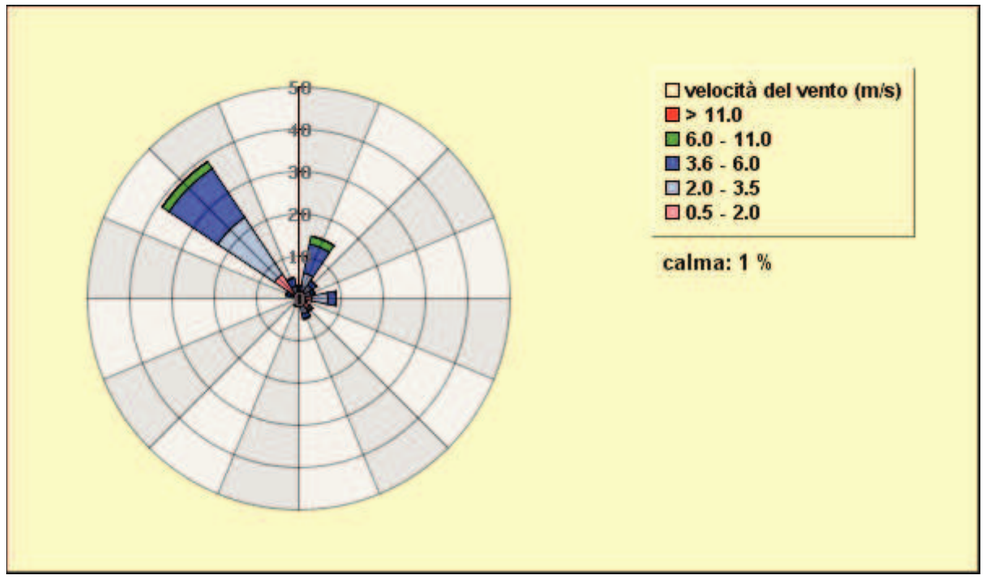
2008



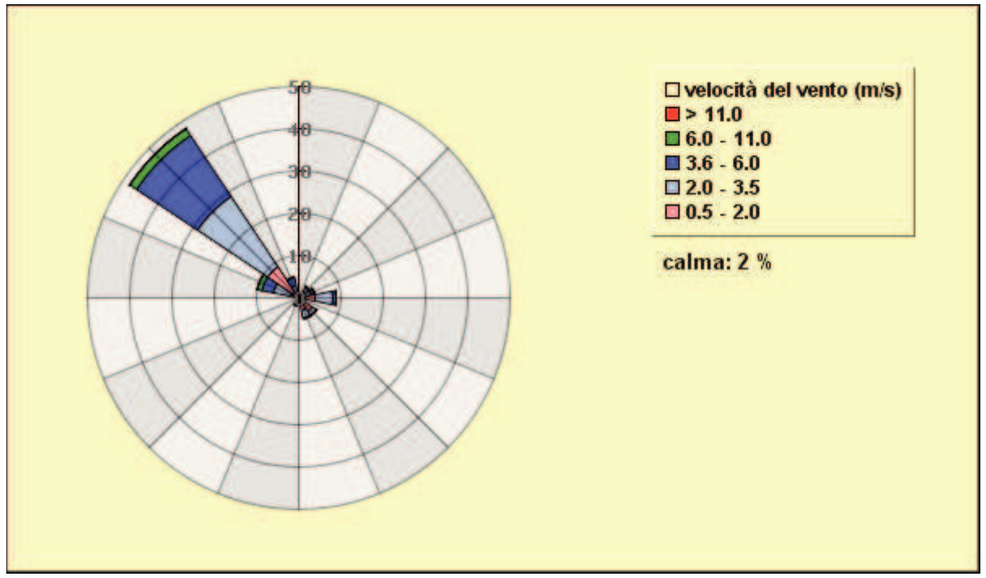
2009



2010



2011



2012

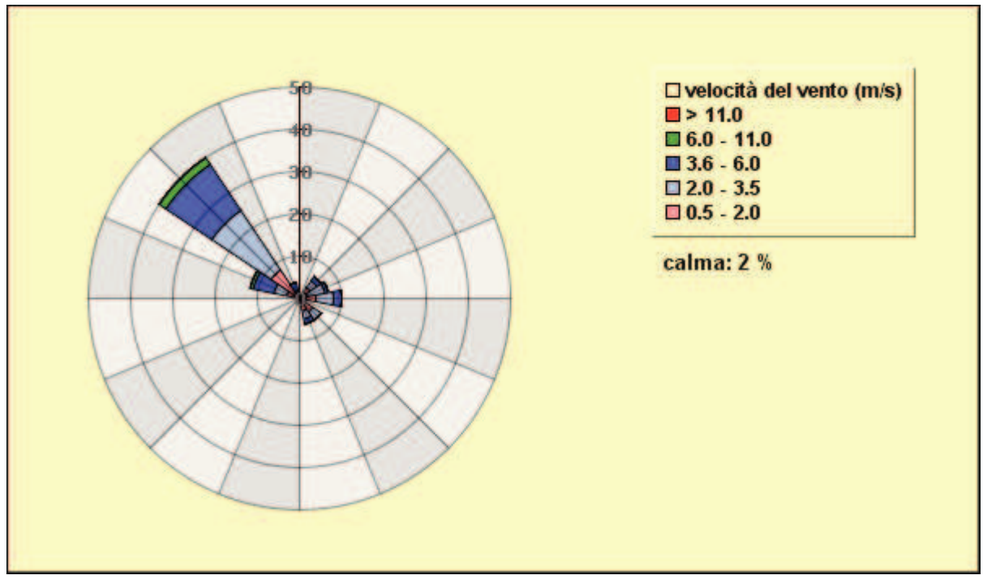
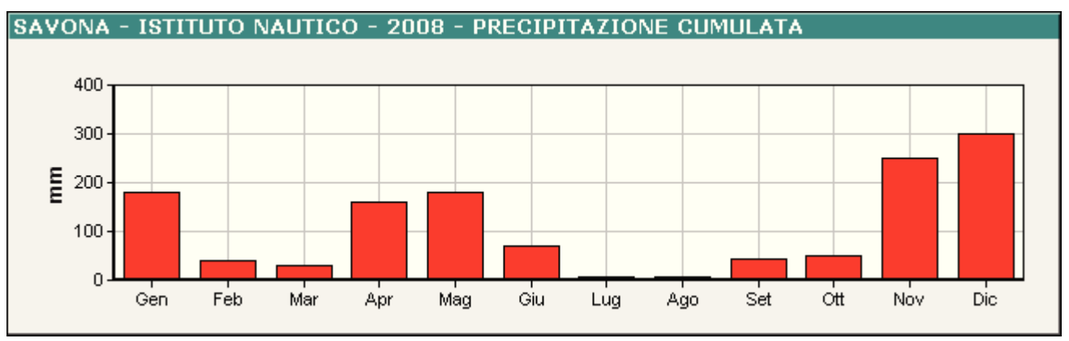
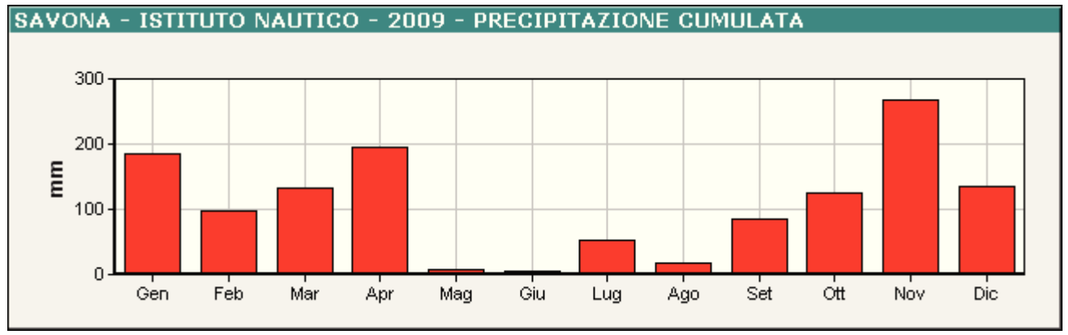


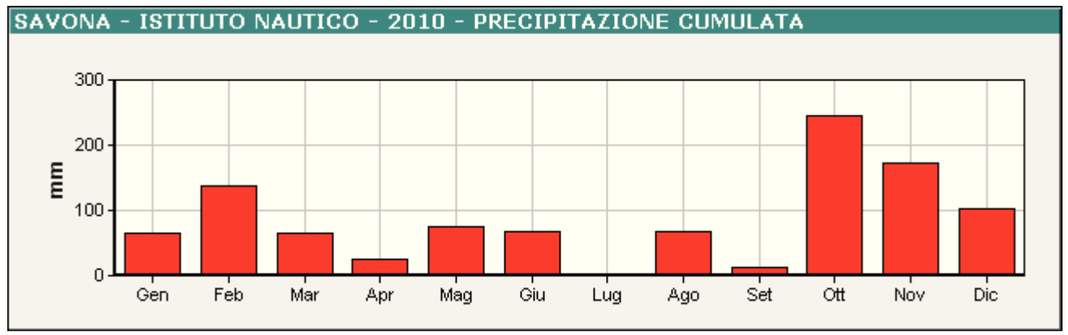
Figura 1.2 - Distribuzione del vento – quinquennio 2008-2012

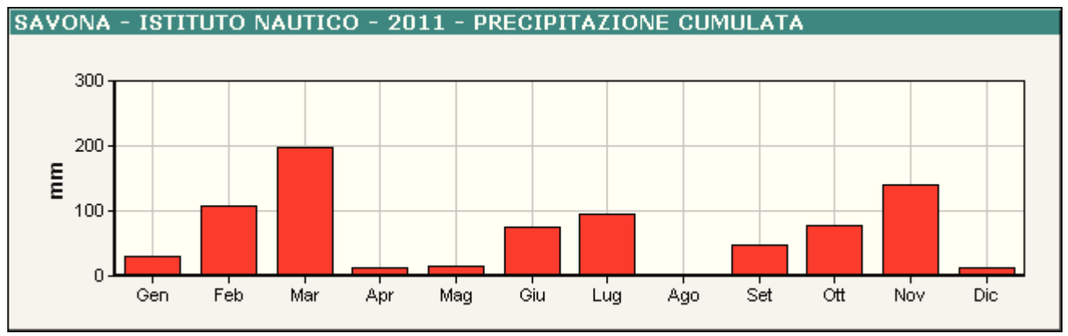
Dai grafici sopra riportati si può facilmente notare come i diagrammi seguano la geografia della valle: in particolare spicca la netta prevalenza dei venti provenienti da nord ovest e secondariamente seguono i venti provenienti da est e nord est. La velocità del vento si attesta sotto i 6 m/s.

1.6.3 ***Precipitazioni***









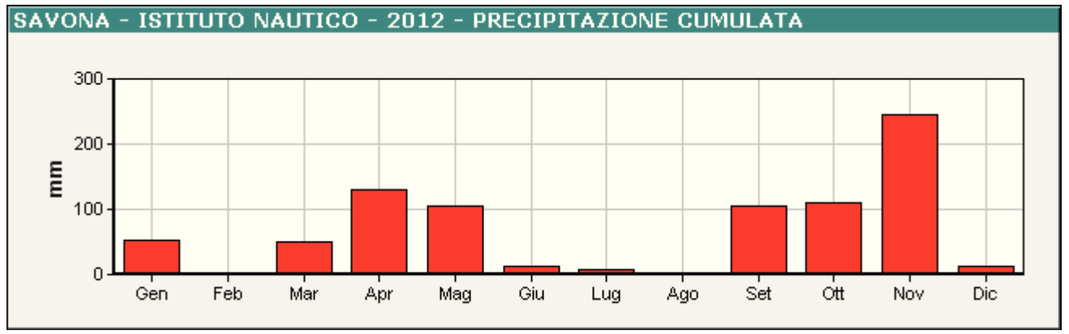
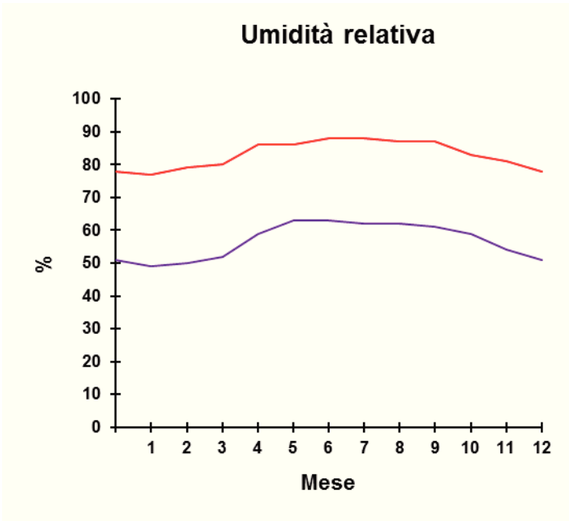


Figura 1.3 - Andamento della precipitazione cumulata – quinquennio 2008-2012

Le precipitazioni medie annue sono superiori agli 800 mm ma distribuite mediamente in 66 giorni (eventi generalmente di moderata o forte intensità), con minimo relativo in estate e picco in autunno-inverno.

1.6.4 ***Umidità***



MESE	UR MIN	UR MAX
1	49	77
2	50	79
3	52	80
4	59	86
5	63	86
6	63	88
7	62	88
8	62	87
9	61	87
10	59	83
11	54	81
12	51	78
Anno	49	88

UMIDITA'

Figura 1.4 - Andamento della umidità relativa minima e massima – media trentennale

L'umidità relativa media annua si attesta al valore di 70 % con minimo di 49 % a gennaio e massimi di 88% a giugno e luglio.

1.7 Descrizione delle sorgenti inquinanti e dei ricettori sensibili

1.7.1 ***Descrizione delle sorgenti inquinanti***

La principale fonte di inquinamento presente nell'area interessata dal progetto è il traffico autoveicolare.

Le emissioni atmosferiche prodotte dal traffico autoveicolare possono suddividersi in tre distinte tipologie: le emissioni allo scarico, le evaporative e quelle derivanti dal consumo di materiali (pneumatici e freni).

Le prime, quantitativamente più rilevanti, sono una diretta conseguenza del processo di combustione e, come tali, risultano dipendenti, in maniera molto complessa e di difficile valutazione pratica, da una serie di fattori legati al tipo di veicolo, al ciclo di funzionamento ed alla configurazione del motore, al suo regime di utilizzo e stato di usura ed infine al carburante utilizzato. Le presenze più consistenti (macroinquinanti) sono quelle tipiche della combustione (monossido di carbonio, ossidi di azoto, composti organici volatili (COV), materiale particolato, anidride solforosa). La caratterizzazione chimica dei COV e del particolato evidenzia sostanze di interesse per la particolare tossicità e, rispettivamente, nei COV: benzene, 1,3-butadiene, aldeidi e nel particolato: IPA (idrocarburi policiclici aromatici).

Le emissioni evaporative si giustificano con la volatilità del combustibile, e risultano così costituite unicamente dalla frazione leggera degli idrocarburi presenti nel carburante. Esse si verificano sia durante la marcia che nelle soste a motore spento e mostrano, oltre ad un'ovvia correlazione con il tipo di combustibile e con le condizioni ambientali esterne, dipendenze piuttosto complesse anche con la configurazione del motore ed il suo regime di utilizzazione.

Contributi al particolato atmosferico provengono dal consumo di pneumatici e freni, nonché dalla polvere risospesa dal suolo in seguito al movimento del veicolo.

1.7.1.1 Emissioni allo scarico

I principali inquinanti presenti allo scarico dei motori a combustione interna sono il monossido di carbonio (CO), composti organici volatili (COV), ossidi di azoto (NOx, miscela di NO e NO_2) e, particolarmente per i motori diesel, anidride solforosa (SO_2) e materiale particolato, quest'ultimo di granulometria inferiore a 10 µm (PM10), costituito in prevalenza da particelle carboniose e da idrocarburi pesanti adsorbiti.

L'emissione di CO, COV ed NOx è conseguenza diretta del processo di combustione e delle condizioni in cui esso si sviluppa. L'equilibrio termodinamico delle numerose reazioni coinvolte nell'ossidazione stechiometrica con aria del carburante prevede che, nelle condizioni di temperatura e pressione allo scarico del motore, i gas siano costituiti unicamente da CO_2 ed H_2O, prodotti dalla combustione, e da N_2 ed altri componenti inerti contenuti nell'aria comburente. Tuttavia, lo studio della combustione all'interno dei cilindri di un motore mette in evidenza come, nelle distinte fasi che ne caratterizzano il ciclo di funzionamento (aspirazione, compressione, accensione ed espansione, scarico) si verifichino variazioni locali di temperatura molto intense, con velocità tali da non garantire tempi di permanenza sufficienti al raggiungimento dell'equilibrio. Anche se possibile dal punto di vista termodinamico, la completezza della combustione non viene in pratica mai raggiunta all'interno del motore per motivi di ordine cinetico: la composizione delle miscele gassose prodotte risulta dal "congelamento" degli equilibri chimici a temperature superiori a quelle di scarico.

All'incompletezza delle reazioni attivate dal processo di combustione, dovuta al brusco raffreddamento dei gas durante l'espansione e lo scarico della miscela dai cilindri, sono da imputarsi le emissioni di CO di idrocarburi, tipici prodotti di ossidazione solo parziale.

Per gli idrocarburi incombusti, la cui ossidazione procede piuttosto rapidamente entro ampi intervalli di temperatura, secondo meccanismi di ossidazione a catena che coinvolgono atomi e radicali liberi estremamente attivi, l'ipotesi del blocco cinetico non è tuttavia sufficiente a spiegarne da sola l'emissione. L'arresto della combustione da cui essi traggono la loro origine è prevalentemente da attribuirsi agli intensi gradienti di temperatura che si verificano in zone di spessore limitato lungo le pareti del cilindro (zona di "quenching") o all'interno di microfessure presenti sulla parete stessa, in corrispondenza delle quali si verificano brusche riduzioni locali della temperatura.

Un ulteriore fattore legato alle modalità di combustione nel motore che esercita una notevole influenza sulle emissioni è costituito dal rapporto A/F fra l'aria ed il carburante alimentato nei cilindri. In condizioni stechiometriche, tale rapporto vale, in termini di peso e per i carburanti di più comune utilizzo (benzina e gasolio), tra 14.5 e 15: valori inferiori danno luogo ad un eccesso di carburante rispetto all'aria (miscele ricche) mentre valori superiori indicano un eccesso d'aria rispetto a quella richiesta dalla stechiometria della combustione (miscele povere). La carenza di ossigeno che si verifica nelle miscele ricche favorisce la presenza di CO ed idrocarburi, prodotti di incompleta combustione, mentre riduce quella degli NOx, la cui formazione è strettamente dipendente dalla disponibilità dell'ossigeno stesso. Per miscele prossime ai rapporti stechiometrici, le emissioni di CO ed idrocarburi

si riducono sensibilmente mentre gli NOx raggiungono le massime concentrazioni, in virtù della presenza di O_2 e delle alte temperature caratteristiche della combustione in tali condizioni.
Per miscele povere, l'ampia disponibilità di O_2 minimizza le concentrazioni di CO e quelle di idrocarburi che, tuttavia, presentano un successivo incremento per miscele estremamente povere, in seguito alle difficoltà di combustione per la massiccia presenza di aria; le concentrazioni di NOx subiscono invece una costante riduzione, in funzione della progressiva diminuzione di temperatura con l'impoverimento della miscela, legata all'effetto diluente dell'aria in eccesso.
Contrariamente al caso dei composti sin qui considerati, la presenza o meno di SO_2 e particolato nelle emissioni dei motori risulta fortemente dipendente dal tipo di carburante utilizzato.
L'SO_2 deriva totalmente dall'ossidazione dello zolfo contenuto nel carburante, mentre il materiale particolato è legato alle difficoltà di combustione dei carburanti contenenti frazioni idrocarburiche pesanti: ambedue i composti sono pertanto caratteristici dei gas di scarico dei motori alimentati a gasolio, e risultano praticamente assenti in quelli a benzina.
L'entità e le caratteristiche qualitative delle emissioni dagli autoveicoli risultano pertanto determinate dalle modalità di combustione e dal tipo di carburante, diverso a seconda del tipo di motore utilizzato: benzina nei motori ad accensione comandata (ciclo Otto) o gasolio in quelli ad accensione spontanea (Ciclo Diesel). I due tipi di motori presentano anche condizione di combustione assai diverse, che risultano inoltre variabili con il regime di funzionamento del motore stesso, con la sua età e con il suo stato di manutenzione. I principali fattori che intervengono nel definire l'emissione allo scarico possono così riassumersi nei seguenti:

- Tipo di motorizzazione;
- Regime di funzionamento del motore (velocità, accelerazione, folle, condizioni di carico, percorrenze a freddo);
- Età e manutenzione del veicolo.

1.7.1.2 Emissioni per evaporazione

A causa dell'apprezzabile volatilità, una parte del carburante può essere emessa in atmosfera allo stato di vapore dal serbatoio o lungo la linea di alimentazione del motore.
Tali emissioni possono ritenersi trascurabili per i veicoli diesel data la bassa volatilità del gasolio.
Le perdite di carburante si sviluppano dal sistema serbatoio – motore sia quando il veicolo è in movimento ("running losses"), sia quando è fermo ma con il sistema serbatoio-motore caldo ("hot-soak losses"), ma anche con il veicolo fermo e freddo, essenzialmente a causa dell'escursione termica giornaliera ("diurnal losses"). Inoltre un'importante perdita si localizza nella fase di rifornimento allorché il carburante alimentato sposta verso l'esterno i vapori di benzina che satura la parte vuota del serbatoio.
Le tecniche per ridurre tali emissioni si avvalgono di cartucce di carbone attivo installate sul veicolo per l'adsorbimento dei vapori di benzina e di aspiratori installati presso l'area di rifornimento. Un'altra possibilità di attenuare le perdite risiede nella riduzione della volatilità del combustibile, normalmente espressa in termini di RVP (Reid Vapor Pressure).

1.7.2 ***Descrizione dei ricettori sensibili***

L'area interessata dalla realizzazione dello svincolo si trova in corrispondenza della vallecola del rio Termine nei pressi della foce. Tale vallecola, con andamento sinusoidale e con pareti di forte pendenza, costituisce una piccola oasi verde tra i due tessuti fortemente urbanizzati di Albissola Marina e Savona. All'interno dell'area sono stati identificati i ricettori che ricadono in una fascia di 250 metri. In Allegato allo studio acustico è riportata la tavola con la numerazione dei ricettori e le schede in cui sono riportate le caratteristiche di ogni singolo edificio.
Vista l'orografia del terreno e la distanza dall'infrastruttura, i ricettori che risultano effettivamente impattati sono tre:

1) Edificio di quattro piani di cui il piano terra è adibito ad attività commerciale ed è molto più esteso dell'edificio abitativo arrivando a bordo strada. L'edificio mostra la sua origine di architettura spontanea in cui i vari elementi di volumetria si sono sovrapposti in periodi diversi.
2) Edificio in muratura portante di impronta ottocentesca che si sviluppa su tre piani abitati. L'edificio è edificato su archi di sostegno in muratura alti circa 5 metri rispetto al piano stradale, che a sua volte essendo in salita risulta più in alto rispetto all'Aurelia. La parte abitata quindi risulta sopraelevata di circa 10m rispetto al piano stradale della via Aurelia.
3) Edificio situato oltre la vecchia ferrovia dismessa, parzialmente riparato dall'edificio 1. L'edificio di due piani è probabilmente un ex pertinenza ferroviaria.

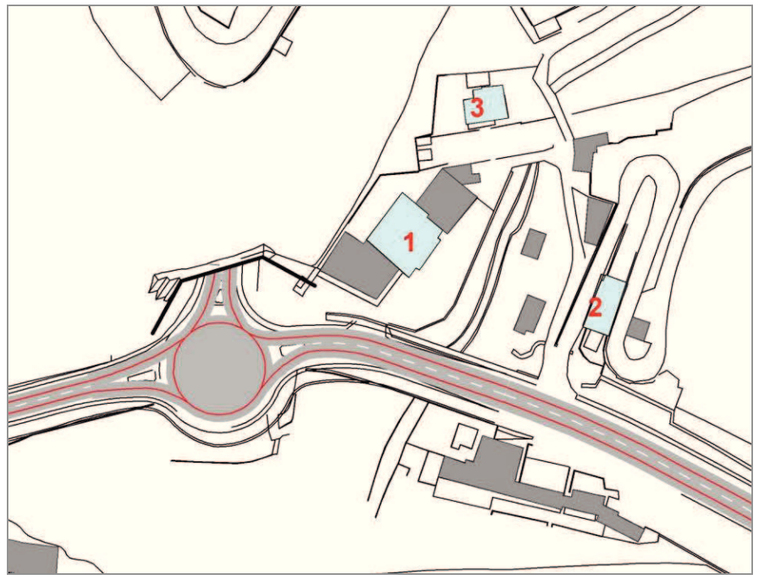


Figura 1.5 - Stralcio planimetria ricettori



Figura 1.6 - Ricettore 1



Figura 1.7 - Ricettore 2



Figura 1.8 - Ricettore 3

Infine va evidenziata la presenza nell'area dell'unico ricettore sensibile propriamente detto, ossia l'ospedale San Paolo, che si trova sulla vetta della collina e sovrasta l'infrastruttura oggetto dello studio (si veda la ricostruzione 3D riportata in fig. 1.9). Tale ricettore per la morfologia del terreno, per le caratteristiche anemometriche dell'area e per la differenza di quota di circa 70 metri con il piano della strada Aurelia, non risulta essere un ricettore impattato. Infatti la parete rocciosa praticamente verticale ed i fianchi della collina ricoperti di vegetazione, prevalentemente sempreverde, fungono da barriera naturale alla dispersione degli inquinanti atmosferici. Considerando le caratteristiche anemometriche dell'area, in base alle quali i venti seguono la geometria della valle e provengono prevalentemente da nord ovest e secondariamente da nord est, gli inquinanti vengono allontanati dal ricettore sensibile. Infine gli edifici ospedalieri più esterni e quindi prossimi all'infrastruttura non sono destinati alle cure o degenza di pazienti ma sono edifici tecnici, amministrativi e magazzini.

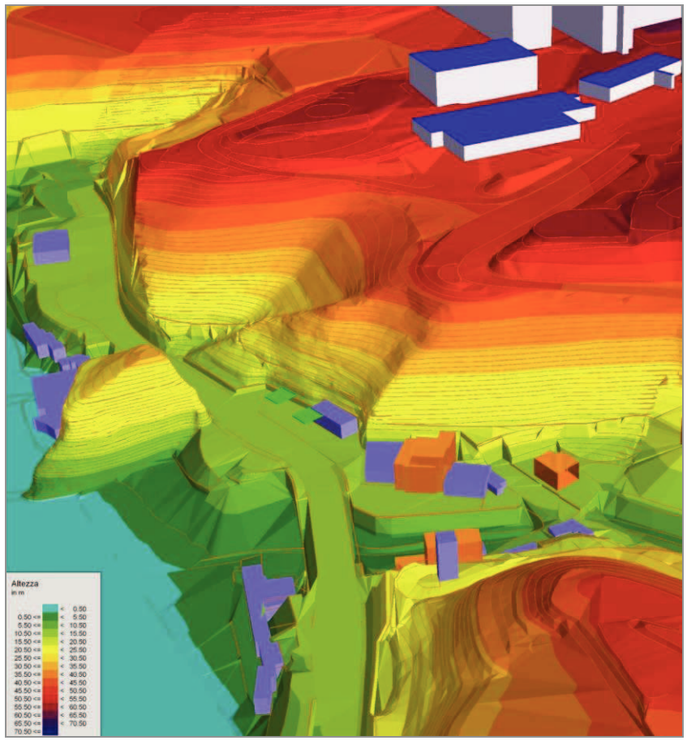


Figura 1.9 - Modellizzazione 3 D dell'area di studio



Figura 1.10 - Ospedale

1.8 Gli agenti inquinanti prodotti da traffico stradale: CO, NOX, SO2, PM10, PM2.5. BENZENE

I principali inquinanti prodotti dal funzionamento dei sistemi di trasporto sono: il monossido di carbonio (CO), gli idrocarburi (HC), in particolare quelli non metanici (NMHC) e quelli policiclici aromatici (IPA), i composti organici nella forma di particolato, gli ossidi di azoto (NOx), l'ozono e gli altri inquinanti fotochimici, gli ossidi di zolfo (SOx), il piombo (Pb) e i suoi composti.

Il *monossido di carbonio* (CO) è un gas incolore e inodore dannoso per l'uomo e per le altre specie animali.
Costituisce la più importante emissione di inquinanti atmosferici (dopo la CO2), la cui fonte principale è costituita dalle combustioni da motore a scoppio, soprattutto da "motori freddi" alimentati con miscele molto ricche: in questi casi può rappresentare fino all'11% del gas di scarico. In Italia i veicoli contribuiscono per il 90% al totale delle emissioni di CO, stimate in 5,5 milioni di tonnellate/anno. La presenza di questo inquinante nell'aria, in corrispondenza di una strada, è notevolmente correlata ai flussi di traffico relativo, infatti l'andamento della concentrazione di CO misurato nei pressi della sezione di una strada durante l'arco giornaliero è generalmente molto simile a quello dei flussi veicolari che la percorrono (Figura 1.11).

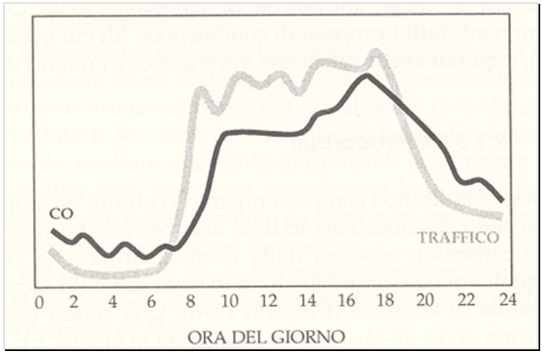


Figura 1.11 - Andamento qualitativo della concentrazione di CO e del flusso di traffico durante la giornata in una strada urbana

Inoltre 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.

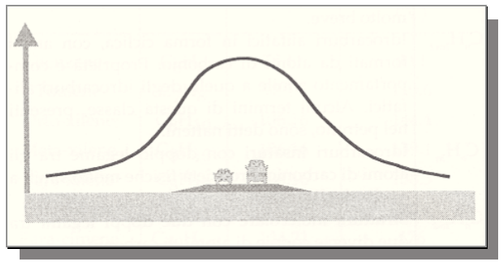


Figura 1.12 - Andamento qualitativo della concentrazione di CO nella sezione di una strada

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

Le emissioni di *ossidi di zolfo* sono dovute prevalentemente all'uso di combustibili solidi e liquidi e sono correlate al contenuto di zolfo nei combustibili stessi, sia come impurezze sia come costituenti la formazione molecolare del combustibile (oli).

Gli ossidi di zolfo sono tipici inquinanti delle aree urbane e industriali dove la elevata densità degli insediamenti ne favorisce l'accumulo, soprattutto in condizioni meteorologiche sfavorevoli di debole ricambio di masse d'aria. Le situazioni più gravose sono ovviamente rappresentate dai periodi invernali ove alle altre fonti di combustione si aggiunge quella del riscaldamento domestico. Per le sue caratteristiche di stabilità chimica in atmosfera e per la facilità di rilevamento, la SO_2 è spesso utilizzata come indice globale di inquinamento atmosferico.

Con il termine di i*drocarburi* si intendono i composti organici costituiti da atomi di carbonio e idrogeno; si tratta dei costituenti fondamentali del petrolio.

Due sono i principali problemi derivanti dalla presenza di idrocarburi nell'atmosfera. Il primo è connesso alla partecipazione ai processi di formazione dello smog fotochimico, ai quali prendono però parte solo alcuni di questi composti, che vengono indicati con il termine di idrocarburi reattivi (RHC).

Gli idrocarburi non aromatici non sono attualmente considerati inquinanti in senso proprio. Infatti le concentrazioni alle quali esse diventano tossici sono talmente elevate da risultare altamente improbabili nella nostra atmosfera.

Gli idrocarburi aromatici sono invece da considerarsi inquinanti primari.

I veicoli stradali sono considerati tra le sorgenti più importanti di idrocarburi aromatici, circa l'80% delle emissioni di benzene (C_6H_6) è dovuto alle autovetture.

L'*ozono* è un gas incolore che fa parte dei normali costituenti dell'aria. I problemi di inquinamento dell'aria da ozono sono legati al significativo incremento che la concentrazione di questo gas subisce in zone immediatamente prossime al suolo a causa dei fenomeni di formazione dello smog fotochimico di cui esso è un importante costituente. Le cause dell'inquinamento da ozono sono quindi quelle stesse che provocano l'esistenza dello smog fotochimico, ovvero l'emissione di idrocarburi e ossidi di azoto, dovuta in buona parte i mezzi di trasporto.

La genesi dell'ozono risiede nella fotolisi del biossido di azoto causata dall'energia solare:

$$NO_2 \xrightarrow{h\upsilon} NO + O \qquad (1)$$

$$O + O_2 \rightarrow O_3 \qquad (2)$$

$$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2 \qquad (3)$$

Gli *ossidi di azoto*, indicati nel loro complesso NOx, sono attualmente fra gli inquinanti ritenuti maggiormente pericolosi, sia per l'azione specifica di NO_2 , sia per la loro partecipazione alla formazione dello smog fotochimico.

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.

Trattandosi di un composto molto stabile le ricadute e quindi la sua presenza nell'aria ambiente può interessare anche zone ad una certa distanza dai punti di emissione.

L'evoluzione giornaliera in aree ad elevato traffico stradale delle concentrazioni di ozono e delle specie chimiche coinvolte nella sua formazione è mostrata in Figura 1.13. Nelle prime ore della giornata si ha il massimo di concentrazione di NO prodotto dalla punta mattutina di traffico. NO viene convertito in NO_2 in un periodo di qualche ora; mentre la formazione di O_3 inizia soltanto quando il processo di formazione di NO_2 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.

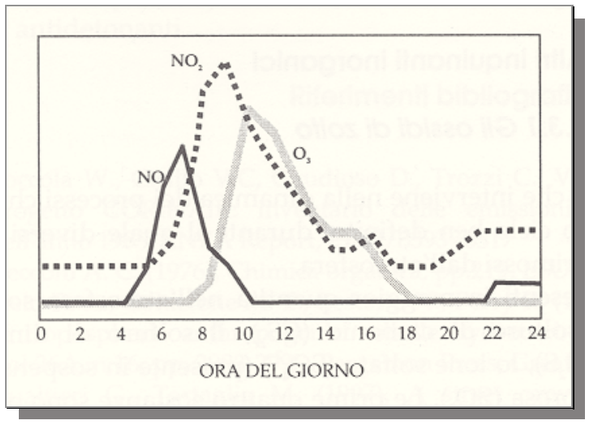


Figura 1.13 - Andamento qualitativo delle concentrazioni di NO, NO_2 e O_3 durante la giornata in un'area urbana

A causa del fatto che la reazione (3) ostacola la coesistenza di grandi concentrazioni di NO e O_3, le concentrazioni di ozono tendono ad essere basse in presenza di sorgenti di emissione di monossido di azoto. Questa è la ragione per cui l'entità di ozono è solitamente bassa nei pressi di forti flussi di traffico anche se può essere notevole nelle immediate vicinanze.

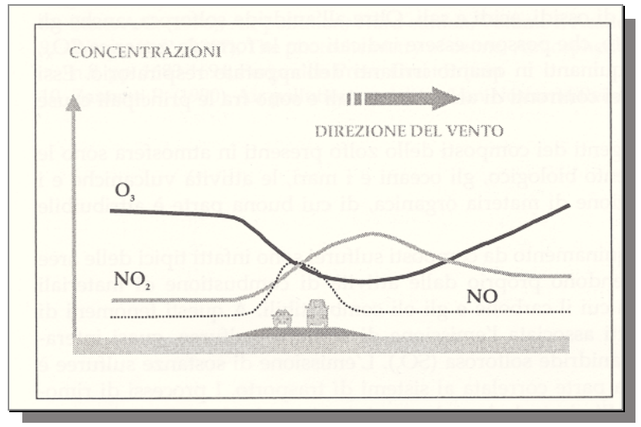


Figura 1.14 - Andamento qualitativo delle concentrazioni di NO, NO_2 e O_3 nella sezione di una strada

1.9 Caratterizzazione della qualita' dell'aria allo stato attuale mediante analisi di dati di bibliografia e delle misurazioni effettuate da enti territoriali

La documentazione prodotta dalla Regione, nell'ambito dei propri compiti istituzionali, al fine della tutela della qualità dell'aria dall'inquinamento atmosferico e la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra, consiste

1- nella zonizzazione del territorio ligure in funzione dei livelli di qualità dell'aria,

2- nel Piano regionale di risanamento e tutela della qualità dell'aria e per i gas serra,

3- nella valutazione annuale della qualità dell'aria sul territorio regionale.

Di seguito si riporta brevemente un estratto dei tre documenti utili a ricostruire lo stato attuale della qualità dell'aria.

1.9.1 *Qualita' dell'aria: zonizzazione*

Il primo passo per impostare le azioni necessarie ad attivare politiche di miglioramento e mantenimento della qualità dell'aria è da un lato la conoscenza delle pressioni antropiche e naturali esercitate sull'aria, d'altro lato la valutazione dei livelli di qualità dell'aria e la zonizzazione del territorio.

Lo strumento che consente di conoscere le pressioni esercitate sull'aria è l'inventario regionale delle emissioni. La zonizzazione, che suddivide il territorio in aree omogenee secondo determinate caratteristiche, è lo strumento su cui impostare la valutazione e la gestione della qualità dell'aria. Il decreto n.155/2010 ha stabilito nuovi criteri sulla cui base delimitare le zone del territorio regionale. Le zone sono classificate in base ai livelli di qualità dell'aria, al fine di impostare l'attività di valutazione che consente di verificare se sussiste rischio dovuto all'esposizione della popolazione o dell'ecosistema a livelli di qualità dell'aria superiori ai valori fissati dalla norma e valutare la necessità di:

- intervenire nel breve termine con piani di azione, se esiste rischio di superamento delle soglie di allarme (concentrazioni elevate anche se di breve durata) o dei limiti o dei valori obiettivo
- adottare, nel caso di superamento dei limiti o dei valori obiettivo, piani e programmi o misure che agiscono sulle principali sorgenti aventi influenza sulle aree di superamento
- adottare misure per il mantenimento di buoni livelli di qualità.

Il territorio della Liguria è stato classificato sulla base della normativa pregressa (dm n.351/99, dm n.60/02 e dm n.183/04) secondo due differenti zonizzazioni:

- una comprende 7 zone e riguarda gli inquinanti del decreto ministeriale 60/02: biossido di zolfo (SO_2) monossido di carbonio (CO), piombo (Pb), ossidi di azoto (NOx), benzene e particolato solido fine (PM10)
- l'altra comprende 2 zone in base ai livelli di concentrazioni di ozono.

Il progetto di zonizzazione e classificazione ai sensi del D.lgs. n.155/2010 è stato trasmesso al Ministero dell'Ambiente che indicherà eventuali modifiche o integrazioni ai fini dell'adozione dell'atto finale.

Il dm 60/02 disponeva che venissero delimitate le zone in cui è necessario adottare piani e programmi per il miglioramento della qualità dell'aria e per riportare il livello di concentrazione di biossido di zolfo (SO_2) monossido di carbonio (CO), piombo (Pb), ossidi di azoto (NOx), benzene e particolato solido fine (PM10) ai valori di riferimento fissati dalla normativa europea, nonché le zone in cui adottare misure per il mantenimento di una buona qualità dell'aria.

Con deliberazione n. 1144 del 15 ottobre 2004 la Regione, in attuazione di quanto disposto dal dm 60/02 sugli inquinanti disciplinati, ha zonizzato il territorio regionale sulla base delle valutazioni della qualità dell'aria ottenute da dati misurati dalle stazioni di rilevamento e da dati stimati mediante l'utilizzo della modellistica.

La zonizzazione è stata rivista con deliberazione di Giunta regionale n. 946 del 3 agosto 2007, in conseguenza all'acquisizione di nuovi elementi conoscitivi emersi, dalle ultime valutazioni annuali della qualità dell'aria effettuate dai dati delle stazioni di monitoraggio.

Le zone delimitate ai sensi dell'art. 8 del decreto legislativo 351/99 per gli inquinanti del decreto ministeriale 60/02 sono:

- la Zona 1- Agglomerato – Genova - comprende solo il Comune di Genova ed è, secondo le definizioni normative, l'unica zona della Regione da considerarsi agglomerato; le fonti emittenti più rilevanti presenti sul suo territorio sono di tipo misto, cioè sia di tipo produttivo che da traffico che da riscaldamento civile; è la zona maggiormente critica, con superamenti dei limiti oltre il margine di tolleranza per NO2 e PM10 in molte maglie urbane del territorio comunale;
- la Zona 2 – Aree urbane con fonti emittenti miste – comprende due sottozone: Zona 2 a) La Spezia e Zona 2 b) Savona più Vado e Quiliano. I Comuni di Savona, Quiliano e Vado Ligure sono stati accorpati in considerazione della continuità urbanistica e territoriale; inoltre va considerato che le emissioni che derivano dalla centrale termoelettrica hanno ricadute sui tre comuni; il Comune di La Spezia è stato ricompreso nella zona, per la similitudine della tipologia di fonti emittenti, come per Genova di tipologia mista, oltre che per le caratteristiche di qualità dell'aria evidenziate dalla valutazione preliminare; per la zona 2 la valutazione evidenzia superamenti dei limiti oltre il margine di tolleranza per NO2 e PM10, ma l'entità dei superamenti ed il territorio interessato all'interno dei Comuni risulta molto minore rispetto a Genova;
- la Zona 3– Aree urbane in cui prevale la fonte traffico – comprende i Comuni Imperia, San Remo, Albenga, Albissola Marina, Albisola Superiore, Borghetto Santo Spirito, Celle Ligure, Ceriale, Loano, Varazze, Arenzano, Bogliasco, Chiavari, Cogoleto, Lavagna, Masone, Rapallo, Recco, Rossiglione, Sestri Levante, Arcola, Bolano, Santo Stefano Di Magra, Sarzana; sono Comuni in prevalenza costieri in cui la principale fonte emittente è il traffico; nella zona sono stati valutati superamenti dei limiti in misura inferiore al margine di tolleranza in alcune maglie urbane dei territori comunali;
- la Zona 4 – Aree urbane in cui prevale la fonte produttiva - comprende i Comuni di Cairo Montenotte, Carcare, Altare e Busalla; nei Comuni della zona le emissioni di inquinanti

dovute alle attività produttive prevalgono sulle emissioni dovute al traffico; nella zona sono stati valutati superamenti dei limiti in misura inferiore al margine di tolleranza in alcune maglie urbane dei territori comunali;

- la Zona 5 – Aree di mantenimento con pressione antropica non trascurabile- comprende i Comuni di Bordighera, Camporosso, Cervo, Cipressa, Costarainera, Diano Marina, Ospedaletti, Riva Ligure, San Bartolomeo Al Mare, San Lorenzo Al Mare, Santo Stefano Al Mare, Taggia, Vallecrosia, Ventimiglia, Alassio, Andora, Bergeggi, Borgio Verezzi, Finale Ligure, Laigueglia, Noli, Pietra Ligure, Spotorno, Pieve Ligure, Sori, Zoagli; per questa zona come per la zona 6 non si valutano superamenti dei limiti, ma è stata distinta dalla zona 6 per via di una maggiore pressione antropica legata alle attività costiere, al turismo, al trasporto determinato in particolare dal traffico di attraversamento dell'Autostrada e dell'Aurelia;
- la Zona 6 -Aree di mantenimento con bassa pressione antropica-, è la zona residuale, ma ricopre la maggior parte del territorio regionale; è complessivamente caratterizzata da bassi livelli di pressione antropica e di conseguenza lo stato della qualità dell'aria è stimato essere buono. La zona delimitata ai sensi dell'art. 9 del d.Lgs 351/99 è la zona 7 - area di mantenimento - che comprende i restanti comuni.

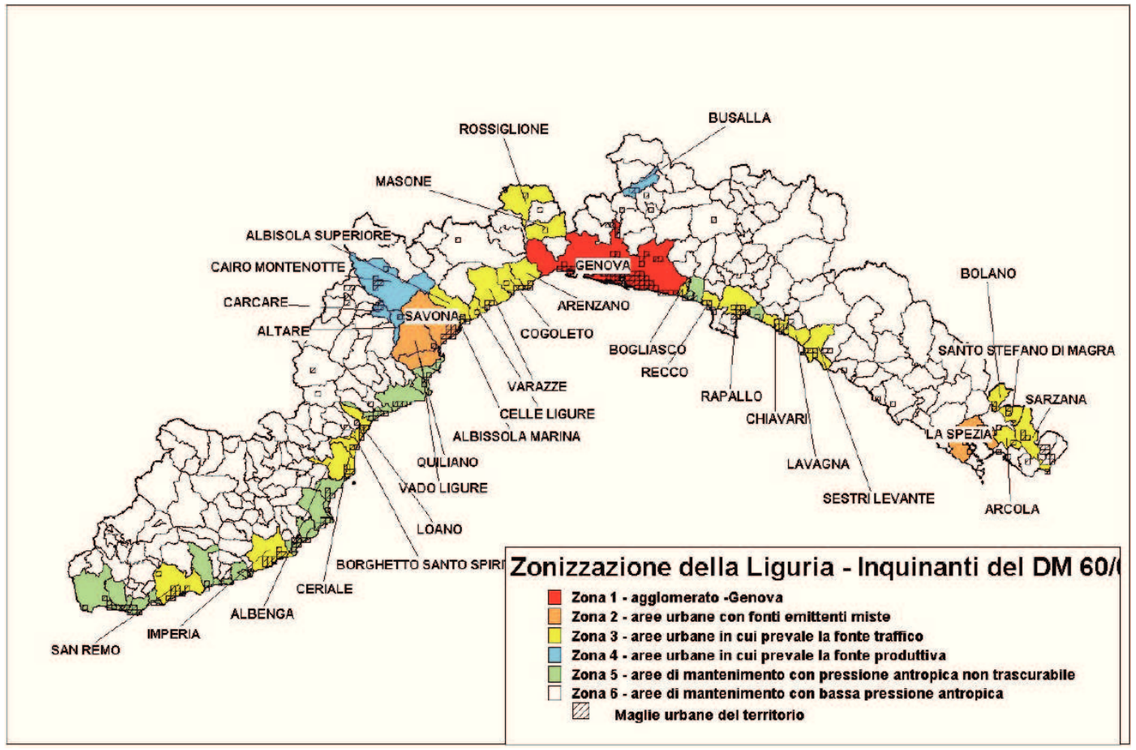


Figura 1.15 - Zonizzazione dell'aria

La Regione, con riferimento all'ozono nell'aria-ambiente, in attuazione di quanto disponeva il decreto legislativo 183/04, ha:

- valutato la qualità dell'aria-ambiente sulla base dei dati di monitoraggio acquisiti fino al 2004
- definito per l'intero territorio una zonizzazione preliminare sulla base dei livelli di concentrazione di ozono valutati
- - fissato i criteri per definire un monitoraggio adeguato dell'ozono e dei suoi precursori come ossidi di azoto, composti organici volatili, monossido di carbonio (dato che l'ozono è un inquinante secondario).

In base ai criteri definiti nell'ambito del documento L'ozono troposferico - Zonizzazione preliminare del territorio regionale, approvato con decreto di Giunta regionale 1175 del 7 ottobre 2005, la Liguria è stata suddivisa in due tipologie di zona:

- la zona A, che comprende il comune di Genova (zona 1 della zonizzazione ai sensi del dm 60/02) e quelli di Savona, Vado e Quiliano (zona 2b) della zonizzazione ai sensi del dm 60/02); per tali comuni il valore bersaglio per la protezione della salute e quello per la protezione della vegetazione risultano superati nelle aree urbane non influenzate direttamente da sorgenti emissive e nelle aree periferiche e suburbane
- la zona B, che comprende il restante territorio regionale, nell'ambito della quale si stima che i livelli di ozono siano inferiori ai valori bersaglio per la protezione della salute e della vegetazione, ma superiori agli obiettivi a lungo termine.

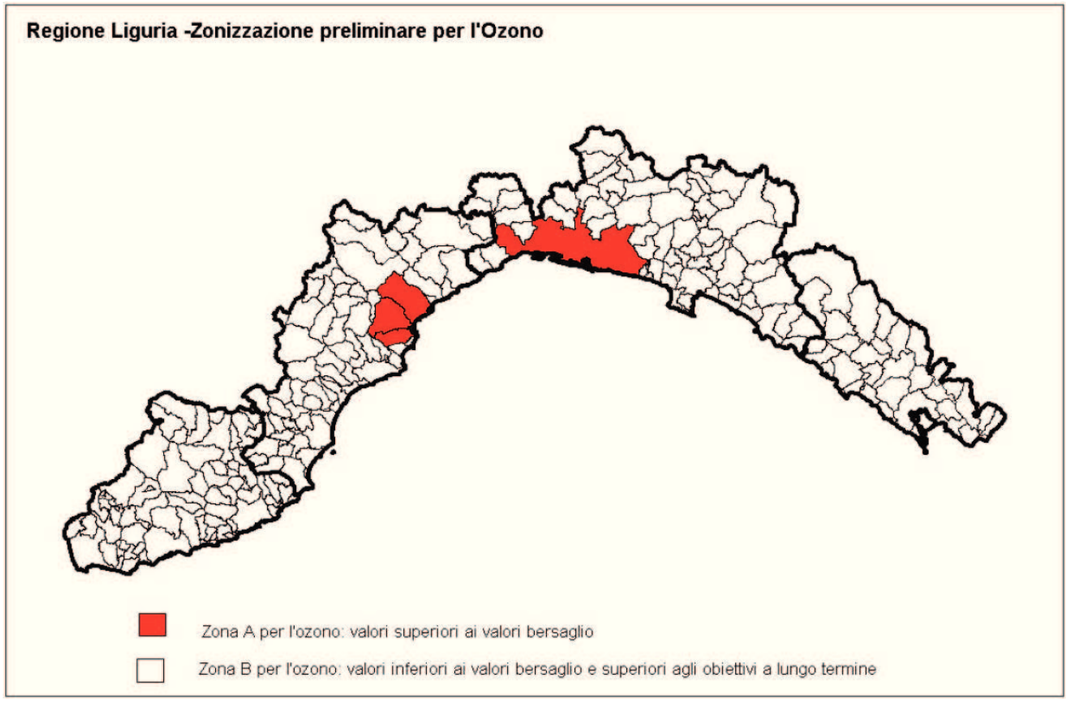


Figura 1.16 - Zonizzazione dell'ozono

1.9.2 *Qualità dell'aria: piano regionale per la qualità dell'aria*

Il Consiglio regionale, con la delibera n.4 del 21 febbraio 2006, ha approvato il Piano regionale di risanamento e tutela della qualità dell'aria e per la riduzione dei gas serra, pubblicato sul Burl del 29 marzo 2006 con riferimento alla normativa nazionale pregressa al d.lgs. n.155/2010.
Esso definisce le strategie per:

- conseguire, per l'intero territorio regionale, il rispetto dei limiti di qualità dell'aria stabiliti dalle normative europee entro i tempi previsti,
- mantenere nel tempo, ovunque, una buona qualità dell'aria ambiente mediante:
  - la diminuzione delle concentrazioni in aria degli inquinanti negli ambiti territoriali regionali dove si registrano valori di qualità dell'aria prossimi ai limiti con particolare attenzione alle problematiche relative a ozono, PM, benzene e IPA
  - la prevenzione dell'aumento indiscriminato dell'inquinamento atmosferico negli ambiti territoriali regionali dove i valori di inquinamento sono al di sotto dei limiti.
- perseguire un miglioramento generalizzato dell'ambiente e della qualità della vita, evitando il trasferimento dell'inquinamento tra i diversi settori ambientali,
- concorrere al raggiungimento degli impegni di riduzione delle emissioni sottoscritti dall'Italia in accordi internazionali, con particolare riferimento all'attuazione del protocollo di Kyoto,
- favorire la partecipazione e il coinvolgimento delle parti sociali e del pubblico.

La selezione delle misure ha tenuto conto della necessità di riduzione delle emissioni non solo degli inquinanti per le cui concentrazioni sono fissati valori di riferimento normativi, ma anche dei precursori dell'ozono.

Il Piano regionale di risanamento e tutela della qualità dell'aria e per la riduzione dei gas serra costituisce uno dei necessari quadri di riferimento per lo sviluppo delle linee strategiche delle differenti politiche settoriali (in particolare trasporti, energia, assetto del territorio, lotta agli incendi boschivi, smaltimento rifiuti) e per l'armonizzazione dei differenti atti di programmazione e pianificazione ai diversi livelli di responsabilità territoriale. Serve, pertanto, da innesco e sostegno per un processo ampio e concreto di integrazione delle politiche territoriali a uno sviluppo maggiormente sostenibile.

L'aria è, per sua caratteristica, tra le più trasversali delle tematiche ambientali e come tale richiede strumenti trasversali per la sua tutela. Per questo motivo il Piano ha richiesto un'elaborazione partecipata, che ha visto il coinvolgimento attivo dei diversi enti locali, e richiede altrettanta partecipazione per la sua concreta attuazione. L'applicazione del Piano incide sulla salute dei cittadini, oggi interessata dalla presenza di inquinanti particolarmente pericolosi quali il PM10 (polveri sospese) e gli ossidi di azoto. L'attuazione del Piano vede protagonisti oltre l'ente Regione anche tutte le amministrazioni locali maggiormente coinvolte e gli stessi cittadini, chiamati a dare il personale

contributo attraverso l'accettazione di modifiche al proprio stile di vita, ricompensate da un'aria più pura e da una migliore qualità della vita.

Le disposizioni attuative di Piano contengono prescrizioni vincolanti che principalmente riguardano:

- l rapporto del Piano con gli altri strumenti di pianificazione
- i procedimenti ambientali
- misure di tipo organizzativo
- azioni specifiche a carico di Regione, Province e Comuni

Con riferimento a quest'ultimo punto:

- entro 120 giorni dalla pubblicazione sul Burl del piano, la Regione predispone un primo stralcio di Programma di interventi per assumere le iniziative di propria competenza
- entro 180 giorni dalla pubblicazione sul Burl del piano i comuni di Genova, Savona, La Spezia, Albissola Marina, Varazze, Arenzano, Cogoleto, Chiavari, Rapallo, Sanremo, Busalla e Cairo Montenotte, nei quali è prioritario intervenire per conseguire il rispetto dei limiti di qualità dell'aria, adottano programmi di intervento recanti le misure volte a conseguire gli obiettivi stabiliti dal piano stesso
- entro 180 giorni dalla pubblicazione sul Burl del piano le province e i comuni di Vado Ligure, Quiliano, Imperia, Albenga, Albisola Superiore, Borghetto Santo Spirito, Celle Ligure, Ceriale, Loano, Bogliasco, Lavagna, Masone, Recco, Rossiglione, Sestri Levante, Arcola, Bolano, Santo Stefano di Magra, Sarzana, Carcare, Altare, nei quali risulta necessario intervenire per conseguire ovunque il sicuro rispetto dei limiti di qualità dell'aria, adottano "Documenti di indirizzi" recanti le misure volte a conseguire gli obiettivi stabiliti dal piano stesso
- i comuni individuati come zone di mantenimento della qualità dell'aria con pressione antropica non trascurabile (Bordighera, Camporosso, Cervo, Cipressa, Costarainera, Diano Marina, Ospedaletti, Riva Ligure, San Bartolomeo al Mare, San Lorenzo al Mare, Santo Stefano al Mare, Taggia, Vallecrosia, Ventimiglia, Alassio, Andora, Bergeggi, Borgio Verezzi, Finale Ligure, Laigueglia, Noli, Pietra Ligure, Spotorno, Pieve Ligure, Sori, Zoagli), possono adottare "Documenti di indirizzi" indicanti le misure volte a conseguire gli obiettivi stabiliti dal piano stesso, che saranno considerati dalla Giunta regionale nei criteri premiali per la concessione dei finanziamenti di carattere ambientale.

Nell'Allegato 3 al piano di risanamento sono descritti gli strumenti di pianificazione e programmazione regionale e locale. In particolare per le aree ad alta concentrazione di traffico sono descritti i progetti stradali ed autostradali la cui realizzazione è finalizzata a garantire un'adeguata mobilità sulle principali arterie della Liguria, oggi fortemente congestionate. Per l'area savonese, in particolare, è stato previsto un progetto di variante alla SS1 Aurelia che si configura come un asse tangenziale alla città di Savona e costituisce un percorso alternativo di attraversamento dell'area.
La Variante assolve le funzioni di raccolta e distribuzione dei traffici provenienti/diretti dalle aree a più intensa urbanizzazione, decongestionando la viabilità costiera dai flussi di attraversamento e restituendo gran parte della rete viaria cittadina al traffico locale. In particolare l'intento è quello di superare le criticità derivanti dall'attraversamento del centro di Savona e dal collegamento con l'abitato di Albisola Superiore.
Oltre a costituire un rapido collegamento tra l'autostrada A10 e le aree portuali dell'ambito interessato tali progetti completano una serie di interventi realizzati o in via di realizzazione verso ponente, finalizzati al superamento del nodo viario di Savona e Vado Ligure.

1.9.3 *Qualità dell'aria: valutazione annuale della qualità dell'aria*

Come previsto dalla normativa, al termine di ogni anno la Regione effettua la valutazione dei livelli di concentrazione degli inquinanti in aria-ambiente. La valutazione, effettuata sulla base dei valori registrati dalla rete di monitoraggio nel corso dell'anno civile, è riferita alle zonizzazioni del territorio regionale.
Per fornire dati confrontabili a livello nazionale e di Comunità europea annualmente vengono selezionate in accordo con gli enti competenti al monitoraggio le postazioni fisse di rilevamento regionali ritenute conformi ai requisiti fissati dalle norme e che hanno fornito un numero sufficiente di dati.
In pratica devono essere annualmente valutati, per ciascun inquinante e con riferimento a ciascuna zona, una serie di elementi ed in particolare se all'interno della zona si registrano o si stimano situazioni di superamento dei limiti.
Sulla base delle valutazioni annuali si determina la necessità o meno di rivedere la zonizzazione e le azioni di piano.

Nel 2010 è stato emanato il d.Lgs n.155/10 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", che ridefinisce il pregresso quadro normativo nazionale inerente la valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente, abrogando l'intero corpo normativo precedente. In attuazione del decreto è in particolare necessario che le regioni procedano al riesame delle zonizzazioni in essere sulla base dei nuovi criteri introdotti e trasmettano al Ministero un progetto volto ad adeguare la propria rete di misura.

L'iter per la definizione delle nuove zonizzazioni regionali e per la riorganizzazione della rete di misura è ancora in corso. Pertanto, ancora per il 2011, la valutazione annuale della qualità dell'aria fa riferimento alle zonizzazioni vigenti, a suo tempo approvate ai sensi della pregressa normativa.

L'elenco e l'ubicazione delle stazioni fisse nell'area di Savona, utilizzate per la valutazione della qualità dell'aria per l'anno 2011, sono di seguito riportate:

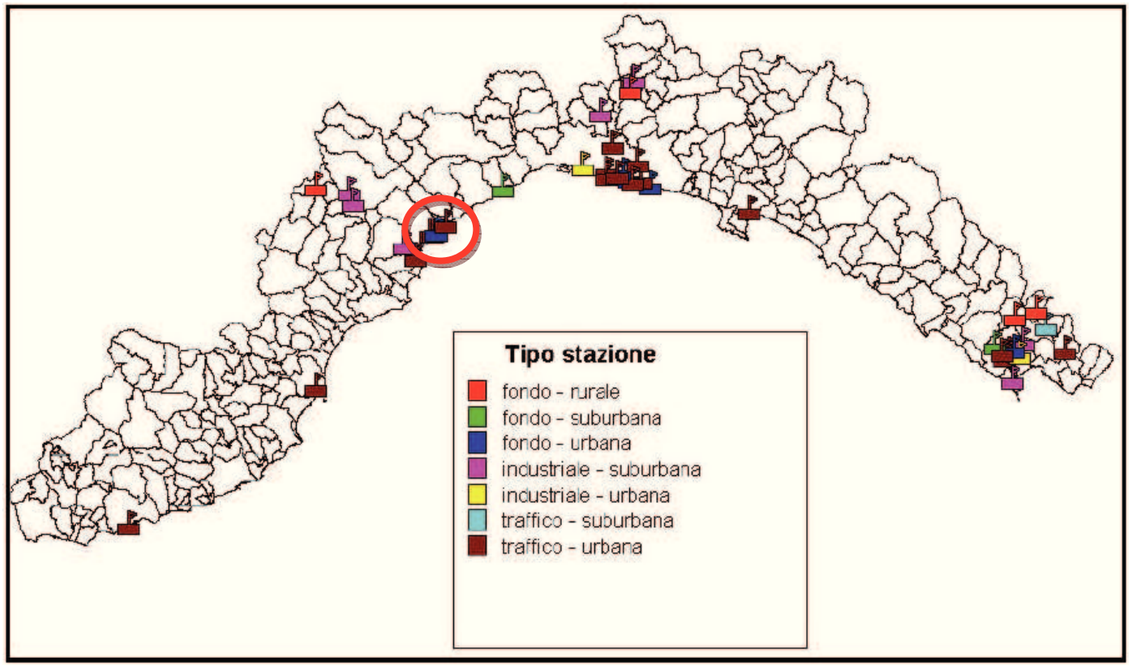


Figura 1.17 - Ubicazione stazioni fisse

Zona	Stazione	Tipo stazione	SO_2	NO_2	Pb	C6H6	CO	PM_{10}	$PM_{2,5}$	As	Cd	Ni	Benzo(a) pirene
Zona 2 Savonese	S520003 - Quiliano (SV)	industriale - suburbana		y									
	S560007 - Corso Ricci - Savona (SV)	traffico - urbana		y		y	y	y					
	S560016 - Via San Lorenzo - Savona (SV)	traffico - urbana			y			y	y	y	y	y	y
	S560018 - Varaldo - Savona (SV)	fondo - urbana	y	y				y					
	S640009 - Vado Ligure (SV)	fondo - urbana	y	y	y	y		y		y	y	y	y
Zona 4 Aree traffico	G150003 - Via Assarotti - Chiavari (GE)	traffico - urbana		y			y	y					
	G170004 - Via Gioventù - Cogoleto (GE)	fondo - urbana		y		y							
	G460001 - Campo Macera - Rapallo (GE)	traffico - urbana		y		y	y	y					
	L040002 - Bolano (SP)	rurale		y									
	I550006 - Piazza Battisti - Sanremo (IM)	traffico - urbana						y					
	I550007 - Giardini Regina Elena - Sanremo (IM)	traffico - urbana	y	y									
	S020001 - Regione Cavallo - Albenga	traffico - urbana	y	y			y	y	y				
	S040006 - Corso Ferrari - Albisola Superiore (SV)	traffico - urbana				y	y						

Tabella 1.1 - Elenco delle stazioni fisse nell'area interessata dal progetto



Figura 1.18 - Ubicazione e dettaglio delle centraline fisse di monitoraggio presenti nell'area di studio

1.9.3.1 *Biossido di Azoto – NO_2*

	Stazione	Tipo stazione	Media annuale (val. lim. 40 µg/m3)	max media oraria	N. sup alla media oraria (max 18 a 200 µg/m3)
2	S560007 - Corso Ricci - Savona (SV)	traffico - urbana	25	266	2
	S520003 - Quiliano (SV)	industriale - suburbana	20	83	0
	S640009 - Vado Ligure (SV)	traffico - urbana	32	148	0
	S560018 - Varaldo - Savona (SV)	fondo - urbana	25	120	0

La media annuale risulta rispettata in tutte le postazioni, si rileva analizzando i trend annuali un aumento nelle postazioni di fondo (Stazione di Varaldo).

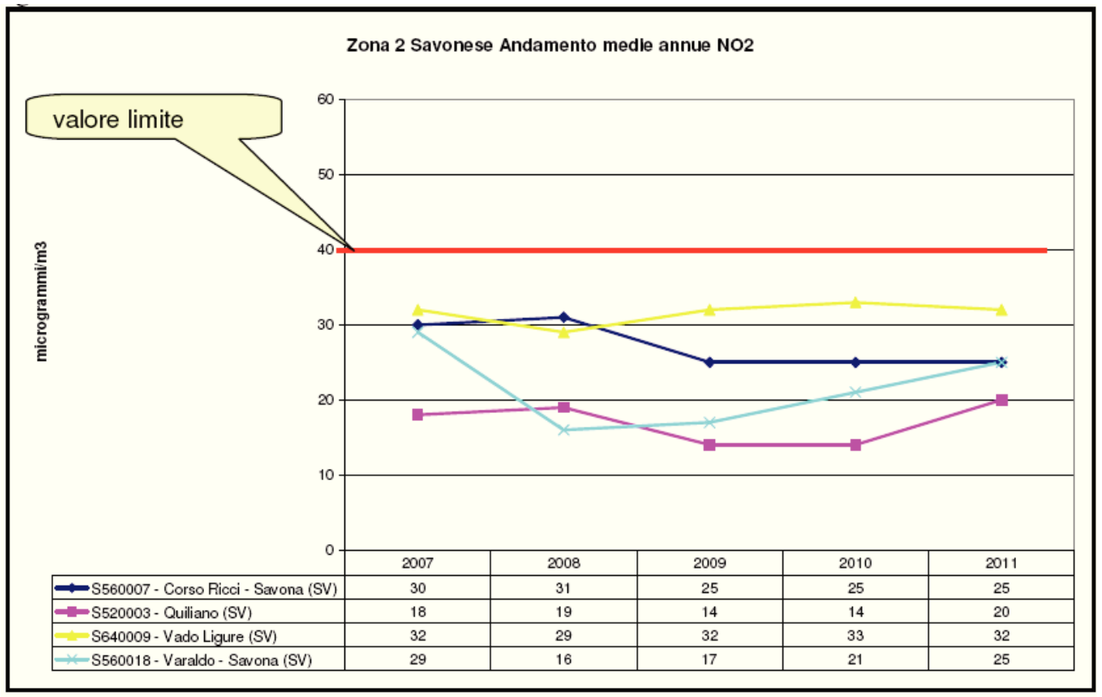


Figura 1.19 - Andamento medie annue NO_2

1.9.3.2 *Particolato solido fine – PM10*

	Stazione	Tipo stazione	Media annua (µg/m3) Lim: 40 µg/m3	N. sup media giornaliera (max 35 sup. a 50 µg/m)
2	S560007 - Corso Ricci - Savona (SV)	traffico - urbana	17	7
	S640009 - Vado Ligure (SV)	traffico - urbana	30	17
	S560016 - Via San Lorenzo - Savona (SV)	traffico - urbana	28	27
	S560018 - Varaldo - Savona (SV)	fondo - urbana	21	4

In tutte le postazioni di misura si è registrato il rispetto del limite sia annuale che giornaliero.
Dai grafici sotto riportati, l'andamento delle medie annuali evidenziano tra il 2010 ed il 2011 un lieve trend in aumento per la maggior parte delle postazioni di misura.
Anche l'andamento del numero di superamenti giornalieri al valore di 50 µg/m^3 evidenzia per tali zone un trend in aumento tra il 2010 ed il 2011.

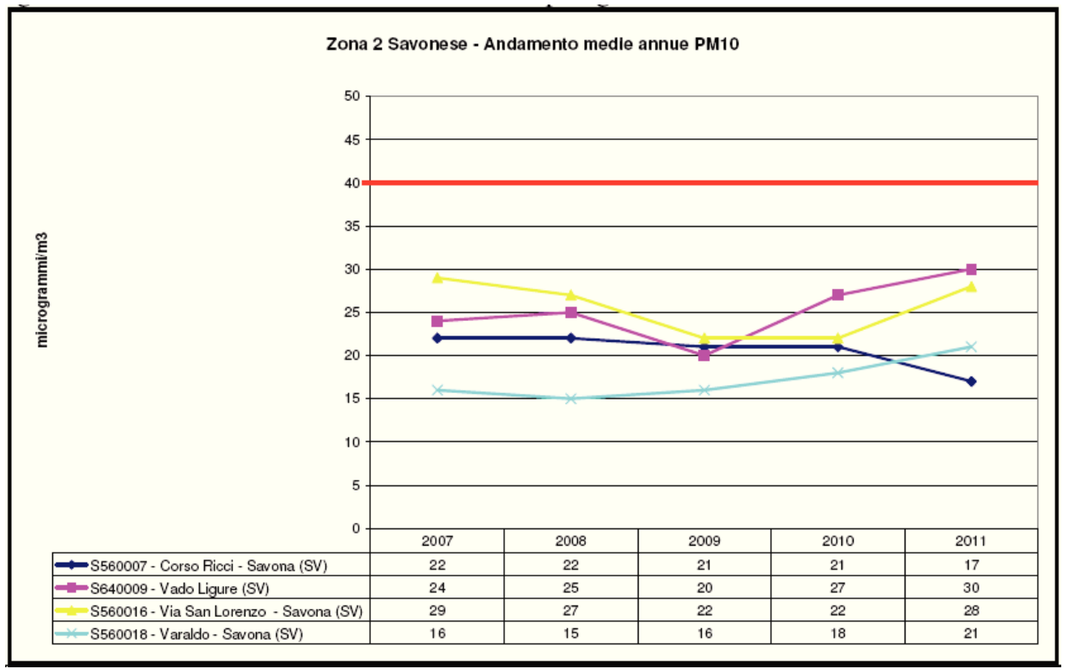
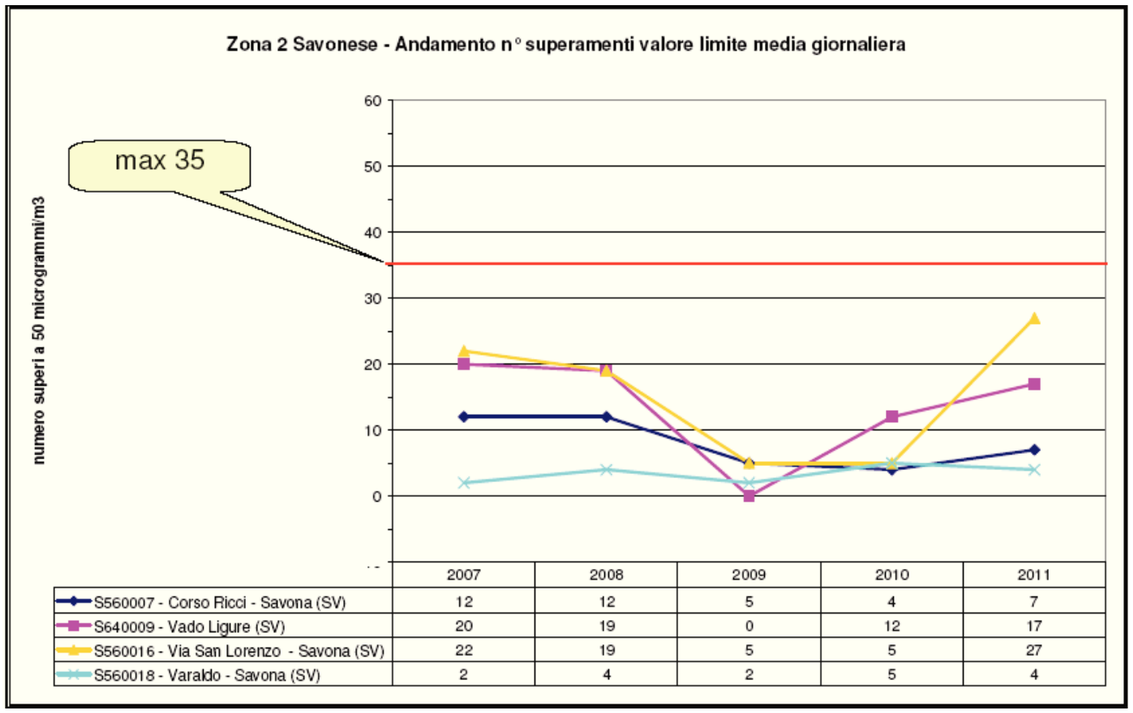
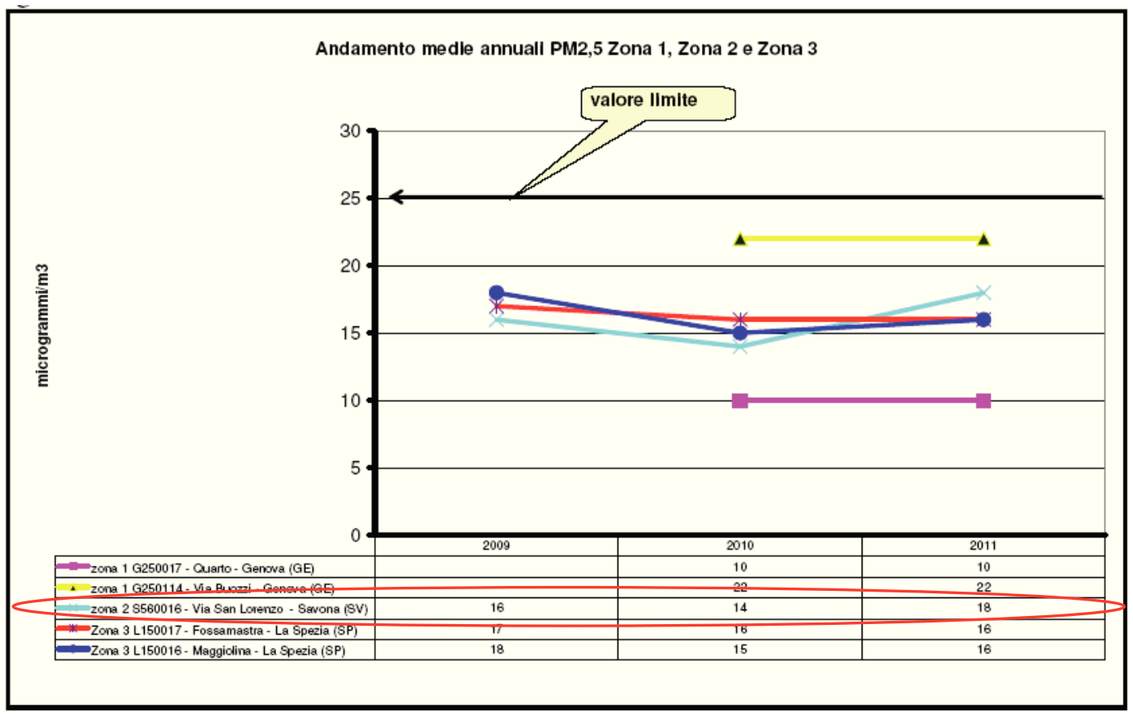


Figura 1.20 - Andamento medie annue PM10



	2007	2008	2009	2010	2011
S560007 - Corso Ricci - Savona (SV)	12	12	5	4	7
S640009 - Vado Ligure (SV)	20	19	0	12	17
S560016 - Via San Lorenzo - Savona (SV)	22	19	5	5	27
S560018 - Varaldo - Savona (SV)	2	4	2	5	4

Figura 1.21 - Andamento superamenti valori limite della media giornaliera PM10



	2009	2010	2011
zona 1 G250017 - Quarto - Genova (GE)		10	10
zona 1 G250114 - Via Buozzi - Genova (GE)		22	22
zona 2 S560016 - Via San Lorenzo - Savona (SV)	16	14	18
Zona 3 L150017 - Fossamastra - La Spezia (SP)	17	16	16
Zona 3 L150016 - Maggiolina - La Spezia (SP)	18	15	16

Figura 1.22 - Andamento medie annue PM2.5

1.9.3.3 Particolato solido fine – PM2.5

Zone	Stazione	Tipo stazione	Media annua (Val lim: 25 µg/m3)
Zona 2	S560016 - Via San Lorenzo - Savona (SV)	traffico - urbana	18

Il limite annuale per PM2.5 risulta rispettato.

Il trend, analogamente al PM10; evidenzia un lieve aumento tra il 2010 ed il 2011.

1.9.3.4 Biossido di zolfo – SO_2

Zona	Stazione	n°sup al valore limite sulla media oraria (350 µg/m3) max 24 per anno civile	Valore media oraria max	valore medio annuo	n°sup al valore limite sulla media giornaliera (125 µg/m3) max 3 per anno civile	Valore media giornaliera max
Zona 2	S640009 - Vado Ligure (SV)	0	66	8	0	23
	S560018 - Varaldo - Savona (SV)	0	120	10	0	27

Tutti i limiti per la protezione della salute previsti dal d.Lgs 155/10 risultano rispettati.

1.9.3.5 Monossido di carbonio – CO

Zona	Stazione	Tipo stazione	val max medie 8 ore (µg/m3)
Zona 2	S560007 - Corso Ricci - Savona (SV)	traffico - urbana	1,7

Il valore limite (Media mobile di 8 ore 10 mg/m^3) risulta ampiamente rispettato.

1.9.3.6 Benzene – C_6H_6

Stazione	Tipo stazione	Media annua (µg/m3) Val lim. 5 (µg/m3
Zona 2 - Corso Ricci - Savona (SV)	traffico - urbana	2,9
Zona 4 - Corso Ferrari - Albisola Superiore (SV)	traffico - urbana	1,4

Il limite risulta rispettato in tutte le postazioni.

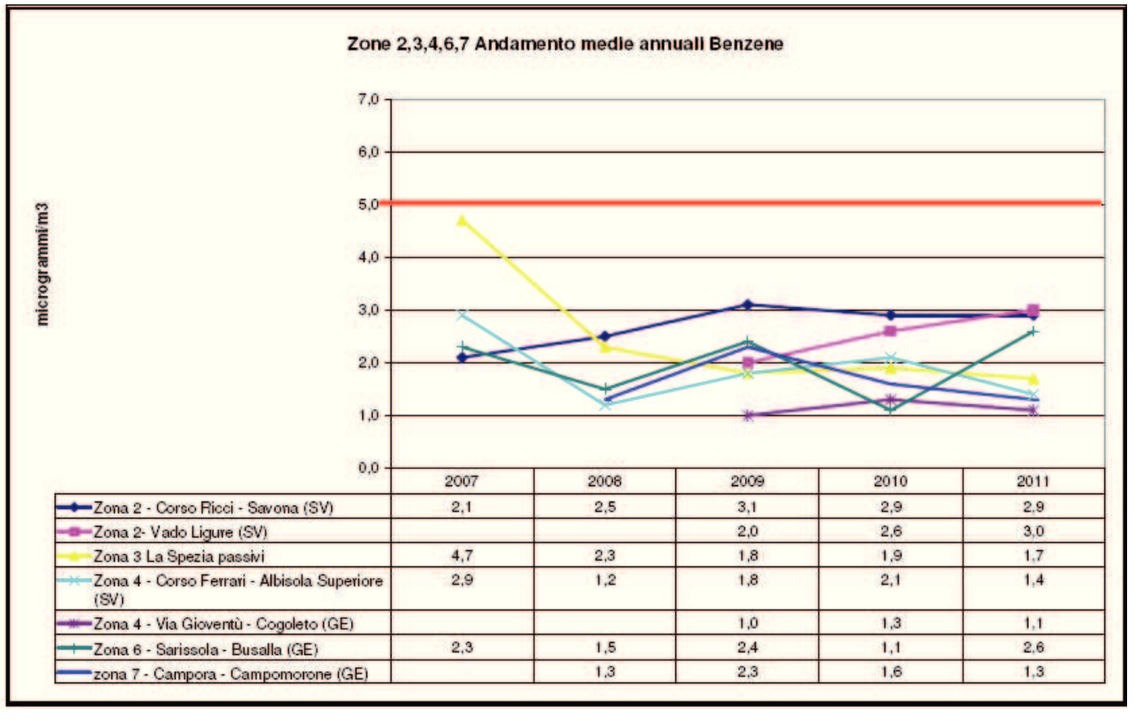


Figura 1.23 - Andamento medie annue Benzene

	SO2	NO2	NO2	PM10	PM10	PM2,5	CO	Piombo	Benzene	Cadmio, Nichel, Arsenico, Benzo(a) pirene
	Valori limite									Valori obiettivo
ZONE	Media oraria e giornaliera	media oraria	media anno	media giorno	media anno	media anno	Max media mobile di 8 ore	Media anno	Media anno	Media anno
Zona 2 Savonese	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Zona 4 Aree urbane	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺

Legenda		
Rispetto valori Per SO2, CO, Pb e PM10 è richiesto dal 2005 Per Benzene e NO2 è richiesto al 2010 Per PM 2,5 è richiesto al 2015	☺	In tutta la zona valori misurati o stimati inferiori al limite
	☹	In almeno una postazione della zona valori superiori al limite

	NO2 media annuale		PM10 media annuale		PM10 media giorno		PM2,5 media annuale	
	Soglie valutazione	Trend 10/11	Soglie valutazione	Trend 10/11	Soglie valutazione	Trend 10/11	Soglie valutazione	Trend 10/11
Zona 2 Savonese	◆	↑	◆	↑	▲	↑	▲	↑
Zona 4 Aree urbane	▲	↔	◆	↔	▲	↔	◆	↔

	Benzene media annuale		SO2 media giorno	NO2 media oraria	CO max media mobile 8 ore	Pb, As, Cd	Ni	Benzo(a)pirene
						media annuale		
	Soglie valutazione	Trend 10/11	Soglie valutazione					
Zona 2 Savonese	◆	↑	▼	◆	▼	▼	▼	▼
Zona 4 Aree urbane	◆	↓	▼	◆	▼	▼	▼	▼

Soglie di valutazione		
	▲	In almeno una postazione valori superiori alla soglia di valutazione superiore
	◆	In almeno una postazione valori compresi tra la soglia di valutazione inferiore e quella superiore
	▼	In tutta la zona valori misurati o stimati inferiori alla soglia di valutazione inferiore

1.10 Descrizione del modello utilizzato per le simulazioni dei livelli di qualità dell'aria

Le simulazioni sono state condotte utilizzando il modello gaussiano non stazionario a puff CALPUFF. I modelli a puff si basano sull'ipotesi che qualsiasi emissione di inquinante da parte di una sorgente lineare può essere vista come l'emissione in successione di una sequenza di piccoli sbuffi di gas detti appunto puff, ciascuno indipendente dall'altro. Tali porzioni di fumo, una volta emesse, evolvono indipendentemente nello spazio e nel tempo in base alle caratteristiche di spinta acquisite all'emissione e in base alle condizioni meteorologiche medie e in base alla turbolenza che incontrano nel loro cammino.

Calpuff è un modello raccomandato dall'EPA nei casi in cui i semplici modelli gaussiani non sono applicabili e comunque non forniscono risultati attendibili; in particolare in caso di:

- Variabilità spaziale delle condizioni meteorologiche non trascurabili (domini spaziali di grandi dimensioni, orografia particolarmente complessa)
- Calma di vento
- Fumigazione
- Ricircolo/stagnazione.

I modelli gaussiani sono modelli parametrici semplificati. Parametrici in quanto esprimono la concentrazione in funzione di un set di parametri di input, semplificati in quanto sono validi solo sotto una serie di ipotesi. Il modello utilizzato da Calpuff si colloca ad un livello intermedio di complessità rispetto ai modelli disponibili sul mercato. È più accurato rispetto al modello gaussiano tradizionale (a plume): il modello a puff è utilizzabile anche in condizioni di vento debole o di calma di vento in quanto la velocità del vento u non compare al denominatore nell'equazione che descrive il modello (equazione 1). Inoltre, al variare della direzione del vento, il modello a puff segue con maggiore precisione la traiettoria effettiva dell'emissione (*Figura1.24*) rispetto all'approccio tradizionale dove è l'intero plume a cambiare direzione insieme al vento. La differenza tra i due metodi è raffigurata nell'immagine seguente.

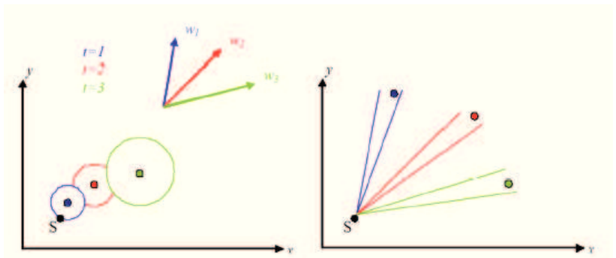


Figura 1.24 - Differenze di dispersione fra modelli a puff (sinistra) e gaussiani tradizionali (destra)

Anche in Italia sono state pubblicate linee guida (da parte del CTN-ACE) che ne consigliano l'utilizzo.

Il sistema di modellazione CALPUFF è un insieme di modelli interdipendenti composto da due modelli principali:

- CALMET: modello meteorologico che include un generatore diagnostico di campo di vento a divergenza nulla in grado di valutare venti catabatici (slop flows), effetti cinematici del terreno, effetti di blocking, il modello include inoltre un modello micrometeorologico per la valutazione dello strato limite su terra e su acqua. Il modello calcola i campi tridimensionali di vento e temperatura e quelli bidimensionali di rugosità, altezza di rimescolamento, lunghezza di Monin-Obuchov, stabilità atmosferica e precipitazione
- CALPUFF: modello diffusivo a puff multistrato, multispecie, non stazionario per inquinanti non reattivi, tratta la presenza di orografia complessa, trasporto su acqua, effetti di interazione costiera, building downwash, rimozione secca e umida e semplici trasformazioni chimiche.

E da due POST-PROCESSORI

- PRTMET: post processore meteorologico in grado di estrarre i campi bi e tri-dimensionali prodotti da CALMET
- CALPOST: post- processore diffusivo in grado di calcolare medie temporali di concentrazione e deposizione calcolate da CALPUFF.

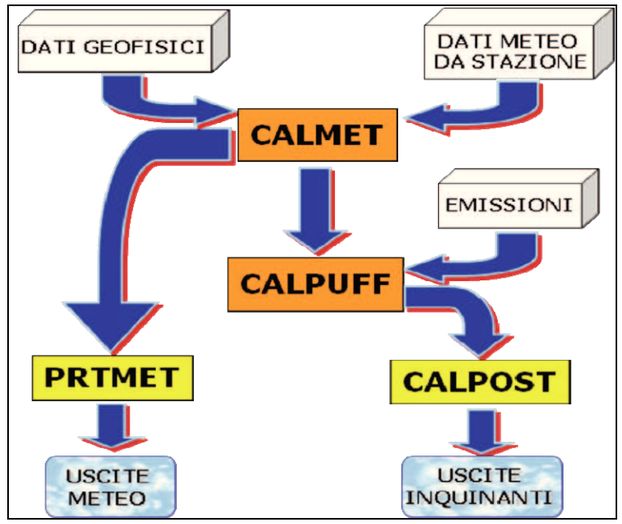


Figura 1.25 - Schema semplificato di funzionamento della catena modellistica CALMET-CALPUFF

1.10.1 *Modello meteorologico Calmet*

Calmet è un modello meteorologico in grado di generare campi di vento variabili nel tempo e nello spazio, punto di partenza per il modello di simulazione vero e proprio. I dati richiesti come input sono dati meteo al suolo e in quota (vento, temperatura, pressione...), dati geofisici per ogni cella della griglia di calcolo (altimetria, uso del suolo...), e dati al di sopra di superfici d'acqua, quando queste sono presenti (differenza di temperatura aria/acqua, vento, temperatura...). In output, oltre ai campi di vento tridimensionali, si ottengono altre variabili come l'altezza di rimescolamento, la classe di stabilità, l'intensità di precipitazione, il flusso di calore e altri parametri per ogni cella del dominio di calcolo. Calmet prende in considerazione i dati provenienti da diverse stazioni meteorologiche che si possono trovare in aria, al suolo o in corrispondenza di superfici acquose e delle quali si indicano le coordinate all'interno della griglia di calcolo. Questi dati vengono utilizzati per creare un unico file meteorologico in cui le informazioni delle diverse stazioni vengono interpolate per ottenere valori che variano da cella a cella nella griglia meteorologica definita dall'utente. Questa elaborazione delle informazioni provenienti dalle stazioni meteo avrà effetti sulla successiva fase di simulazione della dispersione degli inquinanti, in particolare inciderà sul percorso seguito dal puff e quindi sulle concentrazioni al suolo. Attraverso Calmet è possibile tenere conto di alcuni aspetti quali la pendenza del terreno, la presenza di ostacoli al flusso, la presenza di zone marine o corpi d'acqua. È dotato inoltre di un processore micrometeorologico, in grado di calcolare i parametri dispersivi all'interno dello strato limite (CBL), come altezza di miscelamento e coefficienti di dispersione. Quando si utilizzano domini spaziali molto vasti, l'utente ha inoltre la possibilità di aggiustare i campi di vento per considerare la curvatura terrestre. Il modello diagnostico per il calcolo dei campi di vento utilizza un algoritmo in due fasi. Nella prima fase una stima iniziale del campo di vento viene modificata in base agli effetti cinematici del terreno, dei pendii presenti, degli effetti di bloccaggio. Successivamente, nella seconda fase, vengono introdotti i dati osservati dalle stazioni meteo all'interno del campo prodotto dalla fase 1, ottenendo così il campo di vento finale

1.10.2 *Modello di dispersione Calpuff*

1.10.2.1 Modello a Puff

L'equazione 1 rappresenta la concentrazione degli inquinanti (C) in un generico punto (x,y,z) del dominio di calcolo, dovuta ad un puff (k) centrato nel punto (x',y',z') e di massa m_k:

$$C_K(x,y,z,t) = \frac{m_k}{(2\pi)^{1.5}\sigma_x\sigma_y\sigma_z}\exp\left(-\frac{(x-x')^2}{2\sigma_x^2}\right)\exp\left(-\frac{(y-y')^2}{2\sigma_y^2}\right)\exp\left(-\frac{(z-z')^2}{2\sigma_z^2}\right) \quad (1)$$

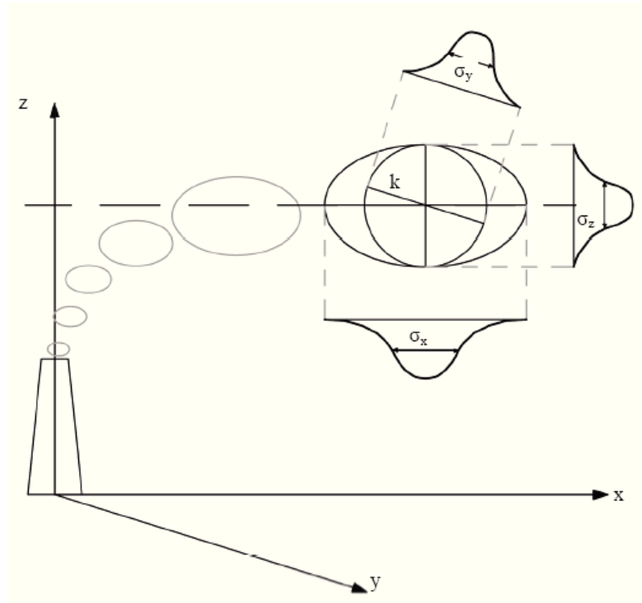


Figura 1.26 - Schema per un modello a puff con indicazione dei coefficienti di dispersione relativi al puff k

I puff emessi si muovono nel tempo sul territorio: il centro del puff viene trasportato dal campo di vento tridimensionale mentre la diffusione causata dalla turbolenza atmosferica provoca l'allargamento del puff ed è descritta dai coefficienti di dispersione istantanei ($\sigma_x\sigma_y\sigma_z$) che saranno approfonditi al paragrafo 1.10.2.3.

In generale, il puff k non sarà l'unico presente nel dominio di calcolo e quindi nel nodo di griglia che si sta considerando tutti gli altri puff presenti contribuiranno alla concentrazione totale. Attraverso la sovrapposizione degli effetti all'istante t la concentrazione istantanea totale di inquinante ad un generico nodo di griglia sarà pari a:

$$C_{TOT}(x,y,z,t) = \sum_k C_k(x,y,z,t) \quad (2)$$

1.10.2.2 Modello Calpuff

Calpuff utilizza l'equazione del modello a puff e la integra offrendo la possibilità di descrivere anche casi di orografia o di condizioni meteo complesse.

Rilascio istantaneo e continuo

Il modello è in grado di simulare emissioni istantanee e continue in situazioni stazionarie e anche non stazionarie.

Per poter tener conto della non stazionarietà dei fenomeni, l'emissione di inquinante (plume) viene suddivisa in "pacchetti" discreti di materiale (puff). Il contributo di ogni puff in un recettore viene valutato mediante un metodo "a foto": ad intervalli di tempo regolari (sampling step), ogni puff viene "congelato" e viene calcolato il suo contributo alla concentrazione. Il puff può quindi muoversi, evolversi in forma e dimensioni fino all'intervallo successivo, seguendo un campo di vento tridimensionale variabile nello spazio e nel tempo. Considerando l'intervallo temporale compreso tra t_1 e t_2, si è indicata con q la portata emessa che caratterizza quell'intervallo temporale. La massa m_k di ciascun puff è allora data dalla formula:

$$m_k = \frac{q(t_2 - t_1)}{N} \qquad (3)$$

dove N il numero di puff (identici tra loro) generati nell'intervallo di tempo considerato.

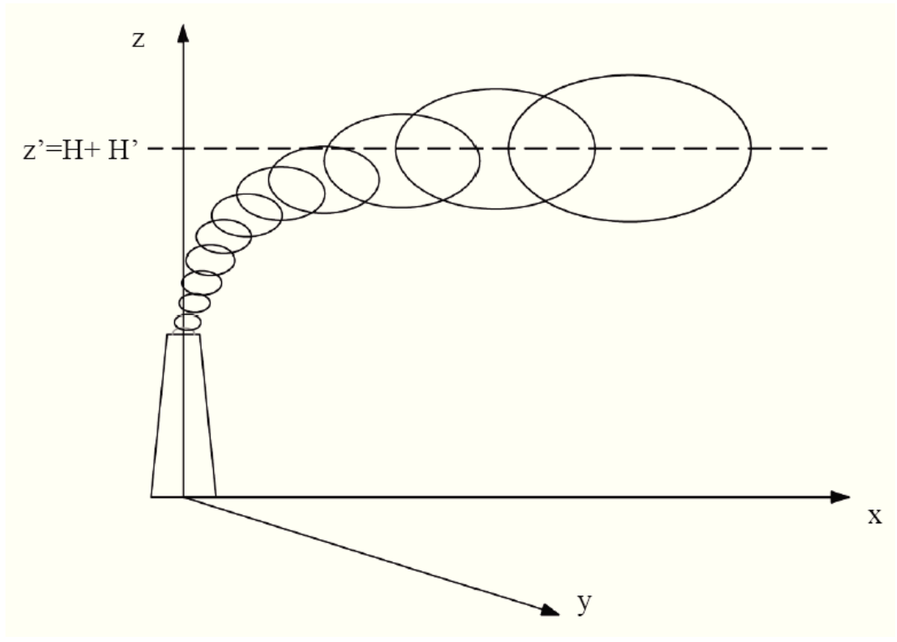


Figura 1.27 - Rappresentazione di un plume attraverso una sequenza di puff. Il plume si trova a quota z' che è somma dell'altezza della sorgente (H) e dell'innalzamento H'.

Forma del puff

In CALPUFF sono presenti due opzioni per la rappresentazione dei "pacchetti" (Immagine 6.4). Si possono usare puff a simmetria radiale, in questo caso $\sigma_x = \sigma_y$, oppure "slugs", cioè elementi non circolari allungati nella direzione del vento.

La formulazione a puff circolari consente di simulare accuratamente la dispersione anche in presenza di condizioni meteo molto variabili, anche se per una simulazione realistica è necessario utilizzare un numero di puff elevato, con conseguente aumento dei costi di calcolo. La formulazione a slug è invece utile nel caso di ridotta variabilità del campo meteorologico, permette infatti di ridurre la quantità di puff da generare, mantenendo una buona qualità della simulazione.

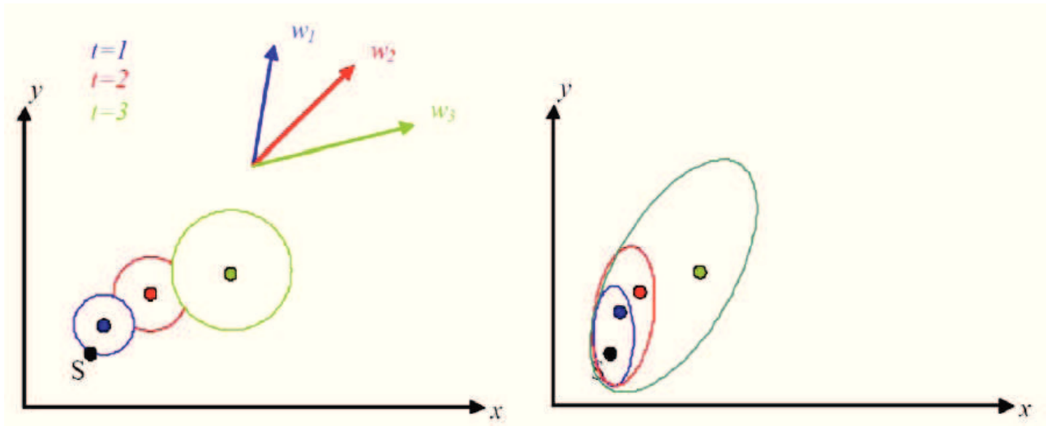


Figura 1.28 - Differenza fra dispersione a puff (sinistra) e a slug (destra)

Per ogni step temporale (generalmente corrispondente ad 1 ora), i pacchetti sono aggiornati in funzione del trasporto, considerando gli spostamenti del baricentro dell'elemento e dei coefficienti di dispersione associati all'elemento stesso.

CALPUFF permette anche un uso "ibrido", che sfrutta i vantaggi del modello a slug vicino la sorgente e quelli del modello a puff in zone più distanti. È compito dell'utente inserire il valore del seguente rapporto $\sigma_y/(udt_e)$ che confronta il coefficiente di diffusione, cioè l'ampiezza della nube con la lunghezza dello slug. Lontano dalla sorgente, l'allungamento dello slug diventa irrilevante rispetto alla crescita nell'ampiezza della nube e quindi il rapporto cresce. Quando il valore supera quello impostato dall'utente il modello passa dalla formulazione a slug a quella a simmetria radiale. Col passare del tempo i puff sono inevitabilmente destinati ad assumere dimensioni sempre maggiori. Tale comportamento, pur essendo intrinseco nella formulazione del modello, non è fisicamente

compatibile con un campo di vento e di turbolenza molto disomogenei (come spesso accade quando si considera la dispersione su territori di vaste proporzioni e con orografia significativa). Quando i campi meteorologici non sono omogenei, è utile attivare l'opzione "puff splitting" offerta da Calpuff che permette di suddividere il puff in parti libere di disperdersi, indipendentemente dalla posizione assunta dal baricentro dell'elemento. Una volta abilitata la funzione puff splitting, i criteri secondo i quali essa agisce sono regolati da alcuni parametri. L'utente specifica il numero di puff risultanti che verranno generati, inoltre si devono verificare le seguenti due condizioni: - l'altezza dello strato di miscelazione deve superare un valore di soglia (di default 100m); - il rapporto tra la massima altezza dello strato di miscelazione verificatasi in tempi precedenti e l'altezza attuale deve essere inferiore a un valore di soglia (di default 0.25).

1.10.2.3 Dispersione turbolenta

I parametri chiave del modello gaussiano sono i coefficienti di dispersione ($\sigma_x\sigma_y\sigma_z$), detti anche funzioni sigma. Queste funzioni descrivono il progressivo inglobamento di aria all'interno del puff associata alla turbolenza, ciò determina una progressiva diminuzione della concentrazione di inquinante nel puff.

È consuetudine ipotizzare che, una volta definito un sistema di coordinate cartesiane con origine coincidente col baricentro del puff, con l'asse x diretto nella direzione locale del vento medio, con l'asse y posto orizzontalmente e perpendicolare a x e l'asse z verticale, il processo di dispersione turbolenta è modellabile con una distribuzione della concentrazione di inquinante di forma gaussiana nelle tre direzioni coordinate. Per questo, l'elemento chiave della modellazione della dispersione turbolenta del puff è la deviazione standard $\sigma_x\sigma_y\sigma_z$ (o varianze) delle tre distribuzioni gaussiane lungo i tre assi (Immagine 6.2) e dipende dalla turbolenza del PBL, dalla geometria della sorgente e dalla "galleggiabilità" posseduta dal puff al momento della sua emissione.

La conoscenza attuale dei processi turbolenti del PBL non consente di accertare se la distribuzione rispetto ai due assi coordinati orizzontali sia veramente differente e quindi molto frequentemente si invoca l'ipotesi di simmetria orizzontale del puff e porta a dire che $\sigma_x = \sigma_y$.

Se ci si concentra inizialmente sul contributo dovuto alla turbolenza del PBL, si può ragionare come segue. Dato un puff con baricentro nel punto P del PBL, una forma generale per σ_y e σ_z derivanti dai moti turbolenti dell'atmosfera (Hanna e al, 1977) è la seguente:

$$\sigma_{yt}(t) = \sigma_v t f_y(t/t_{ly}) \quad \text{e} \quad \sigma_{zt}(t) = \sigma_w t f_z(t/t_{lz}) \qquad (4)$$

Dove:

- t è il tempo di volo del puff cioè il tempo trascorso dalla sua missione;
- σ_v σ_w sono i coefficienti di dispersione trasversale e verticale rispetto al vento in P che quindi descrivono la deformazione del puff in termini di forma;
- f_y f_z sono due funzioni dipendenti dal livello di convettività del PBL e dal tempo.

Dalle equazioni 4 si nota la proporzionalità diretta tra dispersione turbolenta e valori di deviazione standard delle componenti del vento, cosa del tutto prevedibile, visto che tali deviazioni standard rappresentano effettivamente la reale capacità disperdente dell'atmosfera. Le relazioni per determinare σ_v e σ_w si differenziano a seconda della stabilità atmosferica e della quota del puff (z) rapportata all'altezza dello strato di miscelazione (h):

- Nello strato superficiale (z < 0,1 h) si usa:

$$\sigma_v = u_*\left(4 + 0.6\left(-\frac{h}{L}\right)^{\frac{2}{3}}\right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{e} \quad \sigma_w = u_*\left(1.6 + 2.9\left(-\frac{z}{L}\right)^{\frac{2}{3}}\right)^{\frac{1}{2}} \qquad (5)$$

dove u_* è la velocità di frizione e L è la lunghezza di Monin Obukhov.

- Nello strato di miscelazione (z compreso tra 0,1 h e 0,8 h) si usa:

$$\sigma_v = (3.6u_*^2 + 0.35w_*^2)^{\frac{1}{2}} \quad \text{e} \quad \sigma_w = (1.2u_*^2 + 0.35w_*^2)^{\frac{1}{2}} \qquad (6)$$

dove w_* è la velocità convettiva caratteristica

- Nello strato neutro si usa:

$$\sigma_v = 1.8\exp(-0.9z/h) \quad \text{e} \quad \sigma_w = 1.3\exp(-0.9z/h) \qquad (7)$$

- Nello strato stabile si usa:

$$\sigma_v = 1.6u_*(1-\frac{z}{h})^{3/4} \quad \text{e} \quad \sigma_w = 1.3u_*(1-\frac{z}{h})^{3/4} \qquad (8)$$

Per quanto riguarda le funzioni f_y *e* f_z Irwin (1983) ha proposto le relazioni:

$$f_y = \left(1 + 0.9\left(\frac{t}{1000}\right)^{\frac{1}{2}}\right)^{-1} \qquad (9)$$

$$f_z = \left\{\left(1 + 0.9\left(\frac{t}{500}\right)^{\frac{1}{2}}\right)^{-1} \quad \text{se L<0}\right.$$

$$f_z = \left\{\left(1 + 0.945\left(\frac{t}{100}\right)^{\frac{1}{2}}\right)^{-1} \quad \text{se L>0}\right.$$

Calpuff propone diverse opzioni per la determinazione dei coefficienti di dispersione:

- misura diretta di turbolenza $\sigma_x \sigma_y \sigma_z$ per esempio con un anemometro sonico;
- utilizzando i parametri di scala micrometeorologici (lunghezza di Monin-Obukhov, velocità di frizione, velocità di scala convettiva, altezza dello strato limite) presenti nell'output di Calmet (cioè utilizzando le formule descritte sopra);
- uso dei coefficienti di dispersione di Pasquill-Gifford (1976) per le aree rurali e di McElroy-Pooler (1968) per quelle urbane: questa opzione tiene conto del tipo di terreno (categoria di land use) e della classe di stabilità a cui sono associati dei coefficienti che vengono inseriti nelle equazioni generali in funzione della distanza sottovento.

1.10.3 ***Configurazione dei modelli CAMET e CALPUFF***

1.10.3.1 Configurazione di Calmet

Per ottenere il file CALMET.dat, risultato del processore meteorologico Calmet è stato necessario predisporre una serie di file da utilizzare come input per il software:

- Calmet.inp (definisce la griglia di calcolo),
- Geo.dat (quota e uso del terreno),
- Upn.dat (profilo meteo verticale),
- Surf.dat (informazioni meteo al suolo),
- Precip.dat (dati pluviometrici).

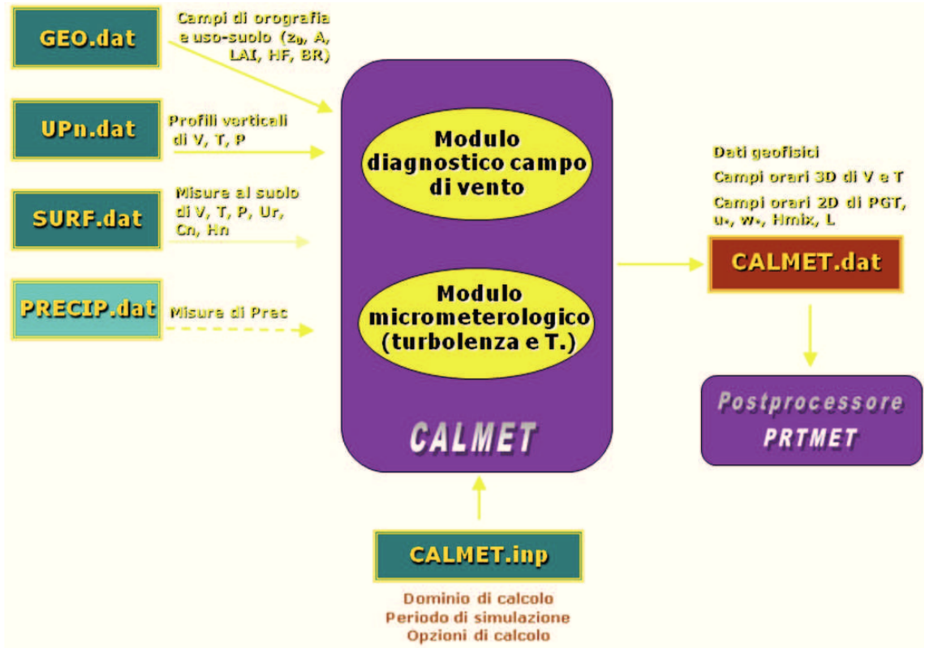


Figura 1.29 - Schema dei dati di input del processore CALMET

Per tutti gli scenari di dispersione considerati, ante operam e post operam, sono stati utilizzati i dati climatici registrati nell'anno base 2011, senza introdurre alcuna ipotesi sui cambiamenti climatici a livello locale che potranno manifestarsi nel lungo periodo. Ciò, infatti, richiederebbe valutazioni meteoclimatiche senza avere chiara visione del grado di esattezza delle previsioni formulate.

Calmet.inp

Per definire la posizione della griglia si utilizzano le coordinate utilizzando il sistema di riferimento UTM, fuso 32, emisfero Nord e datum WGS-84 (globale).

Geo.dat

Le informazioni geofisiche necessarie per la simulazione sono l'andamento del terreno, cioè la quota del terreno e l'uso del suolo. Il modello implementa i seguenti dati territoriali:

- DTM: dati SRTM interpolati a 100m del territorio italiano;
- Uso-suolo: classificazione CORINE Land Cover 1:100.000 aggiornata al 1992 delle regioni italiane.

Dati meteorologici

Upn.dat

Il file della stazione profilometrica è stato creato utilizzando i dati ottenuti dalla radiosonda situata a Cubeo/Levaldigi (LIPD 16113). La radiosonda restituisce i dati climatici in determinati istanti della giornata (alle 00:00 e alle 12:00), a diverse quote, compresa la quota del terreno slm. I dati della radiosonda, come di tutte quelle dislocate sul territorio mondiale, sono rese disponibili dal NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

Si riporta a titolo di esempio il diagramma termodinamico relativo al giorno 31/03/11 ore 12 UTC.

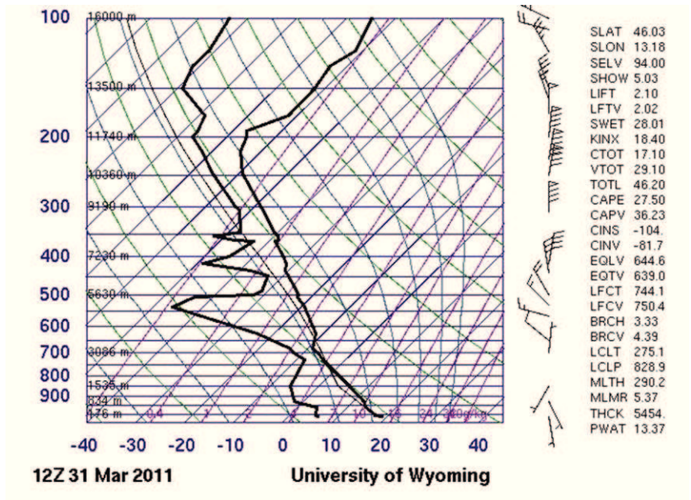


Figura 1.30 - Diagramma termodinamico

Sul diagramma vengono riportate la curva della temperatura dell'aria (a destra) e la curva della temperatura di rugiada (a sinistra), entrambe in funzione della pressione (e quindi della quota). La prima rappresenta il gradiente termico effettivo dell'atmosfera, la seconda la temperatura alla quale si verifica la condensazione. Più le curve sono distanti tra loro e più significa che l'aria è secca. Nei punti in cui le due linee si incrociano si è in presenza di saturazione, ovvero si ha un'umidità relativa del 100%.

Surf.dat

Il file delle stazioni meteorologiche a terra è stato creato utilizzando i dati provenienti dalla centralina meteo di Savona – Istituto Nautico. I valori orari per l'anno 2011 sono stati disposti secondo un formato adatto per essere importato da Calmet.

Precip.dat

Il file contenente i dati di precipitazione è stato creato utilizzando i dati provenienti dalla centralina meteo di Savona. I valori orari per l'anno 2011 sono stati disposti secondo un formato adatto per essere importato da Calmet.

1.1.1.1 Configurazione di Calpuff

Una volta definito il campo meteorologico, si passa alla simulazione vera e propria, utilizzando Calpuff e importando nel software l'output di Calmet.

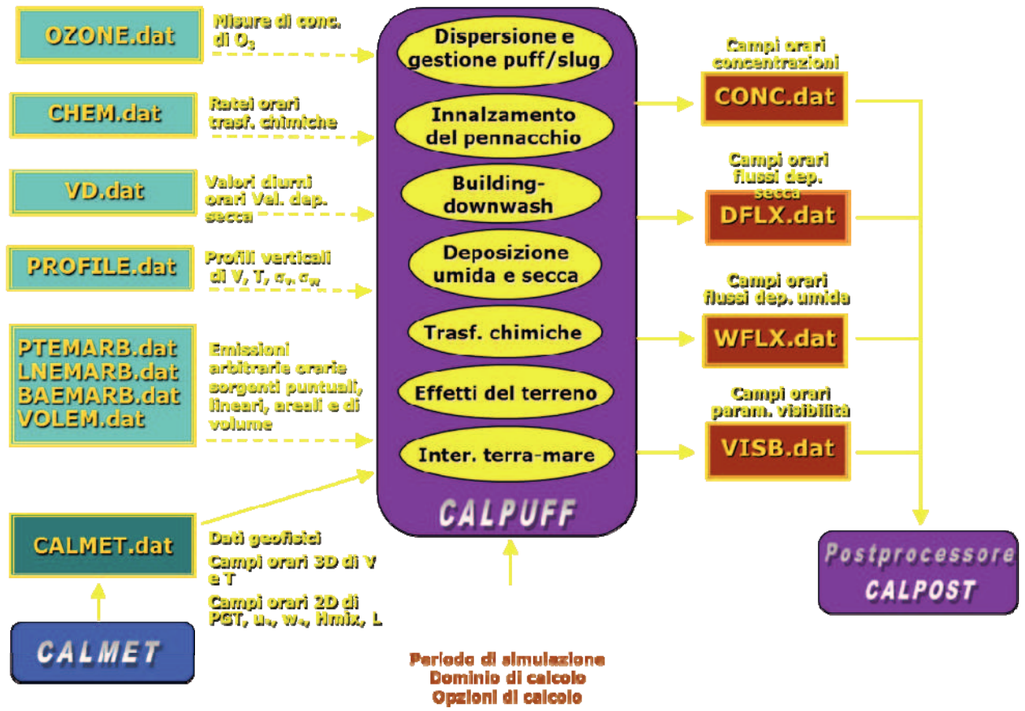


Figura 1.31 - Schema dei dati di input del processore CALPUFF

1.10.4 *Sorgenti*

1.10.4.1 Scenario ante operam

I dati di traffico sono stati calcolati a partire dai TGM presenti nei documenti predisposti dallo Studio ANAS.

Nella simulazione sono stati inseriti i traffici provenienti dalla galleria quantificati come metà della somma dei flussi delle rampe in entrata ed uscita.

TGM	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	18,070	408	18,478
Dir Albissola	14,709	634	15,343
Bidirezionali	32,780	1,042	33,822
Traffico DIURNO (06-22)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	16,765	390	17,155
Dir Albissola	13,703	537	14,240
Bidirezionali	30,468	927	31,395
Traffico NOTTURNO (22-06)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	1,305	18	1,323
Dir Albissola	1,006	97	1,104
Bidirezionali	2,311	115	2,427

Tabella 1.2 - Traffici utilizzati per la modellizzazione dello scenario ante operam

1.10.4.2 Scenario opzione zero – anno 2030

I dati di traffico sono stati calcolati a partire dai TGM presenti nei documenti predisposti dallo Studio ANAS.

TGM	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	23,329	527	23,856
Dir Albissola	19,204	828	20,032
Bidirezionali	42,533	1,355	43,887
Traffico DIURNO (06-22)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	21,644	504	22,147
Dir Albissola	17,890	701	18,591
Bidirezionali	39,534	1,204	40,739
Traffico NOTTURNO (22-06)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	1,685	23	1,708
Dir Albissola	1,313	127	1,441
Bidirezionali	2,999	150	3,149

Tabella 1.3 - Traffici utilizzati per la modellizzazione dello scenario opzione zero

1.10.4.3 Scenario post operam

I dati di traffico sono stati calcolati a partire dai TGM presenti nei documenti predisposti dallo Studio ANAS.

RAMPA PROGETTO

TGM	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Uscita SS1	4,635	105	4,740
Ingresso SS1	4,290	185	4,475
Bidirezionali	8,925	290	**9,215**

Traffico DIURNO (06-22)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Uscita SS1	4,300	100	4,401
Ingresso SS1	3,997	157	4,153
Bidirezionali	8,297	257	8,554

Traffico NOTTURNO (22-06)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Uscita SS1	335	5	339
Ingresso SS1	293	28	322
Bidirezionali	628	33	661

SS1 AURELIA lato ALBISOLA

TGM	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	10,278	232	10,510
Dir Albissola	7,139	308	7,447
Bidirezionali	17,417	540	17,957

Traffico DIURNO (06-22)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	9,536	222	9,758
Dir Albissola	6,651	260	6,911
Bidirezionali	16,186	482	16,669

Traffico NOTTURNO (22-06)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	743	10	753
Dir Albissola	488	47	536
Bidirezionali	1,231	57	1,288

SS1 AURELIA lato SAVONA

TGM	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	18,720	423	19,143
Dir Albissola	14,906	643	15,548
Bidirezionali	33,626	1,065	**34,691**

Traffico DIURNO (06-22)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	17,368	404	17,772
Dir Albissola	13,886	544	14,430
Bidirezionali	31,254	948	32,202

Traffico NOTTURNO (22-06)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	1,352	18	1,371
Dir Albissola	1,020	99	1,118
Bidirezionali	2,372	117	2,489

Tabella 1.4 - Traffici utilizzati per la modellizzazione dello scenario post operam

1.10.5 *Stima delle emissioni degli inquinanti prodotte dai trasporti stradali*

Un modello di calcolo frequentemente utilizzato in Europa, ma anche in altre parti del mondo, per la stima delle emissioni di inquinanti atmosferici dovuti ai trasporti stradali, è denominato COPERT (COmputer Programme to calculate Emissions from Road Traffic). La metodologia COPERT è stata introdotta dall' EEA (European Environment Agency, Agenzia Europea per l'Ambiente) per la redazione dei rapporti sullo stato dell'ambiente e dai National Reference Center per la realizzazione degli inventari nazionali delle emissioni, nell'ambito del progetto CORINAIR (COordination INformation AIR).

Il metodo di calcolo delle emissioni si basa sul concetto di "fattore di emissione" definito come quantità in grammi di inquinante emessa per chilometro percorso da ciascuna tipologia di veicolo esaminata.

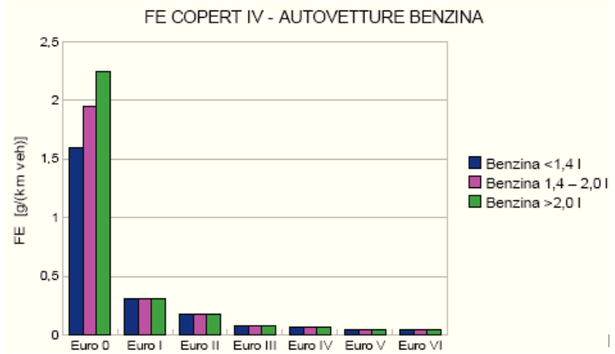
$$\frac{tinquinanteemesso}{anno} = nveicoli \times \frac{kmpercorsi}{anno} \times FattoreEmissionein\frac{g}{km}aveicolo \times \frac{1}{1000000}$$

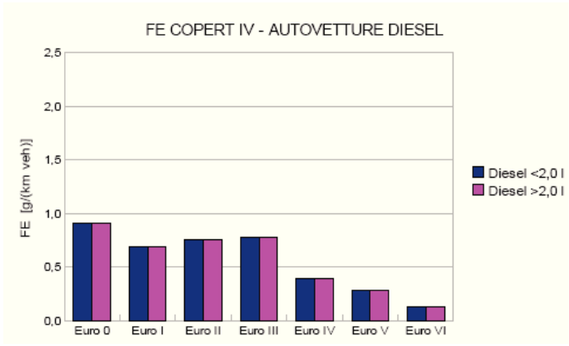
Per determinare i fattori di emissione risulta necessario definire la composizione del parco veicolare circolante lungo l'infrastruttura stradale esaminata disaggregato per:

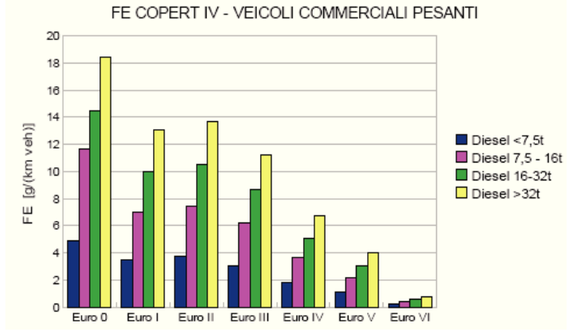
- tipo di alimentazione (benzina, diesel, GPL);
- cilindrata;
- anzianità.

L'anzianità dei veicoli viene presa in considerazione perché nel corso degli anni si sono succedute una serie di normative europee che hanno imposto delle restrizioni via via più severe alle emissioni dei veicoli.

Di seguito si riporta l'evoluzione dei fattori di emissione per NOx per tipologia di veicolo in funzione degli standard di emissione:







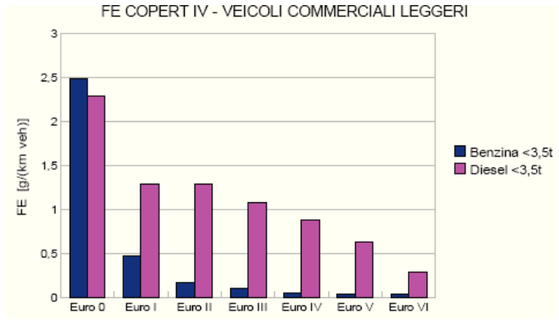


Figura 1.32 - FE NO_X per tipologia di veicolo

Per tutte le categorie di veicoli (eccetto i ciclomotori e i veicoli pesanti a benzina) i fattori di emissione degli inquinanti principali (monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_X), composti organici volatili non metanici (NMVOC), particolato (PM)) vengono definiti in funzione della velocità di percorrenza.

Inoltre per tutte le categorie di veicoli vengono distinti tre tipi di percorsi:

- percorso urbano
- percorso extraurbano
- percorso autostradale

Secondo la metodologia che sta alla base del programma di calcolo, le emissioni da traffico veicolare vengono suddivise in tre tipi:

- emissioni a caldo
- emissioni a freddo
- emissioni evaporative.

Le emissioni a caldo (temperatura dell'acqua del radiatore maggiore di 70° C) sono quelle generate dai motori a combustione interna quando la temperatura del motore ha raggiunto il normale regime di funzionamento.

Le emissioni a freddo sono quelle che si verificano quando il motore opera ad una temperatura inferiore a quella di regime. Ciò provoca da un lato un extra-consumo di combustibile e dall'altro una diversa modalità di combustione; ambedue i fenomeni provocano un aumento delle emissioni per tutti i tipi di veicoli e per tutte le modalità di guida, ma è preponderante nei percorsi urbani.

Esistono infine le emissioni evaporative di composti organici volatili non metanici (COVNM), rilevanti soprattutto per gli autoveicoli a benzina.

Pertanto il calcolo dei fattori di emissione per ogni singolo inquinante richiede la conoscenza dei parametri di input:

- categoria di veicolo (alimentazione, cilindrata),
- anno di produzione,
- velocità media (tipologia di strada percorsa).

Per la stima dei fattori di emissione a caldo è stato utilizzato il parco veicolare corrispondente all'anno 2011. Questo dato è disponibile sul sito dell'ACI, Autoritratto (diversi anni).

Tali fattori di emissione sono stati utilizzati anche per lo scenario futuro (2030), in quanto ad oggi non è noto come evolveranno le normative sulle emissioni degli autoveicoli e di conseguenza non è possibile determinare la composizione del parco veicolare per un lasso temporale così lungo.

Sicuramente la scelta di utilizzare gli stessi fattori di emissione per i due scenari ante e post operam porta sicuramente ad una sovrastima delle concentrazioni nello scenario futuro, tuttavia è altresì vero che anche la normativa che fissa gli standard di qualità dell'aria evolverà verso limiti sempre più restrittivi.

Pertanto data l'incertezza insita nella difficoltà della proiezione al 2030, la scelta metodologica fatta per affrontare il presente studio è di utilizzare per lo scenario futuro, 2030, i fattori di emissione calcolati a partire dal parco veicolare attuale ed i risultati confrontarli con i limiti normativi attualmente vigenti.

I fattori di emissioni inseriti nel modello previsionale sono:

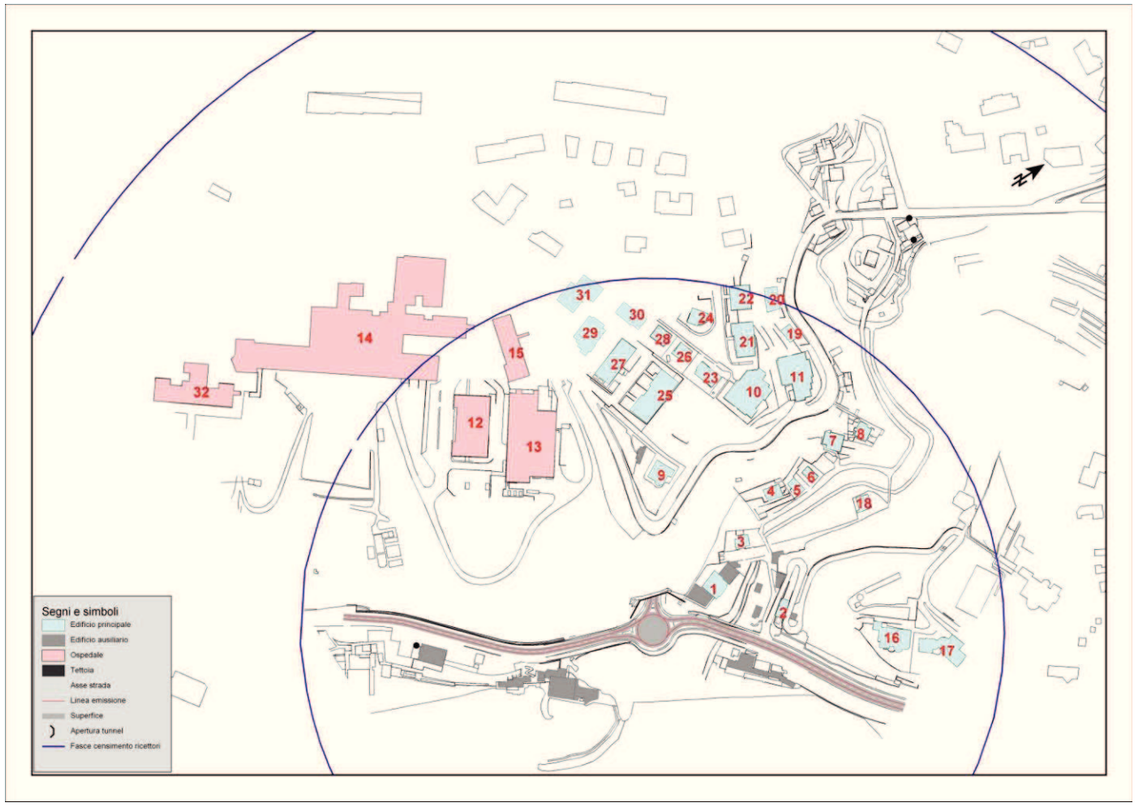
CO_2011 g/km	Benzene_2011 g/km	NO2_2011 g/km	PM2.5_2011 g/km	PM10_2011 g/km	SO2_2011 g/km
4.919	0.014	0.419	0.116	0.132	0.002

1.11 Descrizione ed analisi dei risultati delle simulazioni

In allegato sono riportate le tavole contenenti le curve di concentrazione degli inquinanti emessi dall'infrastruttura negli scenari ante operam, opzione zero (anno 2030) e post operam (anno 2030).
Gli inquinanti esaminati nel presente studio sono quelli tipici delle aree urbane, particolarmente critici in quanto presenti in quantità significative o in quanto maggiormente nocivi: NO_2 PM10, PM2.5, CO, benzene, SO_2 e per i quali è possibile effettuare un paragone con i limiti normativi fissati dal D.Lgs. 155/2010.
In base alle risultanze dello studio previsionale è possibile evidenziare alcuni aspetti comuni per tutti gli inquinanti:

- Le caratteristiche anemometriche dell'area, con venti provenienti quasi esclusivamente da nord ovest, favoriscono l'allontanamento della nube di inquinamento dai ricettori presenti, spostandola verso il mare.
- La bassissima percentuale di calme di vento nell'arco dell'anno (1-2%), che corrisponde a situazione di ristagno degli inquinanti, rappresenta una condizione ideale per la dispersione degli inquinanti.
- La morfologia del terreno ed in particolare la parete rocciosa praticamente verticale ed i fianchi della collina ricoperti di vegetazione, prevalentemente sempreverde, funge da barriera naturale alla dispersione degli inquinanti atmosferici.
- Lo scenario opzione zero – anno 2030, in cui si osserva un notevole incremento di traffico sulla SS Aurelia, rappresenta per tutti gli inquinanti lo scenario peggiore, con valori di concentrazione elevati prossimi in alcuni casi ai limiti previsti dalla normativa.
- Lo scenario post operam in cui l'attuale SS Aurelia risulta decongestionata dalla realizzazione del collegamento in galleria e dallo svincolo di Margonara risulta essere per tutti gli inquinanti lo scenario con le concentrazioni minori e con un miglioramento complessivo della qualità dell'aria rispetto alla situazione attuale.

Di seguito si riportano i valori di concentrazione presso i ricettori che, in base alle simulazioni, sono risultati più impattati, ossia i ricettori residenziali 1,2,3,9 e i ricettori ospedalieri. 12, 13. Ai valori di concentrazione stimati dal modello sono stati sommati i valori di fondo registrati dalla centralina di monitoraggio di fondo urbano "Varaldo". La somma risultante è stata confrontata con i limiti normativi. Nelle tabelle sono quindi riportati i valori di fondo e per i tre scenari la somma del valore stimato dalla simulazione più il valore di fondo. La descrizione dei ricettori è riportata in allegato allo studio acustico.



Biossido di azoto (NO_2)

Dall'analisi delle curve derivanti dalla stima modellistica si osserva che: le concentrazioni nello scenario ante operam si attestano a bordo strada intorno ai 33 µg/m^3 all'altezza dei ricettori nei pressi della foce di Rio Termine, e intorno a 24 µg/m^3 verso Savona in corrispondenza del promontorio in riva la mare.
Tali valori salgono nello scenario "opzione zero" a 39 µg/m^3 a bordo strada in corrispondenza dei ricettori e a 27 µg/m^3 verso Savona.

Nello scenario post operam, come già accennato, le concentrazioni si abbassano notevolmente soprattutto nel tratto dell'Aurelia in direzione Albissola Marina. Le concentrazioni rimangono pressoché costanti per tutto il tratto e si attestano intorno ai 24 µg/m^3.
Il limite massimo annuo previsto dal D.Lgs. 155/2010 per l'NO_2 è pari a 40 µg/m^3.

L'analisi puntuale presso i ricettori evidenzia una situazione prossima al limite normativo presso il ricettore 1, tale concentrazione potrebbe essere superata con l'incremento del traffico, in assenza di un intervento di decongestione del traffico. Le concentrazioni diminuiscono allontanandosi dalla strada come dimostra la concentrazione raggiunta presso il ricettore 9. L'ospedale, che sovrasta l'infrastruttura risente parzialmente dell'influsso della strada, sia per il dislivello presente sia per le caratteristiche anemometriche della zona. La realizzazione dello svincolo nello scenario post operam porterà ad una diminuzione significativa delle concentrazioni di NO_2.

NO2 (µg/mc)						
Codifica ricettore	***Tipologia***	***Fondo***	***ANTE OPERAM***	***OPZIONE ZERO 2030***	***POST OPERAM 2030***	***media annua***
1	Residenziale	25	40	43	37	40 µg/m^3
2	Residenziale	25	34	37	31	40 µg/m^3
3	Residenziale	25	31	31	28	40 µg/m^3
9	Residenziale	25	28	28	28	40 µg/m^3
12	Ospedale	25	34	34	31	40 µg/m^3
13	Ospedale	25	34	37	31	40 µg/m^3

Materiale particolato (PM10)

Dall'analisi delle curve derivanti dalla stima modellistica si osserva che: le concentrazioni nello scenario ante operam si attestano a bordo strada intorno ai 26 µg/m^3 all'altezza dei ricettori nei pressi della foce di Rio Termine, e intorno a 18 µg/m^3 verso Savona in corrispondenza del promontorio in riva la mare.
Tali valori salgono nello scenario "opzione zero" a 20 µg/m^3 a bordo strada in corrispondenza dei ricettori e a 27 µg/m^3 verso Savona.
Nello scenario post operam, come già accennato, le concentrazioni si abbassano notevolmente soprattutto nel tratto dell'Aurelia in direzione Albissola Marina. Le concentrazioni rimangono pressoché costanti per tutto il tratto e si attestano intorno ai 16 µg/m^3.
Il limite massimo annuo previsto dal D.Lgs. 155/2010 per il PM10 è pari a 40 µg/m^3.

L'analisi puntuale presso i ricettori evidenzia il rispetto del limite normativo annuo presso tutti i ricettori.
A differenza di altri inquinanti le polveri risultano distribuite più omogeneamente sul territorio.

PM10 (µg/mc)						
Codifica ricettore	***Tipologia***	***Fondo***	***ANTE OPERAM***	***OPZIONE ZERO 2030***	***POST OPERAM 2030***	***media annua***
1	Residenziale	21	33	35	29	40 µg/m^3
2	Residenziale	21	27	29	25	40 µg/m^3
3	Residenziale	21	25	25	25	40 µg/m^3
9	Residenziale	21	23	23	23	40 µg/m^3
12	Ospedale	21	27	27	25	40 µg/m^3
13	Ospedale	21	27	27	25	40 µg/m^3

Materiale particolato (PM2.5)

Dall'analisi delle curve derivanti dalla stima modellistica si osserva che: le concentrazioni nello scenario ante operam si attestano a bordo strada intorno ai 22 µg/m^3 all'altezza dei ricettori nei pressi della foce di Rio Termine, e intorno a 14 µg/m^3 verso Savona in corrispondenza del promontorio in riva la mare.
Tali valori salgono nello scenario "opzione zero" a 24 µg/m^3 a bordo strada in corrispondenza dei ricettori e a 16 µg/m^3 verso Savona.
Nello scenario post operam, come già accennato, le concentrazioni si abbassano notevolmente soprattutto nel tratto dell'Aurelia in direzione Albissola Marina. Le concentrazioni rimangono pressoché costanti per tutto il tratto e si attestano intorno ai 14 µg/m^3.
Il limite massimo annuo previsto dal D.Lgs. 155/2010 per il PM2.5 è pari a 20 µg/m^3 a partire dal 2020.

PM2.5 (µg/mc)							
Codifica ricettore	***Tipologia***	***Fondo***	***ANTE OPERAM***	***OPZIONE ZERO 2030***	***POST OPERAM 2030***	***media annua 2013***	***media annua a partire dal 2020***
1	Residenziale	14	26	28	20	26 µg/m^3	20 µg/m^3
2	Residenziale	14	20	22	18	26 µg/m^3	20 µg/m^3
3	Residenziale	14	16	18	16	26 µg/m^3	20 µg/m^3
9	Residenziale	14	16	16	16	26 µg/m^3	20 µg/m^3

12	Ospedale	14	20	20	18	26 µg/m^3	20 µg/m^3
13	Ospedale	14	20	20	18	26 µg/m^3	20 µg/m^3

L'analisi puntuale presso i ricettori evidenzia una situazione prossima al limite normativo presso il ricettore 1 nella situazione attuale. Tale concentrazione potrebbe mantenersi critica anche nello scenario post operam anche in presenza di un intervento di decongestione del traffico, tuttavia risulta in ogni caso notevolmente migliorativa rispetto all'assenza dell'intervento. Questa criticità è legata alla riduzione nel tempo del limite normativo che ad oggi è di 26 µg/m^3 ma nel 2020 verrà ridotto a 20 µg/m^3. Occorre però evidenziare, come già spiegato, che la simulazione modellistica è stata effettuata utilizzando gli stessi coefficienti di emissione sia per lo scenario attuale che per lo scenario futuro senza cioè considerare una evoluzione del parco veicolare, questa scelta sicuramente causa una sovrastima delle concentrazioni.

Monossido di carbonio (CO)

L'inquinamento da monossido di carbonio è sceso negli ultimi anni su livelli molto lontani dai limiti normativi vigenti.

Dall'analisi delle curve derivanti dalla stima modellistica si osserva che le concentrazioni nello scenario ante operam si attestano a bordo strada intorno ai 1.4 mg/m^3 all'altezza della concessionaria auto nei pressi della foce di Rio Termine, e intorno a 0.9 mg/m^3 verso Savona in corrispondenza del promontorio in riva la mare.

Tali valori salgono nello scenario "opzione zero" a 1.7 mg/m^3 a bordo strada in corrispondenza dell'edificio produttivo e a 1.1 mg/m^3 verso Savona.

Nello scenario post operam, come già accennato, le concentrazioni si abbassano notevolmente, soprattutto nel tratto dell'Aurelia, in direzione Albissola Marina. Le concentrazioni rimangono pressoché costanti per tutto il tratto e si attestano intorno ai 0.9 mg/m^3.

Il limite massimo annuo previsto dal D.Lgs. 155/2010 per il CO è pari a 10 mg/m^3.

Anche l'analisi dei valori puntuali evidenzia un totale rispetto dei limiti normativi.

CO (mg/mc)						
Codifica ricettore	***Tipologia***	***Fondo***	***ANTE OPERAM***	***OPZIONE ZERO 2030***	***POST OPERAM 2030***	***Limite giornaliero***
1	Residenziale	1.5	2.1	2.4	1.9	10 mg/m3
2	Residenziale	1.5	1.9	1.9	1.7	10 mg/m3
3	Residenziale	1.5	1.7	1.7	1.6	10 mg/m3
9	Residenziale	1.5	1.6	1.6	1.6	10 mg/m3
12	Ospedale	1.5	1.8	1.9	1.7	10 mg/m3
13	Ospedale	1.5	1.9	1.9	1.8	10 mg/m3

Benzene

L'analisi delle risultanze modellistiche evidenziano che le concentrazioni nello scenario ante operam si attestano a bordo strada intorno ai 4.5 µg/m^3 all'altezza della foce di Rio Termine, e intorno a 4 µg/m^3 verso Savona in corrispondenza del promontorio in riva la mare.

Tali valori salgono nello scenario "opzione zero" a 6 µg/m^3 a bordo strada in corrispondenza dell'edificio produttivo e a 4.5 µg/m^3 verso Savona.

Nello scenario post operam, come già accennato, le concentrazioni si abbassano notevolmente soprattutto nel tratto dell'Aurelia in direzione Albissola Marina. Le concentrazioni rimangono pressoché costanti per tutto il tratto e si attestano intorno ai 4 µg/m^3.

Il limite massimo annuo previsto dal D.Lgs. 155/2010 per il benzene è pari a 5 µg/m^3.

L'analisi puntuale presso i ricettori evidenzia una situazione prossima al limite normativo presso il ricettore 1, tale concentrazione potrebbe essere superata con l'incremento del traffico, in assenza di un intervento di decongestione del traffico. Le concentrazioni diminuiscono allontanandosi dalla strada come dimostra la concentrazione raggiunta presso il ricettore 9. L'ospedale, che sovrasta l'infrastruttura risente parzialmente dell'influsso della strada, sia per il dislivello presente sia per le caratteristiche anemometriche della zona. La realizzazione dello svincolo nello scenario post operam porterà ad una diminuzione significativa delle concentrazioni di Benzene

BENZENE (µg/mc)						
Codifica ricettore	***Tipologia***	***Fondo***	***ANTE OPERAM***	***OPZIONE ZERO 2030***	***POST OPERAM 2030***	***media annua***
1	Residenziale	2	5	5.5	4	5 µg/m^3
2	Residenziale	2	4	4	3.5	5 µg/m^3
3	Residenziale	2	3	3	3	5 µg/m^3
9	Residenziale	2	2.5	2.5	2.5	5 µg/m^3
12	Ospedale	2	3.5	3.5	3	5 µg/m^3
13	Ospedale	2	4	4	3.5	5 µg/m^3

Biossido di azoto (SO_2)

Questo inquinante deriva essenzialmente dalla combustione di combustibili contenenti zolfo. Con l'introduzione sul mercato dei combustibili liquidi a basso tenore di zolfo i livelli di biossido di zolfo generati dal traffico autoveicolare si sono drasticamente ridotti al limite della rilevabilità strumentale.

L'analisi delle simulazioni modellistiche evidenziano che il contributo di SO_2 proveniente della sorgente stradale è poco significativo. Le concentrazioni nello scenario ante operam si attestano a bordo strada intorno a 0.5 µg/m^3 nei pressi della foce di Rio Termine, e intorno a 0.3 µg/m^3 verso Savona in corrispondenza del promontorio in riva la mare.

Tali valori salgono nello scenario "opzione zero" a 0.6 µg/m^3 a bordo strada e a 0.4 µg/m^3 verso Savona.

Nello scenario post operam, come già accennato, le concentrazioni si abbassano notevolmente soprattutto nel tratto dell'Aurelia in direzione Albissola Marina. Le concentrazioni rimangono pressoché costanti per tutto il tratto e si attestano intorno ai 0.5 µg/m^3.

Il valore di fondo che si è andato a sommare evidenzia come nella zona vi siano sorgenti industriali che contribuiscono all'innalzamento di questo inquinante.

Tuttavia la somma delle concentrazioni è inferiore ai limiti normativi in base ai quali il limite massimo annuo previsto dal D.Lgs. 155/2010 per l'SO_2 è pari a 20 µg/m^3 per la protezione degli ecosistemi e 125 µg/m^3 per la protezione della salute umana.

SO2 (µg/mc)						
Codifica ricettore	***Tipologia***	***Fondo***	***ANTE OPERAM***	***OPZIONE ZERO 2030***	***POST OPERAM 2030***	***media sull'anno civile***
1	Residenziale	10	10.24	10.24	10.22	20 µg/m^3
2	Residenziale	10	10.12	10.12	10.12	20 µg/m^3
3	Residenziale	10	10.04	10.04	10.04	20 µg/m^3
9	Residenziale	10	10.04	10.04	10.04	20 µg/m^3
12	Ospedale	10	10.12	10.12	10.12	20 µg/m^3
13	Ospedale	10	10.12	10.12	10.12	20 µg/m^3

1.12 Interazioni opera ambiente

1.12.1 *Effetti in fase di esercizio*

Analizzando gli output restituiti dal modello di simulazione nello scenario post operam si osserva che la realizzazione dello svincolo di Margonara, opera accessoria ma di fondamentale importanza per la realizzazione del nuovo collegamento tra la nuova Aurelia ed il porto di Savona, porterà ad un notevole miglioramento in termini di qualità dell'aria. Infatti il traffico attualmente proveniente dall'autostrada e diretto al porto di Savona, che transita attraverso l'abitato di Albissola Marina aggiungendosi al traffico locale e causando continui rallentamenti e blocchi della circolazione con notevoli rilasci di sostanze inquinanti, passerà direttamente dal casello dell'A10 di Albisola superiore al porto di Savona mediante il collegamento in galleria e lo svincolo di Margonara riducendo notevolmente il traffico che percorre la SS1 Aurelia lato Albissola Marina.

Il decongestionamento del traffico e le condizioni meteo climatiche praticamente sempre favorevoli all'allontanamento degli inquinanti dai ricettori presenti portano ad un miglioramento complessivo della qualità dell'aria.

Questo risultato conferma pienamente la bontà delle misure previste dal Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria tese a garantire un'adeguata mobilità sulle principali arterie della Liguria, oggi fortemente congestionate. Tali misure, programmate nel 2003, prevedevano, come si legge nell'All.3, "la realizzazione di un progetto di variante alla SS1 Aurelia che si configura come un asse tangenziale alla città di Savona e costituisce un percorso alternativo di attraversamento dell'area. La Variante assolve le funzioni di raccolta e distribuzione dei traffici provenienti/diretti dalle aree a più intensa urbanizzazione, decongestionando la viabilità costiera dai flussi di attraversamento e restituendo gran parte della rete viaria cittadina al traffico locale. In particolare l'intento è quello di superare le criticità derivanti dall'attraversamento del centro di Savona e dal collegamento con l'abitato di Albisola Superiore.

Oltre a costituire un rapido collegamento tra l'autostrada A10 e le aree portuali dell'ambito interessato tali progetti completano una serie di interventi realizzati o in via di realizzazione verso ponente, finalizzati al superamento del nodo viario di Savona e Vado Ligure".

Non sono previste misure di mitigazione in fase di esercizio.

1.12.2 *Effetti in fase di cantiere*

In considerazione della tipologia dell'opera, gli impatti sulla componente atmosfera riferibili all'area indagata sono riconducibili principalmente ad un problema di sollevamento di polveri: sia quello indotto direttamente dalle lavorazioni, sia quello indotto indirettamente dal transito degli automezzi sulla viabilità.

La diffusione di polveri che si verifica nell'ambiente esterno, generato dal transito degli automezzi e dalle attività di movimento terra, rappresenta un problema molto sentito dalle comunità locali per due ordini di considerazioni:

- gli ambiti spaziali interessati dai fenomeni di dispersione e di sedimentazione del materiale particolato sono rappresentati da aree urbanizzate, con possibile insorgere di problemi sanitari o di danni materiali;
- la dispersione e sedimentazione di polveri hanno effetti vistosi e immediatamente rilevabili dalla popolazione, trattandosi di fenomeni visibili anche a distanza (nubi di polveri) e che hanno la possibilità di arrecare disturbi diretti agli abitanti (deposito di polvere sui balconi, sui prati, sulle piante da frutto, sulle aree coltivate, etc.).

Entrando nel dettaglio dell'opera in oggetto, le lavorazioni per la realizzazione dello svincolo si possono riassumere in:

- Livellamento del terreno e realizzazione del corpo stradale;
- Scarificatura;
- Asfaltatura.

Il quantitativo di terra necessaria per il livellamento e la formazione del corpo stradale e di conseguenza i camion coinvolti nel trasporto di terra nonché la ridotta durata dei lavori consentono di affermare che gli impatti generati dalle lavorazioni in fase di cantiere sono trascurabili. Gli impatti saranno prodotti esclusivamente nella fase di CO (Corso d'Opera), saranno pertanto reversibili e si estenderanno solo ai primi fronti di edifici.

Relativamente alle attività di costruzione della galleria, questa sarà realizzata mediante l'impiego di martelloni ed esplosivo, con una produzione media giornaliera di smarino pari a 200 mc , per una durata di 18 mesi.

Lo scavo per mezzo di esplosivi (implosioni) costituisce una fonte di emissione di particolato. Al riguardo si possono fare alcune considerazioni:

- In generale l'evento implosivo ha una durata estremamente limitata nel tempo (dell'ordine di qualche minuto), mentre sono le successive operazioni di rimozione dei detriti che hanno maggiore durata temporale.
- Durante la fase di implosione si ha una emissione significativa di particolato; tuttavia gli studi disponibili indicano che l'impatto in termini di qualità dell'aria è molto limitato: si hanno infatti concentrazioni estremamente elevate di PM10 sottovento alla sorgente per tempi molto ridotti, e la situazione ritorna in poche ore su livelli di concentrazione analoghi a quelli precedenti l'evento (Beck C.M. et al. 2003).

<u>Misure di mitigazione in fase di cantiere</u>

Dall'analisi effettuata nel paragrafo precedente si ricava che le attività all'interno del cantiere possono indurre la generazione di polveri, che possono a loro volta determinare disagi per i residenti nell'area prospiciente il cantiere stesso.

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

Gli interventi adottati per bloccare le polveri, in considerazione della trascurabilità del fenomeno e soprattutto della breve durata temporale, comprendono opere di mitigazione e modalità operative.

Le opere di mitigazione previste consistono sostanzialmente in una riduzione della polverosità attraverso bagnatura del terreno.

Tale intervento sarà effettuato in maniera sistematica con frequenza quotidiana, sulla base anche della fase di lavoro tenendo conto del periodo stagionale con incremento della frequenza delle bagnature se i lavori dovessero essere effettuati durante la stagione estiva.

Si osserva che l'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente dalla frequenza con cui viene applicato.

Le procedure operative da attuare al fine di limitare la polverosità comprendono essenzialmente quanto segue:

- i mezzi di cantiere destinati alla movimentazione del materiale dovranno essere coperti con teli adeguati aventi caratteristiche di resistenza allo strappo e di impermeabilità;
- al fine di evitare il sollevamento delle polveri i mezzi di cantiere dovranno viaggiare a velocità ridotta.

Relativamente agli altri inquinanti emessi dai mezzi di trasporto, questi dovranno essere preferibilmente nuovi e sottoposti a continua manutenzione; particolare attenzione dovrà essere posta alla tipologia e manutenzione dei filtri di scarico anche in relazione alla diminuzione dell'inquinamento acustico.

2 AMBIENTE IDRICO

In riferimento alla matrice ambientale "acqua", si presenta di seguito un insieme di informazioni necessarie per definire un quadro sinottico organico dello stato attuale della risorsa sia all'interno del contesto "area vasta", sia relativamente alla zona più direttamente interessata dal progetto. In questa ottica, per quanto concerne le acque superficiali, vengono prima descritti gli aspetti idrografici, idrologici ed idraulici del bacino di pertinenza, e successivamente vengono riportati i dati relativi alla qualità delle acque.

Utilizzando i dati provenienti dalle indagini specifiche realizzate sulla tematica idraulica nel seguito si sintetizzano le problematiche idrauliche, valutando di conseguenza la compatibilità idraulica dell'infrastruttura in progetto.

2.1 Riferimenti normativi

La valutazione della compatibilità idraulica del progetto ha tenuto conto della normativa tecnica attualmente vigente ed in particolare del D.P.C.M. 29.09.1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'Art. 1, commi 1 e 2, del D.L. 11 giugno 1998, n. 180", nonché del "Piano Stralcio di Bacino sul Rischio Idrogeologico" approvato con D.C.P. n. 47 del 25/11/2003. L'intervento ricade nel Bacino Idrografico del Rio Podestà e fa parte dell'ambito di bacino Regionale n.11-Levante, in quanto interferisce con il rio Termine.

2.2 Caratterizzazione del reticolo idrografico

L'area interessata dalle opere in progetto ricade nel bacino idrografico del Rio Podestà che è formato dal Rio Podestà, dal Rio Termine e dal Rio Binello, i quali confluiscono in unico canale presso Punta Margonara.

Il bacino idrografico del Rio Podestà fa parte dell'ambito di bacino Regionale 11-Levante ed è situato nel territorio amministrativo dei Comuni di Savona e di AlbissolaMarina.

La superficie del bacino è di poco inferiore a 3,62 Kmq, mentre la lunghezza del corso d'acqua principale è circa 1,90 km. Il bacino è costituito da due corsi d'acqua poco ramificati, a carattere torrentizio stagionale che hanno origine sul versante costiero e sfociano direttamente in mare con la parte terminale incanalata.

Più ad Est, al limite del bacino sfocia il Rio dei Basci che raccoglie il Rio Marchesino e il Rio della Colletta.

Si tratta di un bacino di ridotte dimensioni, mediamente acclive (classi di acclività prevalenti dal 35 % al 50%), caratterizzato dalla forma ortogonale rispetto alla direzione costiera, con il tratto medio-terminale orientato a N/E e la testata convergente in quella direzione . Lo spartiacque si eleva dall'abitato di Savona verso il Colle Crocetta (169 m) segue lungo il crinale di Monte Pasasco (286 m) fino al passo del Piano di Grano (314m), per poi scendere lungo la strada comunale fino ad Albissola Marina.

Il bacino del Rio Podestà confina con quello del T. Letimbro ad Ovest e con il bacino del T. Sansobbia ad Est.

Nel bacino in esame il Rio Podestà è di 3°ordine e riceve in sponda sinistra gli affluenti di 2° ordine il Rio Termine e il Rio Binella. Il Rio dei Basci è di 3°ordine e riceve il Rio Marchesina e il Rio della Colletta entrambi di 2°ordine.

Il Rio Termine che sfocia dopo punta Garbasso, nel tratto di costa compreso tra Punta Margonara e Scoglio Madonnetta, drena un'area di circa 0.8 kmq.La sezione sotto il ponte di via Matteotti, che rappresenta praticamente lo sbocco a mare del rio, ha geometria trapezia con larghezza di circa 25 metri e altezza, dal fondo sino al piano strada di circa 8 metri.

Il clima è caratterizzato da una distribuzione bimodale delle precipitazioni, con massimo principale autunnale ottobre e secondario primaverile marzo, e unimodale delle temperature che registrano il massimo in agosto ed il minimo in gennaio.

Il 60 % delle precipitazioni annue è mediamente distribuito nei mesi invernali ed autunnali, manifestandosi spesso sotto forma di bruschi rovesci concentrati in autunno, periodo nel quale si sono in genere avute le principali piene e i più drammatici episodi alluvionali.

La criticità idraulica del sito è legata alla proliferazione in alveo di piccoli manufatti in legno e in calcestruzzo e imbarcazioni da diporto. La criticità è ancora più evidente se ci si muove circa 50 metri ancora più a monte, dove si incontra l'antico percorso della ferrovia. Infatti, proprio in corrispondenza di tale rilevato, il rio curva bruscamente per poi immettersi nel tratto finale rettilineo e quasi ortogonale alla costa.



La sezione sotto l'ex ferrovia non è ubicata ortogonalmente al verso della corrente, ma genera con quest'ultimo un angolo di circa 60°. La forma della sezione è a volta a botte, con altezza dei piedritti di circa 2 metri e larghezza di circa 15 metri. L'altezza al centro della sezione è stimata essere di circa 3.50 m. In questo tratto il corso d'acqua è ricoperto da una fitta vegetazione che ricopre entrambe le sponde, le quali risultano recintate da rete metallica, che impedisce l'accesso al fondo alveo.

2.3 Aspetti idrologici

Relativamente alla caratterizzazione idrologica si è fatto riferimento al PAI.

Nell'ambito della pianificazione di bacino, ai sensi del D.L. 180/98, al fine di individuare aree a diversa pericolosità idraulica e di determinare le portate di progetto, è infatti necessario associare ai valori di portata al colmo di piena una probabilità di accadimento, o in altri termini, un tempo di ritorno.

Al fine di descrivere in termini probabilistici le portate di piena la Regione Liguria ha stipulato con l'Università di Genova -Centro di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (CIMA) una convenzione relativa alla "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri (luglio 1999)"; lo studio fornisce i valori al colmo di piena relativi a diversi periodi di ritorno dei corsi d'acqua con foce sul litorale tirrenico, ed è la base dati su cui si fondano le successive analisi idrauliche di questo piano stralcio. Per bacini con superficie compresa tra 0 e 10 km2, viene utilizzato il metodo semplificato come riportato nello studio suddetto e nella di seguito sintetizzato.

2.3.1 Metodo (C.I.M.A.) Università degli Studi di Genova. luglio 1999

In sintesi il metodo per la valutazione delle portate al colmo di piena in sezioni non strumentate può essere descritto nei seguenti punti:

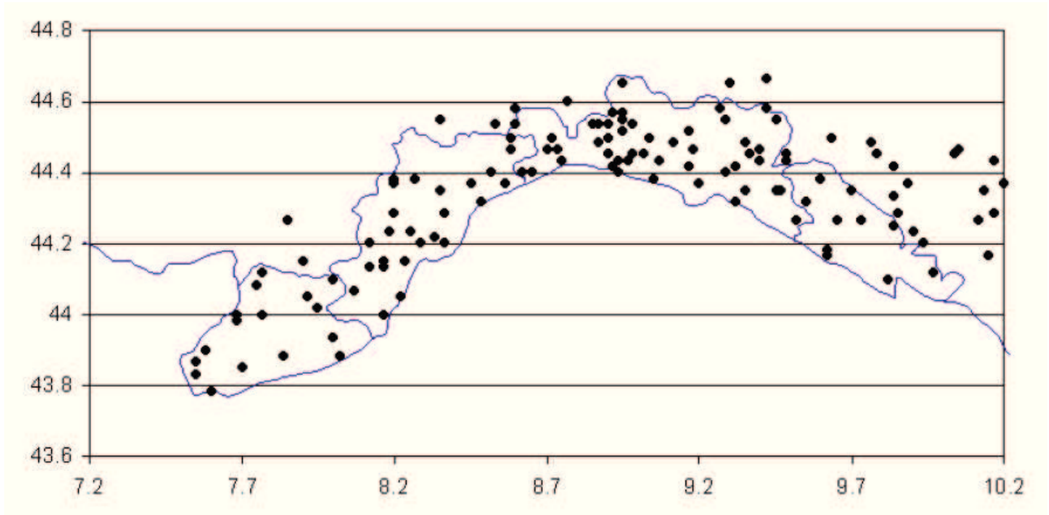
- attraverso un'analisi statistica regionale, che fa uso di tutta l'informazione fornita dalle stazioni pluviometriche dislocate sull'intero territorio Regionale e su alcuni bacini limitrofi,sono state definite le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per ogni sito nonstrumentato all'interno della regione;

- dalle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica è stato derivato l'evento di precipitazione critico per assegnato periodo di ritorno. La durata e la forma di quest'ultimo sono state dedotte attraverso l'applicazione della modellazione afflussi-deflussi, da considerazioni sulla meteorologia della regione, desunte da osservazioni satellitari degli eventi intensi del 1992, da risultati riportati su alcune pubblicazioni su rivista internazionale [Deidda et al., 1999] e dall'analisi di serie storiche di precipitazione ad alta risoluzione, quali quelle della stazione del Dipartimento di Ingegneria Ambientale (DIAM) dell'Università di Genova;

- dalle osservazioni di portata disponibili per l'intero territorio ligure è stata determinata,con procedura regionale analoga a quella utilizzata per le piogge, la forma adimensionale della distribuzione di probabilità delle portate al colmo di piena;

- le curve adimensionali sono state dimensionalizzate attraverso la portata indice, definita attraverso la trasformazione afflussi-deflussi dell'evento di precipitazione critico perperiodo di ritorno T=2.9 anni. Il modello afflussi-deflussi utilizzato è un modello moltoavanzato basato sulle più moderne conoscenze riguardo le interazioni tra la morfologia e la risposta dei bacini ad eventi meteorologici intensi. Tale modello risulta descritto in atti di convegni internazionali e su una pubblicazione su rivista internazionale [Giannoni et al., 1998, Giannoni et al., 1999a, 1999b];

- dalle curve opportunamente rese dimensionali per le sezioni di interesse sono stati desunti i valori di portata al colmo di piena per differente periodo di ritorno T.



Posizione delle 125 stazioni ricadenti nella regione omogenea individuata sulla base di considerazioni sui meccanismi di generazione delle precipitazioni intense in Liguria. Esse appartengono al SIMI sezione di Genova per la parte tirrenica e sezione di Parma per la parte padana.

2.3.2 Determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

Tali curve consentono, per assegnato periodo di ritorno, di definire come variano le altezze massime annuali di precipitazione in funzione della durata considerata.

La forma più comune delle LSPP è:

$$h(d,T) = a(T)\,d^{n}$$

con:

- h(d,T) altezza di precipitazione massima annuale per durata d e periodo di ritorno T
- a(T) coefficiente moltiplicativo dipendente dal periodo di ritorno;
- n esponente della relazione di scala.

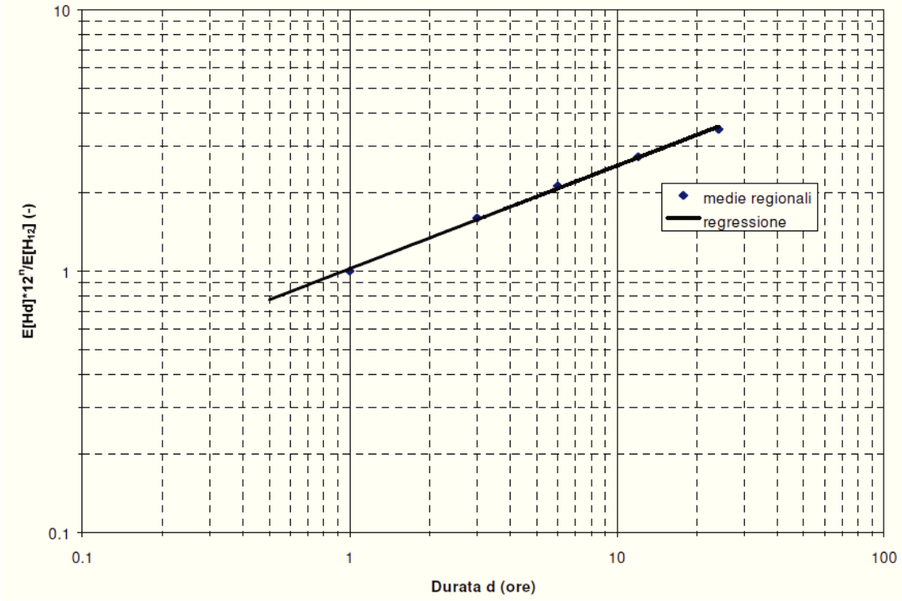
Nel caso in esame è stato mostrato come per tutte le durate fino a 24 ore la distribuzione di probabilità possa essere ritenuta costante nella sua forma adimensionale. Ciò significa che, una volta fissato il periodo di ritorno, il rapporto tra il quantile corrispondente a tale periodo di ritorno ed il valore atteso è costante per qualunque durata. In tali condizioni quindi il coefficiente a(T) può essere espresso nella forma

$$a(T) = K_T \frac{E[H_{d_1}]}{d_1^{\,n}}$$

In cui

- E[Hd1] valore atteso della altezza di precipitazione massima annuale per la durata di riferimento d1;
- KT coefficiente moltiplicativo dipendente dal periodo di ritorno.

con una regressione lineare dei logaritmi delle medie regionali dei massimi annuali per le diverse durate sui logaritmi delle rispettive durate si ottiene una stima dell'esponente n, pari a n=0.39. Nella figura che segue è riportata la curva di scala con le medie regionali per le diverse durate. Si può osservare come essa si adegui in maniera molto soddisfacente alle osservazioni. Quindi l'ipotesi che i valori attesi della pioggia indice varino con la durata secondo l'espressione della LSPP riportata risulta del tutto accettabile.



Curva di scala valutata sulla base delle medie regionali dei massimi annuali di precipitazione per le durate considerate. La legge di potenza ipotizzata per la curva di scala si adegua in maniera molto soddisfacente alle osservazioni, confermando l'accettabilità dell'ipotesi

Nella *Tabella 2* sono riportati i valori di KT per i periodi di ritorno più comunemente utilizzati nella progettazione di opere idrauliche. A questo punto la LSPP risulta completamente caratterizzata, in quanto sono noti tutti i parametri che entrano nell'espressione *(1).* Di seguito si riporta un esempio di applicazione della procedura per la stima delle LSPP.

Si procede come segue:

1. sulla cartografia regionale si individua la zona di bacino di interesse oppure, se si opera a scala di bacino, la posizione x del suo baricentro, in longitudine est da Greenwich;

2. con il valore di x si entra nella Tabella 1 cui corrispondono i rispettivi valori di E[H1], eventualmente ricavati per interpolazione tra i due valori (si omettono, ovviamente, le cifre oltre la prima decimale, non significative);
3. si definisce il valore del periodo di ritorno di interesse e dai valori riportati in Tabella 2 si ricava il valore KT;
la LSPP assume quindi la forma:

$$h(d,T) = \mathrm{KT}^{*}\mathrm{E[H1]}^{*}d^{0.39},$$

Longitudine		$E[H_1]$
Gradi	primi	mm
8	27.5	39.6
8	30	39.9
8	32.5	40.0

Tabella 1: valore del parametro pioggia indice per il Bacino Podestà. Esso è tabellato in funzione della longitudine. Per valori di longitudine intermedi il valore pioggia indice si può ottenere per interpolazione lineare

T [anni]	K_T
30	1.88
50	2.10
100	2.43
200	2.78
500	3.28

Tabella 2: valori del parametro moltiplicatore funzione del periodo di ritorno T. Per i periodi di ritorno differenti il valore K_T si può leggere sull'asse delle ascisse nell'apposito grafico, entrando sulle ordinate con il valore del periodo di ritorno.

2.3.3 Portate di piena

La curva inviluppo delle portate al colmo di piena (CATI 1970)

L'informazione idrologica storica relativa alle portate al colmo di piena è sintetizzata, per la Regione Liguria (l.r. 9/93, art. 26), nella cosiddetta "curva inviluppo dei contributi unitari alle portate al colmo di piena" per i bacini liguri con foce al Mar Tirreno, aggiornata dall'allora direttore del Servizio Idrografico - Compartimento di Genova con le osservazioni idrometriche conseguenti all'evento del 1970 nell'area centrale ligure. Essa venne costruita quindi con lo scopo di fornire un valore di portata al colmo di piena con approccio conservativo, cioè a vantaggio di sicurezza. Per tale motivo essa venne disegnata raccogliendo tutte le informazioni disponibili riguardo alle portate al colmo di piena registrate storicamente sui bacini appartenenti al compartimento idrografico, facendo in modo che il valore del contributo unitario alla portata al colmo di piena che si legge per una determinata area di bacino sottesa sia superiore o uguale a tutti quelli storicamente osservati su bacini della stessa estensione.

L'unica valutazione di tipo statistico che è associabile ad una tale procedura si fonda sull'assunto che la popolazione di bacini, nella regione per cui la procedura vale, costituisca un insieme climatologicamente omogeneo, cioè tale che le altezze massime annue di pioggia per le diverse durate abbiano la stessa distribuzione di probabilità, nonché la stessa struttura di ragguaglio areale, e costituisca altresì un insieme morfologicamente omogeneo, cioè tale che i coefficienti di deflusso che caratterizzano gli eventi estremi dipendano soltanto dalle precipitazioni antecedenti, dall'entità delle altezze di pioggia che caratterizzano l'evento e dall'estensione del bacino. Da studi idrologici recenti emerge con evidenza che tali ipotesi non possono essere ritenute valide nella nostra regione, per cui l'utilizzazione della curva inviluppo nella sua forma attuale deve essere abbandonata come strumento progettuale perché induce condizioni di rischio non omogenee nelle diverse zone della regione e non consente valutazioni del periodo di ritorno associato alla portata di progetto.

La relazione analitica che descrive la curva di inviluppo aggiornata in conseguenza della piena dell'ottobre 1970 a cura dell'ing. Cati è la seguente:

$$q=7.92 + 88.92A^{-0.66}$$

dove:

- q: contributo unitario [m3/s·km2]
- A: superficie del bacino [km2]

Per bacini di estensione minore di 2 Km2 si applica il massimo contributo unitario pari a 40 [m3/s·km2]

Determinazione delle portate al colmo di piena (CIMA 1999)

Il modello afflussi deflussi, chiamato DRiFt (Discharge River Forecast), utilizzato nello studio "C.I.M.A." è stato sviluppato nell'ambito dell'analisi della risposta idrologica a scala di bacino, incentrata principalmente sulla simulazione e previsione di idrogrammi di piena. La tendenza attuale della modellazione è indirizzata verso modelli sempre più complessi il cui intento è quello di riprodurre con maggiore accuratezza i processi fisici di interesse; spesso però una sofisticata descrizione di tali processi porta a benefici non paragonabili alla complessità dei modelli. D'altra parte bisogna riconoscere che l'eccessiva semplificazione di alcuni metodi tradizionali (formula razionale) e i metodi usualmente utilizzati per la progettazione (curva inviluppo dei contributi unitari delle portate al colmo di piena) non tengono in conto aspetti importanti quali la variabilità spaziale delle piogge, delle caratteristiche del suolo e della struttura topografica del sistema. Il modello si propone come uno strumento di semplice utilizzo, in grado comunque di interpretare le caratteristiche ritenute di principale importanza nella regione ligure, per la modellazione al colmo di

piena. Il modello è stato sviluppato dal CIMA per soddisfare alle esigenze di alcuni ambienti naturali quali quello dell'arco alpino-appenninico caratterizzati da particolari strutture drenanti di dimensioni spaziali ridotte, la cui parte montana risulta preponderante nei processi di formazione della piena rispetto a quella con caratteristiche spiccatamente vallive. Il modello è costituito da tre moduli distinti:

- individuazione della rete di drenaggio;
- determinazione dei tempi di corrivazione;
- calcolo dell'idrogramma di piena attraverso la convoluzione degli idrogrammi unitari

istantanei.

Si può definire il modello come un modello lineare, semi-distribuito, parziale (non gestisce il deflusso sub-superficiale), in grado di effettuare simulazioni a scala di evento. L'approccio lineare è stato adottato in quanto, pur semplificando la modellazione, bene si presta a descrivere la realtà morfologica studiata. Il modello gestisce l'evento di piena focalizzando l'interesse sui valori di portata al picco e tempo in cui tale picco si manifesta e non tratta il moto sotterraneo di infiltrazione. Viene definito semi-distribuito in quanto accetta e gestisce l'informazione in ingresso spazialmente distribuita sul territorio e fornisce il risultato concentrato in una sezione specifica. Il bacino in analisi viene grigliato con un reticolo georeferenziato a maglia quadrata e suddiviso pertanto in un certo numero di celle aventi dimensione corrispondente a quella del modello digitale di elevazione del terreno elaborato dal CNR e pari a 10 secondi di longitudine e 7.7 secondi di latitudine, corrispondenti a circa 225m per 225m. Tutti i dati necessari al modello sono contenuti in matrici di informazione: ogni elemento della matrice rappresenta l'informazione specifica relativa al cella in questione. Pertanto le informazioni in ingresso sono distribuite e hanno la stessa definizione della maglia della griglia. L'operatività del modello è stata raggiunta dopo una preliminare analisi di sensibilità dei parametri e una successiva calibrazione dei parametri stessi, effettuata valutando il set di parametri che meglio riproduceva i diversi idrogrammi osservati. Il modello è versatile e bene si presta a differenti scopi; effettua la simulazione a scala di evento rappresentando la situazione relativa ad un periodo di tempo limitato da alcune ore a qualche giorno; è inoltre in grado di assumere per ogni evento condizioni di umidità del suolo specifiche da cui iniziare la simulazione. Il modello è stato pensato come un modello a cinque parametri: due di carattere morfologico per l'individuazione della rete di drenaggio e la distinzione tra le due componenti di tale rete, due di carattere cinematico, le velocità rispettivamente in canale e sul versante, ed un parametro fisico rappresentante lo stato di umidità del terreno che identifica appunto la situazione fisica di inizio simulazione. Una analisi svolta precedentemente alla calibrazione ha premesso di determinare i valori da attribuire ai parametri morfologici assumendoli, almeno in una regione morfologicamente omogenea, costanti. I valori da attribuire ai parametri cinematici sono stati tarati utilizzando eventi storici. La condizione di antecedente bagnamento del suolo rappresenta un grado di libertà che si deve lasciare al modello e non è quindi un parametro tarabile a priori.

Piccoli bacini con dimensioni minori di 2 Kmq (CIMA 1999)

Onde evitare la tendenza – legata alla descrizione matematica delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica – a produrre precipitazioni di intensità tendente ad infinito in corrispondenza a durate tendenti a zero, si adottano, per bacini aventi area minore di 2 *km2*, un contributo unitario costante pari a quello ottenuto con riferimento a superfici scolanti aventi area drenata pari a 2 *km2*. In questo caso il valore di portata è pari a:

$$QT=KT \cdot A \cdot UA=2 \quad [m3s{-}1];$$

nella quale:

- A è la superficie drenata espressa in *km2*,
- *UA*=2 è il contributo unitario per area pari a 2 *km2*, espresso in *m3s–1km–2* ,
- *KT* il fattore di frequenza delle portate fornito in *Tabella 1*.

Il coefficiente *UA*=2, espresso in *m3s–1km–2*, è fornito, in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica, della *Tabella 2.*

***T* [anni]**	5	10	30	50	100	200	500
K_T	1.29	1.79	2.90	3.47	4.25	5.02	6.04

Tabella 1: fattore di frequenza delle portate per i tempi di ritorno di interesse tecnico.

Longitudine		**Bacino Tipo**			
Gradi	**primi**	**A**	**B**	**C**	**D**
8	27.5	9.17	7.66	5.86	5.15
8	30	9.28	7.74	5.93	5.20
8	32.5	9.33	7.79	5.96	5.23

Tabella.2: contributo unitario UA=2 in funzione del tipo di bacino e della sua posizione.

Il Piano di Bacino stralcio sul rischio idrogeologico (ai sensi dell'art.1, comma 1, del D.L. 180/1998 convertito in L. 267/1998) per il rio Podesta-Termine, per la sezione di chiusura 1, posta in prossimità della foce fornisce le seguenti le caratteristiche morfologiche e i valori di portata di fissato tempo di ritorno riportati nella seguente prospetto:

Corso d'acqua	Sezione	Superficie bacino [Km^2]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	U_A	Portata [m^3 s^{-1}]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio Podestà	1	0.8	D	8°30'	5.20	15	20	25

Valori delle portate al colmo di piena per il rio Podestà (C.T.P seduta. del 11/09/2003)

2.4 Criticità del bacino segnalate dal PAI

Le analisi idrauliche effettuate nell'ambito del PAI sul Rio Termine hanno evidenziato due principali zone critiche. La prima è localizzata in una zona distante dall'ambito di interesse della rotatoria mentre, la seconda zona è posta in prossimità della foce dove la fascia A si estende in sponda sinistra a monte del ponte dell'Aurelia e, a valle dello stesso, su una porzione della spiaggia.

Nell'ambito n.11, il P.A.I. individua le **fasce di inondabilità** riferite a diversi periodi di ritorno.
In particolare, le metodologie adottate nell'ambito del P.A.I., hanno portato all'individuazione delle aree inondabili per le portate al colmo di piena relative ai tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni. Sulla base di tale determinazione, secondo i criteri dell'Autorità di Bacino regionale, è stata prodotta la carta delle Fasce di inondabilità, con la determinazione delle tre fasce:

1. **Fascia A**, aree perifluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T=50 anni.
2. **Fascia B**, aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T=200 anni.
3. **Fascia C**, aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T= 500 anni o, se più estese, aree storicamente inondate.

Tali fasce sono state riportate sull'elaborato di progetto *"P.S.A.I. Liguria: Fasce fluviali"* insieme alla localizzazione dell'intervento in esame. Come mostra tale documento, nell'area in cui ricade il progetto del nuovo svincolo di Margonara è presente una fascia di esondazione di tipo A in corrispondenza del tratto di costa compreso tra il Ponte Rio Termine e Punta Margonara. In riferimento a tale fascia, il progetto, che termina prima del citato Ponte, non risulta interferire.

Nell'ambito 11 del P.S.A.I., viene definito anche il **rischio idraulico**, valutato in base alla Pericolosità. Questa, per quanto riguarda il rischio di inondazione, è legata al tempo di ritorno della portata di massima piena. Il P.S.A.I. individua essenzialmente tre livelli di Pericolosità idraulica, uno elevato (T=50 anni), uno medio (T=200 anni) e uno basso (T=500 anni).
Il Rischio idraulico è determinato dalla sovrapposizione delle tre fasce suddette con gli elementi a rischio, secondo le intersezioni indicative riportati nella matrice seguente:

	FASCE DI INONDABILITÀ		
ELEMENTI A RISCHIO	200 <T < =500 fascia C	50 <T < =200 fascia B	T < =50 fascia A
E0	R_0	R_1	R_1
E1	R_1	R_2	R_3
E2	R_2	R_3	R_4
E3	R_2	R_4	R_4

Il grado di rischio, secondo quanto indicato nella raccomandazione n. 4 dell'Autorità di Bacino Regionale, si basa sull'analisi della carta di Uso del Suolo e sull'individuazione delle seguenti quattro classi:

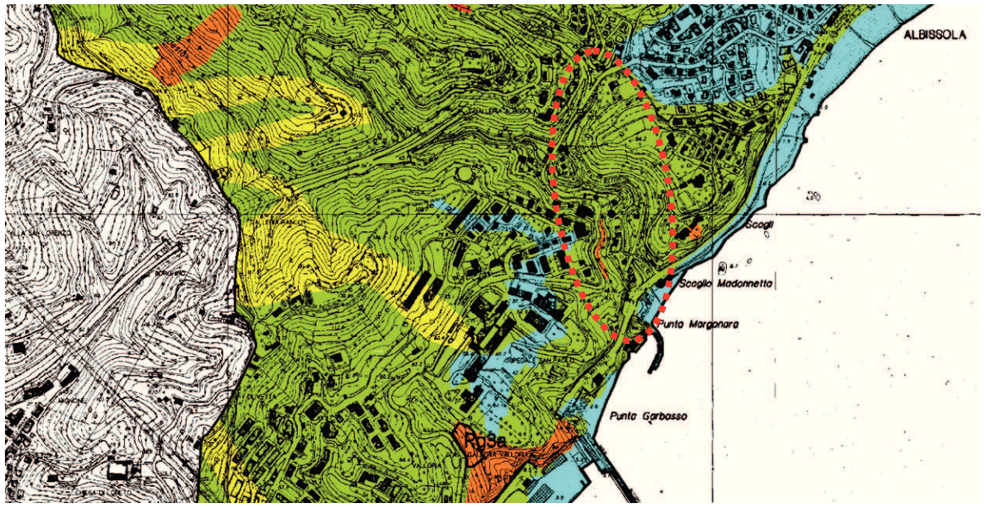
1. E0 : aree disabitate o improduttive;
2. E1: edifici isolati, zone agricole;
3. E2: nuclei urbani, insediamenti industriali e commerciali minori infrastrutture
4. minori;
5. E3: centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, principali
6. infrastrutture e servizi.

Secondo la definizione del Comitato Tecnico Regionale i diversi gradi di rischio sono stati determinati attraverso una matrice nella quale vengono posti in relazione le classi di Pericolosità (idraulica e geomorfologica) con le classi degli Elementi a rischio così come desunte dalla carta dell'Uso del suolo.
Da tale intersezione, si sono ottenute le seguenti quattro classi di rischio:
R0: rischio lieve
R1: rischio moderato;
R2: rischio medio;
R3: rischio elevato;
R4: rischio molto elevato.
In riferimento a tale classificazione, nell'area in cui ricade l'intervento in esame, risulta attribuito un rischio idraulico medio in corrispondenza della fascia fluviale sopra menzionata (tra il Ponte Rio Termine e Punta Margonara) in merito alla quale si ribadisce l'assenza di interferenza.

Nell'ambito dei documenti di piano, in riferimento alla pericolosità idrogeologica, sono individuate anche **Aree a diversa suscettività al dissesto di versante**, articolate in base alle seguenti classi:

a) suscettività al dissesto **molto elevata** - frana attiva (Pg4): aree in cui sono presenti movimenti di massa in atto;
b) suscettività al dissesto **elevata** (Pg3): comprendenti (Pg3a) aree in cui sono presenti indicatori geomorfologici diretti, quali l'esistenza di frane quiescenti o di segni precursori o premonitori di movimenti gravitativi sui versanti e lungo i corsi d'acqua ovvero (Pg3b) aree, in cui sono presenti indicatori indiretti valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici e di uso del suolo anche se prive al momento di movimenti gravitativi sui versanti e lungo i corsi d'acqua;
c) suscettività al dissesto **media** (Pg2): aree, in cui sono presenti elementi geomorfologici e di uso del suolo, dalla cui valutazione combinata risulta una propensione al dissesto di grado inferiore a quella indicata al punto 2);
d) suscettività al dissesto **bassa** (Pg1): aree, in cui sono presenti elementi geomorfologici e di uso del suolo caratterizzati da una bassa incidenza sulla instabilità, dalla cui valutazione risulta una propensione al dissesto di grado inferiore a quella indicata al punto 3);
e) suscettività al dissesto **molto bassa** (Pg0): aree, in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche fisiche dei terreni non costituiscono, se non occasionalmente, fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

Come mostra la figura seguente, l'area interessata dall'intervento in esame è caratterizzata per la maggior parte da una suscettività bassa, eccetto una piccola parte a suscettività alta in corrispondenza di una porzione di terreno adiacente ad un tratto di via Genova. In riferimento a tali aree, l'intervento sottopassa in galleria l'area a suscettività alta, mentre interferisce con l'area a bassa suscettività sia in corrispondenza dei restanti tratti in galleria sia della rotatoria all'aperto.



Stralcio P.S.A.I.: carta della suscettività al dissesto dei versanti

In riferimento al **rischio geomorfologico**, nell'ambito del P.S.A.I., l'analisi del Rischio viene affrontata, con un certo grado di approssimazione, ponendo a confronto gli Elementi a rischio con le aree del bacino caratterizzate da un determinato grado di Suscettività al dissesto di versante.
Le varie classi di rischio geomorfologico sono risultate le seguenti:

1. Rg4: rischio geomorfologico Molto Elevato
2. Rg3: rischio geomorfologico Elevato
3. Rg2: rischio geomorfologico Medio
4. Rg1: rischio geomorfologico Moderato
5. Rg0: rischio geomorfologico Lieve.

In riferimento a tale classificazione, l'area in cui ricade l'intervento in esame risulta caratterizzata dalla presenza di zone a rischio geomorfologico di tipo 0 e 1; in particolare l'intervento all'aperto, relativo alla rotatoria, interferisce con un'area a rischio geomorfologico Moderato.

Nell'ambito del Piano all'analisi delle criticità e delle situazioni di rischio è conseguita la individuazione degli obiettivi e delle linee di intervento per la riduzione del rischio stesso a livelli prefissati.
Sul Rio Termine il PAI ha previsto un intervento di pulizia e manutenzione del tratto d'alveo a monte dell'Aurelia e rifacimento degli argini nella zona fociva.

Le norme di attuazione del Piano Stralcio di Assetto idrogeologico regolano gli interventi consentiti o meno all'interno delle aree stesse.
Di seguito vengono riportati i riferimenti normativi ed i vincoli imposti dalle norme sull'infrastruttura in progetto.

L'art.5 disciplina i seguenti indirizzi tecnici vincolanti per il bacino Rio Potestà:

a) *non sono consentiti gli interventi che richiedano sbancamenti e riporti, che modifichino negativamente la configurazione morfologica esistente o compromettano la stabilità dei versanti;*
b) *devono essere impiegate modalità esecutive tali da limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo, consentendo la ritenzione temporanea delle acque attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;*
c) *nelle aree percorse da incendi boschivi devono essere approntate misure di contenimento dell'erosione del suolo, anche mediante l'utilizzo del materiale legnoso a terra e di quello ricavato dal taglio dei fusti in piedi gravemente compromessi e/o in precarie condizioni di stabilità; ove ricorrano condizioni di possibile rischio di fluitazione del rimanente materiale legnoso a terra per effetto di eventi meteorici, devono essere adottate idonee misure di rimozione, riduzione o sistemazione dello stesso;*
d) *la realizzazione degli interventi di sistemazione è subordinata, per quanto possibile, all'impiego di tecniche naturalistiche, della rinaturalizzazione degli alvei dei corsi d'acqua e di opere di ingegneria ambientale volte alla sistemazione dei versanti al fine di garantire un corretto utilizzo del territorio.*

L'art. 15, si riferisce alle Fasce Inondabili. Come già evidenziato, l'intervento in oggetto, si trova al limite dei una fascia di esondazione di tipo A ma senza interferire direttamente. In riferimento alla Fascia A la norma riporta quanto di seguito evidenziato: *(…)Nella fascia A, fermo restando che gli interventi ammessi sul patrimonio edilizio esistente non devono comunque aumentarne la vulnerabilità rispetto ad eventi alluvionali, anche attraverso l'assunzione di misure e accorgimenti tecnico-costruttivi di cui all'allegato 5, e non devono comportare cambi di destinazione d'uso, che aumentino il carico insediativo anche temporaneo, non sono consentiti:*

a) interventi di nuova edificazione, di ampliamento dei manufatti esistenti, e di recupero del patrimonio edilizio esistente eccedenti quelli di restauro o risanamento conservativo, (…..);
b)l'installazione di manufatti anche non qualificabili come volumi edilizi e la sistemazione di aree che comportino la permanenza o la sosta di persone, salvi gli interventi inseriti nell'ambito di parchi urbani o di aree di verde attrezzato, come individuati dagli strumenti urbanistici comunali vigenti, i cui progetti prevedano l'assunzione delle azioni e delle misure di protezione civile di cui al presente Piano e ai piani comunali di protezione civile, purché corredati da parere positivo della Provincia;
c) ***la realizzazione di nuove infrastrutture non inquadrabili tra le opere di attraversamento, fatti salvi gli interventi necessari ai fini della tutela della pubblica incolumità e quelli relativi a nuove infrastrutture pubbliche connesse alla mobilità, previo parere favorevole della Provincia, purché progettate sulla base di uno specifico studio di compatibilità idraulica, non aumentino le condizioni di rischio, e risultino assunte le azioni e le misure di protezione civile di cui al presente Piano e ai piani comunali di protezione civile.*** *Tale studio di compatibilità idraulica è finalizzato a valutare se l'intervento è compatibile con le condizioni dell'area, in termini di pericolosità e di rischio. Lo stesso deve essere basato su uno studio idraulico di dettaglio redatto in conformità dell'allegato 3 alla normativa tipo di cui al D.G.R. 357/2001, che permetta la valutazione delle conseguenze in termini idraulico-ambientali della realizzazione dell'opera per un tratto significativo del corso d'acqua. La tipologia e le caratteristiche progettuali dell'opera stessa devono essere individuati sulla base del suddetto studio idraulico, al fine di minimizzare il rischio connesso in tutte le aree interessate e di individuare tutti gli accorgimenti costruttivi e le misure necessarie per la tutela della pubblica incolumità.(…).*

In riferimento alle aree a diversa suscettività al dissesto, *l'art.16* delle norme prevede che "*nelle aree a suscettività al dissesto* ***media (Pg2), bassa (Pg1) e molto bassa (Pg0)*** *si demanda ai Comuni, nell'ambito della normativa geologica di attuazione degli strumenti urbanistici o in occasione dell'approvazione sotto il profilo urbanistico-edilizio di nuovi interventi insediativi e infrastrutturali, la definizione della disciplina specifica di dette aree, attraverso indagini specifiche, che tengano conto del relativo grado di suscettività al dissesto. Tali indagini devono essere volte a definire gli elementi che determinano il livello di pericolosità, ad individuare le modalità tecnico-esecutive dell'intervento, nonché ad attestare che gli stessi non aggravino le condizioni di stabilità del versante."*

2.5 Aspetti idraulici

Le verifiche idrauliche condotte nell'ambito di progetto, secondo i criteri sopra esposti, non hanno evidenziato criticità.

L'intervento non presenta attraversamenti idraulici; l'unico corso d'acqua indirettamente interessato è il Rio Termine, cui la rotatoria di innesto si pone in affiancamento, ad una distanza pari a circa 50m, in prossimità della foce.

Riguardo gli elementi idraulici non si evidenziano criticità per nessuna delle due soluzioni in esame, non essendo presenti interferenze dirette col sistema idrografico.

La soluzione progettuale prescelta, pur trovandosi prossima al corso d'acqua rio Termine ed alla relativa fascia di esondazione (Tr 50 anni), non risente di eventuali dinamiche riferibili al medesimo corso d'acqua.

Lo studio di compatibilità idraulica allegato al progetto ha infatti evidenziato che l'area di esondazione presente alla foce del corso d'acqua, così come peraltro segnalata dal PAI, non determina la necessità di opere di protezione dall'erosione al piede della rotatoria, per la quale è garantita la sicurezza anche in caso di apporti meteorici eccezionali. La tipologia di opera scelta per la realizzazione della rotatoria è di tipo indiretto (opera a sbalzo su micropali) e consente pertanto di non mettere mano al riporto artificiale su cui è posta la rotonda medesima e quindi di mantenere immodificata la configurazione morfologica attuale. L'opera a sbalzo adottata, fondata sul substrato roccioso, garantisce la stabilità del corpo stradale della rotatoria evitando di interferire sia con la vegetazione arbustiva presente sul versante della duna che sulle dinamiche idrauliche proprie del corso d'acqua.

Lo stesso Rio Termine risulta interferito esclusivamente in fase realizzativa laddove per la costruzione delle due rampe in galleria verranno realizzati degli interventi di consolidamento proprio in corrispondenza del corpo idrico. Tale necessità deriva dall'esigenza di ridurre i cedimenti nei tratti di realizzazione di galleria con bassa copertura (minore uguale a 10m).

In riferimento a tali lavorazioni è opportuno che le stesse vengano effettuate in periodi di magra e parzializzando l'alveo del corso d'acqua, onde garantire comunque una sezione, seppur ridotta, per il deflusso.

2.6 Qualità delle acque

Per la caratterizzazione qualitativa delle acque (superficiali, sotterrane e marine) del bacino interessato dall'intervento si sono consultati i piani, studi e data–base sottoelencati, i quali non hanno tuttavia fornito indicazioni puntuali riferiti al Rio Termine o al Rio Podestà.

- Piano di tutela delle acque
- Piano di gestione delle acque
- Relazione sullo stato dell'ambiente
- Dati ARPAL
- Dati Regione Liguria

In generale, dalla consultazione on-line della cartografia del PTA risulta evidente che l'intervento non interferisce con nessuno degli acquferi sotterranei significativi, né con quelli superficiali. Inoltre l'indice di Qualità Batteriologica delle Acque di Balneazione riporta valori bassi lungo la linea di costa interessata dall'intervento.

In riferimento al Piano di gestione delle acque , si riferisce che l'intervento ricade all'interno del distretto dell'Appennino Settentrionale. In particolare l'area vasta in cui si inserisce l'opera evidenzia un livello di qualità BUONO all'anno 2027 per le acque marino-costiere ed un livello BUONO al 2027 per i tratti terminali delle aste fluviali del Sansobbia e del Letimbro.

2.7 Interazioni opera-ambiente

All'interno della presente sezione del SIA sono analizzati tutti i possibili fattori di interferenza fra il progetto in esame e l'ambiente idrico. Il processo logico seguito ha previsto dapprima la definizione di tutti i potenziali fattori di interferenza fra opera e componente ambientale, e successivamente la loro analisi per verificare se detto carattere potenziale debba intendersi, nel caso particolare dello specifico progetto oggetto di studio, concreto ovvero eventuale o trascurabile.

Come esplicitato in precedenza, non sono presenti nell'area di intervento corpi idrici attraversati dalle opere in progetto.

L'unica interferenza avverrà in fase di cantiere, a seguito degli interventi di consolidamento necessari alla realizzazione delle gallerie in corrispondenza del passaggio al di sotto del corso d'acqua Rio Termine.

Gli effetti prevedibili per questa componente si possono pertanto riassumere in:

- rischio di inquinamento delle acque superficiali
- interferenza con i corsi d'acqua

2.7.1 Effetti in fase di cantiere

Inquinamento delle acque

Impatti temporanei sono riconducibili alle attività di cantiere, in cui le possibili contaminazioni delle acque superficiali o sotterranee possono derivare: dalle acque provenienti dall'attività dell'uomo (liquami), dalle acque di lavaggio delle varie macchine operatrici e delle attrezzature, dalle acque provenienti dalle officine meccaniche, da eventuali impianti di lavaggio degli inerti.

In generale il recapito di acque di lavorazione, di piazzale, di lavaggio mezzi, ecc.. nei corpi idrici può comportare, oltre alla possibile alterazione del regime di afflussi–deflussi generato dalle maggiori portate liquide in transito, possibili modificazioni di alcune caratteristiche chimico–fisiche, e conseguentemente della qualità delle acque superficiali stesse, per lo più legate all'alterazione del pH, a temporanei e localizzati aumenti della torbidità, a possibili sversamenti di olii ed idrocarburi, al rilascio accidentale di calcestruzzo e altre comuni sostanze impiegate nell'ambito delle lavorazioni.

In corrispondenza dei cantieri si dovranno quindi realizzare distinte linee di raccolta, convogliamento, trattamento e smaltimento delle acque e dei fanghi eventualmente prodotti al fine di minimizzare gli impatti derivanti da tali attività.

Il cantiere operativo all'imbocco della galleria ed il cantiere base, ubicati entrambi lungo la SS1 attuale, non presentano problematiche particolari afferenti la componente acque. L'unica zona da attenzionare è l'area di lavorazione, in corrispondenza dell'attraversamento in galleria del Rio Termine, ove sono previsti interventi di consolidamento del terreno dall'alto; i consolidamenti saranno realizzati da piano campagna mediante iniezioni di barre in VTR lunghezza variabile tra i 9 e i 17, di diametro pari a 70mm e dotati di cavità per l'iniezione della malta.

I possibili impatti sull'ambiente idrico sono, principalmente, dovuti a due tipologie di sversamenti:

– industriali, intesi come quelli relativi alle lavorazioni e ai macchinari;

– civili, intesi come quelli provenienti dalle baracche, dai servizi igienici e dagli afflussi meteorici.

L'eventualità di contaminazione delle acque superficiali e sotterranee ad opera di ipotetici inquinanti va riferita, essenzialmente, all'ipotesi di sversamento accidentale di sostanze nocive. Inoltre va tenuto conto di teoriche azioni di inquinamento diffuso, ricollegabili ad attività di cantiere (lavorazioni particolari, scarichi di insediamenti temporanei) o all'apporto nel sottosuolo di sostanze necessarie al miglioramento delle proprietà geotecniche dei terreni (consolidamento dei terreni).

Il rischio derivante dalle potenziali attività d'interferenza potrà essere ridotto attraverso un accurato controllo delle varie fasi mediante idonee attività di monitoraggio ambientale.

Interferenza con i corsi d'acqua

Le lavorazioni in corrispondenza del corso d'acqua Rio Termine, inerenti i consolidamenti dall'alto necessari alla realizzazione delle gallerie, si prevede possano originare limitate interferenze col regime idraulico e con lo stato qualitativo del corso d'acqua riconducibili a eventuali ingombri temporanei introdotti in alveo e alla movimentazione di materiali nelle aree di golena.

Si suggerisce pertanto di prevedere nel programma dei lavori di dettaglio in fase di progettazione esecutiva che tali lavorazioni vengano realizzate nel periodo di magra del corso d'acqua in modo da minimizzare l'interferenza con il deflusso idrico; in ogni caso si prevede che le suddette a vengano effettuate parzializzando l'alveo del corso d'acqua, onde garantire comunque una sezione, seppur ridotta, per il deflusso.

2.7.2 Effetti in fase di esercizio

Inquinamento delle acque superficiali

In fase di esercizio, un potenziale impatto potrebbe essere dovuto all'alterazione della qualità delle acque dovuta al transito di veicoli lungo l'asse stradale che comporta la diffusione di sostanze in grado di alterare gli equilibri biologici sia delle acque che dei suoli.

Per i tratti in galleria naturale, che costituiscono la maggior parte del tracciato, è prevista l'adozione di un sistema di drenaggio che garantisce la raccolta dei liquidi di piattaforma, rappresentate nel caso specifico dalle acque di pioggia trascinate all'interno della galleria dai veicoli e dai liquidi trasportati versati accidentalmente sulla piattaforma, e di quelle esterne, costituite in tal caso dalla acque di stillicidio.

Il sistema di drenaggio risulta costituito da due collettori laterali che raccolgono le acque di stillicidio provenienti dalla calotta, ubicati da ambo le parti della sezione, le acque di piattaforma provenienti dall'esterno come dall'interno della galleria (acque di precipitazione e/o sversate accidentalmente dai veicoli), ubicati da ambo le parti della sezione. E' previsto inoltre l'adozione di un collettore di drenaggio centrale, del tipo fessurato, che intercetta le acque raccolte all'interno dell'arco rovescio sia per infiltrazioni dalla piattaforma che dall'esterno della galleria.

Tutti i sistemi di raccolta sopra descritti recapitano a gravità nel sistema di drenaggio della galleria S. Paolo dell'asse principale, le cui acque, come previsto dal Progetto Esecutivo dell'intervento

principale, saranno raccolte nell'impianto di sollevamento S. Paolo e convogliate nella vasca di prima pioggia Miramare, mediante una tubazione di mandata in pressione.

Per il tratto all'aperto, costituito dalla rotatoria di innesto sulla SS1 attuale, la soluzione adottata per il drenaggio della piattaforma stradale e della pista ciclabile, è l'adozione di caditoie dotate di bocca di lupo e di griglia e recapitanti in un collettore disposto al di sotto della pista ciclabile e recapitante nel vicino Rio Termine. Per tale breve tratto non sono pertanto previsti interventi di trattamento delle acque di piattaforma in quanto l'opera di progetto è limitata alla sola rotatoria e l'attuale sede stradale della SS1 su cui la rotatoria svincola è sprovvista di tali elementi.

3 SUOLO E SOTTOSUOLO

3.1 Normativa di riferimento

- D.M. 14/01/2008 - "Nuove Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare Ministero dei LL.PP. 02/02/09 n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni";
- D.M. 11/03/88 – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 "Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»";
- D. Lgs. n.163 del 12 aprile 2006: "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE".
- Circolare ministeriale LL.PP. 24/09/88 n. 30483 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI): Interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6, ter D.L. 180/98 e successive modifiche ed integrazioni. Variante adottata con deliberazione del Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 25.02.2010;
- Eurocodice 7.1 (1997): Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali. UNI;
- Eurocodice 7.2 (2002): Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI;
- Eurocodice 7.3 (2002): Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI;
- Eurocodice 8 (1998): Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture.

3.2 Inquadramento geomorfologico

3.2.1 Aspetti geomorfologici

Nel territorio in esame ricadono paesaggi con caratteristiche notevolmente differenziate.

Le piane alluvionali dei due grandi torrenti che delimitano l'area di studio sono caratterizzate, nel tratto di interesse, dalla presenza di un tessuto urbano continuo e da alcune aree industriali e artigianali in cui si inseriscono anche alcune infrastrutture principali, quali l'autostrada e le linee ferroviarie.

I versanti ai margini delle piane alluvionali sono anch'essi densamente insediati nella loro porzione più prossima al mare, mentre mantengono più a monte l'impronta data dagli originari caratteri rurali.

Il tratto costiero intermedio, posto tra il mare e le grandi infrastrutture (autostrada e galleria ferroviaria), è caratterizzato dalla presenza di un tessuto urbano continuo con presenza sporadica di aree dedicate a parco urbano e strutture sportive. Si tratta di un territorio con carattere di urbanizzazione discontinua per la presenza di edifici monumentali inseriti in un contesto di ampi spazi dedicati a parco e giardino, con aree di edificazione recente con edifici di minori dimensioni concentrati lungo i versanti.

Nel tratto a monte dell'area intermedia le valli secondarie sono caratterizzate dall'accentuata acclività dei versanti, da coperture ridotte a volte instabili e da interi comparti di versante con aree a bosco o con vegetazione rada o assente, una volta coltivate ma attualmente abbandonate e spesso coinvolte in incendi. Questo stato può provocare gravi rischi di erosione accelerata e dissesto gravitativo per assenza di manutenzione.

L'andamento planimetrico delle valli indica chiaramente un modellamento morfologico in grande scala associato alla presenza di almeno due sistemi di faglie, orientate NO-SE e OSO-ENE.

La forma dei bacini e il modellamento dei versanti risultano influenzati, oltre che dalla tettonica, dall'assetto strutturale e dalla litologia, in particolare dall'erodibilità dei diversi litotipi.

L'erosione è funzione dell'altitudine, dell'esposizione, del clima e della distribuzione e della intensità delle precipitazioni, dando luogo spesso ad associazione di morfotipi.

La formazione delle Argille di Ortovero si presenta con rilievi ad altitudine varia, con morfologia collinare a profilo dolce e con incisioni vallive lineari. Le valli sono incise da torrenti ad erosione incanalata con andamento curvilineo. La morfologia per gravità è modesta e relativa a fenomeni di franosità diffusa e superficiale.

I terreni dell'unità di Savona-Calizzano, che sono quelli a maggiore diffusione, presentano una morfologia con rilievi allungati con creste a sviluppo circolare; perpendicolarmente alle creste si sviluppano frequenti fratture parallele su cui sono impostati i fossi incanalati. Nel fondo delle valli si sono formati accumuli subpianeggianti prevalentemente di materiale grossolano. Le pendenze sono elevate nelle zone di affioramento del Cristallino mentre, dove affiorano le Argille di Ortovero, l'acclività è assai minore.

La percentuale di territorio coperta da coltri originate da fenomeni franosi è abbastanza estesa nelle aree di affioramento di filladi, di miloniti e, localmente di anfiboliti o gneiss. Si tratta comunque di situazioni legate alle fasce cataclasate delle formazioni, a cavallo delle principali faglie. Spesso tali coltri sono difficilmente rilevabili in quanto del tutto simili ai normali terreni di alterazione eluvio-colluviale legati alle litologie di substrato.

Nello sviluppo e nell'articolazione del reticolo idrografico è evidente il controllo litologico e tettonico-strutturale che le discontinuità riscontrabili in tutto il territorio operano sulle geometrie delle aste, deviando frequentemente la direzione di deflusso. Tale fenomeno è riscontrabile anche lungo le aste minori che presentano caratteristiche similari ai corsi d'acqua principali.

Nel tratto costiero intermedio il reticolo idrografico è più sviluppato ed articolato nella parte alta del bacino, con la formazione di numerose valli secondarie che indicano una gerarchizzazione disordinata dei corsi d'acqua con aste brevi e poco ramificate che si sviluppano in direzioni subparallele dirette normalmente alla linea di costa.

Si distinguono in genere due ordini di terrazzi fluviali la cui estensione areale complessiva è piuttosto esigua; i terrazzi di 1° ordine sono posizionati ad una quota non molto elevata rispetto all'attuale alveo, mentre i terrazzi di secondo ordine sono presenti all'interno delle alluvioni antiche.

Siccome i terrazzi fluviali rappresentano una fra le poche aree pianeggianti in un ambiente generalmente molto acclive, sono stati interessati dall'espansione urbanistica e, in passato, per scopi agricoli. Conseguenza dell'intenso sfruttamento è stata la modificazione ed il mascheramento delle originarie caratteristiche morfologiche.

Sono stati distinti diversi ordini di terrazzi marini quaternari che si sviluppano tra i 100 ed i 120 metri di quota e corrispondente all'interglaciale Donaü-Günz, tra gli 80 ed i 90 metri s.l.m., corrispondente all'interglaciale Günz-Mindel e tra i 50 ed i 60 metri di quota ascrivibile all'interstadio Mindel II-III.

I terrazzi marini in alcuni casi evidenziano orlo e radice abbastanza netti, in altri casi uno o ambedue gli elementi morfologici appaiono difficilmente riconoscibili, a seguito di ulteriori fenomenologie di modellamento morfologico che ne hanno alterato le caratteristiche. Essi comunque danno luogo a superfici caratterizzate da acclività medio-bassa, a quote differenziate e presenti in maniera diffusa un po' su tutti i versanti.

3.2.2 Processi geomorfologici

Ruscellamento superficiale diffuso

E' caratterizzato da un finissimo reticolato di rivoletti non individuabili singolarmente.

Si tratta di un fenomeno visibile soprattutto sulle foto aeree ed interessa esclusivamente lo strato superficiale del suolo. Il fenomeno è particolarmente ingente in corrispondenza di zone denudate in presenza di rocce affioranti o subaffioranti, su versanti a media-alta acclività, in sinistra idrografica del Rio Grana.

Erosione concentrata di fondo

Interessa quei rii con incisioni particolarmente profonde. Tale fenomeno risulta intenso in corrispondenza di substrati a minore tenacità o quando le aste fluviali sono impostate su lineamenti tettonici.

Forme e processi dovuti alla gravità

Nell'area di indagine, in corrispondenza del tracciato in progetto, non è stata rilevata la presenza di estesi movimenti franosi, come confermato dagli elaborati prodotti dal Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Liguria (PAI) e dagli studi dei Comuni per la redazione dei loro Piani Territoriali.

Sono spesso i corsi d'acqua in fase di forte erosione, con alvei molto incisi, a produrre i frequenti fenomeni di scalzamento della base dei versanti con conseguente predisposizione a determinare i dissesti gravitativi.

Un altro elemento che concorre all'instaurarsi di fenomeni gravitativi lungo i versanti è l'azione antropica. I numerosi sbancamenti e riporti, nonché l'edificazione su terreni detritici o la deviazione delle vie d'acqua naturali provocano infatti la rottura di un equilibrio statico formato nel corso di lunghi periodi, con il conseguente dissesto morfologico.

I processi che portano al movimento gravitativo di masse di materiale sono essenzialmente di due tipi: crollo e scorrimento/colamento.

I crolli sono legati alla presenza di pareti rocciose acclivi, in cui la presenza di discontinuità nell'ammasso crea solidi poligonali che possono cadere ai piedi del pendio. Nei litotipi cristallini si hanno numerosi casi di crollo di materiale fratturato, in genere di piccole dimensioni, ma che localmente, proprio negli ammassi meno fratturati, possono dare luogo a massi di alcuni metri cubi. Su gran parte del territorio urbanizzato le pareti con possibilità di distacco di blocchi rocciosi sono state sistemate mediante reti, chiodature e calcestruzzo proiettato, rendendo quindi stabile il versante.

I movimenti di tipo colamento-scorrimento avvengono invece in ammassi a litologia sciolta o comunque a matrice fine. Di questo tipo sono anche i grandi movimenti che avvengono lungo superfici di grandi dimensioni. In questo caso possono coinvolgere anche grandi masse di roccia all'apparenza stabili ma delimitate da tali superfici nascoste. Nell'area di indagine sono stati osservati esclusivamente fenomeni di limitata estensione che interessano le coltri superficiali o i livelli di maggiore alterazione del substrato litoide, sia attive che quiescenti con possibilità di riattivazione.

I fenomeni di instabilità gravitativa sia attivi che quiescenti (con possibilità di riattivazione) sono stati cartografati ed inseriti nell'elaborato specifico.

3.3 Inquadramento geologico ed assetto litostratigrafico

3.3.1 Aspetti geologici

L'area di studio appartiene al grande edificio della catena alpina.

In particolare l'area in esame costituisce una porzione delle Alpi liguri, a loro volta suddivisibili in alcune falde o unità tettoniche, che da una posizione denominata per convenzione "interna" sono traslate ad una "esterna" rispetto all'area in cui si sono formate, con un movimento che grosso modo può essere indicato da Nord-Ovest a Sud-Est.

Tralasciando una ricostruzione completa della geologia delle Alpi, e focalizzando l'attenzione sull'area di studio, delle numerose grandi falde di ricoprimento che costituiscono la catena alpina sono presenti unità appartenenti al solo Dominio Brianzonese. Questi ammassi, dopo il movimento di traslazione che li ha spostati dove ora si trovano, sono stati innalzati ed erosi per un lungo periodo e, successivamente, su di essi si sono depositati sedimenti marini. Parte del territorio è infine stato coperto da sedimenti recenti frutto dell'erosione e della deposizione operata dal mare e dai corsi d'acqua.

Il dominio Brianzonese ligure rappresenta parte di un complesso che probabilmente proviene da una porzione dell'antico continente europeo prossima al margine continentale stesso. All'interno di tale dominio vengono definiti tre settori, che, procedendo verso l'avampaese, vengono denominati interno, intermedio ed esterno. La serie stratigrafica viene anch'essa suddivisa in tre componenti: basamento cristallino (interessato da una o più orogenesi prealpine), tegumento permo-carbonifero e copertura meso-cenozoica.

Il basamento cristallino è di età precedente al Carbonifero superiore. È costituito da masse alloctone, definite in letteratura come "massicci cristallini". Nell'area di studio affiora il "Massiccio di Savona-Calizzano", formato da un complesso polimetamorfico antico, in cui sono inclusi granitoidi a loro volta trasformati in ortogneiss.

Tra l'Ordoviciano e il Siluriano si ha un primo evento tettonico-metamorfico che crea la prima scistosità negli ammassi rocciosi e metamorfizza i sedimenti in paragneiss e micascisti, le rioliti e i graniti in Ortogneiss I e i basalti in anfiboliti ed eclogiti a seconda del gradiente geotermico.

Successivamente riprende la sedimentazione, con la deposizione di materiale terrigeno e assenza di carbonati. Verso il termine del Siluriano – Devoniano si ebbe la ripresa dell'attività magmatica, con la formazione di gabbri e migmatiti. Vennero intrusi nuovi granitoidi accompagnati dalla formazione di filoni negli ammassi incassanti.

Nel Carbonifero inferiore, con l'orogenesi ercinica, si ha la formazione di una nuova scistosità negli ammassi, con metamorfismo in facies anfibolitica, che determina la formazione nei granitoidi degli Ortogneiss II e altre trasformazioni nelle formazioni cambriane e ordoviciane.

Il tegumento permo-carbonifero è situato tra il basamento cristallino e le rocce sedimentarie mesozoiche. Si tratta di una serie di terreni di età compresa tra il Carbonifero superiore e il Permiano superiore, in parte di origine vulcanica in parte sedimentaria continentale.

Le coperture meso-cenozoiche comprendono sedimenti di età compresa tra il Trias e il Priaboniano (ultimo piano dell'Eocene). Queste unità stratigrafiche segnano l'ingressione marina sulla piattaforma continentale formata dalle rocce del basamento cristallino e dal sovrastante tegumento paleozoico. Durante questo lungo intervallo di tempo si hanno variazioni di facies e periodi di emersione, legati alla storia geologica dell'oceano ligure - piemontese facente parte del mare tetideo.

Nell'area di studio non si hanno unità appartenenti a questo gruppo.

I depositi della trasgressione marina pliocenica sono costituiti nella loro parte inferiore da depositi marnosi e argillosi, noti in letteratura come "Argille di Ortovero", depositati in mare aperto. Questi sono sormontati da depositi arenacei e conglomeratici di origine deltizia noti come "Conglomerati di Monte Villa".

Nell'area di studio affiorano le Argille di Ortovero, costituite da argille giallastre con intercalazioni di sabbie e conglomerati, marne grigio azzurre, conglomerati minuti in matrice rossastra, argille gialle, marne grigie e conglomerati minuti in matrice rossastra.

I depositi quaternari comprendono i materiali detritici originati dalla dinamica fluviale, marina e di versante. Si hanno quindi i depositi di spiaggia, le alluvioni fluviali (antiche e recenti), gli accumuli di frana e i prodotti dell'alterazione del substrato roccioso, che possono essere sia in posto che spostati ad opera della normale dinamica di versante.

A questi depositi è da aggiungere il prodotto dell'azione antropica, che nei secoli ha modificato il paesaggio asportando materiale in alcuni punti e accumulandolo in altri.

3.3.2 Successione stratigrafica

Di seguito verranno descritte le sole unità litologiche affioranti nell'area di progetto.

Unità di Savona-Calizzano (γ): Associazione di ortogneiss I e paragneiss, fortemente scistosi. Talora, aumentando il tenore di muscovite rispetto al plagioclasio, passano a micascisti polimetamorfici in facies anfibolitica.

L'ammasso roccioso è generalmente poco alterato e dall'aspetto massivo. Si presenta profondamente disgregato o milonitizzato solo dove la scistosità è più marcata per la presenza di faglie e al contatto con le altre unità che compongono il massiccio savonese o lungo le fasce di sovrascorrimento.

Gli Ortogneiss I, corrispondenti in parte alla Formazione nota in letteratura come "Graniti del Torrente Letimbro", affiorano lungo un'ampia fascia costiera comprendente la parte meridionale del

Comune di Savona, in particolare in sinistra idrografica del T. Letimbro, nel centro urbanizzato e proseguono lungo la costa fino alla valle del Rio Basci ad Albissola.

I paragneiss sono caratterizzati dall'alternanza di banderelle di spessore millimetrico di quarzo e feldspati e in particolare di miche (biotite e muscovite) che conferiscono una sensibile fissilità alla roccia.

Non sempre i paragneiss sono facilmente distinguibili sul terreno dagli ortogneiss a grana fine dai quali si differenziano per l'abbondante contenuto di miche. In affioramento l'ammasso roccioso si presenta in genere facilmente disgregabile per alterazione profonda, mentre in profondità le caratteristiche meccaniche tendono a migliorare, anche se la fratturazione rimane persistente per la complessa storia tettonica che l'ammasso ha subito.

La cartografia geologica meno recente, considera questa unità come facente parte della Formazione degli "Gneiss di Albissola".

Argilla di Ortovero (aO): Sono depositi sabbiosi, marnosi-limosi-argillosi grigio-azzurri di mare aperto con livelli arenaceo-marnosi di giacitura suborizzontale o debolmente inclinati e limitati da sottili livelli conglomeratici o, in corrispondenza delle principali linee tettoniche, da accumuli caotici di frana sottomarina. A volte si osservano sottili livelli sabbiosi e passaggi con elevata presenza di sostanza organica.

Depositi di spiaggia (ds): I depositi di spiaggia attuali sono costituiti, oltre che dall'attuale arenile, dalla fascia immediatamente alle spalle dello stesso, oggi non più mobilizzabile e fortemente antropizzata. Essi si estendono a partire dal mare verso l'interno per 70-80 metri, sfumando in una fascia costituita da materiali di origine mista, provenienti da deposizione marina e fluviale.

Sono costituiti prevalentemente da sabbie a granulometria da fine a grossolana, pur essendo presenti livelli più decisamente grossolani, ghiaiosi; derivano direttamente dalla rielaborazione ad opera del mare dei sedimenti fluviali e dei materiali provenienti dalle falesie retrostanti, anche se almeno negli ultimi decenni, tali apporti risultano essersi decisamente attenuati, a seguito della realizzazione delle opere portuali.

Alluvioni attuali (a): sono presenti nelle aree immediatamente adiacenti a zone di erosione concentrata, in cui il corso d'acqua ha inciso il substrato ricoprendolo con limitati spessori di depositi alluvionali. Sono costituiti da sabbie e ghiaie con clasti poligenici subarrotondati.

Coperture sciolte (c): le coltri di detrito eluviale, colluviale e di frana sono distribuite in tutto il territorio esaminato, in genere sui medi e bassi versanti.

Le coltri eluvio-colluviali derivano dall'alterazione e disfacimento dei vari litotipi. Queste litologie, quando sono particolarmente alterate, come nei pressi di lineazioni tettoniche o contatti, assumono di fatto le caratteristiche di una copertura per cui la distinzione fra roccia e coltre non è sempre agevole ed il passaggio fra l'una e l'altra risulta sfumato. In talune zone, questa coltre ha una potenza superiore ai tre metri.

Nelle aree in cui il substrato è costituito da termini granitici, da gneiss o da anfiboliti, le coltri sono di natura prevalentemente granulare, con resistenza al taglio per attrito interno o per leggera cementazione. Su tali litotipi comunque, fatte salve le fasce pedemontane dei versanti o zone a bande cataclasate, le coltri sono in genere di spessore modesto.

Riporti (r): i principali riporti sono presenti nei centri abitati, in corrispondenza delle zone urbanizzate e delle infrastrutture ("rilevato stradale esistente"), e lungo i corsi d'acqua, laddove le esigenze antropiche lo richiedevano, come la realizzazione di insediamenti produttivi o vie di comunicazione.

Il bacino del T. Podestà e degli altri rii minori tra il Torrente Sansobbia e il Torrente Letimbro è caratterizzato dalla presenza di un grande riporto (colmata a mare) corrispondente all'area portuale di Savona e alle infrastrutture portuali costiere fino a punta Garbasso in prossimità del confine comunale con Albissola Marina.

Dal punto di vista litologico si tratta di materiale a granulometria eterogenea, proveniente dalla escavazione degli stessi versanti montuosi, che localmente può presentare fenomeni di instabilità dovuta in genere allo scalzamento al piede ad opera dei corsi d'acqua canalizzati.

3.4 Inquadramento idrogeologico

3.4.1 Aspetti idrogeologici

Il territorio interessato dal tracciato costituisce un insieme di differenti ambienti sia naturali che antropizzati: convivono infatti le piane alluvionali, i massicci cristallini di tipo alpino, importanti centri abitati con edifici antichi e moderni multipiano.

Le aree urbanizzate, ad elevata densità, sono praticamente impermeabili a causa dell'alto grado di pavimentazione dei suoli e la scarsa presenza di aree a verde o di superfici esposte che, permetterebbero la filtrazione nel sottosuolo.

Le coltri di copertura sono, per loro natura, permeabili per porosità, così come gli accumuli detritici, quali i depositi di frana.

Le aree di affioramento della maggior parte delle formazioni rocciose cartografate possono essere considerate permeabili per fratturazione e/o fessurazione, anche se la conducibilità idraulica è bassa.

La maggiore estensione del territorio corrisponde dunque a quella delle rocce permeabili per fratturazione, anche se la complessità geologica e geomorfologica porta ad una frammentazione delle aree con conseguenti frequenti variazioni laterali di permeabilità.

3.4.2 Idrogeologia locale

Nell'area è possibile riconoscere i seguenti complessi idrogeologici:

Complesso idrogeologico del "Massiccio Cristallino Savonese": si tratta di rocce granitoidi con evidenti fasce cataclastiche, migmatiti, andesiti con fasce laminate, porfiroidi, rioliti, gneiss a biotite, anfiboliti. Come tipologia di acquifero si è in presenza di ammassi litoidi con permeabilità generalmente bassa, però la fratturazione spinta e l'alterazione possono condurre al formarsi di zone preferenziali con permeabilità più alta e in corrispondenza delle quali si ha una discreta circolazione idrica. Si tratta di un acquifero di ridotta importanza per l'utilizzo a fini civili, irrigui o industriali.

Complesso idrogeologico delle "Argille di Ortovero": è costituito da litologie differenti, in quanto si va dalle argille marnose ai conglomerati, alle sabbie poco cementate.

Data la limitata estensione dell'unità, che interessa solo alcune aree separate tra loro, in genere morfologicamente depresse, si è in presenza di acquiferi poco sviluppati e poveri di acqua per la bassa permeabilità. La formazione può invece costituire un aquiclude o comunque un aquitardo per le acque presenti sia nei sovrastanti depositi detritici e alluvionali sia per le sottostanti formazioni cristalline del Massiccio Savonese.

Infatti, durante l'esecuzione del sondaggio SG-11 (campagna di PE), è stata intercettata una falda in pressione, con risalita di acqua oltre il piano campagna (misurati 30 centimetri), situata nelle formazioni cristalline sormontate da circa 20 metri di depositi principalmente argillo-limosi appartenenti alle Argille di Ortovero.

Complesso idrogeologico dei depositi di spiaggia e delle alluvioni: localizzato lungo la fascia costiera occupata dai depositi di spiaggia precedentemente descritti, e lungo il fosso inciso dal Rio Termini. La loro permeabilità risulta essere alta per porosità, variabile a seconda della granulometria e del grado di addensamento.

Complesso idrogeologico dei depositi superficiali: I depositi superficiali sono costituiti da coperture sciolte e riporti di natura antropica, caratterizzati da una permeabilità per porosità medio-bassa. La permeabilità varia notevolmente a seconda della granulometria e del grado di addensamento del materiale costituente l'acquifero.

In riferimento ai complessi idrogeologici sopra descritti ed alle relative caratteristiche, si può concludere che il tracciato di progetto interessa formazioni pressocchè impermeabili ove una falda continua risulta assente.

3.4.3 Qualità delle acque sotterranee

Come già indicato per la componente ambiente idrico, per la caratterizzazione qualitativa delle acque (superficiali, sotterrane e marine) del bacino interessato dall'intervento si sono consultati i piani, studi e data–base sottoelencati, i quali non hanno tuttavia fornito indicazioni puntuali riferiti al Rio Termine o al Rio Podestà.

- Piano di tutela delle acque
- Piano di gestione delle acque
- Relazione sullo stato dell'ambiente
- Dati ARPAL
- Dati Regione Liguria

In generale, dalla consultazione on-line della cartografia del PTA risulta evidente che l'intervento non interferisce con nessuno degli acquferi sotterranei significativi, né con quelli superficiali. Inoltre l'indice di Qualità Batteriologica delle Acque di Balneazione riporta valori bassi lungo la linea di costa interessata dall'intervento.

In riferimento al Piano di gestione delle acque , si riferisce che l'intervento ricade all'interno del distretto dell'Appennino Settentrionale. In particolare l'area vasta in cui si inserisce l'opera evidenzia un livello di qualità BUONO all'anno 2027 per le acque marino-costiere ed un livello BUONO al 2027 per i tratti terminali delle aste fluviali del Sansobbia e del Letimbro.

3.5 Sismicità

Nell'intorno dell'area studiata la maggior parte dei sismi registrati presenta magnitudo inferiore a 4 e profondità ipocentrale compresa entro i primi 18 km, con un massimo di concentrazione intorno ai 12 km. I sismi registrati nell'area di interesse hanno quindi, in generale, un carattere abbastanza superficiale.

Dall'analisi dei dati di sismicità storica presenti nel "Database Macrosismico Italiano 2011" sul sito dell'INGV (DBMI11), utilizzato per la compilazione del CPTI11 (Catalogo Parametrico dei terremoti italiani), si rileva che, dal 1537 al 1989, si sono verificati 38 eventi.

Esaminando gli aspetti relativi alla pericolosità sismica, essa può definirsi come "grado di probabilità che si verifichi, in una determinata area ed in un determinato periodo di tempo, un evento sismico dannoso con l'insieme degli effetti geologici e geofisici ad esso connessi, senza alcun riguardo per le attività umane". L'analisi del livello di pericolosità distingue quindi due fasi: la definizione della pericolosità sismica di base, in condizioni di sito di riferimento rigido con superficie topografica

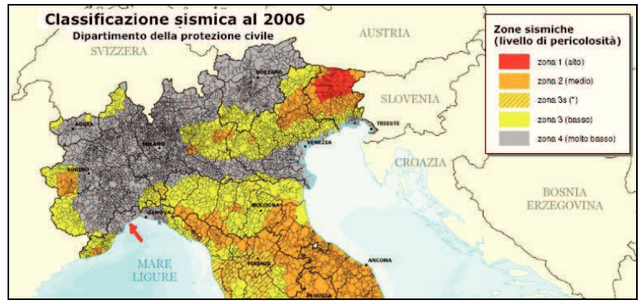
orizzontale (di categoria A), in assenza di discontinuità stratigrafiche e/o morfologiche; l'analisi della pericolosità locale, ossia della modificazione locale dello scuotimento sismico prodotta dalle reali caratteristiche del terreno, dalla successione litostratigrafia locale, dalle condizioni morfologiche, unitamente alla possibilità di sviluppo di effetti cosismici: fagliazione superficiale, fenomeni di densificazione, fenomeni di liquefazione, cedimenti differenziali, instabilità dei pendii e frane indotte dal sisma, movimenti gravitativi profondi, tsunami, ecc.

Negli ultimi anni si sono succeduti provvedimenti normativi ed amministrativi per la definizione delle caratteristiche di pericolosità sismica locale. Con l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", che rispondeva alla necessità di aggiornare gli strumenti normativi per la riduzione del rischio sismico, si stabiliscono i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la nuova classificazione sismica dei comuni italiani, successivamente integrati e aggiornati dall'OPCM 3519/06. L'intero territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco ag su terreno a comportamento rigido, derivante da studi predisposti dall'INGV-DPC. Gli intervalli di accelerazione (ag) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni sono stati rapportati alle 4 zone sismiche indicate dall'OPCM 3519/06.

ZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)
1	a_g >0.25
2	0.15 <a_g≤ 0.25
3	0.05 <a_g≤ 0.15
4	a_g ≤ 0.05

Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido.

L'area interessata dal tracciato in progetto è classificata appartenente alla zona sismica n°4, mentre in precedenza era inserita nelle aree non classificate (N.C.).

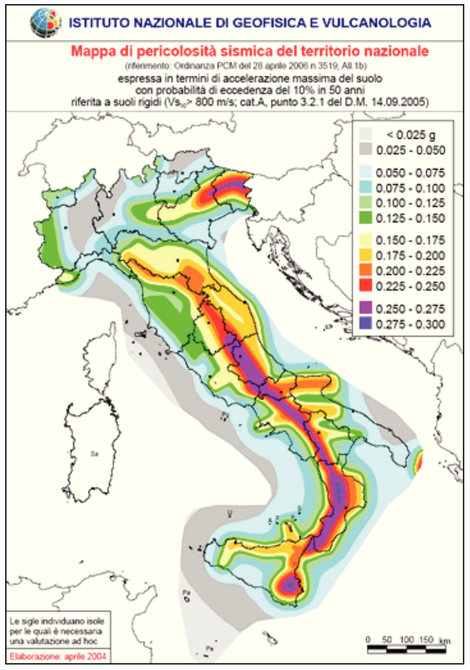


Classificazione Sismica Nazionale dei comuni italiani con evidenziata l'area di studio (appartenente alla zona sismica 4, livello di pericolosità molto basso)

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), recependo i suggerimenti della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile, ha coordinato la redazione della mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche, richiesta dall'ordinanza del P.C.M. n. 3274 citata precedentemente.

A scala nazionale l'INGV ha quindi provveduto a stimare l'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante a(g), corrispondente a quella che in ambito internazionale viene chiamata PGA, che costituisce il principale parametro descrittivo della pericolosità di base.

Tale parametro, la cui unità di misura è l'accelerazione di gravità g = 9.8 m/s2, utilizzato anche per la definizione dell'azione sismica di riferimento per opere ordinarie (Classe II delle Norme Tecniche per le Costruzioni), convenzionalmente rappresenta l'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante che, in un intervallo di tempo di 50 anni, ha una probabilità del 10% di superare il valore indicato, per effetto di sismi di intensità maggiore rispetto a quelli considerati per la classificazione del territorio.



Mappa della pericolosità sismica in Italia (redatta da INGV)

3.6 Geologia di dettaglio

Rampa Immissione

Per la descrizione della rampa di immissione verrà considerato il suo sviluppo progressivo partendo dalla progr. 0 fino ad arrivare alla progr. 675, con direzione SSW-NNE.

La rampa parte da una rotatoria, nella quale confluisce la rampa di uscita, impostata in prossimità della linea di costa, lungo la quale sono presenti sabbie eterometriche con livelli ghiaiosi, appartenenti ai depositi di spiaggia. Al di sopra di tali depositi, in corrispondenza dell'area su cui verrà ubicata la rotatoria, è presente del riporto antropico, circostante il rilevato stradale esistente, che verrà interessato dalle lavorazioni.

L'intera estensione della rampa, che si sviluppa in galleria con punti anche a basse coperture, insiste in un'area caratterizzata, dal punto di vista litologico, prevalentemente dall'Unità di Savona-Calizzano, costituita da paragneiss e micascisti polimetamorfici in facies anfibolitica. Tale unità risulta, però, disarticolata in più punti da elementi tettonici principalmente intraformazionali.

Analizzando il tracciato della galleria dal principio, si osserva la presenza costante, fino a pk 420.000, del substrato metamorfico sopra descritto, su cui insistono in due tratti (pk 92.000 ÷ 112.241 ca. e pk 146.000 ÷ 186.000 ca.) rilevati dovuti all'antropizzazione dell'area di progetto.

In corrispondenza di pk 229.000 ca. è segnalata una faglia presunta, il cui andamento è seguito dal Rio Termine sovrastante, le cui alluvioni sabbiose e ghiaiose, seppur di modesto spessore, ricoprono il substrato gneissico.

A partire dalla pk 320.000 e fino a fine tracciato, in superficie vi è un susseguirsi di depositi di riporto antropico e coperture sciolte, costituite da coltri eluvio-colluviali, che mascherano il substrato sottostante.

L'andamento geologico relativamente monotono è interrotto, tra le pk 420.000 e pk 512.000 da una struttura tettonica delimitata da due faglie, che vanno a costituire un piccolo graben il cui substrato gneissico risulta ribassato di circa 20 ÷ 40 m rispetto alle zone limitrofe. In questo graben, al di sopra, degli gneiss, i sondaggi hanno incontrato argille giallastre e marne grigio-azzurre, riconducibili alla Formazione delle Argille di Ortovero, che risultano avere spessori variabili tra 20 e 40 m.

Dal punto di vista progettuale, l'asse della galleria, in questo tratto, risulta attraversare tale unità litologica in maniera disomogenea. A partire dalla porzione superiore dello scavo, interessata dalla calotta della galleria, le argille coinvolgono man mano una porzione di scavo sempre maggiore.

La restante parte del tracciato in galleria in affiancamento all'asse principale, attraversa esclusivamente gli gneiss, aventi diversi gradi di fratturazione.

Rampa Uscita

Per la descrizione della rampa di uscita verrà considerato il suo sviluppo progressivo che procede da NNE a SSW, per circa 510 m.

Nei primi metri di sviluppo del tracciato, tra le pk 17.000 ca. e 117.000 ca., è presente la struttura a graben descritta per la rampa di immissione. Anche in questo caso, l'asse della galleria, in corrispondenza della calotta, attraversa le argille di Ortovero poste al di sopra del substrato gneissico.

Tali argille non sono presenti in affioramento, in quanto risultano ricoperte da depositi di riporto antropico e coltri detritiche eluvio-colluviali.

La restante parte del tracciato attraversa per intero l'Unità di Savona-Calizzano, ricoperta in superficie, in diversi tratti, da riporti antropici e coltri eluvio-colluviali.

In corrispondenza del solco in cui scorre il Rio Termini, sono presenti depositi alluvionali, che ricoprono il substrato metamorfico, interessato, oltre tutto, da una faglia presunta (pk 293+000 ca.).

3.7 Interazioni opera – ambiente

In considerazione delle caratteristiche specifiche dello svincolo in progetto e del contesto territoriale in cui esso si inserisce, la definizione, l'analisi e la valutazione dei fattori di impatto sulla componente

ambientale suolo e sottosuolo si è concentrata prevalentemente sulle fasi di allestimento dei cantieri e di realizzazione dell'opera, in corrispondenza delle quali si ritiene che manifestino le maggiori criticità.
Nel periodo di esercizio, infatti, l'infrastruttura non comporterà effetti sulla componente in esame.

3.7.1 Impatti in fase di cantiere

Per quanto concerne l'impatto indotto nella fase di costruzione delle opere di progetto si possono distinguere le seguenti tipologie di interferenze:

- modifica dei flussi idrici sotterranei
- alterazione delle qualità fisiche, chimiche e biologiche delle acque sotterranee e del sottosuolo
- modifica delle condizioni di stabilità del terreno

Per quanto riguarda le interferenze col deflusso idrico sotterraneo, la realizzazione delle opere non determina alcuno squilibrio sull'assetto idrogeologico nell'intorno dell'infrastruttura, in considerazione della assenza di una falda continua negli ammassi interessati dal progetto. Le uniche potenziali interferenze si posso presentare nell'attraversamento dei territori con presenza di faglie e lineamenti tettonici, caratterizzati da coltri di detrito eluvio-colluviale o da argille, che si presentano in alcune limitate aree e possono pertanto costituire una linea preferenziale di venute d'acqua. In ogni caso l'impatto è limitato a possibili modeste e concentrare venute d'acqua che non comportano significative modifiche alla circolazione idrica sotterranea né problematiche realizzative.
Rispetto al rischio di inquinamento del sottosuolo e della modifica delle caratteristiche fisiche, chimiche e batteriologiche delle acque sotterranee si rileva come già evidenziato, che la sostanziale impermeabilità dei terreni e la conseguente assenza di falda esclude di per sé la possibilità di inquinamento delle acque sotterranee e del sottosuolo.
Per quanto riguarda gli aspetti geologico-geotecnici gli studi di progetto conducono alle seguenti considerazioni: le gallerie attraversano litotipi rocciosi di buone qualità geotecniche, generalmente poco alterati e dall'aspetto massivo. Nel complesso non emergono criticità per la realizzazione dell'opera prevista. Localmente, ed in ambiti circosritti, si rilevano interferenze del tracciato con territori con presenza di faglie caratterizzati da coltri di detrito eluvio-colluviale e con presenza di argille riconducibili alla Formazione delle Argille di Ortovero, di spessore variabile. In corrispondenza dell'attraversamento in galleria di zone con basse coperture (minori di circa 10 m) sono previsti interventi di consolidamento dal piano campagna con elementi in VTR iniettati con malta cementizia, al fine di ridurre eventuali cedimenti.
Nei tratti di attraversamento delle argille, con sezioni di scavo molto ampie, sono previsti interventi di preconsolidamento di tipo radiale; tuttavia non si possono escludere locali fenomeni di cedimento nella fase realizzativa. L'apertura di grosse cavità in terreni ad alta deformabilità, quali le argille, possono determinare fenomeni di subsidenza prevalentemente in fase costruttiva; effetti secondari possono presentarsi a medio-lungo termine.

3.7.2 Impatti in fase di esercizio

In riferimento alla componente ambientale suolo e sottosuolo, a seguito della lettura critica delle azioni di progetto, non si prevedono interferenze e possibili impatti causati dall'esercizio dell'opera.
In particolare non si prevedono effetti in merito ai seguenti aspetti: interferenza quantitativa con le acque sotterranee (variazioni delle caratteristiche del deflusso idrico sotterraneo), alterazioni dell'equilibrio geotecnico, perdita di suolo. Relativamente a questo ultimo punto si fa presente che la zona direttamente interessata dalla realizzazione dell'opera con lo sviluppo dell'unico tratto all'aperto, rappresentato dalla rotatoria di innesto sulla SS 1 e dall'imbocco della galleria, è caratterizzata da un uso del suolo a matrice antropica attualmente interessato dalle opere viarie esistenti e dal distributore di carburanti e relative opere accessorie.
In fase di esercizio, un potenziale impatto potrebbe essere dovuto all'alterazione della qualità delle acque dovuta al transito di veicoli lungo l'asse stradale che comporta la diffusione di sostanze in grado di alterare gli equilibri biologici sia delle acque che dei suoli.
I sistemi di drenaggio adottati all'interno delle gallerie, già descritti nel capitolo relativo all'ambiente idrico, garantiscono la raccolta dei liquidi di piattaforma e di quelle esterne, costituite in tal caso dalla acque di stillicidio, recapitano a gravità nel sistema di drenaggio della galleria S. Paolo dell'asse principale, le cui acque, come previsto dal Progetto Esecutivo dell'intervento principale, saranno raccolte nell'impianto di sollevamento S. Paolo e convogliate nella vasca di prima pioggia Miramare, mediante una tubazione di mandata in pressione.
Locali fenomeni di cedimenti a medio-lungo termine potrebbero presentarsi in superficie in corrispondenza degli attraversamenti in galleria, con sezioni di scavo allargate, delle argille; a tal fine sarà definito nelle successive fasi progettuali ed eseguito in fase costruttiva un idoneo sistema di monitoraggio per l'esecuzione delle gallerie volto a determinare le eventuali deformazioni indotte nel terreno, le deformazioni e tensioni indotte nelle strutture di rivestimento, i carichi agenti sulle strutture, i cedimenti indotti negli edifici e altri manufatti in seguito alle operazioni di scavo.

4 VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA

Lo studio vegetazionale, floristico e faunistico è stato effettuato tramite la raccolta e l'analisi della documentazione bibliografica esistente, mediante sopralluoghi realizzati nell'area di studio e attraverso l'analisi di foto aeree.

4.1 Riferimenti legislativi

Vengono di seguito riportati i principali riferimenti normativi considerati nell'ambito del presente studio per le componenti "Vegetazione, flora e fauna" ed "Ecosistemi":

Legislazione Comunità Europea:

- Convenzione di Ramsar, del 2 febbraio 1971, riguardante le "Zone umide di importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici";
- Direttiva (CEE) 92/43 del Consiglio, 21 maggio 1992: G.U.C.E. 22 luglio 1992, n. L 206 Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Direttiva (CEE) 79/409 del Consiglio, 2 aprile 1979: G.U.C.E. 25 aprile 1979, n. L 103 Conservazione degli uccelli selvatici;
- Direttiva (CEE) 2009/147 del Consiglio (aggiornamento e modifica della Direttiva 79/409).

Legislazione Nazionale:

- Regio Decreto 30 Dicembre 1923, n.3267 "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani"
- Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1977, n. 616 "Attuazione della Delega di cui all'art.1 della Legge 22 luglio 1975, n.382" con cui avviene il trasferimento alle regioni delle funzioni amministrative nella materia "Agricoltura e Foreste" (vedi art. 66 e successivi) in recepimento di quanto previsto dall'art. 117 della Costituzione
- Legge 11 febbraio 1992, n. 157: "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio"
- Legge 6 dicembre 1991, n. 394: "Legge quadro sulle aree protette"
- D.P.R. n. 357 del 08-09-1997: 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, S. O. n.219/L). Testo coordinato al D.P.R. n. 120 del 2003 (G.U. n.124 del 30.05.2003).
- Legge 21 novembre 2000, n. 353 "Legge-quadro in materia di incendi boschivi"
- Decreto Legislativo 18 maggio 2001, n. 227 "Orientamento e modernizzazione del settore forestale, a norma dell'articolo 7 della legge 5 marzo 2001, n. 57"
- Decreto Legislativo 10 novembre 2003, n. 386 "Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione"
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137" con cui agli articoli 142 e 149 viene sancita la tutela sui "territori coperti da foreste e da boschi" per il loro "interesse paesaggistico"
- Decreto 16 giugno 2005 del Ministero dell'Ambiente "Linee guida di programmazione forestale"
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale": danno ambientale, VAS (valutazione ambientale strategica), VIA (valutazione di impatto ambientale), IPPC (autorizzazione ambientale integrata), rifiuti, emissioni in atmosfera, tutela delle acque e difesa del suolo.
- Decreto del Presidente della Repubblica 12 marzo 2003 n° 120 – "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/Cee relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche"
- Legge 27 maggio 1999, n.175 – "Ratifica ed esecuzione dell'Atto finale della Conferenza dei plenipotenziari sulla Convenzione per la protezione del Mar Mediterraneo dall'inquinamento, con relativi protocolli, tenutasi a Barcellona il 9 e 10 giugno 1995"
- Legge 11 ottobre 2001, n. 391 – "Ratifica ed esecuzione dell'Accordo relativo alla creazione nel Mediterraneo di un santuario per i mammiferi marini, fatto a Roma il 25 novembre 1999"
- Decreto 13 ottobre 2010, n. 190 - Attuazione della direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino.(10G0212) (GU n. 270 del 18-11-2010)
- Decreto 6 giugno 2011 - Istituzione del Comitato paritetico per la Biodiversità, dell'Osservatorio nazionale per la Biodiversità e del Tavolo di consultazione (G. U. della Repubblica Italiana S. G. n. 143 del 22 giugno 2011)

4.2 Inquadramento bioclimatico

Per l'inquadramento bioclimatico dell'area di interesse si è fatto riferimento al "Programma Forestale Regionale" redatto dalla Regione Liguria. In tale documento vengono illustrati in sintesi alcuni lavori che hanno descritto, in formule diverse, le caratteristiche climatiche regionali, che nel seguito si riportano.

<u>Studio Ecozero Regione Liguria</u>

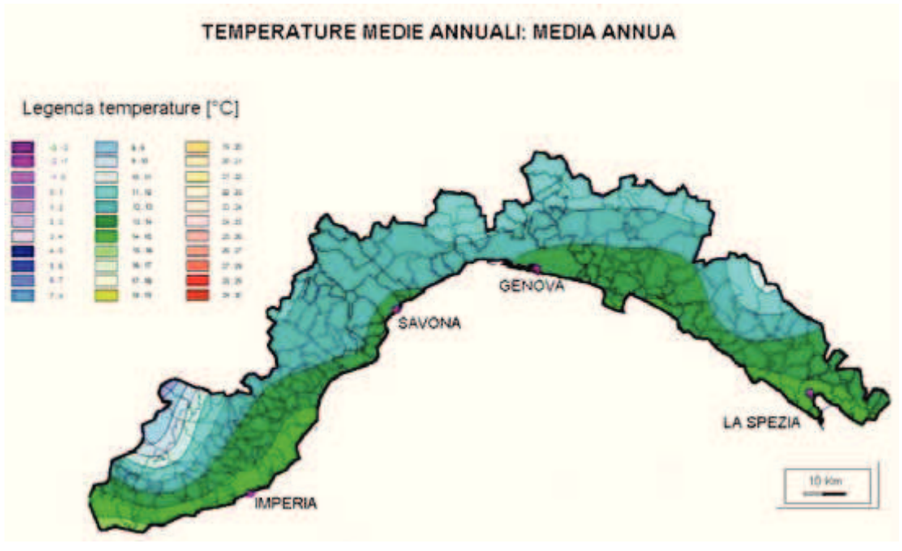
Alla fine degli anni novanta, a seguito di iniziative di studio diverse realizzate da numerose

Istituzioni scientifiche e coordinate dalla Regione Liguria, il C.I.M.A. di Savona ha realizzato una serie di elaborazioni statistiche su un set di dati provenienti da numerose stazioni di rilevamento meteo ubicate sul territorio regionale e limitrofo. Ciò che ne è scaturito, pur non essendo una vera e propria classificazione climatica, può essere sicuramente considerato una illustrazione di andamenti medi di alcuni parametri meteorologici in grado comunque di distinguere, quindi caratterizzare, le diverse porzioni territoriali regionali.

Dei diversi parametri quello della temperatura è sicuramente tra i più importanti nei confronti della vegetazione soprattutto per la funzione diretta o indiretta sulla regolazione di fondamentali processi biologici quali lo sviluppo, l'assimilazione di nutrienti, la traspirazione fogliare ecc….

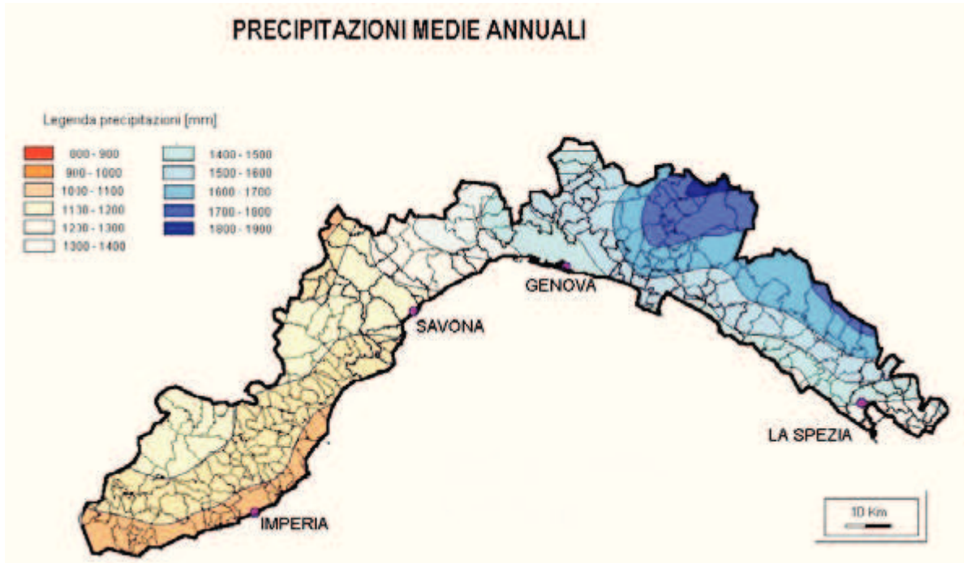
La distribuzione media di tale parametro consente di individuare facilmente le zone mediamente più calde (con i valori medi più elevati), riscontrabili lungo costa e soprattutto nel ponente ligure, da quelli mediamente più freddi (v. m. più elevati) riscontrabili a nord in corrispondenza degli Appennini alla confluenza tosco-emiliana e del versante padano fino alle Alpi.

Per sua conformazione morfologica e geografica, l'arco territoriale convesso della regione Liguria mantiene analoga distribuzione anche delle temperature con un decrescendo quasi uniforme delle temperature medie dal mare ai monti lungo la direttrice SN. Tale andamento generale trova spesso eccezioni a causa di particolari formazioni territoriali (valli con asse principale lungo la direttrice SN diverse da quelle con direttrice EO) o particolari esposizioni ecc..



Distribuzione della temperatura media annuale

La distribuzione delle precipitazioni assume invece una distribuzione media assai diversa dalla temperatura. Nel periodo considerato dal Programma Ecozero le risultanze portano a dividere il territorio regionale ancora una volta in due parti: il ponente ligure, mediamente più secco, ed il levante ligure mediamente più umido. Si evidenzia inoltre una analoga differenziazione tra gli ambienti di costa, con periodi di aridità estivi, e quelli dell'entroterra con maggiori apporti in pioggia; il grado di incremento costa - interno è ovviamente diversificato nel levante dal ponente. Tale situazione appare sostanzialmente confermata anche dai dati del Servizio Idrografico Nazionale relativi al periodo 1921 – 1950.

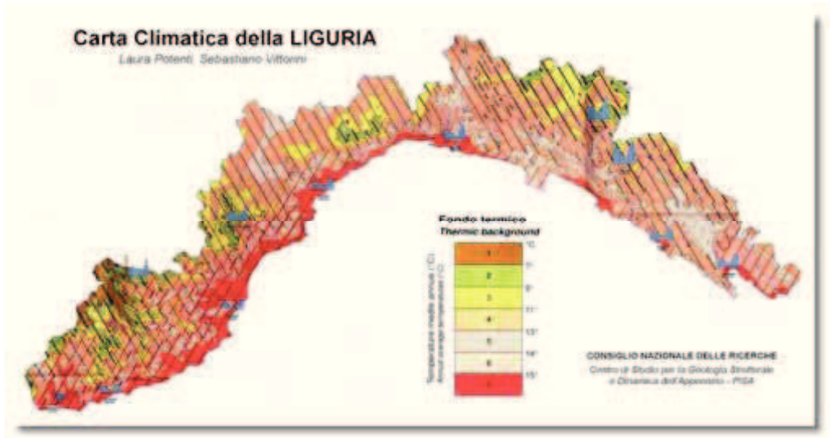


Distribuzione delle precipitazioni medie annuali

Studio Potenti - Vittorini

I due ricercatori del CNR - Centro di Studio per la Geologia Strutturale e Dinamica dell'Appennino di PISA, sulla base dei dati meteorologici del Servizio Idrografico relativi al periodo 1951-1975 et al., hanno estrapolato alcune caratteristiche territoriali rappresentate in una serie di cartografie climatiche regionali.

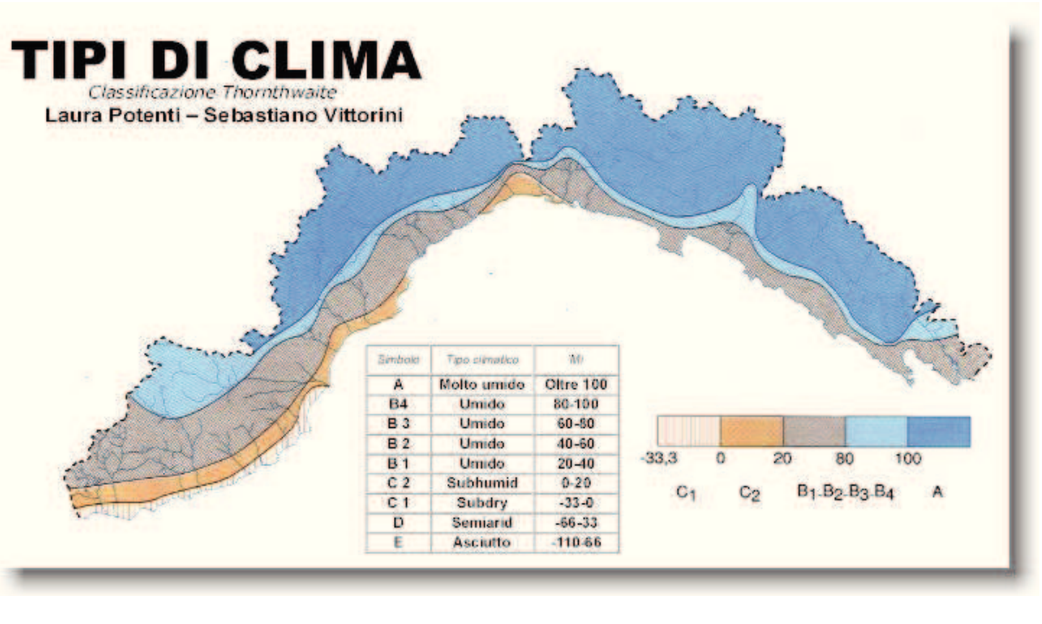
Le tipologie climatiche, definite secondo l'indice totale dell'umidità (MI) di Thornthwaite, risultano evidenziate nella figura seguente: in pratica si confermano, nonostante la diversa impostazione metodologica e l'intervallo temporale considerato, le considerazioni in precedenza riportate.



Tipologie climatiche secondo lo Studio Potenti - Vittorini

Più elevate temperature medie a Ponente, con una maggiore consistenza e persistenza dei periodi secchi o aridi, mentre il Levante si caratterizza da un più consistente regime pluviometrico, quindi da più elevati contenuti di umidità dell'aria. Tuttavia per le ns. finalità di argomentazione assai più utile risulta la Carta Climatica relativa al Fondo Termico e ai correlati Fattori Limitanti.
L'osservazione generale che se ne può ricavare indica come l'orografia modelli l'estensione e la penetrazione delle isoterme nel territorio. Le strette valli perpendicolari alla costa, nella parte orientale della Liguria, consentono la formazione di micro situazioni termiche di diversa impostazione rispetto alla Liguria occidentale caratterizzata invece dalla presenza di linee spartiacque che corrono parallele alla costa e a distanze da essa anche assai contenute.
Le aree geografiche omeoterme hanno pertanto forma allungata, prevalente lungo l'asse geografico N-S o comunque in aderenza all'asse longitudinale delle valli radiali al mare, nel Ponente Ligure, il che, ad es., determina una minore incidenza dell'effetto altitudine sulla diminuzione della temperatura. Nel Levante Ligure invece tendono a modificarsi prevalentemente lungo le direzioni O/NO-E/SE o O-E con riduzione, ad esempio, dell'effetto mare (effetto di stabilizzazione termica e di regolazione dei regimi di ventosità a scala locale definiti dalle brezze) tanto più ci si addentra nell'interno del territorio e, di conseguenza, verificarsi di più ampie escursioni termiche giornaliere e stagionali.
Altra osservazione derivabile dalla carta riguarda i così detti fattori limitanti: mentre nel Ponente Ligure la vegetazione si confronta sia con i periodi secchi che con quelli freddi, nel Levante Ligure, in una parte maggiore del territorio ad esclusione della fascia costiera, la vegetazione trova come fattore limitante quasi esclusivamente i mesi freddi. Tale valutazione media si confronta ovviamente con la variabilità climatica nel breve e nel lungo periodo.

Da quanto presentato se ne deriva che le considerazioni a carattere regionale ampio consentono di individuare tipologie climatologiche medie; nella realtà ligure i diversi e numerosissimi micro - climi, a diversa compenetrazione spaziale e temporale, influiscono sulle dinamiche ecologiche dei diversi ambienti .



La zona in esame rientra nel clima B1-B2- Clima umido.

4.3 Inquadramento fitoclimatico e vegetazionale

Nonostante la modesta estensione (1544 kmq), la Provincia di Savona presenta ben due tipologie climatiche, quella mediterranea e quella continentale, all'interno delle quali si distinguono varie condizioni microclimatiche legate alle singole situazioni stazionali.
Il confine seppur non così netto tra le due regioni macroclimatiche è rappresentato dallo spartiacque ligure-piemontese. In ogni caso, condizioni di mediterraneità possono essere ancora riscontrabili temporaneamente e localmente sul versante padano e, analogamente, masse d'aria continentali talvolta superano le barriere orografiche e scendono verso la costa dando origine in particolari condizioni a vari fenomeni meteorici, tra cui galaverna e vetrone.
Dalla costa salendo verso lo spartiacque le condizioni rispettano lo standard mediterraneo: l'influenza del mare riduce sia l'escursione termica annuale (10-12 °C), sia quella giornaliera (2,5-5°C).

In inverno la temperatura media del mese più freddo non scende mai al di sotto dei 5,5°C limite che si abbassa a 5°C superando i 300 m di quota sul versante marittimo; la media annuale risulta essere di 15°C e i tassi di umidità relativa dell'aria in estate sono tali da evitare quella sgradevole sensazione di afa, sebbene nell'ultimo decennio la percentuale di giorni afosi sia notevolmente incrementata.
Le precipitazioni piovose per quanto concerne il versante marittimo, ove ricade l'intervento in progetto, aumentano sia nel senso della latitudine da Sud a Nord, sia salendo di quota dagli 800 ai 1350 mm annuali; la piovosità aumenta da occidente verso oriente: sulla costa ad esempio si passa infatti dai valori medi annuali di circa 700 mm di Capo Mele ai 977 mm di Varazze.
L'intensità moderata e soprattutto la distribuzione regolare delle precipitazioni nell'arco dell'anno hanno favorito un sistema idrografico ben strutturato con portate piuttosto costanti nonostante i brevi tempi di corrivazione, caratteristici dei torrenti liguri; il clima e l'assetto idrografico sono quindi i fattori principali che hanno reso e rendono la provincia di Savona la più boscosa (66%) non solo della Liguria, ma addirittura dell'intero territorio nazionale.
Il regime anemologico è prevalentemente bimodale, con venti da meridione e SE in estate e autunno, da N, NW o NNE (secondo l'orientamento della valle) in primavera ed estate con velocità e persistenza variabili soprattutto in funzione dell'altitudine e della posizione geografica.
Sulla costa durante i mesi estivi si alternano brezze di mare il dì a brezze di terra nelle ore notturne; raramente i venti di brezza raggiungono lo spartiacque, tuttavia la loro piacevole influenza mitiga le campagne dell'entroterra savonese per tratti di diversi chilometri. Sono comunque lo Scirocco e il Maestrale i venti dominanti rispettivamente l'uno dal quadrante Sud e l'altro dai quadranti settentrionali.

Lo sviluppo della vegetazione è direttamente legato al clima della zona, che generalmente, soprattutto in Liguria, varia con l'altitudine. Per questo motivo si parla di piani o orizzonti vegetazionali corrispondenti a fasce altitudinali.
Il territorio della Provincia di Savona presenta, come tutta la Liguria, situazioni climatiche e orografiche molto diversificate in spazi molto ristretti, per questo motivo anche la vegetazione si presenta sovente "a mosaico" e le diverse fasce spesso si compenetrano tra di loro, tenendo conto anche dell'intervento umano che nella maggior parte dei casi è determinante.
Nella zona in esame il clima è di tipo mediterraneo con inverni relativamente miti ed estati calde e aride con precipitazioni concentrate maggiormente in autunno ed in primavera. La vegetazione climax corrispondente è il bosco di latifoglie sempreverdi, la lecceta, preceduta da uno stadio arbustivo tipico di macchia mediterranea, indispensabile per aumentare lo spessore del suolo e creare le condizioni di ombra per lo sviluppo del leccio.

La copertura vegetale della provincia di Savona è in larghissima parte forestale. I boschi occupano infatti circa il 77% del territorio.
Nella fascia che va dalla zona costiera fino alle colline litoranee si concentra il 40% dei boschi della provincia. Si tratta per lo più di cedui semplici a composizione specifica mista, in gran parte invecchiati, la classe cronologica oltre i 30 anni è in continuo aumento.
La macchia mediterranea é presente sul versante litoraneo e sono rappresentate dalle forme più degradate in cui prevalgono specie come cisti, eriche, ginestra spinosa fino alle rare plaghe più evolute di macchia-foresta, dove la presenza del leccio è consistente. Sempre nella fascia litoranea (e su terreni a substrato calcareo) è presente il pino d'Aleppo, mentre su terreni a substrato siliceo sono prevalenti popolamenti coetaneiformi di pino marittimo che si estendono fino alla collina interna.
Il pino marittimo si presenta talvolta misto al pino d'Aleppo, e nelle zone collinari può formare delle pinete miste con il pino nero e con il pino silvestre.
Nella zone collinari della zona fitoclimatica del Lauretum (sottozona fredda) e del Castanetum sono rappresentati popolamenti forestali di latifoglie miste in cui si possono trovare carpino nero, roverella, leccio, cerro, orniello e castagno.
Salendo fino al limite superiore del versante mediterraneo ed in presenza di nebbie persistenti durante il periodo autunno-invernale si trovano boschi in cui il faggio è spesso consociato al castagno, con la presenza sporadica di altre latifoglie come l'acero montano.
La faggeta su questo versante presenta comunque un aspetto ben peggiore di quella sul versante padano: gli accrescimenti sono bassi e la pianta è molto ramosa.
Superando la linea di displuvio che divide il versante mediterraneo da quello padano si trovano caratteristiche climatiche più continentali, un maggiore tenore di umidità ed una presenza di popolamenti arborei più omogenei.
Nella parte altimetricamente più bassa del versante padano della provincia sono presenti principalmente il castagno, le querce, gli aceri, l'ontano nero, il pino silvestre ed altre specie minori.
Salendo più in alto il faggio diventa prevalente fino a formare delle belle fustaie pure.
Le fustaie pure di faggio ricadono quasi per intero nei territori dei comuni di Bardineto e Calizzano, mentre il faggio governato a ceduo (a volte consociato a castagno, sorbo e nocciolo) è prevalente nella zona montana ad est (soprattutto nei comuni di Sassello ed Urbe).
La specie forestale prevalente in provincia é il castagno (oltre l'11% della superficie boscata

complessiva), che in gran parte viene governato a ceduo, essendo stata la coltivazione a castagneto da frutto in gran parte abbandonata.

La forte presenza di vegetazione forestale in provincia ha sempre alimentato una rilevante attività economica legata alla selvicoltura. Fino al recente passato, quasi tutti i boschi della provincia erano utilizzati e plasmati dall'uomo. Dai boschi si ricavava prevalentemente legna da ardere ma anche legname da opera dei classici assortimenti mercantili. Attualmente anche la selvicoltura è in forte calo per cui si assiste ad una graduale ricolonizzazione dei boschi coltivati da parte della vegetazione spontanea, e conseguente progressivo "inselvatichimento" del territorio.

4.4 Uso del suolo

I dati relativi all'uso del suolo sono stati dedotti dalle cartografie del Corine Land Cover congiuntamente a quelli forniti dal Portale Cartografico della Regione Liguria. I dati sono stati implementati con l'osservazione delle più recenti immagini aerofotogrammetriche disponibili e da sopralluoghi di campo.

L'area oggetto di studio risulta costituita per lo più da territori modellati artificialmente, con la presenza di estese zone con tessuto residenziale continuo e discontinuo denso, che rappresentano il sistema urbano di Savona e di Albissola Marina. L'ambito in oggetto è caratterizzato dalla presenza di un tessuto urbano continuo di tipo residenziale alti due o tre piani con una tipologia edilizia a villette unifamiliari o bifamiliari, con presenza sporadica di aree dedicate a parco urbano e strutture sportive, aree con carattere di urbanizzazione discontinua la cui destinazione d'uso è per lo più commerciale, aree di edificazione recente con edifici di minori dimensioni concentrati sulla fascia costiera la cui destinazione d'uso è a carattere turistico ricettivo.

In tali estese aree a matrice antropica sono a tutt'oggi presenti ampie zone a vegetazione arborea ed arbustiva che rappresentano gli elementi naturalistici caratterizzanti in origine il tratto di costa in esame. Le zone boscate sono in una gran parte occupate da boschi misti di latifoglie e conifere con accentuata caratteristica di termofilia con un buon grado di copertura con funzione principalmente protettiva.

Nell'entroterra i boschi sono stati relegati nelle zone più acclivi e nelle esposizioni più fresche, mentre le pendici più dolci ed i versanti a mezzogiorno, questi anche se ripidi, sono riservati alle coltivazioni di olivo, vite, colture orticole, frutticole o floricole.

Nei terreni non occupati dall'agricoltura dove incendi, tagli sconsiderati o degradazioni di varia natura avevano compromesso la copertura arborea originaria, l'uomo è spesso intervenuto con rimboschimenti, preferendo, nella maggior parte dei casi, le conifere. Pertanto dove gli ecosistemi originari sono stati disturbati in misura maggiore, oggi si trovano le pinete, quasi tutte di origine artificiale.

La zona direttamente interessata dalla realizzazione dell'opera con lo sviluppo dell'unico tratto all'aperto, rappresentato dalla rotatoria di innesto sulla SS 1, è caratterizzata da un uso del suolo

a matrice antropica in quanto attualmente interessato dalle opere viarie esistenti e dalle relative pertinenze; sul sedime dell'area di intervento insiste infatti un distributore di carburanti, costituito da due pensiline dove sono collocati gli apparecchi di erogazione automatica di carburante con le relative attrezzature, e dal manufatto destinato ai servizi all'automobile ed all'automobilista e alle autonome attività commerciali integrative, una area dei parcheggio e delle relative aree di manovra.

I lavori per la realizzazione dell'imbocco della galleria interessano marginalmente la vegetazione del versante roccioso che risulta tuttavia già compromesso dai precedenti interventi antropici di realizzazione del piazzale del distributore carburanti, per cui non è più presente il sistema boschivo caratterizzante in origine il tratto di costa in esame.

Per quanto concerne invece le aree oggetto degli interventi di stabilizzazione dall'alto delle gallerie, queste risultano territori boscate o ambienti seminaturali, interessate da una copertura vegetale arboreo-arbustiva.

4.5 Vegetazione nell'area di intervento

L'ambito di interesse del progetto è caratterizzato dalla presenza di vegetazione mediterranea; in particolare si distinguono le seguenti formazioni.

<u>Gariga e i prati aridi collinari</u>

Lo stadio di prima colonizzazione e/o di degradazione con suolo poco evoluto e substrato affiorante è denominato gariga.

La gariga è costituita da specie erbacee e da altre specie di piccola taglia legnose alla base (suffrutici) che crescono in zone con affioramenti del substrato roccioso. Questo stadio evolutivo precede la macchia ad arbusti. La gariga è ampiamente presnete in tutta la fascia costiera e collinare, spesso però è il risultato di incendi che colpiscono la macchia e le pinete che mettono a nudo il substrato roccioso.

<u>Macchia</u>

La macchia mediterranea è un complesso di arbusti sempreverdi che generalmente costituiscono dense formazioni. Vengono distinte diverse tipologie di macchia a seconda che si consideri la specie dominante (es. macchia a erica, a corbezzolo) oppure l'altezza media delle sue componenti

(macchia bassa, macchia alta). In provincia è largamente rappresentata in tutta la fascia costiera mediterranea e submediterranea, è favorita dagli incendi non troppo frequenti ed è lo stadio preparatore del bosco climax, la lecceta.

Pinete

Le pinete mediterranee, nella maggior parte dei casi di impianto antropico, sono costituite da pino marittimo (Pinus pinaster) e in casi più rari da pino d'Aleppo (Pinus halepensis). In provincia le prime sono presenti soprattutto nella parte orientale della provincia, mentre nella parte occidentale sono presenti anche le seconde. Il sottobosco di queste pinete è costituito dagli arbusti della macchia mediterranea, che tendono poi col tempo a prendere il sopravvento.

Le pinete a pino marittimo, molto estese in Liguria, sono in forte regressione per una patologia ormai molto diffusa in tutta la regione, dovuta ad un piccolo insetto, la cocciniglia (Matsuccocus feytaudi), che ha sterminato e continua ad uccidere migliaia di esemplari.

Lecceta

Il bosco di leccio (Quercus ilex) è lo stadio climax di tutto l'orizzonte climatico mediterraneo della provincia; purtroppo, per interventi antropici, incendi e impianti di pinete, la sua estensione è fortemente ridotta. In provincia sono presenti boschi piuttosto estesi solamente nel finalese ed in val Pennavaira, ma lembi e boscaglie sono piuttosto frequenti in tutto l'orizzonte mediterraneo. La lecceta ben strutturata è un bosco piuttosto chiuso, dove filtra poca luce per cui le specie del sottobosco non sono molto numerose.

L'ambito di interesse del progetto è caratterizzato dalla presenza di macchia mediterranea per lo più degradata, in cui prevalgono specie come cisti, eriche, ginestra spinosa fino alle rare plaghe più evolute di macchia-foresta, dove la presenza del leccio è consistente. Sempre nella fascia litoranea sono presenti il pino d'Aleppo ed il pino marittimo che si estendono fino alla collina interna.

Sulla fascia costiera, al di fuori delle aree urbanizzate, sopravvivono isole minori di pinete termofile e di vegetazione arbustiva con dominanza di specie della macchia mediterranea, collocate soprattutto alle imboccature e nelle tribune marittime delle valli del Segno e del Letimbro.

L'ambiente non edificato è dominato da paesaggi agrari: oliveti terrazzati misti a frutteti allo sbocco della valle del Letimbro; coltivazioni specializzate, oliveti e frutteti nella tribuna marittima estesa tra Savona e Zinola; infine monocoltura dell'olivo allo sbocco della valle di Quiliano ed intorno al centro omonimo.

Fra la vegetazione spicca quella spontanea, come il bosco misto, la macchia e la pineta: conifere termofile con prevalenza di pino marittimo ed in minor misura si pino d'Aleppo e pino domestico; formazioni di angiosperme termofile con prevalenza di leccio sulla fascia prospiciente il mare e miste (roverella, leccio, orniello, carpino) più verso l'interno; formazioni miste di conifere ed angiosperme termofile, arbusteti tipici della macchia mediterranea, lembi di castagneto; ampie zone terrazzate ad oliveto; vegetazione ripariale costituita da erbacee di greto fluviale; vegetazioni infestanti quali canne, ailanti, edere presenti soprattutto lungo il greto dei torrenti (Rio Termine9 e nelle aree ortive in stato di abbandono.

Le località su cui incidono direttamente i lavori non comprende che pochi scampoli di vegetazione spontanea relegata al versante roccioso su cui imbocca la galleria ed alla fascia dunale artificiale sottostante la rotatoria, dove però insiste una vegetazione di tipo ruderale o sinantropica.



Vegetazione spontanea sul versante roccioso prospiciente il distributore di carburante, su cui imbocca la galleria



Superficie rocciosa calcarea costiera a lato della strada coperta da residui di macchia mediterranea



Aree coperte da vegetazione erbacea ed arbustiva di macchia degradata in corrispondenza degli stabilimenti balneari

4.6 La fauna del comprensorio

La Liguria offre uno spettacolare scenario per ciò che riguarda la fauna che popola il suo territorio. Grazie alla concomitanza di più habitat naturali, tra cui montagna, collina e mare, vanta la presenza di numerose specie di animali che altrove hanno trovato l'estinzione.

Il territorio è costituito per il 65% da montagne e il restante 35% da colline. La fascia montuosa fa parte delle Alpi ad ovest e degli Appennini ad est, il Monte Saccarello è la vetta più alta con i suoi 2200 metri.

La conservazione di molte specie faunistiche è assicurato dalla presenza di numerosi Parchi e Aree Protette, che garantiscono la sopravvivenza degli animali.

Nel complesso le specie faunistiche sono quelle tipiche dell'area mediterranea risentendo molto la vicinanza con la regione francese della Provenza o della Toscana; annovera anche specie di più lontana origine, che dimostrano gli antichi e storici collegamenti con aree distanti e separate dal mare, come il Marocco, la Sardegna e la Corsica.

Nell'estrema Riviera di Ponente sono presenti alcuni endemismi quali il colubro lacertino, il più grande serpente europeo, diffuso nell'Imperiese e nel Nizzardo, e della lucertola ocellata, un sauro dalla caratteristica livrea verde picchiettata a strie nere e con macchie rotonde azzurre sui fianchi detti ocelli. Nell'entroterra vi è la presenza del gallo forcello e vi sono popolazioni di camosci. Sul monte Saccarello tra Liguria e Francia è presente la marmotta.

Tra gli uccelli si segnalano il passero solitario, l'occhiocotto, la sterpazzolina, il picchio rosso maggiore, il torcicollo, il cuculo e il codirossone; massiccia la presenza del merlo, del fringuello, dello zigolo e del pettirosso.

Folta la presenza dei rapaci notturni e diurni quali l'assiolo, la civetta, il barbagianni, l'allocco, il gufo comune e quello reale; della famiglia dei rapaci diurni si segnalano il biancone, la poiana, il gheppio, il nibbio bruno, il falco pecchiaiolo. Nelle zone tipicamente rocciose nidifica qualche rara coppia di aquila reale e del falco pellegrino (specie nelle coste del levante ligure), mentre nei fitti boschi cacciano l'astore e lo sparviero. Tra i rettili vi è possibile ammirare il biacco, la coronella girondica e la vipera. Tra gli anfibi la salamandra nera sostituisce, dopo la quota di 1800 metri, la salamandra pezzata; alcuni di questi anfibi urodeli popolano diverse grotte della regione.

Anticamente vi era una massiccia presenza del lupo, oggi specie animale quasi del tutto scomparsa. Da qualche anno, nelle valli interne dell'Appenino, vi è una ricomparsa della specie in seguito a progetti di ripopolamento. I boschi sono ora popolati da numerose famiglie di cinghiali che talvolta si spingono, per la ricerca di cibo, nei centri abitati e da altri esemplari di fauna selvatica come volpi, caprioli, daini, maiali selvatici, fagiani e il tasso.

Vicino ai ruscelli è facile incontrare bisce, serpenti come il colubro lacerino e la temuta vipera. Fra i rettili è presente anche la lucertola ocellata con i suoi 60 cm di lunghezza, la natrice tassellata, la natrice viperina.

4.7 Interazioni opera – ambiente

4.7.1 Vegetazione

La presente analisi è finalizzata all'individuazione di eventuali interferenze indotte dalla realizzazione del progetto relativamente alla componente vegetazionale e faunistica.
L'individuazione delle possibili interferenze è stata compiuta dopo aver effettuato un incrocio tra la distribuzione delle fitocenosi presenti nell'area indagata e dei popolamenti animali a queste legati e le opere previste dal progetto.
Verranno di seguito individuate le tipologie di interferenze legate alla realizzazione e all'esercizio dell'opera, rispetto all'assetto vegetazionale e alle presenze faunistiche.
Considerata la tipologia e l'entità del tracciato, l'attenzione è stata rivolta alla zona dell'imbocco in Galleria e della rotatoria di innesto sulla Aurelia, nonché alle zone oggetto degli interventi di consolidamento dal piano campagna.
Per quanto riguarda la vegetazione le tipologie di interferenze potenziali sono:

– occupazione di suolo
– sottrazione di fitocenosi
– frammentazione delle fitocenosi

Come è possibile evincere dalla Carta della vegetazione e dalla Carta dell'uso del suolo, la zona di interesse dell'intervento presenta una forte matrice antropica caratterizzata da insediamenti urbani continui e discontinui con la presenza di zone a vegetazione arborea ed arbustiva.
Le località su cui incidono le opere all'aperto non comprende che pochi lembi di vegetazione spontanea rupicola relegata alla fascia dunale artificiale sottostante la rotatoria ed al versante roccioso di imbocco che risulta tuttavia già compromesso dai precedenti interventi antropici di realizzazione del piazzale del distributore carburanti, per cui non è più presente il sistema boschivo caratterizzante in origine il tratto di costa in esame.
Per quanto concerne invece le aree oggetto degli interventi di stabilizzazione dall'alto delle gallerie, queste risultano boscate o con vegetazione seminaturale di tipo arboreo-arbustiva.
La zona direttamente interessata dalla realizzazione dell'opera con lo sviluppo dell'unico tratto all'aperto, rappresentato dalla rotatoria di innesto sulla SS 1 e dall'imbocco della galleria, è caratterizzata pertanto da un uso del suolo a matrice antropica in quanto attualmente interessato dalle opere viarie esistenti e dal distributore di carburanti e relative opere accessorie; non si hanno pertanto perdite di suolo e la sottrazione di vegetazione risulta molto modesta e di scarso interesse.
L'intervento non interessa pertanto ambiti vegetazionali di pregio o meritevoli di attenzione; le zone sulle quali si interverrà dal piano campagna per gli interventi di consolidamento del fronte delle gallerie, saranno occupate solo in via temporanea; tali lavorazioni comporteranno una inevitabile interferenza con la copertura vegetale, riducendone l'estensione (sottrazione di fitocenosi) o alterandone la continuità (frammentazione di fitocenosi).

4.7.2 Fauna

La realizzazione dell'opera può generare delle interferenze riconducibili alle seguenti categorie:

- ripercussioni sulla fauna in termini di degrado
- ripercussioni sulla fauna in termini di perturbazione

Con il termine "degrado" si intende il deterioramento fisico di un habitat che rende il suo stato di conservazione insoddisfacente, mentre per "perturbazione" si intende l'insieme di fattori di disturbo che portano una specie ad essere un elemento meno vitale.
Per quanto riguarda la fauna sono esaminate le modifiche indotte rispetto all'ambiente boschivo, che costituisce un habitat per diverse specie; la sottrazione di fitocenosi e l'alterazione della morfologia del versante di imbocco risulta molto modesta e non costituisce pertanto una limitazione di spazio per le specie animali e una riduzione di risorse e di siti idonei per eventuale rifugio, sosta, ecc.
In considerazione del fatto che l'intervento in progetto, nel suo tratto allo scoperto corrispondente all'imbocco in galleria, interessa un'area circoscritta del contesto territoriale esaminato, si presuppone che l'entità dell'interferenza rispetto alla frequentazione delle specie animali sia limitata.
Considerato che l'area di intervento è localizzata in prossimità della Aurelia attuale in corrispondenza del distributore carburanti si ritiene che l'alterazione dell'habitat di superficie sia irrilevante.

In conclusione, in riferimento alle caratteristiche e localizzazione dell'opera e dei popolamenti faunistici presenti nelle aree, si ritiene l'interferenza generata dalla realizzazione del progetto sulle specie faunistiche non significativa; la realizzazione della nuova galleria inoltre non è tale da provocare l'interruzione di corridoi faunistici.

5 ECOSISTEMI

5.1 Aree di interesse naturalistico

Nell'ambito di studio non sono presenti siti afferenti alla Rete Natura 2000 (SIC e ZPS), che rappresenta il principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità, mentre è invece presente, in prossimità all'area di intervento, l'area Naturale Protetta 1174 denominata "*Santuario per i mammiferi marini",* estesa sulla parte di area marina mediterranea ricadente nelle regioni della Liguria, Sardegna e Toscana.
In merito all'area menzionata, la soluzione di progetto non risulta interferire in quanto si trova sulla terraferma, ad una distanza di circa 35 metri dalla stessa.

In generale l'area marina antistante la provincia di Savona è caratterizzata da zone di alto pregio naturalistico, infatti sono presenti zone a diverso grado di tutela:

- Santuario internazionale per i Mammiferi marini
- 6 SIC marini, di cui il più prossimo all'area di intervento, ad una distanza pari ad oltre 2.5 km, è il SIC "Fondali di Varazze-Albisola"
- Area Marina Protetta Isola di Bergeggi



5.2 Aree ad elevata valenza ecologica

Le aree ad elevata valenza ecologica nell'ambito di studio sono rappresentate dalle aree marine costiere, una delle risorse più interessanti della costa savonese, sia dal punto di vista biologico, sia paesaggistico.
La Liguria presenta un territorio particolarmente eterogeneo e articolato. Questa ricchezza di ambienti caratterizza anche l'ecosistema costiero con l'alternanza di spiagge e scogliere, fondali sabbiosi e rocciosi, canyon e piattaforme sottomarini. Alla varietà dei paesaggi è associata quella degli habitat e in ultima analisi l'alto livello di biodiversità che caratterizza l'ambiente marino costiero ligure.
Nel panorama regionale alcune specie animali e vegetali che colonizzano i fondali rivestono particolare importanza per la loro capacità di creare paesaggi e strutture complesse in grado di ospitare a loro volta una ricca comunità biologica. Piante marine come la *Cymodocea nodosa* e soprattutto la *Posidonia oceanica* costituiscono vaste praterie, simili come valenza ecologica alle foreste terrestri.
Lungo le scogliere alcune alghe come le *cystoseire* sono in grado di formare dense cinture ricche di vita. Più al largo o lungo le falesie i popolamenti del *Coralligeno* creano suggestivi paesaggi sottomarini, caratterizzati dalla varietà di forme e colori delle gorgonie, dei briozoi, delle spugne.
Nella zona savonese le aree marine ad elevata valenza ecologica sono rappresentate dalle seguenti.

<u>Santuario internazionale per i Mammiferi marini</u>

Istituito con un accordo internazionale del 1999, ratificato nel 2001, è un'area di tutela transfrontaliera di 87.500 Kmq tra Francia, Principato di Monaco e Italia, con al centro la Corsica. I quattro vertici sono la Penisola di Giens, in Francia, la Punta Falcone, in Sardegna, Capo Ferro, nella Sardegna nord-orientale, e la foce del Fosso Chiarone, al confine tosco-laziale. Le acque nazionali italiane comprese nel Santuario comprendendo le Province di Genova, Imperia, La Spezia, Savona, Olbia, Sassari, Livorno, Lucca, Pisa. Il Santuario è inserito nella lista delle Aree Specialmente Protette di Importanza Mediterranea (ASPIM) della Convenzione per la protezione dell'ambiente marino di Barcellona.
Nella zona del Mar Ligure delimitata da Cap d'Antibes in Francia, Punta Mesco in Liguria e Capo Corso in Corsica sono presenti ottimali condizioni ambientali che favoriscono la presenza di capodogli e balenottere comuni, delfini, grampi e globicefali.
Quest'area, è infatti, una delle zone a più alta concentrazione di cetacei di tutto il Mediterraneo e, pertanto, sottoposta a tutela affinché questo ricco e prezioso ecosistema possa essere conservato e protetto dai pericoli derivanti dalle attività antropiche.

Con il D. M. 22 Maggio 1991 "Disciplina in via provvisoria della pesca con rete da posta derivante", e successive modificazioni, è stata prevista l'istituzione di una zona di tutela biologica, ovvero il Santuario dei cetacei nella suddetta area del Mar Ligure.

In questo tratto di mare vengono, quindi, vietate tutte le attività che possano interferire con i cetacei e vengono, invece, svolte escursioni di whale – watching (osservazione dei cetacei) tipiche ed uniche in Mediterraneo.

Sin dai tempi dell'epoca romana i mari ora inclusi nel Santuario erano rinomati per la presenza di cetacei e l'odierna Portofino era indicata come Portus Delphini. Grazie alla risalita di acque fredde ricche di nutrimento, vi è altissima densità plancton tra cui il Krill, i piccoli crostacei che costituiscono l'alimento principale dei grandi filtratori. Tra le venti specie censite quelle più facilmente avvistabili sono la stenella (Stenella coeruleoalba), il tursiope (Tursiops truncatus), il delfino comune (Delphinus delphis), il grampo (Grampus griseus), il globicefalo (Globicephala melas), lo zifio (Ziphius cavirostris), il capodoglio (Physeter macrocephalus) e la balenottera comune (Balaenoptera physalus). In queste acque sono presenti anche selaci, tra cui la manta o "diavolo di mare" (Mobula mobular) e lo squalo elefante (Cethorinus maximus), e la tartaruga marina (Caretta caretta).

Le praterie delle Fanerogame marine

L'unica fonte di conoscenza sulle praterie delle fanerogame marine, Posidonia oceanica e Cymodocea nodosa nel Mar Ligure, è costituita dall'Atlante delle Fanerogame marine (ENEA, 1995). Le fanerogame marine, in particolare la Posidonia oceanica, rappresentano uno dei più importanti bioindicatori dello stato di salute dell'ambiente marino e svolgono, nel mare, il ruolo che negli ecosistemi terrestri è attribuito alle foreste naturali.

Dalle analisi effettuate (Atlante delle Fanerogame marine) quasi tutte le praterie liguri sono apparse in condizioni degradate.

Nel tratto di costa della Provincia di Savona è emersa la presenza di praterie di Posidonia oceanica per un'estensione pari a 1000 ha (22% della Liguria).

Su 81 km di costa solo 42 km presentano praterie di Posidonia, cioè circa il 52%. Per quanto riguarda la profondità del limite inferiore delle praterie, determinata dall'estinzione della luce, per la zona di Savona essa è 21 m, rispetto ai 23 m di profondità media in Liguria (ma può raggiungere anche i 35 – 40 m di profondità).

Relativamente a Cymodocea nodosa merita evidenziare che essa rappresenta uno stadio meno evoluto della vegetazione marina ed è tipica di ambienti instabili, laddove la Posidonia non trova condizioni favorevoli per il suo sviluppo. La sua presenza, soprattutto in aree dove in precedenza esisteva la Posidonia, indica, dunque probabilmente una situazione di degrado ambientale.

In Provincia di Savona sono 800 gli ha di estensione di Cymodocea, distribuiti per un tratto di 51 km (63% della costa): ne deriva, pertanto, un rapporto Cymodocea/Posidonia pari a 0.78, cioè piuttosto elevato e presumibilmente correlabile ad una bassa qualità dell'ambiente marino costiero.

Tra le cause più rilevanti connesse alla rarefazione ed alla scomparsa delle praterie di Posidonia lungo la costa ligure si possono menzionare le seguenti: l'attività della pesca a strascico, praticata anche illegalmente entro i 50 m di profondità, con effetti distruttivi sulle praterie; l'aumento della torbidità delle acque conseguente alla costruzione di opere costiere quali porti e terrapieni; l'azione meccanica dovuta al rimaneggiamento dei litorali, ai dragaggi, alla deposizione di materiale derivante dal ripascimento del litorale; l'inquinamento, con l'apporto di sostanze chimiche e di materiale in sospensione; la diffusione di Caulerpa Taxifolia e Caulerpa Racemosa, alghe alloctone comparse ad Imperia Porto Maurizio nel 1992, entrate in competizione con Posidonia e Cymodocea ed in grado di soppiantarle con conseguente alterazione degli equilibri ecologici locali.

A causa della loro importante funzione ecologico - ambientale la Direttiva Habitat (UE) ha riconosciuto alle praterie di Posidonia valore di habitat naturale di interesse comunitario (allegato A).

5.3 Assetto ecosistemico

Confrontando e sovrapponendo le informazioni relative alle componenti vegetazione, flora e fauna con le caratteristiche dell'uso del suolo e gli aspetti geomorfologici ed antropici della area, si è proceduto all'individuazione di ambienti relativamente omogenei per tipologia di condizioni ecologiche e biocenosi rappresentative determinando, quindi, una caratterizzazione ecosistemica (consorzi vegetali presenti e popolamenti animali loro riferiti).

Nell'area in esame sono stati individuati, essenzialmente, due gruppi di ecosistemi (artificiale e naturale-seminaturale), su cui l'uomo esercita la sua influenza in misura diversa:

- urbano e industriale
- agricolo
- arbustivo
- boschivo
- dei corsi d'acqua
- marino-costiero

Le suddette unità ecosistemiche sono state raggruppate in tipologie in ordine crescente di naturalità.

Ecosistema urbano ed industriale

Comprende tutte le aree urbanizzate e interessate da funzioni di residenza o produttiva sia di tipo industriale, e/o commerciale. Sono inoltre compresi gli ambiti urbanizzati che prevalentemente svolgono funzioni a servizio della comunità locale o sovraccomunale (chiese, scuole, ospedali), il verde urbano, gli orti, gli impianti di interesse sportivo-ricreativo. Sono comprese anche le principali vie di comunicazione su strada.

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

Ecosistema agricolo

Aree riferibili alla matrice ecologica agricola (vigneti e colture arboree), con funzioni di carattere "indifferente" rispetto alla funzionalità delle connessioni ecologiche. Ecosistemi in evoluzione spontanea ma di carattere secondario.

Ecosistemi naturali e seminaturali a media naturalità

Aree a naturalità intermedia, con vegetazione erbacea ed arbustiva in fase di evoluzione, anche a seguito di fenomeni di abbandono delle colture. Sono comprese le macchie di vegetazione arboreo-arbustiva mista con funzionalità non definita caratterizzati dall'alternanza di macchie di vegetazione con diverse caratteristiche strutturali.

Risultano a media naturalità anche le aree caratterizzate da vegetazione erbacea ed arbustiva dei greti dei corsi d'acqua e delle sponde, sporadicamente interessate anche da vegetazione arborea. Lungo il reticolo idrografico si mantengono pertanto alcune strisce di vegetazione igrofila con discrete caratteristiche di naturalità.

Ecosistemi ad alta naturalità (boschi e sistema marino-costiero)

Si tratta delle aree di mantenimento della preesistente copertura boschiva originaria. Le formazioni boschive, pur presentando una struttura ed una composizione parzialmente trasformata dagli usi antropici, costituiscono di fatto gli ambiti con le condizioni ecologiche più vicine agli ecosistemi boschivi di cui alle forme potenziali tipiche dell'area.

Presentano un grado di naturalità medio-alta anche l'ecosistema marino antistante il tratto litoraneo ove è ubicato l'intervento.

I primi 3 gruppi di unità ecosistemiche sono state ampiamente discusse nei precedenti capitoli; si intende pertanto nel seguito fornire indicazioni in merito all'ecosistema marino-costiero, dotato di un buon grado di naturalità.

5.3.1 Ecosistema marino-costiero

Descrizione geomorfologica

Il tratto litoraneo d'interesse inizia a ponente con le infrastrutture portuali di Savona, poi, verso levante, alterna intervalli di costa rocciosa, ciottolosa e sabbiosa, sino a terminare, a levante, con un tratto roccioso conglomeratico (punta dell'Olmo) prima del porticciolo di Varazze. Il fondale antistante a questo ultimo tratto è caratterizzato da sabbia ghiaiosa, mentre il restante fondale è costituito prevalentemente da sabbia e sabbia pelitica. La distanza da costa dell'isobata dei 50 metri non raggiunge mai i 2 km (fondale alto).

Biocenosi marine costiere ed aspetti naturalistici

L'area comprende il subsito A del SIC marino IT 1322470 ("Fondali di Varazze-Albisola") che ospita due posidonieti: uno situato dinanzi alla spiaggia di Albissola marina e uno situato tra il Capo di Albissola e la Punta di Celle. Nel primo caso si tratta di una formazione relittuale costituita per lo più da un mosaico di Posidonia e matte morta. La prateria di Celle Ligure si estende per quasi 3 km occupando circa 53 ha di fondale, anch'essi in parte caratterizzati da matte morta.

Tra Punta Garbosso, all'uscita del porto di Savona e punta dell'Olmo si sviluppa un grosso prato di Cymodocea nodosa.

Di particolare interesse, dal punto di vista ambientale-paesistico è il tratto di costa rocciosa naturale presso punta Margonara, caratterizzato dalla presenza di numerosi scogli affioranti e sommersi. Da segnalare qui la presenza del madreporario di origine tropicale Oculina patagonica (Antozoi Sclerattiniari), la cui presenza nell'area è correlata all'incremento dei traffico mercantile.

L'ambiente marino costiero rappresenta per la Provincia di Savona una risorsa caratteristica e fondamentale: basti pensare che in essa si concentra quasi la metà dei flussi turistici della costa ligure (nel 1996 circa il 46% di presenze).

Le attività umane hanno, però, nel corso dei tempi esercitato pressioni sempre più intense sulle dinamiche naturali del litorale e dell'ambiente marino, in seguito all'artificializzazione dei corsi d'acqua, al prelievo di materiale per l'edilizia e di prodotti ittici, all'immissione di scarichi civili ed industriali, di inerti e di acque calde nel mare, all'attività agricola, ecc.

Elemento caratteristico del territorio della Provincia, come del resto di tutta la Regione Liguria, è, infatti, la forte urbanizzazione costiera che porta tutto il sistema territoriale a gravitare sull'assetto litoraneo con grave conseguenza per le sue risorse, soprattutto nei periodi di massima affluenza turistica.

Il litorale e l'ambiente marino costituiscono, altre ad una risorsa economico – commerciale (turismo, portualità, navigazione, pesca, acquacoltura, ecc.), anche un importante patrimonio paesaggistico - ambientale (ecosistemi marini, parchi e riserve, mitigazione climatica ecc.) e, pertanto, è auspicabile una gestione sostenibile che integri i due differenti aspetti e garantisca la rinnovabilità delle risorse stesse.

Il quadro dell'ambiente marino e costiero di seguito riportato fa riferimento al PTC della Provincia di Savona ed al PTC della Costa.

A causa della massiccia urbanizzazione, sulla fascia costiera si concentrano innumerevoli attività umane spesso in contrasto con gli obiettivi di conservazione dell'ambiente marino e costiero: attività industriali, agricoltura, turismo, insediamenti civili, portualità e pesca, rappresentano le principali fonti di alterazione degli equilibri degli ecosistemi naturali.

Gli scarichi civili ed industriali

Le principali alterazioni legate agli scarichi civili sono legate all'immissione di sostanza organica che provoca contaminazione batterica, aumento dei nutrienti e della torbidità delle acque. Gli scarichi, spesso trattati in maniera insufficiente, per assenza o inadeguatezza del sistema fognario, di depurazione e di scarico, giungono al mare direttamente o attraverso i corsi d'acqua.

Nella Provincia di Savona le maggiori criticità si verificano negli ambiti Albenganese e Finalese dove, soprattutto durante i periodi estivi, la grande vocazione turistica che li caratterizza porta ad incrementi notevoli che spesso le strutture di trattamento dei reflui non sono in grado di sopportare.

Per quanto riguarda gli scarichi industriali, la zona di maggiore carico risulta l'area Savona – Vado, dove è presente la più consistente concentrazione di aree industriali della Liguria e una importante realtà portuale (porto commerciale e scalo petrolifero di Vado Ligure).

La portualità turistica

Riguardo al sistema dei porti turistici e delle problematiche ambientali ad essi connesse, il PTC della Costa si pone come principale obiettivo quello di ottenere l'espansione della capacità ricettiva del sistema portuale regionale, minimizzando l'impatto ambientale complessivo, raccomandando che gli interventi previsti vengano collocati in zone già urbanizzate.

Nel PTC della Costa vengono riportate le conclusioni di una ricerca mirata all'individuazione del grado di suscettività della costa ligure rispetto alla localizzazione di porti turistici allo scopo di definire la potenziale vulnerabilità che i singoli tratti costieri presentano rispetto all'eventualità della realizzazione di una struttura portuale di media o grande dimensione.

In particolare il tratto di costa compreso tra la foce del Letimbro e gli scogli Margonara è considerato con un grado di sensibilità molto bassa.

L'agricoltura

Un'altra rilevante fonte di inquinamento marino deriva dall'uso in agricoltura di fertilizzanti e fitofarmaci (insetticidi, diserbanti, ecc.) che vengono recapitati in mare dal dilavamento dei suoli agrari ed attraverso i corsi d'acqua.

Una delle realtà agricole più importanti è costituita dalla piana di Albenga dove l'uso agricolo si è sviluppato verso le colture in serra.

La pesca illegale

La pesca a strascico effettuata illegalmente entro i 50 m di profondità provoca gravi danni all'ambiente marino, danneggiando o distruggendo le aree di riproduzione e crescita di molte specie ittiche e le prateria di Posidonia oceanica così importanti sotto il profilo ambientale.

La difesa del litorale e il ripascimento delle spiagge

L'erosione delle spiagge liguri è legata a molteplici fattori di aggressione, quali l'urbanizzazione costiera, le infrastrutture (linea ferroviaria e rete autostradale), le opere portuali e la forte riduzione degli apporti solidi dai bacini fluviali (per estrazione di inerti, modifiche nell'uso del territorio, ecc.). Ad accentuare tale criticità spesso sono state le opere di protezione del litorale in erosione (difese parallele, difese trasversali e ripascimenti) scarsamente efficaci o addirittura dannose per gli equilibri sedimentologici del litorale.

In merito alle problematiche aperte relative all'erosione del litorale nella zona di interesse del progetto il PTC della Costa – Difesa costiera e ripascimento delle spiagge segnala le seguenti emergenze:

- la spiaggia di Savona necessita di una sistematica alimentazione artificiale;
- la spiaggia di Albissola è sottoalimentata e con la costruzione del previsto porto turistico tra Savona e Albissola la situazione tenderà ad aggravarsi.

Da quanto esposto emerge chiaramente una tendenza diffusa di gran parte delle spiagge della Provincia all'erosione, spesso connessa al sistema dei porti turistici della zona. Risultano pertanto sempre più importanti gli interventi di ripascimento delle spiagge, purché essi vengano

effettuati in maniera adeguata: ogni intervento di ripascimento, infatti, richiede studi dettagliati e l'utilizzo di materiali idonei e compatibili con gli equilibri degli ecosistemi costieri interessati.

Rispetto alle unità ecosistema sopra descritte e cartografate nella tavola "Carta degli ecosistemi" allegata al presente SIA, l'intervento in progetto si pone nell'unico tratto all'aperto, costituito dalla rotatoria sulla SS1 esistente, in corrispondenza dell'ecosistema urbano-industriale, afferente agli ecosistemi artificiali e pertanto dotato di uno scarso-nullo grado di naturalità.
La restante parte di progetto che si sviluppa in galleria naturale interessa oltre all'ecosistema urbano-industriale anche ecosistemi naturali e seminaturali, quali l'ecosistema boschivo e quello arbustivo; tuttavia dato lo sviluppo in sotterraneo delle opere non si riscontrano interferenze reali con le unità ecosistemiche soprarichiamate.

5.4 Connessioni ecologiche

Dal punto di vista ecosistemico l'area si presenta piuttosto frammentata; l'inserimento di ampie aree urbanizzate è stato probabilmente il primo artefice dell'interruzione della continuità dei boschi e dei sistemi vegetazionali spontanei, che tuttavia sia mantengono estese nell'area vasta.
Nell'ambito di studio sono state individuate, con il supporto delle cartografie realizzate dalla Regione Liguria, le reti ecologiche che caratterizzano il contesto territoriale.
In particolare la rete ecologica ligure individua i seguenti elementi di collegamento ecologico-funzionale:
Nuclei centrali: costituite dalle aree della Rete Natura 2000 ovvero dalle altre aree naturali protette esterne a quelle Natura 2000, di sicura valenza ecologica. Nella terminologia ecologica possono identificarsi con le core areas.
Aree di interconnessione territoriale, che permettono il mantenimento dell'integrità ecologica dei nuclei centrali attraverso una connessione reciproca.
Questi sono stati così suddivisi:
Corridoi Ecologici costituiscono una connessione di grande importanza per tutti gli ecological groups , ma sono particolarmente adatti alle specie legate ai corsi d'acqua, a quelle forestali e a quelle di ambiente prativo-arbustivo.
Tappe di Attraversamento (stepping stones) sono aree di sicura valenza ecologica per la funzionalità della rete, di ridotte dimensioni o addirittura puntiformi, per le quali però non sono possibili connessioni alla rete. In questa tipologia si ritrovano talora, per situazioni particolari di isolamento, alcune zone ecotonali, grotte, rupi, pozze, zone umide e alcune aree di fauna minore. Tali aree permettono, attraverso una sequenza di piccole aree di idoneità ecologica fra loro separate, una connessione per il gruppo di specie target.
Nell'area di intervento sono inoltre state individuate delle **fasce ecotonali** che rappresentano la zona di contatto tra due habitat adiacenti (caratterizzati da condizioni diverse), ove convivono non solo gli organismi tipici della fascia ecotonale, ma anche quelli appartenenti agli habitat confinanti. In questa situazione si verifica un aumento nel numero di specie e nella densità delle popolazioni (effetto margine).

L'infrastruttura in progetto si pone in prossimità di un'area ecotonale posta a ridosso della fascia litoranea, costituita da una zona verde con vegetazione boschiva ed arbustiva all'interno di un ambito sufficientemente esteso; in tale area è segnalata la presenza puntuale di alcune specie faunistiche e vegetazionali che favoriscono l'innalzamento del livello di biodiversità. Lo sviluppo dell'intervento risulta, a meno della rotatoria di innesto sulla attuale SS1, che è posta al di fuori dell'area ecotonale suddetta, tutta in galleria e pertanto non sono presenti interferenze.

5.5 Interazioni opera – ambiente

L'interferenza potenziale con gli ecosistemi e la rete ecologica presenti nell'area in esame sono state valutate in funzione della categoria: sottrazione e frammentazione degli ecosistemi.
Come è stato descritto nelle analisi precedenti, la nuova opera si inserirà in un contesto già disturbato. L'opera in progetto si sviluppa sostanzialmente tutta in galleria naturale con la sola opera all'aperto costituita dalla rotatoria sulla Aurelia attuale; l'intervento non comporta la sottrazione di elementi ecosistemici ad elevata o media naturalità né rappresenta una frammentazione della continuità ecologica, non definendo rilevanti variazione dello stato attuale.
Le uniche zone in corrispondenza delle quali è prevedibile una possibile interferenza, sono quelle sulle quali si interverrà dal piano campagna per gli interventi di consolidamento del fronte delle gallerie; tali lavorazioni comporteranno una inevitabile interferenza con l'ecosistema boschivo e dei corsi d'acqua lungo il Rio Termine, riducendone l'estensione (sottrazione di ecosistemi) o alterandone la continuità (frammentazione di ecosistemi).
Tuttavia si rileva che la sottrazione di tali elementi interessa una superficie limitata e pertanto, non si prevedono effetti significativi sul grado di conservazione dell'ecosistema e delle comunità floristico-vegetazionale e faunistico che lo caratterizzano.

6 RUMORE

6.1 Premessa

Il presente studio acustico è stato strutturato su una serie di simulazioni su tre scenari: ante operam, opzione 0 e post operam, affiancate da una campagna di misura condotta allo scopo di verificare il clima acustico e se necessario tarare il modello di simulazione.

Le misure sono state effettuate dopo aver costruito un primo modello di simulazione per verificare la correttezza del modello realizzato e la similarità del campo acustico simulato con quello riscontrato in loco.

Nel corso dei sopralluoghi è stato anche effettuato un censimento dei ricettori presenti in un raggio di 250 metri, allargato per i ricettori sensibili fino ad un raggio di 500 metri, pur se l'influenza del rumore emesso nell'area della rotonda, complice anche la complessa morfologia dell'area, raggiunge ed influenza unicamente i tre ricettori più prossimi.

Per quanto riguarda i traffici inseriti nel modello di simulazione, essi sono stati forniti dall'ANAS e sono basati su rilievi effettuati dal Comune di Albissola marina.

Il presente studio, come pure le misure ad esso allegate sono stati eseguiti dall'Ing. Micheladolfo Bianchi T.C. in Acustica Ambientale iscritto nelle liste della Regione Lazio con il n 13.

6.2 Normativa di riferimento

6.2.1 D.P.C.M. 1° marzo 1991

Il DPCM 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" si proponeva di stabilire "limiti di accettabilità di livelli di rumore validi su tutto il territorio nazionale, quali misure immediate ed urgenti di salvaguardia della qualità ambientale e della esposizione urbana al rumore, in attesa dell'approvazione dei decreti attuativi della legge quadro in materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico, che fissi i limiti adeguati al progresso tecnologico ed alle esigenze emerse in sede di prima applicazione del presente decreto".

Con l'approvazione della legge quadro 447/95 tale decreto è stato parzialmente abrogato, ma alcune definizioni sono state riprese dai provvedimenti successivi e restano pertanto valide.

I limiti ammissibili in ambiente esterno vengono stabiliti sulla base del piano di zonizzazione acustica redatto dai Comuni che, sulla base di indicatori di natura urbanistica (densità di popolazione, presenza di attività produttive, presenza di infrastrutture di trasporto, ecc.) suddividono il proprio territorio in zone diversamente "sensibili". A tali zone, caratterizzate in termini descrittivi nella Tabella 1.1 del DPCM (ripresa nella Tabella A del DPCM 14/11/97) sono associati dei valori di livello di rumore limite diurno e notturno espressi in termini di livello equivalente continuo misurato con curva di ponderazione A (ripresi nella Tabella C del DPCM 14/11/97), corretto per tenere conto della eventuale presenza di componenti impulsive o componenti tonali. Tale valore è definito livello di rumore ambientale corretto, mentre il livello di fondo in assenza della specifica sorgente è detto livello di rumore residuo.

L'accettabilità del rumore si basa sul rispetto di due criteri distinti: il criterio differenziale e quello assoluto.

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno	Notturno
I	Aree particolarmente protette	50	40
II	Aree prevalentemente residenziali	55	45
III	Aree di tipo misto	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 6.1 - Valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente (Leq A) relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio di riferimento. (DPCM 1 marzo 1991)

Criterio differenziale

E' riferito agli ambienti confinati, per il quale la differenza tra livello di rumore ambientale corretto e livello di rumore residuo non deve superare 5 dBA nel periodo diurno (ore 6:00÷22:00) e 3 dBA nel periodo notturno (ore 22:00÷6:00). Le misure si intendono effettuate all'interno del locale disturbato a finestre aperte. Il rumore ambientale non deve comunque superare i valori di 60 dBA nel periodo diurno e 45 dBA nel periodo notturno a finestre chiuse. Il rumore ambientale è sempre accettabile se, a finestre chiuse, non si superano i valori di 40 dBA di giorno e 30 dBA di notte.

Non si applica alle infrastrutture lineari di trasporto.

Criterio assoluto

E' riferito agli ambienti esterni, per il quale è necessario verificare che il livello di rumore ambientale corretto non superi i limiti assoluti stabiliti in funzione della destinazione d'uso del territorio e della fascia oraria. In attesa dell'attuazione della zonizzazione del territorio comunale, si applicano per le sorgenti sonore fisse i limiti di accettabilità riportati in Tabella 8.2, dove: con zona territoriale omogenea «A» il D.M. 1444/68 intende le parti del territorio interessate da agglomerati urbani che rivestono carattere storico, artistico o di particolare pregio ambientale; con zona territoriale omogenea «B» il D.M. 1444/68 intende le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate

diverse dalle zone A (si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 12.5 % - un ottavo - della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore a 1.5 mc/mq).

Classi di destinazione d'uso del territorio	TEMPI DI RIFERIMENTO	
	diurno (6.00 -22.00)	notturno (22.00 - 6.00)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (ex D.M. 1444/68)	65	55
Zona B (ex D.M. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Tabella 6.2 - Valori limite di immissione in dB(A) (ex Art. 6 DPCM 1/3/91)

6.2.2 Legge 26 ottobre 1995, n. 447, legge quadro sull'inquinamento acustico

La legge quadro sull'inquinamento acustico, denominata Legge 26 ottobre 1995, n. 447, non è ancora entrata nella sua piena operatività perché non sono stati completamente pubblicati i regolamenti attuativi.

È la prima legge sul rumore emessa in Italia su iniziativa nazionale, senza il dover aderire ad un direttiva della Unione Europea.

È una legge quadro, ossia senza voler addentrarsi nei particolari giuridici affronta in termini esaustivi un singolo argomento esaurendolo completamente.

Stabilisce in primo luogo le competenze dei vari organi della pubblica amministrazione (Stato, Regioni, Comuni), delinea la figura del tecnico competente, affronta il problema del trasporto pubblico e privato, da sempre escluso dalle varie legislazioni succedutesi negli anni.

Il primo articolo, brevissimo illustra le finalità della legge:

"La presente legge stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, ai sensi e per gli effetti dell'articolo 117 della costituzione."

Con il secondo si affrontano le definizioni legate alla materia: sono citate solamente quelle nuove o modificate, per le altre si rimanda al D.P.C.M. 1° marzo 1991; è inoltre presente un riferimento al D.Lgs. 277 del 1991 che regolamenta tra l'altro l'esposizione al rumore in ambiente di lavoro.

Infine si fissa la figura del tecnico competente, si dispone la creazione di albi regionali e si fissa il principio della separazione delle attività: chi effettua i controlli non può anche svolgere le attività sulle quali deve essere effettuato il controllo.

Le competenze dello stato

Fra le competenze centrali, un ruolo propulsivo è assegnato al Ministero dell'Ambiente, in raccordo con altri Ministeri tramite lo strumento del "concerto".

L'art. 3 espone le competenze dello Stato, tra cui:

- La determinazione dei valori definiti nell'articolo 2,
- La definizione della normativa tecnica e della sua applicazione per quanto riguarda i nuovi prodotti,
- La determinazione delle tecniche di rilevamento del rumore,
- Il coordinamento dell'attività di ricerca,
- La determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore e dei requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti,
- L'indicazione dei criteri per la progettazione, l'esecuzione e la ristrutturazione delle costruzioni edilizie e delle infrastrutture dei trasporti,
- La determinazione dei requisiti dei sistemi di allarme ed antifurto,
- La determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di pubblico intrattenimento,
- l'adozione di piani pluriennali per il contenimento delle emissioni sonore prodotte per lo svolgimento di servizi pubblici essenziali,
- La determinazione dei criteri di misurazione del rumore emesso da aeromobili e imbarcazioni,
- La determinazione dei criteri per la classificazione degli aeroporti, l'adozione di misure per il controllo e la riduzione del rumore, l'individuazione delle aree di rispetto urbanistico, la progettazione e la gestione dei sistemi di monitoraggio,

Tutto ciò doveva essere effettuato entro diciotto mesi dalla data di entrata in vigore della legge con decreti armonizzati con le direttive della U.E. riconosciute dallo Stato italiano.

In particolare, a quasi 20 anni dall'entrata in vigore della L. 447/95 la situazione è la seguente:

- iter avviato e concluso per sedici decreti attuativi, e precisamente:
  - → D. Min. Ambiente 11/12/1996 "Applicazione del criteri differenziale per gli impianti di ciclo continuo"
  - → D.P.C.M. 18/9/1997: "Determinazione dei requisiti delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante"
  - → D. Min. Ambiente 31/10/1997 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale"
  - → D.P.C.M. 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

- → D.P.C.M. 5/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- → D.P.R. 11/12/1997 n. 496 "Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili".
- → D.P.C.M. 19/12/1997 "Proroga dei termini per l'acquisizione e l'installazione delle apparecchiature di controllo e registrazione nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 18 settembre 1997.
- → D. Min. Amb. 16/3/1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"
- → D.P.C.M. 31/03/1998 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 «Legge quadro sull'inquinamento acustico»".
- → D.P.R. 18/11/1998 n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'Articolo 11 della L. 447 del 26/10/95 inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario
- → D.P.C.M. 16/04/1999 n.215 "Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi".
- → D. Min. Amb. 20/5/1999 "Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico".
- → D. Min. Amb. 29/11/2000 "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".
- → D.P.R. 3/04/2001 n.304 "Regolamento recante disciplina delle emissioni sonore prodotte nello svolgimento delle attività motoristiche, a norma dell'art. 11 della legge 26 novembre 1995, n. 447".
- → D. Min. Amb. 23/11/2001 "Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle societa' e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".
- → DPR 30/03/2004 n.142 regolamento recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico da traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447

Le competenze delle Regioni

La legge quadro attribuisce alle regioni una competenza legislativa in materia: le normative regionali, finalizzate a dettare criteri generali e a specificare modalità necessarie per l'esercizio dell'attività amministrativa che costituiscono la base delle zonizzazioni acustiche del territorio e delle analisi previsionali di impatto acustico per le aree a rischio ed i nuovi insediamenti e/o sorgenti di rumore.

L'art. 4 imponeva alle regioni entro il termine di un anno (30 dicembre 1996) di definire con legge:

- I criteri con cui i comuni procedono alla classificazione del proprio territorio prevedendo piani di risanamento nel caso di non omogeneità tra aree confinanti di comuni limitrofi e poteri sostitutivi in caso di inerzia o conflitto tra gli stessi prevedendo inoltre scadenze e sanzioni,
- Le modalità di controllo del rispetto della normativa per la tutela dall'inquinamento acustico all'atto del rilascio di concessioni edilizie e licenze relative a nuovi impianti ed infrastrutture relativi ad attività produttive, sportive, ricreative e "postazioni di servizi commerciali polifunzionali",
- I criteri per l'introduzione da parte dei comuni il cui territorio presenti un rilevante interesse paesaggistico-ambientale e turistico di valori inferiori a quelli validi su tutto il territorio nazionale,
- Le modalità di rilascio delle autorizzazioni comunali per lo svolgimento di attività o manifestazioni temporanee in luogo pubblico o aperto al pubblico qualora queste prevedano macchinari od impianti rumorosi,
- Le competenze delle province
- L'organizzazione nell'ambito del territorio regionale dei servizi di controllo
- Criteri da seguire per la redazione di impatto acustico relativa alla realizzazione, modifica o al potenziamento delle opere che ne abbisognano (elencate all'art. 8),
- I criteri per la identificazione delle priorità temporali degli interventi di bonifica acustica del territorio.

Compito delle regioni è anche la stesura di un piano regionale triennale di intervento per la bonifica dall'inquinamento acustico.

Attualmente non tutte le regioni hanno pubblicato le leggi regionali previste.

Le competenze delle province

Sono di competenza delle province (art. 5):

- Funzioni amministrative previste dalla legge per l'ordinamento delle autonomie locali,
- Funzioni eventualmente loro affidate dalle regioni,
- Funzioni di controllo e vigilanza tramite l'agenzia regionale.

Le competenze dei Comuni

Ai comuni è stato attribuito il ruolo di ente di riferimento per la prevenzione e il risanamento dell'inquinamento acustico. In base all'art. 6 sono di competenza dei comuni, secondo le leggi statali e regionali e i rispettivi statuti:

- La classificazione del territorio comunale,
- L'adozione dei piani di risanamento di cui all'art. 7,
- Il controllo del rispetto della normativa per la tutela dall'inquinamento acustico all'atto del rilascio di concessioni edilizie e licenze relative a nuovi impianti ed infrastrutture relativi ad attività produttive, sportive, ricreative e "postazioni di servizi commerciali polifunzionali",
- L'adozione di regolamenti per l'attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dall'inquinamento acustico,
- La rilevazione ed il controllo delle emissioni sonore prodotte dai veicoli,
- Le autorizzazioni comunali per lo svolgimento di attività o manifestazioni temporanee in luogo pubblico o aperto al pubblico qualora queste prevedano macchinari od impianti rumorosi.

Inoltre entro un anno i comuni devono adeguare i regolamenti locali di igiene e sanità o di polizia municipale con particolare riferimento al controllo, al contenimento ed all'abbattimento delle emissioni sonore derivanti dalla circolazione degli autoveicoli.

I comuni il cui territorio presenti un rilevante interesse paesaggistico-ambientale e turistico hanno facoltà di introdurre valori inferiori a quelli validi su tutto il territorio nazionale.

Sono fatte salve le azioni espletate dai comuni ai sensi del D.P.C.M. 1° marzo 1991 prima della data di entrata in vigore della presente legge, così come gli interventi di risanamento eseguiti dalle imprese; qualora questi ultimi risultassero inadeguati rispetto ai limiti previsti dalla classificazione del territorio comunale viene concesso il tempo necessario per l'adeguamento. La zonizzazione del territorio comunale è senza dubbio l'adempimento di maggior rilievo tra quelli previsti, e costituisce la condizione di base per tutti gli adempimenti successivi. I valori limite introdotti dal D.P.C.M. 14/11/97, ad es., sono applicabili esclusivamente in presenza della classificazione del territorio comunale.

Il piano di risanamento acustico

Nel caso di superamento dei valori di attenzione o di impossibilità di armonizzare aree contigue di comuni limitrofi i comuni provvedono all'adozione di piani di risanamento acustico, assicurando il coordinamento con il piano urbano del traffico (D.L. 285/1992) e con i piani previsti dalla vigente legislazione in materia ambientale.

I piani di risanamento acustico devono contenere:

- L'individuazione della tipologia ed entità dei rumori presenti, incluse le sorgenti mobili, nelle zone da risanare.
- L'individuazione dei soggetti a cui compete l'intervento.
- L'indicazione delle priorità, delle modalità e dei tempi per il risanamento.
- La stima degli oneri finanziari e dei mezzi necessari.
- Le eventuali misure cautelari d'urgenza per la tutela dell'ambiente e della salute pubblica.
- In caso di inerzia del comune ed in presenza di gravi e particolari problemi di inquinamento acustico si provvede all'adozione del piano a cura della regione.

Il piano di risanamento può essere adottato da comuni diversi da quello in cui ha sede la fonte di rumore.

Nei comuni con oltre cinquantamila abitanti la giunta comunale deve presentare al consiglio comunale una relazione biennale sullo stato acustico del comune.

Disposizioni in materia di impatto acustico

I progetti sottoposti a valutazione dell'impatto ambientale devono essere redatti in conformità alle esigenze di tutela dall'inquinamento acustico delle popolazioni interessate.

Su richiesta dei comuni i soggetti titolari dei progetti o delle opere devono predisporre una documentazione di impatto acustico relativa alla realizzazione, alla modifica o al potenziamento di:

- aeroporti, aviosuperfici, eliporti.
- autostrade, strade extraurbane principali e secondarie, strade urbane di scorrimento e di quartiere, strade locali.
- discoteche.
- circoli privati e pubblici esercizi ove sono installati macchinari o impianti rumorosi.

- impianti sportivi e ricreativi.
- ferrovie ed altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia.

È fatto obbligo di produrre una valutazione previsionale del clima acustico delle aree interessate alla realizzazione delle seguenti tipologie di insediamenti:

- scuole ed asili nido.
- ospedali.
- case di cura e di riposo.
- parchi pubblici urbani ed extraurbani.
- nuovi insediamenti residenziali prossimi alle opere di cui alla lista precedente.

Le domande per il rilascio di concessioni edilizie e licenze relative a nuovi impianti ed infrastrutture relativi ad attività produttive, sportive, ricreative e "postazioni di servizi commerciali polifunzionali" devono contenere una documentazione di previsione di impatto acustico.
La domanda di licenza o autorizzazione all'esercizio di attività di cui al punto precedente che si prevede che possano produrre valori di emissione superiori a quelli considerati accettabili dalla presente legge deve contenere l'indicazione delle misure previste per ridurre o eliminare le emissioni sonore causate dall'attività o dagli impianti; la relativa documentazione deve essere inviata all'ufficio competente per l'ambiente del comune ai fini del rilascio del relativo nullaosta.

Ordinanze urgenti

Qualora sia richiesto da eccezionali ed urgenti necessità di tutela della salute pubblica o dell'ambiente il sindaco, il presidente della provincia, il presidente della giunta regionale, il prefetto, il Ministro dell'ambiente, e il presidente del consiglio dei ministri nell'ambito delle loro rispettive competenze, con provvedimento motivato possono ordinare il ricorso temporaneo a speciali forme di contenimento o di abbattimento delle emissioni sonore, inclusa l'inibitoria parziale o totale di determinate attività.
Nel caso di servizi pubblici essenziali tale facoltà è riservata unicamente al presidente del consiglio dei ministri. Restano salvi i poteri degli organi dello stato preposti, in base alle leggi vigenti alla tutela della sicurezza pubblica.

Sanzioni amministrative

Nell'art. 10 si legge:" Fatto salvo quanto previsto dall'art. 659 del codice penale, chiunque non ottempera al provvedimento legittimamente adottato dall'autorità competente è punito con la sanzione amministrativa del pagamento di una somma da € 1.036 (L. 2.000.000) a € 10.360 (L. 20.000.000)". Chiunque supera i valori limite di emissione e immissione è punito con la sanzione amministrativa del pagamento di una somma da € 516 (L. 1.000.000) a € 5.160 (L. 10.000.000). La violazione dei regolamenti è punita con la sanzione amministrativa del pagamento di una somma da € 208 (L. 500.000) a € 10.360 (L. 20.000.000).
I gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture ivi comprese le autostrade in caso di superamento dei valori limite hanno l'obbligo di predisporre e presentare al comune entro un anno piani di contenimento ed abbattimento del rumore e sono obbligati ad impegnare una quota non inferiore al 5 per cento dei fondi per la manutenzione ed il potenziamento delle infrastrutture; per l'ANAS questa quota è ridotta all'1,5 per cento.

Regolamenti di attuazione

Entro un anno dall'entrata in vigore della legge dovevano essere emanati regolamenti di esecuzione, distinti per sorgente sonora relativamente al traffico veicolare marittimo ed aereo e loro infrastrutture.
I regolamenti saranno armonizzati con le direttive U.E. recepite dallo Stato.
Le attività militari sono regolate da comitati misti.
Durante le trasmissioni TV è vietato trasmettere pubblicità a volume più alto dei programmi.
Le regioni possono concedere contributi ai comuni, con precedenza per quelli che hanno presentato il piano di risanamento.
Fino all'adozione dei provvedimenti e regolamenti di competenza statale si applicano, per quanto non in contrasto con la presente legge, le disposizioni contenute nel D.P.C.M. 1° marzo 1991 fatta eccezione per le infrastrutture dei trasporti.
Le imprese devono entro sei mesi dalla classificazione del territorio comunale presentare il piano di risanamento; altrimenti devono adeguarsi ai limiti fissati.
Entro 90 giorni dall'entrata in vigore della legge, inoltre doveva essere emanato un apposito regolamento nel quale fossero individuati gli atti normativi incompatibili con la legge 447 da ritenersi abrogati con effetto dalla data di entrata in vigore del regolamento medesimo.

6.2.3 D.P.C.M. 14 Novembre 1997

Il DPCM del 14/11/97 «Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore», pubblicato sulla G.U. n. 280 del 1/12/97, in attuazione alla Legge Quadro sul rumore (Art. 3 Comma 1, lettera a), definisce per ogni classe di destinazione d'uso del territorio (Tabella 1.3):

- Valori limite di emissione

- Valori limite di immissione
- Valori di attenzione
- Valori di qualità

Con riferimento alle varie classi di destinazione d'uso vengono individuati i **valori limite di emissione** riportati in Tabella 8.4, che fissano il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.

I valori limite si applicano a tutte le aree del territorio circostanti la sorgente di rumore secondo le rispettive classificazioni in zone, non viene specificato l'ambito spaziale di applicabilità del limite essendo evidentemente correlato alla magnitudo della fonte di emissione e alla tipologia di territorio circostante. I rilevamenti e le verifiche sono effettuate in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

I limiti indicati non sono applicabili alle fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto in corrispondenza delle quali è compito dei Decreti Attuativi fornire indicazioni.

Per ogni classe di destinazione d'uso del territorio vengono individuati i **valori limite di immissione** riportati in Tabella 1.5 cioè il valore massimo assoluto di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente esterno, misurato in prossimità del ricettore. Nel caso di infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, aeroportuali e di tutte le altre sorgenti regolate da Regolamenti di Esecuzione di cui all'Art. 11 della 447/95, i limiti non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza. All'esterno delle fasce di rispetto tali sorgenti concorrono viceversa al raggiungimento dei limiti assoluti di rumore.

I valori limite differenziali di immissione sono determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo e vengono fissati all'interno degli ambienti abitativi in ragione di:

- 5 dB per il periodo diurno (6.00-22.00);
- 3 dB per il periodo notturno (22.00-6.00).

Tali valori non si applicano nelle aree classificate nella classe VI:

- se il rumore ambientale a finestre aperte sia inferiore a 50 dBA di giorno e 40 dBA di notte;
- se il rumore ambientale a finestre chiuse sia inferiore a 35 dBA di giorno e 25 dBA di notte;
- al rumore da infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
- al rumore da attività da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;
- al rumore da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

Il rumore ambientale è il livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. In pratica è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalla specifica sorgente disturbante.

Il rumore residuo è il livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A che si rileva quando si escludono le specifiche sorgenti disturbanti.

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

Tabella 6.3 - Classi di zonizzazione acustica del territorio (ex Art. 1 DPCM 14/11/97 - Tab. A)

Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	diurno (6.00 -22.00)	notturno (22.00 -6.00)
I: aree particolarmente protette	45	35
II: aree prevalentemente residenziali	50	40
III: aree di tipo misto	55	45
IV: aree di intensa attività umana	60	50
V: aree prevalentemente industriali	65	55
VI: aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 6.4 - Valori limite di emissione in dB(A) (ex Art. 2 DPCM 14/11/97 - Tab. B)

Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	diurno (6.00 -22.00)	notturno (22.00 - 6.00)
I: aree particolarmente protette	50	40
II: aree prevalentemente residenziali	55	45
III: aree di tipo misto	60	50
IV: aree di intensa attività umana	65	55
V: aree prevalentemente industriali	70	60
VI: aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 6.5 - Valori limite di immissione in dB(A) (ex Art. 3 DPCM 14/11/97 - Tab. C)

I valori di attenzione rappresentano il livello di rumore che segnala la presenza di un potenziale di rischio per la salute umana o per l'ambiente:

- se riferiti a 1 ora sono uguali ai valori di immissione aumentati di 10 dB(A) per il giorno e di 5 dB(A) per la notte;
- se relativi all'intero tempo di riferimento sono uguali ai valori di immissione.

I valori di attenzione non si applicano alle fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime e aeroportuali.
Con riferimento alle varie classi di destinazione d'uso vengono infine individuati i **valori di qualità** riportati in Tabella 1.6 Essi rappresentano 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 Legge Quadro.

Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	diurno (6.00 -22.00)	notturno (22.00 -6.00)
I: aree particolarmente protette	47	37
II: aree prevalentemente residenziali	52	42
III: aree di tipo misto	57	47
IV: aree di intensa attività umana	62	52
V: aree prevalentemente industriali	67	57
VI: aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 6.6 - Valori di qualità in dB(A) (ex Art. 7 DPCM 14/11/97 - Tab. D)

6.2.4 DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 marzo 2004, n. 142

Si riporta per interesse specifico in maniera approfondita questo decreto in coerenza all'inserimento infrastrutturale proposto, tale decreto è il regolamento recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico da traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Articolo 1 (Definizioni)

Ai fini dell'applicazione del presente decreto si intende per:

- infrastruttura stradale: l'insieme della superficie stradale, delle strutture e degli impianti di competenza dell'ente proprietario, concessionario o gestore necessari per garantire la funzionalità e la sicurezza della strada stessa;
- infrastruttura stradale esistente: quella effettivamente in esercizio o in corso di realizzazione o per la quale è stato approvato il progetto definitivo alla data di entrata in vigore del presente decreto;
- infrastruttura stradale di nuova realizzazione: quella in fase di progettazione alla data di entrata in vigore del presente decreto e comunque non ricadente nella lettera b);
- ampliamento in sede di infrastruttura stradale in esercizio: la costruzione di una o più corsie in affiancamento a quelle esistenti, ove destinate al traffico veicolare;
- affiancamento di infrastrutture stradali di nuova realizzazione a infrastrutture stradali esistenti: realizzazione di infrastrutture parallele a infrastrutture esistenti o confluenti, tra le quali non esistono aree intercluse non di pertinenza delle infrastrutture stradali stesse;

- confine stradale: limite della proprietà stradale quale risulta dagli atti di acquisizione o dalle fasce di esproprio del progetto approvato; in mancanza, il confine è costituito dal ciglio esterno del fosso di guardia o della cunetta, ove esistenti, o dal piede della scarpata se la strada è in rilevato o dal ciglio superiore della scarpata se la strada è in trincea, secondo quanto disposto dall'articolo 3 del decreto legislativo n. 285 del 1992 e successive modificazioni;
- sede stradale: superficie compresa entro i confini stradali, secondo quanto disposto dall'articolo 3 del decreto legislativo n. 285 del 1992 e successive modificazioni;
- 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 ed I km per le tratte autostradali di attraversamento urbano, le tangenziali e le strade urbane di scorrimento;
- 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 ferina la disciplina di cui al decreto legislativo 15 agosto 1991, n. 277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne a locali in cui si svolgono le attività produttive;
- ricettore: qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività lavorativa 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 infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 2, lettera b), ovvero vigenti alla, data di entrata in vigore del presente decreto per le infrastrutture di cui al l'articolo 2, comma 2, lettera a);
- centro abitato: insieme di edifici, delimitato lungo le vie d'accesso dagli appositi segnali di inizio e fine. Per insieme di edifici si intende un raggruppamento continuo, ancorché intervallato da strade, piazze, giardini o simili, costituito da non meno di venticinque fabbricati e da aree di uso pubblico con accessi veicolari o pedonali sulla strada, secondo quanto disposto dall'articolo 3 del decreto legislativo n. 285 del 1992 e successive modificazioni;
- fascia di pertinenza acustica: striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale, per ciascun lato dell'infrastruttura, a partire dal confine stradale, per la quale il presente decreto stabilisce i limiti di immissione del rumore.

Articolo 2 (Campo di applicazione)

- Il presente decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture stradali di cui al comma 2.
- Le infrastrutture stradali sono definite dall'articolo 2 del decreto legislativo del 30 aprile 1992, n. 285, e successive modifiche, nonché dall'allegato 1 al presente decreto:
  - → autostrade;
  - → strade extraurbane principali;
  - → strade extraurbane secondarie;
  - → strade urbane di scorrimento;
  - → strade urbane di quartiere;
  - → strade locali.

Le disposizioni di cui al presente decreto si applicano:

- alle infrastrutture esistenti, al loro ampliamento in sede e alle nuove infrastrutture in affiancamento a quelle esistenti, alle loro varianti;
- alle infrastrutture di nuova realizzazione.
- Alle infrastrutture di cui al comma 2 non si applica il disposto degli articoli 2, 6 e 7 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997.
- I valori limite di immissione stabiliti dal presente decreto sono verificati, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione, in conformità a quanto disposto dal decreto dei Ministro dell'ambiente del 16 marzo 1998 e devono essere riferiti al solo rumore prodotto dalle infrastrutture stradali.

Articolo 3 (Fascia di pertinenza acustica)

- Per le infrastrutture stradali di tipo A, B, C, D, E ed F, le rispettive fasce territoriali di pertinenza acustica sono fissate come dall'allegato 1. tabelle 1 e 2.
- Nel caso di fasce divise in due parti si dovrà considerare una prima parte più vicina all'infrastruttura definita fascia A ed una seconda più distante denominata fascia B.

- Nel caso di realizzazione di nuove infrastrutture, in affiancamento ad una esistente, la fascia di pertinenza acustica si calcola a partire dal confine dell'infrastruttura preesistente.

Articolo 4 (Limiti di immissione per infrastrutture stradali di nuova realizzazione)

- II presente articolo si applica alle infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 3, lettera b).
- Per le infrastrutture di cui al comma 1 il proponente l'opera individua i corridoi progettuali che possano garantire la migliore tutela dei ricettori presenti all'interno della fascia di studio di ampiezza pari a quella di pertinenza, estesa ad una dimensione doppia in caso di presenza di scuole, ospedali, case di cura e case di riposo.
- Le infrastrutture di cui al comma 1, rispettano i valori limite di immissione fissati dall'allegato 1, tabella I.

Articolo 5 (Limiti di immissione per infrastrutture stradali esistenti)

- Il presente articolo si applica alle infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 3, lettera a), per le quali si applicano i valori fissati dall'allegato 1, tabella 2.
- I valori limite di immissione di cui al comma 1, devono essere conseguiti mediante l'attività pluriennale di risanamento di cui al decreto del Ministro dell'ambiente del 29 novembre 2000, con l'esclusione delle infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento di infrastrutture esistenti e delle varianti di infrastrutture esistenti per le quali tali valori limite si applicano a partire dalla data di entrata in vigore del presente decreto, fermo restando che il relativo impegno economico per le opere di mitigazione è da computarsi nell'insieme degli interventi effettuati nell'anno di riferimento del gestore.
- In via prioritaria l'attività pluriennale di risanamento dovrà essere attuata all'intenso dell'intera fascia di pertinenza acustica per quanto riguarda scuole, ospedali, case di cura e case di riposo e, per quanto riguarda tutti gli altri ricettori, all'interno della fascia più vicina all'infrastruttura, con le modalità di cui all'articolo 3, comma 1, lettera i), e dall'articolo 10, comma 5, della legge 26 ottobre 1995, n. 447. All'esterno della fascia più vicina all'infrastruttura, le rimanenti attività di risanamento dovranno essere armonizzate con i piani di cui all'articolo 7 della legge n. 447 del 1995.

Articolo 6 (Interventi per il rispetto dei limiti)

- Per le infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 3, il rispetto dei valori riportati dall'allegato 1 e, al di fuori della fascia di pertinenza acustica, il rispetto dei valori stabiliti nella tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, è verificato in facciata degli edifici ad 1 metro dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione nonché dei ricettori.
- Qualora i valori limite per le infrastrutture di cui al comma 1, ed i valori limite al di fuori della lascia di pertinenza, stabiliti nella 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 evidenzi l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui recettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:
  - 35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
  - 40 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori di carattere abitativo;
  - 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.
- valori di cui al comma 2 sono valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1,5 metri dal pavimento.
- Per i recettori inclusi nella fascia di pertinenza acustica di cui all'articolo 3, devono essere individuate ed adottate opere di mitigazione sulla sorgente, lungo la via di propagazione del rumore e direttamente sul ricettore, per ridurre l'inquinamento acustico prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura, con l'adozione delle migliori tecnologie disponibili, tenuto conto delle implicazioni di carattere tecnico-economico.

Articolo 7 (Interventi diretti sul ricettore)

- Per le infrastrutture di cui all'articolo 2, comma. 3, gli interventi di cui all'articolo 6, comma 2, sono attuati sulla base di linee guida predisposte dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, di concerto con i Ministri della salute e delle infrastrutture e dei trasporti.

Articolo 8 (Interventi di risanamento acustico a carico del titolare)

- In caso di infrastrutture di cui all'articolo 1, comma 1, lettera b), gli interventi per il rispetto dei limiti di cui agli articoli 5 e 6 sono a carico del titolare della concessione edilizia o del permesso di costruire, se rilasciata dopo la data di entrata in vigore del presente decreto.

- In caso di infrastrutture di cui all'articolo 1, comma 1, lettere c), d), e) ed h), gli interventi per il rispetto dei propri limiti di cui agli articoli 4, 5 e 6 sono a carico del titolare della concessione edilizia o del permesso di costruire, se rilasciata dopo la data di approvazione del progetto definitivo dell'infrastruttura stradale per la parte eccedente l'intervento di mitigazione previsto a salvaguardia di eventuali aree territoriali edificabili di cui all'articolo 1 comma 1, lettera l), necessario ad assicurare il rispetto dei limiti di immissione ad una altezza di 4 metri dal piano di campagna.

Articolo 9 (Verifica dei limiti di emissione degli autoveicoli)

- Fermo restando quanto stabilito dalle norme nazionali e comunitarie in materia di sicurezza e di emissioni sonore, gli autoveicoli sono sottoposti a verifica, secondo le disposizioni di cui all'articolo 80 del decreto legislativo 30 aprile 1992 n. 285, e successive modifiche, per accertarne la rispondenza alla certificazione di omologazione ai fini acustici.

Articolo 10 (Monitoraggio)

- I sistemi di monitoraggio per il rilevamento dell'inquinamento da rumore prodotto nell'esercizio delle infrastrutture stradali devono essere realizzati in conformità alle direttive impartite dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, sentito il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti ai sensi dell'articolo 227 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285.
- Per i sistemi di cui al comma 1, i gestori provvederanno sulla base dei compiti istituzionali avvalendosi degli ordinari stanziamenti di bilancio.

Articolo 11 (Disposizioni finali)

- Ai fini della valutazione degli interventi di risanamento di cui all'allegato 1 del decreto del Ministro dell'ambiente del 29 novembre 2000, sono da considerare anche gli interventi di risanamento acustico effettuati alla data di entrata in vigore del presente decreto.
- Sono fatte salve le prescrizioni inserite nei provvedimenti di approvazione di progetti definitivi, qualora più restrittive dei limiti previsti, antecedenti alla data di entrata in vigore del presente decreto.

6.3 Inquadramento del territorio interferito dalla realizzazione dell'opera

L'area interferita dal progetto per quanto riguarda la componente rumore ricade nella valle del Rio Termine tra la costa e l'autostrada autostrada A10 ed è inferiore a 1 kmq. L'area cade al confine tra i territori comunali di Savona ed Albissola Marina, i ricettori censiti sono quasi tutti nel territorio di Savona.

L'area è caratterizzata dalla presenza di un tessuto urbano discontinuo costituito da alcuni edifici situati in prossimità della SS1 Aurelia in corrispondenza della foce del Rio Termine ed altri realizzati a monte di Via Genova, una strada tortuosa a mezza costa utilizzata dai locali come alternativa alla Via Aurelia, nel tratto in esame denominata Lungomare Matteotti. Il resto dell'area è costituito da ripidi versanti a bosco, allo stato attuale abbandonati.

La Via Aurelia lungo la quale sarà realizzata la rotatoria, dal punto di vista normativo è classificata come extraurbana principale (cat. Cb) con fasce di rispetto di 100 (fascia A) e 50 metri (fascia B) con limiti rispettivamente di 70 dB(A) diurni e 60 dB(A) notturni e di 65 dB(A) diurni e 55 dB(A) notturni.

La rotatoria con la galleria afferente costituendo una strada extraurbana principale di nuova realizzazione avrà una unica fascia di 250 metri, con limiti di 65 dB(A) diurni e 55 dB(A) notturni, ma ciò non modifica i limiti normativi dei ricettori impattati prossimi alla rotonda stessa in quanto in base al comma 2 dell'art. 4 del DM 29/11/2000. Il rumore immesso nell'area in cui si sovrappongono più fasce di pertinenza, non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture.

La concorsualità con altre sorgenti di rumore, come richiesta dal DM 29/11/2000, non è stata ulteriormente affrontata in quanto le fasce di pertinenza della SS1 Aurelia non si sovrappongono né con quelle della ferrovia Roma – Genova, né con quelle dell'A10, e perché all'interno della ridotta area effettivamente influenzata acusticamente dalla rotonda, non è stata riscontrata la presenza di altre sorgenti di rumore significative, eccetto le altre strade: Via Rio Termine, privata, e con traffico totalmente trascurabile e Via Genova, lontana, in forte pendenza, con elevato traffico, situata ad una quota maggiore e schermata dalla folta vegetazione, dove il rumore della SS1 non è rilevante, come dimostrato anche dalle simulazioni, nonostante i limiti del modello NMPB imposto.

6.4 Descrizione dei dati progettuali di base

6.4.1 Dati di traffico autoveicolare

I dati utilizzati nelle simulazioni provengono da elaborazioni ANAS di rilievi effettuati dal Comune di Savona.

I dati di traffico sono stati calcolati a partire dai TGM presenti nei documenti predisposti dallo Studio ANAS.

In base ai dati ottenuti sono stati caricati gli archi più significativi con tre differenti serie di dati di flussi di traffico, relative agli scenari attuale, opzione zero e post operam.

Di seguito si riportano i dati trasportistici utilizzati per definire i traffici da inserire nelle simulazioni.

Scenario ante operam

TGM	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	18,070	408	18,478
Dir Albissola	14,709	634	15,343
Bidirezionali	32,780	1,042	33,822
Traffico DIURNO (06-22)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	16,765	390	17,155
Dir Albissola	13,703	537	14,240
Bidirezionali	30,468	927	31,395
Traffico NOTTURNO (22-06)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	1,305	18	1,323
Dir Albissola	1,006	97	1,104
Bidirezionali	2,311	115	2,427

Tabella 6.7 - Traffici utilizzati per la modellizzazione dello scenario ante operam

Scenario opzione zero – anno 2030

TGM	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	23,329	527	23,856
Dir Albissola	19,204	828	20,032
Bidirezionali	42,533	1,355	43,887
Traffico DIURNO (06-22)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	21,644	504	22,147
Dir Albissola	17,890	701	18,591
Bidirezionali	39,534	1,204	40,739
Traffico NOTTURNO (22-06)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	1,685	23	1,708
Dir Albissola	1,313	127	1,441
Bidirezionali	2,999	150	3,149

Tabella 6.8 - Traffici utilizzati per la modellizzazione dello scenario opzione zero

Scenario post operam

RAMPA PROGETTO			
TGM	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Uscita SS1	4,635	105	4,740
Ingresso SS1	4,290	185	4,475
Bidirezionali	8,925	290	9,215
Traffico DIURNO (06-22)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Uscita SS1	4,300	100	4,401
Ingresso SS1	3,997	157	4,153
Bidirezionali	8,297	257	8,554
Traffico NOTTURNO (22-06)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Uscita SS1	33	5	339
Ingresso SS1	293	28	322
Bidirezionali	628	33	661
SS1 AURELIA lato Albissola			
TGM	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	10,278	232	10,510
Dir Albissola	7,139	308	7,447
Bidirezionali	17,417	540	17,957
Traffico DIURNO (06-22)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	9,536	222	9,758
Dir Albissola	6,651	260	6,911
Bidirezionali	16,186	482	16,669
Traffico NOTTURNO (22-06)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	743	10	753
Dir Albissola	48	47	536
Bidirezionali	1,231	57	1,288
SS1 AURELIA lato SAVONA			
TGM	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	18,720	423	19,143
Dir Albissola	14,906	643	15,548
Bidirezionali	33,626	1,065	**34,691**
Traffico DIURNO (06-22)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	17,368	404	17,772
Dir Albissola	13,886	544	14,430
Bidirezionali	31,254	948	32,202
Traffico NOTTURNO (22-06)	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Dir Centro	1,352	18	1,371
Dir Albissola	1,020	99	1,118
Bidirezionali	2,372	117	2,489

Tabella 6.9 - Traffici utilizzati per la modellizzazione dello scenario post operam

6.5 Caratterizzazione acustica delle sorgenti di rumore, mediante indagine fonometrica

6.5.1 Metodologia di misura

I rilievi sono stati eseguiti a con microfono a 4,0 m di altezza dal suolo, come indicato nel D.M. 16 marzo 1998 recante "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" In corrispondenza dei ricettore 1 è stata eseguita una misura in facciata effettuata ad 1 metro di distanza dalla facciata dell'edificio in corrispondenza della finestra più esposta.

Una volta scelta la postazione di misura il microfono è stato posizionato un treppiede ad una altezza dal terreno di 4,0 metri, collegato al fonometro analizzatore attraverso un cavo di prolunga, prima di effettuare le misure è stata controllata la calibrazione della catena di misura. Il tempo di misura dei rilievi a spot del clima acustico è stato di 600 secondi (10 minuti) per tutte le misure.

Nel corso di queste misure sono stati rilevati, il livello sonoro equivalente globale (L_{EQ}), con scala di ponderazione A (L_{AEQ}), ed i livelli di pressione sonora parziali rilevati nelle bande di 1/3 di ottava.

Nelle rappresentazioni grafiche l'ordine di rappresentazione delle curve è lo stesso in tutti i grafici.

Sulla sinistra in alto della pagina di misura sono riportati i dati identificativi della misura,mentre sulla destra sono riportati gli spettri del LZEQ e del LZMIN.

Sotto i dati identificativi è riportata l'analisi statistica della misura con la distribuzione dei livelli di pressione sonora.

Più in basso sono riportati l'andamento temporale della misura, con le due curve del LPS(A) e del LAEQ progressivo e più in basso il sonogramma.

Infine nella parte più bassa è riportato il valore del LAEQ integrato sull'intero tempo di misura e i livelli percentili L1, L5, L10, L50, L90, L95.

I rilievi fonometrici sono stati integrati con il rilevamento, nel medesimo intervallo temporale, del flusso veicolare distinto per tipologia (veicoli leggeri, furgoni, veicoli pesanti, moto) in corrispondenza dei punti di misura prossimi a strade dove il rumore da traffico autoveicolare è influente sui risultati della misura stessa.

Livello equivalente (Leq)

L'indicatore ambientale primario per la caratterizzazione acustica di un ricettore è fornito dal livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" definito dalla relazione analitica:

$$L_{AEQ} = 10\,log_{10}\frac{1}{T}\left[\int_0^T \frac{P_A(t)^2\,dt}{P_0^2}\right]$$

dove:

- $P_A(t)$:valore istantaneo della pressione sonora ponderato A (norma I.E.C. n. 651)
- P_0: valore della pressione sonora di riferimento assunta uguale a 20 micropascal in condizioni standard
- T: intervallo di tempo di integrazione.

Il livello equivalente di rumore esprime il livello energetico medio del rumore ponderato in curva A ed è utilizzato dal DPCM 1/3/1991 e dalle successive normative per la definizione dei limiti di accettabilità. La scelta di tale indicatore di rumore, è imposta dalla necessità di verificare il rispetto della normativa di settore vigente in Italia, ed ha comunque ampi riscontri negli studi di socio-acustica svolti a livello internazionale. Il livello equivalente L_{AEQ} di rumore utilizzato come indicatore di riferimento è, per sua definizione, un dato cieco per quanto riguarda la natura delle sorgenti. I valori del L_{AEQ} forniti dal rilevamento devono essere interpretati con altri indicatori sensibili alle caratteristiche delle sorgenti di rumore. Gli indicatori che possono consentire la valutazione e l'interpretazione dei rilievi di rumore sono i livelli minimo e massimo, il decorso storico in dB(A) fast, la distribuzione dei valori del decorso storico, lo spettro di frequenza.

6.5.2 Misure

I dati fonometrici utili per la caratterizzazione dello stato di fatto sono desunti da una campagna di misure a spot di breve durata (10') per la mappatura acustica del territorio effettuata il giorno 31 ottobre 2013 sia nel tempo di riferimento diurno che notturno, con inizio del sopralluogo alle ore 13.30 e fine alle ore 23.00; le misure dalla 1 alla 7 sono state eseguite nel TR diurno, la 8 nel TR notturno.

Le misure sono state eseguite dall'Ing. Micheladolfo Bianchi T.C. in Acustica Ambientale iscritto nelle liste della Regione Lazio con il n 13.

Per le misure è stato utilizzato un fonometro integratore ed analizzatore digitale Real - Time SINUS SOUNDBOOK - a 4 + 8 canali per misure, analisi e monitoraggio rumore e vibrazioni conforme alle normative: IEC/EN 60651 (1979) tipo 1, IEC/EN 60804 (2000) tipo 1, IEC/EN 61672 (2002-1) classe, IEC/EN 61260 (1995) filtri 1/1 e 1/3 d'ottava, Classe 0, MIL-STD 810E514.4-16-10 dotato di preamplificatore LARSON DAVIS mod. 900B, microfono di precisione a condensatore LARSON DAVIS mod. 2541 e schermo antivento BRÜEL & KJAER UA 0237.

Il cielo nel corso dei rilievi era sereno sopra la verticale e lato mare, con nuvole e precipitazioni sulle vette dietro la costa, una leggera brezza da nord - ovest ha caratterizzato il sito di misura durante tutta la durata dei rilievi, la velocità del vento a terra non è mai stata tale da pregiudicare la riuscita



delle misure presso la costa (< 2 m/s), ma avrebbe impedito l'effettuazione di misure sulla sommità della collina soprastante l'area sottoposta ad indagine.

La campagna a spot, vista l'assenza di altre sorgenti rumorose, si compone di rilievi finalizzati alla caratterizzazione del clima acustico in adiacenza ai primi fronti di edifici esposti verso la SS1 Aurelia, l'infrastruttura stradale più significativa presente nell'area di studio.

La prima postazione è stata scelta presso la sommità della scala di accesso al ricettore 1. Tale postazione è direttamente affacciata sulla futura rotonda e risente delle riflessioni sulla parete rocciosa tra la SS Aurelia ed il mare.

La seconda postazione è stata scelta sulla rampa stradale di accesso al ricettore 2 in prossimità delle prime finestre del ricettore, ma dalla parte opposta della rampa per mancanza di spazio dal lato dell'edificio; la distanza dalla facciata è nel caso di questa postazione di circa 2 metri e mezzo. Tale postazione risulta schermata del rumore proveniente dal lato Albissola fino a che il veicolo non è praticamente davanti all'edificio.



A terza postazione è posta presso il cancello di accesso al ricettore 3. Essa è parzialmente riparata dal rumore del traffico percorrente la SS1 Aurelia dal ricettore 1, data la presenza di numerosi cani essa è disturbata e non si presta molto all'effettuazione delle misure.

La quarta ed ultima postazione è stata posta in facciata al ricettore 1, sul terrazzo che costituisce il tetto dell'autosalone sottostante, davanti alla finestra più esposta, ad un metro dalla facciata.



Si riporta qui di seguito la tabella di sintesi della campagna di misura.

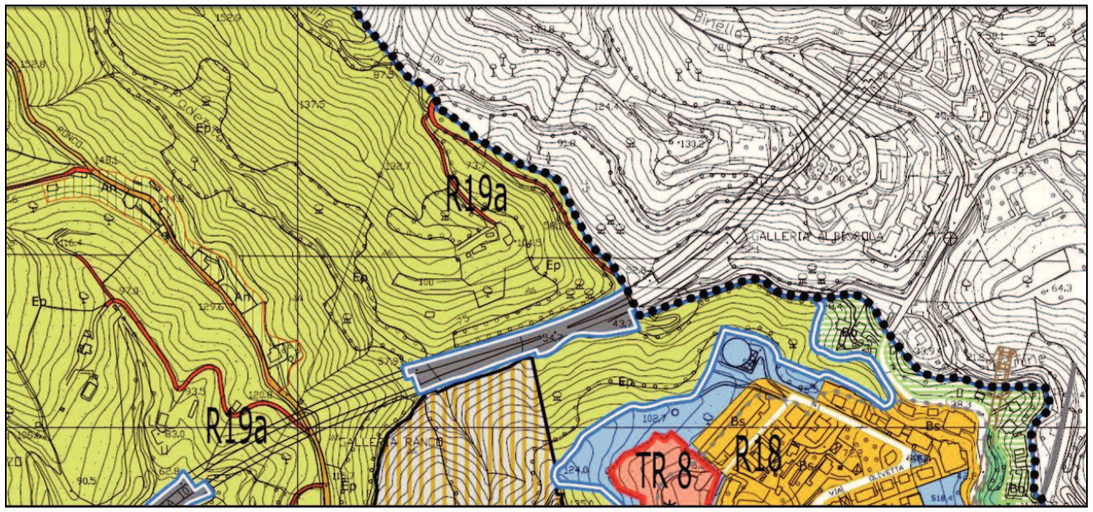
Il traffico veicolare è sempre stato intenso, soprattutto in direzione di Savona, quasi sempre rallentato e in molti momenti del tutto bloccato in direzione di Savona. Tali condizioni a detta del gestore dell'impianto di distribuzione carburanti sono assolutamente normali e rappresentative della situazione di collasso in cui versa attualmente la SS Aurelia in quel tratto.

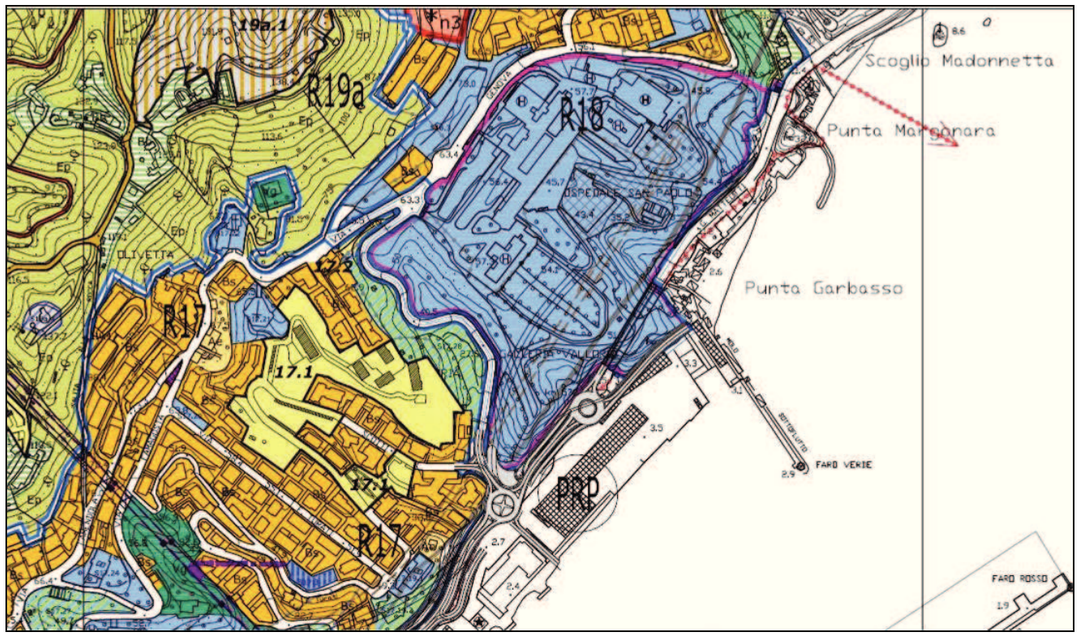
N. mis spot	Ubicazione	Leq (dBA)	leggeri	furgoni	pesanti	moto
1	Postazione 1 presso scala di accesso Ric. 1 (44°19.260N - 8°29.712E)	**69.3**	**222**	**18**	**12**	**58**
2	Postazione 1	**68.2**	**211**	**23**	**5**	**53**
3	Postazione 2: su rampa di accesso Ric. 2 (44°19.284N - 8°29.745E)	**64.3**	**153**	**11**	**5**	**46**
4	Postazione 3: presso cancello di accesso ricettore 3 (44°19.287N - 8°29.715E)	**56.2**	**114**	**12**	**2**	**44**
5	Postazione 1	**68.1**	**207**	**16**	**4**	**39**
6	Postazione 4 in facciata ricettore 1 presso angolo più esposto (44°19.266N - 8°29.721E)	**68.3**	**244**	**24**	**6**	**70**
7	Postazione 2	**64.6**	**293**	**13**	**2**	**51**
8	Postazione 2	**60.9**	**87**	**4**	**2**	**14**

6.6 Descrizione della zonizzazione acustica comunale

L'area interferita dalla rotatoria si trova al confine tra i territori comunali di Savona e Albissola Marina.

In particolare il confine tra i due territori comunali è sulla mezzeria del ponte sul Rio Termine. Il Comune di Savona non ha ancora adottato il Piano di Classificazione Acustica del Territorio Comunale.



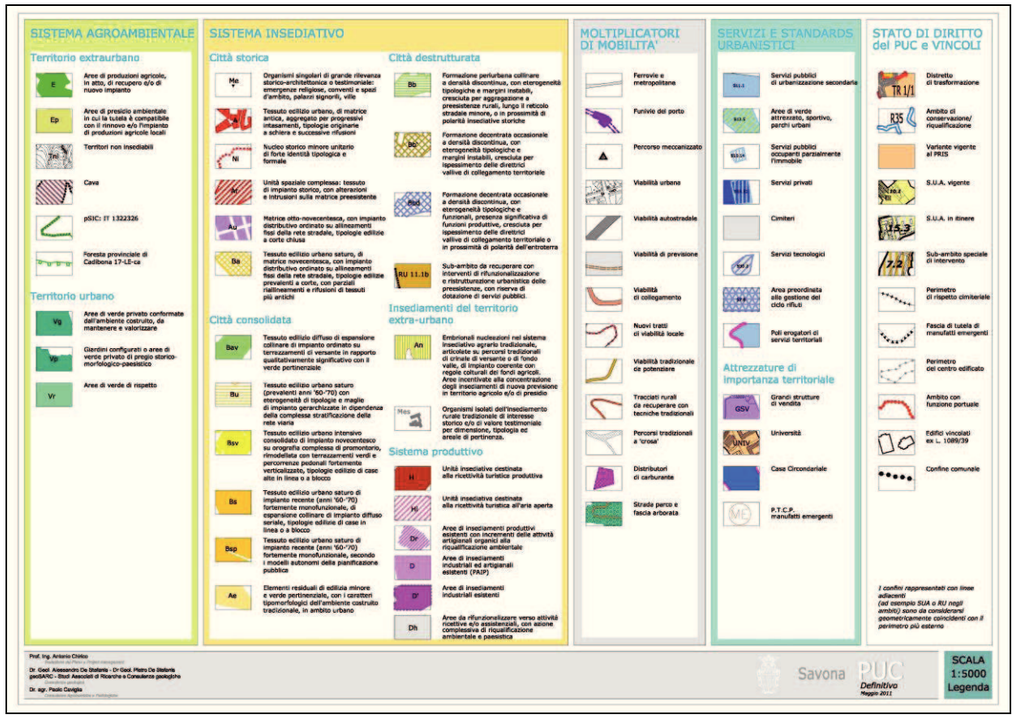


L'approvazione in sede di giunta risale al 2 ottobre 2013, per cui il piano non è ancora vigente e le aree interessate dalle ricadute del progetto sono riportate negli stralci del PUC riportati di seguito.

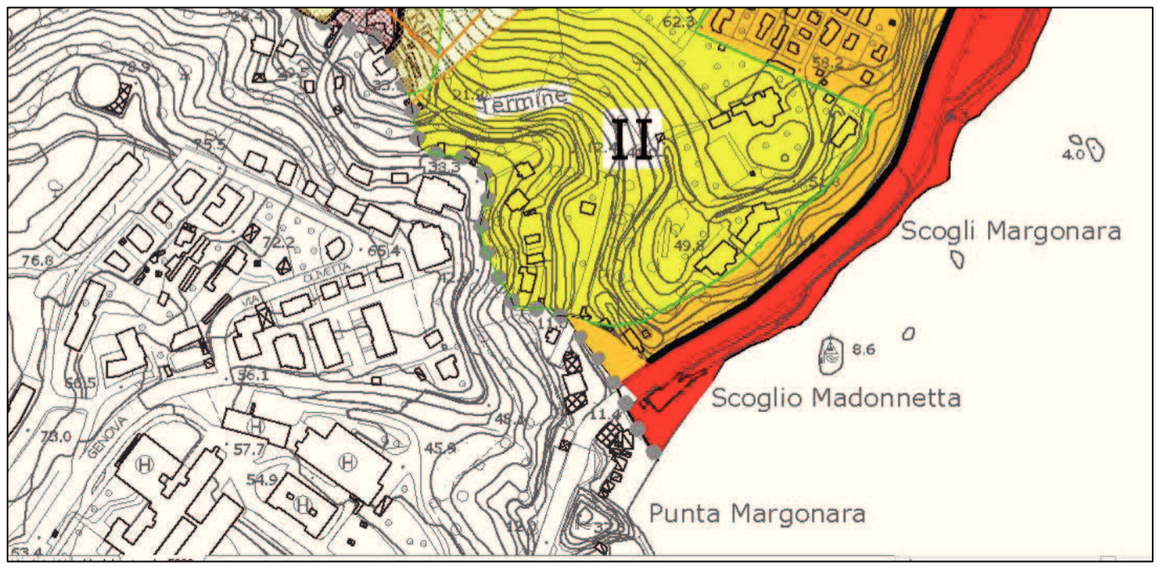
Infatti l'area è situata a cavallo delle due tavole sopra riportate assieme alla legenda.

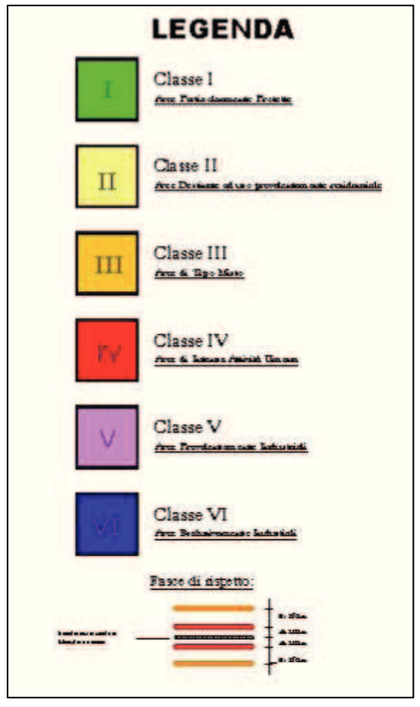
In attesa che il comune provveda alla zonizzazione acustica e all'adozione del piano di risanamento (e agli altri adempimenti previsti dall'Art. 6 L.447/95), l'Art. 8 Comma 1 del DPCM 14/11/97 conferma l'applicabilità dei limiti di cui all'Art. 6 del DPCM 1/3/91 (Tabella 1.2).

Dall'esame dello stralcio cartografico si denota che le unità residenziali isolate interessate dall'inserimento progettuale si trovano in zona B.



Il Comune di Albissola Marina ha invece una zonizzazione Acustica comunale vigente dal 2004 di cui si riporta uno stralcio accompagnato dalla legenda.





Dall'esame dello stralcio cartografico si denota che il ricettore isolato vicino alla rotonda è situato in classe III°.

6.7 Censimento dei ricettori e punti di misura

Il sopralluogo effettuato ha permesso di chiarire che l'ospedale soprastante alla futura rotonda a causa della differenza di quota (circa 70 metri), della morfologia della parete rocciosa posta lato mare e dei fianchi ricoperti di vegetazione fitta non sia da considerare ricettore ai fini acustici. Infatti al rumore sopra la vetta della collina non è udibile se non in due punti situati in corrispondenza delle curve della strada, situata oltre l'eliporto, che costeggia la vetta piatta della collina, ed anche in quei due punti arrivava solamente di rado il rumore isolato di alcune motociclette particolarmente rumorose.

La collina è sagomata a "C", con i bracci orientati verso il mare, e la parte in mezzo ospitante la lunga barra dell'edificio principale parallela alla linea di costa.

La porzione di vetta sopra la futura rotatoria, costituente il braccio della C situato lato Albissola, ospita a partire dal bordo della rupe l'eliporto circondato dalla strada perimetrale, alle sue spalle è situato un edificio, la palazzina Vigiola, interamente adibita ad uso uffici, mentre un lungo edificio basso sul fianco della collina lato Albissola è adibito a laboratori ed è caratterizzato dalla presenza di diversi impianti costituenti sorgenti rumorose.



Tra l'edificio principale ed il bordo della rupe è situato, in posizione ribassata rispetto alla vetta, un grande parcheggio e sul braccio della C rivolto verso Savona, interamente ricoperto di vegetazione, sono ospitate in gran quantità macchine refrigeranti. Sul margine sud-ovest del posteggio un gruppo di edifici ospita i compressori e gli impianti dei gas medicali.



La presenze di tutti questi macchinari nei pressi dell'edificio fa si che all'esterno si avverta nettamente il calo di rumorosità procedendo dall'edificio principale verso la SS Aurelia.
Per questi motivi l'Ospedale San Paolo risulta essere completamente schermato dal rumore della strada sottostante al punto da non essere considerabile ricettore nei confronti del rumore da traffico veicolare.
La realizzazione della rotatoria non dovrebbe alterare questa condizione.

6.8 Schede di censimento dei ricettori

Le schede di censimento dei ricettori allegate al presente studio contengono il numero identificativo del ricettore, la fotografia identificativa, ed i dati caratteristici, compreso il numero dei piani, la distanza dalla rotonda, la destinazione d'uso lo stato di conservazione, l'orientamento rispetto alla strada, la descrizione degli infissi, ed il toponimo del luogo di ubicazione.
Dato che l'opera da realizzare è puntiforme e i ricettori sono più o meno alla stessa altezza lungo la SS Aurelia è stato omesso di inserire la progressiva rispetto al tracciato.

6.9 Caratterizzazione acustica ante, post operam e post mitigazione

La determinazione dei livelli post-operam indotti dalla realizzazione della rotonda e dello svincolo della SS1 Aurelia bis sono state effettuate con l'ausilio dei modelli previsionale di calcolo SoundPLAN 7.1.

6.9.1 Il modello di simulazione SoundPLAN

La determinazione dei livelli di rumore indotti dal traffico autoveicolare è stata effettuata con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPLAN della soc. Braunstein + Bernt GmbH.
La scelta di applicare tale modello di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello, del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere e, inoltre, della sua affidabilità ampiamente garantita dalle applicazioni in campo stradale, ferroviario ed industriale già effettuate in altri studi analoghi.
SoundPLAN è un modello previsionale ad "ampio spettro" in quanto permette di studiare fenomeni acustici generati da rumore stradale, ferroviario, aeroportuale e industriale utilizzando di volta in volta gli standard internazionali più ampiamente riconosciuti.
Nel caso specifico si è utilizzata come standard di riferimento la norma NMPB per la modellizzazione da traffico stradale.

6.9.2 NMPB per le sorgenti veicolari

Si tratta del "*Nouvelle Methode de Prevision de Bruit*" messo a punto da alcuni noti Istituti francesi costituenti i Servizi Tecnici del *Ministère de l'Equipement* (CSTB, SETRA, LCPC, LRPC). Il metodo è rivolto esclusivamente alla modellizzazione del rumore da traffico stradale, ed è nato come evoluzione di un metodo risalente agli anni '80 (esposto nella "*Guide de Bruit*" del 1980) e proposto ufficialmente per essere di ausilio agli Enti pubblici ed agli studi professionali privati nelle attività di previsione riguardanti il rumore. Tale evoluzione è stata necessaria in quanto un decreto del 1995 aveva richiesto espressamente che "nelle valutazioni e previsioni di livelli sonori a lunga distanza, cioè superiori a 250 m, deve essere presa in considerazione l'influenza delle condizioni meteo sulla

propagazione del rumore." (*arreté 5/5/95, art. 6*). Poiché le linee guida del 1980 non tenevano in conto gli effetti della propagazione a distanza, e anche al fine di recepire le novità proposte nel frattempo dalla ISO 9613, è stato pubblicato nel 1996 il "*Nouvelle Methode*".

L'effetto delle condizioni meteorologiche sono misurabili quando la distanza tra la sorgente e il ricevitore sono superiori a 100 m; l'effetto aumenta con la distanza e quando la sorgente e/o il ricevitore si muovono vicino al terreno.

Per rendersi conto di tale fenomeno, si riportano i risultati sperimentali di misure del livello equivalente su 10 minuti ottenuti su un terreno piatto, con una sorgente puntiforme e per una grande varietà di condizioni meteorologiche.

Distanza sorgente ricevitore	Scarti tra i livelli min e max dB(A)	Deviazione standard dB(A)
160	18.6	4.4
320	26.8	8.4
640	37.8	11.2

Tabella 6.10 - Risultati sperimentali di misure del livello equivalente su 10 minuti ottenuti su un terreno piatto, con una sorgente puntiforme e per una grande varietà di condizioni meteorologiche (Fonte NMPB).

Per quanto i valori in tabella siano stati ottenuti su un periodo molto breve, i valori corrispondenti ottenuti su periodi più lunghi restano comunque soggetti a variazioni assai rilevanti. E' importante ricordare che l'attenzione posta alle condizioni meteo è dovuta alla consapevolezza di una influenza assolutamente determinante di tali condizioni nella propagazione a distanza.

La variazione dei livelli di rumore a lunga distanza è dovuta al fenomeno della rifrazione delle onde acustiche che avvengono nella bassa atmosfera. Questa rifrazione è dovuta alla variazione della velocità del suono nella zona di propagazione prodotta dalla variazione spaziale della temperatura dell'aria e della velocità del vento.

I fattori termici ed aerodinamici hanno una influenza sulla velocità del suono:

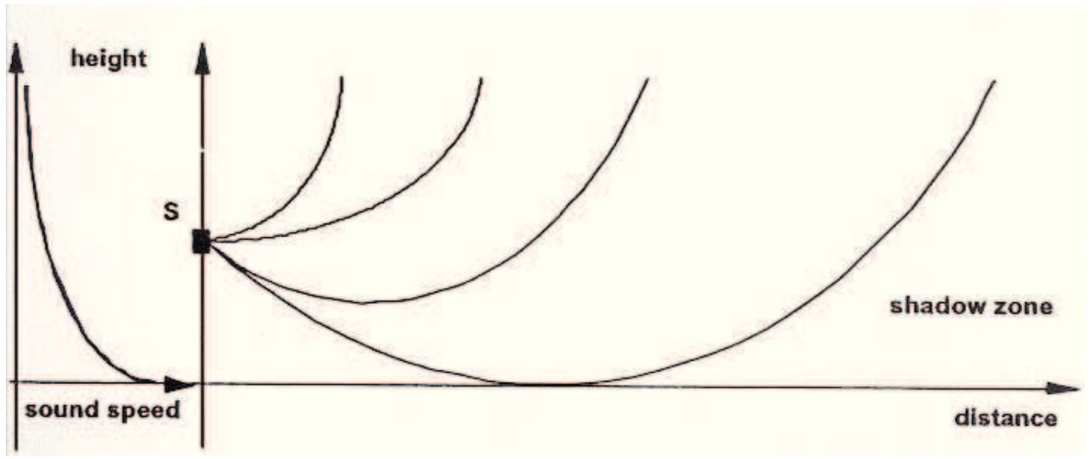
Fattori termici: gli scambi termici tra il terreno e i livelli dell'atmosfera più bassi causano la variazione della temperatura dell'aria al variare dell'altezza sopra il terreno e di conseguenza la variazione della velocità del suono.

Fattori aerodinamici: a causa della rugosità del terreno, la velocità del vento è maggiore ad un livello alto piuttosto che a livello del terreno. La velocità del suono in presenza di vento è la somma algebrica della velocità del suono senza vento e la proiezione del vettore vento sulla direzione della propagazione. Questa velocità varia al variare dell'altezza sul terreno.

Si possono verificare i seguenti casi:

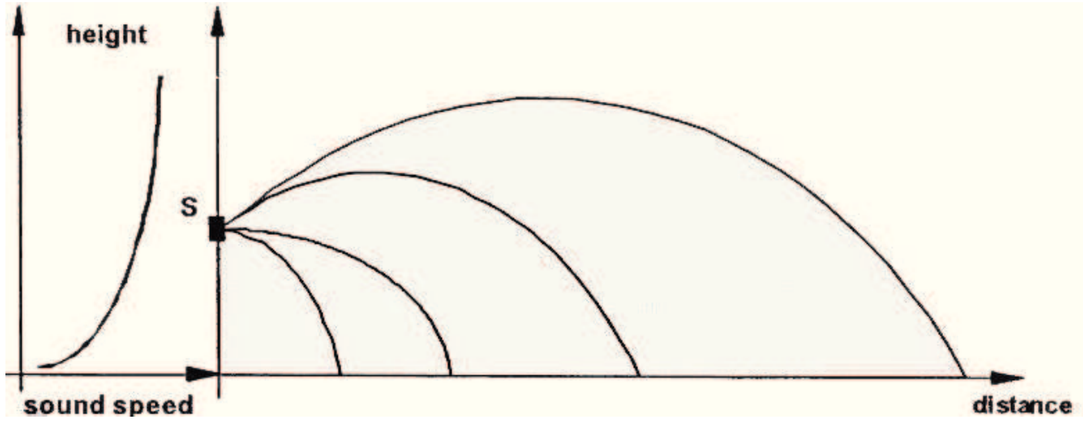
- Propagazione del suono con gradiente verticale negativo

In questo caso la temperatura diminuisce con l'altezza dal terreno e di conseguenza la velocità del suono diminuisce con l'altezza dal terreno, inoltre quando il vento si muove in direzione opposta alla propagazione, la velocità del vento viene sottratta alla velocità del suono, quindi la velocità del suono nella direzione della propagazione diminuisce con l'altezza. Questa situazione viene definita come "condizione sfavorevole alla propagazione del suono"



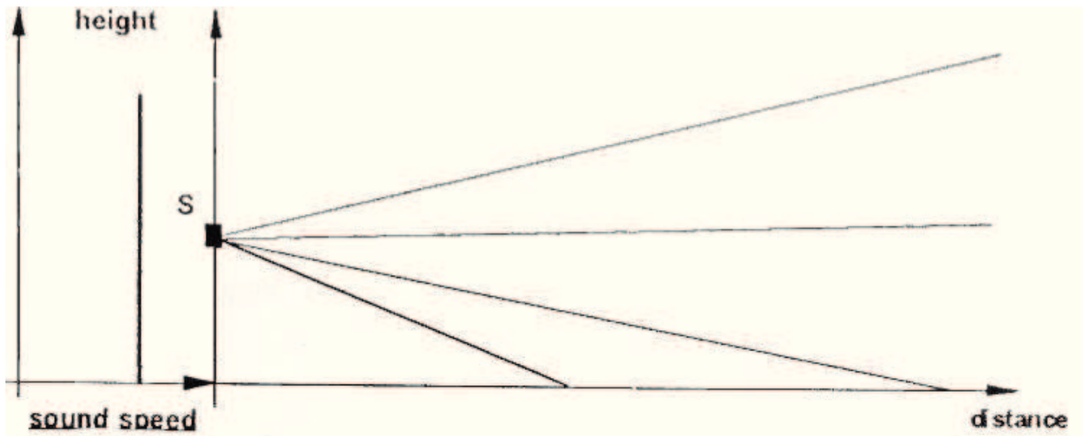
- Propagazione del suono con gradiente verticale positivo

In questo caso la temperatura aumenta con l'altezza dal terreno (inversione termica, tipicamente è un fenomeno notturno) e di conseguenza la velocità del suono aumenta con l'altezza dal terreno, inoltre quando il vento si muove nella stessa direzione alla propagazione, la velocità del vento viene sommata alla velocità del suono, quindi la velocità del suono nella direzione della propagazione aumenta con l'altezza. Questa situazione viene definita come "condizione favorevole alla propagazione del suono"



- Propagazione del suono con gradiente zero

Quando la velocità del vento è zero e la temperatura dell'aria è costante ad ogni altezza oppure quando gli effetti termici ed aerodinamici si compensano l'un l'altro ci si trova in una condizione in cui i raggi acustici si propagano secondo linee rette.



- Situazione reale

In realtà, le condizioni termiche ed aerodinamiche sono abbastanza indipendenti tra di loro, di conseguenza si verifica una casistica ben più varia in cui i due fattori si mitigano tra di loro.

La griglia sottoriportata consente di determinare qualitativamente l'influenza dei fattori meteorologici sui livelli di rumore.

U1	vento forte (3-5 m/s) opposto alla direzione di propagazione	T1	Giorno + forte radiazione solare + superficie asciutta + vento non troppo forte
U2	Vento debole o moderato (1-3 m/s) opposto, oppure forte vento non completamente opposto	T2	Stesse condizioni di T1 in cui una non risulta vera
U3	Assenza di vento o nessun vento trasversale	T3	Alba o tramonto o (tempo nuvoloso e ventoso e non eccessiva umidità)
U4	Vento debole o moderato (1-3 m/s) in direzione della propagazione, oppure forte vento a 45°	T4	Notte e presenza di (nuvole o vento)
U5	vento forte (3-5 m/s) nella direzione di propagazione	T5	Notte e cielo sereno e vento debole

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		--	-	-	
T2	--	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	+	++
T5		+	+	++	

-- "condizione sfavorevole alla propagazione del suono"
- "condizione sfavorevole alla propagazione del suono"
Z "situazione omogenea alla propagazione del suono"
+ "condizione favorevole alla propagazione del suono"
++ "condizione favorevole alla propagazione del suono"

Le nuove linee guida francesi consentono di calcolare i livelli di rumore per due condizioni convenzionali di propagazione del rumore: "condizioni favorevoli alla propagazione" (L_F) (corrispondenti a quelle della norma ISO) e "condizioni atmosferiche omogenee" (L_H) (corrispondenti ai metodi di calcolo utilizzati precedentemente in Francia).

Il risultato finale della previsione a lungo termine (L_{LT}) è ottenuto sommando i contributi derivanti dalle due condizioni "tipo", ovviamente ponderati secondo le percentuali di effettiva presenza sul sito considerato.

$$L_{LT} = 10Log[p \cdot 10^{L_F/10} + (1-p) \cdot 10^{L_H/10}]$$

dove L_F è il livello globale calcolato in presenza di condizioni favorevoli alla propagazione per una percentuale pi di presenze annuali, mentre L_H è l'analogo livello calcolato per condizioni omogenee.
E' importante osservare che lo scopo di tale metodo non è, dunque, quello di descrivere tutte le situazioni meteo osservabili in un particolare sito, ma di approssimarle, rappresentandole con due tipi di situazioni atmosferiche convenzionali.
Per quanto riguarda l'aspetto delle condizioni meteorologiche, è giusto riconoscere che già la ISO 9613 permetteva il calcolo in condizioni "favorevoli alla propagazione del rumore", proponendo una correzione forfettaria per ricondursi ad una situazione di lungo periodo.
La ISO 9613 supponeva che i livelli sonori in condizioni non favorevoli alla propagazione fossero trascurabili, laddove la NMPB cerca di individuare una situazione "media", che tenga effettivamente conto del disturbo verso l'individuo sul lungo periodo.

Per quanto riguarda i dati meteo relativi ai singoli siti, la NMPB prevede che siano ottenuti in più modi alternativi:

- se i livelli sonori in condizioni di propagazione favorevole rispettano i limiti di legge, si è certi che tali limiti saranno rispettati anche nel lungo periodo. Dunque non vi è necessità di affinare l'analisi meteorologica del sito in esame;
- se i livelli sonori in condizioni di propagazione favorevole e in condizioni omogenee sono abbastanza simili, le imprecisioni sulla conoscenza delle rispettive presenze meteorologiche avranno poca influenza sul livello sonoro di lungo termine. Dunque, anche in questo caso non sarà necessario affinare l'analisi meteo del sito.

Se non si ricade nei due casi precedenti occorrerà verificare le caratteristiche morfologiche del sito. L'analisi dovrà comprendere le seguenti caratteristiche:

- se il sito è relativamente piatto e orizzontale, con poca vegetazione alta (sono ammessi alberi isolati);
- se vi è assenza di oggetti di dimensioni importanti in rapporto alle dimensioni della zona di propagazione;
- se vi è assenza di grandi masse d'acqua (laghi, fiumi…);
- altitudine del sito inferiore a 500 m s.l.m.
- Se l'analisi è positiva si possono desumere i dati di presenza delle condizioni favorevoli ed omogenee da tabelle fornite dal Servizio Meteorologico nazionale francese, che ha rilevato tali dati in 40 stazioni collocate su tutto il territorio.

Se l'analisi fornisce una non corrispondenza delle caratteristiche, si dovrà necessariamente scegliere una delle seguenti alternative:

- elaborare dati meteo locali esistenti;
- elaborare dati meteo locali raccolti in proprio;
- adottare i valori previsti da un apposita tabella del NMPB (soluzione che richiede una descrizione precisa del sito, e che comunque risente di un maggior grado di incertezza);
- adottare valori forfettari "per eccesso".

Il calcolo si sviluppa secondo i seguenti passi:

- decomporre la sorgente di rumore in sorgente puntiforme
- determinare il livello di potenza sonora per ciascuna sorgente
- definire il percorso della propagazione tra ogni sorgente e il ricevitore (cammino diretto, riflesso, diffratto)
- per ogni cammino
  - calcolare l'attenuazioni in condizioni favorevoli
  - calcolare l'attenuazione in condizioni omogenee
  - calcolare il livello a lungo termini
- sommare il livello a lungo termine ad ogni cammino, dopodiché calcolare il livello di rumore totale presso il ricevitore.

La relazione utilizzata per calcolare il livello di potenza acustica di una sorgente puntiforme L_{AWi} rappresentante un tratto omogeneo di strada è dunque:

LAwi = [(EVL + 10 log QVL) + (EPL + 10 log QPL)] + 20 + 10 log(Ii) + R(j)

$$L_{Awi} = [(E_{VL} + 10\log Q_{VL}) + (E_{PL} + 10\log Q_{PL})] + 20 + 10\log(l_i) + R(j)$$

dove

EVL ed EPL sono i livelli di emissione calcolati con l'abaco del C.ET.UR. per i veicoli leggeri e pesanti,

QVL e QPL i corrispondenti flussi orari,

Ii è la lunghezza in metri del tratto di strada omogeneo,

R(j) il valore dello spettro di rumore stradale normalizzato tratto dalla EN 1793-3.

La Guide de Bruit del 1980 definiva il problema della propagazione in termini di livello globale in dBA. Il nuovo modello proposto dalla NMPB tiene invece conto del comportamento della propagazione al variare della frequenza a causa dell'effetto fondamentale che tale parametro assume in relazione alla propagazione a distanza: ciò viene realizzato facendo uso di uno spettro normalizzato del traffico stradale proposto in sede normativa dal CEN attraverso la norma EN 1793-3(1995).

J	Octave Band	Valore di R(j) in dB(A)
1	125 Hz	-14
2	250 Hz	-10
3	500 Hz	-7
4	1 kHz	-4
5	2 kHz	-7
6	4 kHz	-12

Le relazioni utilizzate per calcolare il livello di rumore emesso da una sorgente puntiforme Si di potenza sonora L_{Awi} presso un ricevitore R in determinate condizioni atmosferiche è dunque:

- Condizioni favorevoli:

$$L_{j,F} = L_{Awi} - A_{J,F}$$

$$A_{j,F} = A_{div} + A_{atm} + A_{grd,F} + A_{dif,F}$$

- Condizioni omogenee:

$$L_{j,H} = L_{Awi} - A_{J,H}$$

$$A_{j,H} = A_{div} + A_{atm} + A_{grd,H} + A_{dif,H}$$

con

A_{div}= attenuazione dovuta alla divergenza geometrica = 20lg(d)+11

D = distanza tra la sorgente e ricevitore

A_{atm}= attenuazione dovuta all'assorbimento dell'aria = αd/1000

D = distanza tra la sorgente e ricevitore

α= coefficiente di attenuazione dell'aria in dB/km

$A_{grd,F}$ = attenuazione dovuta al terreno in condizioni favorevoli

$A_{grd,H}$= attenuazione dovuta al terreno in condizioni omogenee

Il suolo, da cui si ricava la componente di attenuazione relativa all'assorbimento del terreno, viene modellizzato assumendo che il coefficiente G (adimensionale, definito dalla ISO 9613) possa valere 0 (assorbimento nullo, suoli compatti, asfalto) oppure 1 (assorbimento totale, suoli porosi, erbosi). In realtà, poiché tale coefficiente può variare in modo continuo fra 0 e 1, è possibile assegnare un valore G tragitto calcolabile secondo un metodo dettagliato che permette di ottenere un valore medio che tiene anche conto delle condizioni di propagazione.

A_{grd} = 0 (terreno assorbente)

= 1 (terreno riflettente)

$A_{dif,F}$= attenuazione dovuta alla diffrazione in condizioni favorevoli

$A_{dif,H}$= attenuazione dovuta alla diffrazione in condizioni omogenee

Le caratteristiche salienti del NMPB sono sicuramente:

- La possibilità di modellizzare il traffico stradale con dettagli relativi al numero di corsie, flussi di traffico, caratteristiche dei veicoli, profilo trasversale delle strade, altezza delle sorgenti, etc.;
- L'attenzione rivolta alla propagazione su lunga distanza;
- La definizione di due diverse condizioni meteorologiche standard, definite come "condizioni favorevoli alla propagazione" e "condizioni acusticamente omogenee", allo scopo di arrivare ad una definizione di previsione dei livelli sonori sul lungo periodo

Per modellizzare completamente il traffico stradale occorre quindi introdurre le seguenti informazioni:

- Flusso orario di veicoli leggeri e veicoli pesanti;
- Velocità dei veicoli leggeri e pesanti;
- Tipo di traffico (continuo, pulsato, accelerato, decelerato);
- Numero di carreggiate;
- Distanza del centro della carreggiata dal centro strada;
- Profilo della sezione stradale.

6.9.3 Modalità operative e parametri utilizzati nell'applicazione del SoundPLAN

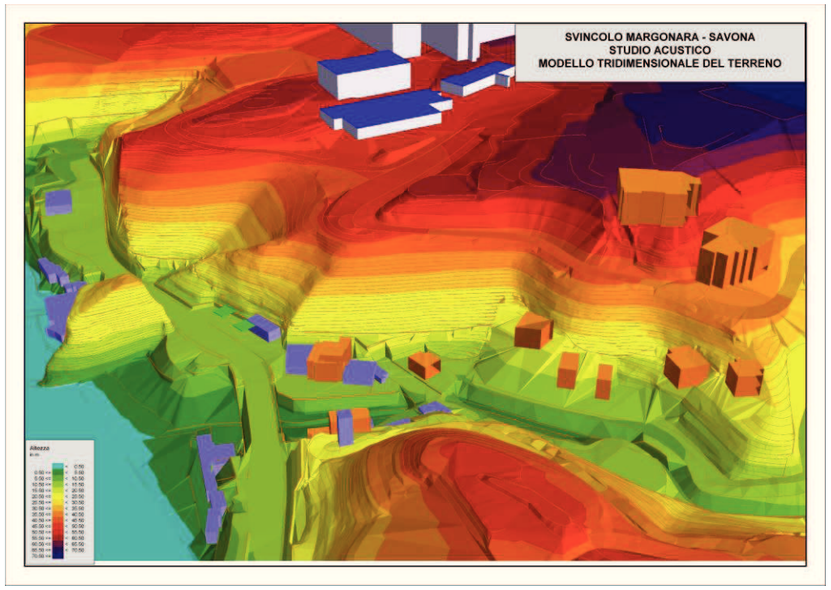
Come base cartografica è stata utilizzata una cartografia digitale realizzata ad hoc, contenente le informazioni necessarie alla modellizzazione del campo acustico che si crea nell'area interessata dalla realizzazione della nuova viabilità in progetto.

Sulla base così realizzata sono state caricate nel modello tutte le informazioni necessarie alla definizione degli "oggetti" della simulazione: sorgenti acustiche e ricettori (comprese le altezze ed il n° di piani dei ricettori di interesse determinati tramite appositi sopralluoghi).

Nelle simulazioni sono stati inserite come sorgenti di rumore gli archi stradali.

6.9.4 Modalità di inserimento dei dati di cartografia e di progetto nel modello di simulazione

La cartografia di base è stata convertita in file di formato DXF 3D; si è quindi proceduto all'elaborazione del progetto allo scopo di poterlo restituire come dato di input del SoundPLAN. La successiva fase operativa è consistita nella ricostruzione in ambiente Autocad delle impronte delle diverse tipologie d'opera del progetto.



Lo svolgimento di queste attività si è reso necessario per poter effettuare un corretto inserimento nel SoundPLAN di tutti i dati relativi alla cartografia, agli edifici ricettori ed al progetto; l'importazione di tali dati nel modello ha costituito, infatti, il passo operativo successivo.

Successivamente, per assegnare l'elevazione ad ognuno degli oggetti presenti sulla mappa è stato creato un modello digitale del terreno DGM che definisce una superficie sull'intera area di calcolo attraverso una triangolazione che unisce tutti i punti dei quali è nota la quota.

Per quanto riguarda il presente studio è da notare che il modello richiesto pur non essendo il più adatto per rappresentare il fenomeno acustico ha fornito una rappresentazione della propagazione lungo la valle accettabile ed in linea con quanto misurato. I livelli alle abitazioni situate posteriormente ai primi ricettori esposti sono da interpretarsi come sicuramente conservativi in quanto l'NMPB non tiene conto della presenza di volumi assorbenti nel cammino di propagazione, per cui non tiene conto della vegetazione che ricopre i versanti della valle.

In particolare la maggiore differenza tra quanto constatato nel corso del sopralluogo e nelle interviste fatte agli abitanti del luogo consiste nel fatto che negli edifici situati lungo via Genova fino al terzo piano non si avverte il rumore proveniente dalla SS Aurelia perché schermato dalla vegetazione.

Unicamente ai piani più alti, alle finestre esposte verso il mare arriva un contributo udibile.
C'è anche da dire che Via Genova è attualmente molto trafficata, specialmente nelle ore di punta, perché utilizzata al posto della SS Aurelia per gli spostamenti da parte degli abitanti del posto.
Con la costruzione del nuovo svincolo, la situazione acustica dell'area dovrebbe migliorare anche perché la necessità di un tale utilizzo verrà sicuramente a cadere vista la pendenza e la tortuosità della strada.
In ultimo è da tenere in conto che il regime anemometrico della zona, con i venti che spirano nella stragrande maggioranza dei casi da terra verso il mare contribuisce grandemente alla riduzione del rumore udibile presso i ricettori.
Tale condizione corrisponde ad una condizione di "condizioni sfavorevoli alla propagazione" che purtroppo non è prevista dal NMPB che tiene conto unicamente di "condizioni favorevoli alla propagazione" o neutre.

6.9.5 Confronto tra le misure e le simulazioni

Si riporta di seguito un confronto tra i valori risultanti dalle simulazioni e quelli misurati nel corso dell'apposito sopralluogo, che evidenziano la sostanziale corrispondenza tra i valori nelle aree più impattate dal rumore prossime alla SS1 Aurelia.
Per quanto riguarda le aree più lontane, il rumore simulato non era confrontabile con quanto riscontrato in loco in quanto il modello NMPB non tiene conto dell'assorbimento dovuto alle aree vegetate ed a questo fatto non può essere posto rimedio.
Tuttavia il problema non è rilevante in quanto la rumorosità presente in tali aree sarebbe comunque a livello basso, non suscettibile di superare i limiti legislativi.
Il confronto nella tabella sottoriportata è stato effettuato inserendo il livello più elevato tra quelli rilevati nella facciata esposta confrontandolo con il corrispondente misurato.
I livelli sono molto simili, eccetto quello della misura n 8, che sconta il fatto che alle 22.30 il traffico è ancora elevato e non è rappresentativo di quello medio notturno.
Per la postazione 1 è stato utilizzato il livello in facciata più alto del ricettore 1, corrispondente a quello della postazione 4. La distanza dalla strada di questa postazione è di circa 4 metri inferiore, e questo bilancia la mancanza delle riflessioni sulla facciata.

misura	Postazione di misura	Livello rilevato	Livello simulato	differenza
1	Postazione 1	69.3	67.3	2.0
2	Postazione 1	68.2	67.3	0.9
3	Postazione 2	64.3	64.4	-0.1
4	Postazione 3	56.2	55.2	1.0
5	Postazione 1	68.1	67.3	0.8
6	Postazione 4	68.3	67.3	1.0
7	Postazione 2	64.6	64.3	0.3
8	Postazione 2	60.9	56.6	4.3

6.9.6 Risultati delle simulazioni

Si riportano di seguito alcuni commenti ai risultati ottenuti con il calcolo previsionale.
Nello scenario ante operam si vedono i due punti salienti della trattazione dell'impatto acustico dell'area, il primo è che la morfologia del terreno protegge la spiaggia e la cima delle colline.
Il rumore si insinua nelle valli riflettendosi più volte sulle pareti laterali.
Il ricettore 1 scherma parte della valle del Rio Termine riparando gli edifici retrostanti.
Il rumore appare invadere l'area dell'eliporto a servizio dell'ospedale San Carlo fino a lambire il primo edificio dello stesso, ma è un effetto illusorio dovuto alla mancanza dell'assorbimento da parte della vegetazione nella simulazione.
Lo scenario opzione zero vede un peggioramento dei livelli di rumore dovuto all'incremento del traffico, con il superamento dei limiti di legge della facciata esposta del ricettore1.
Lo scenario post operam, mostra come il rumore si sposti nel tratto della Via Aurelia situato tra la rotonda e il porto di Savona, mentre un miglioramento è apprezzabile nel tratto tra la rotonda ed Albissola Marina.
Per quanto riguarda i livelli in facciata ai ricettori si sono riportati nella tabella seguente i livelli diurni e notturni più alti raggiunti presso i ricettori più impattati:

ricettore	Ante operam diurno	Opzione zero diurno	Post operam diurno	Ante operam notturno	Opzione zero notturno	Post operam notturno
1	67.3	68.3	64.6	59.5	60.6	56.8
2	64.4	65.5	61.8	56.6	57.7	54.1
3	55.2	56.3	53.0	47.5	48.5	45.3

I livelli sopra riportati mostrano il netto miglioramento della situazione acustica ottenuto con la nuova viabilità.

6.10 Interazioni opera-ambiente

6.10.1 Effetti in fase di cantiere

In fase di cantiere le lavorazioni che determinano il maggiore impatto acustico sono quelle di costruzione dell'imbocco della galleria ed i livelli sonori indotti dai mezzi di trasporto dei materiali.

Saranno previste delle modalità operative e gestionali delle attività finalizzate al contenimento delle emissioni sonore.

Le opere di mitigazione del rumore proposte per la fase di cantiere possono essere ricondotte a due categorie:

– interventi "attivi" finalizzati a ridurre alla fonte le emissioni di rumore;

– interventi "passivi", finalizzati a intervenire sulla propagazione del rumore nell'ambiente esterno.

La riduzione delle emissioni direttamente sulla fonte di rumore può essere ottenuta tramite una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature, con opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e, infine, intervenendo quando possibile sulle modalità operazionali e di predisposizione del cantiere.

Oltre ai suddetti interventi "attivi" (in quanto finalizzati a ridurre alla fonte le emissioni di rumore) sono previsti in corrispondenza del cantiere operativo all'imbocco interventi "passivi", costituiti da barriere antirumore di tipo mobile, in quanto prossimo a 2 ricettori residenziali. Eventuali altre misure potranno essere attuate in base agli esiti delle attività di monitoraggio.

6.10.2 Effetti in fase di esercizio

Le simulazioni hanno dimostrato un sostanziale rispetto dei limiti di rumorosità previsti dalla normativa.

I risultati delle simulazioni sono stati confermati dall'andamento dei livelli misurati nel corso del sopralluogo che ne hanno riprodotto l'andamento.

Gli edifici più distanti saranno soggetti a livelli sicuramente più bassi di quanto appare dalle simulazioni in quanto il modello conservativamente non permette l'inserimento dell'assorbimento dovuto alla vegetazione.

Per tali motivi si considera il risultato dello studio soddisfacente senza l'inserimento di mitigazioni acustiche.

Per quanto riguarda le eventuali mitigazioni inseribili nel progetto occorre far notare che il territorio si presterebbe comunque molto poco all'inserimento di barriere acustiche.

Infatti la parte di tracciato più vicina alla rotatoria è occupata da un concessionario di automobili, a cui non si può bloccare l'accesso ne la visibilità per motivi di sicurezza; subito dopo c'è il ponte sul Rio Termine dove l'inserimento di barriere impedirebbe il deflusso delle acque in caso di esondazione e subito oltre c'è la rampa di salita di un'altra viabilità che porta al ricettore 2.

Considerando che i livelli di pressione sonora presso i ricettori non fanno ritenere probabili superamenti dei livelli limite, non si prevede nell'ambito del presente studio di inserire mitigazioni di sorta.

Peraltro è d'obbligo far notare che se si fossero riscontrati superamenti visto quanto premesso si sarebbe potuto ricorrere unicamente a interventi diretti in facciata o al limite ad un innalzamento del parapetto del balcone del ricettore 1 con un materiale trasparente di idonee proprietà fonoisolanti in modo da schermare l'edificio retrostante.

In ogni caso in prossimità della rotatoria, nei pressi del ricettore più prossimo all'imbocco, si prevede un'apposita attività di monitoraggio ambientale, in base alla quale saranno eventualmente messe in atto misure contenitive del rumore.

7 VIBRAZIONI

Obiettivo delle analisi riportate nella presente sezione è quello di individuare la presenza di aree edificate che risultano potenzialmente impattate dalle vibrazioni indotte dalle lavorazioni per la costruzione del nuovo Svincolo di Margonara.

In generale durante la costruzione dell'opera, è possibile che si producano moti vibratori dovuti alle operazioni di scavo all'aperto e in sotterraneo.

Propagandosi nei terreni mediante onde di corpo (onde di compressione e taglio) e di superficie, la sismicità indotta da tali attività può interessare edifici situati in prossimità delle aree di lavoro. La sismicità viene percepita all'interno dell'edificio come moto vibratorio dei solai e delle pareti e come rumore indotto dalle stesse vibrazioni (rumore solido).

In linea generale quando un fenomeno vibrante interessa un edificio, in relazione alla sensibilità del soggetto recettore e all'intensità e durata del fenomeno vibrante stesso, possono generarsi delle criticità in termini di disturbo alle persone residenti nell'edificio. Inoltre in presenza di vibrazioni particolarmente elevate è possibile che si generino criticità in termini di danno strutturale di varia entità in funzione delle caratteristiche della vibrazione (ampiezza, durata, frequenza, etc) e dell'edificio interessato.

In relazione alla tipologia di macchinario sorgente e alle sue modalità di utilizzo le vibrazioni possono interessare l'edificio recettore in vario modo. Molto spesso si tratta di fenomeni vibranti di breve durata (ordine dei secondi) che interessano l'edificio poche volte durante la giornata ma nell'arco di più giorni lavorativi: è il caso, ad esempio, delle vibrazioni indotte dallo scavo con esplosivi interessa un recettore in maniera sensibile per 1-3 volte al giorno ma per il numero ristretto di giorni necessario ad eseguire lo scavo. In altre situazioni il fenomeno sismico ha una durata decisamente più ampia (anche ore) ma interessa il recettore per un numero ristretto di giorni necessario ad eseguire le operazioni: è il caso dell'esecuzione dei pali o dell'infissione delle palancole o di sistemi di scavo meccanizzati (martelli demolitori, frese puntuali, etc).

Gli eventi vibratori di brevissima durata vengono definiti transienti mentre quelli di più lunga durata continui. Più precisamente le vibrazioni transienti sono quelle che si verificano con una ricorrenza insufficiente a provocare effetti di fatica sui materiali e la cui successione temporale sia tale da non provocare risonanze nella specifica struttura; quelle continue sono quelle non comprese in questa definizione.

7.1 Approccio metodologico

Obiettivo del presente studio è quello di individuare sul territorio aree edificate potenzialmente interessate dalle vibrazioni indotte dalle operazioni necessarie alla costruzione dell'opera in progetto. Tali aree sono state ricercate a ridosso della carreggiata stradale in quanto è lungo il fronte avanzamento lavori che si concentrano le lavorazioni più importanti e gravose in termini di vibrazioni indotte.

Nel dettaglio, la metodologia utilizzata per la redazione dello studio ha seguito i passi operativi di seguito riportati:

- Analisi delle normativa di settore
- Analisi del territorio adiacente all'infrastruttura in progetto al fine di individuare aree edificate
- in prossimità delle carreggiate stradali;
- Analisi delle operazioni da svolgersi in corrispondenza delle aree identificate al fine di individuare quelle più gravose in termini di sismicità indotta sui recettori;
- Analisi di dati bibliografici disponibili inerenti misure di vibrazioni indotte dalle lavorazioni più critiche al fine di individuare le aree di influenza delle operazioni;
- Individuazione delle potenziali criticità presenti a ridosso del tracciato stradale.

7.2 Inquadramento normativo

Allo stato attuale non esistono atti legislativi che regolino la materia dell'inquinamento derivante da moti vibratori.

Tuttavia, lo studio dell'inquinamento da vibrazioni può essere condotto utilizzando gli standard appositamente elaborati in sede nazionale e internazionale. In generale sono considerati due aspetti distinti: uno riguardante il disturbo delle vibrazioni sull'uomo, l'altro relativo al possibile danno che le vibrazioni possono arrecare alle strutture.

La valutazione delle vibrazioni presenti all'interno degli edifici in relazione al loro effetto sull'uomo è regolamentata da normative quali la UNI 9614 e la ISO 2631.

La valutazione delle vibrazioni in relazione al danno strutturale può essere fatta basandosi su apposite normative quali la ISO 4866 e la UNI 9916.

Per quanto attiene al danno alle strutture, si è constatato che la soglia di rischio è notevolmente superiore alla soglia di disturbo dell'uomo.

Questo è evidenziato anche dalle normative di settore che consigliano valori limite per il danno alle strutture notevolmente più ampi. Ad esempio nel prospetto IV della norma UNI 9916 si propongono per edifici residenziali e simili e per vibrazioni transienti velocità ammissibili comprese tra i 5 e i 20

mm/s in funzione della frequenza. Tali valori sono estremamente superiori a quelle consigliati dalla norme ISO 2631/2 per il disturbo sull'uomo ossia 0.28÷1.6 mm/s in funzione della frequenza (ISO 2631/2 tabella 1 e 2).

Il quadro normativo di riferimento è il seguente:

- Norma Internazionale ISO 2631/1 (prima edizione 1985) stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo - parte 1: specifiche generali
- Norma Internazionale ISO 2631/2 (prima edizione 1989) Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo -Parte 2: Vibrazioni continue ed impulsive negli edifici (da 1 a 80 Hz).
- Norma Italiana UNI 9670 (prima edizione 1990) Risposta degli individui alle vibrazioni - Apparecchiatura di misura.
- Norma Italiana UNI 9614 (Marzo 1990) Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo.
- Norma Internazionale ISO 4866 (prima edizione 1990) Vibrazioni meccaniche ed impulsi - Vibrazioni degli edifici - Guida per la misura delle vibrazioni e valutazione dei loro effetti sugli edifici.
- Norma Italiana UNI 9916 (Novembre 1991) Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.
- DIN 4150-3 1999 Le vibrazioni nelle costruzioni Parte 3: Effetti sui manufatti
- Norma Italiana UNI 9513 (1989) Vibrazioni e Urti. Vocabolario

7.3 Individuazione delle interferenze cantiere-edificato

Un passo fondamentale nello sviluppo della progettazione ambientale nel campo delle vibrazioni è quello della conoscenza del territorio a ridosso dei tratti stradali oggetto di studio. A tale scopo si è svolta un'analisi territoriale, al fine di individuare eventuali recettori situati in aree adiacenti al sedime stradale e la loro destinazione d'uso.

Dall'analisi della soluzione in progetto e del territorio in cui si inserisce si nota la presenza di tre edifici situati nei pressi dell'imbocco della galleria. Si tratta di due residenze e di un edifico in parte a destinazione abitativa ed in parte commerciale.

Altri possibili "bersagli" sono delle strutture ad uso per lo più residenziale presenti al di sopra delle due rampe in galleria di nuova realizzazione.

Una volta individuate sulla cartografia le aree di interferenza si è proceduto all'analisi dei documenti progettuali al fine di identificare le operazioni di cantiere che si svolgeranno in prossimità degli edifici.

In generale, nell'ambito della costruzione delle gallerie, le maggiori problematiche sono da attribuire alla sismicità indotta dalle operazioni abbattimento dei volumi di roccia. Tali operazioni, realizzate a cielo aperto e in sotterraneo, interessano sia gli edifici presenti nei pressi dell'imbocco che quelli situati lungo la linea d'asse delle gallerie. Lungo la linea d'asse maggiori problematiche si hanno nei casi in cui una ridotta copertura della galleria prefigura ridotte distanze tra la zona di abbattimento e il recettore impattato e quindi minori effetti dissipativi delle vibrazione dovuti al terreno.

7.4 Definizione delle aree di influenza delle attività costruttive

Per area di influenza di una determinata attività costruttiva si intende quella porzione di territorio a ridosso dell'attività costruttiva che può risultare interessata in modo significativo da vibrazioni indotte dall'attività stessa. La vibrazione viene ritenuta significativa allorquando sia tale da:

1. risultare causa di disturbo per una persona interessata;
2. indurre lesioni strutturali ad un edificio.

Ne consegue che per una determinata attività costruttiva vengono definite due aree di influenza. In relazione al fatto che i valori di riferimento per il danno strutturale risultano superiori a quelli per il disturbo alle persone le aree di influenza di tipo 2 risultano contenute in quelle di tipo 1.

7.4.1 Realizzazione delle gallerie naturali

La realizzazione delle gallerie naturali è prevista attraverso il metodo di scavo "in tradizionale".

La metodologia di scavo classica nel corso degli anni si è andata a modificare attraverso la possibilità di utilizzo e lo sviluppo di nuovi materiali in abbinamento a nuove tecniche di presostegno degli scavi e miglioramento delle caratteristiche dell'ammasso roccioso, al fine di permettere avanzamenti a velocità accettabili anche in materiali particolarmente scadenti.

Tra le fasi realizzative delle gallerie naturali, quella di abbattimento del fronte di scavo risulta certamente la più critica in termini di sismicità indotta.

In linea generale la metodica di abbattimento del fronte potrà essere realizzata mediante l'utilizzo di esplosivi, demolitori idraulici, frese puntuali (roadheaders), etc.

In generale le operazioni di abbattimento inducono la generazione continua o discontinua di vibrazioni in corrispondenza del fronte di scavo.

Una recente analisi dei dati disponibili sulle vibrazioni prodotte da differenti metodiche di scavo in differenti condizioni geologiche è riportata in figura 8.1.

Al fine di individuare le aree di interferenza delle singole attività la figura è stata modificata riportando i seguenti valori di riferimento normativi.

• il valore di 2.5 mm/s indicato dalla norma DIN 4150-3 come soglia di danno per strutture sensibili nel caso di vibrazioni prolungate

• il valore di 5 mm/s indicato dalla norma DIN 4150-3 come soglia di danno per edifici esidenziali per vibrazioni prolungate

• il valore di 1.5 mm/s indicato dall'eurocodice 3 come valore massimo per prevenire il disturbo alle persone nel caso di operazioni che superino i 26 gg lavorativi ed in presenza di un adeguata campagna informativa dei residenti

Per quanto attiene al danno strutturale si è fatto riferimento a valori limite per vibrazioni prolungate in relazione al fatto che:

• alcune delle attività producono sismicità di tipo non transitorio;

• i valori limite per vibrazioni prolungate risultano più conservativi.

I dati rappresentati nella Figura 8.1, non risultano esaustivi in merito a tutti i litotipi riscontrabili, a tutti i tipi di macchinari e tecniche di scavo utilizzabili.

Tuttavia appare evidente che le maggiori problematiche inerenti alle operazioni di scavo sono da attribuire all'utilizzo di esplosivi e del martello demolitore. L'utilizzo delle frese puntuali garantisce un minor impatto ambientale con l'insorgenza di problematiche solamente in presenza di edifici decisamente prossimi al fronte di scavo (distanza < 10 m).

Nel caso in esame l'abbattimento del fronte di scavo verrà effettuato con martello demolitore ed eventualmente con l'utilizzo di esplosivi.

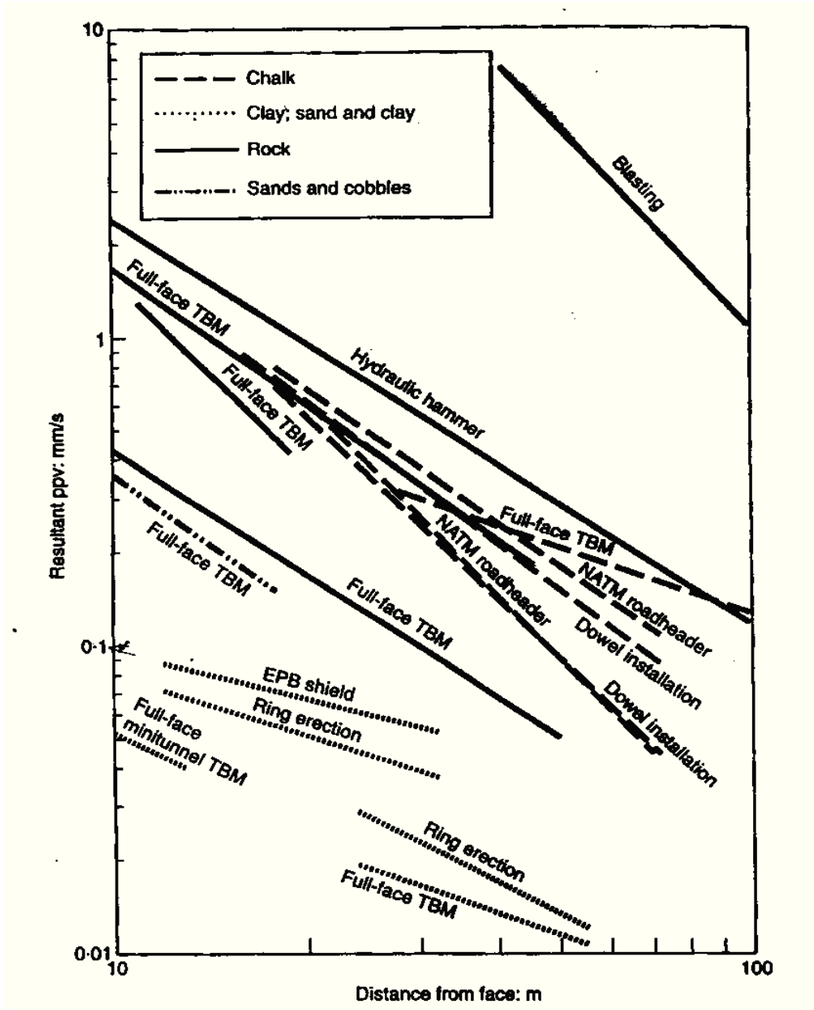


Figura 8.1 Valori di velocità di vibrazione indotta da sistemi di scavo meccanizzato in diversi tipi di terreno (modificato)

Abbattimento con martello demolitore

I demolitori idraulici montati su tradizionali escavatori costituiscono un metodo di abbattimento che può essere utilizzato negli scavi delle gallerie sia al fronte sia per impieghi secondari quali i disgaggi.

Il demolitore idraulico può abbattere la roccia sia utilizzando l'utensile come "ripper" sia nella sua vera funzione immettendo sollecitazione di compressione nel massiccio.

Per quanto attiene alla sismicità indotta i demolitori sono classificabili in base all'energia trasferita al mezzo per ogni colpo e al numero delle percussioni al minuto. Per alcuni tipi di demolitori queste caratteristiche risultano costanti. Per altri, invece, variano al variare della resistenza meccanica del

mezzo: all'aumentare di questa aumenta l'energia per colpo e diminuisce il numero di colpi al minuto; il contrario avviene al diminuire della resistenza meccanica dell'ammasso.

Le caratteristiche tipiche dei demolitori in commercio sono riportate nella seguente tabella:

Tipo	Peso (kg)	Energia per colpo (J)	Frequenza (Colpi/min)
A	2200	5200	360-520
B	2900	6000	400-600
C	3450	8200	300-400
D	2000	5700-1425	480-1100

Tabella 8.2 Tipi di demolitori idraulici presenti in commercio

Dalla tabella precedente di evince che il numero di sismi immessi nel mezzo risulta notevole. Infatti ipotizzando l'uso di un martello demolitore tipo A con 360 colpi minuto in un ora di abbattimento si generano 21600 sismi.

In relazione al fatto che:

• altri tipi di martelli demolitori hanno frequenze maggiori;

• la durata di una fase di abbattimento può durare diverse ore;

• che un edificio risente dei sismi per tratti di galleria di decine di metri;

• il numero di sismi che subisce un recettore diventa estremamente rilevante.

Per quanto attiene all'ampiezza della vibrazione indotta da un martello demolitore risulta fondamentale l'energia per colpo trasmessa dal macchinario e quindi dalla classe dello stesso.

La Figura 8.3, illustra i risultati di rilievi eseguiti in superficie durante lo scavo in gallerie in breccia calcarea, di profondità variabile, con martello demolitore tipo D. I valori si riferiscono ai valori di picco del vettore velocità delle particelle. Per ogni distanza i valori diagrammati sono solo il 5 % di quelli registrati. In particolare sono riportati quelli più elevati; i rimanenti valori misurati e non riportati sono più bassi.

I valori ottenuti sono molto influenzati dalle caratteristiche locali della formazione rocciosa e dalla posizione dell'utensile sul fronte, sia perché varia con essa la profondità della sorgente sia in relazione alla direzione di immissione sismica. A parità di distanza dalla sorgente la variabilità dell'ampiezza dei transienti misurati varia di un ordine di grandezza.

Aldilà della variazione del sisma rilevato si nota che le vibrazioni indotte in superficie risultano superiori a quelli indicate nella Figura 8.2. Inoltre i valori registrati mostrano che i sismi indotti risultano tutt'altro che irrilevanti ai fini del danno strutturale.

Infatti si nota che con coperture di circa 17 m si possono attendere velocità di vibrazione di anche 2 cm/s, nettamente superiori ai limiti indicati dalla norma 4150-3.

La Figura 8.2 è stata modificata inserendo valori di riferimento adatti per le vibrazioni indotte da demolitore idraulico. In particolare sono stati inseriti:

• il valore di 2.5 mm/s indicato dalla norma DIN 4150-3 come soglia di danno per strutture sensibili nel caso di vibrazioni prolungate

• il valore di 5 mm/s indicato dalla norma DIN 4150-3 come soglia di danno per edifici residenziali per vibrazioni prolungate

• il valore di 1.5 mm/s indicato dall'eurocodice 3 come valore massimo per prevenire il disturbo alle persone nel caso di operazioni che superino i 26 gg lavorativi ed in presenza di un adeguata campagna informativa dei residenti

Considerando la retta di regressione riportata si nota che:

• affinché l'ampiezza delle vibrazioni scenda sotto il valore limite per il danno strutturale in abitazioni di uso civile pari a 5 mm/s (DIN 4150-3) la distanza dal fronte di scavo deve essere superiore a 20 m

• affinché l'ampiezza delle vibrazioni scenda sotto il valore limite per i disturbo alle persone in abitazioni di uso civile pari a 1.5 mm/s (Eurocodice 3) la distanza dal fronte di scavo deve essere superiore a 40 m

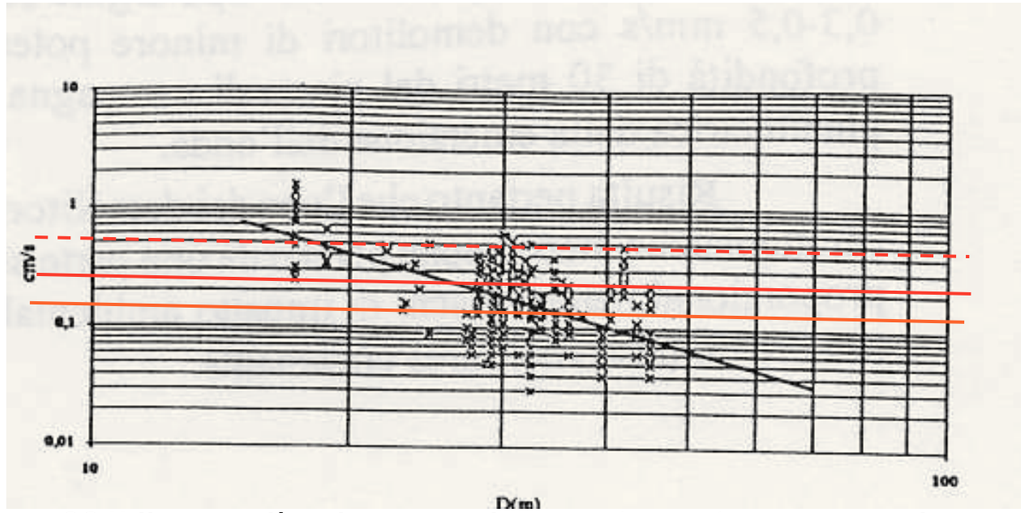


Figura 8.2 Vettore velocità particelle misurato in superficie, in funzione della distanza della sorgente in galleria

In massicci più "soffici" tipo argille scagliose sono state rilevate velocità delle particelle 0.3 – 0.5 mm/s con demolitori di minore potenza rispetto a quello citato precedentemente operanti alla profondità di 30 m dal piano campagna.

In base ai dati sperimentali disponibili, è stata compiuta una previsione della sismicità indotta dalle operazioni di abbattimento.

I dati relativi a scavi in breccia calcarea di caratteristiche meccaniche variabili e con demolitori dotati di una buona energia per colpo possono verosimilmente essere utilizzati a favore di sicurezza. Questo anche in relazione del fatto che i dati riportati nella figura sono quelli massimi registrati per ogni singola distanza.

Stante ciò per le operazioni di abbattimento meccanico in roccia con martello demolitore può essere assunta una distanza di influenza di 40 m, per quanto attiene al disturbo alle persone, e di 20 m per il danno strutturale.

7.5 Individuazione delle aree potenzialmente critiche

Per area "potenzialmente" critica si intende una porzione di territorio nella quale sono ubicati uno o più recettori che, per vicinanza dalle aree di lavorazione, potrebbero essere interessati da fenomeni vibratori in grado di determinare criticità in termini di disturbo alle persone o di danno strutturale.

Il termine "potenzialmente" serve a mettere in evidenza che la criticità non scaturisce da campagne di misura mirate, ma in base a dati sperimentali disponibili in letteratura. Va da se, dunque, che nella definizione di tali aree vi sono dei margini di incertezza e che l'effettiva criticità di un recettore potrà essere verificata solo quando durante le attività costruttive sarà possibile realizzare rilievi ad hoc.

La definizione di area "potenzialmente" critica, comunque, permette di focalizzare l'attenzione a quelle situazioni d'interferenza recettore-cantiere più importanti e significative.

Nel presente studio si è giunti alla definizione delle aree potenzialmente critiche:

• analizzando le interferenze progetto-edificato presenti sul territorio;

• analizzando le attività costruttive da eseguirsi in prossimità degli edifici identificando quelle maggiormente impattanti dal punto di vista vibrazionale;

• definendo le distanze di influenza delle singole attività maggiormente impattanti ovvero le distanze al di sotto delle quali è possibile l'insorgenza di criticità in termini di disturbo o di danno strutturale.

Si sottolinea che nella definizione delle aree di influenza relative allo scavo delle gallerie si è preso in considerazione una metodica di abbattimento dei volumi di terreno mediante martello demolitore. Non si è tenuto conto della possibilità dell'utilizzo di esplosivi. In quest'ultimo caso l'estensione delle aree di influenza risulta senz'altro maggiore ma non quantificabile a priori senza un'adeguata caratterizzazione dinamica della roccia da abbattere e senza la definizione progettuale della volata. Si sottolinea però che nel caso di utilizzo di esplosivi il problema del controllo delle vibrazioni fa parte integrante delle metodiche di scavo.

Definite le distanze di influenza delle singole attività costruttive vengono automaticamente a determinarsi su delle porzioni di territorio potenzialmente critiche. Si tratta di quelle aree, presenti nell'intorno della posizione di esecuzione delle attività che risultano delimitate esternamente dalle distanze di influenza.

I recettori potenzialmente critici sono tutti quegli edifici che ricadono all'interno delle aree potenzialmente critiche individuate in base alle distanze di influenza delle attività costruttive determinate come descritto nei precedenti paragrafi.

Le aree critiche individuate sono 5 e si trovano tutte lungo gli assi delle gallerie naturali o in loro prossimità; si tratta degli edifici che risultano impattati dalle operazioni di abbattimento del fronte di scavo della galleria naturale. Le situazioni più problematiche risultano quelle in cui lo scavo avviene all'interno delle argille che, come emerso in precedenza, hanno un'area di influenza maggiore. Non si segnalano criticità nella zona di imbocco.

7.6 Interazioni opera-ambiente

7.6.1 Effetti in fase di cantiere

Nella fase di costruzione, e più specificatamente nelle operazioni di scavo e di movimentazione delle terre, si produrranno delle vibrazioni meccaniche, che presumibilmente si propagheranno attraverso il terreno e potranno interessare sia la popolazione residente che manufatti ed edifici. Tale fenomeno, seppur non rilevante in relazione alle quantità di materiale da movimentare e alla ubicazione dagli edifici residenziali, dovrà essere opportunamente minimizzato al fine di salvaguardare gli aspetti ambientali e le attività antropiche presenti.

Durante le attività di costruzione dell'opera in progetto la generazione di vibrazioni è imputabile al funzionamento dei macchinari adibiti allo scavo. Propagandosi nei terreni mediante onde di corpo (onde di compressione e taglio) e di superficie, la sismicità indotta da tali attività può interessare edifici situati in prossimità delle aree di lavoro. La sismicità viene percepita all'interno dell'edificio come moto vibratorio dei solai e delle pareti e come rumore indotto dalle stesse vibrazioni (rumore solido).

L'analisi delle caratteristiche delle opere in progetto e del tessuto territoriale in cui si inserisce ha messo in evidenza che le maggiori criticità sono da attribuire alla realizzazione delle gallerie naturali.

Per quanto riguarda le attività di costruzione della galleria, lo studio ha permesso di individuare delle aree critiche nel numero di 5, in cui sono presenti edifici che potrebbero essere interessati da fenomeni vibratori intensi capaci di indurre disturbo alle persone che li abitano e potenziali impatti in termini di danno strutturale.

In questo ambito le maggiori problematiche sono da attribuire alle operazioni di abbattimento dei volumi di terreno in sotterraneo (gallerie naturali).

Le misure atte a mitigare gli impatti indotti dalla produzione di vibrazioni, nell'ambito delle tipologie di lavorazione previste, possono essere ricondotte semplicemente ai seguenti accorgimenti tecnici da prevedersi in fase operativa dei mezzi meccanici e più precisamente: riduzione delle emissioni vibrazionali derivanti dall'utilizzo di macchine operative quali escavatori, compressori, generatori, ecc.. utilizzando opportuni silenziatori e filtri d'aria e all'occorrenza isolando tali macchinari mediante opere provvisionali quali pannelli fonoassorbenti.

Appare comunque necessario in prossimità di alcuni edifici, ricadenti all'interno delle 5 aree critiche individuate, controllare le vibrazioni dovute allo scavo, mediante un'apposita attività di monitoraggio ambientale (si veda il Piano di Monitoraggio Ambientale allegato al SIA).

7.6.2 Effetti in fase di esercizio

In fase di esercizio l'opera in esame non si prevede produca impatti da vibrazione nello stretto intorno del tracciato stradale.

8 PAESAGGIO

Lo studio degli aspetti paesaggistici è stato sviluppato attraverso una lettura che ha interessato sia le caratteristiche fisiche (morfologia, vegetazione, sistema insediativo, valenza storica ed architettonica, ecc.), sia la pianificazione che la tutela del territorio in ambito paesistico, nonché le caratteristiche percettive attraverso le quali è stato possibile cogliere l'interazione ed il dinamismo delle diverse letture del paesaggio.

La lettura strutturale del paesaggio individua quindi le "componenti fisiche elementari" del territorio (sistemi vegetazionali, rilievo e rete idrografica) che, attraverso la loro aggregazione, definiscono più ampi ambiti territoriali, caratterizzati dalla omogeneità naturalistica e morfologica.

Parallelamente, si è svolta l'indagine relativa ai caratteri culturali della stratificazione antropica sul territorio, oltre che alle modalità di insediamento ed all'evoluzione della presenza umana nelle sue testimonianze storiche ed attuali.

8.1 Archeologia e beni storici

Il presente progetto definitivo, contiene lo studio archeologico redatto, in fase di progettazione definitiva, ai fini della Verifica Preventiva dell'Interesse così come previsto dall'art.95 del D.lgs 163/2006. Di seguito se ne riporta una sintesi.

8.1.1 Inquadramento storico

In generale le testimonianze più antiche della presenza umana in Liguria, soprattutto nella parte di Ponente, ricoprono tutto il Paleolitico inferiore, medio e superiore. Nella parte di levante, al contrario, i siti che hanno restituito materiali di questo periodo sono generalmente di poca entità, oltre ad essere poco scavati e studiati. Questa disparità potrebbe essere in parte dovuta alla natura del territorio, privo di grotte e caratterizzato da una fitta vegetazione, realtà che rende le ricerche al suolo molto problematiche; inoltre, la persistenza abitativa dei luoghi, le opere di terrazzamento dei versanti collinari e l'accumulo dei detriti fluviali nelle pianure di fondovalle, sono tutti aspetti che in qualche modo impediscono l'individuazione di tracce antropiche antiche. È possibile ipotizzare una frequentazione della zona solo in seguito ad alcuni rinvenimenti sporadici delle campagne di scavo della fortezza del Priamàr, condotte alla fine degli anni '50 e nel corso degli anni '80 del secolo scorso, riferibili al Bronzo medio, recente e finale.

Per quanto riguarda il periodo preromano, grazie alle fonti, conosciamo i centri costieri principali della zona: il castellaro di Bergeggi, situato poco più a sud di Vado Ligure, e Savona, il cui nucleo principale molto probabilmente era ubicato sulla odierna collina del Priamàr. La città di Savona, inoltre, appare citata per la prima volta da Plinio nel 207 a.C. (XXVIII,46), con il nome di *Savo Oppidum alpinum*, durante la narrazione degli eventi relativi alla seconda guerra punica.

Il quadro delle presenze archeologiche resta abbastanza povero anche per questo periodo, ad eccezione di due consistenti rinvenimenti localizzati non lontano dall'area dei lavori. Ad Albisola Superiore sono state messe in luce strutture identificate come appartenenti alla *mansio* di *Alba Docilia* (citata nella *Tabula Peutingeriana* tra le stazioni di *Ad Navalia* e *Vico Virginis*), precedute da una frequentazione di età tardo-repubblicana (frammenti di ceramica a vernice nera) e caratterizzate da continuità insediativa fino all'età tardo antica. In prossimità del sito, due saggi stratigrafici effettuati nel 2007 hanno permesso di recuperare materiale romano e tardo-romano in giacitura secondaria da mettere in relazione con la *mansio.*

Nel 2006, invece, un insediamento romano inquadrabile tra la prima età imperiale ed il VI sec. d.C. è stato rinvenuto a Legino.

In età tardo antica la città di Savona, trasformata in porto bizantino in seguito ad un periodo di declino, conosce un momento di ripresa che durerà fino all'invasione longobarda, durante la quale venne conquistata e distrutta da Rotari nel 641 d.C. Tuttavia, durante periodo feudale e comunale, riuscì a risollevarsi fino a diventare il principale sbocco al mare del Piemonte.

A differenza delle fasi precedenti il periodo medievale e post-medievale è il più conosciuto e indagato della zona e, più in particolare, della città di Savona.

Il periodo Alto medioevale è rappresentato da diversi rinvenimenti sulla collina del Priamàr, sia nel palazzo della Loggia, da strutture abitative datate al IX-X sec., sia nell'area della cattedrale di Santa Maria Assunta, databile a partire dal IX sec. L'edificio in questione subì diversi rifacimenti fino alla sua definitiva demolizione, avvenuta nel 1595. Tutta la parte alta della città, infatti, venne rasa al suolo nel 1542, in seguito alla conquista genovese di Savona, per la costruzione della fortezza. Nel 1567, proprio in questa zona, si avviarono i lavori per il nuovo complesso monastico dei Domenicani (San Domenico Nuovo), che andò a sostituire la chiesa duecentesca di Sant'Antonio di cui i monaci divennero proprietari (insieme all'ospedale e alle diverse abitazioni ubicate nella zona) dopo la distruzione del vecchio complesso monastico (San Domenico il Vecchio) sul Priamàr. Le indagini archeologiche nell'area del chiostro hanno individuato tracce di frequentazione bassomedievale e un "butto" di materiale ceramico di prestigio databile tra il XV e XVI sec. La struttura fu abbandonata nel 1813 per poi essere progressivamente demolita.

Lo scavo in via Pia, (ex cinema Astor), nonostante abbia subito numerosi rimaneggiamenti che hanno pesantemente sconvolto la stratigrafia, ha evidenziato la presenza di case a schiera Basso medievali, di strutture post medievali, ovvero un pozzo e una serie di condutture fognarie realizzate

in pietra e mattoni, e frammenti di maiolica ligure; tutte queste strutture furono abbattute in seguito alla costruzione del palazzo Naselli-Feo.

Appartiene sempre a questo periodo anche una porzione del tracciato medievale della Via Untoria, rinvenuto tra Corso Mazzini e via Lavagna, sulla cui prosecuzione si individua il Ponte delle Pile (edificato tra il 1311 e il 1314), obliterato in epoca post-medievale da alcune strutture e distrutto nel 1858 da una violenta alluvione.

Un'altra evidenza è segnalata nell'area del Duomo, si tratta della pavimentazione originaria del chiostro dei Conversi, obliterata da uno strato di riporto databile al XVI secolo sul quale si imposta la nuova copertura. L'area del chiostro fu pesantemente trasformata nel 1589 quando gli spazi del complesso furono nettamente divisi tra vescovo e frati francescani, in questa occasione il chiostro fu in parte chiuso ed in parte frazionato, operazione che venne svolta anche nel XVIII secolo quando venne costruito il grande salone che porta al vescovato.

Altre evidenze archeologiche di età medievale e post medievale, infine, rinvenute in seguito ad un programma di ricerca preventiva eseguito in merito ad un progetto di riqualificazione urbanistica, si concentrano nell'area dell'ex Italsider. L'area è stata oggetto di un approfondito studio storico ed archivistico e di una serie di interventi diagnostici (apertura di pozzetti geognostici, circa 37 carotaggi e indagini con il georadar).

La prima evidenza, nell'area definita 4000, si riferisce ad una serie di strutture, databili tra il XIII e XIV secolo. Al borgo del molo è stato evidenziato un quartiere abitativo medievale che presenta continuità di vita fino al XVIII secolo, durante il quale venne demolito. Alcuni di questi edifici più prossimi alla spiaggia, caratterizzati da grandi ambienti rettangolari e pavimentazioni resistenti, possono essere interpretati come magazzini o vani per l'attività artigianale e di carpenteria navale.

Databile al XII secolo è il molo di Sant'Erasmo, la struttura fu più volte distrutta dalle azioni militari genovesi per poi essere inglobata dalle strutture moderne. Nel XIII - XIV secolo l'area portuale venne divisa in due distinti bacini attraverso la costruzione del Molo delle Casse, ubicato perpendicolarmente rispetto a quello di Sant'Erasmo. Sulla spiaggia davanti al suddetto Molo, vi erano strutture riferibili all'Arsenale della Marina costruito nel 1471 per volere di Galeazzo Maria Sforza, e subito distrutto nel 1518 perché considerato troppo vicino al mare.

Le ultime due evidenze archeologiche di cui siamo a conoscenza sono state rinvenute nell'area di Palacrociere e in Via Chiodo. Nel primo caso si tratta di strutture appartenenti al Molo delle Casse, costruito intorno al XIV secolo; nel secondo caso invece, localizzato tra il Molo delle Casse e il molo di Sant'Erasmo, si tratta di una zona definita dalle carte del XVIII secolo "porto antico riempito". L'analisi della cartografia storica e i carotaggi effettuati fino a m 10 di profondità confermano infatti una situazione iniziale di fondale marino, fino al suo riempimento avvenuto in epoca post medievale.

Tabella Riassuntiva dei siti

sito	Località	Comune	Tipo	Età	Descrizione
1		Savona	Sito	Medievale e post-medievale	Case a schiera basso medievali e alcune strutture post-medievali, tra cui un pozzo e una serie di condutture fognarie.
2		Savona	Sito	Medievale	Ponte
3	Collina del Priamàr	Savona	Sito	Medioevale e post-medievale	Cattedrale di SANTA Maria Assunta databile al IX secolo, e la fortezza genovese che occupò l'area nel 1542.
4	Area Ex Italsider	Savona	Sito	Post-medievale	Strutture databili tra il XIII e il XIV secolo.
5	Area Ex Italsider	Savona	Sito	Medievale e post-medievale	Quartiere abitativo sorto a ridosso delle strutture portuali databile dall'epoca medievale e demolito nella metà del XVIII secolo. Resti di scorie e DI numerosi chiodi attesteno la presenza di attività artigianali e di carpenteria.
6	Area Ex Italsider	Savona		Medievale	Molo realizzato nel XII secolo.
7	Area Ex Italsider	Savona	Sito	Post-mediavale	Strutture riferibili all'Arsenale della Marina costruito nel 1471 per volere di Galeazzo Maria Sforza, durante il suo dominio su Savona.

8	Molo delle Casse	Savona	Sito	Post-medievale	Strutture riferibili a un molo costruito intorno al XIV in occasione dei lavori di allungamento della Darsena
9		Savona	Off-site	Altro…	Zona definita dalla carte del XVIII secolo come "porto antico riempito".
10	Monticello	Savona	Sito	Medievale e post-medievale	Nuovo complesso monastico dei frati Domenicani, la cui costruzione ebbe inizio nel 1567.
11		Savona	Sito	Post-medievale	Chiostro.
12		Savona	Sito	Post-medievale	Parte del tracciato stradale della via Untoria.
13		Albisola Superiore	Area di frammenti	Romano gen.	E' stato recuperato materiale romano e tardo-romano in giacitura secondaria.
14		Albisola Superiore	Sito	Romano gen.	Strutture relative ad una villa, identificata come appartenente alla *mansio* di *Alba Docilia*.

8.1.2 Valutazione del Rischio archeologico assoluto

Le diverse operazioni svolte hanno contribuito in modo diverso a raccogliere tutti i dati scientifici al fine di delineare un quadro conoscitivo del territorio interessato dai lavori di realizzazione del nuovo svincolo di Margonara – Hub di Savona. Su di essi si sono basate le ipotesi di intervento e verifica del potenziale archeologico.

Alla luce di questi dati è stata effettuata una duplice valutazione di rischio.

La metodologia utilizzata ha previsto un'analisi diacronica comparata dei dati raccolti, attraverso il quale è stato possibile determinare tre diversi gradi di potenziale archeologico presenti nel territorio oggetto dei lavori: basso, medio e alto; questa operazione ha portato alla redazione della "Carta di Potenziale Archeologico", diventata poi "Carta delle presenze archeologiche".

I fattori che hanno contribuito alla redazione della carta sono di tipo sia antropico che geografico; nel primo caso è stata analizzata la pendenza del terreno, la quota, la viabilità, la presenza di corsi d'acqua e di sorgenti, nel secondo caso è stata considerata la presenza di siti archeologici noti, (estensione, importanza storica, densità), oltre ad eventuali anomalie aeree riconducibili grazie alle ricognizioni al suolo a contesti archeologici di diverse datazioni. L'interazione di questi elementi e del territorio circostante è stata evidenziata ed elaborata cartograficamente attraverso il software della ESRI Arcgis versione 10.1.

È necessario specificare che in questo caso la valutazione finale potrebbe in parte risultare un po' falsata dall'impossibilità di condurre delle campagne di *survey.* La totalità del tracciato in oggetto, infatti, si colloca o in aree a folta vegetazione, peraltro non accessibili perché recintate, o in zone urbanizzate. Questi stessi impedimenti potrebbero in parte aver limitato molto anche l'osservazione del terreno dalle foto aeree, dal quale non emerge alcuna anomalia evidente.

Il modello elaborato mediante la somma di questi fattori si è basato, per ognuno di essi, sulla rispettiva percentuale di influenza: 1) carta delle pendenze derivata dal modello digitale del terreno (D.T.M.) e riclassificata secondo il criterio per cui ad una maggiore pendenza del terreno corrisponde un valore meno elevato; 2) carta altimetrica, originata dal modello T.I.N. (Triangulated Irregular Network), riclassificata secondo il criterio per cui ad una maggiore quota corrisponde un valore meno elevato; 3) carta idrografica riclassificata secondo il criterio per cui i fiumi così come le sorgenti, in quanto fonti di approvvigionamento idrico hanno un alto valore; 4) carta delle aree archeologiche note, riclassificata secondo il criterio per cui le aree in cui sono presenti tracce antropiche più o meno estese hanno un valore maggiore; 5) carta dell'esposizione dei versanti, riclassificata secondo il criterio per cui le aree più esposte alla luce del sole hanno un valore maggiore; 6) carta di densità dei siti noti.

L'elaborato finale ci mostra un grado di potenziale archeologico medio-basso, dovuto in parte alla lontananza dell'area dei lavori da zone archeologiche note ed in parte dalle caratteristiche fisiche del territorio, caratterizzato da pendii piuttosto ripidi o avente una esposizione alla luce solare non favorevole.

8.1.3 Valutazione del Rischio archeologico relativo

La "Carta delle presenze archeologiche" ha fornito la base per l'elaborazione della "Carta del rischio archeologico", nella quale si mettono in evidenza, per i diversi settori del tracciato in progetto, tre gradi di rischio: basso, medio e alto.

Con il concetto di "Rischio archeologico" si intende il "rischio per il patrimonio archeologico" di essere danneggiato in occasione di interventi di trasformazione del paesaggio, e il "rischio per progettisti ed imprese" di veder compromessa la marcia del progetto originale non avendo calcolato la possibilità di rinvenimenti archeologici inattesi, con un conseguente aumento dei costi di realizzazione delle opere. In questo caso la determinazione del grado di rischio è stata fatta in funzione delle tipologie di lavori che verranno effettuati su una certa zona che può avere diversi gradi di potenzialità archeologica.

La profondità delle opere e la loro ampiezza incidono sulla valutazione del rischio archeologico, infatti se in un' area ad alto potenziale archeologico non vengono svolte operazioni di scavo il fattore di rischio sarà ridotto, viceversa se in una area a medio o basso potenziale archeologico i lavori di scavo raggiungono notevoli profondità il fattore di rischio salirà proporzionalmente.

L'impossibilità di effettuare delle ricognizioni di superficie, così come l'assenza di anomalie nelle foto aeree, ha comportato di fatto una analisi del rischio basata essenzialmente sulle quote dei lavori, sulla presenza lungo il tracciato di eventuali edifici, la cui costruzione potrebbe di fatto in parte già eroso un eventuale deposito archeologico e sul grado di potenziale archeologico.

Sulla base di queste considerazioni, concludiamo la nostra relazione sul progetto considerando la distanza di quest'ultimo dai rinvenimenti archeologici editi, il quale si trovano ad una distanza di 2 km sia ad est che a ovest dal tracciato. Il tracciato dunque non insiste sulle aree archeologiche, pertanto , anche in questo caso, si è ottenuto un grado di rischio archeologico generale medio-basso.

Dunque, sono state ritenute aree a basso potenziale archeologico, le zone che hanno già subito pesanti interventi antropici, come la presenza di strade, edifici e/o quartieri e le zone interessate da tratti in galleria, ubicati a quote di gran lunga più basse rispetto all'odierno piano di campagna. Alcune parti del tracciato sono state ritenute a medio potenziale archeologico pur trovandosi lontano da aree archeologiche note, l'assegnazione di queste aree al rischio medio si giustifica con la quota dei lavori e con il fatto che le zone in questione non sono mai state oggetto di studi archeologici e dunque data l'assenza di dati noti non è possibile a priori escludere la presenza di frequentazione antropica senza ulteriori indagini preliminari di diversa natura rispetto alla ricognizione archeologica e all'interpretazione aereo-fotografica. Infine, non è stata individuata nessuna area ad alto potenziale archeologico.

8.2 Assetto insediativo

Nell'ambito in esame si possono identificare due contesti territoriali che presentano problemi e situazioni molto diverse. Da un lato i comuni del versante marino, costieri (Bergeggi, Vado, le Albissole, Celle, Varazze, Savona), dall'altro quelli del versante padano (Sassello, Urbe, Pontinvrea, Giusvalla, Mioglia).

I primi, che sono quelli di diretto interesse del progetto, appaiono sovente caratterizzati da interventi di radicale riqualificazione urbana. Quasi ovunque è segnalato come fondamentale il problema della viabilità, seppur con ovvie variabili. Si progettano, si invocano, si aspettano nuove strade: per incentivare l'accessibilità dall'esterno e ridurre l'isolamento, per i Comuni montani; per decongestionare la costa, facilitare l'attraversamento e la fruizione della stessa, per quelli costieri.

Sul versante marino, i crinali perpendicolari alla costa, che presentano un andamento pressoché parallelo tra loro, si estendono fino al mare a formare acclivi promontori. Questi costituiscono una barriera fisica che ha fortemente condizionato l'originario assetto insediativo delle vallate e ne condiziona tuttora l'evoluzione.

In origine infatti, tale assetto geomorfologico ha favorito il prevalere di relazioni e collegamenti trasversali costa-entroterra rispetto a quelli longitudinali paralleli al litorale. I centri abitati costieri costituivano lo sbocco al mare di articolati sistemi di relazione fisica e funzionale estesi verso l'interno di cui i percorsi di valico costituivano l'ossatura principale.

La realizzazione dei tratti a mare della strada statale Aurelia, il completamento sul finire del XIX secolo della linea ferroviaria litoranea e la costruzione della viabilità autostradale, hanno progressivamente modificato l'originario assetto insediativo.

La nuova rete infrastrutturale è divenuta rapidamente un "attrattore lineare di sviluppo" capace di convogliare le principali risorse umane ed economiche favorendo così la crescita urbana dei centri costieri che oggi da Vado ad Albissola assumono l'aspetto di un continuum urbano.

8.3 Contesto e Struttura del Paesaggio

L'analisi congiunta della lettura strutturale del paesaggio e dei suoi caratteri antropici e storici ha consentito di individuare il CONTESTO di studio, inteso come quella parte di territorio all'interno del quale le relazioni tra le componenti infrastrutturali-insediative, morfologico-ambientali e storico-testimoniali si presentano significative, riconoscibili e differenti da quelle presenti in altre parti del territorio.

Assumendo il sistema stradale come chiave interpretativa, il Contesto costituisce lo sfondo per comprendere e valutare il ruolo dell'intervento progettuale all'interno di una rete più ampia di relazioni; esso offre una duplice lettura del territorio, sottolineando la necessità di combinare due sguardi differenti per leggere il rapporto tra infrastruttura e territorio.

La STRUTTURA del paesaggio evidenzia la fisionomia del Contesto attraverso l'individuazione delle componenti infrastrutturali-insediative, morfologico-ambientali, storico-testimoniali e delle loro reciproche relazioni.

Gli elementi di struttura del paesaggio rappresentano configurazioni morfologiche, ambientali ed insediative, che concorrono all'individuazione delle sequenze paesistiche ricorrenti e delle immagini dominanti necessarie al riconoscimento del paesaggio.

Nel caso del presente progetto, che si sviluppa in corrispondenza di un ambito prettamente antropizzato, il Contesto preso in considerazione è stato scelto principalmente sulla base della morfologia del paesaggio e sui confini dettati dalla conformazione stessa del territorio (crinali, creste, fondovalli, costa, ecc.).

Il risultato è un ambito paesaggistico di poco inferiore ai 1 Kmq circa i cui limiti sono quindi rappresentati soprattutto dai crinali montuosi tipici della costa ligure.

L'area è strettamente collegata al bacino idrografico del Rio Podestà i cui corsi d'acqua hanno contribuito a modellare i versanti del paesaggio costiero ligure ricoperti da bosco o con vegetazione rada di tipo mediterraneo, il Rio Termine rappresenta una parte del confine comunale di Savona e Albissola Marina.

Il bacino è attraversato da due importanti arterie infrastrutturali: l'autostrada A10, perlopiù in galleria, e dalla SS1 Aurelia la quale rappresenta una importante e storico tracciato che da Roma collega la Francia costeggiando il mar Tirreno e il mar Ligure e che, in questo tratto, offre notevoli punti di vista dai quali poter godere di un profondo panorama.

Il tratto tra la costa e la sede autostradale è caratterizzato dalla presenza di un tessuto urbano continuo di tipo residenziale alti due tre piani con una tipologia edilizia a villette unifamiliari o bifamiliari, con presenza sporadica di aree dedicate a parco urbano e strutture sportive, aree con carattere di urbanizzazione discontinua la cui destinazione d'uso è perlopiù commerciale, aree di edificazione recente con edifici di minori dimensioni concentrati sulla fascia costiera la cui destinazione d'uso è a carattere turistico ricettivo.

Infine l'area vasta si apre poi verso l'ambiente marino caratterizzato dal sistema infrastrutturale del porto di Savona.

8.4 Ambiti di paesaggio

Lo studio degli aspetti paesaggistici è stato sviluppato attraverso una lettura che ha interessato sia le caratteristiche fisiche (morfologia, vegetazione, sistema insediativo, valenza storica ed architettonica, ecc.), sia la pianificazione che la tutela del territorio in ambito paesistico, nonché le caratteristiche percettive attraverso le quali è stato possibile cogliere l'interazione ed il dinamismo delle diverse letture del paesaggio.

Per l'individuazione dei beni e dei sistemi costituenti il paesaggio è stata di fondamentale importanza la lettura del Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico della Regione Liguria.

Lo studio è stato effettuato in modo da garantire una progettazione di alta qualità paesaggistica, in grado di integrare i diversi fattori che compongono e influenzano l'intervento e che, da questi, sono reciprocamente influenzati.

La lettura strutturale del paesaggio individua quindi le "componenti fisiche elementari" del territorio (sistemi vegetazionali, rilievo e rete idrografica) che, attraverso la loro aggregazione, definiscono più ampi ambiti territoriali, caratterizzati dalla omogeneità naturalistica e morfologica.

Parallelamente, si è svolta l'indagine relativa ai caratteri culturali della stratificazione antropica sul territorio, oltre che alle modalità di insediamento ed all'evoluzione della presenza umana nelle sue testimonianze storiche ed attuali.

8.4.1 Configurazione e caratteri geomorfologici ed idrogeologici

L'ambito paesaggistico di interesse progettuale è costituito dal corso d'acqua del Rio Termine, avente carattere torrentizio stagionale.

L'ambito ha ridotte dimensioni, ed è caratterizzato da una fascia costiera dall'accentuata acclività dei versanti, quali punta Margonara, ricoperti da vegetazione mediterranea.

Le spiagge e le dune comprendono la fascia del litorale caratterizzata da arenili su cui insistono stabilimenti balneari.

Nel dettaglio, nonostante la sua limitata estensione, l'attività antropica ha profondamente modificato la conformazione morfologica del territorio in particolare per quanto concerne l'attuale assetto stradale della SS1 Aurelia, infatti si realizza un brusco passaggio per il quale da aree pianeggiati costituite dalle spiagge si passa ai versanti rocciosi del promontorio costiero.

8.4.2 Sistemi naturalistici interessati dal progetto

Le zone boscate sono in una gran parte occupate da boschi misti di latifoglie e conifere con accentuata caratteristica di termofilia con un buon grado di copertura con funzione principalmente protettiva.

L'elevata concentrazione degli insediamenti abitativi lungo la costa ha ristretto le possibilità di sopravvivenza per le fitocenosi adatte agli ambienti litoranei a poche lande di limitata estensione e difficile accessibilità. Lungo la passeggiata a mare, nel corso degli anni sono state introdotte le palme, principalmente la Phoenix canariensis.

Nell'entroterra i boschi sono stati relegati nelle zone più acclivi e nelle esposizioni più fresche, mentre le pendici più dolci ed i versanti a mezzogiorno, questi anche se ripidi, sono stati riservati alle coltivazioni di olivo, vite, colture orticole, frutticole o floricole.

Nei terreni non occupati dall'agricoltura dove incendi, tagli sconsiderati o degradazioni di varia natura avevano compromesso la copertura arborea originaria, l'uomo è spesso intervenuto con rimboschimenti, preferendo, nella maggior parte dei casi, le conifere. Pertanto dove gli ecosistemi originari sono stati disturbati in misura maggiore, oggi si trovano le pinete, quasi tutte di origine artificiale.

Partendo dalle quote inferiori e salendo progressivamente di quota si trovano dapprima le condizioni ecologiche adatte per la diffusione delle leccete, che infatti un tempo erano presenti un po' ovunque nella fascia litoranea, ma che oggi sono ormai limitate in poche isolate stazioni. Nella maggior parte dei casi al posto dei boschi di Leccio troviamo paesaggi ad antropizzazione più o meno accentuata, oppure la macchia o forme di degradazione di questa a gariga.

Molti rimboschimenti sono stati realizzati negli anni passati, impiantando prevalentemente Pino marittimo e Pino nero, mentre il Pino d'Aleppo è presente in misura minore. Il Pino marittimo, per il rapido accrescimento e la maggiore plasticità ecologica, è stato di gran lunga quello più utilizzato.

Oltre ai pini sono presenti anche consorzi misti di conifere e latifoglie. Salendo di quota rispetto alla zona del Leccio si trovano i boschi di querce caducifoglie costituiti interamente o in notevole prevalenza da una sola specie arborea (per lo più Roverelle e subordinatamente, a partire da quote generalmente più alte, il Cerro e la Rovere). Nelle formazioni miste in questa fascia si associano frequentemente alla Roverella il Carpino nero e l'Orniello.



Lembo boscato di macchia mediterranea lungo la via Aurelia



Superficie rocciosa calcarea costiera a lato della strada coperta da residui di macchia mediterranea



Aree coperte da vegetazione erbacea ed arbustiva di macchia degradata in corrispondenza degli stabilimenti balneari

8.4.3 Sistema insediativo storico

Savona ha vissuto un passato dalla storia non facile, costellato da una continua rivalità con Genova. I pesanti bombardamenti subiti nella seconda guerra mondiale, hanno portato ad una significativa ricostruzione in gran parte del centro storico. Le origini della città appartengono alla tribù dei liguri Sabazi, che probabilmente si stanziarono nella collina del Priamar, mentre il primo iniziale sviluppo urbano è dovuto agli antichi romani che conquistarono l'area intorno al 180 a.C. In precedenza, intorno al 270 a.C. durante le guerre puniche, il piccolo insediamento ligure si alleò con Cartagine per combattere sia i romani che i genovesi unitisi in battaglia. É questa la prima vera testimonianza della grande rivalità con Genova. Alla vittoria romana sui cartaginesi coincise la presa di Savona. Alla caduta dell'Impero Romano d'Occidente, Savona passò sotto il dominio longobardo; dopo un breve periodo ostrogoto divenne possedimento e base della flotta bizantina. Sono del periodo le prime fortificazioni delle mura di cinta. Successivamente Savona diventa contea carolingia.

Il XIII secolo fu caratterizzato dalla nascita del libero Comune di Savona (1191) e dal rapporto alterno con la sua rivale di sempre, Genova, che in quel periodo era una delle più potenti Repubbliche marinare. Nel XIV secolo il porto di Savona si sviluppa fino a diventare uno dei maggiori del Mediterraneo. Nel XV secolo un componente di una delle famiglie più facoltose della città, Francesco Della Rovere, divenne Papa Sisto IV; stessa sorte toccò successivamente a Giuliano, suo nipote, che prese il nome di Papa Giulio II. Fu Papa Sisto che commissionò la Cappella Sistina a Roma e a Savona, mentre papa Giulio commissionò a Michelangelo il famoso affresco del soffitto della Cappella. Fu questo il periodo più fiorente della città.

Nel 1528 Savona fu quasi letteralmente distrutta dai genovesi di Andrea Doria e Antoniotto Adorno e il porto, vitale fonte economica e militare della città, completamente interrato. Ancora oggi è difficile sapere con precisione la quantità dei beni artistici e architettonici distrutti e razziati dai genovesi. La crisi durerà ben oltre tre secoli, fino all'ultimo decennio del XVIII secolo, quando con i francesi di Napoleone la città diventa nuovamente punto logistico di operazioni militari. Con l'assegnazione della Liguria al Regno dei Savoia, Savona diventa inizialmente una delle 'intendenze' della regione insieme a Genova e La Spezia e poi successivamente una delle sette provincie genovesi.

Sotto il Regno di Sardegna e Piemonte, Savona ritrova una rinnovata energia economica, grazie al porto e agli sviluppi della Rivoluzione Industriale. Nell'inverno del 1830 la città ricevete un altro prigioniero illustre, Giuseppe Mazzini, padre della Unificazione d'Italia, ma allora visto semplicemente come un grande rivoluzionario. Grazie anche all'operato ideologico del Mazzini, la società savonese si sviluppa secondo canoni democratici fortemente contrari al fascismo in potere. Per il suo impegno morale e civile alla lotta partigiana, la città è stata decorata al Valor Militare per la Guerra di Liberazione e alla Medaglia d'Oro al Merito Civile per la Resistenza Partigiana. Oggi Savona è un noto centro industriale, marittimo e turistico della costa occidentale della Liguria.

All'interno del territorio comunale di Albissola Marina è localizzata la Villa denominata "La Pineta" (Villa Fresia), posta lungo via Belvedere a circa 340 m dalla costa e ad una quota slm di circa 50 m; essa si inserisce all'interno di un'area a verde di circa 1300 mq. Sia la villa che l'area a verde circostante sono sottoposte a vincoli paesaggistici (cfr. Quadro di Riferimento Programmatico).

La villa è circondata da un ampio giardino con essenze arbustive ed arboree, costituendo nel complesso un'area a bosco misto di elevato pregio naturalistico e paesaggistico, costituita da latifoglie e conifere (Pini, Lecci, Palme ecc) e si denota la presenza di ulivi ornamentali.

8.4.3.1 Storia del quartiere Levante mare

Si riporta di seguito breve storia della zona di Savona cui è ubicata la rotatoria di innesto sulla Aurelia attuale.

L'area costiera a levante della città nel XIII e XIV secolo

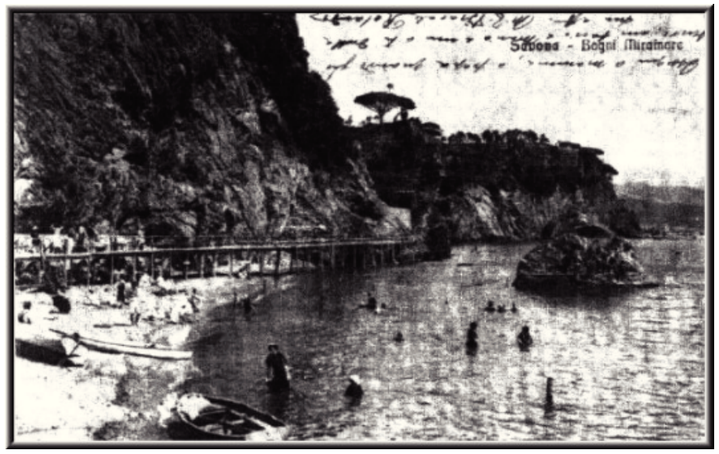
La popolazione di Savona, che al tempo si addensava nel centro fortificato, cominciava, in questo periodo, ad espandersi al di fuori delle mura. Data la scarsità di spazi all'interno della città fortificata,

in questo periodo, sono soprattutto gli enti ecclesiastici che edificano monumentali complessi a levante della città in località Cappuccini e Valloria.

Nel Trecento, subito fuori le mura della città a levante, troviamo il borgo di porta Foria (oggi Santa Lucia), dove trovavano posto, unitamente a vari orti e giardini, numerosi edifici non meno lussuosi di quelli cittadini e considerati ameni luoghi di villeggiatura.

Gli stabilimenti balneari del primo Novecento

Il primo rudimentale stabilimento balneare a Savona fu quello dell'albergo Reale ubicato nei pressi delle attuali funivie in un <<sito bellissimo e dove bagnarsi è sì comodo ed agiato>> (1880).



Cinque anni dopo, i gestori dell'albergo Svizzero impiantavano un modesto stabilimento in legno nella stessa zona.

Nel 1870, l'Hotel De Rome si aggiudicò il tratto di spiaggia sotto il colle di San Giacomo. Lo stabilimento balneare di levante più prestigioso fu sicuramente il Miramare situato proprio nell'attuale sede delle funivie. Sulle colline retrostanti, il grande albergo Miramare (destinato nel 1930 al comando dei carabinieri).
A poco a poco, scomparvero gli stabilimenti balneari del levante, solo il Miramare rimase, per alcuni anni, a ricordare decenni di vita balneare nelle acque del porto e dell'avamporto, mentre si impiantò, negli Anni Trenta, lo stabilimento Paradiso, tra le gallerie Valloria e la foce del rio Termine.

La strada costiera verso Albisola

Il comune di Savona, dopo l'annessione al Piemonte, si interessò attivamente al problema della viabilità. Seguirono progetti del governo sardo: Il tracciato definitivo della strada costiera verso Albisola venne approvato nel 1850. La nuova strada sostituiva la precedente malagevole mulattiera con grande vantaggio per il commercio. Nel 1829 venne anche realizzato il tratto di strada verso Genova mediante il taglio a picco della collina dello Sperone e l'apertura della galleria che verrà detta del Garbasso.

Il marchese Camillo Garroni, ex Prefetto di Genova, scrisse su "Il cittadino" del 1926: <<...per le strade ordinarie della Liguria deve ancora ringraziare Napoleone essendo a lui dovuta la strada cosiddetta della Cornice e cioè lungo le rive del mare. Questa strada, buona ai tempi antichi, dato il poco movimento di carri e carrozze, oggi è qualche cosa di impossibile per la strettezza, per le pendenze, per le giravolte e pei pericoli che presenta di fronte a burroni e precipizi. Ne completa la situazione disgraziata la cattiva manutenzione...>>.

Nei primi anni Trenta va in porto l'annoso problema della strada a mare Savona-Albisola. Fino ai primi decenni del Novecento, per raggiungere Albisola occorreva percorrere un lungo e tortuoso percorso che, dall'attuale piazza Diaz, attraverso la galleria del Garbasso, saliva in Valloria per discendere al fondovalle del Termine, confine tra i comuni di Savona ed Albisola.
In precedenza, quando non era ancora stato aperto il Garbasso (che venne forato nel 1829), era ancora peggio: bisognava salire per la via dei Cappuccini (sistemata nel 1630) e per Ranco e il bosco delle Ninfe, scendere ad Albisola.

Logico, pertanto, che una strada a mare che collegasse le due località costiere così vicine, fosse sentita da molto tempo.

Fu nel 1906 che il sindaco Pertusio propose la costituzione di un "Consorzio per il progetto di strada a mare Savona-Albisola". Si faceva rilevare, in quel periodo, che una parte della strada avrebbe dovuto essere compresa nel progetto di sistemazione del porto per cui si sarebbe potuto ottenere il concorso del governo.

Arrivati all'approvazione del progetto della nuova strada, si dovette superare ancora un ostacolo: quello della larghezza dell'arteria che, diversamente dai piani dell'Anas, localmente si auspicava che la larghezza fosse portata a 14 metri (dieci di carreggiata, tre di marciapiede dal lato mare e uno di marciapiede dal lato opposto) per sopperire alle crescenti esigenze del traffico, realizzando nel contempo, un comodo passeggio cittadino.

I lavori per la litoranea Savona-Albisola ebbero inizio nel 1929 e l'inaugurazione avvenne nel 1931. Fu necessario, oltre alla costruzione di un viadotto a mare nell'iniziale tratto da piazza Leon Pancaldo a Santa Lucia, il taglio delle colline degradanti verso il mare e la realizzazione di una galleria, in località Valloria, lunga 120 m e larga 12 m.

Solo nel secondo dopoguerra alla strada venne dato il nome di lungomare Matteotti.

8.5 Caratteri visuali e del paesaggio

La percezione del paesaggio dipende da molteplici fattori, come la profondità, l'ampiezza della veduta, l'illuminazione, l'esposizione, la posizione dell'osservatore, ecc., elementi che contribuiscono in maniera differente alla comprensione degli elementi del paesaggio. La qualità visiva di un paesaggio dipende dall'integrità, dalla rarità dell'ambiente fisico e biologico, dall'espressività e leggibilità dei valori storici e figurativi, e dall'armonia che lega l'uso alla forma del suolo. Occorre quindi tutelare le qualità visive del paesaggio e dell'immagine; attraverso la conservazione delle vedute e dei panorami. Gli studi sulla percezione visiva del paesaggio mirano a cogliere i caratteri identificativi dei luoghi, i principali elementi connotanti il paesaggio, il rapporto tra morfologia ed insediamenti. A tal fine devono essere dapprima identificati i principali punti di vista, notevoli per panoramicità e frequentazione, i principali bacini visivi (ovvero le zone di intervisibilità dell'opera) e i corridoi visivi (visioni che si hanno percorrendo gli assi stradali), nonché gli elementi di particolare significato visivo per integrità, rappresentatività e rarità.

8.5.1 Bacino visuale

Le caratteristiche del territorio e quelle tipologiche dell'intervento progettuale determinano la profondità massima della percettibilità visiva in base alla quale è possibile impostare il limite del bacino visuale, inteso come luogo di tutti i punti del territorio che entrano in corrispondenza visuale biunivoca (intervisibilità), cioè il perimetro entro il quale le aree e gli elementi progettuali risultano reciprocamente visibili. Le condizioni di intervisibilità sono determinate dalla possibilità "teorica" che dal sito di intervento possa essere osservata una certa estensione di territorio e che, conseguentemente, ogni punto di tale territorio costituisca a sua volta un luogo di potenziale osservazione dell'opera in oggetto.

Nell'ambito del presente lavoro, per determinare l'area del bacino visuale è stata individuata, in maniera preliminare, l'area di impatto potenziale (AIP) che rappresenta lo spazio geografico all'interno del quale è prevedibile si manifestino in modo più evidente gli impatti, ed è al suo interno che si concentrano la maggior parte delle analisi per quanto riguarda gli aspetti percettivi.

A fronte di questa valutazione è stata presa in considerazione una formula speditiva che mette in relazione il raggio dell'area di Impatto Potenziale con l'altezza delle opere d'arte in progetto, la morfologia del territorio e le caratteristiche tipologiche dell'opera:

- ***R = 100 * H * c * e***

- In cui:
- R = raggio dell'area di studio
- H = altezza delle opere d'arte in progetto
- c = indice della geomorfologia del territorio
- e = caratteristica dell'opera (1 puntuale; 10 areale)

Indice "c"	
Pianura	1
Collina	1,25
Montagna	1,50

- Secondo questa formula l'AIP viene assimilata ad una circonferenza al centro della quale si trova l'opera d'arte che esprime la sua influenza visiva in modo uniforme su tutto l'orizzonte, assimilabile ad un angolo di 360°.
- All'interno del presente studio, l'AIP è stata costruita da un cerchio in corrispondenza dell'area di intervento con raggio pari a 1125 mt, calcolato con la formula sopra indicata:
  - ***R = 100 * 9 * 1 * 1,25***



Figura 9.1 – Grafico AIP

La formula proviene da esperienze pratiche, secondo le quali oltre tale raggio le opere di progetto in elevazione hanno un impatto visivo marginale, dipendente dalle condizioni meteorologiche, e che a questa distanza un'opera d'arte occupa una piccola porzione di campo visivo, a sua volta influenzata dalla porzione dell'osservatore rispetto all'opera in esame.

8.5.2 Punti di osservazione

All'interno dell'AIP sono stati individuai i potenziali ricettori fissi e mobili i quali quindi percepiscono le maggiori mutazioni del campo visivo a causa della presenza di un'opera. Sostanzialmente quindi i ricettori sono zone in cui vi sono (o vi possono essere) degli osservatori, sia stabili (città, paesi e centri abitati in genere), sia in movimento (strade e ferrovie).

Nel progetto in esame i ricettori fissi sono rappresentati dai tessuti urbani abitati che ricadono all'interno dell'area in esame, mentre i ricettori mobili sono rappresentati sia dalla rete viaria (la SS1 Aurelia, via Leon Pancaldo e via Rio Termine) che può presentare punti di notevole panoramicità, sia dai potenziali osservatori presenti sulle rotte marittime.

8.5.3 Elementi schermanti

Dallo studio della struttura morfologica del territorio di inserimento delle opere in progetto è emerso che esistono alcuni elementi a carattere morfologico che svolgono il ruolo di quinte di confinamento a carattere impermeabile, mentre ve ne sono altre, di tipo vegetazionale che, data la loro estensione e conformazione, svolgono anch'esse funzione di quinte di confinamento a carattere impermeabile.

Nello specifico le quinte morfologiche a carattere impermeabile sono rappresentati dai crinali montuosi dei versanti, mentre le quinte vegetazionali a carattere impermeabile sono costituite da zone boscate dove la funzione schermate della vegetazione è particolarmente evidente nei pressi dei versanti rocciosi e in alcuni tratti lungo la rete viaria.

La conformazione fisica del bosco di latifoglie e la sua distribuzione sul territorio determinano una occlusione quasi totale delle opere in progetto.

8.6 Elementi detrattori della qualità paesaggistica

Gli elementi portatori di criticità paesistiche, individuati come "detrattori" della qualità ambientale e paesistica, sono tutti quegli elementi che, per loro caratteristiche intrinseche o per essere tradizionalmente caratterizzate da approcci progettuali settoriali, assenza o insufficienza della dimensione architettonico –formale, scala di intervento inappropriata rispetto al luogo, indifferenza alle regole morfologiche del contesto etc., costituiscono veri e propri "focolai" di degrado e compromissione paesistica.

Sono considerati quindi detrattori tutti quegli elementi intrusivi che alterano gli equilibri di un territorio di elevato valore paesistico senza determinare una nuova condizione qualitativamente significativa.

All'interno dell'area di interesse progettuale gli elementi detrattori della qualità paesaggistica sono tutti catalogabili come detrattori assoluti, ovvero elementi le cui proprie specifiche caratteristiche spaziali e funzionali provocano degrado / compromissione paesistica e /o ambientale sia dell'area su cui insistono, sia del contesto in cui si inseriscono che ne viene negativamente influenzato.

Nello specifico gli elementi detrattori sono i seguenti.

1. *Hub portuale di Savona*

Gli interventi oggetto si studio si relazionano per lo più con la parte industriale del porto di Savona, il quale vanta una lunga tradizione nel settore acciai e prodotti forestali, continuata oggi da Must e Savona Terminals, ed è importante scalo per i traffici di auto, gestiti da Savona Terminal Auto. Nelle rinfuse alimentari operano due terminal specializzati: il modernissimo impianto Monfer, recentemente raddoppiato, e il terminal Colacem, che gestisce anche traffici di cementi. La Società Funiviaria Alto Tirreno gestisce l'impianto per rinfuse di Miramare, collegato ai parchi di stoccaggio da una funivia lunga 18 chilometri. Nella nuova collocazione agli Alti Fondali può essere accolto ogni tipo di vettore. Il terminal BuT, entrato a far parte del gruppo Pacorini, è specializzato in rinfuse, soft commodities e metalli, mentre il terminal del gruppo Buzzi Unicem movimenta cementi.



Figura 9.2 – Aree industriale del Porto di Savona

2. Distributore carburante

Sul sedime dell'area di intervento insiste un distributore di carburanti, dotato di propri accessi ad uso esclusivo dello stesso, costituito da due pensiline dove sono collocati gli apparecchi di erogazione automatica di carburante con le relative attrezzature, e dal manufatto destinato ai servizi all'automobile ed all'automobilista e alle autonome attività commerciali integrative, una area dei parcheggio e delle relative aree di manovra.



Figura 9.3 – Distributore carburante lungo la via Aurelia

3. Stabilimento balneare

Nei pressi delle aree di intervento, e più precisamente sull'arenile della punta di Margonara, vi è collocato uno stabilimento balneare il cui accesso è dal piano strada della SS1 Aurelia all'altezza del ponte del Rio Termine.

Lo stabilimento si presenta attualmente chiuso, dato il periodo fuori stagione nel quale viene redatta la presente relazione, tuttavia ci sono diversi segni di degrado, calcinacci sparsi e lesioni dovuti a cedimenti verticali della struttura, che sono riconducibili ad un possibile stato di abbandono o ad una scarsa manutenzione del manufatto.



Figura 9.4 – stabilimento balneare i stato di abbandono

8.7 Ambiti di forte valenza simbolica

Gli ambiti a forte valenza simbolica sono tutti quei caratteri identificativi del paesaggio che comprendono le configurazioni alle quali è riferibile la riconoscibilità dei territori di un ambito o di alcuni ambiti della regione. Generalmente come caratteri identificativi del paesaggio vengono considerate le emergenze di interesse archeologico, quelle di interesse storico- testimoniale e quelle a carattere naturale.

Nel caso in esame tra le emergenze di interesse archeologico, storico-testimoniale e naturalistico si possono annoverare.

1. Scoglio della Madonnetta

A pochi metri dalla riva si colloca lo Scoglio della Madonnetta con il suo pilone votivo, con l'effige della Madonna, sulla vetta. E' costituito da gneiss ricco di mica, con scistosità a piani leggermente inclinati; appartiene quindi alle più antiche fra le formazioni costituenti la complicata tettonica del savonese.



Figura 9.5 – Scogli rocciosi che emergono dall'acqua

2. *Promontorio di Punta Margonara*

Il promontorio rappresenta il confine fisico tra la città di Savona ed il suo porto con la parte di territorio posto a levate, è caratterizzato da una elevata acclività dei versanti i quali sono ricoperti di vegetazione tipica della macchia mediterranea, mentre, verso linterno è caratterizzato dalla presenza di bosco misto.

L'azione dell'uomo ha fortemente modificato la conformazione morfologica del promontorio già nel 1933 esso venne "tagliato per la realizzazione della via Aurelia.



Figura 9.6 – Sistema roccioso della costa ricoperto di macchia mediterranea



Figura 9.7 – Sistema boscato dei versanti fortemente acclivi lungo la via Aurelia

8.8 Interazioni opera – ambiente

8.8.1 Impatti in fase di cantiere

Le principali problematiche di impatto temporaneo sul paesaggio sono legate essenzialmente ad impatti visivi ed alterazioni della morfologia e/o della qualità del territorio su cui insisteranno i cantieri, per un periodo comunque limitato nel tempo.

Nello specifico, in fase di cantierizzazione, la non necessità di aprire nuove piste di cantiere, né di realizzare aree di deposito dei materiali se non nelle aree immediatamente adiacenti a quelle di lavorazione, comporta che le uniche tipologie di impatto individuate sono :

- le alterazioni con i sistemi paesaggistici poiché per un limitato periodo di tempo l'area avrà una conformazione differente rispetto a quella attuale in corrispondenza delle zone di realizzazione del nuovo imbocco galleria , della rotatoria e degli interventi di consolidamento dall'alto (zona 1 e zona 2)
- le alterazioni con i sistemi naturali delle aree boscate interessate dal consolidamento delle gallerie dall'alto (zona 1 e zona2), in quanto si prevede una sottrazione di specie vegetali arboreo-arbustive; in particolare per ridurre l'alterazione della morfologia dei luoghi sottoposti a vincolo paesaggistico indotta dalle lavorazioni previste, è auspicabile ripristinare per quanto possibile lo stato ante operam.

8.8.2 Effetti in fase di esercizio

Gli effetti delle opere sul paesaggio sono riconducibili a due tipologie:
– alterazione dei sistemi paesaggistici;
– interferenza e/o alterazione delle visuali.

Relativamente al primo aspetto, ovvero al rapporto ambito paesaggistico-opera, si ritiene che l'impatto sia contenuto. Infatti, l'intervento di progetto si colloca, ovviamente, nel corridoio infrastrutturale della SS1 esistente, in un ambito quindi che risulta segnato da diversi fattori antropici, alcuni dei quali possono essere considerati detrattori. L'ambito paesaggistico di punta Margonara, all'interno del quale s'inserisce l'opera, presenta comunque elementi naturali degni di nota, costituiti per lo più dalle adiacenti aree boscate e dalla macchia mediterranea presenti sui versanti, dalla configurazione morfologica degli stessi versanti e dall'ambiente dunale della fascia costiera, sulla base degli elementi connotativi descritti nei precedenti paragrafi.

E' evidente che l'inserimento di un nuovo elemento infrastrutturale, per quanto in un contesto che già risulta essere infrastrutturato, comporterà inevitabilmente un'ulteriore interferenza con le attuali configurazioni paesaggistiche.

Tale interferenza è valutabile di media entità proprio perché localizzata in corrispondenza di aree già antropizzate (preesistenza dell'attuale SS1 Aurelia, presenza del tessuto urbano lungo la stessa SS 1, presenza dell'area portuale di Savona) e comunque l'attuazione degli interventi di inserimento ambientale rende l'opera compatibile con gli obiettivi di riqualificazione paesaggistica dell'area di punta Margonara.

Nel complesso, l'alterazione provocata dall'inserimento delle opere progettuali all'interno del contesto paesaggistico può pertanto essere valutato di modesta entità poiché le soluzioni progettuali sono state messe a punto in maniera tale da determinare un buon grado di inserimento di tali opere nel territorio circostante, non alterandone l'attuale conformazione paesaggistica se non per quanto riguarda la presenza, comunque mitigata, degli interventi connessi all'imbocco della nuova galleria, che certamente costituisce il principale e più evidente elemento aggiuntivo/sostitutivo.

Inoltre l'imbocco della galleria è ubicato proprio in corrispondenza del distributore di carburante che, come già specificato precedentemente, costituisce un elemento detrattore della qualità paesaggistica e dell'esistente muro in c.a. addossato al retrostante versante, che presenta segni evidenti di degrado superficiale.

Per quanto riguarda l'intervisibilità del tracciato di progetto è stato possibile qualificare la visibilità delle opere previste rispetto ai punti visuali e paesaggistici più significativi presenti nell'ambito del contesto di riferimento.

L'intrusione visuale esercitata da un'opera sul paesaggio è legata sommariamente ai seguenti aspetti:

- Dimensioni geometriche: è l'ingombro geometrico dei manufatti che compongono l'opera. Tanto minore è l'ingombro, tanto minore è l'impatto.
- Forma: tiene conto del rapporto reciproco tra la morfologia dei siti e la morfologia delle opere. Quanto più l'opera si adatta alla morfologia circostante (sottrazione o aggiunta di volumi, alterazione dei profili, et.) tanto minore è l'impatto.
- Cromatismo: tiene conto della disuniformità (o, eventualmente, dell'affinità) cromatica dell'opera con il paesaggio circostante (copertura vegetale, etc).
- Omogeneità estetica: tiene conto dell'omogeneità estetico-architettonica dei manufatti con il contesto circostante.
- Esposizione visuale: è riferita al sito in cui è collocata l'opera e tiene conto del numero dei punti d'osservazione dai quali è visibile il manufatto, dell'intensità di frequentazione dei medesimi, della sensibilità dei frequentatori.

In riferimento a quanto evidenziato, nonché a quelli che sono i caratteri del contesto descritti nei precedenti paragrafi, rispetto ai percorsi/vedute panoramiche sopra indicati, si riscontra che l'area di intervento del progetto del nuovo svincolo si configura come un unico ridotto bacino percettivo incentrato su un ambito paesaggistico che rimane piuttosto confinato. Tale bacino prospettico è sostanzialmente caratterizzato da importanti elementi di partizione spaziale in grado di assolvere funzioni di schermi, o quinte, prospettiche. Di fatto tali chiusure prospettiche sono rappresentate dai crinali dei versanti dall'elevata acclività con aree a bosco o vegetazione rada.

Pertanto tali elementi morfologici svolgono il ruolo di quinte di confinamento a carattere impermeabile e semipermeabile, accentuando le caratteristiche di chiusura delle aree a "Visibilità Bassa".

Le aree a "Visibilità Alta " corrispondono invece alle porzioni di territorio per le quali si regista una rilevante alterazione del bacino percettivo; tali porzioni sono localizzate soprattutto sui versanti acclivi i quali godono di un'alta panoramicità, soprattutto lungo il tratto più prossimo agli interventi sulla SS1 e verso il mare.

Qui, infatti, ricadono i principali punti di osservazione per i ricettori mobili, riconducibili ai veicoli in transito sulla viabilità della SS1 e di via Leon Pancaldo, nonché sugli ulteriori ricettori mobili presenti a mare.

I principali elementi progettuali che determinano una alterazione percettiva sono costituiti dalle opere del nuovo imbocco della galleria e dagli interventi legati alla realizzazione della rotatoria (opera a sbalzo di contenimento della rotatoria, parapetto sulla pista ciclabile); invece l'impatto percettivo indotto dalla realizzazione del nuovo sedime stradale e della nuova pista ciclabile è da considerarsi del tutto nullo.

In conclusione anche l'alterazione della percezione visiva risulta di entità modesta poiché l'area effettiva di impatto percettivo è estremamente contenuta e i maggiori fruitori sono di tipo dinamico e non stanziale (un aspetto che riduce fortemente l'entità degli impatti percettivi perché la percezione dell'elemento perturbante è di limitata durata temporale).

9 SALUTE PUBBLICA

La presente analisi intende valutare le interferenze indotte dall'esercizio dell'opera in progetto rispetto alla salute umana.

Il DPCM 27/12/1988, contenente le norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale, sottolinea che l'obiettivo della caratterizzazione dello stato di qualità dell'ambiente in relazione al benessere ed alla salute umana è quello di verificare la compatibilità delle conseguenze dirette ed indirette dell'opera e del suo esercizio con gli standard ed i criteri per la prevenzione dei rischi riguardanti la salute umana a breve, medio e lungo periodo.

Sulla base di queste considerazioni ed analizzando le potenziali fonti di disturbo alla salute umana, prodotte dall'intervento in progetto, si è reputato opportuno analizzare i seguenti aspetti:

- inquinamento atmosferico
- inquinamento acustico

Si ritiene infatti che gli aspetti citati siano quelli che in modo più rilevante incidono sui parametri di valutazione della qualità della salute pubblica.

Nella presente componente ambientale viene effettuata un'analisi qualitativa degli aspetti citati, in quanto la trattazione di dettaglio è stata già eseguita nelle specifiche sezioni dello studio. Detta analisi viene però letta in modo integrato al fine di valutare la pressione sinergica, sui singoli ricettori sensibili, di tutti gli aspetti coinvolti.

Nel caso in esame i principali fattori di rischio per la salute pubblica sono da attribuire alle diverse forme di inquinamento che possono essere generate dalle attività di realizzazione e dall'esercizio dell'opera, in particolare: l'inquinamento atmosferico ed il fonoinquinamento.

9.1 Caratterizzazione della componente salute pubblica nell'ambito territoriale di riferimento

9.1.1 Qualità dell'aria e condizione di salute della popolazione

Relativamente alla qualità dell'aria della zona di studio e delle principali fonti di inquinamento della stessa, si è fatto riferimento al "Piano di risanamento e tutela della qualità dell'aria e per la riduzione dei gas serra" della Regione Liguria.

Tramite appropriati studi effettuati in base alle caratteristiche territoriali, la distribuzione ed entità delle fonti emittenti presenti in regione, i dati di monitoraggio della qualità dell'aria, l'influenza delle caratteristiche meteoclimatiche sulla dispersione degli inquinanti, il Piano è pervenuto ad una classificazione dell'intero territorio regionale, con riferimento agli inquinanti normati dal DM 60/02 (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, monossido di carbonio, PM10, benzene e piombo).

Sono state individuate sei Zone, due delle quali rappresentano il territorio oggetto di studio:

- la Zona 2 – Aree urbane con fonti emittenti miste – comprende Savona più Vado e Quilliano e La Spezia; la valutazione della qualità dell'aria ha messo in evidenza il superamento di alcuni limiti normativi, ma l'entità dei superamenti ed il territorio interessato all'interno dei Comuni risulta molto minore rispetto a Genova; le fonti emittenti della zona sono di tipologia mista.
- la Zona 3– Aree urbane in cui prevale la fonte traffico – comprende i Comuni Imperia, San Remo, Albenga, Albissola Marina, Albisola Superiore, Borghetto Santo Spirito, Celle Ligure, Ceriale, Loano, Varazze, Arenzano, Bogliasco, Chiavari, Cogoleto, Lavagna, Masone, Rapallo, Recco, Rossiglione, Sestri Levante, Arcola, Bolano, Santo Stefano Di Magra, Sarzana; sono Comuni in prevalenza costieri in cui la principale fonte emittente è il traffico; nella zona sono stati valutati alcuni superamenti dei limiti in aree urbane limitate dei territori comunali.

Zona 2 - AREE URBANE CON FONTI MISTE

Sottozona 2b: Savonese

La sottozona 2b) comprende i Comuni di Savona, Quiliano e Vado Ligure. Tali comuni vengono trattati in un'unica zona in considerazione della continuità urbanistica e territoriale; inoltre va considerato che le emissioni che derivano dalla centrale termoelettrica hanno ricadute sui tre comuni; inoltre una integrazione delle azioni su tale contesto territoriale determina una maggiore efficacia per il superamento delle criticità dell'area.

In base alla valutazione preliminare al 2001, risulta che il Comune di Savona presenta le maggiori criticità. Il comune di Savona è infatti interessato da superamenti del valore limite aumentato del margine di tolleranza per il PM10 e per gli ossidi di Azoto e da superamenti del solo valore limite per il benzene. I Comuni di Quiliano e di Vado sono invece interessati solo da superamenti del valore limite degli Ossidi di Azoto.

La superficie della zona è di 138,39 Kmq, si stima pertanto che l'8% di tale superficie sia interessata da superamenti dei valori limiti fissati dal DM 60/02

Nella zona sono residenti complessivamente 74.930 abitanti di cui l'80% a Savona. Si valuta in prima approssimazione e cautelativamente che l'intera popolazione residente nella zona sia potenzialmente esposta ai livelli di concentrazioni inquinanti stimati, poiché quasi tutte le aree urbanizzate sono interessate da superamenti dei limiti fissati dal DM 60/02.

Per gli anni 2002, 2003 e 2004 l'andamento delle medie sembra in lieve decremento e, nel 2004 non si evidenziano più superamenti del limite.

Per quanto concerne il PM10 le campagne effettuate nel corso del 2004 fanno stimare il superamento del limite giornaliero.
Lo scenario tendenziale non prevede per il Comune di Savona il superamento delle criticità, mentre per Vado e Quiliano i limiti dovrebbero essere rispettati senza misure aggiuntive.
L'analisi che segue è finalizzata ad indicare le principali fonti di inquinanti che caratterizzano la zona.
La combustione nell'industria dell'energia e quindi essenzialmente la centrale termoelettrica, è la prioritaria responsabile delle emissioni di Ossidi di azoto (68,3%); PM10 (34,9%), SOx (89,7%) e di COV (37,9%).
Il contributo al quadro emissivo del sistema dei trasporti stradali è prioritario per l'inquinante CO (82,6%) ma è rilevante anche per COV (33,1%); ossidi di azoto (18,9%) e PM10 (24,5%).
Per quanto riguarda i COV le emissioni più significative derivano dall'industria dell'energia (37,9%) ma quasi altrettanto peso hanno i trasporti stradali; la restante parte è per lo più determinata da uso di solventi.
Per quanto riguarda gli inquinanti più critici, PM10 e ossidi di azoto, la seconda fonte di emissioni dopo la combustione nell'industria dell'energia sono i trasporti su strada, pari rispettivamente a 24,5% e 18,9%. Per il PM10 rilevante è anche il contributo fornito da impianti di combustione industriale e processi con combustione pari quasi al 16% e non trascurabile è anche il contributo degli impianti di combustione non industriale (terziario).
Il macrosettore altre sorgenti mobili e quindi essenzialmente le attività marittime contribuiscono in un misura inferiore al 6% alle emissioni totali dei vari inquinanti.

ZONA 3 - AREE URBANE IN CUI PREVALE LA FONTE TRAFFICO

La zona 3 comprende i Comuni di Albenga, Albisola Superiore, Albisola Marina, Arcola, Arenzano, Bogliasco, Bolano, Borghetto Santo Spirito, Chiavari, Ceriale, Celle Ligure, Imperia, Cogoleto, Lavagna, Loano, Recco, Rapallo, Masone, San Remo, Santo Stefano Magra, Sarzana, Sestri Levante, Rossiglione, Varazze.
Tali comuni vengono trattati in un'unica zona in quanto omogenei per quanto riguarda sia le fonti emissive che per la qualità dell'aria; nei Comuni della zona infatti le emissioni di inquinanti derivano principalmente dal trasporto.
In base alla valutazione preliminare al 2001, risulta che il Comune con maggiori criticità è quello di Albisola Marina, che presenta superamenti del valore limite aumentato del margine di tolleranza per gli ossidi di azoto e del valore limite anche per PM10 e Benzene.
La superficie complessiva è di 565,65 kmq; di tale superficie, il solo 8% è interessato da superamenti dei valori limiti fissati dal DM 60/02.
Al 2001 i residenti della zona sono 349.964 pari al 22% dell'intera popolazione regionale.
Si valuta in prima approssimazione e cautelativamente che l'intera popolazione residente nella zona sia potenzialmente esposta ai livelli di concentrazioni inquinanti stimati poiché praticamente tutte le aree urbanizzate sono interessate da superamenti dei limiti fissati dal DM 60/02.
Lo scenario tendenziale stima complessivamente un miglioramento progressivo prima al 2005 e poi 2010 della situazione relativa agli ossidi di azoto. Alcuni Comuni al 2010 potranno avere criticità legate al PM10 a causa dell'abbassamento a tale data del valore limite fissato dalle normative.
Complessivamente i Comuni che si stima potranno avere nel 2010 ancora alcune aree con superamenti dei valori limiti fissati dalle normative sono: Rapallo, Albisola Marina, Arenzano, Varazze, Chiavari, Cogoleto, Masone, Santo Stefano Magra, San Remo.
L'analisi che segue è finalizzata ad indicare le principali fonti di inquinanti che caratterizzano la zona.
Per quanto riguarda le emissioni di CO, queste sono determinate per i Comuni della zona essenzialmente dal traffico in una percentuale che varia dall'82% per il Comune di Bogliasco al 97,4% per il Comune di Masone.
Le emissioni di COV per tutti i Comuni derivano essenzialmente dal traffico. Non trascurabile è anche il contributo determinato dall'uso di solventi in una percentuale che va dal 10,8 al 22,8% a seconda dei Comuni . Per alcuni Comuni vi è anche un contributo dell'ordine del 10% determinato emissioni naturali dovute alla vegetazione; il valore più alto è quello del Comune di Sestri Levante pari al 23,1%.
Il trasporto (calcolato come somma del traffico e altre sorgenti mobili) è per tutti i Comuni la sorgente prevalente di ossidi di azoto con un contributo minimo alle emissioni del 74%. Tali emissioni derivano principalmente dal trasporto su strada e in percentuale minore dalle altre sorgenti mobili che, nella maggior parte dei casi, corrispondono essenzialmente alle attività marittime. Per alcuni Comuni vi è anche un contributo alle emissioni di ossidi di azoto dell'ordine del 10% da impianti di combustione industriale e processi con combustione del comparto produttivo; il valore più alto è quello di Arcola in cui questa fonte fornisce un contributo del 15,4%.
In alcuni Comuni il peso delle emissioni da impianti di combustione non industriale supera il 10%.
La fonte principale di emissioni di PM10 è il trasporto il cui peso (calcolato sommando le emissioni da traffico e da altre sorgenti mobili), va da un minimo del 50% ad Imperia ad un massimo di 84,3% del Comune di Masone; la seconda fonte di emissione è costituita alternativamente dagli impianti di combustione non industriale (che raggiunge un peso del 35% sulle emissioni totali nel Comune di Albisola Marina) e da altre sorgenti naturali ossia essenzialmente gli incendi boschivi.

L'analisi che segue è finalizzata a caratterizzare le fonti di emissioni dovute al trasporto su strada. A tal fine sono analizzati più nel dettaglio i dati relativi alle emissioni di CO dal rasporto su strada, inquinante che deriva tipicamente da questo settore. Emerge
quanto segue:

• Le emissioni di CO sulle autostrade sono essenzialmente determinate dalle automobili (in misura molto minore da veicoli merci)

• Le autostrade sono la fonte prevalente di emissioni determinate dal trasporto su strada complessivamente determinate, oltre che dalle autostrade, dalle strade extraurbane e urbane ed è superiore al 50% delle emissioni totali da trasporto su strada per i Comuni di Altare, Arenzano, Celle Ligure, Cogoleto, Rossiglione, Varazze ed infine Masone per il quale le autostrade hanno un peso dell'80%.

• Sui restanti Comuni la fonte prevalente è il traffico urbano

• A conferma di quanto rilevato dall'analisi su scala regionale, risulta significativo l'apporto fornito dai motoveicoli alle emissioni totali da trasporto su strada in particolare per i Comuni su cui prevalgono le emissioni da traffico urbano per i quali varia dal 41% al 20%.

Lo stato di salute della popolazione residente all'interno del territorio di interesse, è stato desunto dai dati dell'Istituto superiore della Sanità. Se consideriamo gli impatti sulla qualità dell'aria legati ad un'infrastruttura stradale e le malattie ad essi collegate possiamo vedere quelli che sono i tassi di mortalità legati a tali cause.

Come cause che possono essere collegate a questo tipo di inquinamento atmosferico sono state considerate le seguenti:

- Tumore trachea/bronchi/polmoni;
- Malattie dell'apparato respiratorio;
- Polmoniti.

				Maschi			Femmine			Totali		
Anno	Regione	Patologia	Classi	Decessi	Popolazione	Tasso	Decessi	Popolazione	Tasso	Decessi	Popolazione	Tasso
2008	Liguria	t. trachea	Tutte	911	765694	118,977	309	846749	36,493	1220	1612443	75,662
2008	Liguria	respiratorio	Tutte	793	765694	103,566	605	846749	71,45	1398	1612443	86,701
2008	Liguria	polmonite	Tutte	120	765694	15,672	141	846749	16,652	261	1612443	16,187
2010	Liguria	t. trachea	Tutte	886	767745,5	115,403	327	848641,5	38,532	1213	1616387	75,044
2010	Liguria	respiratorio	Tutte	843	767745,5	109,802	614	848641,5	72,351	1457	1616387	90,139
2010	Liguria	polmonite	Tutte	164	767745,5	21,361	134	848641,5	15,79	298	1616387	18,436

Dalla tabella si si evince che dal 2008 al 2010 il tasso complessivo di mortalità in Liguria per le patologie sopra richiamate, è passato dal 0.178% al 0.183%; si è avuto perciò un lieve aumento del tasso di mortalità.

Da uno studio di Ist e Arpal del 2007 sullo stato dell'arte sulla salute in provincia di Savona è emerso che nei Comuni della provincia di Savona non risulta esserci un particolare rischio per la salute derivante dalle condizioni dell'ambiente.

Si possono sintetizzare così i risultati dello studio condotto su incarico della Regione da parte dell'IST (Istituto nazionale per la ricerca sul Cancro) e dall'ARPAL su tutto il territorio provinciale (68 comuni più le 5 circoscrizioni in cui è diviso il capoluogo) .

L'indagine effettuata è volta ad approfondire la conoscenza della situazione ambientale ed i suoi eventuali effetti sulla salute dei residenti.

Lo studio è stato suddiviso in due filoni. L'IST ha condotto un'indagine epidemiologica sulla mortalità in relazione alla causa tra i residenti dei vari comuni della provincia. ARPAL si è invece occupata dell'analisi della qualità dell'aria, approfondendo in particolare, con misure molto sofisticate, la ricerca di eventuali polveri sottili (PM10, PM2,5 e PM1).

I dati riscontrati non presentano particolari criticità. Da un raffronto con dati nazionali le zone oggetto dell'indagine presentano una situazione analoga, ed in alcuni casi migliore, rispetto a zone dell'Italia simili per concentrazione di insediamenti urbani e industriali.

Nel merito dell'indagine IST, condotta con gli stessi metodi già utilizzati in campagne precedenti, nella provincia di Savona la mortalità è associata prevalentemente alle patologie del sistema circolatorio, come noto più correlate agli stili di vita che ai fattori ambientali.

In generale risulta allineata con i dati nazionali e regionali (o inferiore) la mortalità per tumore. L'indice di mortalità per tumore in alcuni distretti della provincia si presenta positivamente in lieve decrescita.

Ulteriore aspetto importante risulta la correlazione tra incremento del rischio di mortalità e le condizioni socio-economiche. L'indagine IST ha stabilito infatti una apparente correlazione statistica tra debolezza socio-economica ed esposizione al rischio per la salute.

L'età mediamente più avanzata dei residenti, spinge la mortalità generale in provincia di Savona, come in altri contesti della costa ligure, al di sopra della media nazionale. Anche in questo caso lo studio effettuato non ha evidenziato un particolare relazione con le cause ambientali, quanto piuttosto con l'elemento anagrafico.

Dal punto di vista, infine, del rischio di tumore di possibile origine professionale, i dati si confermano in linea con contesti similari presenti a livello nazionale. Tale rischio colpisce in maniera più evidente

la popolazione di sesso maschile della provincia, a causa della scarsa numerosità delle addette-donna nelle professioni maggiormente coinvolte.

9.1.2 Stabilimenti a rischio di incidente rilevante

L'Inventario Nazionale Stabilimenti a rischio di incidente rilevante (di cui al D.Lgs. 334/99 e s.m.i.), aggiornamento giugno 2013, non segnala la presenza di stabilimenti a rischio di incidenti rilevanti nel territorio prossimo all'area di intervento. Nel Comune di Savona è presente un unico stabilimento individuato ai sensi degli artt. 6/7/8 del D.Lgs. 334/99 c.m. 238/05, ubicato il località Legino, ad una distanza dall'area di intervento di oltre 3 km.

Si tratta dello stabilimento denominato "TOTALERG SpA" (codice MATTM NC037) di deposito di oli minerali.

Gli stabilimenti soggetti agli obblighi di cui agli artt. 6, 7 e 8 del D.Lgs. 334/99 e smi sono quegli stabilimenti in cui sono presenti sostanze pericolose in quantità uguali o superiori a quelle della colonna 3 dell'allegato I al decreto; tali stabilimenti devono rispettare tutti gli adempimenti previsti dal decreto artt. 6/7/8 del D.Lgs. 334/99 c.m. 238/05.

9.2 Interazioni opera – ambiente

Nel caso in esame i principali fattori di rischio per la salute pubblica sono da attribuire alle diverse forme di inquinamento che possono essere generate dalle attività di realizzazione e dall'esercizio dell'opera, in particolare: l'inquinamento atmosferico ed il fonoinquinamento.

9.2.1 Inquinamento atmosferico

Effetti in fase di cantiere

In considerazione della tipologia dell'opera, gli impatti sulla componente atmosfera riferibili all'area indagata sono riconducibili principalmente ad un problema di sollevamento di polveri: sia quello indotto direttamente dalle lavorazioni, sia quello indotto indirettamente dal transito degli automezzi sulla viabilità.

Relativamente alle attività di costruzione della galleria, questa sarà realizzata mediante l'impiego di martelloni ed esplosivo, con una produzione media giornaliera di smarino pari a 200 mc , per una durata di 18 mesi. Lo scavo per mezzo di esplosivi (implosioni) costituisce una fonte di emissione di particolato. Al riguardo si possono fare alcune considerazioni:

- In generale l'evento implosivo ha una durata estremamente limitata nel tempo (dell'ordine di qualche minuto), mentre sono le successive operazioni di rimozione dei detriti che hanno maggiore durata temporale.
- Durante la fase di implosione si ha una emissione significativa di particolato; tuttavia gli studi disponibili indicano che l'impatto in termini di qualità dell'aria è molto limitato: si hanno infatti concentrazioni estremamente elevate di PM10 sottovento alla sorgente per tempi molto ridotti, e la situazione ritorna in poche ore su livelli di concentrazione analoghi a quelli precedenti l'evento (Beck C.M. et al. 2003).

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

Gli interventi adottati per bloccare le polveri, in considerazione della trascurabilità del fenomeno e soprattutto della breve durata temporale, comprendono opere di mitigazione e modalità operative.

Le opere di mitigazione previste consistono sostanzialmente in una riduzione della polverosità attraverso bagnatura del terreno.

Le procedure operative da attuare al fine di limitare la polverosità comprendono essenzialmente quanto segue:

- i mezzi di cantiere destinati alla movimentazione del materiale dovranno essere coperti con teli adeguati aventi caratteristiche di resistenza allo strappo e di impermeabilità;
- al fine di evitare il sollevamento delle polveri i mezzi di cantiere dovranno viaggiare a velocità ridotta.

I mezzi di trasporto dovranno essere preferibilmente nuovi e sottoposti a continua manutenzione; particolare attenzione dovrà essere posta alla tipologia e manutenzione dei filtri di scarico anche in relazione alla diminuzione dell'inquinamento acustico.

Effetti in fase di esercizio

Le emissioni, causa di inquinamento atmosferico, sono addebitabili principalmente a due fonti: al trasporto su strada e all'esercizio distributivo dei combustibili, quest'ultimo responsabile delle emissioni di soli composti organici volatili per evaporazione.

La combustione dei carburanti utilizzati nei trasporti, così come genericamente di ogni carburante, se fosse completa dovrebbe produrre principalmente anidride carbonica, acqua e marginalmente sostanze ossigenate. Di fatto la variabilità delle condizioni di esercizio dei motori e la completa disomogeneità di composizione dei carburanti, determinano la produzione di un elevato numero di prodotti inquinanti.

Dal punto di vista della forma fisica tali inquinanti possono essere classificati in:

- Gas e vapori: generalmente derivati dello zolfo, azoto e carbonio.

- Aerosoli: insieme di particelle, liquide o solide, sufficientemente piccole da restare a lungo in aria prima di disperdersi.
- Polveri o particelle: solidi di dimensione superiore all'aerosol.

L'elenco dei principali inquinanti prodotti dalla combustione di carburanti in uso è riportato nella tabella seguente 10.1.

Composto	*Gasolio*	*Benzina*	*GPL*	*Metano*
CO	X	X	X	X
NO_X - NO - NO_2	X	X	X	X
SO_X	X	X		
Aldeidi	X	X		
Idrocarburi Incombusti	X	X	X	X
Idrocarburi Aromatici	X	X		
Idrocarburi Aromatici Policlicicli	X	X		
Benzopirene	X	X		
Pb		X		
Polveri prodotte dalla combustione	X	X		

Tabella 10.1 Principali prodotti della combustione dei diversi carburanti

Fonte: ENEA - Effetti ambientali derivanti dall'uso di combustibili convenzionali ed innovativi

Per una misura comparativa degli effetti prodotti sull'uomo dai diversi inquinanti generati dal traffico veicolare, si può fare riferimento ai fattori specifici di tossicità di tab. 10.2. I dati derivano da una metodologia di analisi basata sugli standards di qualità dell'aria proposti dallo Stato della California. Dalla definizione delle concentrazioni mediamente tollerate di ogni inquinante, sono stati calcolati i fattori di tossicità, assegnando il valore unitario a quella del monossido di carbonio (tossicità relativa al monossido di carbonio).

Inquinante	*Tossicità relativa Fattore specifico*
CO	1,00
HC	2,07
SOx	28,00
NOx	77,80
Part.	106,70

Tabella 10.2 Fattori specifici di tossicità degli inquinanti

Fonte: "Journal of the Air Pollution Control Association", 20, 658, 1970.

Da recenti valutazioni risulta che oltre il 90% della emissione totale di CO proviene dal traffico motorizzato e per tale ragione questo inquinante viene generalmente scelto come sostanza indice dell'inquinamento da traffico motorizzato.
Se inoltre si considerano gli effetti sull'uomo derivanti da un'esposizione prolungata a concentrazioni elevate degli inquinanti in relazione alla tossicità del CO (tabella 10.2-2), risulta evidente che gli inquinanti ai quali l'uomo è più sensibile, tra quelli derivanti dal traffico veicolare, sono il particolato e l'NOx.
Per quanto sopra nella presente sezione vengono trattati a titolo rappresentativo gli inquinanti CO, NOx e particolato. Nel seguito si riportano sinteticamente i principali effetti sull'uomo di queste sostanze.

Monossido di carbonio

Il CO è un gas incolore, inodore ed insapore. Per effetto delle attività umane vengono immesse nell'aria a livello mondiale, quantità sufficienti a raddoppiarne la concentrazione ogni 4-5 anni.
L'effetto tossico su uomini ed animali è causato dalla capacità del CO di legarsi con l'emoglobina del sangue inibendo il processo di ossigenazione di quest'ultimo. L'ossido di carbonio legandosi con l'emoglobina del sangue e con l'ossigeno produce carbossiemoglobina (COHb). Nella tabella sono riportati gli effetti sull'uomo della concentrazione di COHb nel sangue.
Dati storici indicano che difficilmente il tasso di CO supera negli agglomerati urbani punte di 100 ppm, con un grado di tossicità statisticamente sopportabile.
Esistono però condizioni particolari (ingorghi, gallerie) per le quali possono verificarsi fenomeni di sovraccarico ambientale di CO e, conseguentemente, di gravi situazioni di rischio.

Concentrazione di COHB nel sangue (%)	*Effetti riscontrati*
Meno di 1,0	Nessun effetto apparente
Da 1,0 a 2,0	Segni di effetto sul comportamento

Da 2,0 a 5,0	Effetti sul sistema nervoso centrale. Menomazione nella discriminazione degli intervalli di tempo, acutezza visiva, lucidità e altre funzioni psicomotorie
Più di 5,0	Mutamenti nella funzione cardiaca e polmonare
Da 10,0 a 80,0	Emicrania, affaticamento, sonnolenza, coma, difetti respiratori, morte.

Tabella 10.3 Effetti della concentrazione di COHb nel sangue
Fonte: Environmental Science and Technology, 5, 213, 1971.

Ossidi di azoto (NOx)

Con NOx si indica l'insieme dei vari ossidi di azoto prodotti nel processo di combustione.

Sia l'NO che l'NO2 risultano essere entrambi potenzialmente dannosi per la salute ed è stata riscontrata per l'NO2 una tossicità 4 volte maggiore che per l'NO. Quest'ultimo, in analogia con quanto avviene per il CO, agisce sul sangue ostacolando il naturale processo di ossigenazione.

L'NO2 produce effetti tossici principalmente sui polmoni, con maggiore lesività su soggetti più sensibili come i bambini e gli asmatici.

Nella tab. 10.4 sono riportati i risultati sperimentali degli effetti tossici dell'ossido e biossido di azoto sugli uomini.

Tempo di esposizione	*Concentrazioni*	*Effetti*
15 minuti	15-2 ppm NO_2	Anomalia sulla frequenza ventilatoria e aumento della resistenza polmonare totale
15 minuti	5 ppm di NO_2 40 ppm di NO	Diminuzione della pressione arteriosa parziale dell'0_2 e diffusione di 00 a livello della membrana alveolo-capillare
10 minuti	5 ppm di NO_2	Sostanziale ma passeggero aumento della resistenza delle vie polmonari ai movimenti d'aria

Tabella 10.4 Effetti tossici dell'ossido e biossido di azoto sugli uomini
Elaborato da: 1) A. Roussel, "Impact Medical des pollutions d'origine automobile" Revue Pollution Atmosphérique, juillet-septembre 1983. 2) H.S. Stoker, S.L. Seager, "Inquinamento dell'aria e dell'acqua". Fondamenti di chimica ambientale, Collana Scientifica 1972 (pubbl. in Italia nel 1974).

Particolato

I veicoli sono responsabili di due tipi di inquinamento da particelle sospese:

1. risospensione di particelle già depositate sul terreno;
2. emissione di particelle derivanti dalla combustione del carburante e dall'usura di parti meccaniche (freni e pneumatici).

Le particelle hanno dimensioni e composizione chimica molto variabile, in particolare, dai dispositivi frenanti provengono particelle di amianto crisotile o forsterite.

Nella tab. 10.5 sono riportati i livelli di arresto delle particelle nell'apparato respiratorio in funzione delle dimensioni.

Particolarmente importante risulta essere, per l'ingente quantità emessa, il particolato proveniente dai motori diesel. Esperimenti hanno dimostrato che queste particelle provocano alterazioni morfologiche e biochimiche dei polmoni modificandone il tessuto connettivo.

Dimensioni (μ)	9.2.1.1.1.1.1 Livello di arresto nell'apparato respiratorio
>3	Naso, faringe, laringe, trachea e grossi bronchi
3÷1	Bronchioli terminali
<1	Alveoli

Tabella 10.1 Livello di arresto delle particelle nell'apparato respiratorio in funzione delle dimensioni
(Fonte: A. Roussel "Impact Medical des pollutions d'origine automobile". Revue Pollution Atmosphérique, Juillet-September 1983.)

Nel presente studio è stata valutata la qualità dell'aria nello scenario ante operam, opzione zero al 2030 e nello scenario post operam al 2030, al fine di evidenziare l'eventuale incremento di concentrazioni di inquinanti sul territorio interessato.

Di seguito si riportano i valori di concentrazione presso i ricettori che, in base alle simulazioni, sono risultati più impattati, ossia i ricettori residenziali 1,2,3,9 e i ricettori ospedalieri 12, 13. Ai valori di concentrazione stimati dal modello sono stati sommati i valori di fondo registrati dalla centralina di monitoraggio di fondo urbano "Varaldo". La somma risultante è stata confrontata con i limiti normativi. Nelle tabelle sono quindi riportati i valori di fondo e per i tre scenari la somma del valore stimato dalla simulazione più il valore di fondo.

NO2 (µg/mc)						
Codifica ricettore	***Tipologia***	***Fondo***	***ANTE OPERAM***	***OPZIONE ZERO 2030***	***POST OPERAM 2030***	***media annua***
1	Residenziale	25	40	43	37	40 µg/m^3
2	Residenziale	25	34	37	31	40 µg/m^3

3	Residenziale	25	31	31	28	40 µg/m^3
9	Residenziale	25	28	28	28	40 µg/m^3
12	Ospedale	25	34	34	31	40 µg/m^3
13	Ospedale	25	34	37	31	40 µg/m^3

PM10 (µg/mc)

Codifica ricettore	*Tipologia*	*Fondo*	*ANTE OPERAM*	*OPZIONE ZERO 2030*	*POST OPERAM 2030*	*media annua*
1	Residenziale	21	33	35	29	40 µg/m^3
2	Residenziale	21	27	29	25	40 µg/m^3
3	Residenziale	21	25	25	25	40 µg/m^3
9	Residenziale	21	23	23	23	40 µg/m^3
12	Ospedale	21	27	27	25	40 µg/m^3
13	Ospedale	21	27	27	25	40 µg/m^3

PM2.5 (µg/mc)

Codifica ricettore	*Tipologia*	*Fondo*	*ANTE OPERAM*	*OPZIONE ZERO 2030*	*POST OPERAM 2030*	*media annua 2013*	*media annua a partire dal 2020*
1	Residenziale	14	26	28	20	26 µg/m^3	20 µg/m^3
2	Residenziale	14	20	22	18	26 µg/m^3	20 µg/m^3
3	Residenziale	14	16	18	16	26 µg/m^3	20 µg/m^3
9	Residenziale	14	16	16	16	26 µg/m^3	20 µg/m^3
12	Ospedale	14	20	20	18	26 µg/m^3	20 µg/m^3
13	Ospedale	14	20	20	18	26 µg/m^3	20 µg/m^3

CO (mg/mc)

Codifica ricettore	*Tipologia*	*Fondo*	*ANTE OPERAM*	*OPZIONE ZERO 2030*	*POST OPERAM 2030*	*Limite giornaliero*
1	Residenziale	1.5	2.1	2.4	1.9	10 mg/m3
2	Residenziale	1.5	1.9	1.9	1.7	10 mg/m3
3	Residenziale	1.5	1.7	1.7	1.6	10 mg/m3
9	Residenziale	1.5	1.6	1.6	1.6	10 mg/m3
12	Ospedale	1.5	1.8	1.9	1.7	10 mg/m3
13	Ospedale	1.5	1.9	1.9	1.8	10 mg/m3

BENZENE (µg/mc)

Codifica ricettore	*Tipologia*	*Fondo*	*ANTE OPERAM*	*OPZIONE ZERO 2030*	*POST OPERAM 2030*	*media annua*
1	Residenziale	2	5	5.5	4	5 µg/m^3
2	Residenziale	2	4	4	3.5	5 µg/m^3
3	Residenziale	2	3	3	3	5 µg/m^3
9	Residenziale	2	2.5	2.5	2.5	5 µg/m^3
12	Ospedale	2	3.5	3.5	3	5 µg/m^3
13	Ospedale	2	4	4	3.5	5 µg/m^3

SO2 (µg/mc)

Codifica ricettore	*Tipologia*	*Fondo*	*ANTE OPERAM*	*OPZIONE ZERO 2030*	*POST OPERAM 2030*	*media sull'anno civile*
1	Residenziale	10	10.24	10.24	10.22	20 µg/m^3
2	Residenziale	10	10.12	10.12	10.12	20 µg/m^3
3	Residenziale	10	10.04	10.04	10.04	20 µg/m^3
9	Residenziale	10	10.04	10.04	10.04	20 µg/m^3
12	Ospedale	10	10.12	10.12	10.12	20 µg/m^3
13	Ospedale	10	10.12	10.12	10.12	20 µg/m^3

Analizzando nelle tabelle soprastanti gli output restituiti dal modello di simulazione nello scenario post operam si osserva che la realizzazione dello svincolo porterà ad un notevole miglioramento in termini di qualità dell'aria. Infatti il traffico attualmente proveniente dall'autostrada e diretto al porto di Savona, che transita attraverso l'abitato di Albissola Marina aggiungendosi al traffico locale e causando continui rallentamenti e blocchi della circolazione con notevoli rilasci di sostanze inquinanti, passerà direttamente dal casello dell'A10 di Albisola superiore al porto di Savona mediante il collegamento in galleria e lo svincolo di Margonara riducendo notevolmente il traffico che percorre la SS1 Aurelia lato Albissola Marina.

Il decongestionamento del traffico e le condizioni meteo climatiche praticamente sempre favorevoli all'allontanamento degli inquinanti dai ricettori presenti portano ad un miglioramento complessivo della qualità dell'aria.

9.2.1 Inquinamento acustico

Effetti in fase di cantiere

In fase di cantiere le lavorazioni che determinano il maggiore impatto acustico sono quelle di costruzione dell'imbocco della galleria ed i livelli sonori indotti dai mezzi di trasporto dei materiali.

Saranno previste delle modalità operative e gestionali delle attività finalizzate al contenimento delle emissioni sonore. Le opere di mitigazione del rumore proposte per la fase di cantiere possono essere ricondotte a due categorie:

– interventi "attivi" finalizzati a ridurre alla fonte le emissioni di rumore;

– interventi "passivi", finalizzati a intervenire sulla propagazione del rumore nell'ambiente esterno.

La riduzione delle emissioni direttamente sulla fonte di rumore può essere ottenuta tramite una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature, con opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e, infine, intervenendo quando possibile sulle modalità operazionali e di predisposizione del cantiere.

Oltre ai suddetti interventi "attivi" (in quanto finalizzati a ridurre alla fonte le emissioni di rumore) sono previsti in corrispondenza del cantiere operativo all'imbocco interventi "passivi", costituiti da barriere antirumore di tipo mobile, in quanto prossimo a 2 ricettori residenziali.

Effetti in fase di esercizio

Si riportano di seguito alcuni commenti ai risultati delle simulazioni acustiche effettuate nell'ambito del presente SIA.

Lo scenario post operam, mostra come il rumore si sposti nel tratto della Via Aurelia situato tra la rotonda e il porto di Savona, mentre un miglioramento è apprezzabile nel tratto tra la rotatoria ed Albissola Marina.

Per quanto riguarda i livelli in facciata ai ricettori si sono riportati nella tabella seguente i livelli diurni e notturni più alti raggiunti presso i ricettori più impattati:

ricettore	Ante operam diurno	Opzione zero diurno	Post operam diurno	Ante operam notturno	Opzione zero notturno	Post operam notturno
1	67.3	68.3	64.6	59.5	60.6	56.8
2	64.4	65.5	61.8	56.6	57.7	54.1
3	55.2	56.3	53.0	47.5	48.5	45.3

I livelli sopra riportati mostrano il netto miglioramento della situazione acustica ottenuto con la nuova viabilità, con un sostanziale rispetto dei limiti di rumorosità previsti dalla normativa.

I risultati delle simulazioni sono stati confermati dall'andamento dei livelli misurati nel corso del sopralluogo che ne hanno riprodotto l'andamento.

Gli edifici più distanti saranno soggetti a livelli sicuramente più bassi di quanto appare dalle simulazioni in quanto il modello conservativamente non permette l'inserimento dell'assorbimento dovuto alla vegetazione.

Per tali motivi non è stato ritenuto necessario l'inserimento di mitigazioni acustiche.

9.2.2 Conclusioni

I risultati delle simulazioni condotte relativamente alle componenti rumore ed atmosfera, il cui inquinamento è la principale causa di danni per la salute pubblica, ed altresì la localizzazione e l'esiguo numero di ricettori prossimi alla rotatoria sulla SS1 attuale, permettono di concludere che il progetto in esame non sarà causa di alterazioni tali da essere fonte di problemi alla salute pubblica; inoltre le caratteristiche tecnico - fisiche del progetto consentono un miglioramento delle condizioni di traffico e delle condizioni di sicurezza stradale.

Allegati grafici