



**CONFERIMENTO CARATTERISTICHE AUTOSTRADALI AL RACCORDO
SALERNO - AVELLINO COMPRESO L'ADEGUAMENTO DELLA S.S. 7 E 7 BIS
FINO ALLO SVINCOLO DI AVELLINO EST DELLA A16**

TRATTI 1° - 2° - 3° - 4°



STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Relazione

ANAS s.p.a. Compartimento della Viabilità per la Campania
Area Nuove Costruzioni

Responsabile del Procedimento Capo Compartimento
Dott. Ing. Giovanni Proietti Dott. Ing. Nicola Marzi

COMPOSIZIONE TRATTI

TRATTO 1: da Km 0+550,00 a Km 4+000,00
TRATTO 2: da Km 4+013,79 a Km 11+860,26
TRATTO 3: da Km 11+860,26 a Km 14+200,00
TRATTO 4: da Km 14+200,00 a Km 25+900,00

PROGETTAZIONE ED ELABORAZIONE S.I.A.

TRATTO 1: Bonifica s.p.a.
TRATTO 2: CORE Ingegneria s.r.l.
TRATTO 3: Dott. Ing. Salvatore Frasca Dott. Ing. Marco Murolo
TRATTO 4: Dott. Ing. Giancarlo D'agostino

ELAB. SIA TRATTI 1-2-3-4

Febbraio 2007

REV. A	Luglio 2004
REV. B	Aprile 2005
REV. C*	Aprile 2007
REV. D	

file : SIA_COP

* Integrazione dello Studio di Impatto Ambientale rev B, redatto per i lotti 1, 2 e 4 con quello del Lotto 3 (Galleria Montepergola)

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

INDICE

1	COMPONENTE ATMOSFERA.....	4			
1.1	INTRODUZIONE	5			
1.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6			
1.3	GLI INQUINANTI ATMOSFERICI	12			
	1.3.1. <i>Descrizione dei principali inquinanti atmosferici</i>	12			
1.4	CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA DELL' AREA.....	13			
	1.4.1. <i>Velocità e direzione dei venti</i>	13			
	1.4.2. <i>Temperatura</i>	15			
	1.4.3. <i>Precipitazioni</i>	15			
	1.4.4. <i>Umidità relativa</i>	16			
1.5	L' ANALISI DEGLI IMPATTI INDOTTI DALL' OPERA	17			
	1.5.1. <i>Premessa metodologica</i>	17			
	1.5.2. <i>I ricettori</i>	17			
	1.5.3. <i>I flussi di traffico</i>	19			
	1.5.4 <i>Il software previsionale CALRoadsView</i>	20			
1.6	LA CONFIGURAZIONE OPERATIVA ATTUALE	30			
	1.6.1. <i>Dati di input</i>	30			
	1.6.2. <i>Dati di output</i>	32			
	1.6.3. <i>Analisi dei risultati</i>	36			
1.7	LA CONFIGURAZIONE OPERATIVA POST OPERAM	37			
	1.7.1. <i>Dati di input</i>	37			
	1.7.2. <i>Dati di output</i>	37			
	1.7.3. <i>Analisi dei risultati</i>	41			
1.8	INTERVENTI DI MITIGAZIONE.....	43			
1.9	CONCLUSIONI	43			
2	COMPONENTE AMBIENTE IDRICO	43			
2.1	ASPETTI QUALITATIVI DEI CORPI IDRICI INTERFERITI	43			
	2.1.1 <i>Analisi del 1° e 2° Lotto</i>	43			
	2.1.2 <i>Analisi del 4° Lotto</i>	43			
2.2	LO STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO DEI TRATTI 1 E 2.....	43			
	2.2.1 <i>Analisi delle precipitazioni di notevole intensità</i>	43			
	2.2.2 <i>Caratteristiche morfometriche e altimetriche dei bacini idrografici</i>	43			
	2.2.3 <i>Altitudine media e Curva ipsografica</i>	43			
	2.2.4 <i>Valutazione delle portate di piena con metodi cinematici</i>	43			
	2.2.5 <i>Valutazione delle portate di piena col metodo VAPI</i>	43			
	2.2.6 <i>Portate di piena con preassegnato periodo di ritorno</i>	43			
	2.2.7 <i>Definizione delle portate di progetto</i>	43			
	2.2.8 <i>Verifiche idrauliche e degli attraversamenti</i>	43			
	2.2.9 <i>Opere idrauliche a corredo del corpo stradale</i>	43			
	ANNEXO 1 - <i>Precipitazioni</i>	43			
2.3	LO STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO DEL TRATTO 3	43			
2.4	LO STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO DEL TRATTO 4	43			
	2.4.1 <i>Sezioni di calcolo e caratteristiche dei bacini</i>	43			
	2.4.2 <i>Valutazione massime portate con il metodo VAPI</i>	43			
	2.4.3 <i>Valutazione delle massime portate con il metodo della corrivazione</i>	43			
	2.4.4 <i>Tabella di raffronto tra le portate calcolate con diverse metodologie</i>	43			
	2.4.5 <i>Calcoli idraulici</i>	43			
2.5	DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA STRADALE	43			
	2.5.1 <i>Premesse</i>	43			
	2.5.2. <i>Sezione in rilevato</i>	43			
	2.5.3 <i>Sezioni in trincea</i>	43			
	2.5.4 <i>Portate afferenti la piattaforma stradale e i fossi di guardia</i>	43			
	2.5.5 <i>Opere di raccolta delle acque ricadenti sulla sede stradale</i>	43			
	2.5.6 <i>Raccolta al piede del rilevato e sopra la sezione in trincea</i>	43			
	2.5.7 <i>Verifiche idrauliche dei canali e dei collettori</i>	43			
3	COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO	43			
3.1	USO DEL SUOLO	43			
3.2	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO DEI TRATTI 1° E 2°	43			
	3.2.1 <i>Inquadramento geomorfologico</i>	43			
	3.2.2 <i>Idrogeologia</i>	43			
	3.2.3 <i>Stabilità dei versanti</i>	43			
3.3	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO DEL TRATTO 3°	43			
	3.3.1 <i>Inquadramento geomorfologico</i>	43			
	3.3.2 <i>Inquadramento idrogeologico</i>	43			
	3.3.3 <i>Stabilità dei versanti</i>	43			
3.4	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO DEL TRATTO 4°	43			
	3.4.1 <i>Inquadramento geomorfologico</i>	43			
	3.4.2 <i>Inquadramento idrogeologico</i>	43			
3.5	DISAMINA DEL TRACCIATO	43			
3.6	ANALISI DEGLI IMPATTI	43			
4	COMPONENTE VEGETAZIONE - FLORA – FAUNA ED ECOSISTEMI.....	43			
4.1	SITUAZIONE ATTUALE	43			
	4.1.1 <i>Inquadramento fitoclimatico</i>	43			

4.1.2	Inquadramento pedologico.....	43	6.5	L'IMPATTO VIBRAZIONALE DELLA NUOVA INFRASTRUTTURA STRADALE	43
4.1.3	Fisionomia della vegetazione	43	6.6	L'IMPATTO VIBRAZIONALE IN FASE DI CANTIERE	43
4.1.4	Habitat faunistici omogenei.....	43	6.7	CONCLUSIONI.....	43
4.1.5	Valore naturalistico delle unità ecosistemiche	43	7	COMPONENTE PAESAGGIO	43
4.2	ANALISI DELLE INTERAZIONI OPERA-AMBIENTE.....	43	7.1	AREA DI STUDIO E METODOLOGIA DI LAVORO	43
4.3	INTERVENTI DI MITIGAZIONE	43	7.1.1	Caratteri generali dell'area di studio	43
5	COMPONENTE RUMORE	43	7.1.2	Aspetti metodologici.....	43
5.1	INTRODUZIONE	43	7.2	CARATTERIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI DELLA PERCEZIONE VISIVA ALLO STATO ATTUALE	43
5.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	43	7.2.1	Avellino e provincia, i comuni attraversati dall'infrastruttura.....	43
5.2.1	Criteri metodologici ANAS.....	43	7.2.2	I comuni di Solfora, Serino, Montoro Superiore e Inferiore attraversati dall'infrastruttura.....	43
5.2.2	Direttive regionali.....	43	6.2.3	Salerno e provincia, i comuni attraversati dall'infrastruttura.....	43
5.2.3	D.P.R. 142/2004 recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante da traffico veicolare.....	43	7.3	EFFETTI PREVISTI IN FASE DI COSTRUZIONE	43
5.3	CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	43	7.4	EFFETTI PREVISTI IN FASE DI ESERCIZIO	43
5.3.1	Premessa metodologica.....	43	8	COMPONENTE SALUTE PUBBLICA.....	43
5.3.2	Analisi dei risultati della campagna di monitoraggio.....	43	8.1	CONSIDERAZIONI GENERALI.....	43
5.4	VALIDAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	43	9	CONCLUSIONI: RAPPORTI TRA L'OPERA ED IL SISTEMA AMBIENTALE - DEFINIZIONE DELLE INTERFERENZE E DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE	43
5.4.1	Premessa metodologica.....	43	9.1	TIPOLOGIA DELLE INTERFERENZE INDIVIDUATE	43
5.4.2	Il software previsionale.....	43	9.2	DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI	43
5.4.3	Il progetto.....	43			
5.4.4	Descrizione dei ricettori interessati dalla simulazione previsionale.....	43			
5.4.5	Studio dei flussi di traffico post operam	43			
5.4.6	Risultati e analisi delle simulazioni post operam.....	43			
5.5	GLI INTERVENTI MITIGATIVI	43			
5.5.1	Localizzazione e dimensionamento degli interventi mitigativi.....	43			
5.6	CONFRONTO TRA CLIMA ACUSTICO ANTE E POST MITIGAZIONE.....	43			
5.6.1	Descrizione dei recettori interessati.....	43			
5.6.4	Risultati Ante operam - confronto con la normativa	43			
5.6.5	Risultati Ante operam - confronto con la post mitigazione	43			
5.7	CONCLUSIONI	43			
	APPENDICE A CAMPAGNA DI MONITORAGGIO – SALERNO – AVELLINO	43			
	APPENDICI B E C.....	43			
6	COMPONENTE VIBRAZIONI.....	43			
6.1	CONSIDERAZIONI GENERALI	43			
6.2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	43			
6.3	PROPAGAZIONE DELLE VIBRAZIONI NEL TERRENO.....	43			
6.4	IDENTIFICAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEL TERRENO	43			

1 **COMPONENTE ATMOSFERA**

1.1 INTRODUZIONE

L'inquinamento atmosferico è definito dalla normativa come *“ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità o con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria; da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; da compromettere le attività ricreative e gli usi legittimi dell'ambiente; da alterare le risorse biologiche ed i beni materiali pubblici e privati”*.

Il traffico veicolare risulta sicuramente tra le prime cause di inquinamento atmosferico urbano ed extraurbano; i principali inquinanti prodotti da questa sorgente di emissione sono: il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NOx), il biossido di zolfo (SO₂), l'ozono, il benzene, gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), le polveri (soprattutto il particolato avente diametro inferiore a 10 µm (PM₁₀), che può facilmente depositarsi nelle parti più sensibili dall'apparato respiratorio) e il piombo.

Nell'ambito del presente studio di impatto ambientale relativo al progetto di ammodernamento del raccordo autostradale Salerno Avellino, dopo una esaustiva rassegna della normativa di riferimento nell'ambito della qualità dell'aria, una caratterizzazione meteorologica dell'area di studio, essenziale per la descrizione dei processi di dispersione e diffusione degli inquinanti introdotti in aria, si è proceduto con la stima degli impatti che la configurazione operativa futura produrrà sui ricettori (edifici abitativi) potenzialmente più esposti alla realizzazione dell'opera in oggetto e la verifica del rispetto degli standard normativi.

La stima degli impatti richiede quindi l'acquisizione e l'elaborazione dei dati meteorologici che caratterizzano dal punto di vista climatico l'area oggetto di studio, lo studio delle/a sorgente emissiva e dei relativi fattori di emissione e l'applicazione di un modello in grado di stimare le concentrazioni degli inquinanti nell'area di influenza delle opere previste.

Il modello “ad hoc” utilizzato nel presente studio è il software previsionale CALRoadsView, nel quale sono introdotti i parametri di input che caratterizzano completamente il complesso sistema di interazione sorgenti di emissione/ambiente, ovvero le condizioni meteorologiche che

influenzano la diffusione degli inquinanti, quali velocità e direzione del vento, classi di stabilità atmosferica, temperatura e altezza dello strato di rimescolamento, le caratteristiche fisiche del sistema insediativo, la sensibilità ambientale dell'area (posizione ricettori/sorgente di emissione) e le caratteristiche delle sorgenti di emissione (flussi di traffico – veicoli/h – e fattori di emissione).

1.2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La nuova legislazione Europea, in materia di inquinamento atmosferico, è basata sulla Direttiva Quadro 96/62 “Qualità dell’Aria Ambiente”, recepita già nella legislazione italiana con DL 4/8/1999 n. 351.

A questa Direttiva Quadro, hanno fatto seguito due Direttive specifiche ed esattamente una prima Direttiva Derivata 1999/30 per SO₂, NO₂, PM₁₀ (PM_{2,5}) e Piombo ed una seconda Direttiva Derivata 2000/69 per Benzene e CO. Tali direttive sono state recentemente recepite dall’Italia con DM 2 aprile 2002 n. 60. E’ invece in fase di recepimento la direttiva 2002/3/CE relativa all’ozono nell’aria.

L’adozione delle Direttive 1999/30 e 2000/69 segna un momento molto importante per la gestione dell’inquinamento atmosferico, in quanto esse sostituiscono i criteri generali di rilevamento dell’inquinamento ed i criteri particolari per la valutazione delle sostanze individuate all’interno delle Direttive stesse. Naturalmente, tutto ciò presuppone l’abolizione della Legislazione precedente che comprende il DMA 20.05.1991 e il Decreto 163 del 21 Aprile 1999, ma anche altri importanti strumenti legislativi quali quelli derivati dalla Legge 203/88.

A questo punto è dunque necessario gestire nel modo migliore la transizione dalla vecchia alla nuova legislazione (nella quale sono previste delle disposizioni transitorie) attraverso una visione critica dei metodi e dei criteri di valutazione dell’inquinamento atmosferico.

Il quadro normativo di riferimento, in materia di qualità dell’aria, comprende, in ordine di emanazione, numerosi decreti; in particolare si fa riferimento ai seguenti:

- DPCM 28 Marzo 1983 riguardante i “Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell’ambiente esterno”;
- DPR 24 Maggio 1988 n.203 in attuazione delle Direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203, concernenti norme in materia di qualità dell’aria, relativamente a specifici agenti inquinanti;

- DMA 20.05.1991 riguardante i “Criteri per l’elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell’aria”;
- DMA 12.11.1992 riguardante i “Criteri da seguire per la realizzazione e la gestione dei sistemi di rilevamento della qualità dell’aria e per la qualificazione delle misure e della strumentazione;
- DMA 15 aprile 1994 “Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli art. 3 e 4 del DPR 203/1988e dell’art. 9 del DM 20 maggio 1991”;
- DMA 25 novembre 1994 “Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per la misura di alcuni inquinanti atmosferici di cui al DMA 15 aprile 1994”;
- DLvo 4 agosto 1999, n. 351 relativo all’ “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell’aria ambiente”;
- DM n.60 del 02/04/2002 relativo ai valori limite per gli inquinanti aerodispersi.

Il DPCM 28 Marzo 1983 fissa i limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni ed i limiti massimi di esposizione, relativi ad inquinanti dell’aria nell’ambiente esterno, ed i relativi metodi di prelievo e di analisi chimica, al fine della tutela igienico sanitaria delle persone o comunità esposte. Le Regioni hanno il compito di controllare il rispetto dei limiti contenuti nell’Allegato I al DPCM (Tabella A e Tabella B) e, dove le concentrazioni superino o siano in procinto di superare tali limiti, provvedono a predisporre appositi piani di risanamento per il miglioramento complessivo della qualità dell’aria, in modo da consentire il rispetto dei limiti stessi, entro e non oltre dieci anni dall’entrata in vigore del decreto.

Il DPR 24 Maggio 1988 n° 203, in attuazione delle direttive CEE n. 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell’aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi della legge 16 Aprile 1987 n° 183, modifica i valori limite di qualità dell’aria per SO₂ e NO₂, introduce i valori guida per SO₂, NO₂ e particelle sospese, modifica ed integra i metodi di prelievo e di analisi degli inquinanti.

Il DMA 20.05.1991 ha per scopo la definizione dei criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria, il riordino delle competenze per la vigilanza, il controllo, la gestione e l'esercizio dei sistemi di rilevamento pubblici, nonché la regolamentazione delle situazioni di inquinamento atmosferico che determinano stati di allerta e/o emergenza. E' previsto un censimento dei sistemi di rilevamento di qualità dell'aria attraverso l'obbligo per tutti i soggetti pubblici e privati, titolari di sistemi di rilevamento, di comunicare ai Ministeri dell'Ambiente e della Sanità ed alla Regione, la scheda di identificazione del sistema stesso. Il decreto individua, inoltre, la struttura della rete di rilevamento classificando le stazioni secondo quattro classi (A, B, C, D) e individuando, per ciascuna classe, il numero minimo di centraline richieste nel centro urbano, sulla base del numero di abitanti del centro stesso. Le reti di rilevamento automatiche devono essere dotate di idoneo sistema di informazione di carattere divulgativo per i cittadini, tale da permettere una semplice interpretazione ecologica. E' previsto infine che il Ministero dell'Ambiente, di concerto con il Ministero della Sanità, definiscano i livelli di attenzione e di allarme. Le autorità regionali devono individuare zone del territorio per le quali, a causa del manifestarsi di condizioni meteorologiche sfavorevoli persistenti ed alla presenza di sorgenti fisse o mobili con rilevante potenzialità emissiva, possano verificarsi episodi acuti di inquinamento atmosferico da SO₂, particelle sospese, NO, CO ed ozono. Le province o il sindaco elaboreranno, per tali zone, piani di intervento operativo, nell'ambito di criteri generali stabiliti con decreto del Ministero dell'ambiente.

Con il DMA 15 aprile 1994 "Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane" avviene il definitivo inquadramento e vengono definite le norme tecniche in materia di livelli e stati di attenzione di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane. Tale decreto è stato poi completato con il DMA 25 novembre 1994 "Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti" con il quale vengono introdotti gli obiettivi di qualità per il PM₁₀ (la frazione respirabile delle particelle sospese), il benzene e gli IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici).

Il DLvo n.351/99, "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente"; tale decreto recependo la precedente direttiva andrà progressivamente ad abrogare la 203/88 ed i suoi decreti attuativi.

Tale decreto incarica le autorità competenti di:

- attuare la direttiva;
- valutare la qualità dell'aria;
- adottare piani di risanamento e di azione per situazioni a rischio;
- adottare piani di mantenimento;
- garantire l'informazione del pubblico;

(...);

e demanda invece a successivi decreti:

- la fissazione degli obiettivi di qualità dell'aria per i singoli inquinanti (valore limite, valore obiettivo, soglia di allarme e margine di tolleranza);
- le direttive tecniche per la valutazione preliminare;
- i criteri per l'elaborazione dei piani e dei programmi di risanamento;
- le direttive per l'elaborazione dei piani di mantenimento.

Spetterà allo Stato fissare:

- i valori limite, soglie di allarme, margini di tolleranza e modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
 - entro quando deve essere raggiunto il valore limite,
 - il valore obiettivo per l'ozono e i requisiti di monitoraggio;
 - i criteri per la raccolta dei dati e quelli per le tecniche di misurazione;
 - i criteri riguardanti altre tecniche di valutazione della qualità dell'aria;
- (...).

Inoltre, allo Stato spetta, se necessario, la fissazione di valori più restrittivi di quelli comunitari e di valori limite per altri inquinanti, alle Regioni e alle Province spetta invece l'effettuazione della valutazione preliminare e valutazione della qualità dell'aria, l'adozione di piani di intervento, l'adozione di piani di risanamento e/o mantenimento della qualità dell'aria, la trasmissione dei dati al ministero dell'Ambiente, tramite l'ANPA (APAT), delle informazioni e dei piani adottati.

- stabilire gli obiettivi per la qualità dell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- valutare la qualità dell'aria ambiente sul territorio nazionale in base a criteri e metodi comuni;
- disporre di informazioni adeguate sulla qualità dell'aria ambiente e far sì che siano rese pubbliche, con particolare riferimento al superamento delle soglie d'allarme;

- mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove è buona, e migliorarla negli altri casi.

Dalla direttiva 96/62/CE, sono stati inoltre recepiti:

- i valori limite e le soglie d'allarme per gli inquinanti elencati nell'allegato I;
- il margine di tolleranza fissato per ciascun inquinante di cui all'allegato I, le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;
- il valore obiettivo per l'ozono e gli specifici requisiti di monitoraggio, valutazione, gestione ed informazione.

La Direttiva 99/30/CE “Valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo”. In apposite tabelle sono elencati i valori limite, i termini entro i quali devono essere raggiunti e il numero massimo di superamenti permessi in un anno. La direttiva quadro prevede dei margini di tolleranza transitori in relazione ai diversi valori limite ed i termini entro i quali dovranno essere raggiunti. I margini di tolleranza previsti dal decreto sono riportati in apposite tabelle. La direttiva inoltre fissa le soglie di allarme per il biossido di zolfo e il biossido di azoto ed i dettagli che le Regioni devono fornire al pubblico in caso di superamento degli stessi. La soglia di allarme è definita come il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale bisogna immediatamente intervenire.

La Direttiva 00/69/CE “Valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”. Nelle Tabelle seguenti sono riportati i valori limite, i termini entro i quali dovranno essere raggiunti e i margini di tolleranza.

Con il Decreto Ministeriale del 2 aprile 2002 n.60 l'Italia ha recepito le direttive 99/30/CE e 00/69/CE riguardanti i valori limite di qualità dell’aria relativi a biossidi di zolfo, ossidi di azoto, PM10, Piombo, Benzene e Monossido di Carbonio (CO).

Nel DM 60/2002 sono riportati i limiti relativi ad ogni inquinante, le soglie di allarme, ed i limiti di valutazione superiori ed inferiori. Essendo un decreto emanato nel 2002, alcuni limiti riportati saranno da raggiungere entro date future. In questi casi si può fare riferimento a quanto previsto dal DPCM 28 marzo 1983 e dal DPR 24 maggio 1988 n.203, come citato nell’art. 38 dello stesso DM n.60.

Articolo 38 - Disposizioni transitorie e finali

1. In applicazione dell'articolo 14, comma 1, del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351, fino alla data entro la quale, devono essere raggiunti i valori limite di cui agli allegati I, II, III, IV, e VI, restano in vigore i valori limite di cui all'allegato I, tabella A del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 marzo 1983, come modificata dall'articolo 20 del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203...(omissis).
(...)

Nelle tabelle di seguito (Tabb 1.1-1.6) sono riportati i riferimenti di legge attualmente vigenti e la data della loro abrogazione prevista dal D.M. 60 del 2 Aprile 2002, gli standard di qualità dell’aria, i valori guida di qualità, gli obiettivi di qualità, i livelli di attenzione e di allarme nelle aree urbane e i livelli limite per la concentrazione dell’ozono definiti dalla direttiva europea 2002/3/CE e ancora non recepiti dalla normativa italiana.

Nella Tab.1.7 sono infine riportati i valori normativi attualmente vigenti.

Tab.1.1 Riferimenti Normativi e Data della Abrogazione dei Limiti da Essi Fissati come Previsto dal DM 60 del 2 Aprile 2002.

Sostanza	Valore Limite Vigente	Entrata in vigore dei limiti del DM 60/2002
Biossido di Zolfo (SO ₂)	di DPR 203/1988	01/01/2005
Biossido di Azoto (NO ₂)	di DPR 203/1988	01/01/2010
Particelle Sospese totali	DPCM 30/1983	Il DM 60/2002 prevede limiti esclusivamente per il PM ₁₀
PM ₁₀	Non previsto dalla normativa precedente	<ul style="list-style-type: none"> • Fase I 01/01/2005 • Fase II 01/01/2010
Piombo (Pb)	DPCM 30/1983	01/01/2005
Monossido di Carbonio (CO)	DPCM 30/1983	01/01/2005
Benzene	DPCM 30/1983 (prevede un limite sugli idrocarburi totali)	01/01/2010

Tab. 1.2 Standard di Qualità dell'Aria (escluso Ozono)

Sostanza	Standard - Valore Limite di Qualità dell'Aria	Normativa
Biossido di Zolfo (SO ₂)	80 µg/m ³ mediana annuale (1 aprile - 31 marzo) delle concentrazioni medie di 24 ore	DPR 203/1988
	130 µg/m ³ • mediana invernale (1 ottobre - 31 marzo) delle concentrazioni medie di 24 ore	
	250 µg/m ³ 98° percentile annuale delle concentrazioni medie di 24 ore (nel periodo annuale il superamento non deve verificarsi per più di 3 giorni consecutivi)	
• Particelle Sospese Totali	150 µg/m ³ • media aritmetica annuale (1 aprile - 31 marzo) delle concentrazioni medie di 24 ore	DPCM 30/1983
	300 µg/m ³ 95° percentile annuale delle concentrazioni medie di 24 ore	
Biossido di Azoto (NO ₂)	200 µg/m ³ 98° percentile annuale (1 gennaio - 31 dicembre) delle concentrazioni medie di 1 ora	DPR 203/1988
• Monossido di Carbonio (CO)	40 mg/m ³ concentrazione media di 1 ora	DPCM 30/1983
	1 mg/m ³ concentrazione media di 8 ore nei periodi 0-8, 9-16, 17-24	
Piombo (Pb)	2 µg/m ³ media aritmetica annuale delle concentrazioni medie di 24 ore	DPCM 30/1983
Fluoro (F)	20 µg/m ³ concentrazione media di 24 ore dalle 0 alle 24	DPCM 30/1983
	10 µg/m ³ media mensile delle concentrazioni medie di 24 ore	
HC totali* (escluso metano)	200 µg/m ³ concentrazione media di 3 ore consecutive in periodi del giorno secondo parere dell'Autorità Regionale	DPCM 30/1983

Nota: per valori limite di qualità dell'aria si intendono i limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e i limiti massimi di esposizione, relativi ad inquinanti nell'ambiente esterno, destinati a proteggere in particolare la salute umana.

** da adottarsi in caso di superamento significativo dello standard dell'ozono*

Tab. 1.3 Valori guida della qualità dell'aria

Sostanza	Valore Guida - di Qualità dell'Aria	Normativa
Biossido di Zolfo (SO ₂)	40-60 µg/m ³ • 100-150 µg/m ³	media aritmetica annuale (1 aprile - 31 marzo) delle concentrazioni medie di 24 ore concentrazione media di 24 ore •
Particelle Sospese (misurate col metodo dei fumi neri)	40-60 µg di fn eq./ m ³ col 100-150 µg di fn eq./ m ³ 300 µg di fn eq./ m ³	media aritmetica annuale (1 aprile - 31 marzo) delle concentrazioni medie di 24 ore concentrazione media di 24 ore • 95° percentile annuale delle concentrazioni medie di 24 ore
Biossido di Azoto (NO ₂)	• 50 µg/m ³ 135 µg/m ³	50° percentile annuale (1 gennaio - 31 dicembre) delle concentrazioni medie di 1 ora 98° percentile annuale (1 gennaio - 31 dicembre) delle concentrazioni medie di 1 ora

Nota: per valori guida di qualità dell'aria si intendono i limiti delle concentrazioni e di esposizione, relativi ad inquinanti nell'ambiente esterno, destinati alla prevenzione a lungo termine in materia di salute e di protezione dell'ambiente al miglioramento della protezione della salute e del benessere della popolazione a costituire parametri di riferimento per l'istituzione di zone specifiche di protezione ambientale per le quali è necessaria una particolare tutela della qualità dell'aria

Tab. 1.4 Obiettivi di Qualità dell'Aria

Sostanza	Obiettivo di Qualità dell'Aria da Rispettare dal 1/01/1999	Normativa
PM ₁₀	40 µg/m ³ media annuale	DM Ambiente 25/11/1994
• Benzene	10 µg/m ³ media annuale	DM Ambiente 25/11/1994
IPA (idrocarburi policiclici aromatici)	1 ng/m ³ media annuale (riferimento benzo(a)pirene)	DM Ambiente 25/11/1994

Nota: gli obiettivi di qualità individuano il valore medio annuale di riferimento da raggiungere e rispettare a partire da una determinata data

Tab. 1.5 Livelli di Attenzione e Allarme nelle Aree Urbane

Sostanza	Livelli di Attenzione	Livelli di Allarme	di	Normativa
• Particelle e Sospese Totali	150* µg/m ³	300* µg/m ³	media giornaliera	DM Ambiente 25/11/1994
Ozono (O ₃)	180** µg/m ³	360** µg/m ³	media oraria	DM Ambiente 25/11/1994
• CO	15*** mg/m ³	30*** mg/m ³	media oraria	DM Ambiente 25/11/1994
• NO ₂	200 µg/m ³	400 µg/m ³	media oraria	DM 15/04/1994
• SO ₂	125 µg/m ³	250**** µg/m ³	media giornaliera	DM 15/04/1994

Note: * per il 50% delle stazioni installate di tipo A, B e C

** per una qualsiasi stazione installata di tipo A o D

*** per il 50% delle stazioni installate di tipo A e C

**** ai sensi del DPR 203/88 il limite non può essere superato per più del 2% delle misure valide su base annua e si devono prendere tutte le misure atte ad evitare il superamento di questo valore per più di 3 giorni consecutivi

Tab. 1.6 Livelli di Concentrazione di Ozono

Sostanza	Limite di Qualità dell'Aria per la Protezione della Salute	Normativa
Ozono (O ₃)	120 µg/m ³ concentrazione media di 8 ore per la protezione della salute umana	Direttiva 2002/3/CE
Ozono (O ₃)	180* µg/m ³ media oraria	Direttiva 2002/3/CE
	240** µg/m ³ media oraria	2002/3/CE

Note: * Livello di Informazione

** Livello di Allarme

La Direttiva 2002/3/CE è in fase di recepimento dalla legislazione italiana

Tab. 1.7 Valori Limite di Qualità dell'Aria del DM 60 del 2 Aprile 2002 (recepimento Direttiva 99/30/CE del 22/04/1999 e Direttiva 00/69/CE del 16/11/2000)

Sostanza	Valore limite di Qualità dell'Aria	Entrata in Vigore
NO ₂	200 µg/m ³	Concentrazione oraria da non superare più di 18 volte all'anno 01/01/2010
	40 µg/m ³	Concentrazione media annuale 01/01/2010
	400 µg/m ³	• Livello di allarme (definito per 3 ore consecutive in un area uguale o superiore a 100 km ² o l'intero agglomerato se inferiore a 100 km ²)
NO _x	30 µg/m ³	• Concentrazione annuale per la protezione della vegetazione (NO+NO ₂) (da rispettare a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da altre aree edificate o impianti industriali o autostrade) 19/07/2001
SO ₂	125 µg/m ³	• concentrazione su 24 ore da non superare più di 3 volte all'anno 01/01/2005
	350 µg/m ³	• concentrazione oraria da non superare più di 24 volte al anno 01/01/2005
	500 µg/m ³	• livello di allarme (definito per 3 ore consecutive per in un area uguale o superiore a 100 km ² o l'intero agglomerato se inferiore a 100 km ²)
	20 µg/m ³	• Valore limite per la protezione degli ecosistemi (concentrazione media annuale) 19/07/2001
PM ₁₀	40 µg/m ³	• Concentrazione media annuale 01/01/2005
	• F ASE I 50 µg/m ³	• Concentrazione su 24 ore da non superare più di 35 volte all'anno 01/01/2005
PM ₁₀	20 µg/m ³	• Concentrazione media annuale 01/01/2010
	• F ASE II* 50 µg/m ³	• Concentrazione su 24 ore da non superare più di 7 volte all'anno 01/01/2010
Pb	0,5 µg/m ³	• Concentrazione media annuale 01/01/2005 (01/01/2010 presso le aree industriali)
Benzene	5 µg/m ³	• Concentrazione media annuale 01/01/2010
CO	10 mg/m ³	• Media massima giornaliera su 8 ore 01/01/2005

Sostanza	Valore limite di Qualità dell'Aria	Entrata in Vigore
* valori limite indicativi da rivedere con successivo decreto		

Ulteriori riferimenti normativi in tema di inquinamento atmosferico sono le convenzioni e i protocolli internazionali:

- Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici adottata a New York il 9 maggio 1992 e ratificata dal Parlamento italiano con legge 65 del 15 gennaio 1994.
- Protocollo di Kyoto adottato a Kyoto l'11 dicembre 1997.
- Convenzione UNECE sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza firmata a Ginevra il 13 novembre 1979 e ratificata dal Parlamento italiano con legge 289 del 27 aprile 1982.
- Protocollo sul finanziamento a lungo termine del programma EMEP, di cooperazione internazionale per il controllo e la valutazione del trasporto transfrontaliero degli inquinanti atmosferici in Europa; firmato a Ginevra il 28 settembre 1984 e ratificato dal Parlamento italiano con la legge 27 ottobre 1988 n. 488.
- Protocollo sul controllo delle emissioni antropogeniche degli ossidi di azoto o dei flussi transfrontalieri relativi; firmato a Sofia il 31 ottobre 1988 e ratificato dal Parlamento con la legge 7 gennaio 1992 n. 39.
- Protocollo per abbattere acidificazione, eutrofizzazione e ozono troposferico, firmato a Gothenburg il 1° dicembre 1999.

1.3 GLI INQUINANTI ATMOSFERICI

Si parla di **inquinamento atmosferico** quando lo stato della qualità dell'aria conseguente all'immissione di sostanze di qualsiasi natura costituisce pregiudizio diretto o indiretto per la salute dei cittadini, alterando la salubrità dell'aria stessa, o comporta danno dei beni pubblici e/o privati. Il DPR 203/88 identifica come emissione: "*qualsiasi sostanza solida, liquida o gassosa introdotta nell'atmosfera, proveniente da un impianto, che possa produrre inquinamento atmosferico*".

In riferimento al presente studio di impatto atmosferico riguardante il progetto di ammodernamento del raccordo autostradale Salerno-Avellino, relativamente al tratto oggetto di studio, dal km 0+500 al km 29+500, la causa principale dell'inquinamento atmosferico imputabile al traffico veicolare circolante è dovuta alla produzione di inquinanti gassosi e materiale particolato, la cui diffusione nell'ambiente circostante dipende soprattutto dalle condizioni meteorologiche (regime dei venti, classi di stabilità e precipitazioni), e dalla morfologia del territorio interessato dal progetto, ovvero dalla collocazione dei ricettori (edifici abitativi potenzialmente esposti) rispetto al tracciato stradale.

1.3.1. Descrizione dei principali inquinanti atmosferici

Gli ossidi di azoto

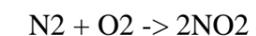
Per ossidi di azoto si intende generalmente l'insieme di ossido e biossido di azoto. Il monossido di azoto si forma in un qualsiasi processo di combustione ad elevata temperatura, per combinazione diretta dell'azoto e dell'ossigeno presente in atmosfera, insieme ad una piccola percentuale di biossido (circa il 5% del totale).

Le più grandi quantità di ossidi di azoto vengono emesse dai processi di combustione civili ed industriali e dai trasporti veicolari (l'ossido rappresenta circa il 95% del totale).

A temperatura ambiente il monossido di azoto è un gas incolore ed inodore, mentre il biossido di azoto è di colore rossastro e di odore forte e pungente.

Il biossido di azoto è un inquinante secondario poiché non viene emesso direttamente dallo scarico degli autoveicoli o dai fumi industriali, ma deriva generalmente dalla trasformazione in atmosfera del monossido di azoto consistente nell'ossidazione dell'ossido a biossido.

Le reazioni che avvengono sono:



Il biossido di azoto si forma anche dalle reazioni fotochimiche secondarie che avvengono in atmosfera, favorite dalle radiazioni ultraviolette nelle quali interviene anche l'ozono troposferico. Tale ciclo viene alterato dagli idrocarburi incombusti presenti in atmosfera, impedendo al monossido di azoto (NO) di reagire con l'O₃, che si accumula, quindi, negli strati bassi dell'atmosfera.

Il biossido di azoto è circa quattro volte più tossico del monossido, esso può provocare dalle irritazioni alle mucose degli occhi e del naso a disturbi a carico della respirazione. Contribuisce alla formazione delle piogge acide e dello smog fotochimico.

Il monossido di carbonio

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore ed inodore, emesso da fonti naturali ed antropogeniche (tra queste il 90% deriva dagli scarichi automobilistici). Questo inquinante è un prodotto della combustione incompleta (in carenza di ossigeno) delle sostanze organiche. Il principale contributo è dovuto ai trasporti, soprattutto agli autoveicoli alimentati a benzina. Altre emissioni sono dovute alle centrali termoelettriche, agli impianti di riscaldamento domestico e agli inceneritori di rifiuti. Il monossido di carbonio va considerato inquinante primario a causa della sua lunga permanenza in atmosfera (che può raggiungere anche i sei mesi). Gli effetti sull'ambiente possono considerarsi trascurabili, mentre quelli sull'uomo sono estremamente pericolosi; il CO ha infatti un'alta affinità con l'emoglobina, derivandone un alto rischio di saturazione nel sangue.

Gli ossidi di zolfo

Il biossido di zolfo è un gas incolore dall'odore acre e pungente a temperatura ambiente, derivante sia da fonti antropogeniche che da fonti naturali. L'origine naturale deriva principalmente dalle eruzioni vulcaniche, mentre quella antropica deriva dall'uso di combustibile liquidi e solidi contenenti zolfo. Dalla combustione di ogni materiale contenente zolfo si sviluppano anidride solforosa (SO₂) e anidride solforica (SO₃).

Il biossido di zolfo reagisce con l'umidità dell'aria, originando soluzioni fortemente acide, da cui le piogge acide. Inoltre, a causa della sua elevata solubilità, l'SO₂ viene assorbito facilmente dalle mucose del naso e del tratto superiore dell'apparato respiratorio portando a forti irritazioni delle vie respiratorie.

Il materiale particolare

Per materiale particolare o PTS si intende polvere, fumo, microgocce di liquido emesse direttamente in atmosfera da sorgenti quali industrie, centrali termoelettriche, autoveicoli, cantieri, e le polveri trasportate del vento. Il particolato si può anche formare in modo indiretto in atmosfera tramite la condensazione in microgocce di gas inquinanti quali l'anidride solforosa, gli ossidi di azoto, ed alcuni composti organici volatili. La composizione chimica del materiale particolare mostra, adsorbita sulla superficie della particella, la presenza di metalli pesanti e di sostanze organiche tossiche come gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

Con questa definizione sono generalmente considerate una vasta gamma di particelle che può essere classificata secondo diversi criteri: le dimensioni, l'origine e la forma. Le particelle con diametro superiore a 10 µm possono essere considerate meno pericolose perché si depositano al suolo rapidamente e, se inalate, sono trattenute dalle prime vie respiratorie. Diversamente dalle particelle con diametro inferiore a 10 µm (PM₁₀), che se inalate riescono a penetrare più profondamente, fino a raggiungere gli alveoli polmonari, veicolando sostanze tossiche (IPA) e metalli pesanti adsorbiti sulla superficie.

1.4 CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA DELL'AREA

In conformità a quanto stabilito dal DPCM 27/12/1988, *“obiettivo della caratterizzazione dello stato di qualità dell'aria e delle condizioni meteorologiche è quello di stabilire la compatibilità ambientale sia delle [...] emissioni [...] con le normative vigenti, sia di eventuali cause di perturbazione meteorologiche con le condizioni naturali”*.

La modalità di diffusione degli inquinanti in atmosfera dipende principalmente dalle caratteristiche meteorologiche e morfologiche della macro area oggetto di studio e dalla presenza di potenziali ostacoli alla diffusione di tipo vegetazionale e/o antropico.

E' importante caratterizzare dettagliatamente il sistema climatico della macro-area oggetto di studio, attraverso l'analisi delle componenti che potrebbero influenzare il trasporto degli inquinanti e delle particelle solide. Tale analisi deve tener conto, laddove presenti, dei rilevamenti statistici effettuati nel corso di più anni, reperibili da banche dati riconosciute a livello nazionale, ovvero di dati provenienti da stazioni meteorologiche locali presso cui siano stati effettuati rilevamenti per gli anni sufficienti a caratterizzare gli effetti dovuti al trasporto a distanza degli inquinanti.

Nel presente studio si è fatto riferimento ai dati relativi al 2000 e 2001 rilevati presso la stazione meteorologica dell'aeroporto di Napoli – Capodichino, considerati rappresentativi su larga scala delle condizioni meteorologiche della zona di interesse. La stazione fornisce informazioni sulla direzione e sulla velocità del vento, sulla temperatura, sulle precipitazioni e sull'umidità relativa.

1.4.1. Velocità e direzione dei venti

Gli indici di ventosità, espressi dalla frequenza delle calme di vento, delle classi di velocità e dei settori di provenienza su base annuale, consentono di caratterizzare i fenomeni di trasporto degli inquinanti e inoltre, congiuntamente all'indice di stabilità atmosferica, caratterizzano completamente la capacità di rigenerazione della qualità dell'aria.

Gli indici di ventosità utilizzati sono tre:

- frequenza delle calme di vento: n° di eventi anemometrici con calma di vento/n° di osservazioni;
- frequenza delle direzioni di provenienza del vento: n° di eventi anemometrici con direzione compresa entro un settore di provenienza/n° delle osservazioni;
- frequenza delle classi di velocità del vento: n° di eventi anemometrici con velocità del vento compresa in una classe di velocità/n° delle osservazioni.

Nelle elaborazioni statistiche la direzione del vento è stata suddivisa in 8 settori di ampiezza 45°, a partire dal Nord geografico, mentre la velocità del vento è ripartita in 6 classi:

- | | | |
|----|-------------------------|-----------------|
| 1) | $v < 0.5$ m/s | calma di vento; |
| 2) | $0.5 \leq v < 2.0$ m/s | bava di vento; |
| 3) | $2.0 \leq v < 4.0$ m/s | brezza leggera; |
| 4) | $4.0 \leq v < 6.0$ m/s | brezza tesa; |
| 5) | $6.0 \leq v < 12.0$ m/s | vento teso; |
| 6) | $v \geq 12.0$ m/s | vento forte. |

Le tabelle e i grafici seguenti (Tabb. 1.8-1.9, Figg. 1.1-1.2) riportano la distribuzione della frequenza annuale della direzione e dell'intensità del vento, rappresentativi delle caratteristiche del campo anemologico.

Tab. 1.8 Distribuzione della frequenza annuale della direzione del vento

Direzione del vento	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Frequenza percentuale	7%	7%	2%	7%	20%	23%	26%	8%

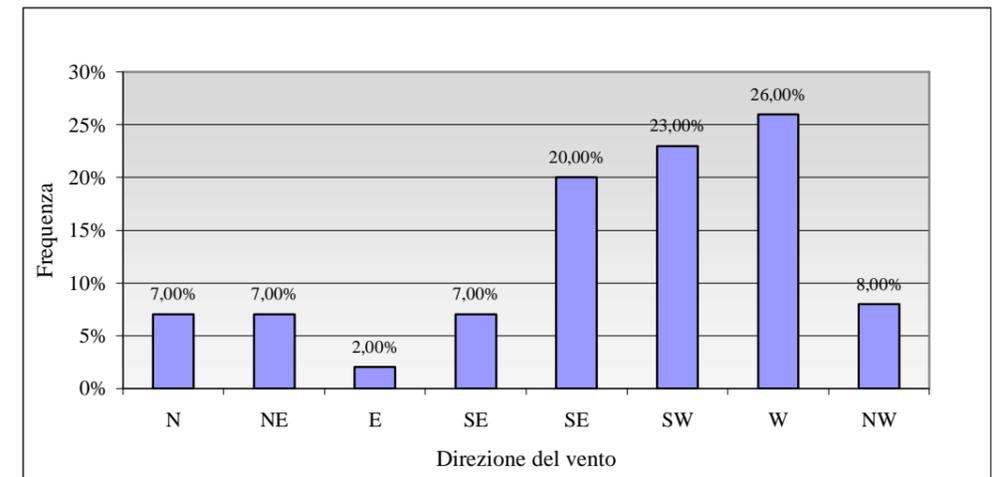


Fig. 1.1 Frequenza annuale della direzione del vento

Tab. 1.9 Distribuzione della frequenza annuale dell'intensità del vento

Intensità del vento	Calma di vento	Bava di vento	Brezza leggera	Brezza tesa	Vento teso	Vento forte
Frequenza percentuale	0%	0%	2%	11%	75%	12%

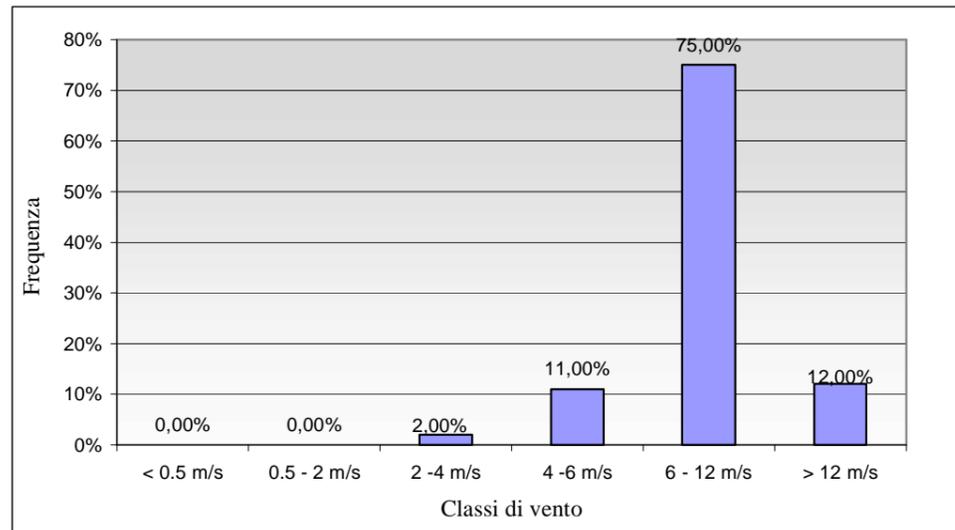


Fig. 1.2 -Frequenza annuale dell'intensità del vento

La distribuzione delle frequenze annuali delle classi di velocità del vento indica una attività anemologica notevole, con il netto prevalere di vento teso, quindi con velocità compresa tra 6 e 12 m/s (frequenza percentuale pari al 75%). La distribuzione delle frequenze di provenienza dei venti evidenzia direzionalità marcate: su base annuale si segnalano i settori angolari Sud-Est (112.5°-157.5°), Sud (157.5°-202.5°) e Sud-Ovest (202.5°-247.5°) entro i quali si riscontrano rispettivamente il 20%, il 23% e il 26% delle osservazioni.

1.4.2.Temperatura

Le variazioni del livello termico dell'aria che si verificano nel corso della giornata e delle stagioni, inducono una serie di fenomeni convettivi locali che contribuiscono a definire il grado di stabilità atmosferica e quindi la potenziale dispersione degli inquinanti.

I valori medi mensili delle temperature massime e minime, relativamente all'anno 2001, sono riportati nella tabella seguente (Tab. 1.10).

Tab. 1.10 Valori medi mensili delle temperature massime e minime –anno 2001-

	gen-01	feb-01	mar-01	apr-01	mag-01	giu-01	lug-01	ago-01	set-01	ott-01	nov-01	dic-01
T_{min}	3	4	9,6	10,9	15,3	17,9	19	20,8	17,8	13,8	10,2	7,8
T_{max}	15,6	15,2	19,6	18,7	25,3	30,1	29,7	30,7	25,1	25,5	17,7	11,2

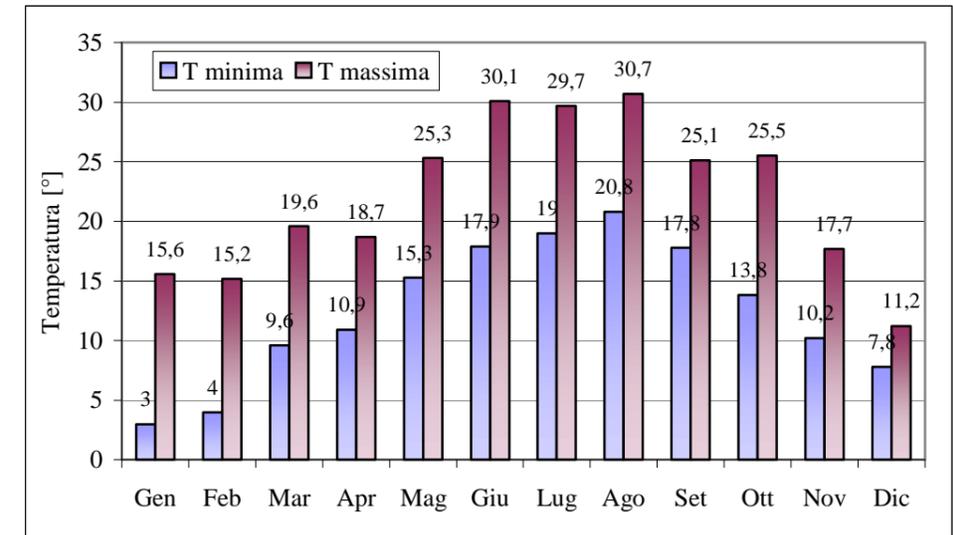


Fig. 1.3 Valori medi mensili delle temperature minime e massime registrate nell'anno 2001

1.4.3.Precipitazioni

Le precipitazioni atmosferiche sono direttamente proporzionali al grado di rigenerazione dell'atmosfera per effetto del "wash-out".

I valori medi delle precipitazioni in mm sono riportati in Tab. 1.11 e in Fig. 1.4.

Tab. 1.11 Valori medi delle precipitazioni (mm) – anni 2000/2001-

Anno 2000	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Pioggia [mm]	21,4	31,2	41,6	112	21,8	28,2	25,2		35,2	71,4	149,2	124,6
Anno 2001	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Pioggia [mm]	170,6	59,8	81,2	101,2	16,8	8,2	0,4	27,8	122,8	3,8	122,8	34,6
MEDIA	96	45,5	61,4	106,6	19,3	18,2	12,8	27,8	79	37,6	136	79,6

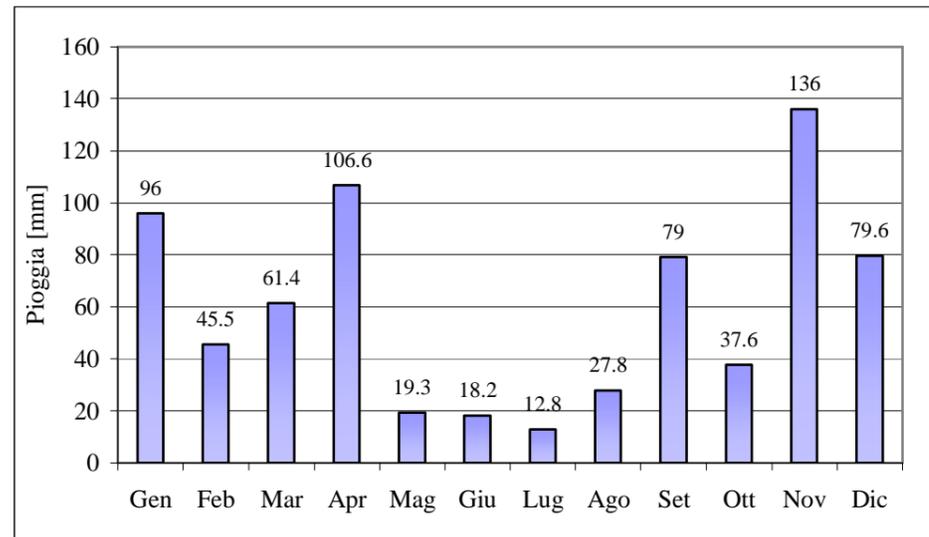


Fig. 1.4 Valori medi mensili di pioggia, relativamente agli anni 2000-2001

L'andamento della piovosità indica che i livelli massimi di precipitazione si verificano nei mesi invernali, in aprile e a settembre. In particolare i valori più alti si registrano nel mese di novembre, 136 mm, seguiti da una progressiva riduzione nei mesi successivi. Nei mesi più caldi i livelli di pioggia risultano fortemente contenuti, con valori minimi in maggio, giugno e luglio.

1.4.4.Umidità relativa

L'umidità relativa integra le informazioni sullo stato termodinamico dei bassi strati atmosferici, in corrispondenza di quei fenomeni di turbolenza verticale noti come ascensioni o “termiche”. I valori medi mensili dell’umidità relativa massima e minima, in corrispondenza degli anni 2000 e 2001, sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti (Tab. 1.12 e Fig. 1.5).

Tab. 1.12 Valori medi mensili dell’umidità relativa (%)

Anno 2000	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ur _{max}	91,5	88,5	94,4	94,1	97,3	94,2	96,7	93,8	94,3	95	93,6	89,2
Ur _{min}	51,2	47	52,1	57,2	52,4	44,7	45,8	47,2	50,2	56,8	54,6	58,9
Anno 2001	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ur _{max}	88,6	86,1	90,1	88,2	88,2	91	89,4	89,5	90,6	92,4	84,9	83,6
Ur _{min}	59,6	49,4	55,9	47,7	50,5	41,9	43,8	47,3	49	53,2	49,4	48,7
Ur_{med}	72,7	67,8	73,1	71,8	72,1	68,0	68,9	69,5	71,0	74,4	70,6	70,1

I valori medi risultano abbastanza costanti oscillando tra 67,8% (Febbraio) e 74,4% (Ottobre).

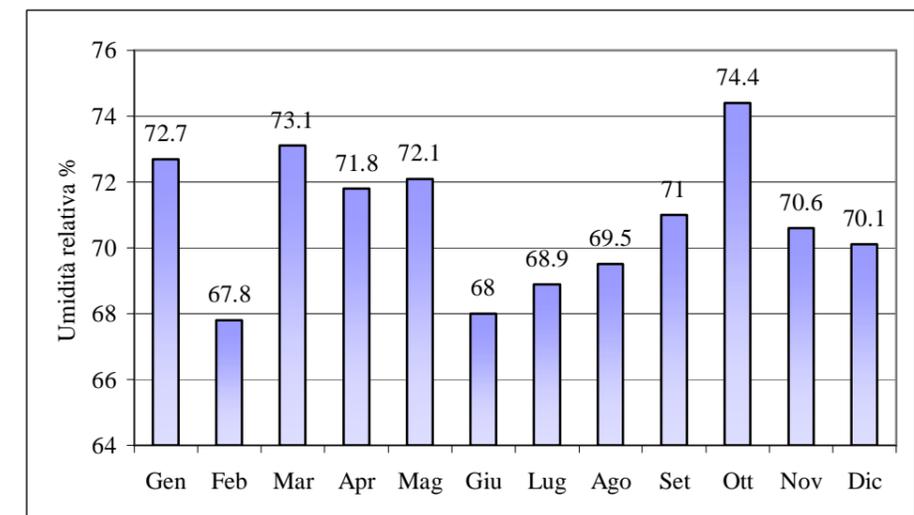


Fig. 1.5 Valore medio dell’umidità relativa negli anni 2000-2001

1.5 L'ANALISI DEGLI IMPATTI INDOTTI DALL'OPERA

1.5.1. Premessa metodologica

La realizzazione delle opere previste nel progetto di ammodernamento del raccordo autostradale Salerno-Avellino avrà sicuramente degli effetti non trascurabili sulla viabilità dell'area, nonché sui livelli di concentrazione degli inquinanti emessi dalle sorgenti ad esse associate.

Per avere una visione chiara e complessiva delle interazioni del sistema viario futuro con la componente ambientale "atmosfera", preliminarmente allo stima degli impatti dell'opera futura (configurazione postoperam), è stata realizzata la caratterizzazione quantitativa (concentrazione degli inquinanti emessi sugli edifici più esposti all'asse viario) della configurazione operativa ante operam (attuale); solo attraverso opportuni confronti tra lo stato attuale e lo stato post operam è infatti possibile quantificare l'effetto sulla qualità dell'aria dell'adeguamento del raccordo Salerno-Avellino e l'eventuale introduzione di criticità ambientali all'entrata a regime dell'opera in progetto.

La stima degli impatti nelle due configurazioni operative, attuale (ante operam) e futura (post operam al 2022), previa identificazione dei ricettori potenzialmente più esposti all'attuale e al futuro inquinamento atmosferico e delle sorgenti di emissione – flussi di traffico, è stata realizzata attraverso un idoneo software previsionale "CALRoadsView".

Per caratterizzare completamente gli impatti atmosferici, le simulazione degli scenari attuale e futuro (al 2022) sono state effettuate considerando sia le condizioni operative medie (flussi di traffico –TGM -e condizioni meteorologiche medie) riscontrabile in un anno, sia le condizioni operative più critiche (flussi di traffico dell'ora di punta e condizioni meteorologiche più critiche per la diffusione e il trasporto degli inquinanti in atmosfera).

In sintesi sono stati effettuati quattro studi previsionali e le relative analisi di confronto:

1. configurazione operativa ante operam nelle condizioni operative medie;
2. configurazione operativa ante operam nelle condizioni operative critiche;
3. configurazione operativa post operam (al 2022) nelle condizioni operative medie;
4. configurazione operativa post operam (al 2022) nelle condizioni operative critiche.

1.5.2. I ricettori

Per analizzare gli impatti indotti dal raccordo autostradale Salerno-Avellino, nella configurazione attuale di esercizio e nella configurazione post operam al 2022, sono stati scelti alcuni ricettori puntuali, identificativi di gruppi di case o case isolate - edifici abitativi - potenzialmente più esposti all'inquinamento atmosferico generato dai flussi di traffico transitanti attualmente e in futuro a seguito della realizzazione dell'infrastruttura di progetto.

In questi ricettori puntuali, il modello di calcolo CALRoadsView ha calcolato le concentrazioni degli inquinanti indagati (CO, NO₂ e PM₁₀), nelle condizioni meteorologiche medie e più critiche (attraverso l'analisi dei dati rilevati presso la stazioni meteorologica di Capodichino) e nelle condizioni di traffico medie - TGM - e dell'ora di punta (attuale e al 2022).

Nella Tab. 1.13 si riporta la lista dei ricettori scelti, con la località – comune di appartenenza.

Per la localizzazione dei ricettori sul territorio si rimanda alle tavole allegate.

Tab. 1.13 –Descrizione dei recettori

Ricettore	tipologia	Comune
R1	Edificio civile	Salerno
R2	Edificio civile	Salerno
R3	Edificio civile	Salerno
R4	Edificio civile	Salerno
R5	Edificio civile	Salerno
R6	Edificio civile	Salerno
R7	Edificio civile	Salerno
R8	Edificio civile	Salerno
R9	Edificio civile	Salerno
R10	Edificio civile	Salerno
R11	Edificio civile	Salerno
R12	Edificio civile	Salerno
R13	Edificio civile	Salerno
R14	Edificio civile	Baronissi
R15	Edificio civile	Baronissi
R16	Edificio civile	Baronissi

Ricettore	tipologia	Comune
R17	Edificio civile	Baronissi
R18	Edificio civile	Baronissi
R19	Edificio civile	Baronissi
R20	Edificio civile	Baronissi
R21	Edificio civile	Baronissi
R22	Edificio civile	Baronissi
R23	Edificio civile	Baronissi
R24	Edificio civile	Baronissi
R25	Edificio civile	Baronissi
R26	Edificio civile	Baronissi
R27	Edificio civile	Baronissi
R28	Edificio civile	Baronissi
R29	Edificio civile	Baronissi
R30	Edificio civile	Fisciano
R31	Edificio civile	Fisciano
R32	Edificio civile	Fisciano
R33	Edificio civile	Fisciano
R34	Edificio civile	Fisciano
R35	Edificio civile	Fisciano
R36	Edificio civile	Fisciano
R37	Edificio civile	Fisciano
R38	Edificio civile	Fisciano
R39	Edificio civile	Fisciano
R40	Edificio civile	Fisciano
R41	Edificio civile	Fisciano
R42	Edificio civile	Fisciano
R43	Edificio civile	Fisciano
R44	Edificio civile	Fisciano
R45	Edificio civile	Fisciano
R46	Edificio civile	Fisciano
R47	Edificio civile	Fisciano
R48	Edificio civile	Fisciano
R49	Edificio civile	Fisciano
R50	Edificio civile	Fisciano
R51	Edificio civile	Fisciano
R52	Edificio civile	Fisciano
R53	Edificio civile	Fisciano
R54	Edificio civile	Fisciano
R55	Edificio civile	Fisciano
R56	Edificio civile	Fisciano
R57	Edificio civile	Montoro Inferiore (loc. P.zza di Pandola)
R58	Edificio civile	Montoro Inferiore (loc. P.zza di Pandola)
R59	Edificio civile	Montoro Inferiore (loc. P.zza di Pandola)

Ricettore	tipologia	Comune
R60	Edificio civile	Montoro Inferiore (loc. P.zza di Pandola)
R61	Edificio civile	Montoro Inferiore (loc. P.zza di Pandola)
R62	Edificio civile	Montoro Inferiore (loc. P.zza di Pandola)
R63	Edificio civile	Montoro Inferiore (loc. P.zza di Pandola)
R64	Edificio civile	Montoro Inferiore (loc. P.zza di Pandola)
R65	Edificio civile	Montoro Superiore
R66	Edificio civile	Montoro Superiore
R67	Edificio civile	Montoro Superiore
R68	Edificio civile	Montoro Superiore
R69	Edificio civile	Montoro Superiore
R70	Edificio civile	Montoro Superiore
R71	Edificio civile	Montoro Superiore
R72	Edificio civile	Montoro Superiore
R73	Edificio civile	Montoro Superiore
R74	Edificio civile	Montoro Superiore
R75	Edificio civile	Montoro Superiore
R76	Edificio civile	Montoro Superiore
R77	Edificio civile	Montoro Superiore
R78	Edificio civile	Montoro Superiore
R79	Edificio civile	Montoro Superiore
R80	Edificio civile	Montoro Superiore
R81	Edificio civile	Montoro Superiore
R82	Edificio civile	Montoro Superiore
R83	Edificio civile	Solofra
R84	Edificio civile	Solofra
R85	Edificio civile	Solofra
R86	Edificio civile	Solofra
R87	Edificio civile	Solofra
R88	Edificio civile	Solofra
R89	Ospedale Andolfi	Solofra
R90	Edificio civile	Serino
R91	Edificio civile	Serino
R92	Edificio civile	Serino
R93	Edificio civile	Serino
R94	Edificio civile	Serino
R95	Edificio civile	Serino
R96	Edificio civile	Serino
R97	Edificio civile	San Michele di Serino
R98	Edificio civile	San Michele di Serino
R99	Edificio civile	San Michele di Serino
R100	Edificio civile	San Michele di Serino
R101	Edificio civile	San Michele di Serino

Ricettore	tipologia	Comune
R102	Edificio civile	San Michele di Serino
R103	Edificio civile	San Michele di Serino
R104	Edificio civile	San Michele di Serino
R105	Edificio civile	San Michele di Serino
R106	Edificio civile	Cesinali
R107	Edificio civile	Cesinali
R108	Edificio civile	Cesinali
R109	Edificio civile	Cesinali
R110	Edificio civile	Cesinali
R111	Edificio civile	Cesinali
R112	Edificio civile	Atripalda
R113	Edificio civile	Atripalda
R114	Edificio civile	Atripalda
R115	Edificio civile	Atripalda
R116	Edificio civile	Atripalda
R117	Edificio civile	Atripalda
R118	Edificio civile	Atripalda
R119	Edificio civile	Atripalda
R120	Edificio civile	Atripalda
R121	Edificio civile	Atripalda
R122	Edificio civile	Atripalda
R123	Edificio civile	Atripalda
R124	Edificio civile	Atripalda
R125	Edificio civile	Manocalzati
R126	Edificio civile	Manocalzati
R127	Edificio civile	Manocalzati
R128	Edificio civile	Manocalzati
R129	Edificio civile	Manocalzati
R130	Edificio civile	Manocalzati

1.5.3.1 flussi di traffico

Per poter quantificare gli impatti sulla qualità dell'aria delle configurazioni operative attuale e futura, è necessario analizzare i flussi di traffico attuali, dedotti da rilevazioni periodiche, e i flussi futuri, al 2022, determinati attraverso modelli di calcolo trasportistici a partire dai dati attuali e dalla domanda di traffico futura.

Nelle tabelle di seguito vengono riportati i dati attuali (Tab. 1.14) e stimati al 2022 (Tab. 1.15) dei flussi veicolari medi giornalieri e dei flussi massimi orari riscontrabili nell'ora di punta, suddivisi in veicoli pesanti e leggeri, e in tratte funzionali, in relazione agli svincoli principali presenti lungo il tracciato.

Tab. 1.14 –Flussi di traffico attuali

Tratti del raccordo autostradale	Direzione uno		Direzione contraria		Totale		Veicoli/ora
	Leggeri	pesanti	Leggeri	pesanti	Leggeri	pesanti	
Salerno-Baronissi (Tot. Giornaliero)	27 210	4 015	26 623	4 034	53 833	8 049	2578
<i>Max orario</i>	2 123	333	2 222	268	4 345	601	4946
Baronissi-Lancusi (Tot. Gior.)	27 644	4 071	26 671	4 034	54 315	8 105	2601
<i>Max orario</i>	2 248	339	2 156	268	4 405	607	5011
Lancusi-Raccordo A30 (Tot. Gior.)	26 254	4 258	25 747	4 117	52 001	8 375	2516
<i>Max orario</i>	2 166	381	2 041	283	4 207	664	4871
Raccordo A30-Fisciano (Tot. Gior.)	19 266	1 953	21 618	2 253	40 884	4 206	1879
<i>Max orario</i>	1 832	194	1 777	143	3 610	337	3947
Fisciano-Montoro Inf. (Tot. Gior.)	12 444	1 298	13 656	1 259	26 100	2 557	1194
<i>Max orario</i>	1 117	100	999	118	2 116	218	2334
Montoro Inf.-Montoro Sup. (Tot. Gior.)	13 370	1 265	13 970	1 205	27 340	2 470	1242
<i>Max orario</i>	1 320	100	1 147	113	2 466	213	2680
Montoro Sup.-Solofra (Tot. Gior.)	13 017	1 270	13 414	1 247	26 432	2 516	1206
<i>Max orario</i>	1 272	104	998	119	2 270	223	2493
Solofra-Serino (Tot. Giornaliero)	14 276	1 311	14 926	1 278	29 202	2 589	1325
<i>Max orario</i>	1 576	104	1 116	125	2 692	229	2921
Serino-Avellino (Tot. Giornaliero)	13 880	1 289	14 331	1 199	28 211	2 488	1279
<i>Max orario</i>	1 512	104	1 080	119	2 592	223	2814

Tab. 1.15 –Flussi di traffico stimati al 2022

Tratti del raccordo autostradale	Direzione uno		Direzione contraria		Totale		Veicoli/ora
	Leggeri	pesanti	Leggeri	pesanti	Leggeri	pesanti	
Salerno-Baronissi (Tot. Giornaliero)	40 836	6 988	40 058	6 969	80 894	13 957	3952
<i>Max orario</i>	<i>3 186</i>	<i>579</i>	<i>3 343</i>	<i>463</i>	<i>6 529</i>	<i>1 042</i>	<i>7572</i>
Baronissi-Lancusi (Tot. Gior.)	41 459	7 137	39 780	7 024	81 239	14 161	3975
<i>Max orario</i>	<i>3 372</i>	<i>594</i>	<i>3 216</i>	<i>467</i>	<i>6 588</i>	<i>1 061</i>	<i>7649</i>
Lancusi-Raccordo A30 (Tot. Gior.)	39 335	7 435	38 493	7 248	77 828	14 682	3855
<i>Max orario</i>	<i>3 245</i>	<i>666</i>	<i>3 051</i>	<i>497</i>	<i>6 296</i>	<i>1 163</i>	<i>7460</i>
Raccordo A30-Fisciano (Tot. Gior.)	29 401	3 471	32 886	4 006	62 287	7 476	2907
<i>Max orario</i>	<i>2 796</i>	<i>345</i>	<i>2 704</i>	<i>254</i>	<i>5 500</i>	<i>600</i>	<i>6100</i>
Fisciano-Montoro Inf. (Tot. Gior.)	20 078	2 307	21 851	2 275	41 928	4 582	1938
<i>Max orario</i>	<i>1 802</i>	<i>178</i>	<i>1 598</i>	<i>213</i>	<i>3 401</i>	<i>391</i>	<i>3792</i>
Montoro Inf.-Montoro Sup. (Tot. Gior.)	21 499	2 284	22 642	2 219	44 141	4 503	2027
<i>Max orario</i>	<i>2 122</i>	<i>181</i>	<i>1 859</i>	<i>209</i>	<i>3 981</i>	<i>389</i>	<i>4370</i>
Montoro Sup.-Solofra (Tot. Gior.)	20 554	2 279	21 250	2 284	41 804	4 563	1932
<i>Max orario</i>	<i>2 008</i>	<i>186</i>	<i>1 581</i>	<i>218</i>	<i>3 589</i>	<i>405</i>	<i>3993</i>
Solofra-Serino (Tot. Giornaliero)	22 604	2 360	23 640	2 359	46 244	4 718	2123
<i>Max orario</i>	<i>2 495</i>	<i>187</i>	<i>1 767</i>	<i>231</i>	<i>4 262</i>	<i>418</i>	<i>4680</i>
Serino-Avellino (Tot. Giornaliero)	21 746	2 306	22 728	2 190	44 474	4 495	2040
<i>Max orario</i>	<i>2 368</i>	<i>186</i>	<i>1 713</i>	<i>218</i>	<i>4 081</i>	<i>403</i>	<i>4484</i>

1.5.4 Il software previsionale CALRoadsView

Al fine della valutazione dell'impatto atmosferico connesso alla infrastruttura di trasporto oggetto di studio (nelle due configurazioni operative attuale e futura) è stato scelto e utilizzato il modello matematico CALRoads View, adottato per la stima dei valori di concentrazione degli inquinanti prodotti da traffico veicolare (sorgente lineare) diffusi in atmosfera e dispersi al suolo.

Il modello CALRoads View include tre diversi modelli di analisi:

- CALINE4 stima le concentrazioni di monossido di carbonio (CO), biossido di azoto (NO₂) e micropolveri in prossimità di strade trafficate considerando eventuali svincoli, incroci, aree di sosta e rampe di raccordo;
- CAL3QHC stima la quantità totale di inquinanti prodotta sia dal movimento che dalle soste dei veicoli;
- CAL3QHCR una versione potenziata del modello CAL3QHC in grado di analizzare lunghi periodi (sino ad un anno con intervalli di analisi di un'ora).

Il modello base di analisi, sottoposto al maggior numero di verifiche sperimentali, è il CALINE 4. Il modello CALINE 4 è stato studiato e verificato in campo dal California Department of Transportation (CALTRANS), perfezionando il modello CALINE 3 inserito dall'EPA (Environmental Protection Agency) nella "Guideline on air quality models". Il modello CALINE4 è utilizzato per la previsione dei livelli di inquinamento atmosferico in corrispondenza di ricettori sopravento o sottovento alla sorgente di emissione, fino a distanze massime di 150/200 m; si tratta di un modello di dispersione di inquinanti in atmosfera di tipo gaussiano, a pennacchio, relativo a sorgenti di tipo lineare. Informazioni di dettaglio sulle caratteristiche del modello sono contenute nel manuale d'uso dello stesso (Caltrans, 1989).

Nel CALINE4 è sviluppato un algoritmo per la suddivisione del tracciato in tratti elementari, di opportuna dimensione, ai quali applicare le equazioni di dispersione. Ciascun elemento così definito è assimilato ad una linea finita di emissione, posizionata normalmente alla direzione del vento e centrata rispetto al baricentro dell'elemento medesimo. Al fine di distribuire in modo equilibrato l'emissione, ciascun elemento è a sua volta diviso in tre sotto-elementi, uno centrale

(ZON2) e due periferici (ZON1 e ZON3), la cui geometria dipende dal fattore di crescita e dall'angolo del vento.

La Mixing zone

Il modello CALINE 4 tratta la regione sovrastante la sede viaria ipotizzando una emissione ed una turbolenza uniforme. Questa regione, chiamata "mixing zone" è definita come la larghezza della sede stradale al netto delle banchine e aumentata di 3 m per lato. Si considera in questo modo l'effetto di spinta laterale e la conseguente diluizione degli inquinanti al passaggio degli autoveicoli. All'interno della "mixing zone" i meccanismi dominanti di dispersione sono la turbolenza di origine meccanica e la turbolenza di origine termica, quest'ultima dovuta alla temperatura dei gas di scarico.

I Parametri di dispersione

Il parametro di dispersione verticale iniziale " σ_{zi} " utilizzato nel modello CALINE 4 dipende dal tempo di permanenza dell'inquinante all'interno della "mixing zone":

$$\sigma_{zi} = 1.5 + \frac{TR}{10}$$

con:

$$TR = \frac{W_2}{u \sin \phi} \quad \text{se } \phi \geq 45$$

$$TR = \frac{W_2}{u \sin 45^\circ} \quad \text{se } \phi < 45$$

dove:

σ_{zi} = dispersione verticale iniziale internamente alla "mixing zone";

TR = tempo di permanenza dell'inquinante entro la "mixing zone";

W2 = larghezza "mixing zone";

u = velocità del vento.

Diversi studi sperimentali hanno dimostrato che se aumenta il tempo di permanenza dell'inquinante all'interno della "mixing zone", aumenta la dispersione verticale dell'inquinante. È parimenti dimostrato che al diminuire della velocità del vento corrisponde un incremento della dispersione verticale. Le curve dei fattori di dispersione verticali σ_z utilizzate per descrivere la propagazione dell'inquinante sottovento alla sorgente sono una versione modificata di quelle di Pasquill, in grado di tenere conto degli effetti termici prodotti dalle emissioni degli autoveicoli.

Le curve sono costruite usando un valore di σ_z iniziale derivato dal modello della "mixing zone" ed un valore di σ_z finale, a 10 km di distanza, uguale a quello che si verifica in presenza di condizioni di stabilità atmosferica per un rilascio passivo. I valori σ_z iniziale e σ_z finale sono raccordati da due curve espresse da funzioni di potenze che tengono conto della rugosità e del flusso di calore sensibile prodotto dagli scarichi.

Il parametro di dispersione orizzontale sottovento alla sorgente, σ_y , utilizzato in CALINE 4 deriva dal metodo di Draxler:

$$\sigma_y = \sigma_\phi \cdot x \cdot f_1 \left(\frac{T}{tL} \right)$$

con:

σ_ϕ =deviazione standard della direzione orizzontale del vento

x =distanza sottovento

f1 =funzione universale che lega il tempo di diffusione "T" alla scala temporale lagrangiana

"tL" =Sensibilità del modello

I parametri che influiscono sulla dispersione degli inquinanti, e quindi caratterizzano il modello di calcolo, sono di seguito brevemente descritti:

- emissioni: le concentrazioni degli inquinanti dispersi sono direttamente proporzionali al fattore di emissione;

- portate veicolari: la presenza del flusso di calore sensibile nell'algoritmo di definizione del parametro di dispersione σ_z altera la legge di proporzionalità diretta tra portate veicolari e concentrazioni. Se aumentano le portate veicolari e quindi i rilasci di calore internamente alla mixing zone, aumenta la σ_z iniziale e quindi diminuiscono le concentrazioni. L'effetto è più pronunciato per venti di direzione parallela rispetto all'asse stradale;
- velocità del vento: determina la diluizione iniziale a valle del rilascio, interviene nel tempo di permanenza dell'inquinante internamente alla mixing zone e nel calcolo del tempo di trasporto tra sorgente/ricettore. L'effetto combinato mostra che le massime concentrazioni si verificano in presenza di venti deboli. Inoltre, per qualunque classi di velocità del vento, i massimi di concentrazione si verificano per direzioni sub-parallele rispetto all'asse stradale;
- classi di stabilità: nelle immediate adiacenze alla mixing zone le concentrazioni sono indipendenti dalla classe di stabilità, per angoli del vento compresi tra 30° e 90°. Per angoli compresi tra 0° e 30°, i massimi di concentrazione derivano dalla classe di stabilità F+G (molto stabile). L'angolo del vento per il quale si verifica il massimo delle concentrazioni, fissata la distanza del ricettore dalla linea di emissione, è praticamente indipendente dalle classi di stabilità;
- direzione del vento: per ricettori interni alla mixing zone il massimo delle concentrazioni si verifica per direzione parallela all'asse stradale ($\phi = 0^\circ$). Il massimo assoluto coincide con l'asse stradale. Per ricettori sottovento alla strada ed esterni alla mixing zone, posti ad una altezza dal piano campagna di 0, 5 e 10 m, il massimo delle concentrazioni si verifica per un angolo del vento pari a 10°;
- deviazione standard della direzione del vento: le concentrazioni aumentano al diminuire della deviazione standard a causa del maggior contributo delle parti lontane della linea di emissione. Questo effetto diminuisce di intensità all'aumentare della distanza dei ricettori e all'aumentare dell'angolo del vento ϕ . Per valori di $\phi > 40^\circ$ e in presenza di una linea di emissione sufficientemente lunga, la deviazione standard del vento è indipendente dalle concentrazioni sottovento. Inoltre all'aumentare della deviazione standard del vento diminuisce l'importanza dell'angolo del vento ϕ ;
- distanza dei ricettori: se aumenta la distanza dalla linea di emissione (supposta al suolo), le concentrazioni naturalmente diminuiscono ma aumenta l'angolo del vento ϕ che determina il massimo delle concentrazioni. La legge di diminuzione delle concentrazioni con la distanza

- varia al variare della deviazione standard della direzione del vento, con massima sensibilità per distanze minori di 30 m;
- rugosità superficiale: un aumento della rugosità del terreno determina un aumento della turbolenza meccanica e conseguentemente un aumento della dispersione orizzontale e verticale degli inquinanti emessi in prossimità del terreno. CALINE 4, per ricettori a distanza minore di 60 m, è debolmente sensibile alla rugosità superficiale per angoli del vento compresi tra 0° e 20°, mentre è praticamente insensibile per venti trasversali o ortogonali. Per distanze maggiori di 60 m emerge una debole sensibilità alla rugosità superficiale anche per venti trasversali o ortogonali;
 - velocità di deposizione: un aumento della velocità di deposizione riduce l'importanza degli elementi della linea di emissione più distanti dal ricettore e quindi le concentrazioni al suolo. A causa di ciò si verifica un "appiattimento" dei picchi di concentrazione per condizioni di direzione del vento parallela all'asse stradale. Per ricettori distanti dalla linea di emissione ed elevata velocità di sedimentazione i massimi di concentrazione si verificano per condizione di vento ortogonale all'asse viario;
 - velocità di sedimentazione: la risposta del modello è simile a quella riportata per la velocità di deposizione;
 - lunghezza della strada: all'aumentare della lunghezza della strada sopravvento al ricettore aumentano le concentrazioni di picco per direzione del vento parallela/sub-parallela rispetto all'asse stradale. Si modifica inoltre leggermente l'angolo del vento che determina il massimo delle concentrazioni. Per direzioni del vento trasversali o oblique all'asse stradale il modello non mostra alcuna sensibilità alla variazione di lunghezza della strada. Se aumenta la variabilità direzionale dell'asse stradale diminuisce la sensibilità delle concentrazioni alla variazione di lunghezza della strada;
 - altezza della sorgente: la risposta del modello alla variazione dell'altezza della linea di emissione è molto complessa. In termini generali se aumenta l'altezza della linea di emissione (rilevati, viadotti) diminuiscono le concentrazioni sottovento. Questo comportamento è più evidente per direzioni del vento trasversali/ortogonali e meno evidenti per direzioni parallela/sub-parallele. Se la sezione stradale procede in trincea, CALINE4 calcola concentrazioni più elevate entro un ambito spaziale definito dalla larghezza della strada più tre volte il dislivello tra piano campagna e piano viabile. All'aumentare della distanza del ricettore dall'asse stradale diminuisce la sensibilità delle concentrazioni alla variazione della direzione di provenienza del vento;

- larghezza della strada: aumentando la larghezza della strada aumenta il tempo di permanenza dell'inquinante all'interno della mixing zone e il coefficiente di dispersione orizzontale. Ciò si traduce con una diminuzione delle concentrazioni particolarmente significativo per ricettori posti nelle immediate adiacenze alla sede stradale;
- altezza dello strato di rimescolamento: la risposta di CALINE 4 ad una variazione dell'altezza dello strato rimescolato è significativa solo per valori estremamente bassi che si verificano in presenza di direzione del vento parallela o sub-parallela all'asse stradale.

Parametri di input del modello previsionale CALRoads View

Al fine di poter applicare il modello previsionale CALRoads View al caso in esame, è necessario inserire una serie di dati di input riguardanti :

- caratteristiche geometriche del sistema: geometria dell'asse stradale e posizione dei ricettori;
- caratteristiche della sorgente: dati di traffico, grandezze caratteristiche dell'inquinante e corrispondente fattore di emissione;
- le caratteristiche meteorologiche: direzione e velocità del vento, temperatura, deviazione standard della direzione di velocità del vento, classi di stabilità e altezza dello strato di rimescolamento

Le Caratteristiche geometriche

Il modello CALRoads View utilizza congiuntamente un sistema di coordinate cartesiano e uno "standard compass system", sovrapposto al sistema cartesiano, avente il NORD coincidente con la direzione positiva dell'asse Y e l'EST con la direzione positiva dell'asse X. In tale sistema di riferimento vengono definite la posizione dei ricettori, la geometria della strada, e la direzione del vento. Per simulare le emissioni prodotte dal flusso veicolare, la strada viene suddivisa in una serie di elementi di lunghezza finita e di caratteristiche geometriche il più possibile omogenee; ogni elemento (link) viene assimilato ad una sorgente finita e lineare, coincidente con l'asse delle carreggiate. Per ogni link il modello richiede l'ampiezza, l'altezza e la tipologia della sede stradale.

Per ampiezza della sede stradale si intende l'ampiezza delle corsie più tre metri per ogni lato, per tener conto della dispersione orizzontale del "plume" dovuta al movimento dei veicoli e alla

turbolenza termica; il modello assume che l'aria si muova seguendo le variazioni graduali del terreno, di conseguenza la quota dei link così come quella dei ricettori, sono riferite alla quota del terreno nell'immediata vicinanza e non ad una quota fissa di riferimento; in questo senso la quota Z differisce dalle altre coordinate del sistema di riferimento, non è fissa ma segue la topografia del terreno; il modello permette di simulare differenze di quota comprese tra +10 m e -10 m.

E' possibile assegnare al link diverse tipologie :

- raso: in tal caso il modello non permette al "plume" di mescolarsi al di sotto della quota del terreno, assunta nulla;
- rilevato: nel modello si assume che l'aria segua indisturbata la morfologia del terreno e assume una quota nulla per la sede stradale;
- trincea: per le sezioni in trincea, il modello aumenta il tempo di residenza della generica particella di aria all'interno della mixing zone. Il tempo di residenza aumenta all'aumentare della profondità della trincea. La concentrazione dell'inquinante aumenta nelle zone adiacenti alla mixing zone e diminuisce più rapidamente sottovento, dal momento che maggiore è il rimescolamento lungo la verticale;
- ponte: il modello assume che l'aria scorra in maniera quasi indisturbata al di sopra e al di sotto della struttura stradale.

Le Caratteristiche della sorgente

Gli inquinanti presi in considerazione dal modello, nello studio oggetto di indagine, sono: monossido di carbonio (CO) quale inquinante primario, biossido di azoto (NO₂) quale inquinante secondario e particolato (PTS); di quest'ultimo si considera la frazione più pericolosa rappresentata dal PM10. Per ogni inquinante è necessario definire la velocità di deposizione (che rappresenta il tasso al quale l'inquinante viene adsorbito o assimilato dal terreno), la velocità di sedimentazione (che rappresenta la velocità alla quale le particelle sedimentano), il fattore di emissione espresso in grammi/miglio, il flusso veicolare in veicoli/h e il peso molecolare nel caso del PM10.

Per quanto riguarda le velocità di sedimentazione e di deposizione possono essere cautelativamente assunte pari a zero.

Per quantificare le emissioni di inquinanti atmosferici derivanti dal traffico stradale è necessario disporre di una conoscenza dettagliata del parco circolante nazionale e delle normative comunitarie sui limiti di emissione.

Nella Tab. 1.16 è riportata la composizione del parco veicoli nazionale.

Tab. 1.16 - Composizione del parco nazionale veicoli

motocicli	autovetture	Autocarri < 30 q.li	Autocarri > 30 q.li	autotreni	autoarticolati	autobus	traffico leggero	traffico pesante
0%	91%	3%	3%	1%	1%	1%	95%	5%

Per associare ad ogni tipo di veicolo un fattore di emissione è necessario avere anche informazioni sul combustibile di alimentazione, la portata del veicolo, la cilindrata e l'età del veicolo.

A tal fine risulta utile la classificazione dei veicoli secondo la metodologia CORINAIR riportata nella Tab. 1.17. La correlazione tra sigle e anno di immatricolazione è riportata in Tab.1.18.

Tab. 1.17 - Suddivisione del parco veicoli circolante

CATEGORIA	CLASSIFICAZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
veicoli commerciali leggeri	benzina <3,5t	Conventional
		93/59/EEC
		EC Proposal II (96/69/EEC)
	Diesel <3,5t	Conventional
		93/59/EEC
		EC Proposal II (96/69/EEC)
veicoli commerciali pesanti	benzina >3,5t	Conventional
	Diesel <7,5t	Conventional
		91/542/EEC Stage I
		91/542/EEC Stage II
	Diesel 7,5 - 16t	Conventional

	Diesel 16-32t	91/542/EEC Stage I
		91/542/EEC Stage II
		Conventional
		91/542/EEC Stage I
	Diesel >32t	91/542/EEC Stage II
		Conventional
91/542/EEC Stage I		
autobus	urbani	91/542/EEC Stage II
		Conventional
		91/542/EEC Stage I
	extraurbani	91/542/EEC Stage I
		Conventional
		91/542/EEC Stage II

Tab. 1.18 - Periodi di riferimento per la conformità dei veicoli

	Periodo di riferimento
Autovetture a benzina	
PRE ECE	fino al 1971
ECE 15-00 E 15-01	dal 1972 al 1977
ECE 15-02	dal 1978 al 1980
ECE 15-03	dal 1981 al 1985
ECE 15/04	dal 1985 al 31/12/92
91/441/EEC	dal 1/1/93 al 31/12/96
94/12/EEC	dal 1/1/97 al 31/12/00
EC Proposal I	dal 1/1/01 al 31/12/04
EC Proposal II	dal 1/1/05
Autovetture a gasolio	
Convenzionale	fino al 30/06/94
91/441/EEC	dal 1/7/94 al 31/12/96
94/12/EEC	dal 1/1/97 al 31/12/00
EC Proposal I	dal 1/1/01 al 31/12/04
EC Proposal II	dal 1/1/05
Veicoli commerciali leggeri diesel	
Convenzionali	fino al 30/9/94
93/59/EEC	dal 1/10/94 al 30/9/98
96/69/EEC	dal 1/10/98 al 31/12/00

EC Proposal II/EURO3	dal 1/1/01 al 31/12/04
EC Proposal II/EURO3	dal 1/1/05
Veicoli commerciali pesanti diesel 7,5- 32 t	
Convenzionali	Fino al 30/9/93
91/542/EEC Stage I	Dal 1/10/93 al 30/9/96
91/542/EEC Stage II	Dal 1/10/97

Per la definizione dei fattori di emissione si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dal programma di calcolo Copert II (Computer Programme to Calculate Emission from Road Transport), implementato nel Novembre 1997 dal Laboratorio di Termodinamica Applicata dell'Università di Tessalonico, nell'ambito delle attività dell'European Topic Centre on Air Emission.

Il programma permette di stimare le emissioni di NO_x (come somma di NO e NO₂), dei composti organici non metanici (NMVOC), del metano (CH₄), del monossido di carbonio (CO), del biossido di zolfo SO₂, del particolato diesel e del piombo, per ogni categoria di veicoli in cui è stato scomposto il parco dei veicoli circolanti.

Le emissioni in atmosfera associate al traffico stradale possono essere scomposte in emissioni a caldo ed emissioni a freddo: le prime sono associate al funzionamento del motore a regime, le seconde si hanno in corrispondenza della fase di riscaldamento del motore. Le emissioni a caldo dipendono da una serie di fattori, tra i quali la distanza percorsa dal veicolo, la velocità, l'età del veicolo e la cilindrata del motore.

I fattori di emissione possono essere inoltre calcolati a partire dal consumo di carburante per ogni classe di veicolo e per la tipologia di guida (urbana, extraurbana e rurale).

Nelle figure successive (Figg. 1.6-1.16) vengono riportati i fattori di emissione per i veicoli leggeri a benzina e diesel, per i veicoli commerciali diesel e i veicoli pesanti, relativamente ai tre inquinanti oggetto di studio: CO, NO₂ e particolato. Tali inquinanti infatti possono essere utilizzati come indicatori dell'impatto atmosferico generato dal traffico stradale.

Il monossido di carbonio è un inquinante primario, prodotto essenzialmente dai veicoli a benzina, è inoltre un gas relativamente inerte e quindi può essere utilizzato come tracciante.

Il biossido di azoto è un inquinante secondario, si produce in atmosfera per effetto dell'ossidazione dell'NO in atmosfera.

Il particolato (e quindi il PM10) è un inquinante legato al funzionamento dei motori diesel ed è quindi un indicatore dell'inquinamento associato soprattutto al traffico veicolare pesante.

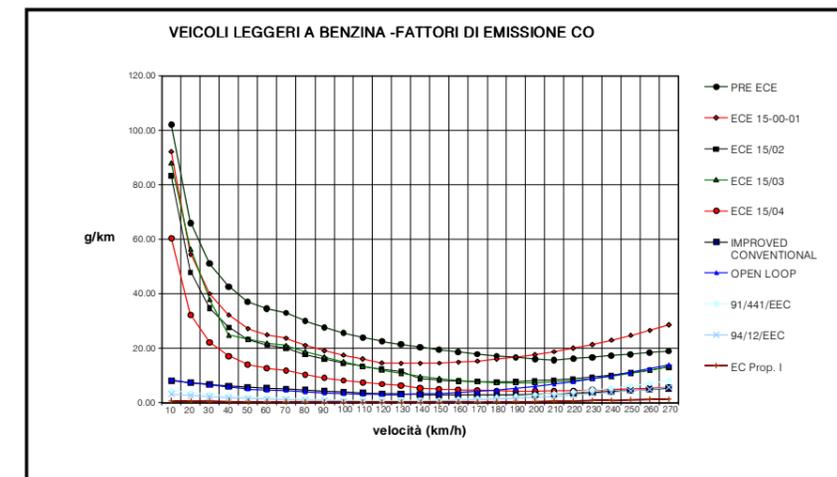


Fig. 1.6 Fattori di emissione del CO per i veicoli leggeri a benzina

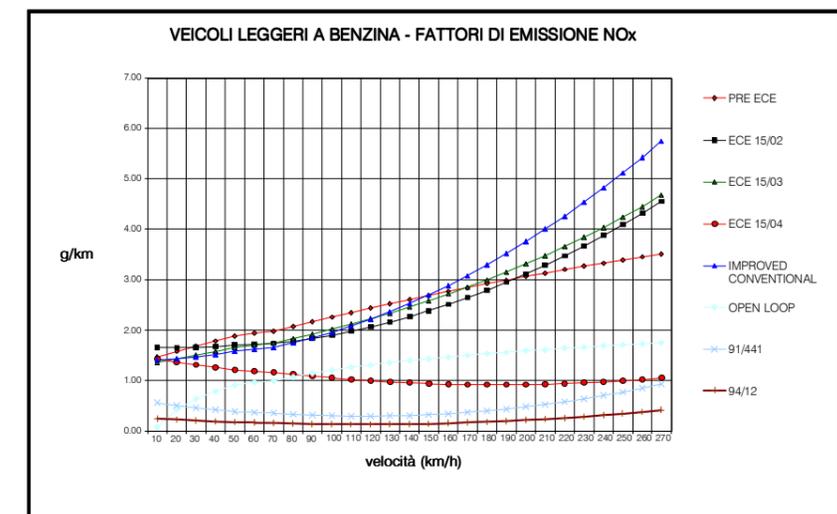


Fig. 1.7 Fattori di emissione degli NO_x per i veicoli leggeri a benzina

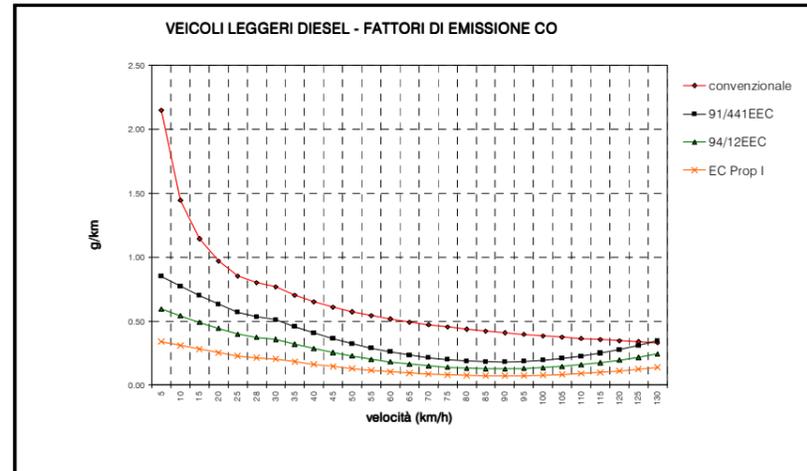


Fig. 1.8 Fattori di emissione del CO per i veicoli leggeri diesel

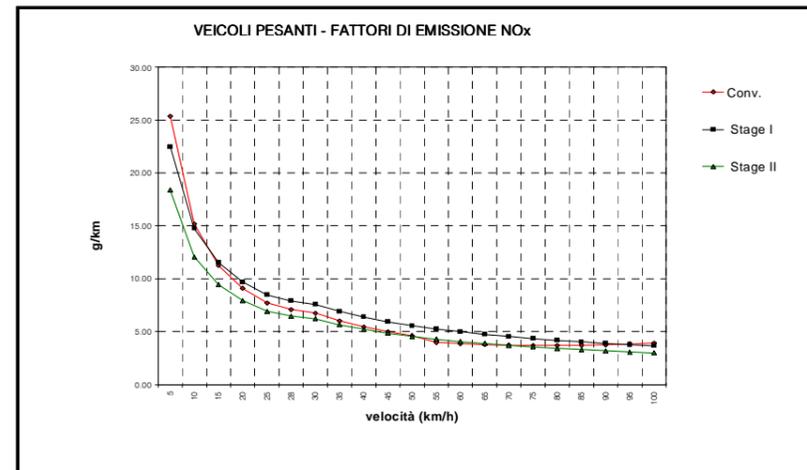


Fig. 1.9 Fattori di emissione degli NOx per i veicoli leggeri diesel

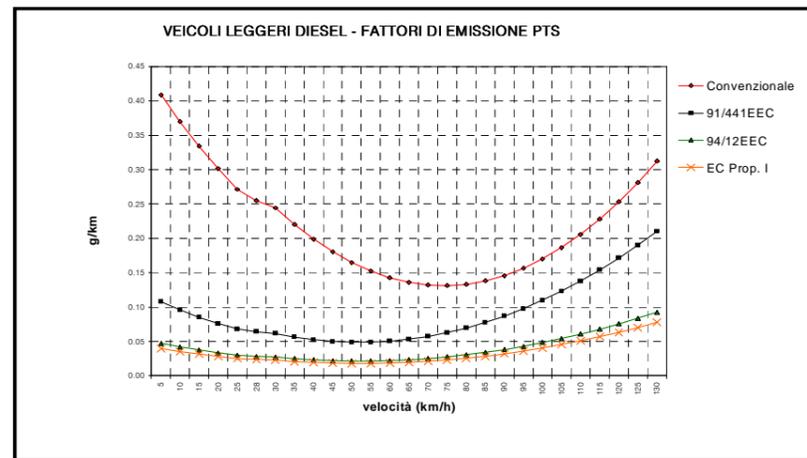


Fig. 1.10 Fattori di emissione del PTS per i veicoli leggeri diesel

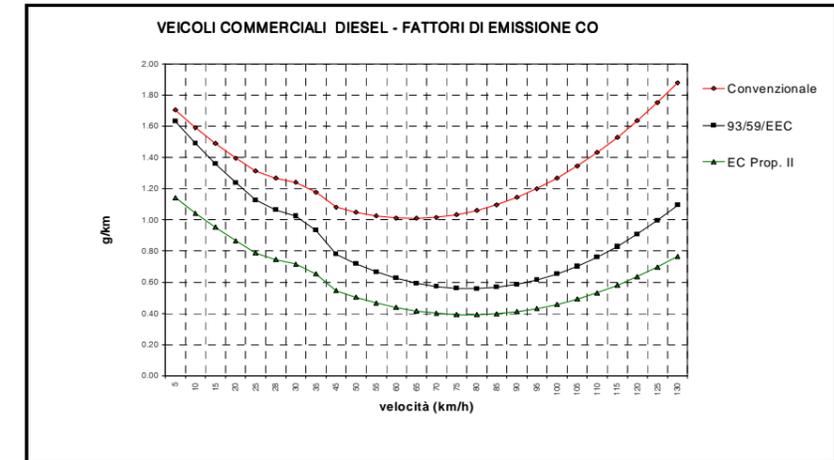


Fig. 1.11 Fattori di emissione del CO per i veicoli commerciali diesel

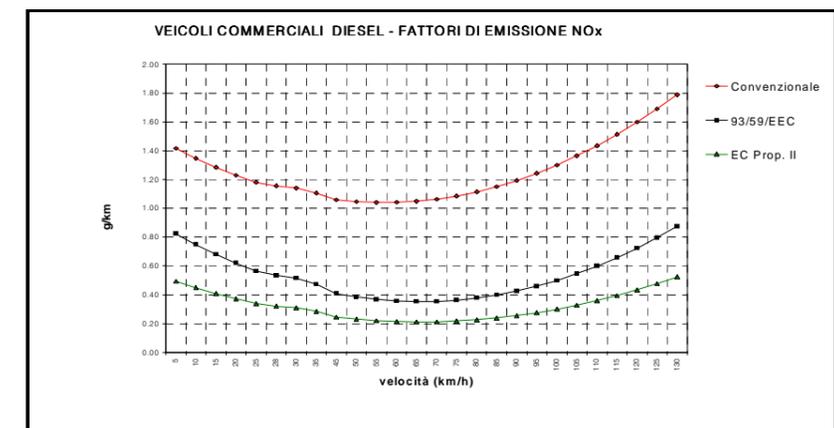


Fig. 1.12 Fattori di emissione degli NOx per i veicoli commerciali diesel

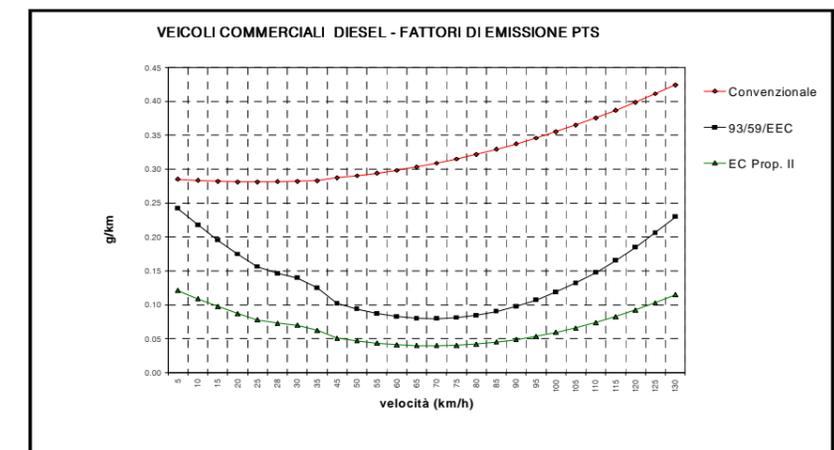


Fig. 1.13 Fattori di emissione del PTS per i veicoli commerciali diesel

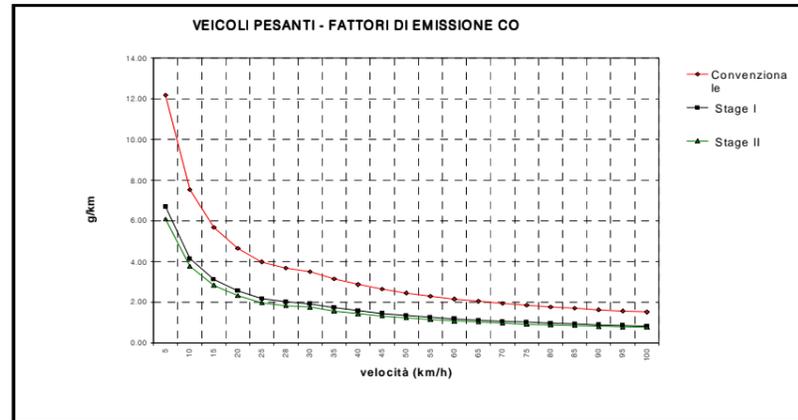


Fig. 1.14 Fattori di emissione del CO per i veicoli pesanti

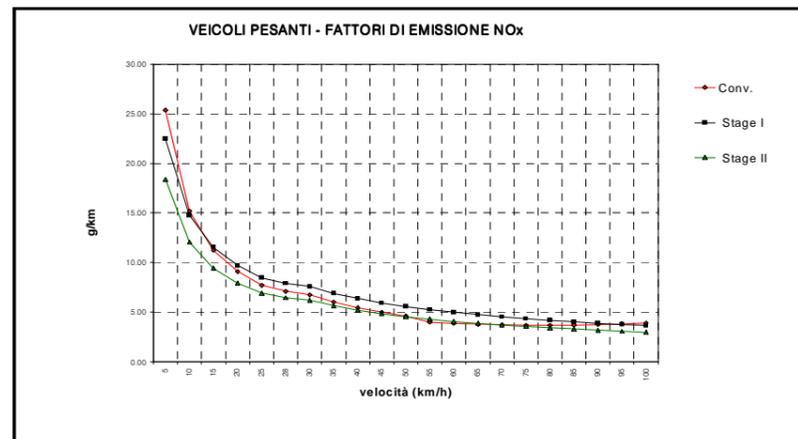


Fig. 1.15 Fattori di emissione del NOx per i veicoli pesanti

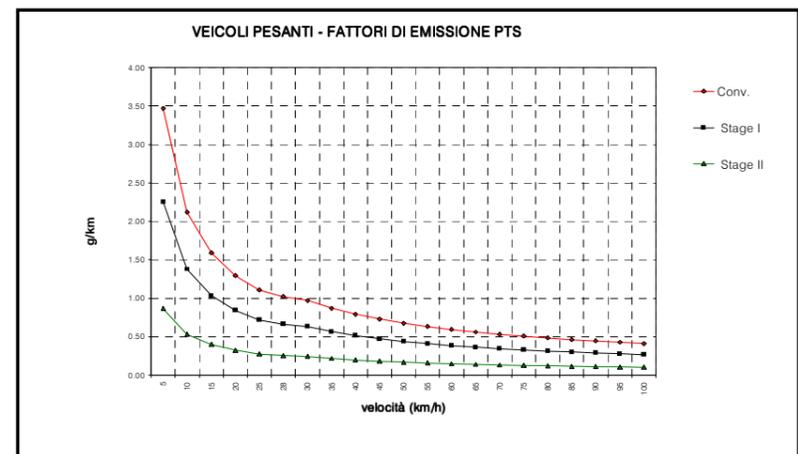


Fig. 1.16 Fattori di emissione del PTS per i veicoli pesanti

Dall'analisi delle curve emerge che:

- le emissioni maggiori di CO sono dovute ai veicoli a benzina; i fattori di emissione, inoltre, sono particolarmente elevati alle basse velocità e per veicoli immatricolati prima del 1992; i veicoli più recenti presentano fattori di emissione notevolmente ridotti, soprattutto per velocità di percorrenza elevate;
- il contributo alle emissioni di CO dei veicoli leggeri e commerciali diesel è minimo; i fattori di emissione risultano ulteriormente ridotti nel caso di veicoli di recente produzione; nei veicoli leggeri diesel le emissioni sono inversamente proporzionali alla velocità di percorrenza, mentre nei veicoli commerciali le emissioni sono massime alle alte e alle basse velocità;
- le emissioni di CO dovute ai veicoli pesanti diesel sono più elevate, rispetto ai veicoli diesel di portata minore; le emissioni decrescono all'aumentare della velocità;
- le emissioni massime di NOx sono dovute ai veicoli pesanti alimentati con combustibile diesel, in cui l'emissione è massima alle basse velocità;
- i veicoli leggeri a benzina presentano emissioni di NOx crescenti con la velocità di percorrenza; nei veicoli di più recente produzione tale andamento è meno marcato e le emissioni tendono ad aumentare in maniera ridotta al crescere della velocità;
- nei veicoli diesel, sia leggeri che commerciali, le emissioni sono massime sia per le basse che per le alte velocità, pur mantenendosi inferiori ai fattori di emissione dei veicoli leggeri a benzina;
- le emissioni di particolato sono dovute quasi esclusivamente ai veicoli diesel; le emissioni sono massime per i veicoli pesanti; per essi i fattori di emissione sono inversamente proporzionali alla velocità; nei veicoli leggeri e commerciali le emissioni sono massime sia per le basse che per le alte velocità;
- per i veicoli di tutte le categorie e per tutti gli inquinanti le emissioni sono più basse per i veicoli di più recente produzione, e significative risultano essere le riduzioni alle basse velocità.

Le Caratteristiche meteorologiche

Il modello richiede la conoscenza della direzione e velocità del vento, della deviazione standard della direzione del vento, della temperatura, della classe di stabilità e dell'altezza dello strato di rimescolamento.

Per quanto riguarda il coefficiente aerodinamico di rugosità, \tilde{Z} , si può fare riferimento ai valori riportati nella Tab. 1.19

Tab. 1.19 - Coefficiente aerodinamico di rugosità

Z_0 (m)	Descrizione del territorio
$Z_0 = 0.0002$ "mare"	MARE APERTO O LAGO, SUPERFICI COPERTE DI NEVE, DESERTI SENZA OSTACOLI.
$Z_0 = 0.005$ "liscio"	SUPERFICI PIATTE SENZA OSTACOLI O RILIEVI, PALUDI, TERRENI INCOLTI O COPERTI DI NEVE.
$Z_0 = 0.03$ "aperto"	CAMPAGNA PIANA CON POCA VEGETAZIONE, CON OSTACOLI ISOLATI POSTI AD UNA DISTANZA DI CIRCA 50 VOLTE L'ALTEZZA, COME PASCOLI, MACCHIA TUNDRA.
$Z_0 = 0.10$ "quasi aperto"	AREE COLTIVATE CON UNA COPERTURA BASSA E REGOLARE, O CON OSTACOLI OCCASIONALI (RILIEVI BASSI, SINGOLI FILARI DI ALBERI , FATTORIE ISOLATE) AD UNA DISTANZA RELATIVA PARI A 20 VOLTE CIRCA L'ALTEZZA.
$Z_0 = 0.25$ "rugoso"	CAMPAGNA DI RECENTE SVILUPPO CON COLTIVAZIONI ALTE E OSTACOLI SPARSI AD UNA DISTANZA DI CIRCA 15 VOLTE L'ALTEZZA.
$Z_0 = 0.50$ "molto rugoso"	TERRITORIO COLTIVATO CON MOLTI OSTACOLI ESTESI (GRANDI FATTORIE, MACCHIE DI FORESTA) SEPARATI DA SPAZI APERTI DI AMPIEZZA PARI ALMENO A 10 MVOLTE L'ALTEZZA DELL'OSTACOLO. VEGETAZIONE BASSA CON PICCOLI SPAZI APERTI, COME MACCHIA, FRUTTETI, FORESTE GIOVANI.
$Z_0 = 1.0$ "chiuso"	SUPERFICIE TOTALMENTE E COMPLETAMENTE RICOPERTA CON OSTACOLI DI DIMENSIONI OMOGENEE CON SPAZI APERTI DI DIMENSIONI CONFRONTABILI ALL'ALTEZZA DEGLI OSTACOLI , COME FORESTE MATURE, PICCOLE CITTÀ E VILLAGGI.
$Z_0 \geq 2$	CENTRI DI GRANDI CITTÀ CON EDIFICI DI DIVERSA ALTEZZA. SUPERFICI COPERTE IRREGOLARMENTE DA FORESTE IN CUI SIANO PRESENTI AMPIE RADURE.

L'indicatore utilizzato, insieme all'indice di ventosità, per definire il potenziale di rigenerazione della qualità dell'aria è l'indice di stabilità atmosferica. La stabilità atmosferica è un indicatore della turbolenza dei bassi strati dell'atmosfera e dunque dell'attitudine a disperdere gli inquinanti. La dispersione e la diffusione degli inquinanti dipendono in maniera preponderante dalla turbolenza dell'atmosfera e dai venti. La turbolenza provoca il mescolamento tra masse d'aria e quindi la diluizione degli inquinanti mediante un sistema di vortici. La diluizione è elevata quando la dimensione dei vortici è dello stesso ordine di grandezza del volume dell'emissione. L'origine della turbolenza può essere di tipo termico o meccanico: la turbolenza termica è provocata da correnti convettive ascendenti di aria calda, mentre la turbolenza meccanica è provocata dallo scorrimento delle correnti d'aria sulle rugosità della superficie terrestre. Questi fenomeni di dispersione vengono esaltati o ridotti dallo stato di equilibrio meteorologico dell'atmosfera (stabilità atmosferica).

Si intende per stabilità atmosferica quella condizione fisica che ostacola i moti verticali, impedendo il mescolamento e la dispersione e favorendo l'accumulo degli inquinanti, al contrario della condizione di instabilità atmosferica che favorisce i moti verticali delle particelle d'aria, ovvero il mescolamento, la dispersione e la diluizione degli inquinanti. Una diminuzione di stabilità atmosferica (aumento di turbolenza) disperde la massa di contaminante su un'area più vasta a parità di tempo.

La stabilità atmosferica può essere determinata empiricamente; tra le trattazioni empiriche si riporta quella proposta da Pasquill, in cui, convenzionalmente, le categorie di stabilità sono classificate con le prime sette lettere dell'alfabeto: A, alta instabilità, B, moderata instabilità, C, leggera instabilità, D, condizioni di neutralità, E, leggera instabilità, F, moderata instabilità, G, elevata instabilità (Tab. 1.20).

Tab. 1.20 - Classi di Pasquill

Categoria A	situazione estremamente instabile; turbolenza termodinamica molto forte; shear del vento molto debole.
Categoria B	situazione moderatamente instabile; turbolenza termodinamica media; shear del vento moderato.
Categoria C	situazione debolmente instabile; turbolenza molto debole; shear del vento moderato-forte.
Categoria D	situazione neutra (adiabatica e pseudoadiabatica); turbolenza termodinamica molto debole; shear del vento forte.

Categoria E	situazione debolmente stabile; turbolenza termodinamica molto debole; shear del vento forte.
Categoria F + G	situazione stabile e molto stabile; turbolenza termodinamica assente; shear del vento molto forte.

Tali categorie vengono determinate sulla base di alcuni dati climatici quali temperatura media, pressione, umidità relativa, velocità del vento, copertura nuvolosa notturna e radiazione solare diurna.

Nella Tabella successiva (Tab. 1.21) è riportata la correlazione tra i diversi fattori meteorologici per l'individuazione empirica della classe di stabilità secondo la trattazione proposta da Pasquill.

Tab. 1.21 - Definizione delle classi di stabilità atmosferica secondo Pasquill

Velocità vento (m/s)	Giorno			Notte**	
	Insolazione *			Nuvolosità	
	Forte	Moderata	Debole	Copertura nuvolosa >=4/8	Copertura nuvolosa <=3/8
<2	A	A-B	B	F	G
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D***	E
5-6	C	C-D	D	D	D
<6	C	D	D	D	D

* l'insolazione dipende dall'altezza del sole sull'orizzonte che varia nel corso della giornata e dell'anno:

insolazione forte : altezza del sole > 60°

insolazione moderata: altezza del sole 60°-35°

insolazione debole: altezza del sole 35° -15°

** la notte è intesa come il periodo che va da un'ora prima del tramonto a un'ora dopo il sorgere del sole

*** la condizione D vale per qualsiasi vento quando il cielo è coperto da un notevole spessore di nubi e nell'ora che precede e segue la notte indipendentemente dalle condizioni di nuvolosità

Altro parametro climatico importante per lo studio dei processi di dispersione e diffusione degli inquinanti è l'altezza dello strato di rimescolamento, parametro fortemente correlato alla classe di stabilità atmosferica. Lo strato di rimescolamento ("mixing-layer") è il primo strato di atmosfera dove avviene la dispersione delle emissioni. La sua altezza costituisce il limite superiore alla dispersione verticale. L'altezza dello strato di rimescolamento è correlato strettamente all'altezza dello strato limite, oltre il quale cessano gli effetti sui moti turbolenti dovuti all'attrito e al riscaldamento del suolo. Lo strato limite può avere caratteristiche diffusive molto diverse: prevalente rimescolamento verticale, quando il riscaldamento solare si propaga in atmosfera; limitazione dei movimenti verticali delle masse d'aria quando si verifica l'inversione radiativa notturna. In situazione di atmosfera instabile o neutra l'altezza dello strato di rimescolamento coincide con quello dello strato limite, mentre in condizioni stabili lo strato di rimescolamento può essere più alto.

Questa distinzione, connessa alla classe di stabilità atmosferica, rende indispensabile la conoscenza dell'altezza dello strato limite e del mixing-layer per ciascuna categoria di stabilità ed eventualmente per ciascuna stagione. Per l'area in esame si possono assumere i valori medi di altezza dello strato di rimescolamento riportati in Tab. 1.22, calcolati con ipotesi cautelative con il modello di Carson e suddivisi per classi di stabilità e per stagioni.

Tab. 1.22-Altezza media stagionale dello strato limite per classi di stabilità (m)

Stagione	Classi di stabilità atmosferica di Pasquill						
	A	B	C	D	E	F	G
Inverno	300	370	390	360	330	300	210
Primavera	640	690	670	650	720	200	120
Estate	720	680	690	620	860	1110	1120
Autunno	350	390	430	430	590	740	730
Media	503	533	545	515	625	588	545

Nella seguente tabella riassuntiva (Tab. 1.23) si riportano schematicamente gli effetti sulla diffusione degli inquinanti dei più importanti parametri meteorologici.

Tab. 1.23

Fattori	Effetto
Velocità del vento	Determina la diluizione iniziale
Direzione del vento	Determina la geometria del pennacchio
Classe di stabilità atmosferica	Determina l'allargamento del pennacchio
Altezza dello strato di rimescolamento	Determina il limite dello sviluppo verticale del pennacchio
Umidità	Determina diminuzione di visibilità dovuta a formazioni di nebbie da emissioni di vapori
Temperatura superficiale del suolo	Determina possibili formazioni di ghiaccio o nebbia da emissioni umide (vapori)
Precipitazioni	Determina washout dell'inquinante vicino alla sorgente

1.6 LA CONFIGURAZIONE OPERATIVA ATTUALE

1.6.1. Dati di input

L'obiettivo dello studio previsionale ante operam è caratterizzare dal punto di vista dell'impatto atmosferico lo scenario operativo presente, analizzando i livelli di concentrazione delle emissioni prodotte dal traffico transigente sulla strada nella configurazione operativa attuale, e quindi costruire uno strumento utilizzabile per la valutazione dell'inquinamento atmosferico nella futura configurazione attraverso un confronto dei livelli di concentrazione ante-post operam, nel rispetto dei limiti previsti dalla normativa di riferimento in merito alla tutela della qualità dell'aria.

Lo studio di impatto atmosferico nella configurazione attuale è stato effettuato con il modello di calcolo CALRoadsView sui ricettori puntuali scelti e sull'intera area di interesse, per la costruzione delle mappe dei livelli di concentrazione (in allegato alla relazione), considerando sia parametri di input medi (condizioni meteorologiche medie riscontrate nell'area in esame e flussi di traffico – veicoli/h, dedotti dal TGM), sia parametri di input critici per gli impatti atmosferici, ovvero le condizioni meteorologiche peggiori per la diffusione e la dispersione degli inquinanti in atmosfera in relazione ai flussi veicolari riscontrabili nell'ora di punta (max orario).

Le caratteristiche meteorologiche dell'area in esame, inserite nel modello di calcolo, sono state ricostruite a partire dai dati a disposizione, raccolti per la stazione meteorologica di Capodichino ed elaborati statisticamente. Tali dati, già esaminati nella presente relazione, riguardano le caratteristiche del campo anemologico (velocità e direzione del vento), la temperatura, le precipitazioni e l'umidità relativa. In funzione di tali parametri sono state effettuate le elaborazioni per la scelta degli altri due parametri fondamentali per lo studio di impatto atmosferico, quali la classe di stabilità atmosferica e l'altezza dello strato di rimescolamento.

Con riferimento alle condizioni meteorologiche medie per la valutazione dei livelli medi di concentrazione oraria degli inquinanti, i dati introdotti nel modello di simulazione sono riportati nella tabella seguente (Tab. 1.24).

Tab. 1.24 - Condizioni meteorologiche medie

Parametri meteo	Dati medi introdotti nel modello
	elaborati dai dati rilevati nella stazione meteorologica CAPODICHINO
Velocità del vento [m/s]	6
Deviazione standard della direzione del vento [°/N]	15
Classe di stabilità atmosferica	D (neutra)
Altezza dello strato di rimescolamento [m]	515
Temperatura superficiale del suolo [°C]	17

Un parametro di particolare importanza è costituito dalla classe di stabilità atmosferica, il cui valore medio è stato ricavato empiricamente secondo quanto stabilito da Pasquill (Tab. 1.21).

Per le condizioni medie si è scelto di utilizzare la classe atmosferica D (neutra), in quanto statisticamente rappresentativa delle condizioni meteorologiche medie, ovvero riscontrabili con più frequenza in un anno, dell'intero territorio nazionale; a tale classe di stabilità si associa una bassa turbolenza termica con moderata spinta di galleggiamento: il plume sale con legge logaritmica e si diffonde con profilo conico ("coning").

Per quanto riguarda il traffico medio circolante attualmente sul raccordo autostradale Salerno-Avellino nel tratto di competenza oggetto di studio, si è fatto riferimento ai dati rilevati riportati nella Tab. 1.14. Dal traffico medio giornaliero è stato ricavato il parametro di input del modello di calcolo relativo alle sorgenti di emissione (Tab. 1.25), ovvero i veicoli/h transitanti sulle tratte funzionali in cui è stato suddiviso l'intero percorso oggetto di studio. Dalla suddivisione in veicoli leggeri e pesanti sono stati ricostruiti, per completare la caratterizzazione delle sorgenti di emissione, a partire dai diagrammi riportati nelle figure Figg. 1.6-1.16, i fattori di emissione (grammi/miglio) per i tre inquinanti indagati (CO, NO₂ e PM10) introdotti nel modello di calcolo CALRoadsView.

Tab. 1.25 –Flussi di traffico ante operam

Tratti del raccordo autostradale	TGM	Veicoli leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli/ora
Salerno-Baronissi	61882	53 833	8 049	2578
Baronissi-Lancusi	62420	54 315	8 105	2601
Lancusi-Raccordo A30	60376	52 001	8 375	2516
Raccordo A30-Fisciano	45090	40 884	4 206	1879
• Fisciano-Montoro Inf.	28657	26 100	2 557	1194
Montoro Inf.-Montoro Sup.	29810	27 340	2 470	1242
Montoro Sup.-Solofra	28948	26 432	2 516	1206
Solofra-Serino	31791	29 202	2 589	1325
Serino-Avellino	30699	28 211	2 488	1279

Per caratterizzare lo scenario operativo ante operam nelle condizioni più critiche e quindi per determinare le massime concentrazioni orarie degli inquinanti riscontrabili lungo il tragitto dell'infrastruttura attualmente in esercizio sono stati introdotti nel modello di calcolo i flussi massimi orari rilevati (Tab. 1.26) e le condizioni meteorologiche più sfavorevoli per la diffusione e la dispersione degli inquinanti in atmosfera ipotizzate compatibili con l'ora di punta (Tab. 1.27-1.28).

Tab. 1.26 - Flussi di traffico ante operam

Tratti del raccordo autostradale	Veicoli leggeri	Veicoli Pesanti	Max orario
Salerno-Baronissi	4 345	601	4946
Baronissi-Lancusi	4 405	607	5011
Lancusi-Raccordo A30	4 207	664	4871
Raccordo A30-Fisciano	3 610	337	3947
Fisciano-Montoro Inf.	2 116	218	2334
Montoro Inf.-Montoro Sup.	2 466	213	2680
Montoro Sup.-Solofra	2 270	223	2493
Solofra-Serino	2 692	229	2921
Serino-Avellino	2 592	223	2814

Tab. 1.27 - Condizioni meteorologiche peggiori per CO e PM10

Parametri meteo	Dati medi introdotti nel modello
	elaborati dai dati rilevati nella stazione meteorologica CAPODICHINO
Velocità del vento [m/s]	2
Deviazione standard della direzione del vento [°/N]	15
Classe di stabilità atmosferica	C (debolamente instabile)
Altezza dello strato di rimescolamento [m]	545
Temperatura superficiale del suolo [°C]	17°C

Tab. 1.28 - Condizioni meteorologiche peggiori per NO₂

Parametri meteo	Dati medi introdotti nel modello
	elaborati dai dati rilevati nella stazione meteorologica CAPODICHINO
Velocità del vento [m/s]	2
Deviazione standard della direzione del vento [°/N]	15
Classe di stabilità atmosferica	B (moderatamente instabile)
Altezza dello strato di rimescolamento [m]	680
Temperatura superficiale del suolo [°C]	25°C

1.6.2.Dati di output

Per i ricettori oggetto di studio è stato verificato l'impatto atmosferico generato dal traffico circolante sulle tratte funzionali dell'attuale percorso del raccordo Salerno -Avellino. Sono state infatti determinate, con il modello di calcolo CALRoadsView, le concentrazioni orarie a partire dai dati di input riportati nel paragrafo precedente (Tabb. 1.24 - 1.28), sui ricettori puntuali individuati e sui nodi della griglia in cui è stato suddiviso il territorio per la ricostruzione delle mappe dei livelli medi di concentrazione (vedi mappe dei livelli di concentrazione ante operam in allegato allo studio).

I valori puntuali, determinati nelle condizioni medie e nelle condizioni più critiche per la stima degli impatti atmosferici, sono stati poi confrontati con gli appropriati limiti di legge, validi, secondo la normativa vigente, per ciascun inquinante indagato (CO, NO₂ e PM10).

I valori di concentrazione oraria di NO₂ sono stati confrontati con il limite, valido per la protezione della salute umana, di 200 µg/m³, valore limite per le concentrazioni critiche orarie di NO₂ rilevate nell'arco di 1 anno, secondo il DM 60/2002.

I valori di concentrazione oraria di CO sono confrontati con il limite di 10 mg/m³, valore limite della concentrazione media su 8 ore per la protezione della salute umana, calcolata secondo il DM 60/2002.

I valori di concentrazione media oraria di PM10 (polveri sottili) calcolati con il modello, sono stati confrontati con il limite di 65 µg/m³, valore limite della concentrazione su 24 ore, di riferimento, secondo il DM 60 del 2/04/2002, nell'anno 2002, a cui si riferiscono i dati di traffico utilizzati nell'analisi ante operam effettuata.

Relativamente al PM10 il confronto del limite di legge con la concentrazione determinata dal modello di calcolo nelle condizioni critiche (concentrazione oraria massima) non può essere effettuato, non essendo quest'ultima rappresentabile di una concentrazione media giornaliera, ma esclusivamente di un picco massimo di concentrazione oraria riscontrabile in particolari condizioni atmosferiche e di flusso di traffico.

Nelle tabelle (Tab. 1.30-1.31) sono riportati, per tutti gli inquinanti indagati, i risultati puntuali sui 130 ricettori scelti, a confronto con gli appropriati limiti di legge, nelle due condizioni operative analizzate (condizioni medie e condizioni critiche); in allegato si riportano le mappe dei livelli di concentrazione degli inquinanti relativamente alle sole condizioni medie.

Va sottolineato che, per il confronto con i limiti di legge dell'NO₂ e del CO, i valori di concentrazione in ppm calcolati dal modello sono stati trasformati, secondo gli appropriati fattori di trasformazione variabili con la temperatura (Tab. 1.29), rispettivamente in mg/m³ e in µg/m³.

Tab. 1.29 - Fattori di trasformazione in funzione della temperatura

Temperatura [°C]	Fattore di trasformazione	
	CO da ppm a mg/m ³	NO ₂ da ppm a mg/m ³
0	1.25	2.06
20	1.17	1.92
25	1.15	1.88

Tab. 1.30

SITUAZIONE ANTEOPERAM – condizioni medie					
	CO limite di legge 10 mg/m ³		NO ₂ limite di legge 200 µg/m ³		PM10 limite di legge 65 µg/m ³
	ppm	mg/m ³	ppm	µg/m ³	µg/m ³
R1	0,5	0,6	0,02	39,0	7,4
R2	0,2	0,2	0,01	19,5	3,8
R3	0,3	0,4	0,01	19,5	5,0
R4	0,2	0,2	0,00	0,0	4,0
R5	0,4	0,5	0,02	39,0	6,8
R6	0,7	0,8	0,02	39,0	11,7
R7	0,4	0,5	0,01	19,5	6,7
R8	0,4	0,5	0,02	39,0	6,9
R9	0,4	0,5	0,01	19,5	7,2
R10	0,4	0,5	0,01	19,5	5,9
R11	0,5	0,6	0,01	19,5	7,6
R12	0,4	0,5	0,01	19,5	6,4
R13	0,6	0,7	0,02	39,0	9,5
R14	0,6	0,7	0,02	39,0	9,4
R15	0,2	0,2	0,00	0,0	2,6
R16	0,4	0,5	0,01	19,5	6,5
R17	0,8	1,0	0,02	39,0	12,3
R18	0,6	0,7	0,02	39,0	9,1
R19	0,5	0,6	0,02	39,0	7,9
R20	0,2	0,2	0,00	0,0	3,8
R21	0,5	0,6	0,02	39,0	7,8
R22	0,6	0,7	0,02	39,0	9,5
R23	0,2	0,2	0,00	0,0	3,6
R24	0,5	0,6	0,02	39,0	7,7
R25	0,3	0,4	0,01	19,5	4,5

R26	0,8	1,0	0,02	39,0	13,5
R27	0,3	0,4	0,01	19,5	4,4
R28	0,2	0,2	0,00	0,0	3,7
R29	0,2	0,2	0,00	0,0	2,9
R30	0,2	0,2	0,00	0,0	2,7
R31	0,3	0,4	0,01	19,5	4,4
R32	0,3	0,4	0,01	19,5	4,6
R33	0,3	0,4	0,01	19,5	4,6
R34	0,4	0,5	0,01	19,5	5,7
R35	0,4	0,5	0,01	19,5	7,2
R36	0,4	0,5	0,01	19,5	5,8
R37	0,4	0,5	0,01	19,5	5,7
R38	0,3	0,4	0,01	19,5	5,1
R39	0,2	0,2	0,00	0,0	2,7
R40	0,1	0,1	0,00	0,0	2,2
R41	0,0	0,0	0,00	0,0	1,0
R42	0,6	0,7	0,02	39,0	10,3
R43	0,3	0,4	0,01	19,5	4,6
R44	0,3	0,4	0,01	19,5	4,2
R45	0,1	0,1	0,00	0,0	2,3
R46	0,2	0,2	0,00	0,0	2,9
R47	0,3	0,4	0,01	19,5	4,4
R48	0,1	0,1	0,00	0,0	2,4
R49	0,2	0,2	0,00	0,0	3,5
R50	0,2	0,2	0,00	0,0	3,3
R51	0,1	0,1	0,00	0,0	2,0
R52	0,2	0,2	0,00	0,0	2,6
R53	0,3	0,4	0,00	0,0	5,1
R54	0,1	0,1	0,00	0,0	2,0
R55	0,1	0,1	0,00	0,0	1,9
R56	0,2	0,2	0,00	0,0	2,4
R57	0,3	0,4	0,00	0,0	4,2
R58	0,4	0,5	0,00	0,0	5,7
R59	0,2	0,2	0,00	0,0	2,6
R60	0,3	0,4	0,00	0,0	5,6
R61	0,2	0,2	0,00	0,0	3,2
R62	0,4	0,5	0,01	19,5	6,7
R63	0,3	0,4	0,00	0,0	4,7
R64	0,2	0,2	0,00	0,0	2,8
R65	0,0	0,0	0,00	0,0	1,4
R66	0,2	0,2	0,00	0,0	2,7
R67	0,3	0,4	0,00	0,0	4,7
R68	0,3	0,4	0,00	0,0	4,2
R69	0,0	0,0	0,00	0,0	1,4

R70	0,3	0,4	0,00	0,0	4,1
R71	0,2	0,2	0,00	0,0	3,1
R72	0,4	0,5	0,01	19,5	6,6
R73	0,4	0,5	0,01	19,5	6,5
R74	0,3	0,4	0,01	19,5	5,5
R75	0,1	0,1	0,00	0,0	2,0
R76	0,3	0,4	0,00	0,0	4,2
R77	0,2	0,2	0,00	0,0	2,6
R78	0,2	0,2	0,00	0,0	3,9
R79	0,2	0,2	0,00	0,0	2,7
R80	0,3	0,4	0,00	0,0	4,5
R81	0,2	0,2	0,00	0,0	3,7
R82	0,3	0,4	0,00	0,0	4,4
R83	0,2	0,2	0,00	0,0	2,8
R84	0,3	0,4	0,01	19,5	5,0
R85	0,2	0,2	0,00	0,0	3,7
R86	0,3	0,4	0,00	0,0	4,4
R87	0,2	0,2	0,00	0,0	4,0
R88	0,2	0,2	0,00	0,0	3,4
R89	0,0	0,0	0,00	0,0	1,2
R90	0,2	0,2	0,00	0,0	2,9
R91	0,2	0,2	0,00	0,0	2,5
R92	0,3	0,4	0,00	0,0	5,2
R93	0,3	0,4	0,00	0,0	5,3
R94	0,3	0,4	0,00	0,0	4,4
R95	0,2	0,2	0,00	0,0	2,5
R96	0,4	0,5	0,01	19,5	6,3
R97	0,2	0,2	0,00	0,0	3,4
R98	0,2	0,2	0,00	0,0	3,5
R99	0,1	0,1	0,00	0,0	2,1
R100	0,3	0,4	0,01	19,5	5,3
R101	0,3	0,4	0,01	19,5	5,4
R102	0,2	0,2	0,00	0,0	3,8
R103	0,3	0,4	0,01	19,5	5,0
R104	0,4	0,5	0,01	19,5	7,0
R105	0,3	0,4	0,01	19,5	4,6
R106	0,3	0,4	0,01	19,5	4,9
R107	0,2	0,2	0,00	0,0	2,8
R108	0,1	0,1	0,00	0,0	2,1
R109	0,2	0,2	0,00	0,0	3,8
R110	0,4	0,5	0,01	19,5	6,1
R111	0,2	0,2	0,00	0,0	3,8
R112	0,3	0,4	0,01	19,5	5,3
R113	0,2	0,2	0,00	0,0	3,2

R114	0,3	0,4	0,00	0,0	4,7
R115	0,6	0,7	0,01	19,5	9,7
R116	0,3	0,4	0,00	0,0	4,5
R117	0,2	0,2	0,00	0,0	3,6
R118	0,4	0,5	0,01	19,5	7,2
R119	0,3	0,4	0,01	19,5	5,5
R120	0,4	0,5	0,01	19,5	7,0
R121	0,5	0,6	0,01	19,5	8,0
R122	0,3	0,4	0,00	0,0	4,5
R123	0,3	0,4	0,01	19,5	5,3
R124	0,2	0,2	0,00	0,0	4,0
R125	0,2	0,2	0,00	0,0	4,0
R126	0,2	0,2	0,00	0,0	3,7
R127	0,3	0,4	0,00	0,0	4,2
R128	0,2	0,2	0,00	0,0	4,0
R129	0,2	0,2	0,00	0,0	3,1
R130	0,3	0,4	0,01	19,5	5,0

Tab. 1.31

SITUAZIONE ANTEOPERAM – condizioni critiche					
	CO limite di legge 10 mg/m ³		NO2 limite di legge 200 µg/m ³		PM10 limite di legge 65 µg/m ³
	ppm	mg/m ³	ppm	µg/m ³	µg/m ³
R1	1,6	1,9	0,04	75,2	26,1
R2	0,8	1,0	0,02	37,6	13,1
R3	1,1	1,3	0,03	56,4	17,3
R4	0,9	1,1	0,02	37,6	13,8
R5	1,4	1,7	0,03	56,4	22,8
R6	2,7	3,2	0,07	131,6	44,4
R7	1,7	2,0	0,04	75,2	26,8
R8	1,5	1,8	0,04	75,2	23,6
R9	1,5	1,8	0,04	75,2	25,1
R10	1,2	1,4	0,03	56,4	20,1
R11	1,6	1,9	0,04	75,2	26,6
R12	1,4	1,7	0,03	56,4	22,5
R13	2,1	2,5	0,05	94,0	34,2
R14	2,1	2,5	0,05	94,0	33,8
R15	0,5	0,6	0,01	18,8	8,5

R16	1,4	1,7	0,03	56,4	22,9
R17	2,8	3,4	0,07	131,6	46,2
R18	2,1	2,5	0,05	94,0	33,4
R19	1,7	2,0	0,04	75,2	28,1
R20	0,8	1,0	0,02	37,6	12,7
R21	1,7	2,0	0,04	75,2	27,7
R22	2,1	2,5	0,05	94,0	34
R23	0,7	0,8	0,02	37,6	11,8
R24	1,7	2,0	0,04	75,2	26,9
R25	0,9	1,1	0,02	37,6	15
R26	3,2	3,8	0,08	150,4	51,9
R27	0,9	1,1	0,02	37,6	15,2
R28	0,8	1,0	0,02	37,6	12,4
R29	0,6	0,7	0,01	18,8	9,5
R30	0,6	0,7	0,01	18,8	8,9
R31	0,9	1,1	0,02	37,6	14,4
R32	1,0	1,2	0,02	37,6	15,5
R33	1,0	1,2	0,02	37,6	15,5
R34	1,2	1,4	0,03	56,4	19,8
R35	1,5	1,8	0,04	75,2	25,1
R36	1,2	1,4	0,03	56,4	20,1
R37	1,2	1,4	0,03	56,4	20
R38	1,1	1,3	0,03	56,4	17,6
R39	0,6	0,7	0,01	18,8	9,2
R40	0,4	0,5	0,01	18,8	7,2
R41	0,2	0,2	0	0,0	3,3
R42	2,6	3,1	0,07	131,6	42,7
R43	1,1	1,3	0,03	56,4	17,2
R44	0,9	1,1	0,02	37,6	15,1
R45	0,5	0,6	0,02	37,6	8,7
R46	0,7	0,8	0,02	37,6	11
R47	1,0	1,2	0,03	56,4	16,6
R48	0,5	0,6	0,02	37,6	8,9
R49	0,8	1,0	0,03	56,4	13,2
R50	0,8	1,0	0,03	56,4	13
R51	0,5	0,6	0,02	37,6	7,8
R52	0,6	0,7	0,02	37,6	9,1
R53	1,3	1,6	0,04	75,2	20,9
R54	0,5	0,6	0,02	37,6	7,5
R55	0,4	0,5	0,02	37,6	7
R56	0,5	0,6	0,02	37,6	8,8
R57	1,0	1,2	0,03	56,4	16,3
R58	1,5	1,8	0,05	94,0	24,4
R59	0,6	0,7	0,02	37,6	9,7

R60	1,5	1,8	0,05	94,0	23,9
R61	0,7	0,8	0,03	56,4	12,1
R62	1,8	2,2	0,06	112,8	29,1
R63	1,2	1,4	0,04	75,2	19,6
R64	0,7	0,8	0,02	37,6	11,7
R65	0,4	0,5	0,01	18,8	6
R66	0,7	0,8	0,02	37,6	11,6
R67	1,3	1,6	0,04	75,2	20,4
R68	1,1	1,3	0,03	56,4	17,1
R69	0,4	0,5	0,01	18,8	5,9
R70	1,1	1,3	0,03	56,4	17,2
R71	0,8	1,0	0,03	56,4	12,6
R72	1,9	2,3	0,06	112,8	30,2
R73	1,8	2,2	0,06	112,8	29,7
R74	1,5	1,8	0,05	94,0	23,8
R75	0,5	0,6	0,02	37,6	8
R76	1,1	1,3	0,04	75,2	17,4
R77	0,6	0,7	0,02	37,6	10,3
R78	1,0	1,2	0,03	56,4	15,8
R79	0,6	0,7	0,02	37,6	10,4
R80	1,1	1,3	0,04	75,2	18,4
R81	0,9	1,1	0,03	56,4	14,8
R82	1,2	1,4	0,04	75,2	18,7
R83	0,7	0,8	0,02	37,6	11,6
R84	1,3	1,6	0,04	75,2	20,9
R85	0,9	1,1	0,03	56,4	15,3
R86	1,2	1,4	0,04	75,2	18,9
R87	1,0	1,2	0,03	56,4	16,5
R88	0,9	1,1	0,03	56,4	14,3
R89	0,3	0,4	0,01	18,8	5,4
R90	0,8	1,0	0,02	37,6	12,3
R91	0,6	0,7	0,02	37,6	9,9
R92	1,5	1,8	0,04	75,2	23,6
R93	1,5	1,8	0,04	75,2	23,7
R94	1,2	1,4	0,04	75,2	19,2
R95	0,7	0,8	0,02	37,6	10,8
R96	1,8	2,2	0,05	94,0	28,5
R97	0,9	1,1	0,03	56,4	14,5
R98	0,9	1,1	0,03	56,4	14,8
R99	0,5	0,6	0,02	37,6	8,8
R100	1,4	1,7	0,04	75,2	23,3
R101	1,5	1,8	0,05	94,0	24
R102	1,0	1,2	0,03	56,4	16,4
R103	1,4	1,7	0,04	75,2	22,3

R104	2,0	2,4	0,06	112,8	32,8
R105	1,2	1,4	0,04	75,2	19,9
R106	1,3	1,6	0,04	75,2	21,7
R107	0,7	0,8	0,02	37,6	11,8
R108	0,6	0,7	0,02	37,6	9,3
R109	1,0	1,2	0,03	56,4	16,3
R110	1,7	2,0	0,05	94,0	26,9
R111	1,0	1,2	0,03	56,4	15,9
R112	1,5	1,8	0,05	94,0	23,8
R113	0,9	1,1	0,03	56,4	14
R114	1,3	1,6	0,04	75,2	20,9
R115	3,0	3,6	0,08	150,4	48,1
R116	1,3	1,6	0,04	75,2	20,9
R117	1,0	1,2	0,03	56,4	16,3
R118	2,1	2,5	0,06	112,8	34,1
R119	1,6	1,9	0,05	94,0	25,4
R120	2,0	2,4	0,06	112,8	32,4
R121	2,3	2,8	0,07	131,6	38
R122	1,2	1,4	0,04	75,2	19,6
R123	1,5	1,8	0,05	94,0	23,8
R124	1,1	1,3	0,03	56,4	17,2
R125	1,0	1,2	0,03	56,4	16,8
R126	1,0	1,2	0,03	56,4	15,7
R127	1,1	1,3	0,04	75,2	17,9
R128	1,1	1,3	0,03	56,4	17,2
R129	0,9	1,1	0,03	56,4	14,5
R130	1,3	1,6	0,04	75,2	21,8

1.6.3. Analisi dei risultati

Dall'analisi dei risultati della configurazione operativa attuale, riportati nella Tab. 1.30, si evidenziano dei valori dei livelli di concentrazione oraria degli inquinanti indagati, nelle condizioni operative medie, ben al di sotto dei limiti di immissione previsti dalla normativa vigente; l'impatto atmosferico sui ricettori considerati nello studio e rappresentativi degli edifici abitativi o dei gruppi di case potenzialmente più esposti al flusso di traffico circolante sul tracciato viario attuale può ritenersi medio-basso, anche in corrispondenza dei principali gruppi di edifici abitativi dislocati lungo il percorso, ovvero dei ricettori (R6, R17, R26 e R115) delle località di Salerno, Baronissi, Fisciano e Atripalda, prossimi al tracciato stradale ed esposti a flussi di traffico mediamente elevati.

Anche nelle condizioni operative critiche (Tab. 1.31) non si registrano superamenti dei limiti di legge, ma esclusivamente degli aumenti, conformi comunque ai limiti di legge, localizzati soprattutto sui ricettori situati in prossimità dell'infrastruttura viaria oggetto di studio.

1.7 LA CONFIGURAZIONE OPERATIVA POST OPERAM

1.7.1.Dati di input

Nella configurazione postoperam al 2022, con l'entrata a regime dell'opera in progetto, si ha un notevole incremento dei flussi di traffico, conformemente alla elevata domanda di traffico prevista, attratta anche dalle caratteristiche dell'infrastruttura di progetto in grado di fornire migliori garanzie in termini di sicurezza.

Per quantificare gli impatti atmosferici sui ricettori scelti nella configurazione postoperam è stato utilizzato il modello di simulazione CALRoadsView, implementato nelle condizioni operative medie e nelle condizioni operative più critiche per la stima degli impatti.

Per quanto riguarda le caratteristiche meteorologiche, sia nelle condizioni medie che nelle condizioni critiche, valgono le considerazioni esposte relativamente allo studio della configurazione anteoperam (Tabb. 1.24, 1.27, 1.28).

Nelle tabelle seguenti (Tab. 1.32-1.33) sono invece riportate le distribuzioni dei flussi veicolari previsti al 2022 suddivisi in tratte funzionali, rispettivamente nelle condizioni medie (TGM al 2022) e nelle condizioni critiche (flusso massimo orario).

Tab. 1.32 - Condizioni Medie

Tratti del raccordo autostradale	TGM	Veicoli leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli/ora
Salerno-Baronissi	94851	80 894	13 957	3952
Baronissi-Lancusi	95400	81 239	14 161	3975
Lancusi-Raccordo A30	92510	77 828	14 682	3855
Raccordo A30-Fisciano	69763	62 287	7 476	2907
Fisciano-Montoro Inf.	46510	41 928	4 582	1938
Montoro Inf.-Montoro Sup.	48644	44 141	4 503	2027
Montoro Sup.-Solofra	46367	41 804	4 563	1932
Solofra-Serino	50962	46 244	4 718	2123
Serino-Avellino	48969	44 474	4 495	2040

Tab. 1.33 - Condizioni Critiche

Tratti del raccordo autostradale	Veicoli leggeri	Veicoli Pesanti	Max orario
Salerno-Baronissi	6 529	1 042	7572
Baronissi-Lancusi	6 588	1 061	7649
Lancusi-Raccordo A30	6 296	1 163	7460
Raccordo A30-Fisciano	5 500	600	6100
Fisciano-Montoro Inf.	3 401	391	3792
Montoro Inf.-Montoro Sup.	3 981	389	4370
Montoro Sup.-Solofra	3 589	405	3993
Solofra-Serino	4 262	418	4680
Serino-Avellino	4 081	403	4484

Anche nella configurazione operativa postoperam gli inquinanti indagati sono il CO, l'NO₂ e il PM10.

1.7.2.Dati di output

Sui 130 ricettori oggetto di studio e sui nodi della griglia in cui è stato suddiviso il territorio per la ricostruzione delle mappe dei livelli medi di concentrazione (in allegato) è stato verificato l'impatto atmosferico generato dal traffico circolante al 2022 sull'infrastruttura viaria di progetto. Sono state quindi determinate, con il modello di calcolo CALRoadsView, le concentrazioni orarie compatibili con i dati di input descritti nel paragrafo precedente.

I valori puntuali, determinati nelle condizioni medie e nelle condizioni più critiche per la stima degli impatti atmosferici, previa trasformazione (Tab. 1.29) da ppm a mg/m³ per il CO e da ppm a µg/m³ per il NO₂, sono stati poi confrontati con gli appropriati limiti di legge.

I valori di concentrazione oraria di NO₂ sono confrontati con il limite, valido per la protezione della salute umana, di 200 µg/m³, valore limite di concentrazione oraria da non superarsi più di 18 volte l'anno all'entrata in vigore, nel 2010, del DM 60/2002.

I valori di concentrazione oraria di CO sono confrontati con il limite di 10 mg/m³, valore limite della concentrazione media su 8 ore per la protezione della salute umana, calcolata secondo il DM 60/2002.

I valori di concentrazione media oraria di PM10 calcolati con il modello, sono confrontati con il limite di 50 µg/m³, come valore di concentrazione su 24 ore da non superarsi più di 7 volte l'anno valevole dal 2010 (fase II dell'applicazione del DM 60 del 2/04/2002).

Per quanto riguarda il PM10, risulta, come già accennato in precedenza, poco significativo il confronto del limite di legge (concentrazione media nelle 24 ore) con la concentrazione oraria massima riscontrabile in condizioni operative critiche, in quanto non rappresentativa di una concentrazione media giornaliera, ma esclusivamente di un picco massimo di concentrazione oraria riscontrabile in particolari condizioni atmosferiche e di flusso di traffico.

Va sottolineato, inoltre, che i valori determinati dal modello di calcolo sono, per il monossido di carbonio (CO) e il biossido di azoto (NO₂), espressi in ppm ed approssimati a 2 cifre decimali: in alcuni punti non si riesce quindi, soprattutto per quanto riguarda i valori di concentrazione di NO₂, ad apprezzare la differenza nei valori di concentrazione dovuta all'aumento dei flussi dalla configurazione anteoperam alla configurazione postoperam a causa dell'approssimazione del modello nel fornire i dati di output.

La stima dei valori di concentrazione di PM10, anche nelle condizioni operative più critiche, permette quindi di localizzare sul territorio quegli edifici abitativi o gruppi di case potenzialmente più esposti all'impatto atmosferico generato dal traffico transitante sull'infrastruttura oggetto di studio.

Nelle tabelle seguenti (Tabb. 1.33 - 1.34) sono riportati, per tutti gli inquinanti indagati, i risultati puntuali sui ricettori, determinati nelle condizioni operative medie e nelle condizioni operative critiche, a confronto con i rispettivi limiti di legge.

Tab. 1.33- Risultati per il post operam

SITUAZIONE POSTOPERAM – condizioni medie					
	CO limite di legge 10 mg/m ³		NO ₂ limite di legge 200 µg/m ³		PM10 limite di legge 50 µg/m ³
	ppm	mg/m ³	ppm	µg/m ³	µg/m ³
R1	0,9	1,1	0,03	58,5	14,1
R2	0,4	0,5	0,02	39,0	6,9
R3	0,5	0,6	0,02	39,0	8,2
R4	0,4	0,5	0,01	19,5	6,8
R5	0,9	1,1	0,03	58,5	13,9
R6	0,8	1,0	0,02	39,0	13,5
R7	0,7	0,8	0,02	39,0	10,6
R8	0,6	0,7	0,02	39,0	9,7
R9	0,9	1,1	0,03	58,5	13,9
R10	0,7	0,8	0,02	39,0	11,9
R11	1	1,2	0,03	58,5	15,7
R12	0,8	1,0	0,02	39,0	12,2
R13	0,9	1,1	0,03	58,5	13,8
R14	0,6	0,7	0,02	39,0	9,9
R15	0,3	0,4	0,01	19,5	4,6
R16	0,7	0,8	0,02	39,0	12,1
R17	1,3	1,6	0,03	58,5	21,4
R18	1,2	1,4	0,03	58,5	18,7
R19	0,8	1,0	0,03	58,5	13,5
R20	0,4	0,5	0,01	19,5	7
R21	0,8	1,0	0,03	58,5	13,1
R22	1	1,2	0,03	58,5	15,6
R23	0,4	0,5	0,02	39,0	6,8
R24	0,8	1,0	0,02	39,0	12,5
R25	0,5	0,6	0,02	39,0	8,7
R26	1,2	1,4	0,03	58,5	19,9
R27	0,5	0,6	0,02	39,0	8,5
R28	0,4	0,5	0,01	19,5	6,7
R29	0,3	0,4	0,01	19,5	4,9
R30	0,3	0,4	0,01	19,5	4,7
R31	0,5	0,6	0,02	39,0	8,1
R32	0,5	0,6	0,02	39,0	7,9
R33	0,5	0,6	0,02	39,0	7,7
R34	0,7	0,8	0,02	39,0	10,8

R35	0,7	0,8	0,02	39,0	11,1
R36	0,8	1,0	0,03	58,5	12,3
R37	0,5	0,6	0,02	39,0	8,1
R38	0,7	0,8	0,02	39,0	10,7
R39	0,3	0,4	0,01	19,5	4,9
R40	0,3	0,4	0,01	19,5	5
R41	0,1	0,1	0,00	0,0	2,1
R42	0,7	0,8	0,02	39,0	11,9
R43	0,7	0,8	0,02	39,0	10,7
R44	0,4	0,5	0,02	39,0	7,2
R45	0,3	0,4	0,01	19,5	4,1
R46	0,3	0,4	0,01	19,5	5,4
R47	0,5	0,6	0,02	39,0	7,6
R48	0,3	0,4	0,01	19,5	5
R49	0,3	0,4	0,01	19,5	5,6
R50	0,4	0,5	0,02	39,0	6,9
R51	0,2	0,2	0,01	19,5	3,8
R52	0,3	0,4	0,01	19,5	4,3
R53	0,5	0,6	0,02	39,0	8,3
R54	0,2	0,2	0,00	0,0	3,5
R55	0,2	0,2	0,00	0,0	3,4
R56	0,3	0,4	0,01	19,5	4,5
R57	0,5	0,6	0,02	39,0	7,6
R58	0,5	0,6	0,01	19,5	8,8
R59	0,3	0,4	0,01	19,5	4,6
R60	0,5	0,6	0,01	19,5	8,8
R61	0,4	0,5	0,02	39,0	6,5
R62	0,5	0,6	0,02	39,0	8,7
R63	0,4	0,5	0,01	19,5	7,1
R64	0,3	0,4	0,01	19,5	5,4
R65	0,2	0,2	0,00	0,0	2,7
R66	0,3	0,4	0,01	19,5	4,5
R67	0,5	0,6	0,02	39,0	7,5
R68	0,5	0,6	0,02	39,0	8,7
R69	0,2	0,2	0,00	0,0	2,6
R70	0,4	0,5	0,02	39,0	7,1
R71	0,4	0,5	0,01	19,5	6
R72	0,7	0,8	0,02	39,0	11,7
R73	0,7	0,8	0,02	39,0	11,5
R74	0,3	0,4	0,01	19,5	4,9
R75	0,2	0,2	0,00	0,0	3,4
R76	0,5	0,6	0,02	39,0	7,4
R77	0,2	0,2	0,01	19,5	3,9
R78	0,5	0,6	0,02	39,0	7,5

R79	0,3	0,4	0,01	19,5	4,8
R80	0,5	0,6	0,02	39,0	8,4
R81	0,4	0,5	0,02	39,0	7
R82	0,5	0,6	0,02	39,0	7,8
R83	0,3	0,4	0,01	19,5	5,2
R84	0,6	0,7	0,02	39,0	9,9
R85	0,4	0,5	0,01	19,5	7
R86	0,7	0,8	0,02	39,0	10,7
R87	0,4	0,5	0,01	19,5	6
R88	0,4	0,5	0,01	19,5	6,1
R89	0,1	0,1	0,00	0,0	2,3
R90	0,3	0,4	0,01	19,5	5,2
R91	0,3	0,4	0,01	19,5	4,5
R92	0,6	0,7	0,02	39,0	10,4
R93	0,6	0,7	0,02	39,0	9,4
R94	0,7	0,8	0,02	39,0	10,8
R95	0,3	0,4	0,01	19,5	5,6
R96	0,7	0,8	0,02	39,0	11,4
R97	0,4	0,5	0,01	19,5	6,3
R98	0,4	0,5	0,01	19,5	6,2
R99	0,3	0,4	0,01	19,5	4,3
R100	0,5	0,6	0,02	39,0	8,2
R101	0,5	0,6	0,02	39,0	8
R102	0,5	0,6	0,02	39,0	7,8
R103	0,9	1,1	0,02	39,0	15,4
R104	0,6	0,7	0,02	39,0	9,6
R105	0,5	0,6	0,02	39,0	7,9
R106	0,6	0,7	0,02	39,0	10,5
R107	0,3	0,4	0,01	19,5	5,2
R108	0,3	0,4	0,01	19,5	5
R109	0,5	0,6	0,01	19,5	7,5
R110	0,6	0,7	0,02	39,0	9,8
R111	0,5	0,6	0,02	39,0	7,6
R112	0,5	0,6	0,02	39,0	8,4
R113	0,3	0,4	0,01	19,5	5,3
R114	0,8	1,0	0,02	39,0	12,7
R115	0,9	1,1	0,02	39,0	15,2
R116	0,7	0,8	0,02	39,0	12,1
R117	0,5	0,6	0,01	19,5	8,6
R118	0,8	1,0	0,02	39,0	13,4
R119	0,6	0,7	0,02	39,0	10,4
R120	0,8	1,0	0,02	39,0	12,6
R121	0,9	1,1	0,02	39,0	15
R122	0,5	0,6	0,01	19,5	7,5

R123	0,7	0,8	0,02	39,0	11,9
R124	0,4	0,5	0,01	19,5	6,4
R125	0,5	0,6	0,02	39,0	8,4
R126	0,4	0,5	0,01	19,5	6,5
R127	0,5	0,6	0,02	39,0	7,6
R128	0,1	0,1	0,00	0,0	2,2
R129	0,4	0,5	0,00	0,0	5,7
R130	0,4	0,5	0,01	19,5	6,2

Tab. 1.34

SITUAZIONE POSTOPERAM – condizioni critiche					
	CO limite di legge 10 mg/m ³		NO ₂ limite di legge 200 µg/m ³		PM10 limite di legge 50 µg/m
	ppm	mg/m ³	ppm	µg/m ³	µg/m ³
	R1	3,0	3,6	0,06	112,8
R2	1,5	1,8	0,03	56,4	23,5
R3	1,7	2,0	0,03	56,4	27,1
R4	1,4	1,7	0,03	56,4	22,2
R5	2,9	3,5	0,05	94,0	46,9
R6	2,9	3,5	0,06	112,8	47,4
R7	2,5	3,0	0,05	94,0	40,7
R8	1,9	2,3	0,04	75,2	31,1
R9	2,9	3,5	0,05	94,0	47,7
R10	2,5	3,0	0,05	94,0	40,0
R11	3,4	4,1	0,06	112,8	54,9
R12	2,7	3,2	0,05	94,0	43,1
R13	2,9	3,5	0,05	94,0	46,7
R14	2,1	2,5	0,04	75,2	34,1
R15	0,9	1,1	0,02	37,6	15,3
R16	2,6	3,1	0,05	94,0	42,3
R17	4,9	5,9	0,09	169,2	80,0
R18	4,4	5,3	0,08	150,4	71,1
R19	2,8	3,4	0,05	94,0	46,0
R20	1,4	1,7	0,03	56,4	23,0
R21	2,8	3,4	0,05	94,0	44,9
R22	3,3	4,0	0,06	112,8	53,5
R23	1,4	1,7	0,03	56,4	23,4
R24	2,6	3,1	0,05	94,0	42,4
R25	1,7	2,0	0,03	56,4	28,1

R26	4,5	5,4	0,08	150,4	73,2
R27	1,7	2,0	0,03	56,4	28,4
R28	1,3	1,6	0,02	37,6	21,5
R29	1,0	1,2	0,02	37,6	15,6
R30	0,9	1,1	0,02	37,6	14,5
R31	1,6	1,9	0,03	56,4	25,9
R32	1,6	1,9	0,03	56,4	25,6
R33	1,5	1,8	0,03	56,4	24,9
R34	2,2	2,6	0,04	75,2	36,5
R35	2,3	2,8	0,04	75,2	37,2
R36	2,6	3,1	0,05	94,0	42,0
R37	1,8	2,2	0,03	56,4	29,5
R38	2,2	2,6	0,04	75,2	35,8
R39	1,0	1,2	0,02	37,6	16,1
R40	1,0	1,2	0,02	37,6	17,0
R41	0,4	0,5	0	0,0	6,7
R42	2,7	3,2	0,05	94,0	43,2
R43	2,5	3,0	0,05	94,0	39,8
R44	1,6	1,9	0,03	56,4	25,3
R45	0,9	1,1	0,02	37,6	14,6
R46	1,2	1,4	0,03	56,4	19,3
R47	1,7	2,0	0,04	75,2	27,6
R48	1,1	1,3	0,03	56,4	18,1
R49	1,2	1,4	0,03	56,4	20,1
R50	1,6	1,9	0,04	75,2	26,2
R51	0,9	1,1	0,02	37,6	14,0
R52	0,9	1,1	0,02	37,6	14,6
R53	2,0	2,4	0,05	94,0	32,1
R54	0,8	1,0	0,02	37,6	12,6
R55	0,7	0,8	0,02	37,6	12,0
R56	1,0	1,2	0,02	37,6	15,6
R57	1,7	2,0	0,04	75,2	27,4
R58	2,2	2,6	0,06	112,8	35,4
R59	1,0	1,2	0,02	37,6	15,9
R60	2,2	2,6	0,06	112,8	35,5
R61	1,5	1,8	0,04	75,2	23,7
R62	2,1	2,5	0,06	112,8	34,8
R63	1,7	2,0	0,05	94,0	28,3
R64	1,3	1,6	0,03	56,4	21,3
R65	0,7	0,8	0,02	37,6	10,7
R66	1,1	1,3	0,03	56,4	18,1
R67	1,9	2,3	0,05	94,0	31,1
R68	2,2	2,6	0,05	94,0	35,6
R69	0,6	0,7	0,01	18,8	9,9

R70	1,8	2,2	0,04	75,2	28,5
R71	1,5	1,8	0,04	75,2	23,7
R72	3,2	3,8	0,08	150,4	52,1
R73	3,1	3,7	0,08	150,4	50,8
R74	1,2	1,4	0,03	56,4	20,0
R75	0,8	1,0	0,02	37,6	13,0
R76	1,9	2,3	0,05	94,0	30,4
R77	0,9	1,1	0,02	37,6	14,9
R78	1,8	2,2	0,05	94,0	29,5
R79	1,1	1,3	0,03	56,4	18,0
R80	2,1	2,5	0,05	94,0	33,8
R81	1,7	2,0	0,04	75,2	27,3
R82	1,9	2,3	0,05	94,0	31,3
R83	1,3	1,6	0,04	75,2	21,6
R84	2,5	3,0	0,06	112,8	40,4
R85	1,7	2,0	0,04	75,2	28,1
R86	2,9	3,5	0,07	131,6	46,6
R87	1,4	1,7	0,04	75,2	23,3
R88	1,5	1,8	0,04	75,2	24,7
R89	0,6	0,7	0,01	18,8	9,2
R90	1,4	1,7	0,03	56,4	23,2
R91	1,1	1,3	0,02	37,6	17,6
R92	2,9	3,5	0,07	131,6	46,7
R93	2,5	3,0	0,06	112,8	40,0
R94	3,0	3,6	0,07	131,6	48,8
R95	1,5	1,8	0,04	75,2	23,5
R96	3,2	3,8	0,07	131,6	51,2
R97	1,6	1,9	0,04	75,2	25,2
R98	1,5	1,8	0,04	75,2	24,7
R99	1,1	1,3	0,02	37,6	17,2
R100	2,1	2,5	0,05	94,0	33,8
R101	2,0	2,4	0,05	94,0	32,8
R102	2,0	2,4	0,05	94,0	32,4
R103	4,5	5,4	0,1	188,0	73,7
R104	2,6	3,1	0,06	112,8	41,7
R105	2,0	2,4	0,05	94,0	32,8
R106	2,8	3,4	0,07	131,6	45,5
R107	1,3	1,6	0,04	75,2	21,2
R108	1,3	1,6	0,04	75,2	21,5
R109	2,0	2,4	0,05	94,0	31,7
R110	2,7	3,2	0,07	131,6	43,3
R111	1,9	2,3	0,05	94,0	30,8
R112	2,2	2,6	0,05	94,0	36,1
R113	1,3	1,6	0,03	56,4	21,8

R114	3,6	4,3	0,09	169,2	58,5
R115	4,5	5,4	0,1	188,0	72,5
R116	3,6	4,3	0,08	150,4	57,8
R117	2,3	2,8	0,06	112,8	37,9
R118	3,8	4,6	0,09	169,2	62,4
R119	3,0	3,6	0,07	131,6	48,5
R120	3,5	4,2	0,08	150,4	57,4
R121	4,5	5,4	0,1	188,0	72,4
R122	1,9	2,3	0,05	94,0	31,5
R123	3,3	4,0	0,08	150,4	53,7
R124	1,6	1,9	0,04	75,2	26,4
R125	2,1	2,5	0,05	94,0	34,6
R126	1,6	1,9	0,04	75,2	26,4
R127	1,9	2,3	0,05	94,0	31,3
R128	0,5	0,6	0,01	18,8	8,8
R129	1,6	1,9	0,04	75,2	26,0
R130	1,7	2,0	0,04	75,2	27,7

1.7.3. Analisi dei risultati

Dall'analisi dei risultati riportati nella Tab. 1.33, anche nella configurazione operativa postoperam, si evidenziano dei valori dei livelli di concentrazione media oraria al di sotto dei limiti di immissione previsti dalla normativa vigente; l'impatto atmosferico al 2022 su tutti i ricettori di studio può ritenersi accettabile.

Per evidenziare quantitativamente il confronto tra la configurazione operativa attuale (ante operam) e la configurazione operativa futura (post operam) si riportano, nella tabella (Tab. 1.35), i valori di concentrazione calcolati nei due scenari operativi medi, relativamente al solo PM10.

Tab. 1.35

Confronti dei livelli di concentrazione del PM10 nelle condizioni operative medie		
Ricettori	Ante operam	Post operam
R1	7,4	14,1
R2	3,8	6,9
R3	5,0	8,2
R4	4,0	6,8
R5	6,8	13,9
R6	11,7	13,5
R7	6,7	10,6
R8	6,9	9,7
R9	7,2	13,9
R10	5,9	11,9
R11	7,6	15,7
R12	6,4	12,2
R13	9,5	13,8
R14	9,4	9,9
R15	2,6	4,6
R16	6,5	12,1
R17	12,3	21,4
R18	9,1	18,7
R19	7,9	13,5
R20	3,8	7
R21	7,8	13,1
R22	9,5	15,6
R23	3,6	6,8
R24	7,7	12,5
R25	4,5	8,7
R26	13,5	19,9
R27	4,4	8,5
R28	3,7	6,7
R29	2,9	4,9
R30	2,7	4,7
R31	4,4	8,1
R32	4,6	7,9
R33	4,6	7,7
R34	5,7	10,8
R35	7,2	11,1
R36	5,8	12,3
R37	5,7	8,1
R38	5,1	10,7
R39	2,7	4,9
R40	2,2	5
R41	1,0	2,1
R42	10,3	11,9

R43	4,6	10,7
R44	4,2	7,2
R45	2,3	4,1
R46	2,9	5,4
R47	4,4	7,6
R48	2,4	5
R49	3,5	5,6
R50	3,3	6,9
R51	2,0	3,8
R52	2,6	4,3
R53	5,1	8,3
R54	2,0	3,5
R55	1,9	3,4
R56	2,4	4,5
R57	4,2	7,6
R58	5,7	8,8
R59	2,6	4,6
R60	5,6	8,8
R61	3,2	6,5
R62	6,7	8,7
R63	4,7	7,1
R64	2,8	5,4
R65	1,4	2,7
R66	2,7	4,5
R67	4,7	7,5
R68	4,2	8,7
R69	1,4	2,6
R70	4,1	7,1
R71	3,1	6
R72	6,6	11,7
R73	6,5	11,5
R74	5,5	4,9
R75	2,0	3,4
R76	4,2	7,4
R77	2,6	3,9
R78	3,9	7,5
R79	2,7	4,8
R80	4,5	8,4
R81	3,7	7
R82	4,4	7,8
R83	2,8	5,2
R84	5,0	9,9
R85	3,7	7
R86	4,4	10,7
R87	4,0	6
R88	3,4	6,1

R89	1,2	2,3
R90	2,9	5,2
R91	2,5	4,5
R92	5,2	10,4
R93	5,3	9,4
R94	4,4	10,8
R95	2,5	5,6
R96	6,3	11,4
R97	3,4	6,3
R98	3,5	6,2
R99	2,1	4,3
R100	5,3	8,2
R101	5,4	8
R102	3,8	7,8
R103	5,0	15,4
R104	7,0	9,6
R105	4,6	7,9
R106	4,9	10,5
R107	2,8	5,2
R108	2,1	5
R109	3,8	7,5
R110	6,1	9,8
R111	3,8	7,6
R112	5,3	8,4
R113	3,2	5,3
R114	4,7	12,7
R115	9,7	15,2
R116	4,5	12,1
R117	3,6	8,6
R118	7,2	13,4
R119	5,5	10,4
R120	7,0	12,6
R121	8,0	15
R122	4,5	7,5
R123	5,3	11,9
R124	4,0	6,4
R125	4,0	8,4
R126	3,7	6,5
R127	4,2	7,6
R128	4,0	2,2
R129	3,1	5,7
R130	5,0	6,2

Il confronto tra le due configurazioni operative anteoperam e postoperam permette di evidenziare che, nonostante un aumento generalizzato delle concentrazioni di tutti gli inquinanti indagati, l'aumento dei flussi previsto al 2022, gravitato dal nuovo raccordo autostradale Salerno-Avellino, non produrrà sui ricettori abitativi prossimi all'infrastruttura di progetto e quindi sulla popolazione esposta al traffico veicolare ivi circolante ulteriori situazioni di criticità ambientale.

Tale affermazione è rafforzata anche dall'analisi dei risultati riportati nella Tab. 1.34: i valori di concentrazione oraria calcolati nelle condizioni operative critiche, ovvero considerando gli elevati flussi di traffico riscontrabili nell'ora di punta al 2022 su tutte le tratte funzionali del futuro tracciato di raccordo autostradale Salerno-Avellino e le condizioni meteorologiche più sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti in atmosfera, compatibilmente con le caratteristiche climatiche del territorio oggetto di studio, benché più elevate rispetto alle concentrazioni orarie medie calcolate, risultano tuttavia conformi ai limiti di legge.

1.8 INTERVENTI DI MITIGAZIONE

I valori di concentrazione (nelle condizioni operative medie e nelle condizioni operative critiche – concentrazioni massime orarie) calcolati dal modello in entrambe le configurazioni operative (ante operam e post operam) non considerano la presenza lungo la infrastruttura attuale e di progetto di barriere verdi naturali in grado di arginare e mitigare gli impatti atmosferici.

Infatti una delle funzioni del verde è quella di purificare l'aria assorbendo ed adsorbendo le sostanze gassose e particellari.

In caso di situazioni di criticità, ovvero di situazioni in cui i valori stimati di concentrazione degli inquinanti sono prossimi al valore massimo accettabile, è bene provvedere e progettare interventi mitigativi, realizzabili soprattutto attraverso arginature e/o barriere vegetazionali.

La vegetazione e il suolo vegetato possono infatti esercitare una importante azione di filtro ed assorbimento nei confronti delle sostanze inquinanti presenti nell'atmosfera.

L'effetto delle aree verdi come riduttrici dell'inquinamento atmosferico si può realizzare in modi diversi; gli spazi verdi possono infatti esercitare il loro effetto per:

- semplice azione di separazione tra la fonte ed il ricevente;
- per alterazione delle caratteristiche dell'atmosfera;
- per assorbimento ed adsorbimento degli agenti inquinanti.

Le alterazioni dell'atmosfera determinate dalle piante possono inoltre agire sul rimescolamento dell'aria favorendo una maggior diluizione delle sostanze inquinanti, ovvero prolungando il contatto dell'aria con le superfici fogliari ed il terreno, favorendone l'intercettazione e l'assorbimento.

La rimozione degli agenti inquinanti avviene essenzialmente per assorbimento da parte degli stomi, della microflora, del suolo e delle superfici idriche; l'intercettazione delle particelle da parte delle superfici fogliari può avvenire per semplice sedimentazione, interessando in tal caso le particelle più larghe, con una velocità di deposizione dipendente dalla densità e dalla forma delle particelle, per impatto sotto l'influenza di vortici d'aria, e/o per deposizione con le precipitazioni. In quest'ultimo caso le piante più efficienti sono quelle a foglia ruvida come il faggio ed il nocciolo, poiché la ruvidità agisce sull'efficienza di deposizione per impatto creando turbolenze nelle correnti d'aria lungo la superficie ed aumentando la probabilità di impatto. È

importante inoltre sottolineare che per la rimozione degli inquinanti gassosi i più efficaci sono i primi 20-25 m di una fascia di vegetazione, la cui efficienza è aumentata dall'uso di una larga varietà di specie arboree.

In merito alla **fase di realizzazione dell'opera**, con particolare riferimento a quei cantieri in cui sono localizzate le attività più impattanti per la dispersione delle polveri e degli inquinanti, quali aree di stoccaggio, movimenti terre, scavi, sono proposte una serie di indicazioni operative e gestionali di riconosciuta efficacia ai fini della riduzione preventiva dell'impatto degli inquinanti atmosferici prodotti nelle attività di cantiere.

Trattamento e movimentazione inerti:

- agglomerazione della polvere mediante umidificazione del materiale, per esempio mediante irrorazione controllata;
- processi di movimentazione con scarse altezze di getto, basse velocità d'uscita e contenitori di raccolta chiusi;
- riduzione al minimo dei lavori di raduno, ossia la riunione di materiale sciolto nei luoghi di trasbordo, e protezione dei punti di raduno;

Depositi del materiale:

- protezione dei depositi di materiale sciolto con scarsa movimentazione dell'esposizione al vento mediante misure come la copertura con stuoie, teli o copertura verde;
- Protezione dal vento dei depositi di materiale sciolto e macerie con frequente movimentazione mediante una sufficiente umidificazione, pareti/valli di protezione o sospensione dei lavori in caso di condizioni climatiche avverse.

Requisiti di macchine e apparecchi:

- impiegare apparecchi di lavoro a basse emissioni, per es. con motore elettrico;
- equipaggiamento e periodica manutenzione di macchine e apparecchi con motore a combustione secondo le indicazioni del fabbricante;
- macchine e apparecchi con motore diesel vanno possibilmente alimentati con carburanti a

basso tenore di zolfo;

- per i lavori con elevata produzione di polveri con macchine e apparecchi per la lavorazione meccanica dei materiali vanno adottate misure di riduzione delle polveri (come per es. bagnare, captare, aspirare, separare).

1.9 CONCLUSIONI

In conclusione, dallo studio effettuato nelle configurazioni operative ante operam e post operam, con il calcolo dei livelli di concentrazione oraria media e massima (riscontrabile nelle condizioni critiche descritte) degli inquinanti CO, NO₂ e PM10, sui ricettori puntuali identificati si evince che:

- i valori di concentrazione degli inquinanti su tutti i ricettori puntuali nelle configurazioni operative ante operam e post operam, nelle condizioni medie di traffico e dei parametri meteorologici rappresentativi del territorio di indagine, sono ben al di sotto dei limiti di immissione previsti dalla normativa; l'impatto sulla componente atmosfera nelle condizioni medie è dunque basso nello scenario di fatto esistente e comunque accettabile nella configurazione futura (in allegato alla relazione si riportano le mappe dei livelli di concentrazione degli inquinanti, calcolati nelle condizioni medie nella configurazione anteoperam e nella configurazione post operam);
- nel passaggio dallo scenario operativo attuale allo scenario al 2022, a seguito dell'entrata a regime dell'opera in progetto, le variazioni dei flussi di traffico dovute all'aumento della domanda comportano aumenti generalizzati dei livelli di concentrazione degli inquinanti in tutti i ricettori, pur rispettando, sempre ed abbondantemente, i limiti di legge nelle condizioni operative medie;
- nelle condizioni operative critiche dello scenario attuale non si registrano superamenti dei limiti di legge, ma esclusivamente degli aumenti, rispetto alle concentrazioni medie orarie, conformi comunque ai limiti di legge e localizzati soprattutto sui ricettori situati in prossimità di quei tratti dell'infrastruttura viaria oggetto di studio in cui sono mediamente più elevati i flussi di traffico;

- i valori di concentrazione oraria (concentrazioni massime orarie) calcolati nelle condizioni operative critiche post operam, benché più elevate rispetto alle concentrazioni orarie medie calcolate, risultano tuttavia conformi ai limiti di legge;
- nel passaggio dalla configurazione operativa ante operam alla configurazione operativa post operam, nonostante quindi un aumento generalizzato delle concentrazioni di tutti gli inquinanti indagati, l'infrastruttura di progetto non aggraverà in maniera particolare lo stato della qualità dell'aria presente attualmente sul territorio di indagine.

2 COMPONENTE AMBIENTE IDRICO

2.1 ASPETTI QUALITATIVI DEI CORPI IDRICI INTERFERITI

Ogni interferenza del corpo stradale con un corso d'acqua determina un impatto sull'ecosistema acquatico e ripale che si differenzia in base alla struttura e alle dimensioni del corpo idrico nonché alla caratterizzazione delle biocenosi presenti.

In tal senso è importante caratterizzare lo stato *ante operam* dei principali corsi d'acqua interferiti e analizzare i potenziali impatti che la realizzazione dell'intervento in progetto può comportare sul sistema idrico superficiale interferito.

Le opere di attraversamento dovranno quindi essere studiate in maniera da evitare ogni potenziale alterazione del regime idraulico del corso d'acqua, con particolare riferimento alle velocità locali, in maniera da non dar luogo a fenomeni di erosione o di accumulo dei materiali solidi trasportati dalla corrente.

In particolare le attività progettuali, che verranno approfondite anche nelle successive fasi, saranno mirate a:

- garantire che l'inserimento della struttura sia coerente con l'assetto idraulico del corso d'acqua e non comporti (se non in minima parte) alterazione di rischio idraulico;
- assicurare che siano valutate in modo adeguato le sollecitazioni di natura idraulica cui è sottoposta l'opera in rapporto alla sicurezza della stessa.

Lo studio di compatibilità idraulica dovrà identificare e quantificare gli effetti dell'intervento in progetto sul corso d'acqua rispetto alle condizioni fisiche ed idrologiche precedenti alla realizzazione degli stessi. Gli effetti principali da considerare sono i seguenti:

- modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena;
- riduzione della capacità di invaso dell'alveo;
- interazioni con le opere di difesa idraulica (opere di sponda e argini) esistenti;
- opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento;
- modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo di inciso e di piena;
- modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale;
- condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

Le principali indicazioni normative di riferimento per l'ambiente idrico sono di seguito riportate:

- D.P.R. 515/82 sulla tutela delle acque dall'inquinamento;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 10/08/1988, n.377 "Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'art.6 della L. 8/07/1986, n.349, recante istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale";
- D.P.C.M. del 27/12/1988, che decreta le "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art.6 della L. 8/07/1986, n.349, adottate ai sensi dell'art.3 del D.P.C.M. 10/08/1988, n.377";
- il Testo Unico sulle acque (D. Lgs. 152/99);
- D.M. 1 Aprile 2004 – Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio – Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di Impatto Ambientale;

Il Testo Unico sulle acque, **D.Lgs. 152/99**, contiene una revisione complessiva della disciplina per la tutela delle acque che prevede l'abrogazione e la sostituzione di normative precedentemente in vigore.

Il decreto recepisce alcune Direttive comunitarie (91/271/CEE, concernente il trattamento delle acque reflue urbane, e 91/676/CEE, concernente la protezione delle acque dall'inquinamento provocato da nitrati provenienti da fonti agricole) e definisce le linee complessive di tutela delle acque superficiali e sotterranee.

Obiettivi del decreto sono:

- la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento, nonché il risanamento dei corpi idrici inquinati;
- il miglioramento dello stato delle acque e l'adeguata protezione di quelle destinate ad usi particolari;
- l'utilizzabilità (*durevole e sostenibile*) delle risorse idriche, in primo luogo di quelle potabili;
- il mantenimento nei corpi idrici della capacità naturale di autodepurazione.

Il raggiungimento degli obiettivi prestabiliti viene perseguito attraverso una strategia di monitoraggio delle caratteristiche quali-quantitative dei corsi d'acqua, attraverso la disciplina degli scarichi, l'adeguamento dei sistemi di adduzione e di depurazione, e una corretta gestione della risorsa tesa al risparmio, riutilizzo ed al riciclo dell'acqua.

Elemento qualificante ed innovativo è il raggiungimento di specifici obiettivi di qualità che ciascun corpo idrico dovrà raggiungere entro una data stabilita; tali obiettivi verranno armonizzati all'interno dei piani di tutela delle acque.

Le principali **leggi regionali** inerenti alla gestione, tutela e valorizzazione delle acque, come risorsa naturale di fondamentale importanza, sono le seguenti:

- Legge Regionale n. 8 del 07/02/1994 “Norme in materia di difesa del suolo - ...”;
- L.R. n. 24 del 18/11/1995 “Norme in materia di tutela e valorizzazione dei beni ambientali, paesistici e culturali”;
- L.R. n. 14 del 21/05/1997 “Direttive per l’attuazione del Servizio Idrico Integrato ai sensi della Legge 5 gennaio 1994, n. 36;
- L.R. n. 15 del 25/02/2003 “Nuove norme in materia di Bonifica Integrale;
- L.R. n. 16 del 22/12/2004 “Norme sul governo del territorio”.

Il corpo umano è costituito in prevalenza da acqua. L’idrosfera è quindi indispensabile per la sopravvivenza e onnipresente nella vita quotidiana. Dell’acqua percepiamo con immediatezza le alterazioni qualitative (*cattivo sapore ed odore dell’acqua che beviamo, colore ed aspetto dell’acqua in cui nuotiamo*) e quantitative (*carezza idrica, esaurimento di pozzi e sorgenti, fiumi asciutti*).

D’altra parte, benché la maggior parte della superficie del pianeta sia ricoperta di acqua, solo una piccola frazione, pari al 3%, è dolce e di questa quantità circa i 2/3 sono congelati nelle calotte polari. Dunque le acque dolci superficiali e sotterranee disponibili per gli usi umani sono molto limitate e perciò preziose.

Questa consapevolezza ha storicamente determinato un’attenzione privilegiata per l’idrosfera, nell’ambito della pianificazione e della programmazione degli interventi di tutela e di monitoraggio ambientale. In tale ottica l’emanazione del D. Lgs. n. 152/99, sorta di testo unico in materia di tutela delle acque, prevede l’adozione di politiche, fondate su un approccio non più basato solo sul controllo a valle degli scarichi, bensì sulla protezione assicurata dalla conoscenza preventiva e dal monitoraggio continuo, sul perseguimento di obiettivi di qualità specifici e sull’adozione di adeguati strumenti di pianificazione.

Il **D. Lgs. n. 152/99** ha comportato una significativa svolta nelle finalità e nei criteri di tutela delle acque. Esso infatti contempla in modo specifico non solo gli obiettivi prefissati per il miglioramento dello stato di salute delle acque interne, ma anche e soprattutto le **metodologie di analisi e di monitoraggio**, ridefinendo il concetto di qualità dei corsi d’acqua in un contesto ambientale molto più vicino alla realtà di quanto non fossero le metodologie precedentemente utilizzate di carattere esclusivamente “idro-chimico”.

Lo stato di salute di un corso d’acqua, infatti, non dipende esclusivamente dalla qualità chimica della soluzione acquosa, ma anche dalle caratteristiche delle sponde e della vegetazione ripariale nonché dalla

catena alimentare ivi presente. In base a ciò il Decreto sopra citato ha conferito al biomonitoraggio un ruolo di primaria importanza, pur associandolo alle analisi tradizionali dei parametri chimici. Il D.L.vo definisce quindi degli indici che integrati tra loro permettono di ottenere un quadro esauriente dello stato del corso d’acqua analizzato. Tali indici sono i seguenti:

Classificazione dello Stato Ecologico (*SECA*)

Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori (*LIM*)

Indice Biotico Esteso (*IBE*)

Qualità chimico-fisica delle acque

Classe	Caratteristiche	Destinazione d'uso
1 Buona Qualità:	Si tratta di corsi d'acqua con acque pulite, pressochè sature di ossigeno (il contenuto di O ₂ varia dal 95% al 105% del valore di saturazione) e molto povere di sostanze nutrienti. L'azoto ammoniacale è al massimo presente solo in tracce. A questa classe appartengono in generale le sorgenti ed i fiumi nel loro corso superiore che si conserva abbastanza fresco anche in estate. Il fondo del corso d'acqua è per lo più pietroso, ghiaioso o sabbioso, il fango, se è presente, ha natura minerale. Si tratta di corsi d'acqua idonei alla frega di pesci pregiati. Sono presenti popolamenti a densità media di alghe rosse, diatomee e muschi.	Approvvigionamento idrico per usi civili di prima qualità, richiedente il solo trattamento di filtrazione su sabbia e disinfezione finale; valore estetico-ricreativo buono con acque atte a consentire la vita a popolazioni ittiche a salmonidi. Tutti gli usi consentiti nelle classi successive.
1/2 Discreta Qualità:	Si tratta di corsi d'acqua ancora puliti con un contenuto di ossigeno alto, ma spesso con un deficit percepibile (85-95% del valore di saturazione). L'azoto ammoniacale è presente in piccola concentrazione. A questa classe appartengono molti corsi d'acqua nel tronco superiore. Sono ancora presenti pesci di specie pregiate, con popolamenti densi di alghe, muschi, piante da fiore.	Approvvigionamento idrico per usi civili di seconda qualità richiedenti trattamento chimico-fisico (chiari- flocculazione con uso di coagulanti, filtrazione su sabbia) e disinfezione; acque di buona qualità per la balneazione, con valore estetico-ricreativo medio. Tutti gli usi previsti nelle classi successive.
2 Media Qualità:	Si tratta di corsi d'acqua con un carico medio di sostanze organiche e loro prodotti di decadimento. Il contenuto di ossigeno è soggetto a maggiori oscillazioni (sotto e sovraturazione), ma rimane sufficientemente alto da impedire morie di pesci.	Acque di scarsa qualità per la balneazione, adatte all'uso irriguo per colture sensibili, all'acqua-coltura, all'uso

	<p>Il fondo è pietroso, ghiaioso, sabbioso o fangoso. Anche se le pietre sul lato inferiore sono annerite dalla formazione di solfuro di ferro, non subentra ancora lo sviluppo di fango in putrefazione.</p> <p>Si tratta di corsi d'acqua ricchi di pesci. Sono presenti popolamenti molto densi di alghe di vari gruppi, piante da fiore con formazione di tappeti superficiali, molluschi, gamberi d'acqua dolce e insetti di tutti i gruppi, accanto a larve.</p>	<p>industriale di buona qualità.</p> <p>Tutti gli usi previsti nelle classi successive.</p>
<p>2/3</p> <p>Qualità: Mediocre</p>	<p>Si tratta di corsi d'acqua con un inquinamento che è già critico. A causa del maggior carico di sostanze organiche l'acqua è leggermente torbida; localmente possono subentrare anche fanghi putrescenti. Il contenuto di ossigeno spesso scende alla metà del valore di saturazione.</p> <p>Per lo più si tratta di corpi idrici ancora ricchi di pesci, ma appartenenti a specie poco pregiate.</p> <p>Sono presenti popolamenti densi di alghe e piante da fiore, spugne, briozoi, gamberi, molluschi e larve di insetti. Determinate specie inclinano verso uno sviluppo massivo; in particolare le alghe formano spesso estesi tappeti superficiali</p>	<p>Approvvigionamento idrico per uso civile con trattamento spinto (chiariflocculazione, adsorbimento su carboni attivi, ozono, ecc.) e disinfezione.</p> <p>Tutti gli usi consentiti nelle classi successive.</p>
<p>3</p> <p>Qualità: Cattiva</p>	<p>Si tratta di corsi d'acqua con inquinamento forte. L'acqua è resa torbida dagli scarichi. Il fondo pietroso-ghiaioso è per lo più annerito da solfuro di ferro. Nei tratti a corrente debole si accumula fango in putrefazione.</p> <p>La pesca fornisce un raccolto modesto; si deve inoltre far conto su morie periodiche di pesci per deficienza di ossigeno. Gli animali superiori sono presenti in un numero limitato di specie, alcune delle quali, meno sensibili alla carenza di ossigeno, con sviluppo massivo (ad es. sanguisughe, spugne). Sono presenti appariscenti colonie superficiali con effetto ricoprente di ciliati sessili e batteri delle acque di scarico. Viceversa alghe e piante da fiore regrediscono fortemente.</p>	<p>Acque con valore estetico-ricreativo di scarsa qualità atte a consentire la vita di popolazioni ittiche a ciprinidi di specie poco esigenti.</p> <p>Tutti gli usi consentiti nelle classi successive.</p>
<p>3/4</p> <p>Qualità: Molto Cattiva</p>	<p>Si tratta di corsi d'acqua con inquinamento fortissimo. L'acqua è resa torbida dagli scarichi ed il fondo è per lo più coperto da fango in putrefazione. Temporaneamente si può verificare la totale scomparsa dell'ossigeno</p> <p>La presenza di pesci può essere solo locale e sporadica. I popolamenti permanenti sono costituiti quasi esclusivamente da microrganismi, in particolare ciliati, flagellati e batteri. Dei macroorganismi sono presenti ancora larve di chironomidi e tubificidi</p>	<p>Acque di valore estetico cattivo.</p> <p>Uso irriguo solo per colture tolleranti.</p>

	<p>(vermi del fango), spesso in forma massiva.</p> <p>L'inquinamento organico è spesso rinforzato da sostanze tossiche, responsabili di un grave impoverimento delle biocenosi.</p>	
<p>4</p> <p>Qualità: Pessima</p>	<p>Si tratta di corsi d'acqua estremamente inquinati, con acqua molto torbida e fondo per lo più caratterizzato da forti depositi di fango. In molti casi, l'acqua emana anche un forte odore di idrogeno solfato.</p> <p>L'ossigeno presenta concentrazioni molto basse o è del tutto assente.</p> <p>Sono presenti esclusivamente popolamenti di batteri, funghi e flagellati; i ciliati si presentano solo con poche specie, spesso in forma massiva.</p> <p>Con carichi inquinanti fortemente tossici, può subentrare il deserto biologico.</p>	<p>Acque utilizzabili solo per usi industriali di scarsa qualità.</p>

Qualità biologica delle acque

I corsi d'acqua costituiscono ecosistemi complessi regolati da equilibri dinamici tra le componenti abiotiche (acqua, substrato litologico, fattori fisico-chimici e climatologici) e le biocenosi (organismi animali e vegetali).

La conoscenza e lo studio delle componenti fondamentali degli ambienti acquatici diventano perciò un presupposto irrinunciabile per programmare piani di intervento efficaci o per definire dei progetti di gestione del patrimonio idrico e ambientale.

Quante più sono le informazioni che si possono ottenere circa i parametri e le caratteristiche che concorrono a definire un ecosistema, tanto più articolata e incisiva potrà essere la successiva proposta progettuale o gestionale.

Sussiste l'esigenza di definire quali sono i parametri ambientali più idonei per descrivere lo stato, e perciò la qualità, dei corsi d'acqua superficiali.

I metodi di indagine che vengono comunemente utilizzati riguardano le caratteristiche chimico-fisiche delle acque, la definizione delle componenti batteriche patogene e lo studio delle comunità animali e vegetali acquatiche.

E' fondamentale infatti acquisire informazioni sulle peculiarità chimico-fisiche e biologiche per definire un quadro conoscitivo completo con l'obiettivo di mantenere nell'ambiente condizioni tali da conservare un adeguato livello qualitativo. Limitare le indagini ad una sola delle componenti potrebbe risultare insufficiente; ad esempio la valutazione della "stima del rischio" ambientale, deducibile dai valori dei parametri chimico-fisici, non può fornire, da sola, informazioni circa gli "effetti reali" delle alterazioni dell'ecosistema che possono essere invece apprezzate con indagini di tipo biologico.

Il controllo di sistemi complessi, come può essere un ecosistema, viene realizzato utilizzando indicatori specifici che sono delle spie delle complesse condizioni che risultano dalle interazioni tra le componenti dell'ecosistema stesso.

L'integrazione ponderata delle informazioni che si possono ricavare da più indicatori può contribuire a definire un indice che esprime una valutazione complessiva dello stato di un determinato sistema.

Mentre gli indicatori fisico-chimici sono utili per rilevare le cause di una alterazione, gli indicatori biologici segnalano gli effetti che queste producono sull'ecosistema. Questi due tipi di approccio analitico non devono perciò essere considerati in termini alternativi, ma vanno invece valutati in un'ottica di complementarietà date le informazioni che entrambe possono apportare nella definizione della qualità ambientale. Infatti le analisi chimico-fisiche hanno un significato limitato al punto ed al momento in cui si effettua il campionamento, mentre l'analisi biologica consente di verificare gli effetti prodotti nel tempo da fenomeni perturbativi continuati, ricorrenti o saltuari.

Il metodo che viene più comunemente applicato in Italia è L'indice Biotico Esteso (*IBE*); si basa sullo studio comparato delle comunità dei macroinvertebrati acquatici, convenzionalmente gli invertebrati con dimensione superiore al millimetro che vivono nei corsi d'acqua.

I macroinvertebrati bentonici, legati ecologicamente al substrato dell'alveo, formano delle comunità che sono tanto più diversificate e in equilibrio numerico quanto più l'ambiente acquatico è incontaminato. Al contrario, se sussistono dei fenomeni perturbativi la comunità presenterà un numero ridotto di specie, per la scomparsa di quelle più sensibili, con alcuni gruppi faunistici numericamente abbondanti perché più resistenti e meglio tolleranti degli altri la situazione ambientale alterata.

Attraverso delle semplici operazioni è possibile attribuire un valore convenzionale (Indice biotico) ad un tratto di corso d'acqua per definire la sua qualità biologica.

Recentemente il metodo è stato rivisto e ricalibrato dallo stesso autore (*Ghetti P.F., 1997*) sulla base delle nuove acquisizioni tecnico - scientifiche. L'Indice Biotico Esteso (*I.B.E.*), così come è stato ridefinito, prevede delle modificazioni rispetto al precedente che riguardano:

declassamento del genere Leuctra

a definizione del livello tassonomico di determinazione per alcune Unità Sistematiche: gli Odonati, gli Eterotteri, i Molluschi, gli Irudinei ed i Megalotteri sono classificati a livello di famiglia e non di genere

il numero minimo di individui ritrovati per considerare l'ambiente colonizzato dal taxon.

Il protocollo applicativo prevede la raccolta degli organismi acquatici con un retino immanicato con dimensioni standard (*Ghetti P.F., 1986*) lungo un transetto opportunamente scelto trasversalmente al corso

d'acqua. Durante il campionamento devono essere setacciati minuziosamente tutti i microambienti dell'ecosistema per poter fornire un quadro faunistico completo.

Gli organismi raccolti vengono dapprima separati sul campo e fissati in una soluzione conservante (*soluzione alcolica al 50%, soluzione di aldeide formica al 6%*); successivamente, in laboratorio, il materiale raccolto viene classificato al microscopio ottico stereoscopico, fino al livello tassonomico richiesto dal metodo (*Unità Sistematica*).

Data la conoscenza dell'autoecologia delle specie e data l'effettiva difficoltà nel riconoscimento delle stesse, il metodo non prevede mai la classificazione a livello di specie, ma si ferma ad ordini tassonomici superiori, detti appunto Unità Sistematiche (*U.S.*).

Viene compilata per ogni stazione una scheda faunistica in cui sono riportate indicazioni sulla tipologia ambientale, numero e abbondanza relativa delle varie U.S. ritrovate.

Per la determinazione del valore dell'Indice Biotico si utilizza una tabella a due entrate; sull'asse orizzontale sono raggruppati gli intervalli numerici che si riferiscono al numero complessivo di U.S. ritrovate e sull'asse verticale sono indicati i gruppi di organismi che, dall'alto al basso, si dimostrano più sensibili alle alterazioni ambientali. Dall'intersezione delle due variabili si individua un numero che corrisponde al valore dell'Indice biotico relativo a quell'ambiente. I valori dell'Indice variano da 0, in ambienti fortemente inquinati dove vivono solo poche forme di vita, a 15, valore rappresentativo di ambienti acquatici integri e ricchi di gruppi faunistici diversi.

Ai fini di una facile lettura dei risultati da parte anche di non specialisti e per un'agile rappresentazione cartografica, i valori degli Indici biotici vengono raggruppati in 5 Classi di Qualità.

Tabella di conversione della qualità delle acque

Classe di qualità	Valori di I.B.	Giudizio
I	10-11-12-...	Ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile
II	8-9	Ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento
III	6-7	Ambiente inquinato

IV	4-5	Ambiente molto inquinato
V	1-2-3	Ambiente fortemente inquinato

Anche lo studio della fauna ittica rappresenta un importante elemento nella caratterizzazione della qualità dell'ecosistema acquatico. I pesci rappresentano infatti l'elemento terminale delle piramidi trofiche ed hanno un grado di adattamento molto spinto. La comunità ittica rappresenta inoltre un ottimo indicatore ambientale poiché reagisce rapidamente ai cambiamenti dell'ecosistema acquatico e funge per tanto da spia nelle alterazioni conseguenti alla realizzazione dell'intervento.

Metodo RCE-2 inventory

Il metodo è stato messo a punto in Svezia e fornisce uno strumento per *verificare l'allontanamento dalle condizioni ideali di un ecosistema fluviale*. Da un punto di vista ecologico, un corso d'acqua è la risultante biologica delle interazioni tra l'ambiente ripariale esterno e l'ambiente strettamente acquatico interno. Le rive naturali giocano un ruolo fondamentale nell'azione tampone nei confronti degli apporti inquinanti alloctoni ed è evidente che la funzionalità del sistema dipende sia dalla situazione territoriale che dalla integrità delle zone riparie.

L'inventario delle caratteristiche ambientali dei corsi d'acqua, RCE-2, sviluppa le informazioni riguardanti l'ambiente adiacente il fiume e l'ambiente acquatico interno. Le domande a cui dare risposta sono 14 e toccano tutte le caratteristiche ecologiche; ad ogni risposta è associato valore numerico che esprime in ordine decrescente le differenze qualitative. Non esiste una particolare ragione matematica nell'attribuzione dei pesi alle risposte, ma solo motivazioni statistiche ecologiche, che si basano sulle reciproche relazioni ambientali.

La scheda RCE-2 è composta da 4 gruppi di domande:

1. riguarda informazioni circa lo stato della vegetazione e del territorio circostante. Tende a valutare l'influenza che questi fattori hanno sull'ecosistema acquatico (4 domande)
2. riguardano le caratteristiche fisico-morfologiche dell'alveo (2 domande)
3. riguardano le caratteristiche dell'alveo bagnato e la capacità di autodepurazione del corpo idrico (5 domande)
4. riguardano il tipo di colonizzazione animale e vegetale (3 domande).

La redazione della scheda termina con il calcolo del punteggio totale che viene poi valutato utilizzando una apposita tabella per arrivare a definire un giudizio di qualità ambientale complessivo:

Classe	Giudizio	Colore
I	Ottimo	blu
II	Buono	verde
III	Mediocre	giallo
IV	Scadente	arancio
V	Pessimo	rosso

Nel contesto normativo nazionale precedentemente descritto l'ARPAC (*Agenzia Regionale Protezione Ambiente Campania*), coerentemente con il mandato istituzionale assegnatole dalla legge istitutiva (*L.R. n. 10/98*), svolge un ruolo essenziale e progressivamente più efficace di sentinella delle acque per uso umano, degli ecosistemi fluviali e degli equilibri idrogeologici, effettuando i monitoraggi ed i controlli delle acque superficiali e sotterranee. Inoltre essa interagisce, fornendo il supporto tecnico-scientifico, con tutti i soggetti istituzionalmente preposti alla pianificazione di settore (*Autorità di Bacino, Ambiti Territoriali Ottimali*).

L'ARPAC rappresenta un nodo strategico nell'ambito dei flussi dell'informazione e della comunicazione dei dati relativi allo stato delle acque regionali, contribuendo alla promozione di politiche e tecnologie di protezione delle risorse idriche, basate sia sulla prevenzione che sul controllo, ed alla diffusione di una corretta informazione, capace di sollecitare comportamenti partecipativi ed atteggiamenti quotidiani maggiormente sostenibili, per una nuova cultura dell'acqua.

L'inquadramento della qualità delle acque nell'area interessata dal progetto è stato fatto sulla base dei dati messi a disposizione dall'ARPAC relativi al 2001-2002.

Per quanto riguarda la qualità e l'utilizzo della risorsa idrica nella Regione Campania di seguito è inoltre riportato uno stralcio tratto dal *Piano Operativo Regionale Regione Campania 2000-2006*, nel quale è evidenziata la criticità dello stato qualitativo delle acque superficiali, sotterranee e costiere e la carenza di un sistema di monitoraggio che ne controlli la qualità e la quantità. Proprio per migliorare lo stato dei fatti il

P.O.R. 2000-2006 ha appunto previsto, tra gli altri interventi, anche la realizzazione di un sistema regionale di monitoraggio ambientale, con gli obiettivi e le finalità seguenti:

Obiettivi specifici di riferimento

- disporre di un'adeguata base informativa sullo stato dell'ambiente, sui fattori che esercitano pressione sulle risorse e sulla diffusione e funzionalità delle infrastrutture nei settori del ciclo integrato dell'acqua e dei rifiuti;
- Sviluppare sistemi di monitoraggio e prevenzione dell'inquinamento.

Finalità

- ampliare la conoscenza del sistema ambientale regionale;
- esercitare le funzioni di controllo ambientale, anche mediante il raccordo, il coordinamento e la centralizzazione dei sistemi informativi esistenti;
- sviluppare sistemi di prevenzione e di gestione delle emergenze.

Stralcio P.O.R. 2000-2006:

Il sistema delle conoscenze quantitative e qualitative delle acque superficiali e di falda è insufficiente.

Nel territorio campano le *acque superficiali* sono interessate a tre tipologie di alterazioni:

- denaturalizzazione dei corsi d'acqua, degli argini, delle aree golenali;
- inquinamento dei corsi d'acqua;
- alterazione delle caratteristiche idrogeologiche.

Un esempio è rappresentato dalla piana del Sarno. La incompletezza della rete fognaria, la dotazione episodica di impianti di depurazione a livello comunale e la loro scarsa efficienza e infine, la esiguità delle industrie che applicano il pre-trattamento delle acque reflue, hanno trasformato il reticolo idrografico in una fogna a cielo aperto con basse capacità dell'ecosistema fluviale di autodepurarsi vista la scarsa portata del fiume, il suo breve corso e la esiguità dei tratti di vegetazione naturale e perifluviale presenti lungo il percorso. L'agricoltura intensiva presente in tale area costituisce un'altra fonte inquinante: le acque di irrigazione trasportano direttamente verso la falda concimi chimici, diserbanti e pesticidi utilizzati per migliorare la produzione agricola. Nel complesso della regione una serie di osservazioni comparative segnalano perdite tra le risorse erogate all'origine e quelle distribuite agli utenti, oscillanti tra il 18-58% del volume immesso in rete.

Per quanto attiene al *sistema fognario e depurativo* il 72% della popolazione regionale è connesso ai sistemi depurativi. Nel complesso gli impianti esistenti ammontano a 229 unità, la percentuale di

impianti in esercizio è elevata ma il livello di servizio è insufficiente a causa, anche, della obsolescenza degli impianti stessi. Nessuno degli impianti rispetta gli standard della Direttiva 91/271 CEE recepita dal D.Lgs 152/99.

L'inquinamento marino della Campania è imputabile principalmente alla cementificazione delle coste, al sistema di depurazione insufficiente ed all'inquinamento fluviale. I dati del 1997 segnalano circa il 20% di *costa* non balneabile, dato significativamente superiore alla media nazionale. Le zone più critiche sono le foci del Volturno e del Sarno e il porto di Napoli. Le coste campane mostrano una diffusa tendenza regressiva irreversibile. I pochi tratti di litorale non in erosione devono la propria condizione alla realizzazione di opere di difesa che spesso non sono state accompagnate da approfonditi studi preliminari e che hanno quindi provocato scompensi erosivi nelle zone costiere limitrofe.

Nei paragrafi successivi verranno sviluppati gli elementi di caratterizzazione dello stato di qualità delle acque superficiali dei corpi idrici interferiti per il tratto 1, il tratto 2 ed il tratto 4. Il tratto 3, sviluppandosi interamente in galleria, non va ad interferire direttamente con il reticolo idrografico superficiale e non sarà pertanto analizzato nello specifico.

2.1.1 Analisi del 1° e 2° Lotto

Il tracciato stradale in progetto (per i primi due lotti) si sviluppa nel territorio dell'Autorità di Bacino in Destra Sele ed attraversa il territorio dell'Autorità di Bacino del Sarno. Nella prima parte del tracciato, in prossimità di Salerno, segue il fondovalle del Fiume Irno, ed attraversa tutti i suoi affluenti in sinistra; nella seconda parte si sviluppa per un lungo tratto parallelo all'alveo del Torrente Solofrana, che attraversa in corrispondenza dell'abitato di Solofra.

Dato che il tracciato di progetto si sviluppa esclusivamente in sede alla viabilità esistente, le interferenze con il reticolo idrografico erano state individuate e risolte precedentemente. All'occorrenza è stato necessario operare un adeguamento delle opere idrauliche esistenti, considerando i nuovi vincoli, maggiormente restrittivi, imposti dalle Autorità di Bacino (vds. Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino del Sarno e le disposizioni in merito alla Legge Regionale 7 Febbraio 1994, n°8, in merito alle portate defluenti negli scolatori da considerarsi nel dimensionamento delle opere di attraversamento e nella necessità di convogliare le acque meteoriche e gli sversamenti accidentali provenienti dal drenaggio della piattaforma stradale in apposite vasche di raccolta e trattamento.

Il principale torrente interferito dal tracciato è il torrente Solofrana che, lungo circa 20 km, sottende un bacino imbrifero di circa 135,40 km², e nasce in località Sant'Agata Irpina, dove confluiscono le acque del Vallone Spirito Santo, provenienti da Solofra, e le acque del Vallone dei Granci, provenienti dallo spartiacque del fiume Sabato.

Le sue sorgenti sono ormai quasi completamente esaurite.

Nell'area oggetto del tracciato il torrente Solofrana ha andamento pressoché rettilineo, con direzione NE-SW da Solofra a Misciano, NS da Misciano a Mercato-S. Severino, compie un brusco gomito di deviazione verso destra per proseguire verso Castel S. Giorgio secondo andamento con direzione E-W. Attualmente, il T. Solofrana è quasi un torrente artificiale, alimentato dagli scarichi delle concerie di Solofra, da quelli del polo industriale di Mercato San Severino, Fisciano e Castel Giorgio e dai reflui urbani dei comuni che attraversa.

La maggior parte delle acque pluviali sono smaltite per ruscellamento superficiale attraverso la rete idrografica che è caratterizzata da una serie di valloni, rii e torrenti, i quali confluiscono poi nei due fiumi principali, Irno e Solofrana.

Questi ultimi sono caratterizzati da un regime perenne, in quanto costantemente alimentati dal bacino idrografico a cui appartengono.

Una discreta percentuale delle precipitazioni è assorbita dalle piroclastiti, dalle alluvioni, dai detriti di falda e dai litotipi di substrato, dando luogo a riserve di acqua che alimentano sia le piccole sorgenti locali, caratterizzate da un regime stagionale, sia la falda profonda dei calcari.

Il Fiume Irno presenta le stesse caratteristiche del torrente Solofrana, ma segue un andamento meridiano e scorre da Lancusi verso Salerno; il suo bacino imbrifero rientra nel territorio afferente all'Autorità di Bacino del Destra Sele.

A breve scadenza sarà eseguita la sistemazione dell'alveo del Fiume Irno mediante la realizzazione, sui rami affluenti, di sette briglie selettive (*informazione tratta dalla Relazione Tecnica del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Regionale Destra Sele*).

Caratterizzazione dello stato ante operam

L'inquadramento della qualità delle acque nell'area interessata dal progetto in esame è stato fatto sulla base dei dati messi a disposizione dall'ARPAC e relativi alla raccolta di una consistente mole di dati - ben 984 campioni in 12 mesi - sufficienti a produrre una prima classificazione nelle 84 stazioni monitorate in tutta la regione. I dati sono relativi al 2001-2002. Le stazioni monitorate di interesse, nell'area in cui il 1° e il 2° lotto dell'intervento in progetto si sviluppano, sono le seguenti:

- *Torrente Solofrana (principale affluente del Bacino del Fiume Sarno);*
- *Fiume Sele.*

Di seguito sono riportati i dati di monitoraggio relativamente al Torrente Solofrana e al Fiume Sele.

L'attività di monitoraggio è destinata comunque in tempi relativamente brevi a subire un ulteriore cospicuo incremento grazie alla disponibilità di risorse comunitarie, appositamente finalizzate nell'ambito degli interventi previsti dal P.O.R. Campania - Q.C.S. 2000-2006 (*fonte ARPAC*).

In particolare, per il Bacino del Fiume Sarno, che rappresenta una delle zone più critiche per stato di alterazione e livello di inquinamento, è stata svolta nei paragrafi successivi un'analisi degli aspetti idraulici, qualitativi e quantitativi delle acque superficiali e sotterranee.

Torrente Solofrana



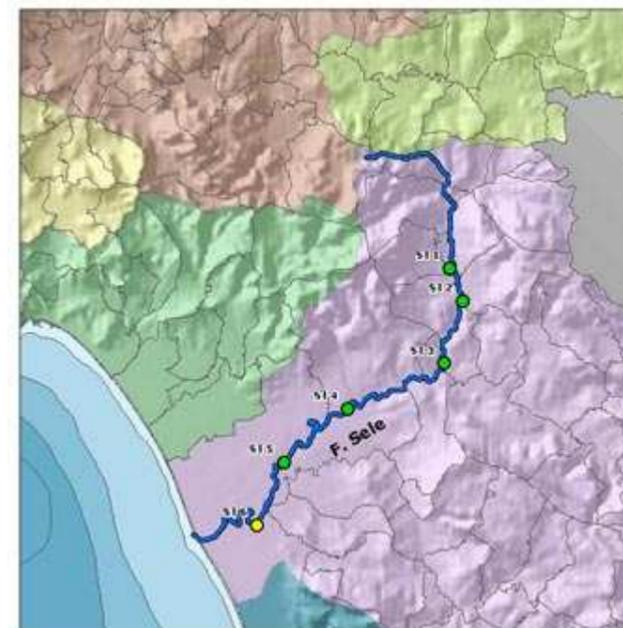
Prelievi

Prov.	Comune	Località	Val. LIM	Classe LIM	Val. IBE	Classe IBE	Stato Ecologico	Stato Chimico	Giudizio
V	Montoro Superiore	Ponte San Pietro	100	4	-	-	-	> soglia	Qualità pessima

Fiume Sele

Il fiume Sele nasce dai versanti meridionali dei Monti Picentini e dopo 64 km di corso sfocia con un estuario nel Golfo di Salerno, presso Capaccio Scalo (SA). Prima di raggiungere la valle esso riceve le acque dell'affluente Fiume Tanagro, ma il suo corso viene sbarrato dalla diga di Serre-Persano ed il relativo bacino artificiale che si forma a monte è divenuto area protetta con specchi d'acqua ed ambienti lenticidi di notevole interesse naturalistico. L'andamento spaziale del LIM è pressoché omogeneo nelle sei stazioni posizionate lungo l'asta principale del fiume e si configura nella classe buono, ad eccezione del 6° tratto che ricade nella classe sufficiente. Relativamente al monitoraggio della qualità biologica la classificazione del fiume conserva un andamento sostanzialmente simile a quello del LIM, tenendosi quasi sempre su valori

medio-alti dell'IBE, corrispondenti a Classi di Qualità I e II. Tuttavia nella pur notevole varietà di taxa monitorati, l'assenza delle Unità Sistematiche più sensibili all'inquinamento rivela che l'ecosistema non raggiunge tutte le potenzialità proprie di tale tipologia fluviale. È da sottolineare inoltre una relativa influenza della stagionalità che, in molti tratti del fiume, riduce notevolmente la diversità biologica.



Prelievi

Prov.	Comune	Località	Val. LIM	Classe LIM	Val. IBE	Classe IBE	Stato Ecologico	Stato Chimico	Giudizio
AV	Senerchia	Edilfer	270	2	9/10	2	2	< soglia	Qualità buona
SA	Colliano	Ponte superstrada Oliveto di Colliano	280	2	9/8	2	2	< soglia	Qualità buona
SA	Contursi	A monte confl. Tanagro	340	2	10/9	1	2	< soglia	Qualità buona

SA	Serre	Ponte alimenta	290	2	9/10	2	2	< soglia	Qualità buona
SA	Eboli	Zagaro di pastorino	290	2	9	2	2	< soglia	Qualità buona

Prov.	Comune	Località	Val. LIM	Classe LIM	Val. IBE	Classe IBE	Stato Ecologico	Stato Chimico	Giudizio
SA	Capaccio	A valle ponte Barizzo - Foce	160	3	9/8	2	9	< soglia	Qualità mediocre

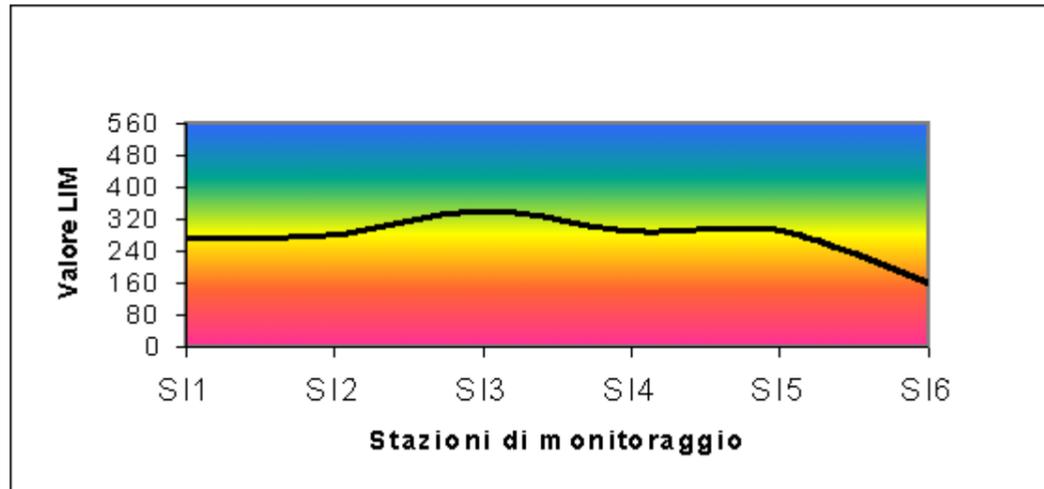


Figura. Andamento da monte a valle del LIM lungo il Sele

FIUME SELE		ANNO 2002											MEDIA PER SECA	
		INVERNO			PRIMAVERA			ESTATE		AUTUNNO				
		IBE	C. Q.	Classe	IBE	C. Q.	Classe	IBE	C. Q.	IBE	C. Q.	Classe		
S11	Senerchia	9	II	■	9	II	■	10 - 11	I	■	9	II	■	9
S12	Ponte Oliveto	10	I	■	8	II	■	6 - 7	III	■	7	III	■	8
S13	Contursi	10 - 11	I	■	10 - 9	III	■	10	I	■	10	I	■	10
S14	Serre - P.te Alimenta	10	I	■	10 - 9	III	■	9 - 10	III	■	9 - 10	III	■	10
S15	Albanella - Borgo S. Cesareo	9	II	■	9	II	■	9	II	■	9	II	■	9
S16	Borgo San Cesareo	10 - 9	III	■	10	I	■	8	II	■	8	II	■	9
		■			■			■		■			■	
		CLASSE I			CLASSE II			CLASSE III		CLASSE IV			CLASSE V	

Tabella. Monitoraggio della qualità biologica del Sele

Il Bacino del Fiume Sarno - aspetti idraulici, qualitativi e quantitativi

Sulla base di studi effettuati dalla Regione Campania e dall’Autorità di Bacino del Fiume Sarno ed in particolare sulla base di una relazione sul “*monitoraggio ambientale nell’ambito della pianificazione del bacino del fiume Sarno*” redatta a cura degli stessi nell’Ottobre 2003, si riportano alcune considerazioni riguardanti *aspetti qualitativi e quantitativi* delle acque superficiali e sotterranee del Bacino del Fiume Sarno.

Il bacino del fiume Sarno presenta un notevole degrado delle componenti ambientali che è il risultato di anni di antropizzazione incontrollata del territorio; le differenti esigenze produttive, politiche ed insediative, hanno modificato nel corso del tempo l’assetto del bacino, stravolgendo il paesaggio originario ed adattandolo di volta in volta alle contingenti opportunità di sviluppo.

In questo scenario di continue ed incontrollate trasformazioni, il reticolo idrografico del fiume Sarno ha pagato il prezzo maggiore subendo in maniera drastica gli impatti delle diverse attività, perdendo progressivamente le sue caratteristiche naturali originarie.

Attualmente il fiume Sarno ed i suoi principali affluenti collettano sostanzialmente i reflui civili ed industriali dei territori attraversati e sono pressoché inadeguati a drenare, in condizioni di sicurezza, le acque di origine meteorica provenienti dal bacino.

In sintesi il degrado ambientale del fiume Sarno può ricondursi a due aspetti, il primo legato al **deterioramento quali – quantitativo della risorsa idrica** ed il secondo all’**insufficienza idraulica del sistema drenante**.

Al fine di conseguire il risanamento igienico – sanitario ed idraulico del reticolo idrografico, da qualche anno, sotto l’impulso di una crescente sensibilità ambientale da parte della comunità, sono in corso di programmazione e realizzazione alcuni importanti interventi sul bacino, per lo più a carattere strutturale;

Un valido sostegno di tipo non strutturale al programma di risanamento in corso di attuazione è costituito senz’altro dall’approntamento di un sistema di monitoraggio ambientale del corso d’acqua e dei territori attraversati; quest’ultimo colmerebbe il deficit conoscitivo che ha caratterizzato la fase emergenziale di intervento e fornirebbe un valido strumento per la gestione e la rimodulazione delle opere programmate ed in corso di realizzazione.

Il bacino idrografico del fiume Sarno con i suoi affluenti principali *Cavaiola* e *Solofrana* si estende per una superficie di oltre 400 kmq, interessando un territorio prevalentemente pianeggiante compreso tra le

Province di Napoli, Salerno ed Avellino; in esso ricadono una trentina di Comuni ed una popolazione complessiva di oltre 700.000 abitanti.

Le principali attività produttive riguardano l’industria agro-alimentare, conciaria e metalmeccanica e si concentrano lungo le principali vie d’acqua; le aree di pianura sono, invece, a vocazione agricola.

L’attuale configurazione del bacino e, in particolare, delle vie di drenaggio superficiale è il risultato della sovrapposizione di molteplici interventi di sistemazione che, nel corso dei secoli, hanno progressivamente stravolto gli scenari originari, trasformando il reticolo idrografico principale in una fitta maglia di canalizzazioni artificiali.

L’idrografia del bacino del fiume Sarno presenta un curioso sviluppo trasversale in direzione est – ovest, con gli affluenti secondari fortemente gerarchizzati e paragonabili, per lunghezza e superficie drenata, al corso principale.

Il fiume Sarno propriamente detto è costituito da un’asta fluviale della lunghezza di 24 km a sviluppo completamente vallivo, con andamento pressoché naturale, nella parte alta, e canalizzato, in quella bassa; il tratto principale nasce dalla confluenza di tre corsi d’acqua secondari denominati rispettivamente rio della Foce, del Palazzo e di S. Marino, che si originano dai piedi del rilievo carbonatico di Sarno in corrispondenza di altrettanti affioramenti sorgentizi.

Attualmente la sola sorgente di Mercato – Palazzo fornisce apporti continui al sistema (*circa 1 m³/s*), essendo la sorgente di S. Maria della Foce quasi interamente captata a fini idropotabili e quella di S. Marina di Lavarate pressoché esaurita; il rio Palazzo, nel tratto interno all’abitato di Sarno è attualmente l’unico tronco del reticolo idrografico a conservare un buono stato di qualità delle acque anche in ragione dei residui apporti sorgentizi.

Il Sarno percorre la parte alta del suo corso attraversando la campagna sarnese con sponde naturali e fittamente vegetate. La parte successiva si presenta in buona parte arginata e corre pensile sulla campagna fino al centro di Scafati, mentre, pochi chilometri più a valle dell’abitato, il fiume, seguendo un tracciato sostanzialmente rettificato rispetto al percorso originario, sfocia in mare.

In corrispondenza del centro storico di Scafati sorge l’opera idraulica più importante dell’intero sistema Sarno; si tratta di uno sbarramento in muratura con paratoie mobili concepito nel XVI secolo al fine di derivare dal corso principale il quantitativo d’acqua necessario a consentire il funzionamento di una batteria di mulini, di proprietà del Conte di Celano; il rigurgito causato dalla traversa consentiva e consente tutt’oggi, di alimentare in destra idraulica il corso del canale Bottaro; fino alla metà del secolo scorso e

prima che fosse compromesso lo stato qualitativo delle acque, il canale veniva utilizzato per l'irrigazione delle campagne attraversate.

Notizie storiche sull'andamento del fiume Sarno prima degli importanti interventi di sistemazione del XIX secolo, descrivono un corso d'acqua con andamento meandriforme ed incassato nei depositi alluvionali e piroclastici; le aree limitrofe al corso d'acqua si presentavano occupate da fitta vegetazione alternata a zone umide ed ambienti insalubri che mal si prestavano all'insediamento antropico; il carattere della piana era sostanzialmente palustre sicché i principali centri abitati erano localizzati nella parte più interna, lontani dai corsi d'acqua, e l'attività agricola si concentrava prevalentemente attorno agli stessi; tale scenario si è conservato almeno fino ai primi dell'Ottocento quando, per dare impulso alle attività produttive del Regno, i Borboni cominciarono a predisporre la bonifica dei territori di palude e la conseguente sanificazione delle aree insalubri.

La soluzione prospettata per la grande bonifica prevedeva sostanzialmente la realizzazione di canalizzazioni in destra e sinistra al corso principale al fine di intercettare le acque stagnanti nella piana convogliandole, con unico recapito, a valle della traversa di Scafati; il risultato della sistemazione borbonica è attualmente visibile nei due controfossi realizzati alla destra e alla sinistra del fiume Sarno collegati alla fitta rete di bonifica del medio Sarno e recapitanti nel corso principale a valle del centro di Scafati.

Contestualmente agli interventi di bonifica della piana, gli ingegneri borbonici predisposero una serie di interventi di sistemazione idraulica sul reticolo principale volti a migliorare la navigabilità del corso d'acqua ed a conseguire la sicurezza idraulica in quelle aree originariamente destinate alla naturale espansione delle piene; pertanto, furono realizzati numerosi e diffusi interventi di rettificazione, arginatura e rivestimento dei corsi d'acqua, recuperando nuovi territori da poter destinare alla crescente domanda insediativa dell'epoca.

Detti interventi agirono soprattutto nella parte più interna del bacino ridisegnando interamente il reticolo idrografico e definendo l'attuale schema di regimazione delle acque; risalgono a quell'epoca la realizzazione dell'Alveo Comune Nocerino, concepito al fine di convogliare verso il Sarno le acque provenienti dai bacini della Cavaiola e della Solofrana, che fino ad allora allagavano liberamente la campagna; ed alcuni interventi di regimazione del basso corso dei corrispondenti torrenti, finalizzati alla messa in sicurezza dell'agro nocerino, frequentemente colpito da eventi alluvionali; gli interventi di sistemazione dei torrenti Cavaiola e Solofrana si sono succeduti fino ai primi anni del secolo scorso ed hanno condotto alla quasi completa canalizzazione dei percorsi originari; in particolare, *gran parte del corso della Solofrana ha subito trasformazioni per far fronte alla spiccata vocazione agricola della piana omonima al fine di facilitare l'uso irriguo della risorsa idrica.*

La gran quantità di spazi insediativi sicuri recuperati con i suddetti interventi di sistemazione idraulica unitamente alle crescenti esigenze di sviluppo in un'area dalle enormi potenzialità produttive, hanno avviato l'inesorabile urbanizzazione del bacino del fiume Sarno; l'intensificarsi e lo specializzarsi dell'attività agricola e, successivamente, l'esplosione industriale dell'attività conserviera e manifatturiera, hanno richiamato sempre più investimenti favorendo la crescita, prima ordinata e poi polverizzata, degli insediamenti urbani e produttivi; a partire dai primi decenni del XIX secolo si è assistito ad una progressiva espansione dei centri abitati, all'infittimento della viabilità intercomunale, ed alla nascita di agglomerati industriali; tale tendenza, costante fino ai primi anni del XX secolo, ha avuto un'esplosione incontrollata dal dopoguerra ad oggi, con una perdita completa della razionalità insediativa ed il proliferare dell'abusivismo. Il disordinato processo di antropizzazione è ricaduto interamente sulle componenti sociali ed ambientali del territorio predisponendo una serie di criticità concatenate che si manifestano oggi nel complessivo *degrado idraulico ed igienico – sanitario del bacino.*

Per quanto concerne gli **aspetti idraulici** è evidente che le continue operazioni di regimazione, se da un lato hanno consentito di guadagnare nuovi spazi insediativi, hanno di fatto rimosso i dispositivi naturali di difesa contro le piene, esponendo al rischio aree un tempo impraticabili la cui sicurezza viene a dipendere fortemente dalla manutenzione delle opere artificiali di difesa; parallelamente, la notevole quantità di attraversamenti realizzati ha aumentato le interferenze con i principali corsi d'acqua, predisponendo nuove criticità e condizioni di vincolo idraulico sempre più restrittive; infine, la crescente impermeabilizzazione del territorio ha modificato progressivamente la risposta idrologica del bacino dando luogo ad eventi di piena sempre più brevi ed intensi.

Per quanto concerne il **degrado qualitativo** della risorsa idrica, quest'ultimo è il risultato dell'incontrollata crescita insediativa che ha individuato sistematicamente il reticolo superficiale come recapito ultimo per le acque reflue prodotte. Lungo l'intera rete di canali e canalizzazioni presenti sul bacino è possibile stimare, attualmente, la presenza di migliaia di scarichi, molti dei quali incontrollati, che contribuiscono a deteriorare la qualità dell'intero corpo idrico.

La maggior parte dei reflui sono per lo più di origine urbana, o comunque ad essi assimilabili, con carichi inquinanti costituiti sostanzialmente da sostanza organica (*BOD e COD*) e nutrienti (*fosfati e composti azotati*). Detti scarichi si concentrano in prossimità dei principali centri abitati ed, in particolare, nell'agro scafatese e nocerino.

La maggior parte degli scarichi di tipo produttivo si concentrano in corrispondenza dei distretti industriali di Solofra e Nocera Superiore. In particolare, il *polo conciario di Solofra*, operativo a partire dal dopoguerra,

costituisce la *principale fonte di inquinamento chimico per il bacino*. Ad esso è ascrivibile gran parte del degrado qualitativo manifestatosi in questi anni.

Complessivamente la qualità delle acque superficiali del bacino si configura come scadente – pessima, con tutti i parametri di controllo abbondantemente fuori dai limiti previsti dalla normativa.

Per quanto concerne gli **aspetti quantitativi** della risorsa, l'attività antropica dell'ultimo secolo ha generato un complessivo depauperamento delle riserve testimoniato dal progressivo prosciugamento delle sorgenti storiche, di volta in volta captate per gli usi irrigui ed idropotabili. Attualmente sono completamente esauriti i gruppi sorgentizi di S. Agata Irpina e S. Mauro, mentre presentano andamento irregolare i restanti affioramenti.

Con riferimento al regime delle acque superficiali si osserva che, nel corso degli anni, le portate nei tratti vallivi, inizialmente alimentati dai soli apporti sorgentizi sono progressivamente aumentate in ragione dell'allacciamento dei nuovi scarichi, attingendo valori del deflusso significativi anche in condizioni di magra; parallelamente, nei tratti montani, la progressiva riduzione dei contributi sorgentizi ha lasciato il posto a deflussi discontinui regolati dai soli apporti meteorici.

Il precipitoso deterioramento qualitativo delle acque superficiali ha indotto, soprattutto negli ultimi vent'anni, un sempre più frequente ed incontrollato ricorso alla *risorsa idrica sotterranea*; in particolare, si è assistito, tanto nella pratica agricola che in quella industriale, ad una dismissione delle derivazioni da corpo idrico superficiale in favore degli attingimenti da falda sotterranea, spesso in maniera incontrollata. Successivamente, il depauperamento della falda superficiale ed il suo contestuale inquinamento, ha spinto all'utilizzo sempre più massiccio della falda profonda, più invulnerabile dal punto di vista qualitativo.

Attualmente, il particolare sovrasfruttamento delle risorse sotterranee desta preoccupazioni in merito al possibile inquinamento dei corpi idrici più profondi; eventualità che sarebbe gravissima nell'economia complessiva della risorsa idrica.

La proposta di monitoraggio

Per far fronte al complessivo degrado del bacino, nel corso degli ultimi vent'anni si sono succedute un gran numero di iniziative volte a promuovere e favorire il risanamento ambientale dell'area; in particolare, a seguito della classificazione del bacino del fiume Sarno come area di crisi socio – economico – ambientale (Delibere del Consiglio dei Ministri 28/08/1992 e 05/08/1994), si è dato impulso ad una fase emergenziale di programmazione avente come obiettivo prioritario il risanamento igienico – sanitario del territorio;

contestualmente si è individuata l'esigenza di programmare la sistemazione idraulica definitiva dell'intero bacino.

L'istituzione del commissariamento per l'attuazione dei suddetti obiettivi (*OPCM 14/04/1995 e successive*), ha consentito di avviare la realizzazione di importanti interventi strutturali prevedendo, nell'ambito dello schema depurativo generale, l'adeguamento e/o completamento delle infrastrutture fognarie e l'allacciamento delle medesime agli impianti di depurazione comprensoriali; ciò al fine di conseguire l'intercettazione ed il trattamento delle acque reflue complessivamente prodotte nel territorio del bacino.

Parallelamente, è stato definito lo scenario ottimale di sistemazione idraulica per le canalizzazioni individuate come recapito finale delle acque trattate.

Il carattere emergenziale dei provvedimenti in questione, non ha consentito di approfondire in maniera sistematica tutte le variabili ambientali del bacino. In particolare, ci si è serviti di un quadro diagnostico basato su poche informazioni reali e su un gran numero di parametri ricavati dalla letteratura o dedotti per via indiretta.

Gran parte di questo deficit conoscitivo è stato colmato con le attività di studio promosse da alcuni dispositivi normativi (*cf. Legge 183/89 e D. Lgs. 152/99*) i quali hanno consentito di meglio definire gli aspetti quali – quantitativi della risorsa idrica ed il comportamento idraulico - idrologico del bacino idrografico. L'approfondimento del quadro conoscitivo ha condotto alla redazione dei *Piani di Bacino* e, in particolare, degli stralci relativi alla tutela della risorsa idrica ed all'assetto idrogeologico, fornendo di fatto quegli strumenti programmatici indispensabili per il completamento del processo di risanamento ambientale dell'area.

Per la concreta attuazione degli indirizzi di sviluppo contenuti nei suddetti Piani, risulta indispensabile la predisposizione di uno specifico sistema di monitoraggio ambientale progettato in modo da consentire l'acquisizione di tutte quelle informazioni necessarie per la gestione degli interventi di risanamento.

Le attuali esigenze conoscitive lasciano intravedere la necessità di predisporre, nel medio e lungo termine, ulteriori programmi di monitoraggio *ad integrazione e supporto di quelli esistenti* ed, in particolare, relativamente ai seguenti campi di applicazione:

- deflussi di magra;
- deflussi di piena;
- qualità delle acque superficiali;
- qualità delle acque sotterranee;
- interazione tra acque superficiali ed acque sotterranee;

- sorgenti e livelli piezometrici;
- IBE e deflusso minimo vitale.

Monitoraggio dei deflussi superficiali

Il monitoraggio delle portate defluenti nei corsi d'acqua principali è un'attività indispensabile per la caratterizzazione idrologica del bacino.

In particolare, la *registrazione degli eventi di piena* in punti strategici dei vari corsi d'acqua consentirebbe di definire in maniera più precisa, rispetto ai consueti approcci di tipo regionale, il modello di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi superficiali. Detta attività permetterebbe, altresì, di verificare le ipotesi di contemporaneità, ritardo e rigurgito dei colmi di piena, nonché di individuare gli effetti di laminazione strutturalmente indotti dal corso d'acqua; la taratura della risposta idrologica del bacino richiede l'installazione di una rete fissa di idrometrografi ed un'attività di monitoraggio protratta per un periodo statisticamente significativo. Occorre, inoltre, che il sistema si interfacci con un'opportuna rete di monitoraggio pluviometrico.

La conoscenza dei *deflussi in condizioni di magra*, invece, oltre a fornire un quadro complessivo del regime degli scarichi, consentirebbe di controllare lo stato di avanzamento del loro collettamento agli impianti comprensoriali. La conoscenza delle portate in magra è, inoltre, parametro indispensabile nella definizione del *minimo deflusso vitale*.

Monitoraggio dei deflussi sotterranei

Con riferimento agli aspetti quantitativi della risorsa idrica sotterranea è prioritaria la ricostruzione della superficie piezometrica ed il monitoraggio delle sue oscillazioni stagionali, soprattutto per le importanti implicazioni di carattere qualitativo. La misurazione programmata dei livelli idrici nel gran numero di perforazioni presenti nella piana consentirebbe, infatti, di ottenere interessanti informazioni in merito a locali fenomeni di *sovrasfruttamento* della falda evidenziando le eventuali ricadute sul complessivo deflusso sotterraneo, nonché su locali fenomeni di *subsidenza*. Il confronto delle oscillazioni monitorate in un determinato periodo accoppiate al monitoraggio delle portate di magra fornirebbe, altresì, indicazioni sull'eventuale interazione tra corpi idrici superficiali e falde sotterranee, particolarmente interessante per le evidenti implicazioni di tipo qualitativo. Utili informazioni in merito alle capacità di ricarica degli acquiferi verrebbero senz'altro dal monitoraggio in continuo dei gruppi sorgentizi, e consentirebbero un'analisi critica delle oscillazioni stagionali.

La conoscenza delle oscillazioni della falda consentirebbe il monitoraggio dei fenomeni di subsidenza. L'intera attività di monitoraggio servirebbe, infine, per esercitare il controllo complessivo dell'intero sistema delle acque sotterranee.

Monitoraggio della qualità delle acque

La conoscenza dei parametri qualitativi della risorsa idrica e, soprattutto, il monitoraggio della loro variazione spazio – temporale, sono attività fondamentali per la pianificazione degli interventi di risanamento ambientale.

Con riferimento alle *acque superficiali*, terminata la fase conoscitiva finalizzata alla classificazione dei principali corpi idrici, occorre predisporre un sistema di monitoraggio in continuo della qualità delle acque che consenta di tenere sotto controllo il raggiungimento degli obiettivi di risanamento previsti dalla normativa vigente.

Una prima attività potrebbe essere finalizzata all'analisi stagionale dei parametri di qualità, in parallelo con una seconda di monitoraggio della variabilità spaziale degli stessi. In questo modo si potrebbero verificare le ipotesi fatte in via preliminare sull'origine delle fonti inquinanti, ritardando eventualmente le misure di risanamento. A tale scopo si ha la necessità di individuare punti di campionamento, per lo più ubicati a monte ed a valle di insediamenti produttivi, sui quali effettuare il monitoraggio di uno o più parametri e per periodi di tempo più o meno brevi.

Il monitoraggio in continuo della qualità delle acque, invece, con particolare riferimento a punti strategici del reticolo, permette di valutare l'efficacia delle azioni di risanamento nel tempo. Il posizionamento di punti di campionamento immediatamente a valle dei recapiti comprensoriali, ad esempio, consentirebbe di monitorare il progressivo recupero della capacità autodepurativa del corso d'acqua, fornendo interessanti indicazioni sulla gestione degli impianti di depurazione. La medesima attività consentirebbe, altresì, di verificare la persistenza di fonti inquinanti che sfuggono al collettamento, evidenziando eventuali disfunzioni nelle operazioni di allacciamento alle fognature.

Per quanto concerne le *acque sotterranee*, il monitoraggio avrebbe l'unico scopo di evidenziare la presenza di fonti inquinanti; anche in questo caso, ricorrendo a perforazioni esistenti, si potrebbe monitorare la distribuzione spazio – temporale delle concentrazioni degli inquinanti nelle aree vulnerabili, evidenziando eventuali fenomeni di accumulo o di comunicazione con ambienti inquinati. Allo stesso modo per le acque provenienti dagli apporti sorgentizi.

Particolarmente interessante sarebbe il monitoraggio delle possibili interferenze qualitative tra falde superficiali e profonde in quelle aree in cui più spinto è lo sfruttamento della risorsa sotterranea.

Monitoraggio dei parametri ecologici

Un discorso a parte riguarda il monitoraggio di tutti quei parametri connessi con lo stato ecologico delle acque superficiali. L'individuazione delle specie bentoniche, il monitoraggio del biota e dell'habitat fluviale, parametri indispensabili per il controllo dell'IBE e del minimo deflusso vitale, sono, infatti, correlati allo stato di avanzamento dei processi di disinquinamento, e la loro predisposizione andrà esaminata contestualmente al miglioramento dello stato di qualità della risorsa, privilegiando quei tronchi in cui maggiori sono gli elementi di naturalità.

2.1.2 Analisi del 4° Lotto

L'itinerario corre, per il suo intero sviluppo, marginalmente al corso del *Fiume Sabato*, interessandone localmente le zone golenali ed attraversandone in più punti il talweg.

Il Fiume Sabato ricade nel bacino idrografico del Fiume Volturno e l'autorità di bacino di riferimento è l'Autorità di Bacino Nazionale dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno.

Il Piano di Assetto Idrogeologico relativo è stato adottato, e non approvato, e si stanno ad oggi svolgendo le conferenze programmatiche presso le regioni coinvolte. La documentazione prodotta e messa a disposizione dall'Autorità di Bacino al momento della redazione del presente lavoro è relativa al rischio di frana, mentre relativamente al rischio idraulico non è disponibile alcuna cartografia.

Per questa ragione sulla tavola "CI - Carta dell'Assetto Idrologico e del reticolo Idrografico" relativa alle tavole del quadro ambientale, dove sono stati rappresentati i tematismi relativi all'inondabilità, è stato fatto riferimento solamente alle altre due Autorità di Bacino interessate dalla totalità dell'intervento (*Fiume Sarno e Destra Sele*).

Stato attuale della qualità delle acque

Con riferimento a quanto già ampiamente descritto nel medesimo capitolo sulla qualità della risorsa idrica relativo al 1° e al 2° lotto dell'intervento in progetto, si riportano i dati sulla qualità delle acque superficiali messi a disposizione dall'ARPAC, inerenti ad un primo inquadramento effettuato sulla base di rilievi effettuati nel 2001-2002.

I dati che si riportano sono relativi al Fiume Sabato, che è il principale corso d'acqua caratterizzante dell'area in cui il 4° lotto si sviluppa.

Fiume Sabato

Il Sabato nasce dal Colle Finestra sul versante avellinese del Monte Acellica, recapitando le acque raccolte lungo il percorso nel fiume Calore Irpino, appena a valle dell'abitato di Benevento. Le tre stazioni di monitoraggio, ubicate tutte in zone urbanizzate, palesano livelli di inquinamento dei macrodescrittori cospicui che riflettono una leggera ma costante diminuzione della qualità man mano che ci si avvicina all'immissione nel fiume Calore. Con ogni probabilità la qualità delle acque viene compromessa già a valle del nucleo industriale di Avellino e peggiora ulteriormente allorché le acque vengono impegnate dagli

scarichi urbani della città di Benevento. Il fiume Sabato soffre una cattiva gestione della risorsa idrica (il tratto superiore è completamente asciutto), un notevole carico inquinante veicolato nell'alveo ed una profonda alterazione dell'ambiente fisico. Quando attraversa l'abitato di Atripalda (AV), l'alveo di questo corso d'acqua è completamente cementificato perdendo così la possibilità di "comportarsi" da corso d'acqua naturale. Lo scarso numero di taxa riscontrati e la totale assenza di organismi poco tolleranti l'inquinamento nelle tre stazioni confermano infatti le condizioni di alterazione registrate dal LIM, che conferiscono al fiume uno stato complessivo che evolve da sufficiente a scadente e pessimo.

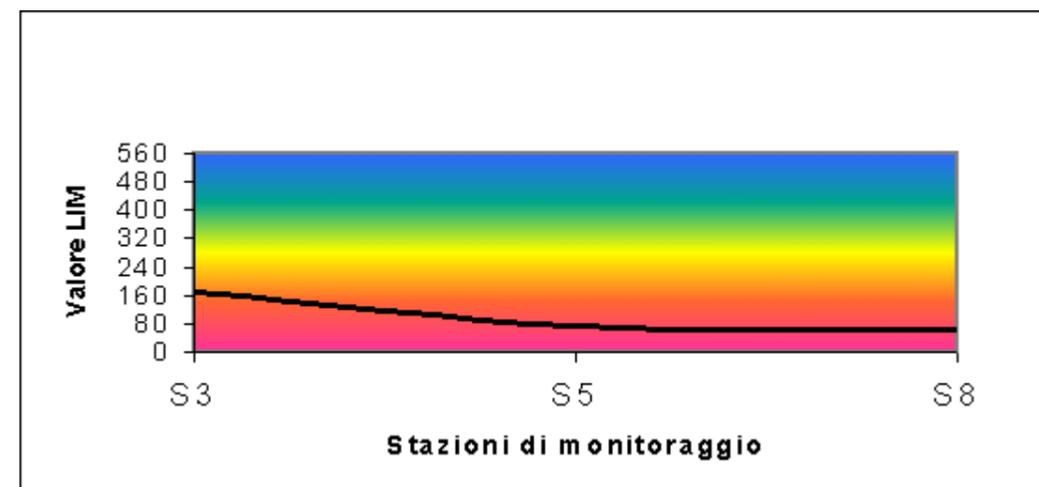
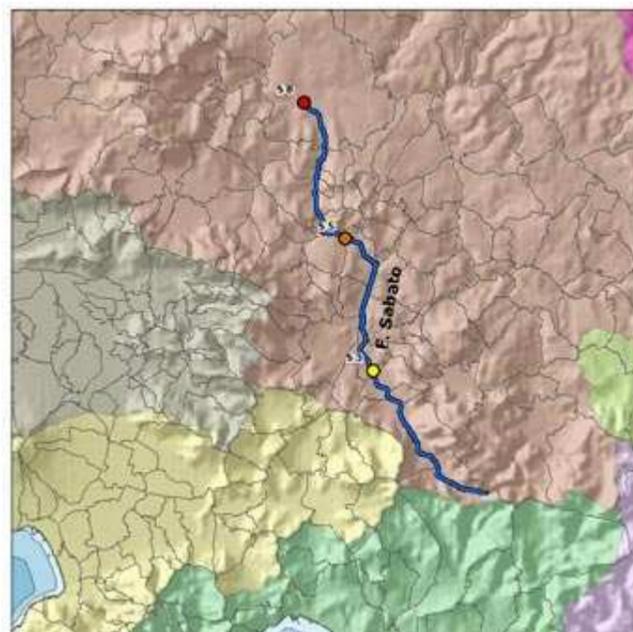


Figura. Andamento da monte a valle del LIM lungo il Sabato

Prelievi

Prov.	Comune	Località	Val. LIM	Classe LIM	Val. IBE	Classe IBE	Stato Ecologico	Stato Chimico	Giudizio
AV	Cesinali	Villa San Nicola	170	3	7/6	3	3	< soglia	Qualità mediocre
AV	Tufo	Branete (Zona Ind.)	75	4	6/7	3	4	< soglia	Qualità scadente
BN	Benevento	Ponte Leproso	55	5	5/6	4	5	< soglia	Qualità pessima

2.2 LO STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO DEI TRATTI 1 E 2

La presente relazione riguarda lo studio idrologico-idraulico preliminare, finalizzato allo Studio di Impatto Ambientale, inerente il Progetto Preliminare dell'adeguamento del raccordo autostradale Salerno-Avellino, relativamente alle tratte n° 1 e n° 2 (Salerno – S. Agata Irpina).

Nel presente studio preliminare, oltre a definire le portate di progetto di tutti i corsi d'acqua interferenti con l'infrastruttura (indicando peraltro le dimensioni e le caratteristiche dei singoli tombini), si forniranno le prime indicazioni in merito alle opere idrauliche a corredo del corpo stradale, le quali ne garantiscono la salvaguardia nei confronti delle acque che lo interessano direttamente e di quelle provenienti dai bacini esterni.

In particolare, le elaborazioni sono relative alle seguenti opere:

- opere di attraversamento;
- opere di raccolta delle acque ricadenti sulla sezione stradale, su rilevato o in trincea;
- opere di raccolta delle acque esterne al corpo stradale, al piede del rilevato e/o al di sopra della sezione in trincea.

Nella prima parte del tracciato, prossima all'abitato di Salerno, l'infrastruttura viaria in narrativa attraversa il territorio dell'Autorità dei Bacini in Destra Sele: segue il fondovalle del Fiume Irno, mantenendosi sempre in sinistra idraulica, ed è attraversata tutti i suoi affluenti in sinistra.

Nella seconda parte, invece, il raccordo autostradale attraversa il territorio dell'Autorità di Bacino del Sarno e si sviluppa per un lungo tratto parallelo all'alveo del Torrente Solofrana, che attraversa in prossimità dell'abitato di Solofra.

Lungo il tracciato oggetto dello studio, le interferenze tra organismi idrologici superficiali e l'infrastruttura viaria sono numerose e di carattere fortemente variato.

Facendo riferimento alla sola estensione dei bacini idrografici sottesi dai corsi d'acqua attraversati, sono stati presi in esame deflussi relativi al drenaggio di aree comprese tra pochi ettari (15,3 Ha per il bacino n° 5, attraversato alla progressiva Km 4+105 della tratta n° 1) ed i 39,45 Km² del Torrente Solofrana in corrispondenza dell'attraversamento del Tronco "A" dello Svincolo di Montorio Inferiore.

Si tratta, comunque, di bacini piccolissimi e medi, non monitorati, per i quali non risultano attendibili i risultati conseguibili tramite estrapolazioni agli stessi di quanto acquisibile con gli studi condotti sui grandi corsi d'acqua dotati di stazioni di misura delle grandezze idrologiche.

Ne consegue che la determinazione dei valori delle portate di piena di prefissata frequenza probabile, per tutti i bacini oggetto dello studio, può essere conseguita attraverso l'impiego di modelli matematici idonei ad

interpretare la fenomenologia afflusso pluviometrico-deflusso superficiale, tenuto conto dei caratteri del bacino.

Le variabili fondamentali nella determinazione delle portate di piena sono:

- la morfologia e l'estensione del bacino sotteso
- l'altezza di pioggia critica
- il tempo di corrivazione
- i caratteri di permeabilità dei suoli.

Alcune delle sunnominate grandezze (estensione del bacino, altezza media, tempo di corrivazione, permeabilità superficiale dei suoli) sono state determinate sulla base di parametri topografici e morfometrici, o sono state dedotte dall'analisi dei caratteri geologici, pedologici e colturali del bacino.

Per l'analisi dei parametri relativi alle precipitazioni, invece, sono state seguite due metodologie distinte ed operando quindi un confronto critico dei risultati ottenuti.

La prima metodologia si basa sull'elaborazione statistica dei dati di pioggia di massima intensità (con durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore) pubblicati sugli Annali del Servizio Idrologico Italiano - Compartimento Idrografico di Napoli ed La prima metodologia è stata utilizzata per calcolare le portate di piena con i metodi tradizionali, ovvero con il Metodo Razionale del Turazza.

La seconda metodologia consiste nell'uso della distribuzione TCEV, con i parametri ed i coefficienti riportati nel Rapporto VAPI Campania, per il calcolo dell'intensità di precipitazione e delle portate di piena. I valori di portata di piena ottenuti sono stati quindi confrontati con quelli riportati nella relazione idrologica del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Sarno.

Al fine di garantire la funzionalità e la continuità dell'esercizio dell'infrastruttura viaria a fronte di eventi idrologici di prefissata frequenza probabile, nell'ambito del presente studio, si è pertanto proceduto:

- all'acquisizione dei caratteri pluviometrici della vasta area sede dei bacini idrografici interessati dal tracciato ferroviario;
- alla determinazione dei valori delle portate di piena dei corsi d'acqua intercettati e delle portate transistanti nei manufatti previsti;
- alla verifica idraulica delle varie sezioni riscontrate e degli interventi proposti.

Nei paragrafi successivi sono riportati i dati elaborati, le metodologie adottate, i modelli di riferimento per il calcolo della piena al colmo e per il dimensionamento delle varie opere ed i risultati ottenuti.

2.2.1 Analisi delle precipitazioni di notevole intensità

Scopo dello studio idrologico è la determinazione dei parametri di base (con particolare riferimento alle portate di piena) per il dimensionamento delle opere idrauliche in progetto.

Dopo una prima indagine a più largo raggio, volta ad accertare la consistenza dei dati disponibili in zona, lo studio ha riguardato le stazioni pluviografiche del Servizio Idrografico Italiano (Compartimento idrografico di Napoli) con un discreto numero di anni di osservazione limitrofe alla zona in oggetto, ed in particolare, le stazioni di Salerno (Genio Civile) e Avellino (Genio Civile).

La prima, caratterizzata dalla quota di 16 m sul mare e dall'altezza del pluviometro di 20 m sul suolo, è ubicata nel Bacino del Fiume Irno. L'inizio delle osservazioni risale al 1919.

La seconda è posta alla quota di 383 m sul mare e presenta l'altezza del pluviometro di 10,50 m sul suolo. È ubicata nel Bacino del Volturno. L'inizio delle osservazioni risale al 1886.

Per la stazione di Salerno sono stati resi disponibili i valori massimi annui delle precipitazioni di notevole intensità, per gli anni che vanno dal 1950 al 1990, con una serie di 35 anni di osservazioni effettuate.

Per la stazione di Avellino sono stati resi disponibili i valori per gli anni dal 1949 al 1990, con 35 anni di osservazioni.

Elaborazioni statistiche dei dati di pioggia

L'analisi delle piogge intense è stata effettuata applicando, alla serie di valori delle piogge intense di breve durata registrate, il metodo delle "Curve di Caso Critico Regolarizzate".

La metodologia sopra accennata si basa sulla considerazione che tutti i valori relativi ad una curva possono essere regolarizzati mediante un'espressione del tipo:

$$h_{i,j} = a_i \times t_j^n \quad (1)$$

Nell'espressione precedente, i simboli hanno i seguenti significati:

- $h_{i,j}$ = altezza di precipitazione, misurata in mm
- t_j = durata della precipitazione, in ore
- a_i = coefficiente rappresentante l'altezza di precipitazione per durata di un'ora
- n = fattore di attenuazione della intensità (costante per tutte le diverse curve e caratteristico di una località climatica)

avendo indicato con l'indice "j" le "m" differenti durate orarie di precipitazione utilizzate per il campionamento e con l'indice "i" la posizione della curva di caso critico considerata nell'ambito delle "p" curve osservate.

La relazione tra "h" e "t" può essere linearizzata nel piano logaritmico:

$$\log h_{i,j} = \log a_i + n \times \log t_j \quad (1)$$

La determinazione dei parametri "ai" ed "n" viene quindi effettuata mediante l'applicazione del metodo dei minimi quadrati alla serie ordinata degli eventi osservati.

In particolare, il valore di "n" viene desunto dall'espressione seguente:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^m [(\log t_j - \log \tau) \times \log h_{i,j}]}{\sum_{j=1}^m [p \times (\log t_j - \log \tau)]^2} \quad (2)$$

Essendo:

$$\log \tau = \frac{1}{m} \times \sum_{j=1}^m \log t_j \quad (3)$$

e

$$\log k_i = \frac{1}{m} \times \sum_{j=1}^m \log h_{i,j} \quad (4)$$

risulta immediata l'espressione:

$$\log a_i = \log k_i - n \times \log t \quad (5)$$

che fornisce la serie dei valori interpolati ai di ciascuna curva considerata.

Considerando l'insieme delle ai come una successione di variabili casuali, è possibile individuare una funzione di distribuzione probabilistica approssimante la successione stessa; questo consente di effettuare l'estrapolazione delle a_i associate a Tempi di Ritorno anche più lunghi della durata delle serie osservate.

Trattandosi di una grandezza campionata per massimi annuali, ed essendo la variabile illimitata superiormente, è lecito supporre che la funzione di distribuzione che meglio vi si adatti sia la funzione di distribuzione "asintotica tipo 1" o "di Gumbel" (6).

I parametri di questa funzione probabilistica, stimati con il metodo dei momenti, hanno le seguenti espressioni:

$$P(a_i) = e^{-e^{-\alpha(a_i - x_0)}} \quad (6)$$

$$\alpha = 1,2825/\sigma \quad x_0 = \mu - 0,45006 \times \sigma \quad (7)$$

avendo indicato con μ e σ rispettivamente la media e lo scarto quadratico medio della successione delle a_i .

Infine il legame tra la probabilità $P(a)$ ed il Tempo di Ritorno Tr , è il seguente:

$$P(a) = 1 - 1/Tr = (Tr - 1)/Tr \quad (8)$$

Nell'Annesso 1 (Precipitazioni), per entrambe le stazioni considerate, si riportano:

- La serie cronologica dei valori massimi annui delle precipitazioni di notevole intensità;
- La serie ordinata, in senso decrescente, dei valori massimi annui delle precipitazioni di notevole intensità;
- i valori delle altezze di precipitazioni per durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, stimate per Tempi di Ritorno pari a 10, 50, 100, 200 e 500 anni, nonché i parametri "a" ed "n" delle relative curve segnalatrici di possibilità pluviometrica.

Le curve di possibilità pluviometrica per le stazioni esaminate risultano:

a) Stazione di Salerno:

- Per un Tempo di Ritorno di 10 anni: $h = 64,580 \times t^{0,296}$
- Per un Tempo di Ritorno di 30 anni: $h = 81,872 \times t^{0,296}$
- Per un Tempo di Ritorno di 50 anni: $h = 89,765 \times t^{0,296}$
- Per un Tempo di Ritorno di 100 anni: $h = 100,412 \times t^{0,296}$
- Per un Tempo di Ritorno di 200 anni: $h = 111,020 \times t^{0,296}$

- Per un Tempo di Ritorno di 500 anni: $h = 125,016 \times t^{0,296}$

b) Stazione di Avellino:

- Per un Tempo di Ritorno di 10 anni: $h = 34,753 \times t^{0,376}$
- Per un Tempo di Ritorno di 30 anni: $h = 41,773 \times t^{0,376}$
- Per un Tempo di Ritorno di 50 anni: $h = 44,978 \times t^{0,376}$
- Per un Tempo di Ritorno di 100 anni: $h = 49,301 \times t^{0,376}$
- Per un Tempo di Ritorno di 200 anni: $h = 53,608 \times t^{0,376}$
- Per un Tempo di Ritorno di 500 anni: $h = 52,290 \times t^{0,376}$

Aree di pertinenza delle stazioni meteorologiche

Ad ogni stazione sono state assegnate le rispettive aree di pertinenza, tenendo in considerazione sia la distanza media del bacino dalle due stazioni (Avellino e Salerno), sia le caratteristiche orografiche e la esposizione rispetto ai venti dominanti, sia tutte le altre condizioni che potrebbero, in qualsiasi modo, influenzare il regime delle precipitazioni di breve durata e notevole intensità.

In definitiva, la stazione pluviometrica di Salerno è stata considerata rappresentativa per le aree ricadenti nel territorio dell'Autorità dei Bacini in Destra Sele (bacini idrografici dal n° 1 al n° 10 – piattaforma stradale dall'origine sino alla progressiva km 6+500 circa del Tratto n° 1: Salerno - Fisciano), mentre la stazione di Avellino è stata considerata rappresentativa per i bacini ricadenti nel territorio dell'Autorità di Bacino del Sarno (bacini dal n° 11 al n° 22) e rimanente piattaforma stradale.

Le altezze di pioggia puntuale sono state ragguagliate alla superficie dei bacini.

Tempo di Ritorno

Vista l'importanza della bretella autostradale in oggetto, per garantire la sua funzionalità anche in presenza di eventi meteorici eccezionali, le opere di drenaggio della piattaforma autostradale e delle aree esterne ad essa limitrofe (fossi rivestiti trapezoidali di piattaforma al piede della trincea, fossi di guardia al piede dei rilevati e al di sopra delle trincee, collettori di drenaggio centrali) sono state dimensionate con riferimento alle portate di piena associate ad eventi meteorici con Tempo di Ritorno di 30 anni.

Le opere di attraversamento, invece, sono state dimensionate e verificate per portate con Tempo di Ritorno di 100 o di 200 anni, in funzione dell'estensione del bacino:

- Per bacini di limitata estensione (sino a 5,00 km²): $T_R = 100$ anni;
- Per bacini di estensione maggiore (oltre i 5,00 km²): $T_R = 200$ anni;

2.2.2 *Caratteristiche morfometriche e altimetriche dei bacini idrografici*

Lo studio delle principali caratteristiche morfologiche e fisiografiche dei bacini dei corsi d'acqua interessati dall'infrastruttura viaria è stato effettuato sia sulle carte IGM in scala 1:25.000, sia sulla cartografia di dettaglio disponibile.

Sono stati valutati innanzitutto i parametri morfologici di maggior interesse, quali: l'area del bacino; la lunghezza e la pendenza dell'asta principale; la quota minima, coincidente con la sezione di chiusura del bacino; l'altitudine massima del bacino riferita al livello medio del mare; l'altitudine media, definita come il valore medio della curva ipsografica.

Le cartografie tecniche disponibili hanno permesso inoltre di definire la tipologia dei bacini, in termini di tipo di suolo, copertura vegetale ed uso del territorio.

Nel caso in esame, il ruolo del tipo di suolo e della vegetazione nella formazione del deflusso superficiale per gli stati idrologici di piena, che si identificano con eventi di piovosità intensa, è significativo per quanto riguarda sia la funzione di trattenuta, sia il controllo del tempo di concentrazione delle portate superficiali.

In particolare, per la generalità dei bacini oggetto dello studio, la porzione più elevata del bacino risulta costituita da formazioni di calcare fratturato, generalmente caratterizzate da elevata permeabilità, mentre le porzioni a quota inferiore risultano interessare i terreni a media permeabilità (detriti di falda e di conoide, i depositi alluvionali, ecc..) ed a medio-bassa permeabilità (complessi sabbioso-conglomeratico, arenaceo-breccioso, piroclastico e fluvio lacustre). I terreni a bassa permeabilità comprendono i depositi prevalentemente argillosi e le aree urbanizzate con pendenza maggiore dell'1%.

2.2.3 Altitudine media e Curva ipsografica

Per valutare l'altezza media dei singoli bacini, la superficie **A** è stata suddivisa in aree parziali **A_i** comprese tra due curve di livello fra di loro non troppo distanti, in modo da ritenere l'altezza **h_i** della fascia uguale alla media dei valori delle due curve di livello che la limitano. Si suppone cioè che in quel breve tratto la pendenza sia costante. Sono state quindi misurate le aree delle superfici parziali **A_i**.

L'altezza media **h_m** del bacino è la media ponderata delle altezze medie delle superfici parziali, cioè:

$$h_m = \frac{\sum h_i \cdot A_i}{A} \quad (9)$$

Essa rappresenta il valore medio della curva ipsografica; in particolare, è data dall'area compresa tra la curva ipsografica e gli assi coordinati divisa per l'area dell'intero bacino.

Pertanto nello studio del bacino è stata costruita anche la curva ipsografica, che rappresenta la ripartizione delle aree topografiche nelle varie fasce altimetriche.

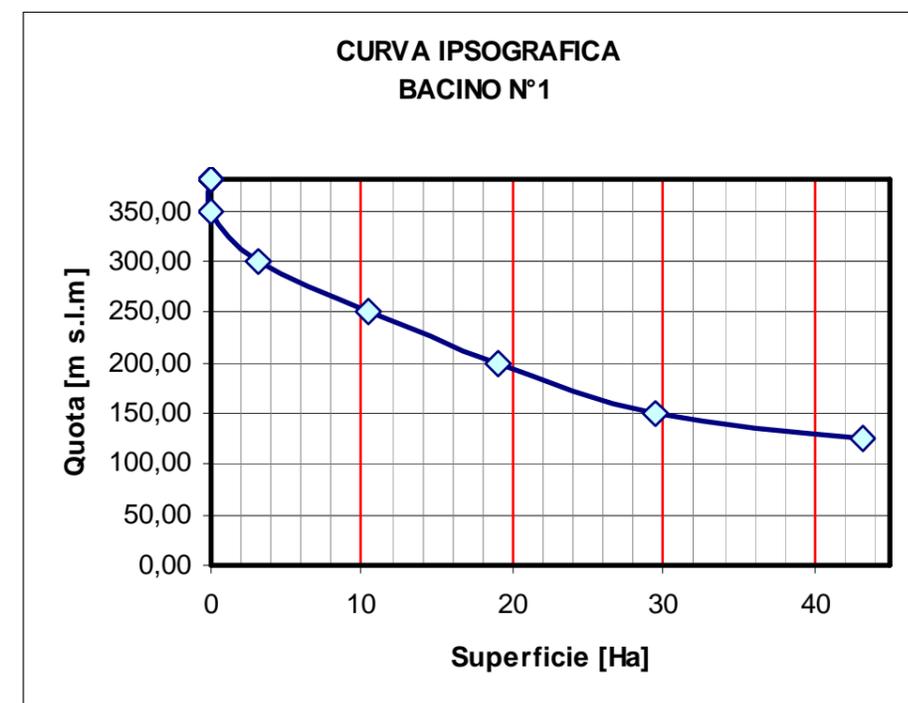
Di seguito si riportano le principali caratteristiche dei bacini esaminati.

Tratto n°1: Salerno – Fisciano									
Bacino N°	Denominazione	Progressiva dell'attraversamento	Superficie del bacino	Quota minima (sezione di chiusura)	Altitudine massima	Altezza media ragguagliata sulla sezione di chiusura	Altitudine media del bacino	Lunghezza dell'asta fluviale	Pendenza media dell'Asta Fluviale
		Km	Kmq	m s.l.m.	m s.l.m.	m	m s.l.m.	Km	%
1	s.n.	1+950	0,431	125	381	76,00	201,00	0,560	35,51%
2	Fosso Cologna	2+650	0,727	138	527	135,46	273,46	1,350	22,96%
3	s.n.	3+190	0,525	147	456	113,22	260,22	0,875	27,50%
4	Fosso Spinacavallo	4+000	1,225	154	711	237,08	391,08	2,560	17,59%
5	s.n.	4+105	0,153	173	288	41,06	214,06	0,425	16,89%
6	s.n.	4+240	0,955	172	435	88,93	260,93	1,210	16,34%
7	Fosso del Palo (o della Bastiglia)	5+220	3,396	201	953	304,42	505,42	3,120	19,52%
8	s.n.	5+517	0,698	225	718	117,57	342,57	1,525	25,27%
9	s.n.	5+750	0,324	225	467	80,51	305,51	0,875	19,65%
10	s.n.	6+010	0,930	225	676	170,64	395,64	1,355	25,80%
11	Fosso Lavinaio	7+000	6,253	236	836	236,79	472,79	4,650	10,21%
12	C.le Lenze	7+860	1,249	220	518	97,89	317,89	1,920	11,47%
13	Fosso Località Cappuccini	8+075	0,457	229	517	85,79	314,79	1,020	20,63%

Tratto n°2: Fisciano – Avellino									
Bacino N°	Denominazione	Progressiva dell'attraversamento	Superficie del bacino	Quota minima (sezione di chiusura)	Alitudine massima	Altezza media ragguagliata sulla sezione di chiusura	Alitudine media del bacino	Lunghezza dell'asta fluviale	Pendenza media dell'Asta Fluviale
		Km	Kmq	m s.l.m.	m s.l.m.	m	m s.l.m.	Km	%
14	Torrente La Calvagnola	1+620	24,106	216	1 607	458,74	674,74	10,650	10,80%
15	s.n.	1+958	0,345	198	432	85,24	283,24	0,630	26,86%
16	s.n.	2+900	1,408	170	607	131,10	301,10	2,155	16,05%
17	Fosso S. Stefano	5+665	4,457	205	1 192	300,88	505,88	5,080	15,91%
18	V.ne dell'Incoronata	7+228	1,004	234	898	178,50	412,50	1,630	32,47%
19	V.ne Candelito (o Formicosa)	7+907	6,090	254	1 567	544,13	798,13	5,250	20,53%
20	V.ne Acquella (o Fraccopaldo)	8+454	2,253	275	1 365	339,92	614,92	3,450	25,66%
21	Torrente Solofrana	9+898	14,980	299	1 567	465,35	764,35	6,750	15,30%
22	Torrente Solofrana (Coincidente con il Bacino n°V001- Autorità Bacino del Sarno)	Svincolo o Montor. Infer.	39,450	160	1 567	473,00	633,00	12,249	9,57%

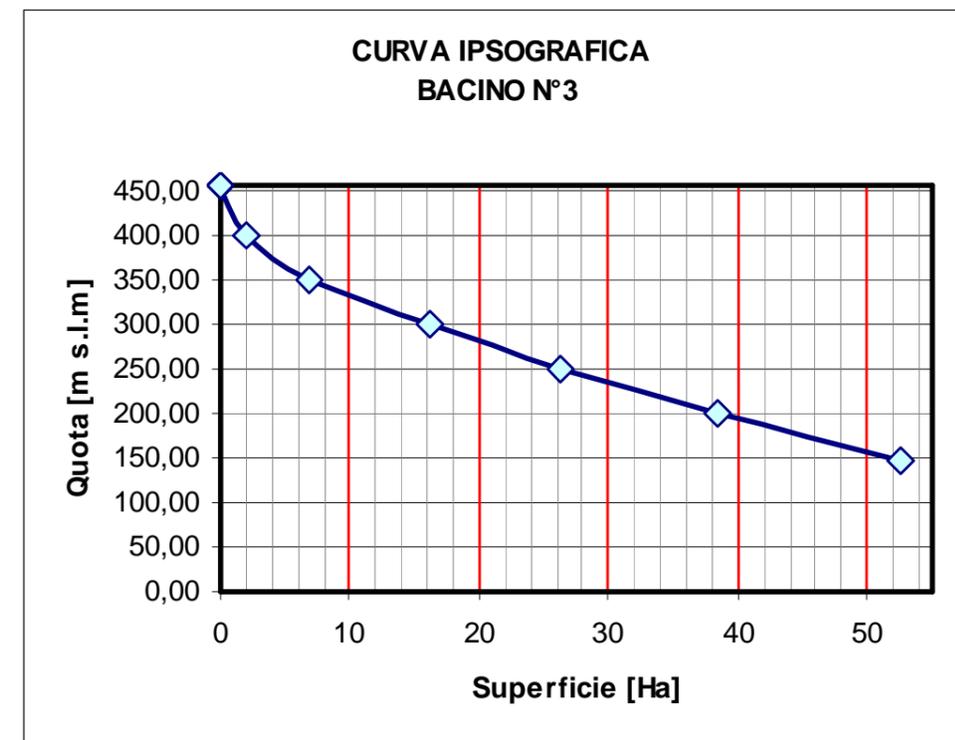
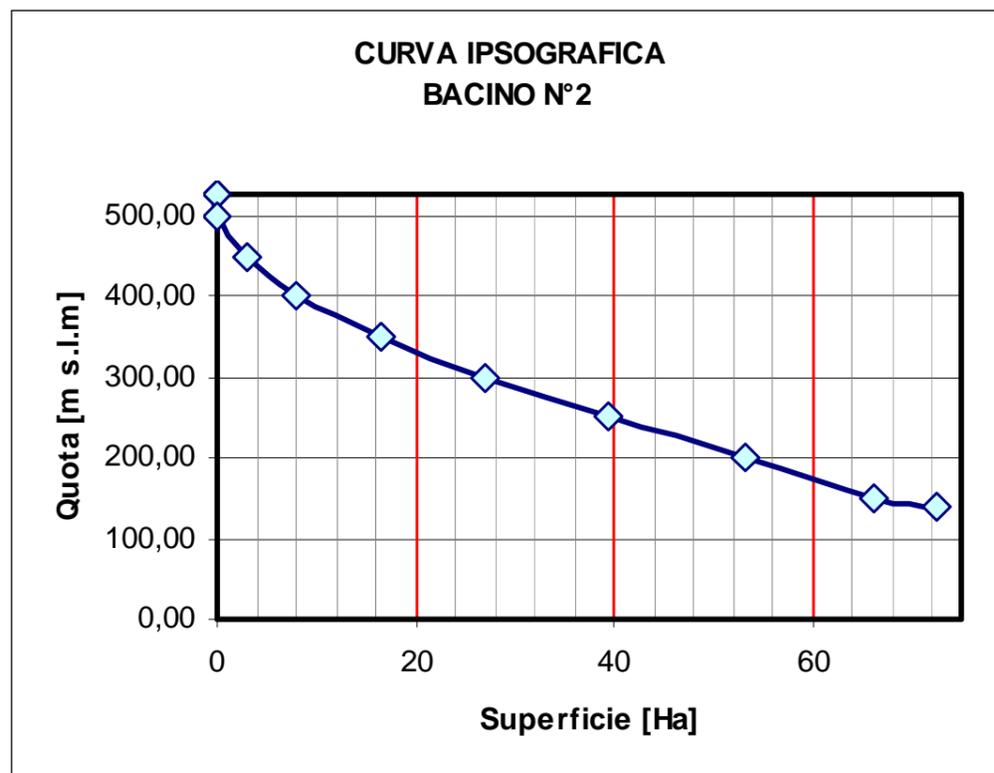
Per il bacino n° 22 (Torrente Solofrana), attraversato dal ramo “A” dello Svincolo di Montorio Inferiore, si sono assunti direttamente i dati riportati nella Relazione Idrologica dell’Autorità di Bacino del Sarno, relativi alla sezione immediatamente a valle del raccordo autostradale ed a monte della confluenza con il Torrente di San Bartolomeo (Sezione V001).

BACINO N°1			
Superficie Bacino S =	0,431	Kmq	
L asta fluviale =	0,560	km	
Hmax	381,00	msm	
Hmin	125	msm	
Hmed sul bacino =	76	m	
N°	da	a	Ha
	6	381	350
	5	350	300
	4	300	250
	3	250	200
	2	200	150
	1	150	125
	0	125	0
	Totale		43,10

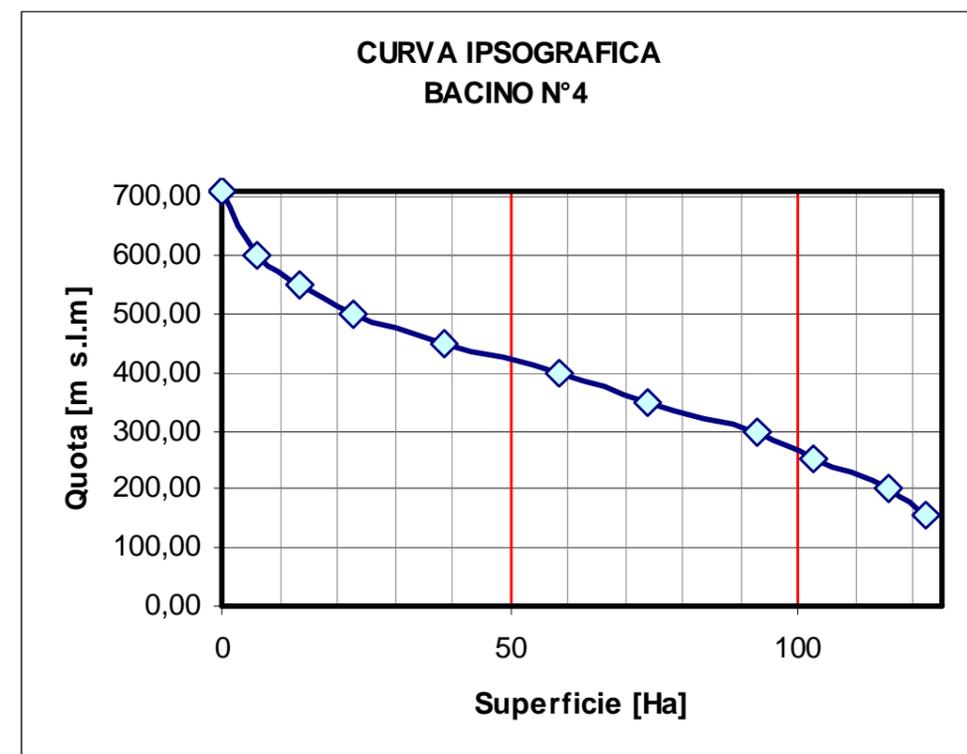


BACINO N°2			
Superficie Bacino S =		0,727	Kmq
L asta fluviale =		1,350	km
Hmax		527	msm
Hmin		138	msm
Hmed sul bacino=		135,46	m
N°	da	a	Ha
9	527	500	0,02
8	500	450	2,98
7	450	400	5,09
6	400	350	8,57
5	350	300	10,32
4	300	250	12,35
3	250	200	13,80
2	200	150	12,93
1	150	138	6,60
0	138	0	0,00
Totale			72,65

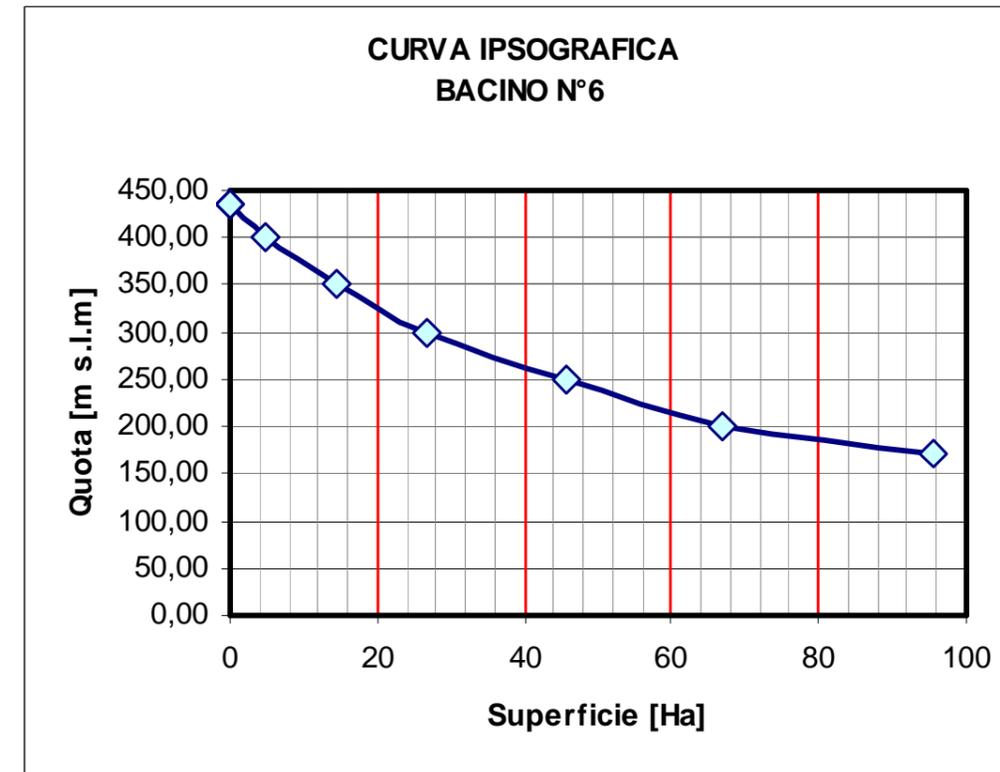
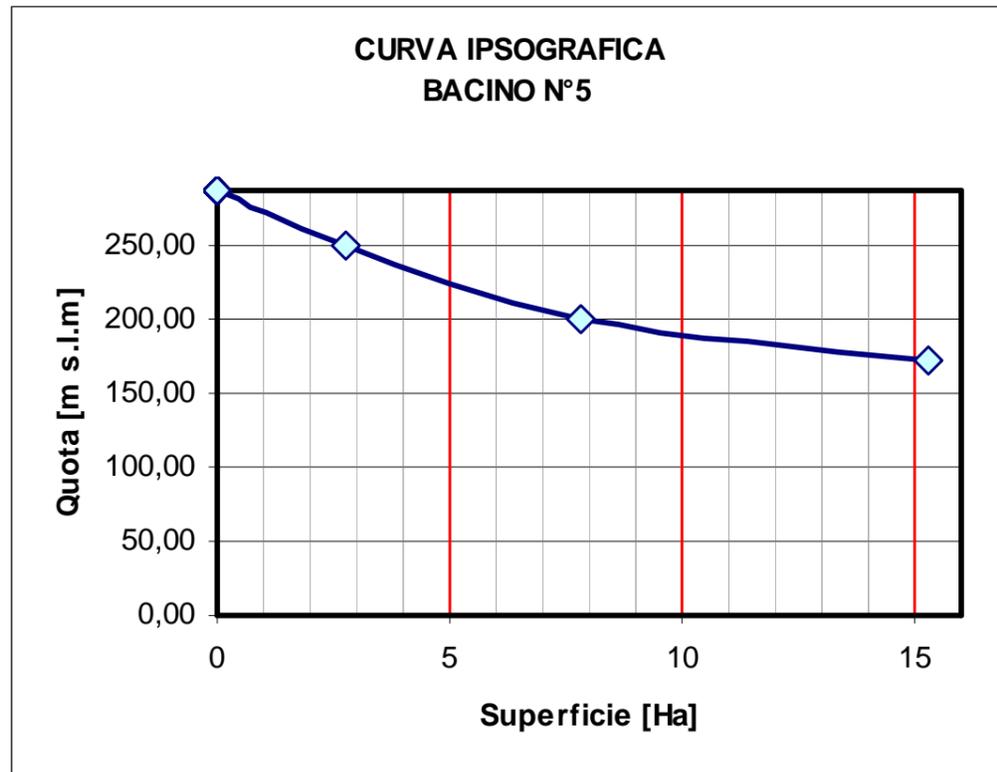
BACINO N°3			
Superficie Bacino S =		0,525	Kmq
L asta fluviale =		0,875	km
Hmax		456	msm
Hmin		147	msm
Hmed sul bacino=		113,22	m
N°	da	a	Ha
6	456	400	2,10
5	400	350	4,73
4	350	300	9,45
3	300	250	9,98
2	250	200	12,08
1	200	147	14,18
0	147	0	0,00
Totale			52,50



BACINO N°4			
Superficie Bacino S =		1,225	Kmq
L asta fluviale =		2,560	Km
Hmax		711	msm
Hmin		154	Msm
Hmed sul bacino=		237,08	M
N°	da	a	Ha
10	711	600	6,07
9	600	550	7,34
8	550	500	9,18
7	500	450	15,92
6	450	400	20,00
5	400	350	15,55
4	350	300	18,73
3	300	250	9,87
2	250	200	13,05
1	200	154	6,53
0	154	0	0,00
Totale			122,25

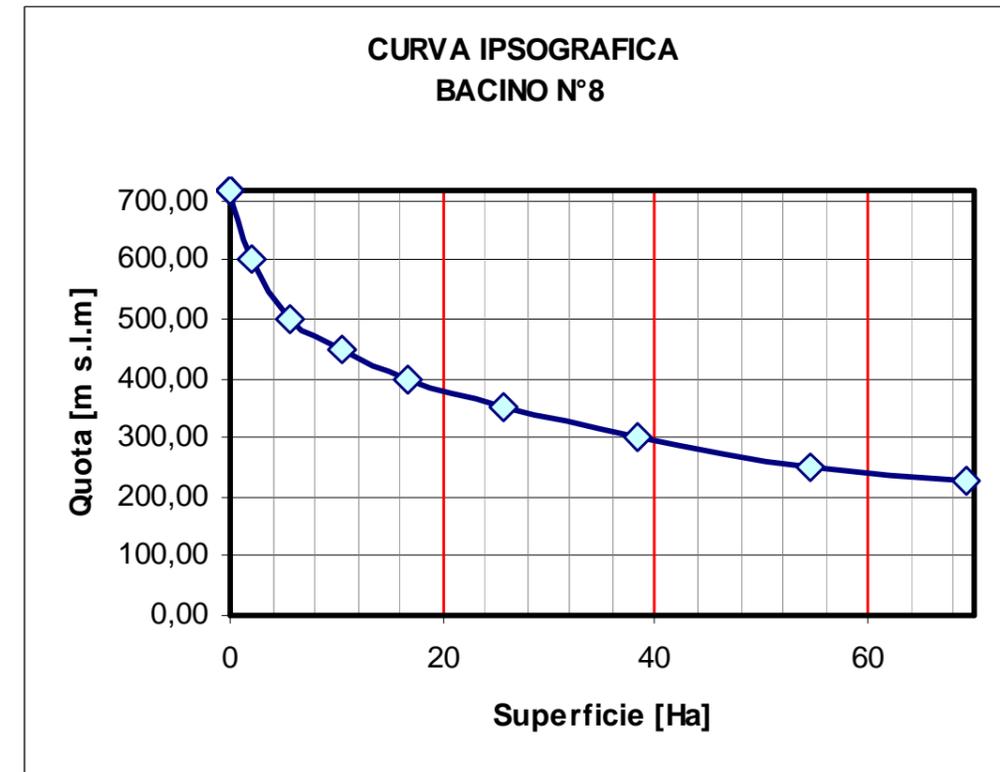
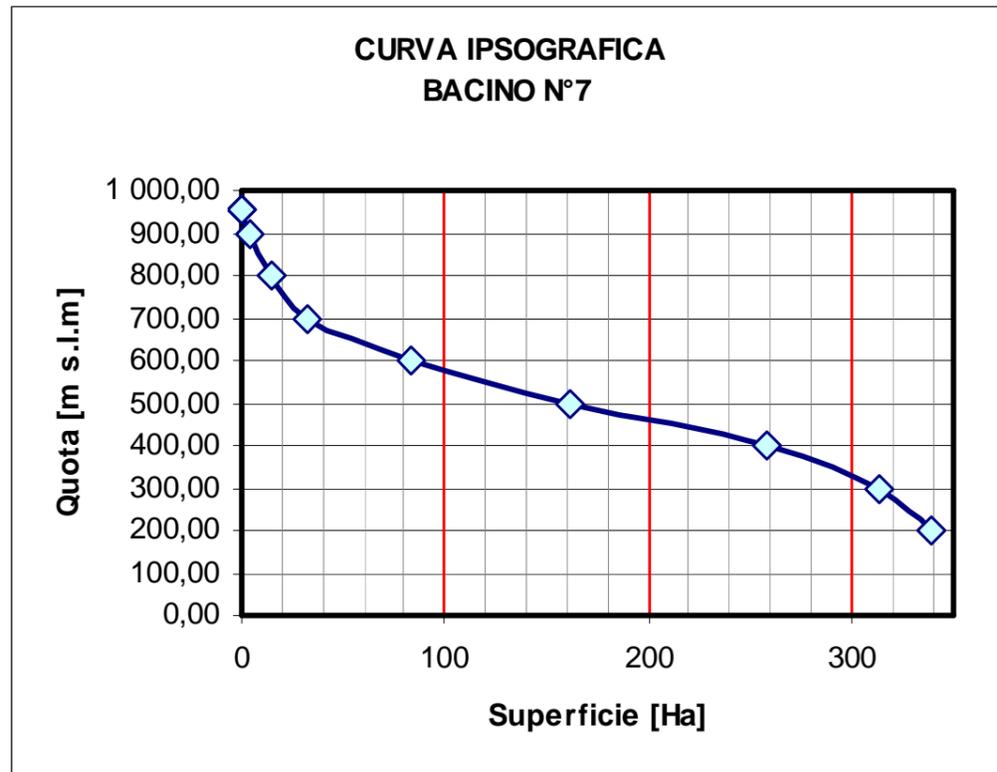


BACINO N°5			
Superficie Bacino S =		0,153	Kmq
L asta fluviale =		0,425	km
Hmax		288	msm
Hmin		173	msm
Hmed sul bacino=		41,06	m
N°	da	a	Ha
3	288	250	2,75
2	250	200	5,05
1	200	173	7,50
0	173	0	0,00
Totale			15,30



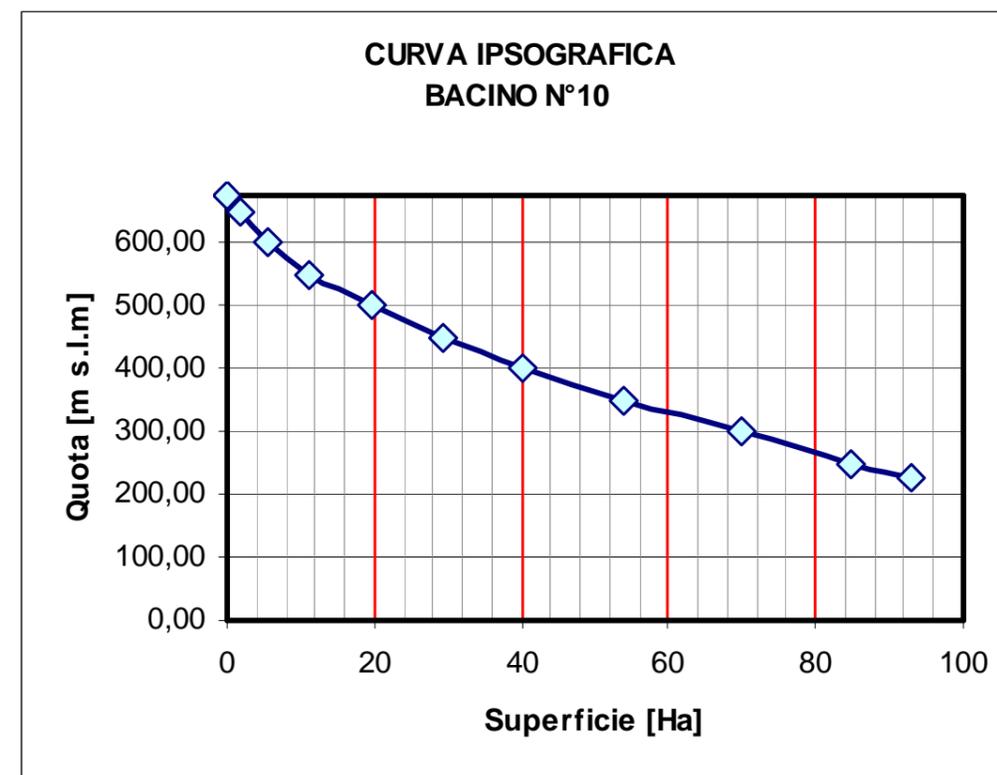
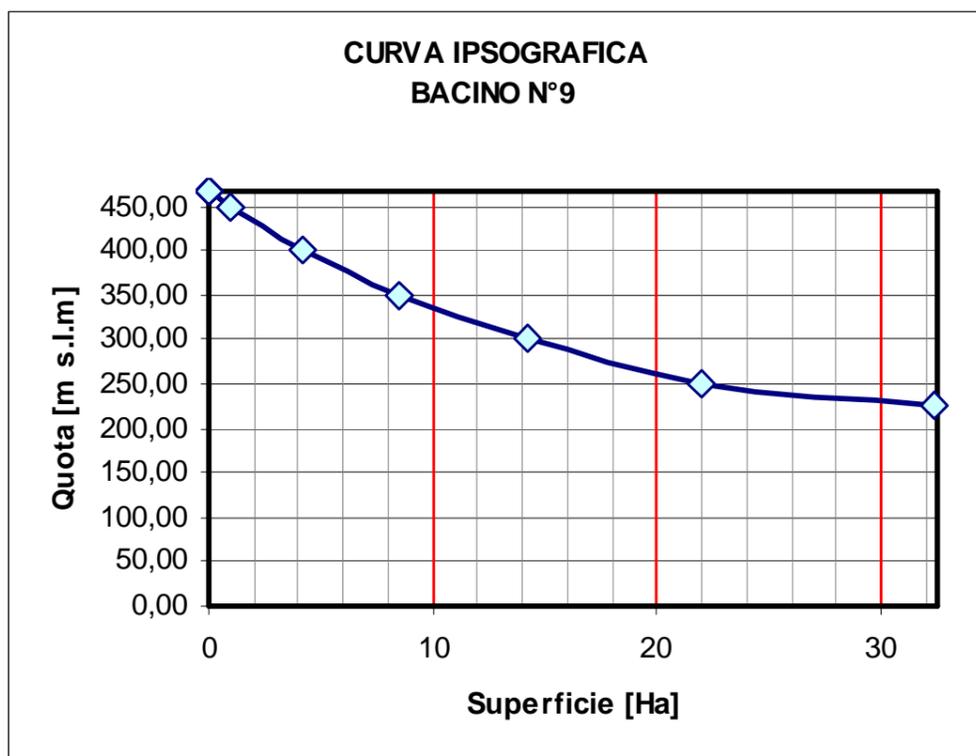
BACINO N°6			
Superficie Bacino S =	0,955	Kmq	
L asta fluviale =	1,210	km	
Hmax	435	Msm	
Hmin	172	msm	
Hmed sul bacino=	88,93	m	
N°	da	a	Ha
6	435	400	4,78
5	400	350	9,55
4	350	300	12,42
3	300	250	19,10
2	250	200	21,01
1	200	172	28,65
0	172	0	0,00
Totale			95,50

BACINO N°7			
Superficie Bacino S =	3,396	Kmq	
L asta fluviale =	3,120	km	
Hmax	953	msm	
Hmin	201	msm	
Hmed sul bacino=	304,42	m	
N°	da	a	Ha
8	953	900	3,45
7	900	800	11,38
6	800	700	17,83
5	700	600	50,60
4	600	500	78,37
3	500	400	96,33
2	400	300	56,34
1	300	201	25,30
0	201	0	0,00
Totale			339,60



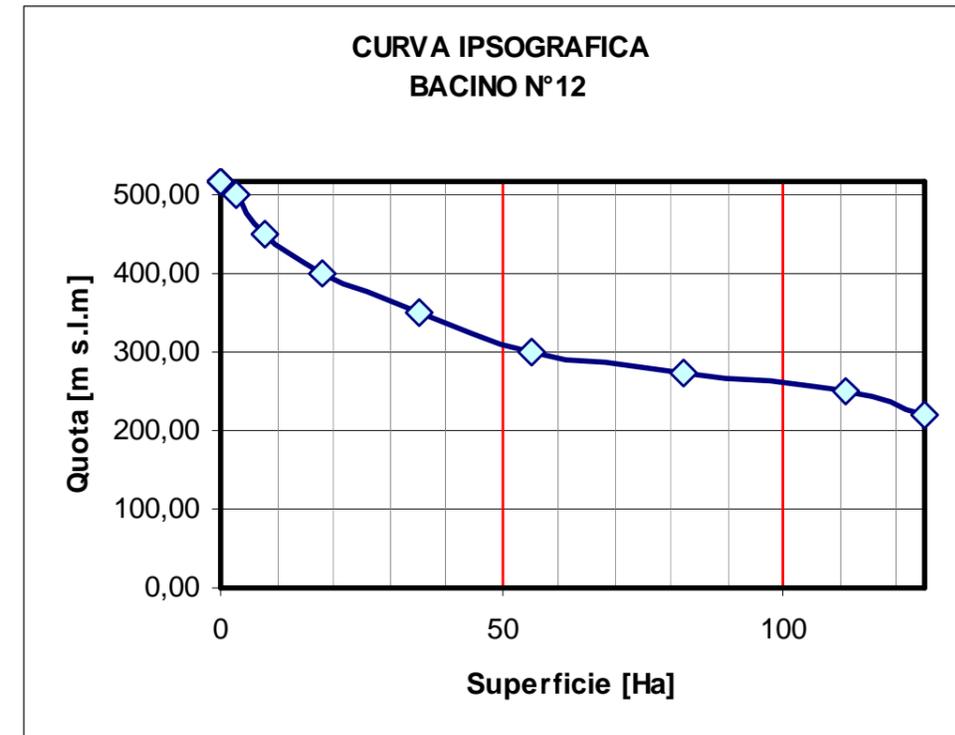
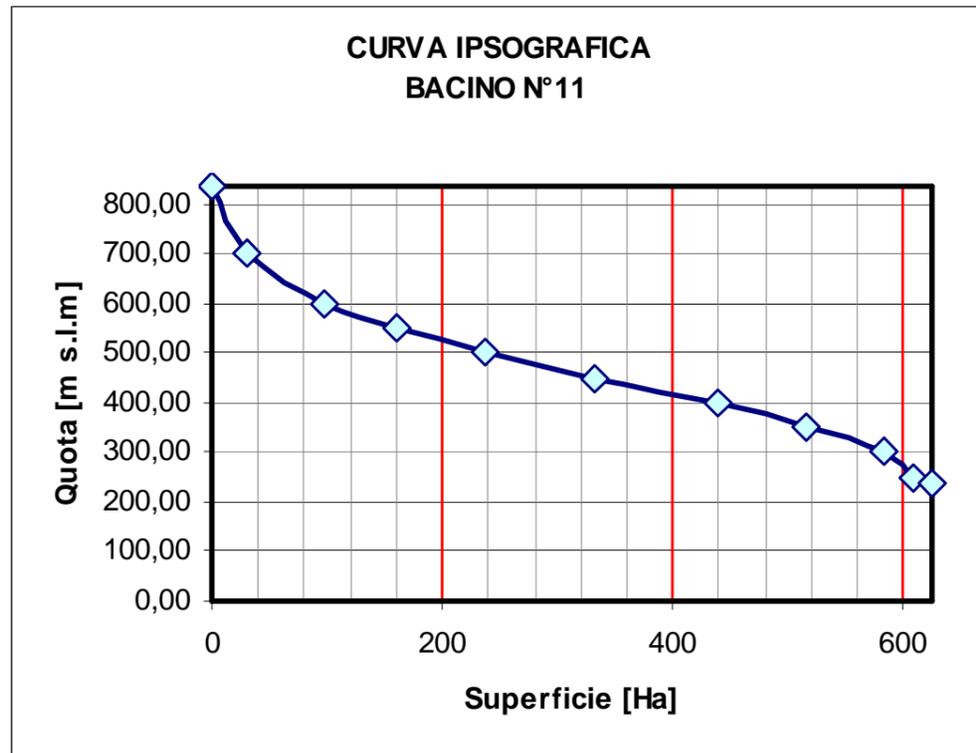
BACINO N°8			
Superficie Bacino S =	0,698	Kmq	
L asta fluviale =	1,525	km	
Hmax	718	msm	
Hmin	225	msm	
Hmed sul bacino=	117,57	m	
N°	da	a	Ha
8	718	600	2,09
7	600	500	3,49
6	500	450	4,89
5	450	400	6,28
4	400	350	9,07
3	350	300	12,56
2	300	250	16,05
1	250	225	14,66
0	225	0	0,00
	Totale		69,10

BACINO N°9			
Superficie Bacino S =	0,324	Kmq	
L asta fluviale =	0,875	km	
Hmax	467	mm	
Hmin	225	msm	
Hmed sul bacino=	80,51	m	
N°	da	a	Ha
6	467	450	0,97
5	450	400	3,24
4	400	350	4,21
3	350	300	5,83
2	300	250	7,78
1	250	225	10,37
0	225	0	0,00
	Totale		32,40



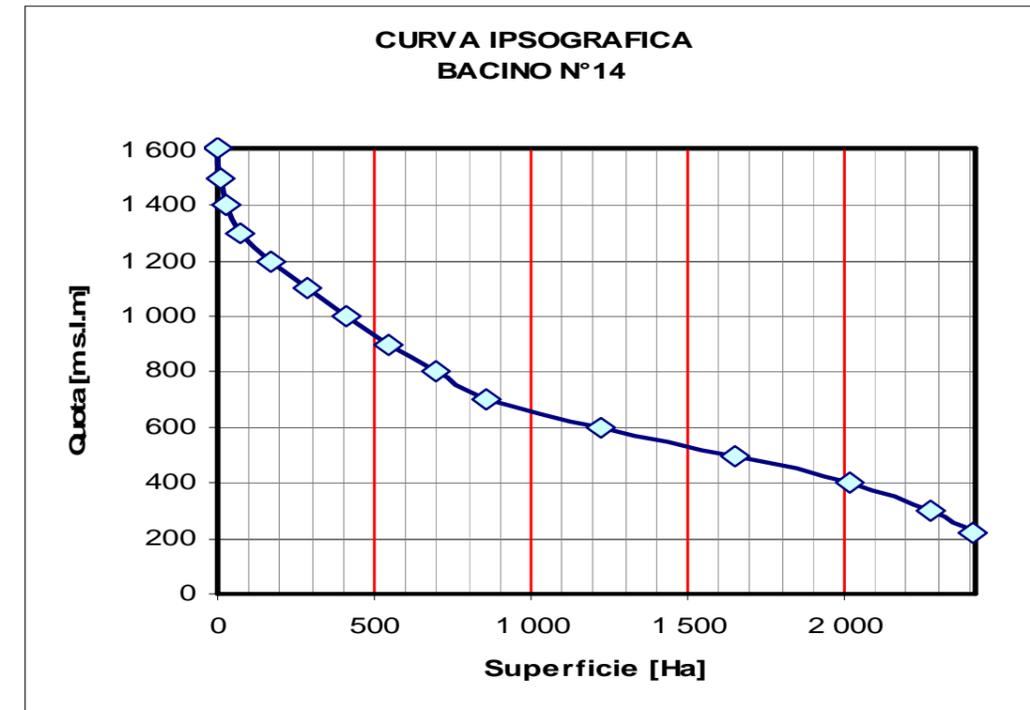
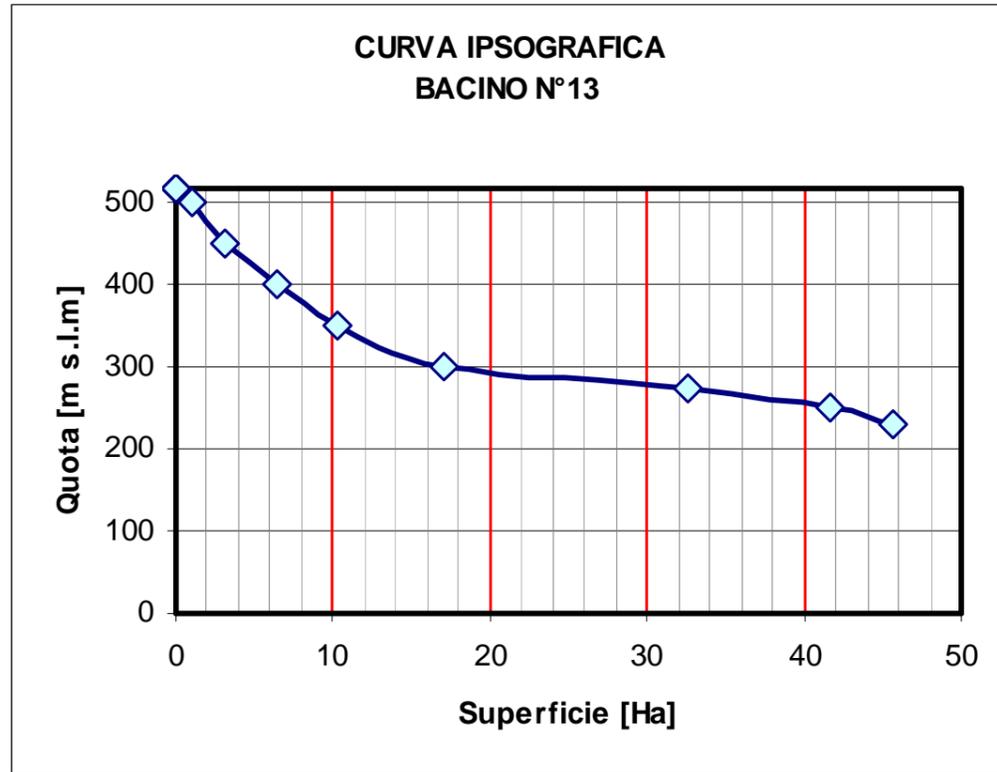
BACINO N°10			
Superficie Bacino S =	0,930	Kmq	
L asta fluviale =	1,355	km	
Hmax	676	msm	
Hmin	225	msm	
Hmed sul bacino=	170,64	m	
N°	da	a	Ha
10	676	650	1,86
9	650	600	3,72
8	600	550	5,58
7	550	500	8,37
6	500	450	9,77
5	450	400	10,70
4	400	350	13,95
3	350	300	15,81
2	300	250	14,88
1	250	225	8,37
0	225	0	0,00
Totale			93,00

BACINO N°11			
Superficie Bacino S =	6,253	Kmq	
L asta fluviale =	4,650	km	
Hmax	836	msm	
Hmin	236	msm	
Hmed sul bacino=	236,79	M	
N°	da	a	Ha
10	836	700	29,38
9	700	600	68,78
8	600	550	62,91
7	550	500	75,04
6	500	450	96,92
5	450	400	105,05
4	400	350	78,66
3	350	300	65,66
2	300	250	26,58
1	250	236	16,32
0	236	0	0,00
Totale			625,30



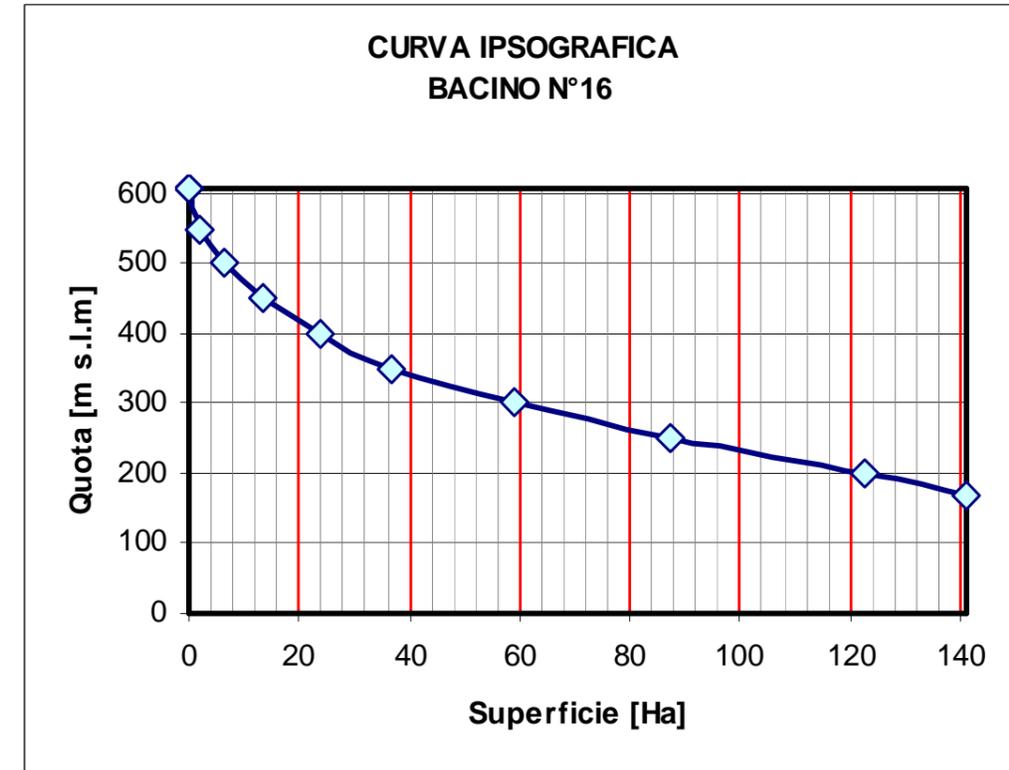
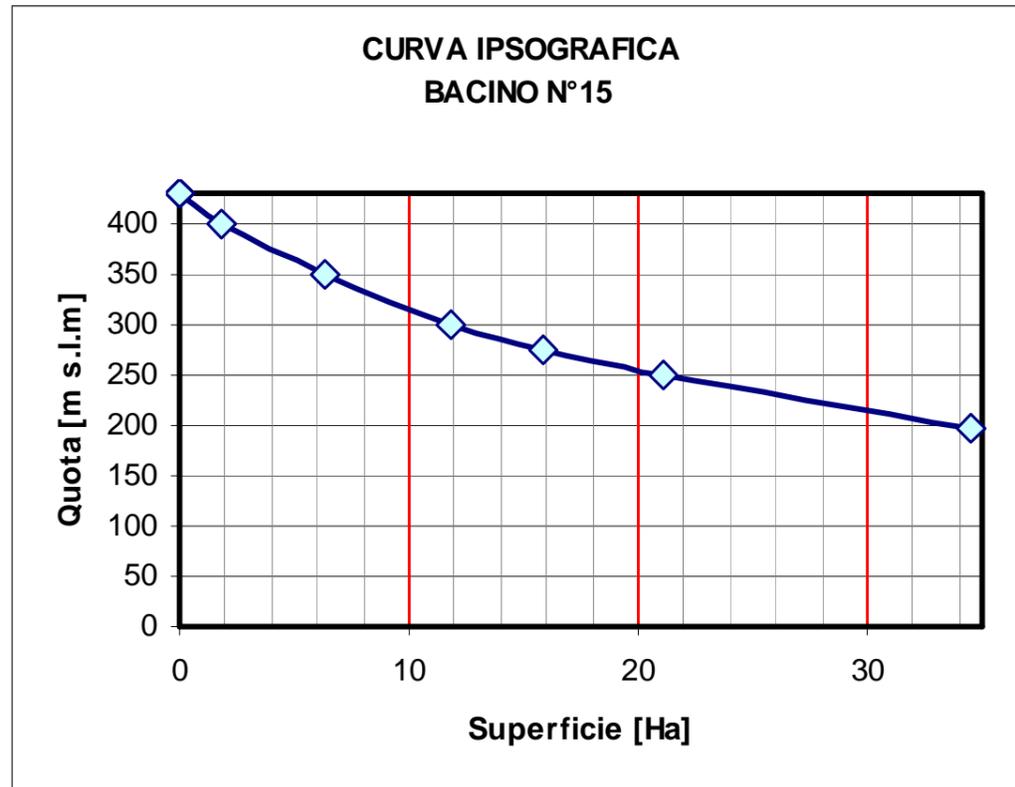
BACINO N°12			
Superficie Bacino S =	1,249	Kmq	
L asta fluviale =	1,920	km	
Hmax	518	msm	
Hmin	220	msm	
Hmed sul bacino=	97,89	M	
N°	da	a	Ha
8	518	500	2,75
7	500	450	5,18
6	450	400	9,99
5	400	350	17,49
4	350	300	20,11
3	300	275	26,94
2	275	250	28,56
1	250	220	13,88
0	220	0	0,00
	Totale		124,90

BACINO N°13			
Superficie Bacino S =	0,457	Kmq	
L asta fluviale =	1,020	km	
Hmax	517	msm	
Hmax	229	msm	
Hmed sul bacino=	85,79	m	
N°	da	a	Ha
8	517	500	1,01
7	500	450	2,06
6	450	400	3,43
5	400	350	3,79
4	350	300	6,86
3	300	275	15,51
2	275	250	8,98
1	250	229	4,08
0	229	0	0,00
	Totale		45,71



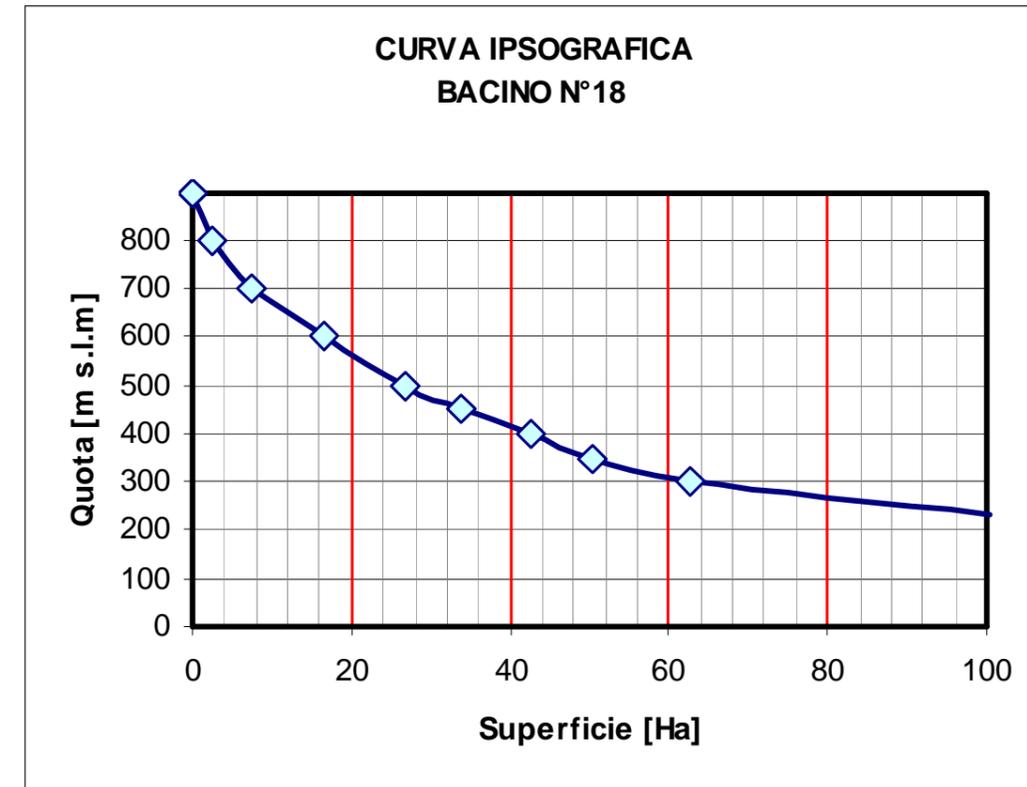
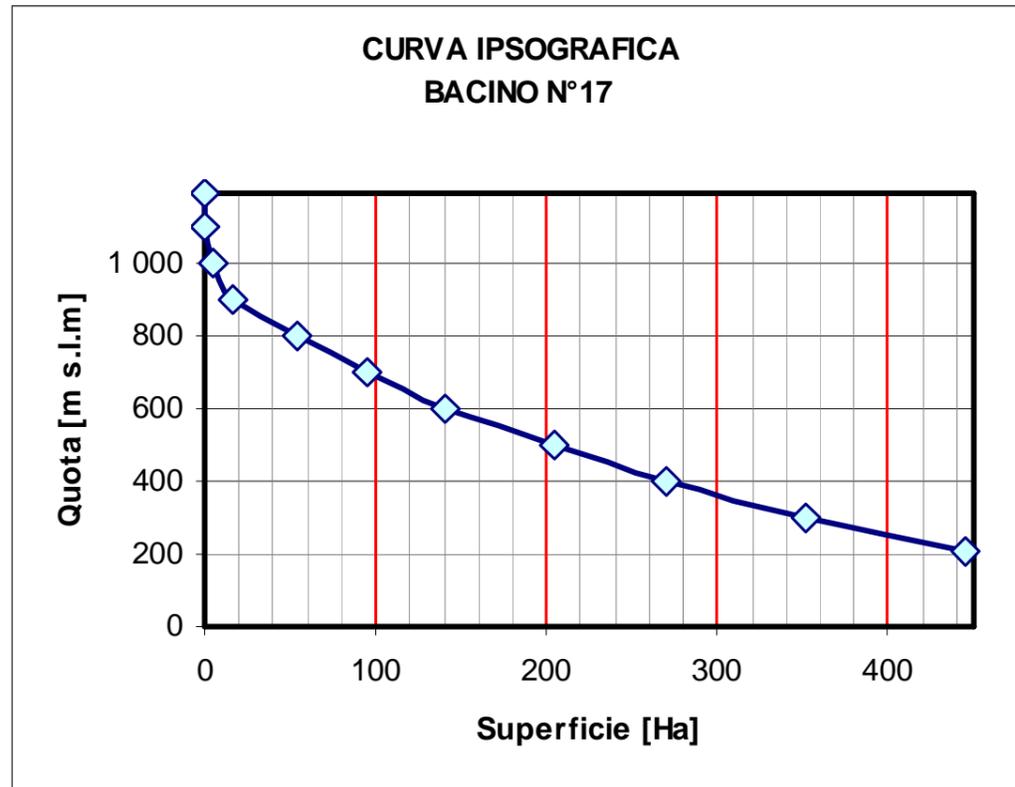
BACINO N°14			
Superficie Bacino S =	24,106		Kmq
L asta fluviale =	10,650		km
Hmax	1.607		msm
Hmax	216		msm
Hmed sul bacino=	458,74		m
N°	da	a	Ha
14	1607	1 500	8,20
13	1500	1 400	20,49
12	1400	1 300	40,74
11	1300	1 200	101,97
10	1200	1 100	114,26
9	1100	1 000	122,46
8	1000	900	134,51
7	900	800	150,18
6	800	700	165,85
5	700	600	361,59
4	600	500	431,02
3	500	400	370,51
2	400	300	256,25
1	300	216	134,75
	Totale		2 412,78

BACINO N°15			
Superficie Bacino S =	0,345		Kmq
L asta fluviale =	0,630		km
Hmax	432		msm
Hmin	198		msm
Hmed sul bacino=	85,24		m
N°	da	a	Ha
10	432	432	0,00
9	432	432	0,00
8	432	432	0,00
7	432	432	0,00
6	432	400	1,83
5	400	350	4,49
4	350	300	5,52
3	300	275	3,97
2	275	250	5,35
1	250	198	13,35
0	198	0	0,00
	Totale		34,50



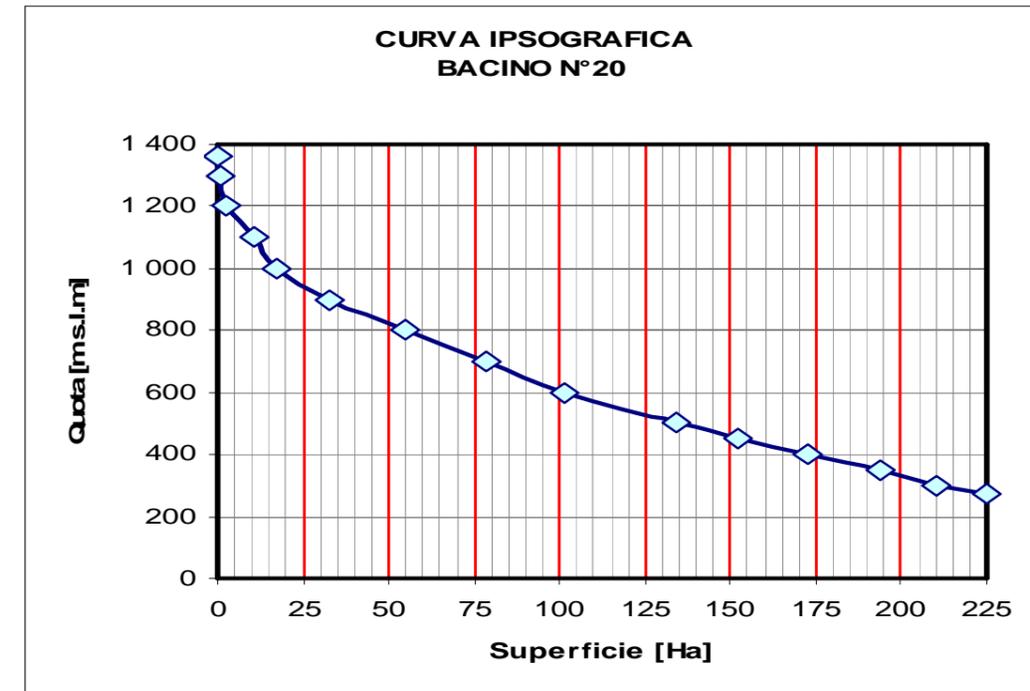
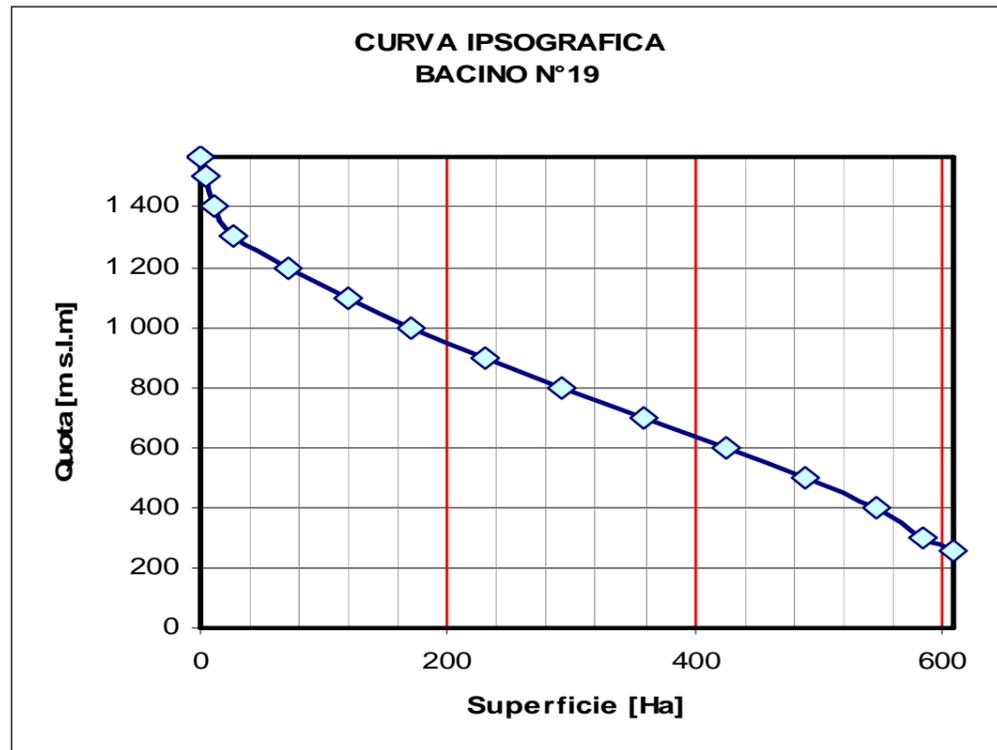
BACINO N°16			
Superficie Bacino S =	1,408	Kmq	
L asta fluviale =	2,155	km	
Hmax	607	msm	
Hmin	170	msm	
Hmed sul bacino=	131,10	m	
N°	da	a	Ha
9	607	550	2,11
8	550	500	4,22
7	500	450	7,04
6	450	400	10,56
5	400	350	12,67
4	350	300	22,53
3	300	250	28,16
2	250	200	35,20
1	200	170	18,30
0	170	0	0,00
Totale			140,80

BACINO N°17			
Superficie Bacino S =	4,457	Kmq	
L asta fluviale =	5,080	km	
Hmax	1.192	msm	
Hmin	205	msm	
Hmed sul bacino=	300,88	m	
N°	da	a	Ha
9	1100	1 000	5,44
8	1000	900	10,96
7	900	800	36,95
6	800	700	42,12
5	700	600	44,97
4	600	500	64,49
3	500	400	65,30
2	400	300	81,61
1	300	205	93,87
0	205	0	0,00
Totale			445,71



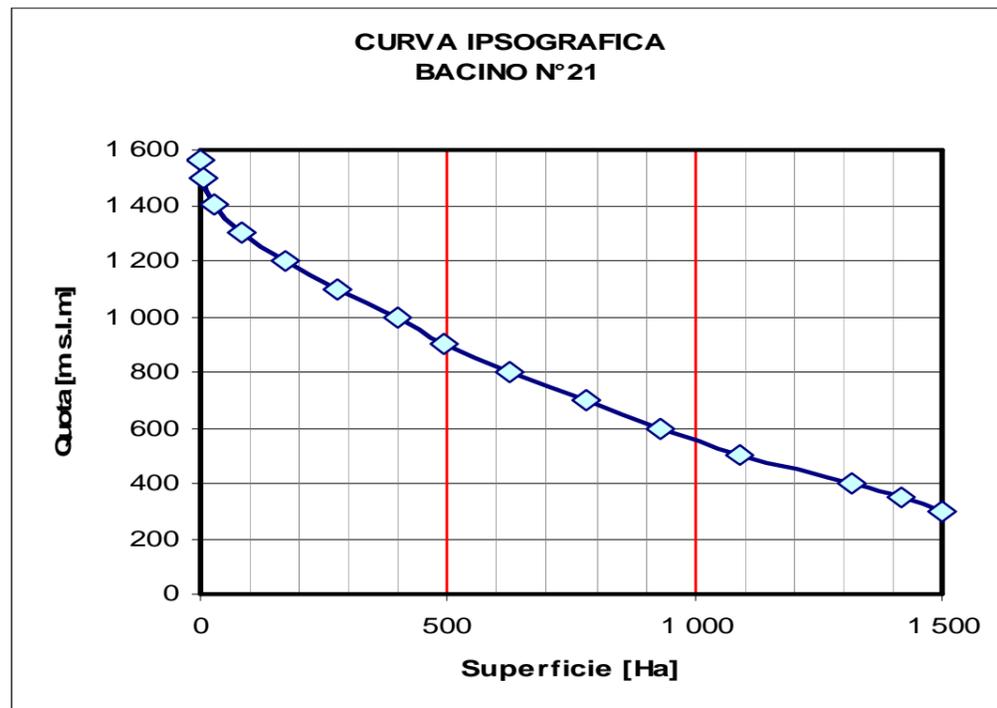
BACINO N°18			
Superficie Bacino S =	1,004	Kmq	
L asta fluviale =	1,630	km	
Hmax	898	msm	
Hmax	234	msm	
Hmed sul bacino=	178,50	m	
N°	da	a	Ha
9	898	800	2,32
8	800	700	5,02
7	700	600	9,04
6	600	500	10,54
5	500	450	7,03
4	450	400	8,48
3	400	350	8,03
2	350	300	12,38
1	300	234	37,55
0	234	0	0,00
	Totale		100,40

BACINO N°19			
Superficie Bacino S =	6,090	Kmq	
L asta fluviale =	5,250	km	
Hmax	1.567	msm	
Hmax	254	msm	
Hmed sul bacino=	544,13	m	
N°	da	a	Ha
14	1567	1 500	3,44
13	1500	1 400	8,53
12	1400	1 300	15,41
11	1300	1 200	44,58
10	1200	1 100	47,99
9	1100	1 000	51,46
8	1000	900	58,31
7	900	800	61,94
6	800	700	67,60
5	700	600	65,83
4	600	500	63,95
3	500	400	57,12
2	400	300	39,16
1	300	254	23,69
	Totale		609,00



BACINO N°20			
Superficie Bacino S =	2,253	Kmq	
L asta fluviale =	3,450	km	
Hmax	1.365	msm	
Hmin	275	msm	
Hmed sul bacino=	339,92	m	
N°	da	a	Ha
14	1365	1 300	0,86
13	1300	1 200	1,71
12	1200	1 100	7,71
11	1100	1 000	6,85
10	1000	900	15,70
9	900	800	21,99
8	800	700	24,06
7	700	600	22,62
6	600	500	32,89
5	500	450	18,02
4	450	400	19,83
3	400	350	21,52
2	350	300	16,90
1	300	275	14,64
Totale			225,30

BACINO N°21			
Superficie Bacino S =	14,980	Kmq	
L asta fluviale =	6,750	km	
Hmax	1.567	msm	
Hmin	299	msm	
Hmed sul bacino=	465,35	m	
N°	da	a	Ha
14	1567	1 500	8,01
13	1500	1 400	19,92
12	1400	1 300	55,73
11	1300	1 200	87,63
10	1200	1 100	107,56
9	1100	1 000	119,54
8	1000	900	95,27
7	900	800	133,47
6	800	700	152,50
5	700	600	149,87
4	600	500	159,54
3	500	400	228,59
2	400	350	97,97
1	350	299	82,39
Totale			1 498,00



2.2.4 Valutazione delle portate di piena con metodi cinematici

Trattandosi di bacini di limitata estensione, la valutazione della portata di piena di progetto è stata effettuata con riferimento a modelli matematici cinematici di tipo puntuale e con specifico riferimento alla "Formula Razionale" del Turazza che fornisce la seguente espressione per il valore della portata al colmo:

$$Q = C \times I \times A / 360 \quad (10)$$

ove:

- Q è la portata al colmo [m³/s]
- C è il coefficiente di deflusso
- $I = a \times Tc^{(n-1)}$ è l'intensità della pioggia critica, ovvero della pioggia con durata pari al tempo di corrivazione del bacino in esame [mm/ora], essendo:
 - a il coefficiente moltiplicatore dell'espressione analitica della curva di possibilità pluviometrica, funzione del Tempo di Ritorno considerato;
 - n l'esponente dell'espressione analitica della curva di possibilità pluviometrica, caratteristico di ciascuna località climatica
 - Tc il tempo di corrivazione proprio del bacino [ore]
- A è la superficie del bacino idrografico [Ha]

Il coefficiente di deflusso C della formula di Turazza è stato calcolato sulla base delle tre variabili esplicative:

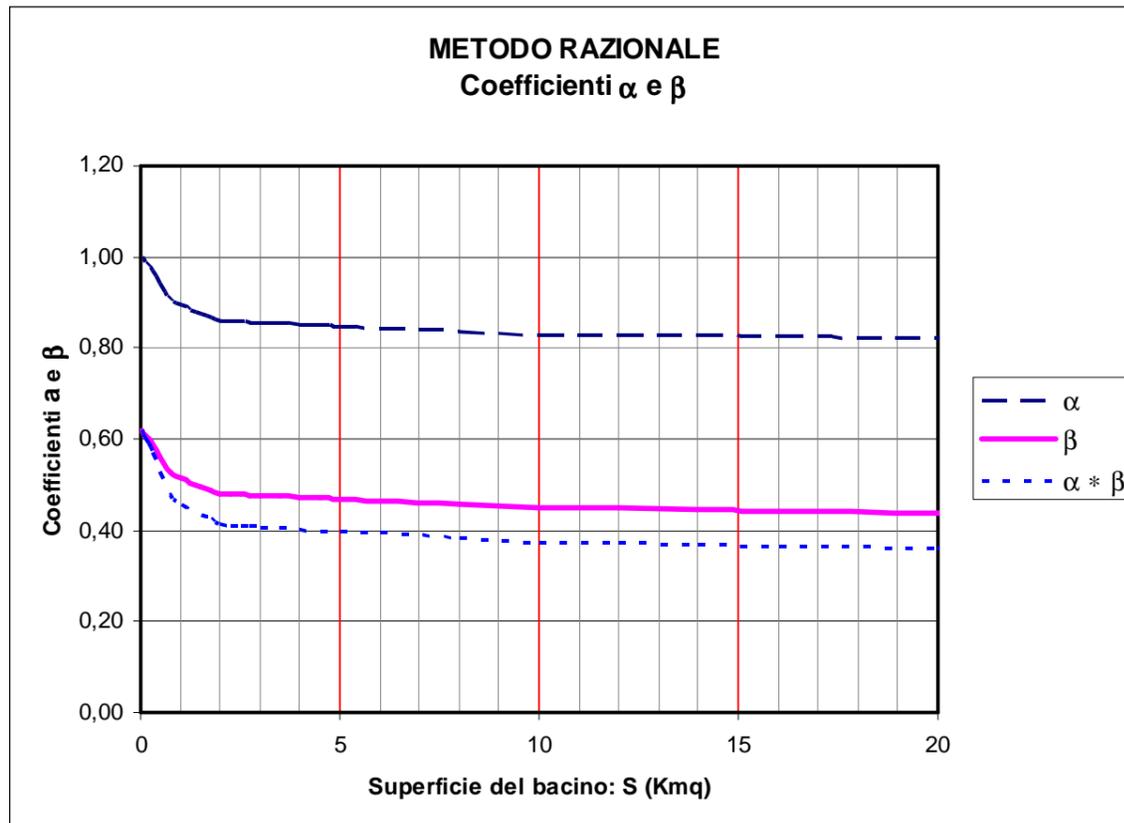
$$C = K \times \alpha \times \beta \quad (11)$$

- K , coefficiente di ragguaglio areale della pioggia
- α , potere di laminazione della rete
- β , coefficiente di infiltrazione dei suoli.

La tabella seguente fornisce i valori dei coefficienti α e β assunti per superfici variabili da 0,20 km² a 50,00 km². Per valori intermedi si è effettuata l'interpolazione lineare.

Superficie: S (km ²)	α	β
0,20	0,98	0,60
0,50	0,94	0,56
0,80	0,90	0,57
2,00	0,86	0,48
10,00	0,83	0,45
50,00	0,80	0,42

Il grafico seguente mostra l'andamento dei coefficienti α e β ed il loro prodotto, in funzione dell'estensione del bacino idrografico.



Ragguaglio areale della pioggia

Per la valutazione del coefficiente di ragguaglio areale della pioggia “K”, si è impiegata la medesima espressione riportata nella Relazione Idrologica del Progetto di Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico del Bacino del Sarno.

Secondo tale espressione, il fattore di riduzione areale viene ritenuto costante al variare del tempo di ritorno, e variabile in funzione dell’estensione del bacino e della durata della precipitazione critica:

$$K = 1 - \left[(1 - \exp(-c_1 \cdot A)) \cdot \exp(c_2 \cdot d^{c_3}) \right] \quad (12)$$

con:

- A = area del bacino, in km²
- d = durata della precipitazione critica, in ore
- c₁ = 0,0021

- c₂ = 0,53
- c₃ = 0,25

Per bacini molto piccoli, ovviamente, K è praticamente pari ad 1.

Tempo di corrivazione

Per la determinazione del tempo di corrivazione “Tc”, nella letteratura tecnica sono riportate numerose formule ognuna delle quali è stata ricavata prendendo in considerazioni bacini di determinate caratteristiche ed estensioni.

Nelle elaborazioni che seguono, si sono utilizzate le formule di Giandotti, di Kirpich, di Passini e di Ventura. In particolare:

Per bacini con superficie superiore ai 50 kmq, la valutazione del tempo di corrivazione è stata condotta con riferimento alla formula di Giandotti:

$$t_c = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1,5 \times L}{0,8 \times \sqrt{Hm}} \quad (13)$$

nella quale:

- t_c è il tempo di corrivazione, in ore;
- L è la lunghezza dell'asta fluviale principale, in km;
- A è la superficie del bacino, in km²;
- Hm è l'altezza media del bacino, ragguagliata sulla sezione di chiusura, in m.

Per bacini di superficie compresa tra 10 e 50 km², si è impiegata l’espressione del Kirpich:

$$t_c = 0,0663 \cdot \frac{L^{0,77}}{i^{0,385}} \quad (14)$$

nella quale:

- t_c è il tempo di corrivazione, in ore;
- L è la lunghezza dell'asta fluviale principale, in km;
- i è la pendenza media dell'asta fluviale principale.

Per bacini di superficie compresa tra 2 e 10 km², si è impiegata l’espressione del Passini:

$$t_c = 0,108 \cdot \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{i}} \quad (15)$$

nella quale:

- t_c è il tempo di corrivazione, in ore;
- A è la superficie del bacino, in km^2 ;
- L è la lunghezza dell'asta fluviale principale, in km;
- i è la pendenza media dell'asta fluviale principale.

Per bacini di superficie inferiore ai 2 km^2 , si è impiegata l'espressione del Ventura:

$$t_c = 0,127 \cdot \sqrt{\frac{A}{i}} \quad (16)$$

nella quale:

- t_c è il tempo di corrivazione, in ore;
- A è la superficie del bacino, in km^2 ;
- i è la pendenza media dell'asta fluviale principale.

Nella tabella seguente, per i vari bacini analizzati, si riportano i valori dei principali parametri idrologici oltre alla portata al colmo calcolata con il metodo razionale.

La portata di piena al colmo varia da un minimo di 9,01 mc/s per il bacino n° 15 (fosso senza nome) dell'estensione di 6,52 km^2 , ad un massimo di 164,41 mc/s per il bacino n° 22 (Torrente Solofrana) dell'estensione di 39,45 km^2 .

La portata specifica (o coefficiente udometrico) varia da un minimo di 41,7 l/s/Ha per il bacino n° 22 (Torrente Solofrana) dell'estensione di 39,45 km^2 , ad un massimo di 744,6 l/s/Ha per il bacino n° 5 (fossetto senza nome) dell'estensione di soli 15,3 Ha.

Tratto n° 1: Salerno - Fisciano														
Bacino N°	Progressiva dell'attraversamento	Superficie del bacino	Lunghezza asta fluviale	Tempo di corrivazione		Tempo di Ritorno	Stazione pluviometrica di riferimento	Intensità di precipitazione	Coeff di riduzione areale della pioggia: Ka(d)	Potere di laminazione della rete	Coeff. di infiltrazione dei suoli	Coefficiente di Deflusso	Portata Specifica	Portata di piena (Metodo Razionale)
N°	Km	Kmq	Km	ore	metodo	anni		mm/ora	K	α	β	C	l/s/Ha	mc/s
1	1+950	0,431	0,560	0,14	Ventura	100	Salerno	400,79	0,999	0,949	0,569	0,54	600,6	25,89
2	2+650	0,727	1,350	0,23	Ventura	100	Salerno	282,57	0,998	0,910	0,530	0,48	376,0	27,32
3	3+190	0,525	0,875	0,18	Ventura	100	Salerno	335,79	0,998	0,937	0,557	0,52	484,1	25,41
4	4+000	1,225	2,560	0,34	Ventura	100	Salerno	214,60	0,996	0,886	0,506	0,45	267,2	32,72
5	4+105	0,153	0,425	0,12	Ventura	100	Salerno	446,73	1,000	0,986	0,606	0,60	744,6	11,39
6	4+240	0,955	1,210	0,31	Ventura	100	Salerno	229,02	0,997	0,895	0,515	0,46	291,8	27,86
7	5+220	3,396	3,120	0,54	Passini	100	Salerno	154,95	0,989	0,855	0,475	0,41	174,5	59,27
8	5+517	0,698	1,525	0,21	Ventura	100	Salerno	301,26	0,998	0,914	0,534	0,49	409,2	28,56
9	5+750	0,324	0,875	0,16	Passini	100	Salerno	364,83	0,999	0,963	0,583	0,56	566,9	18,37
10	6+010	0,930	1,355	0,24	Ventura	100	Salerno	274,23	0,997	0,896	0,516	0,46	349,4	32,49
11	7+000	6,253	4,650	1,04	Passini	200	Avellino	52,31	0,978	0,844	0,464	0,39	55,4	34,66
12	7+860	1,249	1,920	0,42	Ventura	100	Avellino	84,71	0,996	0,885	0,505	0,45	105,5	13,17
13	8+075	0,457	1,020	0,19	Ventura	100	Avellino	138,97	0,999	0,946	0,566	0,54	208,2	9,52

Tratto n° 2: Fisciano - Avellino														
Bacino N°	Progressiva dell'attraversamento	Superficie del bacino	Lunghezza asta fluviale	Tempo di corrivazione		Tempo di Ritorno	Stazione pluviometrica di riferimento	Intensità di precipitazione	Coeff di riduzione areale della pioggia: Ka(d)	Potere di laminazione della rete	Coeff. di infiltrazione dei suoli	Coefficiente di Deflusso	Portata Specifica	Portata di piena (Metodo Razionale)
				ore	metodo									
14	1+620	24,106	10,650	0,97	Kirpich	200	Avellino	54,64	0,916	0,819	0,439	0,36	50,1	120,65
15	1+958	0,345	0,630	0,14	Ventura	100	Avellino	168,14	0,999	0,961	0,581	0,56	261,3	9,01
16	2+900	1,408	2,155	0,38	Ventura	100	Avellino	90,17	0,996	0,880	0,500	0,44	109,8	15,46
17	5+665,18	4,457	5,080	0,77	Passini	100	Avellino	58,03	0,985	0,851	0,471	0,40	63,5	28,31
18	7+228,54	1,004	1,630	0,22	Passini	100	Avellino	126,82	0,997	0,893	0,513	0,46	161,6	16,22
19	7+907,55	6,090	5,250	0,76	Passini	200	Avellino	63,62	0,979	0,845	0,465	0,39	67,5	41,09
20	8+453,92	2,253	3,450	0,42	Passini	100	Avellino	84,71	0,993	0,859	0,479	0,41	95,8	21,58
21	9+897,94	14,980	6,750	0,59	Kirpich	200	Avellino	74,51	0,951	0,826	0,446	0,37	72,8	109,09
22	Svincolo Mont. Inf.	39,450	12,249	1,13	Kirpich	200	Avellino	49,67	0,863	0,808	0,428	0,35	41,7	164,41

2.2.5 Valutazione delle portate di piena col metodo VAPI

Come premesso, oltre ai modelli cinematici puntuali, quali il metodo razionale, si è fatto esplicito riferimento anche alla metodologia proposta nel Rapporto Valutazione delle Piene in Campania (VAPI), come riportato nella Relazione Idrologica del Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Sarno.

Generalità

L'analisi idrologica dei valori estremi delle precipitazioni e delle piene in Campania è stata effettuata nel Rapporto VAPI Campania attraverso una metodologia di analisi regionale di tipo gerarchico, basata sull'uso della distribuzione di probabilità del valore estremo a doppia componente (TCEV - Two Component Extreme Value). Tale procedura si basa sulla considerazione che esistono zone geografiche via via più ampie che possono considerarsi omogenee nei confronti dei parametri statistici della distribuzione, man mano che il loro ordine aumenta.

Indicando con Q il massimo annuale della portata al colmo e con T il periodo di ritorno, cioè l'intervallo di tempo durante il quale si accetta che l'evento di piena possa verificarsi mediamente una volta, la massima portata di piena Q_T corrispondente al prefissato periodo di ritorno T , può essere valutata come:

$$Q_T = K_T \cdot m(Q) \quad (17)$$

dove:

- $m(Q)$ = media della distribuzione dei massimi annuali della portata di piena (piena indice).
- K_T = fattore probabilistico di crescita, pari al rapporto tra Q_T e la piena indice.

Per quanto attiene alla valutazione del fattore regionale di crescita, si è utilizzata la formulazione proposta nel rapporto VAPI Campania e riportata al paragrafo seguente.

Per la valutazione di $m(Q)$, si è utilizzato il modello geomorfoclimatico nel quale la piena indice viene valutata a partire dalle piogge e dipende dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino (area, percentuale impermeabile, copertura boschiva, ecc...).

Valutazione del fattore regionale di crescita

Nell'ambito del Progetto VAPI del G.N.D.C.I./C.N.R. il territorio nazionale è stato suddiviso in aree idrologicamente omogenee, caratterizzate pertanto da un'unica distribuzione di probabilità delle piene annuali rapportate al valore medio (legge regionale di crescita con il periodo di ritorno $K_T(T)$).

L'indagine regionale volta alla determinazione di tale legge è stata svolta per la regione Campania nel Rapporto VAPI Campania sopra menzionato. I risultati sono stati ottenuti sotto forma di una relazione tra K_T e T esplicitata come:

$$T = \frac{1}{1 - \exp(-13,11 \cdot 0,0202^{K_T} - 0,923 \cdot 0,230^{K_T})} \quad (18)$$

Questa relazione può essere valutata in prima approssimazione attraverso la seguente:

$$K_T = -0,0545 + 0,680 \cdot \ln(T) \quad (19)$$

con un errore inferiore al 5% per $T \geq 10$ anni.

Valutazione della piena media annua $m(Q)$ con il modello geomorfoclimatico

La piena media annua $m(Q)$ è caratterizzata da una elevata variabilità spaziale che può essere spiegata, almeno in parte, ricorrendo a fattori climatici e geomorfologici. E' dunque in genere necessario ricostruire modelli che consentano di mettere in relazione $m(Q)$ con i valori assunti da grandezze caratteristiche del bacino.

Quando manchino dati di portata direttamente misurati nelle sezioni di interesse, come nel caso in esame, l'identificazione di tali modelli può essere ottenuta attraverso approcci che si basano su modelli in cui la piena media annua viene valutata con parametri che tengano conto delle precipitazioni massime sul bacino e delle caratteristiche geomorfologiche (modelli geomorfoclimatici).

Il Rapporto VAPI Campania ha provveduto alla stima dei parametri sia per modelli empirici di vario tipo che per il modello geomorfoclimatico.

Tali parametri sono stati stimati utilizzando i dati di 12 delle 22 stazioni idrometriche presenti in Campania, corrispondenti a bacini di estensione variabile tra 95 Km² (Tusciano ed Olevano) e 5542 Km² (Volturno e Ponte Annibale).

In quanto segue, mancando dati di misura di portata nelle sezioni di interesse, il calcolo della portata media annua al colmo di piena è stato effettuato in via indiretta, in accordo con la metodologia proposta dal VAPI, a partire dalle precipitazioni intense e in particolare con il “modello geomorfoclimatico”, stimando $m(Q)$ come una frazione della massima intensità di pioggia che può verificarsi sul bacino, dipendente dalle caratteristiche geomorfologiche dello stesso.

Il modello geomorfoclimatico

Ad eventi di pioggia brevi ed intensi corrispondono, di solito, deflussi di piena nella sezione terminale del bacino dovuti essenzialmente allo scorrimento delle acque sui versanti e nei canali della rete idrografica.

Il bilancio idrologico di un bacino durante i fenomeni di piena può pertanto essere schematizzato considerando che fra i volumi in ingresso e quelli in uscita si stabilisce una relazione per effetto di una concomitante trasformazione dei due sottosistemi da cui è costituito il bacino:

- sui versanti, un'aliquota delle precipitazioni totali viene persa a causa del fenomeno dell'infiltrazione e, quindi, ai fini del bilancio di piena nella sezione finale contribuisce soltanto una parte delle precipitazioni totali, definita pioggia “efficace”;
- nella rete idrografica, l'aliquota delle piogge efficaci derivante dai versanti viene invasata e trasportata alla sezione di sbocco a costituire l'idrogramma di piena, che si manifesta con un certo ritardo nei confronti del pluviogramma che lo ha causato.

Per definire l'effetto dei versanti sulla determinazione della pioggia “efficace” si definisce coefficiente di afflusso di piena C_f il rapporto tra i volumi di piena e le precipitazioni totali sul bacino in un prefissato intervallo di tempo.

Per tenere conto del ritardo con cui l'idrogramma di piena si manifesta nella sezione di chiusura di un bacino rispetto al pluviogramma che lo ha determinato, è necessario definire una funzione di risposta del bacino stesso ad un ingresso impulsivo unitario detto anche idrogramma unitario istantaneo o IUH. Per pluviogramma di forma rettangolare, con durata ed intensità in accordo con la legge di probabilità pluviometrica sul bacino $m[I_A(d)]$ l'idrogramma di piena corrispondente ha ordinata al colmo proporzionale all'intensità di pioggia per mezzo di un coefficiente di attenuazione di piena $S(d)$ o funzione di picco $S(d) = \int_{t_p-d}^d u(\tau) \cdot dt$ in cui “u” è

l'idrogramma unitario istantaneo, t_p è l'istante in cui si manifesta il colmo di piena, misurato a partire dal momento di inizio della pioggia.

La forma assunta da $S(d)$ dipende sostanzialmente dal tempo di ritardo del reticolo idrografico “ t_r ”, definito come intervallo temporale che intercorre tra il baricentro del pluviogramma e quello dell'idrogramma corrispondente.

Definita la funzione $S(d)$, la portata al colmo di piena per unità di area dipende in maniera proporzionale dal prodotto $m[I_A(d)] \cdot S(d)$, in cui all'aumentare di “d” (durata dell'evento) il primo termine diminuisce mentre il secondo aumenta. Il valore della durata “d” per cui tale prodotto risulta massimo viene definito durata critica del bacino d_c .

Il massimo annuale della portata al colmo di piena, che si verifica dunque per eventi di durata d_c , viene definito come:

$$m(Q) = C_f \cdot A \cdot S(d_c) \cdot m[I_A(d_c)] \quad (20)$$

La (20) può essere riscritta come:

$$m(Q) = \frac{C_f \cdot q \cdot m[I_A(t_r)] \cdot A}{3,6} \quad (21)$$

in cui

- t_r = tempo di ritardo del bacino, in ore;
- C_f = coefficiente di deflusso, caratteristico del bacino;
- $m[I_A(t_r)]$ = media del massimo annuale dell'intensità di pioggia areale di durata pari al tempo di ritardo t_r del bacino, in mm/ora;
- A = area del bacino, in km^2 ;
- q = coefficiente di attenuazione del colmo di piena.

Seguendo l'approccio sopra definito, per lo studio del bacino e per valutare la media dei massimi annuali della portata al colmo di piena $m(Q)$, si è provveduto a:

- determinare le caratteristiche morfologiche ed altimetriche dei bacini idrografici;
- calcolare i parametri del modello geomorfoclimatico C_f e t_r .
- definire la legge di probabilità pluviometrica areale $m[I_A(d)]$;

La determinazione delle caratteristiche morfologiche ed altimetriche dei bacini idrografici è riportata al paragrafo 3 della presente relazione.

Per i parametri del modello geomorfoclimatico C_f e t_r si utilizzano i valori già ricavati per il calcolo delle portate con il modello cinematico “razionale” e riportati al paragrafo 4, assumendo in via di prima approssimazione il tempo di ritardo coincidente con il tempo di corrivazione del bacino.

La legge di probabilità pluviometrica areale

La legge di probabilità pluviometrica areale consente di conoscere come varia la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia in funzione della durata "d" e dell'area del bacino "A".

Nota la legge $m[h_A(d)]$, è possibile definire la media dei massimi annuali dell'intensità di pioggia areale come

$$m[I_A(d)] = \frac{m[h_A(d)]}{d} \quad (22)$$

La metodologia comunemente impiegata consiste nell'ottenere la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia areale $m[h_A(d)]$ dalla media del massimo annuale dell'altezza di pioggia puntuale $m[h(d)]$ attraverso un fattore di ragguaglio noto come coefficiente di riduzione areale $K_A(d)$ come:

$$m[h_A(d)] = K_A(d) \cdot m[h(d)] \quad (23)$$

Per definire la $m[h_A(d)]$ risulta dunque necessario:

- definire la legge di probabilità pluviometrica $m[h(d)]$;
- calcolare il coefficiente di riduzione areale.

L'espressione utilizzata per il calcolo coefficiente di riduzione areale è stata illustrata al paragrafo 4.3.

La legge di probabilità pluviometrica

Per la stima della legge di probabilità pluviometrica, che definisce appunto la variazione della media del massimo annuale dell'altezza di pioggia con la durata, il Rapporto VAPI Campania fa sostanzialmente riferimento a leggi a quattro parametri del tipo:

$$m[h(d)] = \frac{m[I_0] \cdot d}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{C-D \cdot Z}} \quad (24)$$

in cui:

- "m [I₀]" rappresenta il limite dell'intensità di pioggia per durata "d" tendente a 0;
- "C", "D" e "d_c" sono i parametri della legge di probabilità pluviometrica, caratteristici di ciascuna area omogenea;

- "Z" è la quota topografica, assunta pari all'altitudine media del bacino.

Nel Rapporto VAPI Campania i parametri della suddetta legge sono stati determinati, per sei aree ritenute omogenee dal punto di vista pluviometrico, attraverso una procedura di stima regionale utilizzando i dati di 44 stazioni pluviografiche con più di 10 anni di osservazioni.

I bacini oggetto della presente relazione ricadono interamente nell'area omogenea n° 2, per la quale i parametri della legge di probabilità pluviometrica assumono i seguenti valori:

- m [I₀] = 83,75 mm/ora
- d_c = 0,3312 ore
- C = 0,7031
- D = 7,7381 · 10⁻⁵

La piena media annua

Definita la legge di probabilità pluviometrica areale e calcolati i parametri C_f e t_r, la piena media annua viene calcolata, come detto precedentemente, con la relazione (21):

$$m(Q) = \frac{C_f \cdot q \cdot m[I_A(t_r)] \cdot A}{3,6} \quad (21)$$

Nella precedente espressione, il coefficiente di attenuazione del colmo di piena "m" dipende in maniera complessa dalla forma della legge di probabilità pluviometrica e dalla risposta della rete idrografica e consente di tenere conto, tra l'altro, dell'errore che si commette nell'assumere che la durata critica del bacino, e cioè la durata della pioggia che causa il massimo annuale del colmo di piena, sia pari al tempo di corrivazione del bacino stesso. Esso può essere valutato, in prima approssimazione, come:

$$q = 0,60 \text{ se } 0,25 \leq 1 + k_1 \cdot A - \frac{\beta \cdot t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} \leq 0,45 \quad (25 a)$$

$$q = 0,65 \text{ se } 0,45 < 1 + k_1 \cdot A - \frac{\beta \cdot t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} \leq 0,65 \quad (25 b)$$

in cui:

- $\beta = (C - D \cdot Z)$ e "d_c" sono i parametri della legge di probabilità pluviometrica;
- k₁ è un coefficiente numerico pari a 1,44 · 10⁻⁴ se l'area A è espressa in km² e il tempo di ritardo t_r in ore.

2.2.6 Portate di piena con preassegnato periodo di ritorno

Nota la portata di piena media annua $m(Q)$ e nota la legge regionale di crescita $K_T(T)$, è stato possibile valutare, attraverso la relazione (17)

$$Q_T = K_T \cdot m(Q) \quad (17)$$

la portata di piena relativa a periodi di ritorno assegnati ($T_r = 100$ o 200 anni) per tutti gli attraversamenti della bretella autostradale in narrativa.

I risultati sono sintetizzati nella tabella seguente:

Bacino N°	Progressiva Km	Superficie del bacino	Tempo di ritardo	Media max annuale Intensità di pioggia areale: $m[Ia(tr)]$	Tempo di Ritorno	Coefficiente di Deflusso	Coeff. Di attenuazione del colmo di piena	Portata di Piena media annua $m(Q)$	Fattore di crescita probabilistica	Portata di piena al colmo (Metodo VAPI - Campania)	Portata Specifica di piena
		Kmq	ore	mm/ora	anni	C	q	mc/s	Ks	mc/s	l/s/Ha
Tratto n° 1: Salerno - Fisciano											
1	1+950	0,431	0,14	65,66	100	0,54	0,60	2,55	3,077	7,84	181,83
2	2+650	0,727	0,23	58,34	100	0,48	0,60	3,39	3,077	10,43	143,58
3	3+190	0,525	0,18	62,14	100	0,52	0,60	2,83	3,077	8,70	165,70
4	4+000	1,225	0,34	51,86	100	0,45	0,60	4,76	3,077	14,66	119,69
5	4+105	0,153	0,12	67,73	100	0,60	0,60	1,04	3,077	3,19	208,37
6	4+240	0,955	0,31	53,18	100	0,46	0,60	3,89	3,077	11,98	125,47
7	5+220	3,396	0,54	43,58	100	0,41	0,60	10,11	3,077	31,12	91,63
8	5+517	0,698	0,21	59,95	100	0,49	0,60	3,42	3,077	10,52	150,67
9	5+750	0,324	0,16	64,01	100	0,56	0,60	1,94	3,077	5,96	183,86
10	6+010	0,930	0,24	57,88	100	0,46	0,60	4,13	3,077	12,70	136,55
11	7+000	6,253	1,04	31,77	200	0,39	0,65	13,99	3,548	49,64	79,38
12	7+860	1,249	0,42	47,86	100	0,45	0,60	4,48	3,077	13,79	110,44
13	8+075	0,457	0,19	61,50	100	0,54	0,60	2,53	3,077	7,79	170,35
Tratto n° 2: Fisciano - Avellino											
14	1+620	24,106	0,97	31,48	200	0,36	0,65	49,33	3,548	175,03	72,61
15	1+958	0,345	0,14	65,80	100	0,56	0,60	2,12	3,077	6,52	188,99

16	2+900	1,408	0,38	49,62	100	0,44	0,60	5,12	3,077	15,76	111,95
17	5+665,18	4,457	0,77	37,15	100	0,40	0,60	11,04	3,077	33,97	76,21
18	7+228,54	1,004	0,22	59,32	100	0,46	0,60	4,57	3,077	14,05	139,96
19	7+907,55	6,090	0,76	38,17	200	0,39	0,60	15,11	3,548	53,60	88,02
20	8+453,92	2,253	0,42	48,62	100	0,41	0,60	7,49	3,077	23,03	102,22
21	9+897,94	14,980	0,59	41,22	200	0,37	0,60	38,07	3,548	135,09	90,18
22	Svincolo Mont. Inf.	39,450	1,13	27,37	200	0,35	0,65	68,24	3,548	242,13	61,38

2.2.7 Definizione delle portate di progetto

La regionalizzazione delle precipitazioni effettuata nel Rapporto VAPI Campania si basa sulla considerazione che esistono ampie zone geografiche che possono considerarsi omogenee nei confronti del regime delle precipitazioni intense e, quindi, dei parametri statistici della distribuzione della distribuzione di probabilità (TCEV) utilizzata.

In particolare, tutti i bacini considerati nel presente studio risultano interamente ricadere nell’area omogenea “A2”. Per i bacini in esame, pertanto, la legge di probabilità pluviometrica risulta variabile in funzione della durata della precipitazione e dell’altitudine media del bacino.

In realtà, l’analisi statistica delle serie storiche delle precipitazioni di massima intensità registrate ai pluviografi indica, per la stazione di Salerno, un regime delle precipitazioni intense di valore sensibilmente più elevato rispetto ai corrispondenti valori ricavati per la stazione Avellino.

A titolo di esempio, si riportano i valori dell’intensità di precipitazione corrispondente ad un Tempo di Ritorno di 100 anni, per durate di 15, 30 e 60 minuti, ricavate per le due stazioni, rispettivamente con l’analisi delle precipitazioni registrate ai pluviometri e con il metodo VAPI Campania.

Confronto tra le intensità di precipitazione (mm/ora)

Durata (min’)	Analisi dei Valori Puntuali		Metodo VAPI Campania	
	SALERNO	AVELLINO	SALERNO	AVELLINO
15’	266,46	117,10	173,66	176,45
30’	163,57	75,98	135,10	138,67
60’	100,41	49,30	97,07	100,98

Dal confronto si evince immediatamente come il metodo VAPI fornisca, per Salerno, specie per le durate minori, valori dell’intensità di precipitazione di gran lunga inferiori a quelli desunti dall’analisi puntuale dei valori registrati. Per la stazione di Avellino, invece, il metodo VAPI fornisce valori superiori di quelli elaborati sui dati specifici della stazione.

Ovviamente, a parte gli altri fattori utilizzati nei due metodi, il diverso regime delle precipitazioni intense comporta, per le due stazioni, differenti stime del valore della portata al colmo.

Vista l’importanza dell’infrastruttura stradale in narrativa, a vantaggio di sicurezza, la portata di progetto per il dimensionamento degli attraversamenti è stata assunta pari alla maggiore portata al colmo di piena ricavata dal confronto tra i due metodi utilizzati, come dalla tabella seguente.

Bacino N°	Progressiva dell'attraversamento	Denominazione del corso d'acqua	Superficie del bacino	Stazione pluviometrica di riferimento	Portata di piena (Metodo Razionale)	Portata di piena al colmo (Metodo VAPI - Campania)	Portata di piena di progetto
N°	Km		Kmq		mc/s	mc/s	mc/s
Tratto n° 1: Salerno - Fisciano							
1	1+950		0,431	Salerno	25,89	7,84	25,89
2	2+650	Fosso Cologna	0,727	Salerno	27,32	10,43	27,32
3	3+190		0,525	Salerno	25,41	8,70	25,41
4	4+000	Fosso Spinacavallo	1,225	Salerno	32,72	14,66	32,72
5	4+105		0,153	Salerno	11,39	3,19	11,39
6	4+240		0,955	Salerno	27,86	11,98	27,86
7	5+220	Fosso del Palo (o della Bastiglia)	3,396	Salerno	59,27	31,12	59,27
8	5+517		0,698	Salerno	28,56	10,52	28,56
9	5+750		0,324	Salerno	18,37	5,96	18,37
10	6+010		0,930	Salerno	32,49	12,70	32,49
11	7+000	Fosso Lavinaio	6,253	Avellino	34,66	49,64	49,64
12	7+860	C.le Lenze	1,249	Avellino	13,17	13,79	13,79
13	8+075	Fosso Località Cappuccini	0,457	Avellino	9,52	7,79	9,52
Tratto n° 2: Fisciano - Avellino							
14	1+620	Torrente La Calvagnola	24,106	Avellino	120,65	175,03	175,03
15	1+958		0,345	Avellino	9,01	6,52	9,01
16	2+900		1,408	Avellino	15,46	15,76	15,76
17	5+665,18	Fosso S. Stefano	4,457	Avellino	28,31	33,97	33,97
18	7+228,54	V.ne dell'Incoronata	1,004	Avellino	16,22	14,05	16,22
19	7+907,55	V.ne Candelito (o Formicosa)	6,090	Avellino	41,09	53,60	53,60
20	8+453,92	V.ne Acquella (o Fraccopaldo)	2,253	Avellino	21,58	23,03	23,03
21	9+897,94	Torrente Solofrana	14,980	Avellino	109,09	135,09	135,09
22	Svincolo Mont. Inf.	Torrente Solofrana (Bacino n° V01- A.B. Sarno)	39,450	Avellino	164,41	242,13	242,13

2.2.8 Verifiche idrauliche e degli attraversamenti

Vista la notevole luce dei ponti e viadotti ed il modesto valore di portata di progetto dei corsi d'acqua interferiti (lo stesso torrente Solofrana, con un Tempo di Ritorno di 200 anni, presenta una portata di appena 242 mc/s), le verifiche idrauliche sono state effettuate unicamente per le opere di attraversamento minori (tombini), rinviando alle successive fasi della progettazione lo studio della corrente idrica in corrispondenza dei viadotti e l'individuazione delle eventuali opere di protezione e/o sistemazioni idrauliche dell'asta fluviale.

Le verifiche idrauliche delle opere di attraversamento sono tese a verificare che:

- il franco minimo, tra la quota della massima piena di progetto e la quota di intradosso dell'opera, risulti pari a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente e, comunque, non inferiore a 1,00 m;

la velocità della corrente all'interno del tombino sia sufficientemente elevata, in modo da garantire l'autopulizia, evitando il deposito del trasporto solido e favorendo l'asportazione dell'eventuale materiale depositato in fase di esaurimento delle piene precedenti. A tal fine si è assunta una velocità minima di 2,00 m/s;

- la velocità della corrente sia comunque contenuta, in modo da rendere minimi i fenomeni di abrasione ed assicurare una maggiore durata dell'opera. Si è assunto come limite massimo eccezionale il valore di 6,00 m/s.

Per le verifiche idrauliche si è ipotizzato che il deflusso avvenga in condizioni di moto uniforme. Le caratteristiche idrauliche delle sezioni di progetto sono state determinate mediante l'applicazione della formula di Chezy, nell'espressione di Gauckler-Strickler:

$$Q = c \times A \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (26)$$

dove:

- "A" è l'area della sezione bagnata
- "R" è il raggio idraulico
- "I" è la pendenza di fondo
- "c" è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, assunto pari a $45 \sqrt[3]{m/s}$, come indicato negli "allegati tecnici alle Norme di Attuazione" del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Sarno.

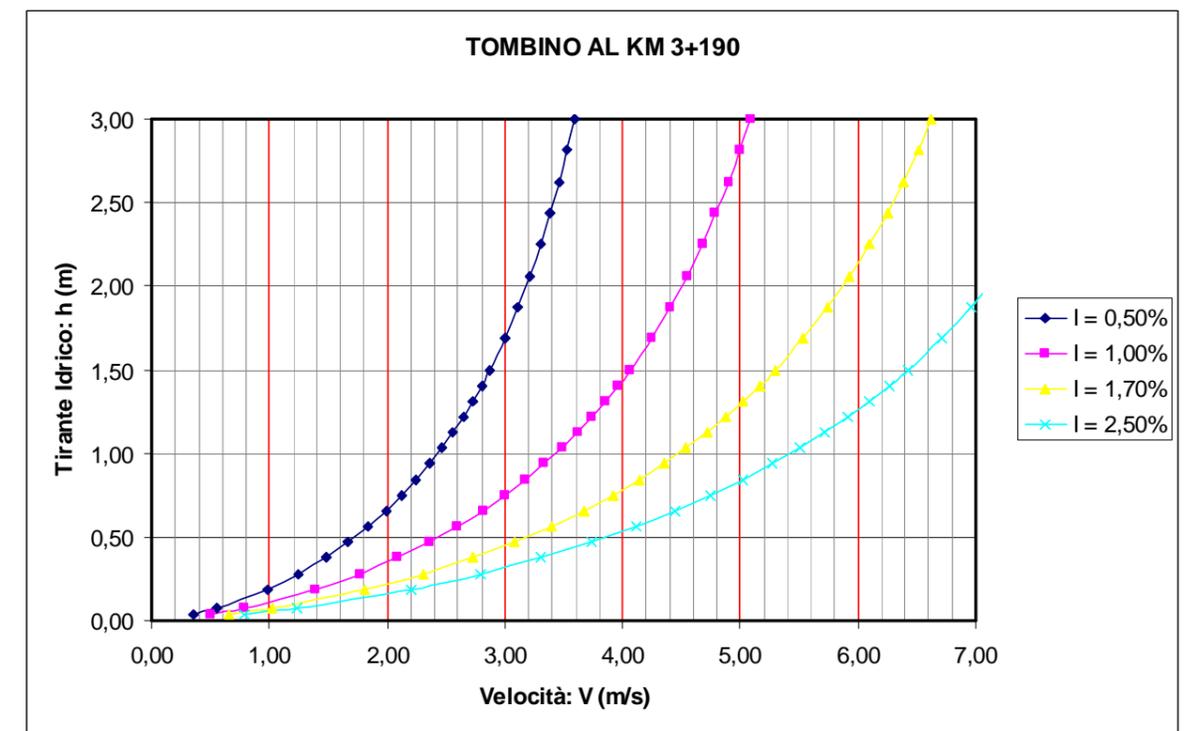
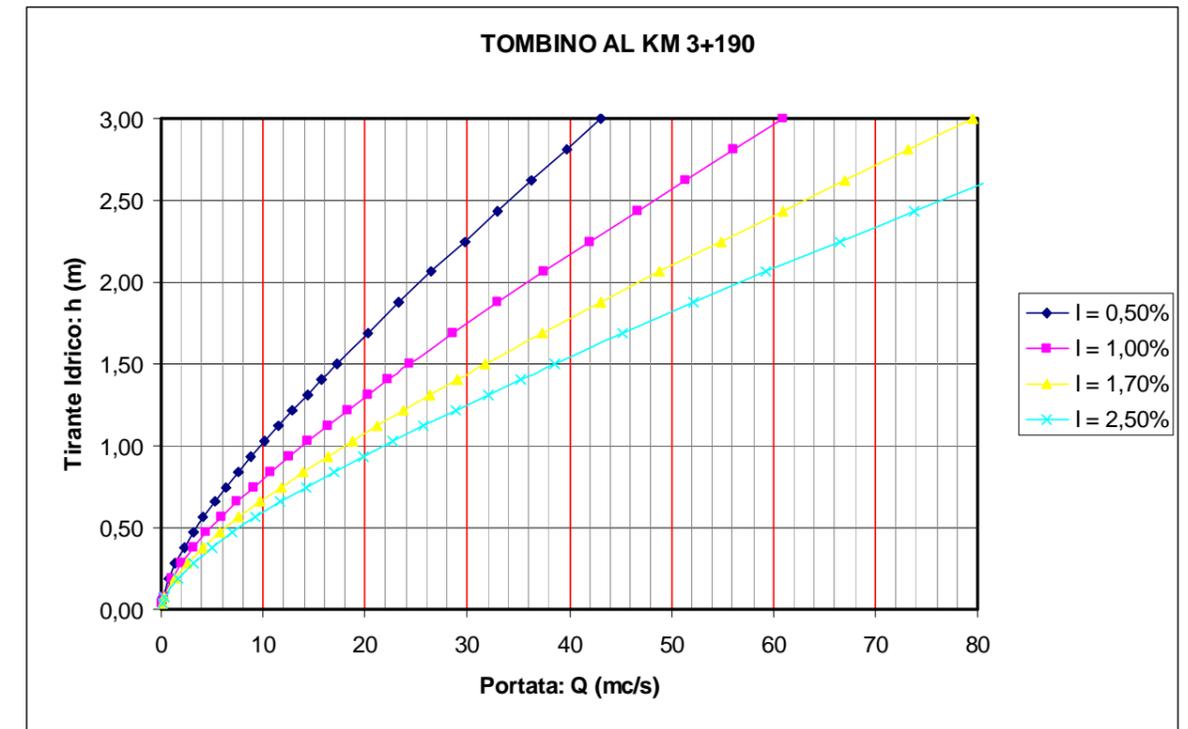
Nella tabella seguente si porta il riepilogo degli attraversamenti riscontrati, con l'indicazione della portata di progetto e l'opera prevista per l'attraversamento.

Tratto n° 1: Salerno - Fisciano					
Bacino N°	Progressiva dell'attraversamento	Denominazione del corso d'acqua	Superficie del bacino	Portata di Progetto	Opera di attraversamento Prevista
N°	Km		Kmq	mc/s	
1	1+950		0,431	25,89	Viadotto L= 45 m
2	2+650	Fosso Cologna	0,727	27,32	Viadotto L= 110 m
3	3+190		0,525	25,41	Tombino 4,00 x 3,00
4	4+000	Fosso Spinacavallo	1,225	32,72	Viadotto L = 106 m
5	4+105		0,153	11,39	Tombino 3,00 x 3,00
6	4+240		0,955	27,86	Tombino 4,00 x 3,00
7	5+220	Fosso del Palo (o della Bastiglia)	3,396	59,27	Tombino 6,00 x 5,00
8	5+517		0,698	28,56	Viadotto L= 51 m
9	5+750		0,324	18,37	Tombino 4,00 x 3,00
10	6+010		0,930	32,49	Tombino 4,00 x 4,00
11	7+000	Fosso Lavinaio	6,253	49,64	Tombino 5,00 x 4,00 + Deviaz. Canale
12	7+860	C.le Lenze	1,249	13,79	Tombino 5,00 x 5,00
13	8+075	Fosso Località Cappuccini	0,457	9,52	Tombino 3,00 x 3,00
Tratto n° 2: Fisciano - Avellino					
Bacino N°	Progressiva dell'attraversamento	Denominazione del corso d'acqua	Superficie del bacino	Portata di piena al colmo	Opera di attraversamento (come da verifica idraulica)
N°	Km		Kmq	mc/s	
14	1+620	Torrente La Calvagnola	24,106	175,03	Viadotto Calvagnola L= 180 m
15	1+958		0,345	9,01	Tombino 3,00 x 3,00
16	2+900		1,408	15,76	Tombino 3,00 x 3,00
17	5+665,18	Fosso S. Stefano	4,457	33,97	Tombino 5,00 x 4,00
18	7+228,54	V.ne dell'Incoronata	1,004	16,22	Tombino 4,00 x 4,00
19	7+907,55	V.ne Candelito (o Formicosa)	6,090	53,60	Tombino 6,00 x 4,00
20	8+453,92	V.ne Acquella (o Fraccopaldo)	2,253	23,03	Tombino 4,00 x 4,00
21	9+897,94	Torrente Solofrana	14,980	135,09	Ponte
22	Svincolo Montorio Inferiore	Torrente Solofrana (Bacino n° V01-A.B. Sarno)	39,450	242,13	Ponte

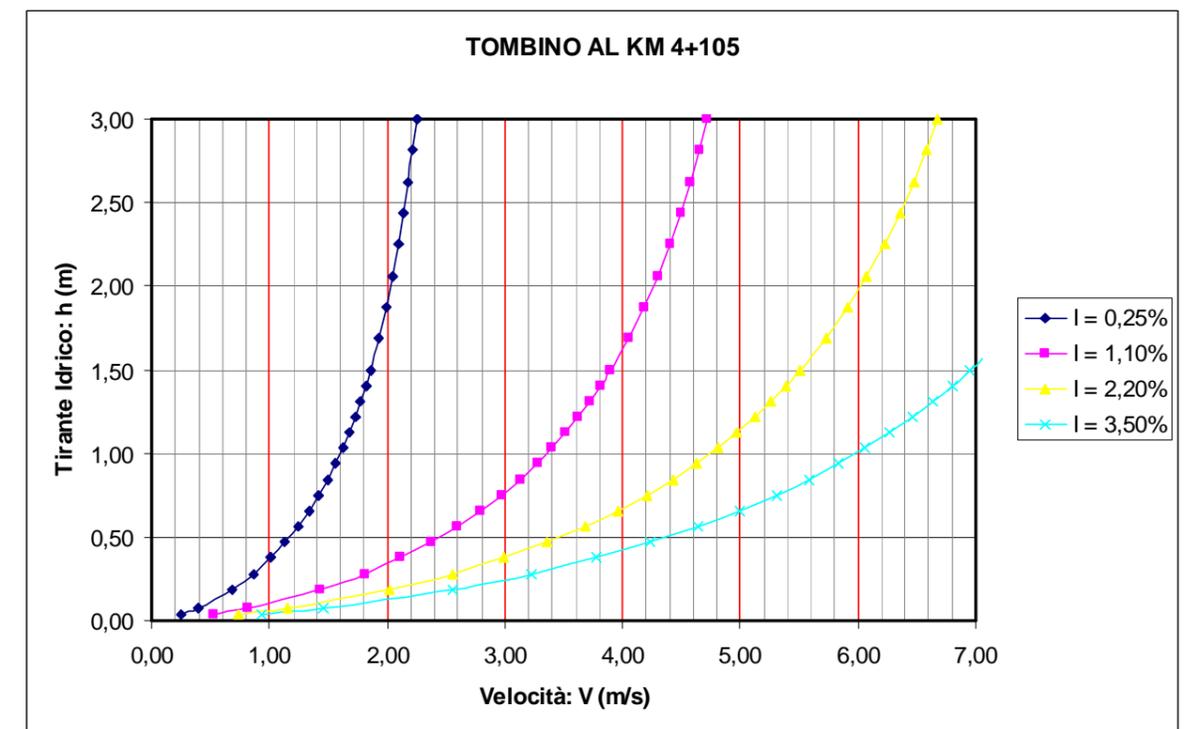
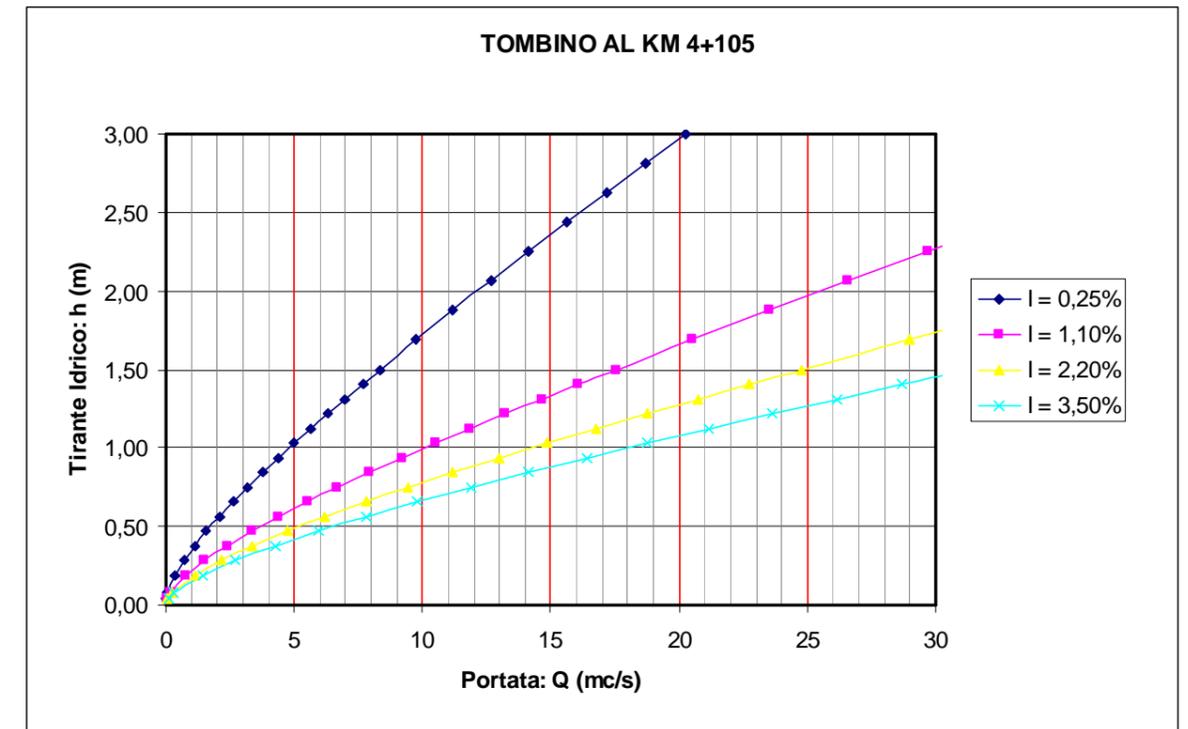
Di seguito, per i singoli tombini, si riportano le verifiche idrauliche effettuate per due differenti valori di pendenza longitudinale:

- a) La pendenza minima, in grado di consentire il deflusso della portata di progetto con il franco minimo prescritto e con una velocità tale da impedire la sedimentazione dell'eventuale materiale solido trasportato ed assicurare l'autopulizia e la rimozione di eventuale materiale accumulato sul fondo (velocità che dovrà risultare non inferiore a 2,00 m/s);
- b) La pendenza massima ammissibile, al di sopra della quale la velocità della corrente idrica risulterebbe eccessivamente elevata e tale da non garantire la durata dell'opera nel tempo.

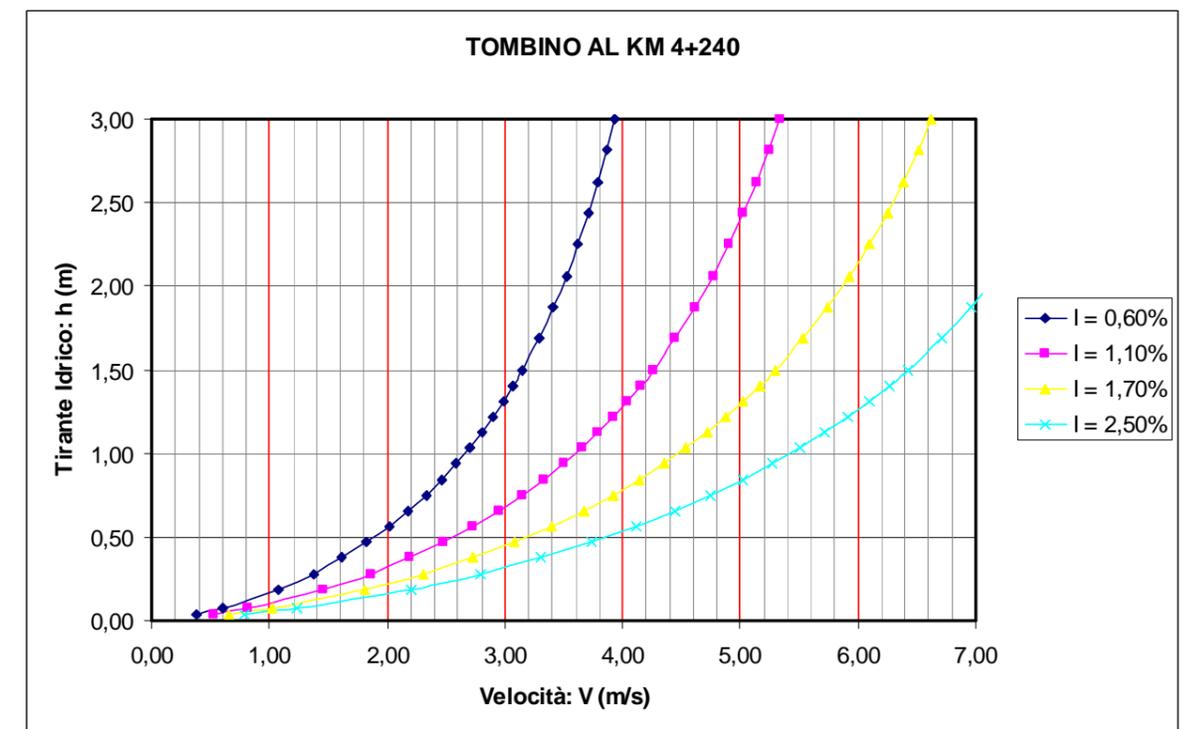
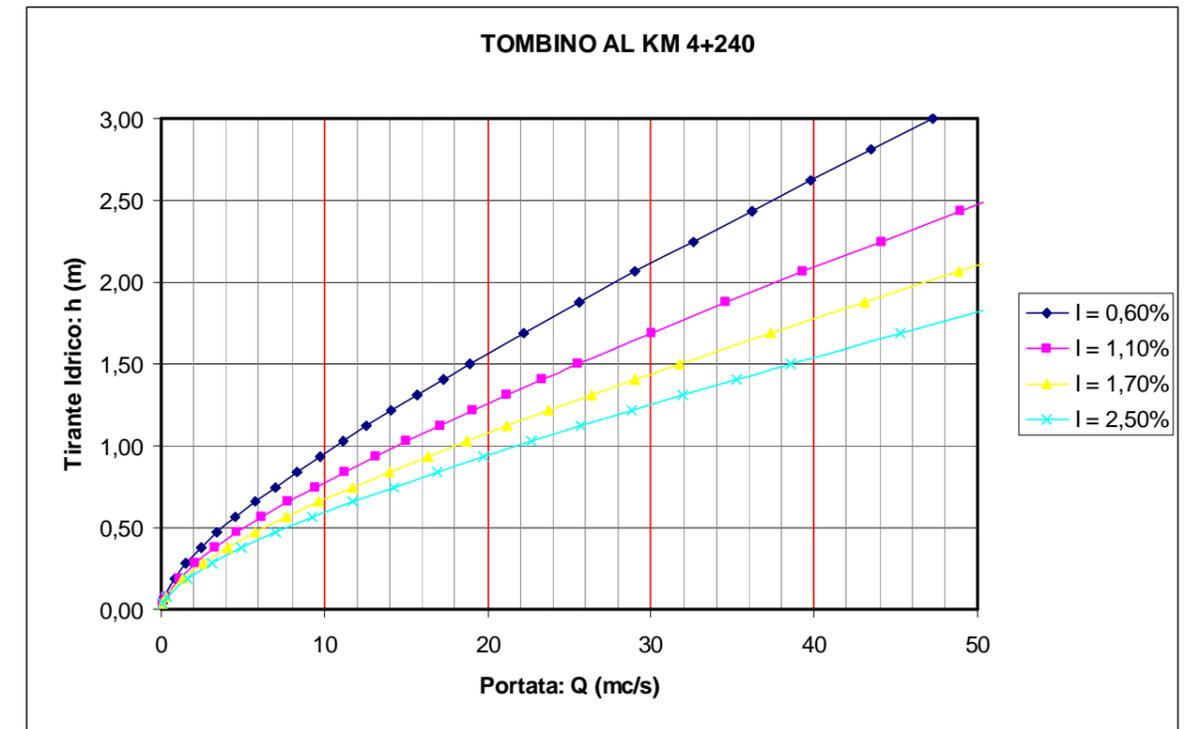
TOMBINO IDRAULICO AL KM 3+190 (Tratto N° 1)		
Fosso (Senza nome)		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	25,41	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	4,00	
Altezza della struttura: H = m	3,00	
Materiale	Calcestruzzo	
Coeff. di scabrezza: c = m ^{1/3} *s ⁻¹	45	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
Pendenza del fondo: I =	0,500%	2,500%
Tirante Idrico: h = m	2,00	1,12
Grado di Riempimento	66,58%	37,18%
Sezione bagnata: A = m ²	7,989	4,462
Contorno bagnato: Cb= m	7,995	6,231
Raggio idraulico: Ri = m	1,00	0,72
Velocità media: U = m/s	3,18	5,69
Carico cinetico: E = m	0,52	1,65
Franco residuo: ΔH = m	1,00	1,88



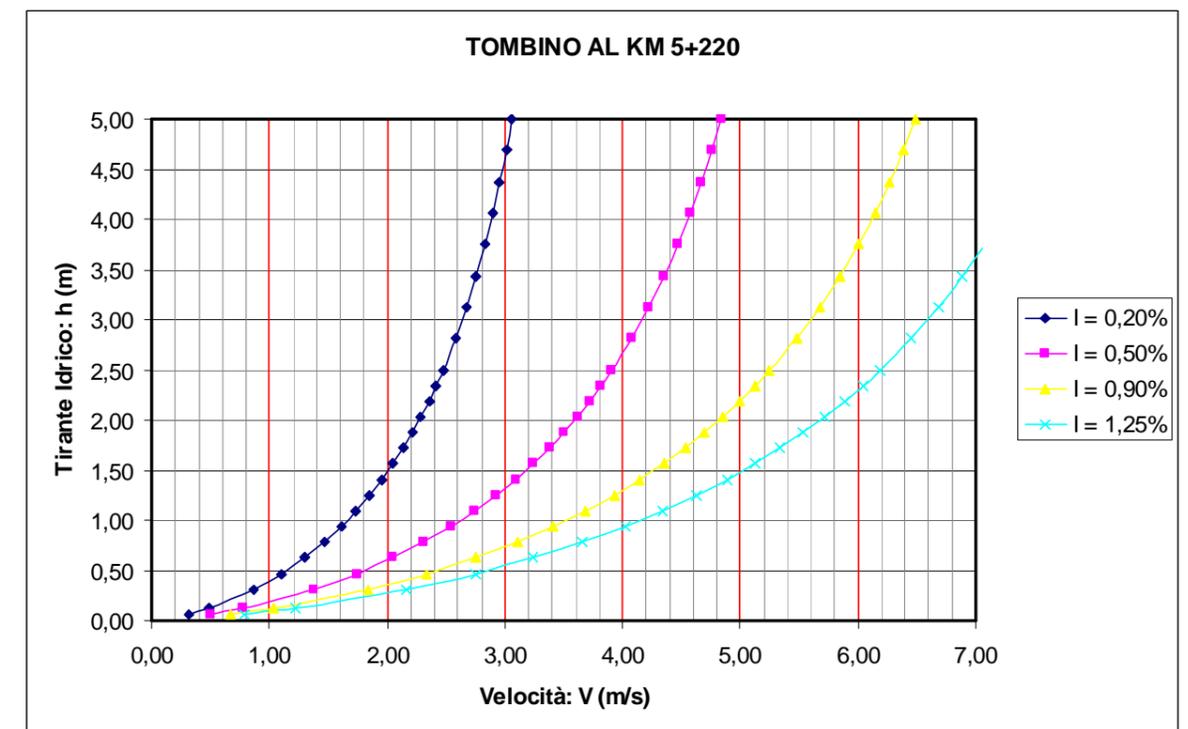
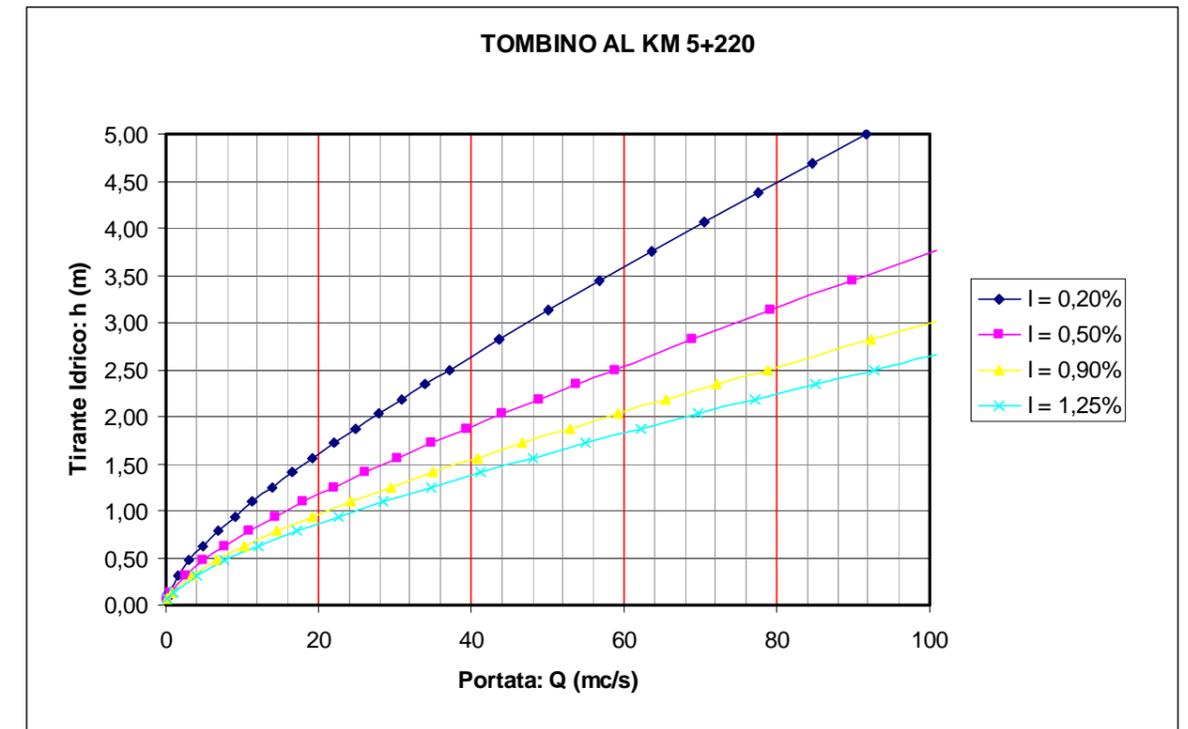
TOMBINO IDRAULICO AL KM 4+105 (Tratto N° 1)		
Fosso (Senza nome)		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	11,39	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	3,00	
Altezza della struttura: H = m	3,00	
Materiale	Calcestruzzo	
Coeff. di scabrezza: c = m ^{1/3} *s ⁻¹	45	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
Pendenza del fondo: I =	0,250%	3,500%
Tirante Idrico: h = m	1,90	0,73
Grado di Riempimento	63,28%	24,21%
Sezione bagnata: A = m ²	5,695	2,179
Contorno bagnato: Cb= m	6,797	4,453
Raggio idraulico: Ri = m	0,84	0,49
Velocità media: U = m/s	2,00	5,23
Carico cinetico: E = m	0,20	1,39
Franco residuo: ΔH = m	1,10	2,27



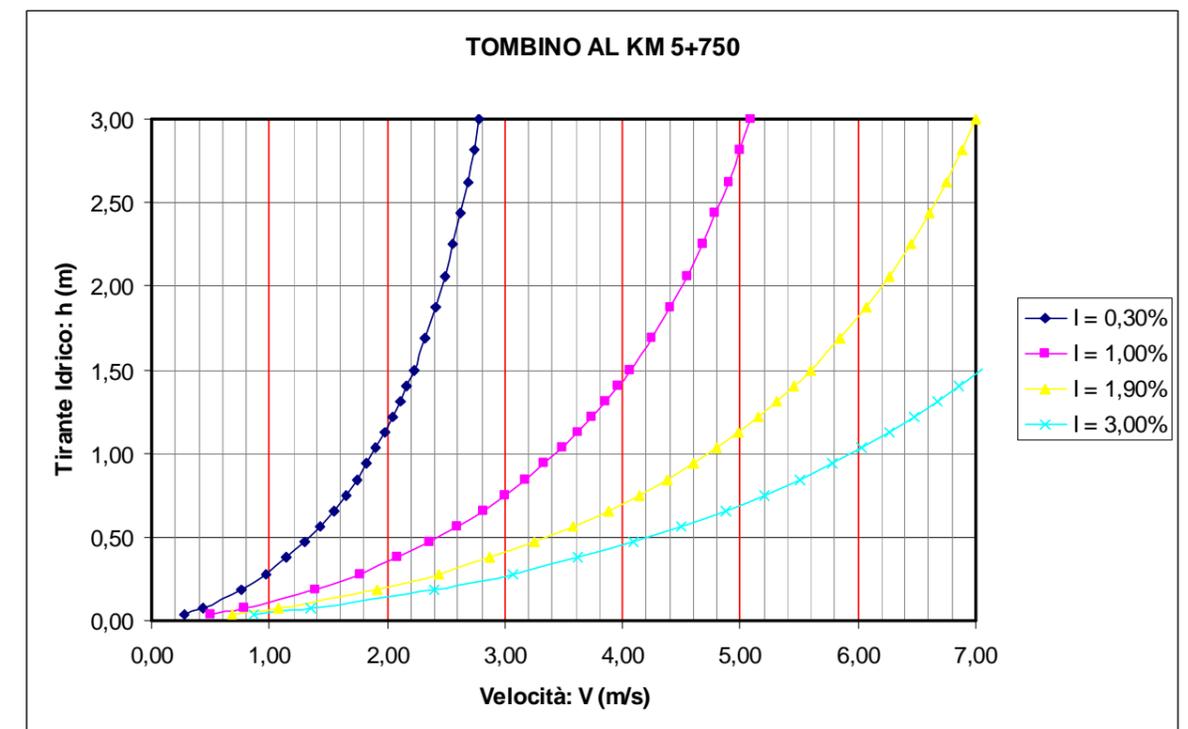
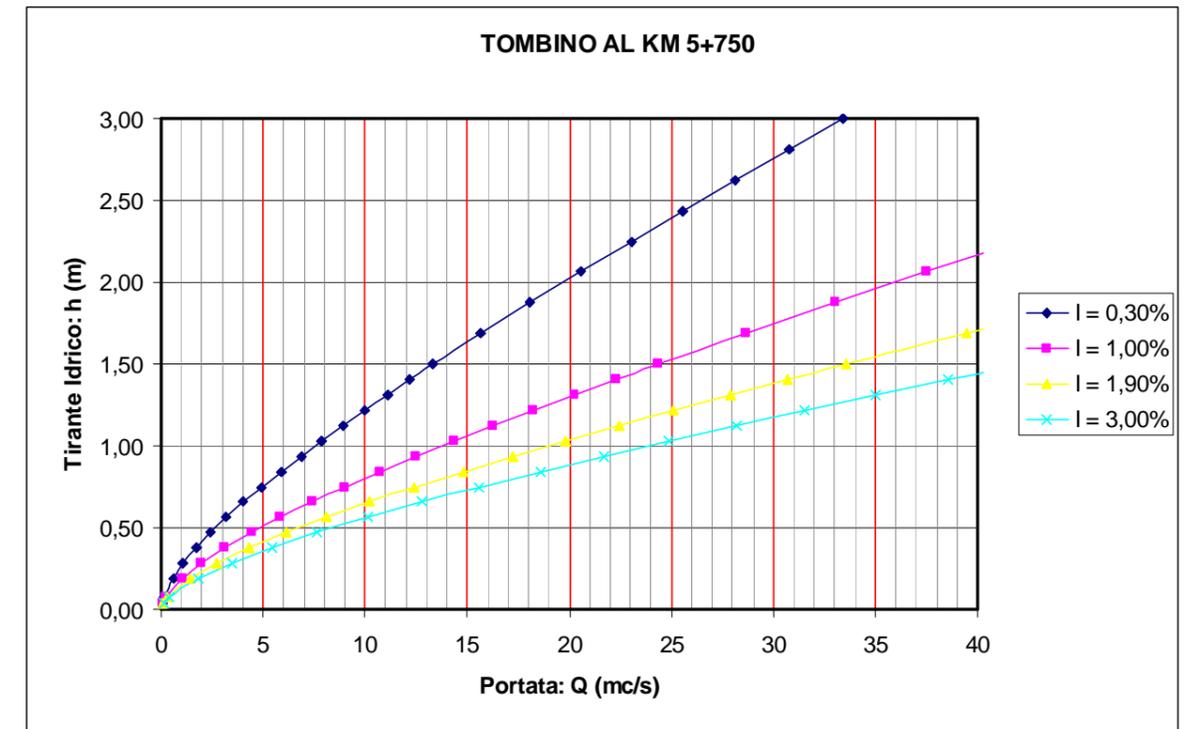
TOMBINO IDRAULICO AL KM 4+240 (Tratto N° 1)		
Fosso (Senza nome)		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	27,86	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	4,00	
Altezza della struttura: H = m	3,00	
Materiale	Calcestruzzo	
Coeff. di scabrezza: c = m ^{1/3} *s ⁻¹	45	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
Pendenza del fondo: I =	0,600%	2,500%
Tirante Idrico: h = m	2,00	1,19
Grado di Riempimento	66,62%	39,67%
Sezione bagnata: A = m ²	7,995	4,760
Contorno bagnato: Cb= m	7,997	6,380
Raggio idraulico: Ri = m	1,00	0,75
Velocità media: U = m/s	3,48	5,85
Carico cinetico: E = m	0,62	1,75
Franco residuo: ΔH = m	1,00	1,81



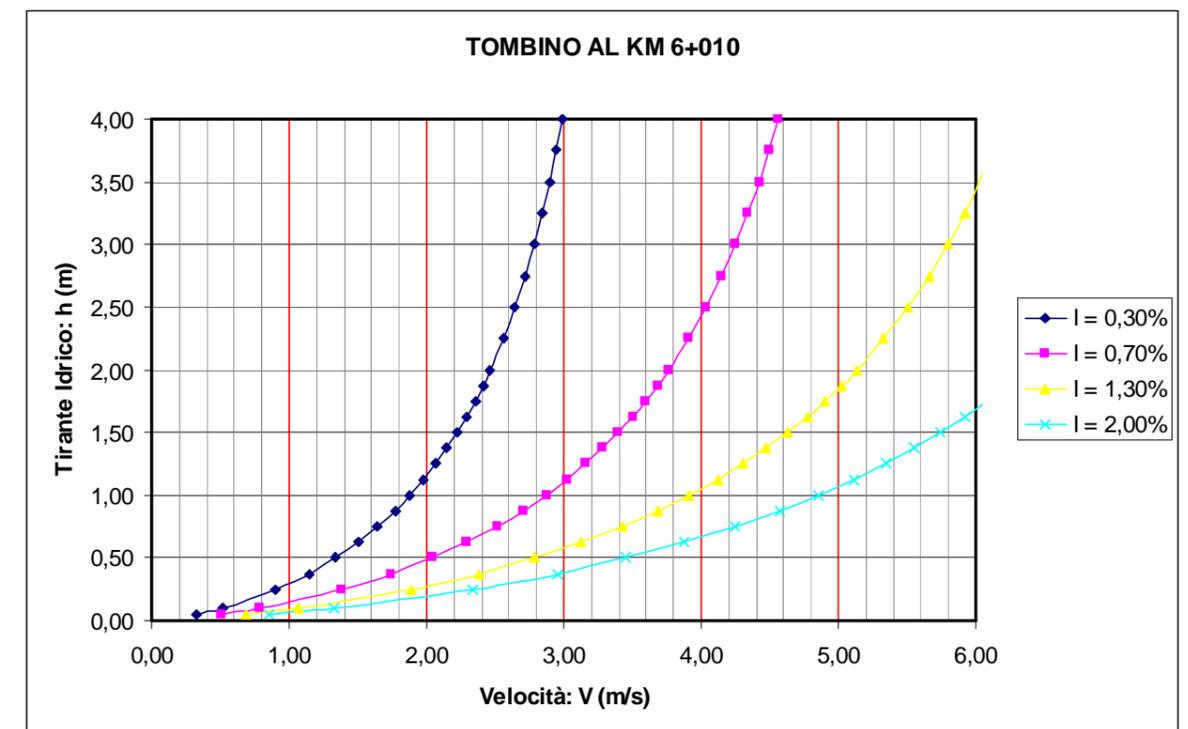
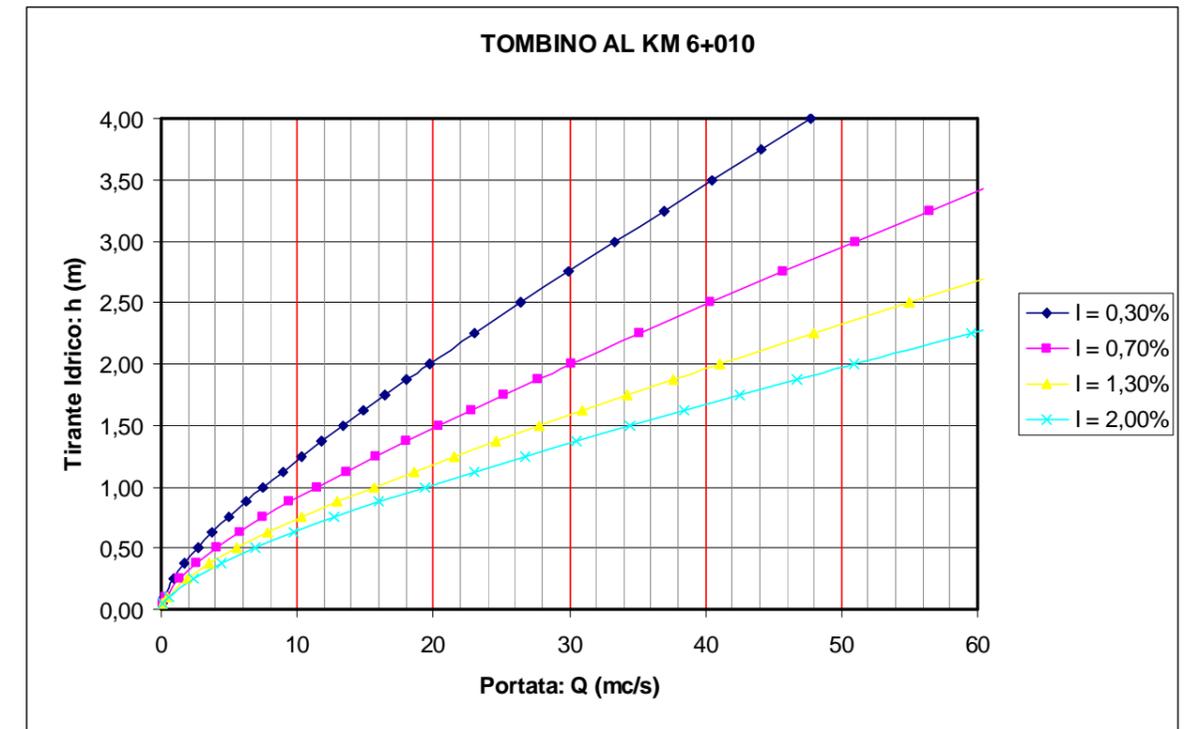
TOMBINO IDRAULICO AL KM 5+220 (Tratto N° 1)		
Fosso del Palo (o della Bastiglia)		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	59,27	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	6,00	
Altezza della struttura: H = m	5,00	
Materiale	Calcestruzzo	
Coeff. di scabrezza: c = m ^{1/3} *s ⁻¹	45	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
	Pendenza del fondo: I =	0,200% 1,250%
Tirante Idrico: h = m	3,26	1,81
Grado di Riempimento	65,21%	36,21%
Sezione bagnata: A = m ²	19,564	10,864
Contorno bagnato: Cb= m	12,521	9,621
Raggio idraulico: Ri = m	1,56	1,13
Velocità media: U = m/s	2,71	5,46
Carico cinetico: E = m	0,37	1,52
Franco residuo: ΔH = m	1,74	3,19



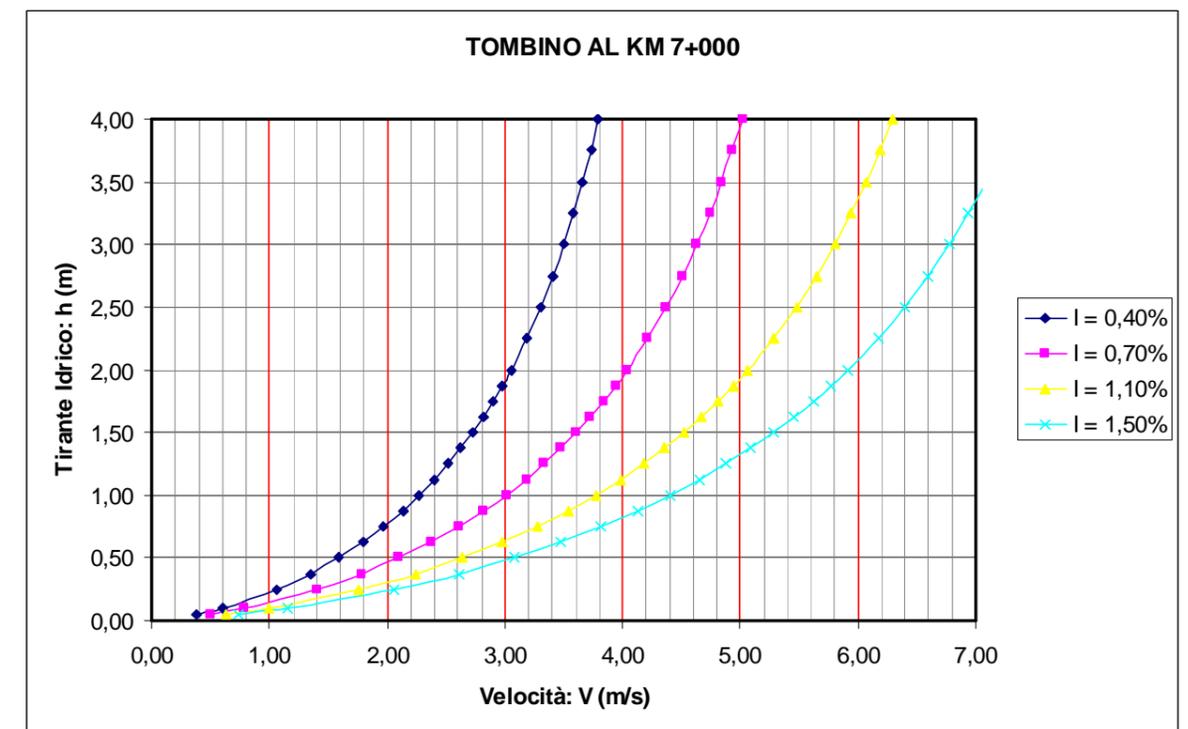
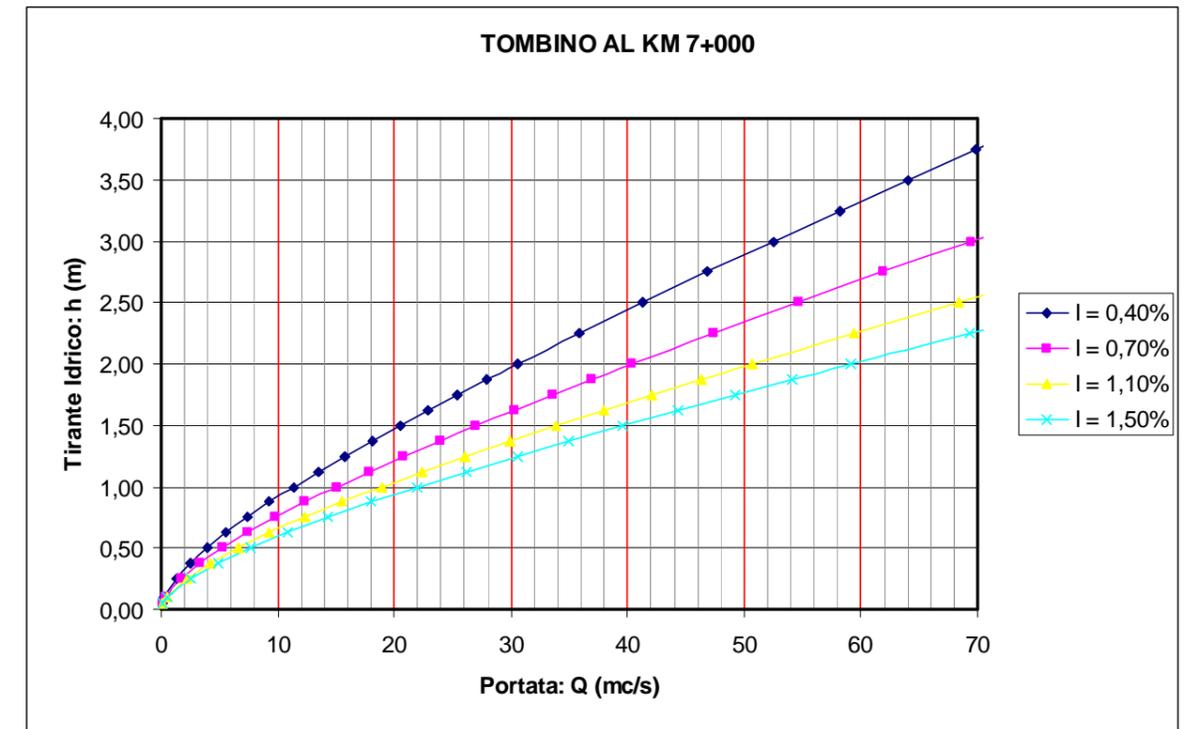
TOMBINO IDRAULICO AL KM 5+750 (Tratto N° 1)		
Fosso (Senza nome)		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	18,37	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	4,00	
Altezza della struttura: H = m	3,00	
Materiale	Calcestruzzo	
Coeff. di scabrezza: c = m ^{1/3} *s ⁻¹	45	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
Pendenza del fondo: I =	0,300%	3,000%
Tirante Idrico: h = m	1,90	0,84
Grado di Riempimento	63,23%	27,91%
Sezione bagnata: A = m ²	7,588	3,350
Contorno bagnato: Cb= m	7,794	5,675
Raggio idraulico: Ri = m	0,97	0,59
Velocità media: U = m/s	2,42	5,48
Carico cinetico: E = m	0,30	1,53
Franco residuo: ΔH = m	1,10	2,16



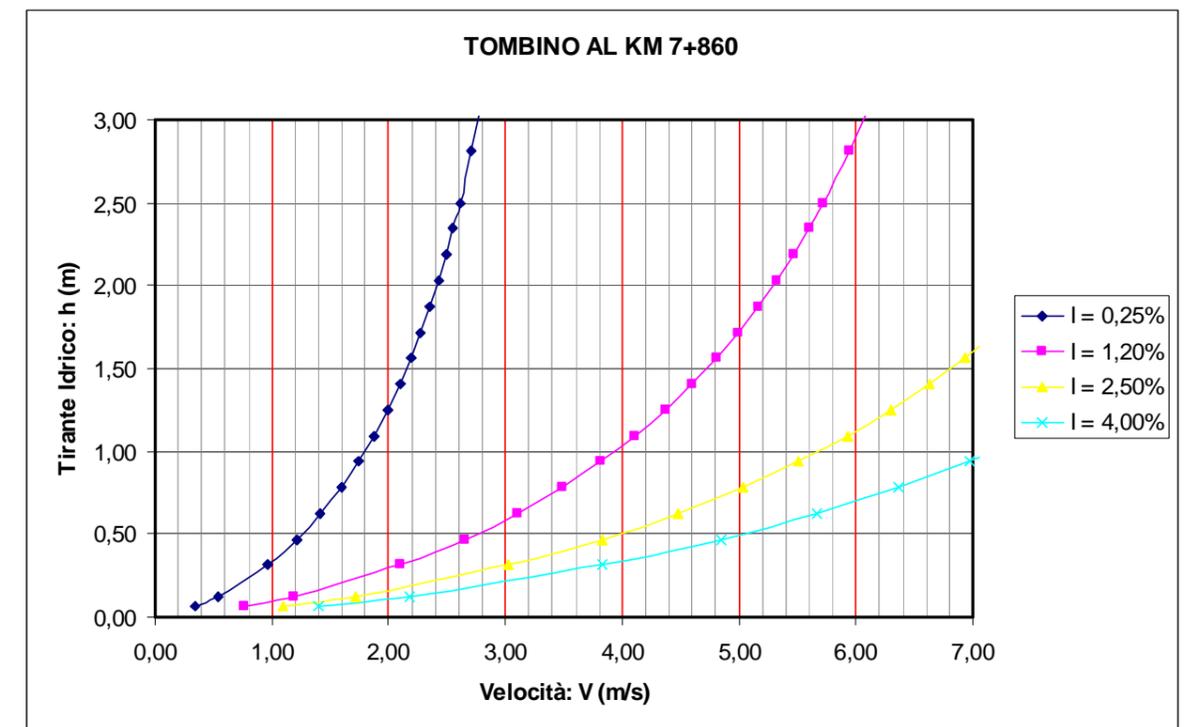
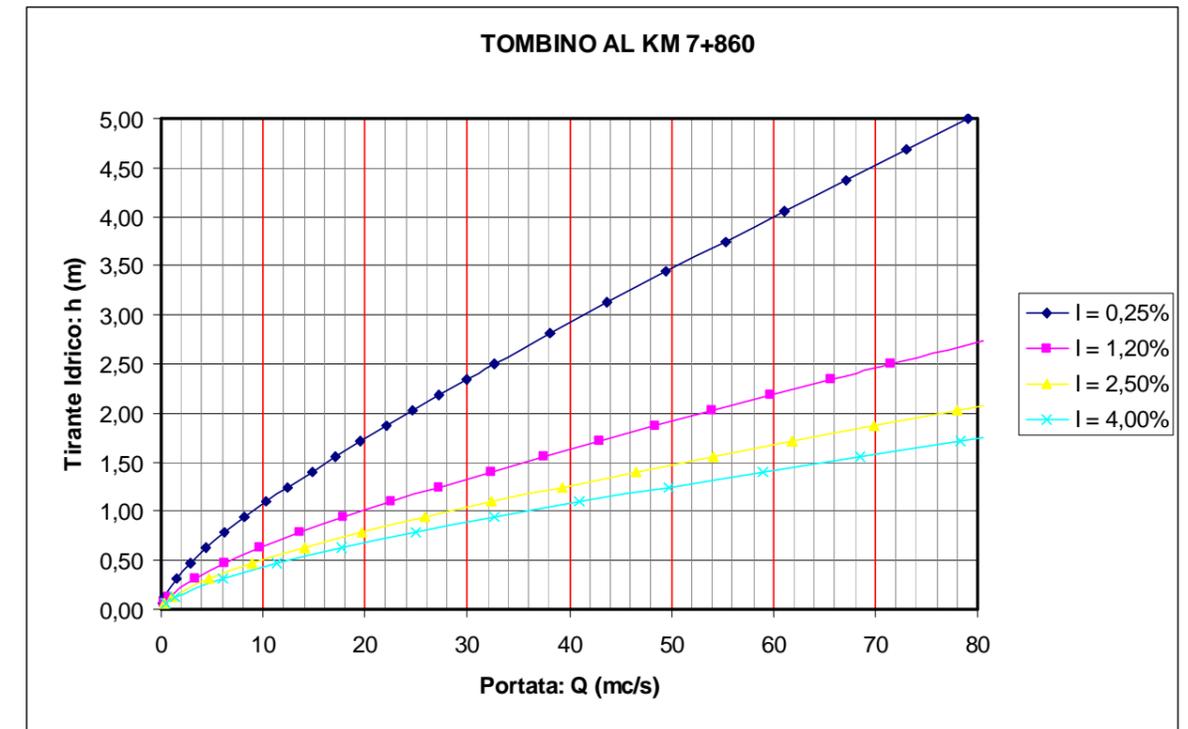
TOMBINO IDRAULICO AL KM 6+010 (Tratto N° 1)		
Fosso (Senza nome)		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	32,49	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	4,00	
Altezza della struttura: H = m	4,00	
Materiale	Calcestruzzo	
Coeff. di scabrezza: c = m ^{1/3} *s ⁻¹	45	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
Pendenza del fondo: I =	0,300%	2,000%
Tirante Idrico: h = m	2,94	1,44
Grado di Riempimento	73,38%	35,94%
Sezione bagnata: A = m ²	11,742	5,751
Contorno bagnato: Cb= m	9,871	6,875
Raggio idraulico: Ri = m	1,19	0,84
Velocità media: U = m/s	2,77	5,65
Carico cinetico: E = m	0,39	1,63
Franco residuo: ΔH = m	1,06	2,56



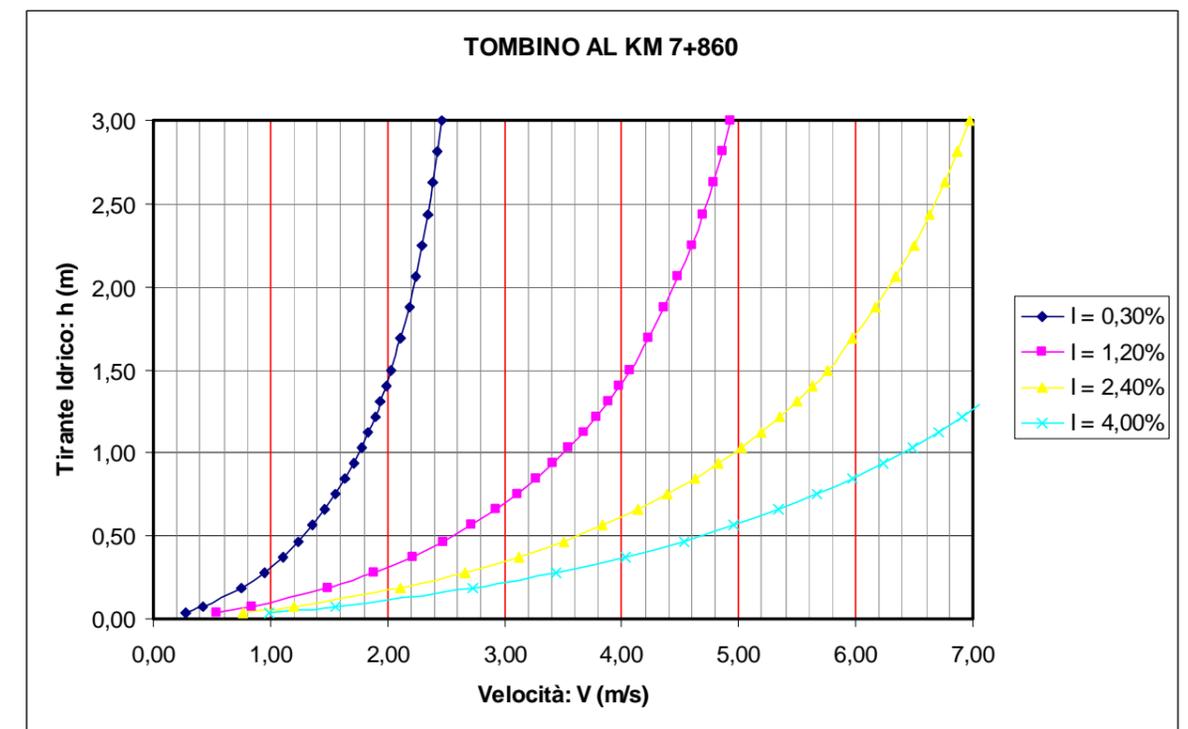
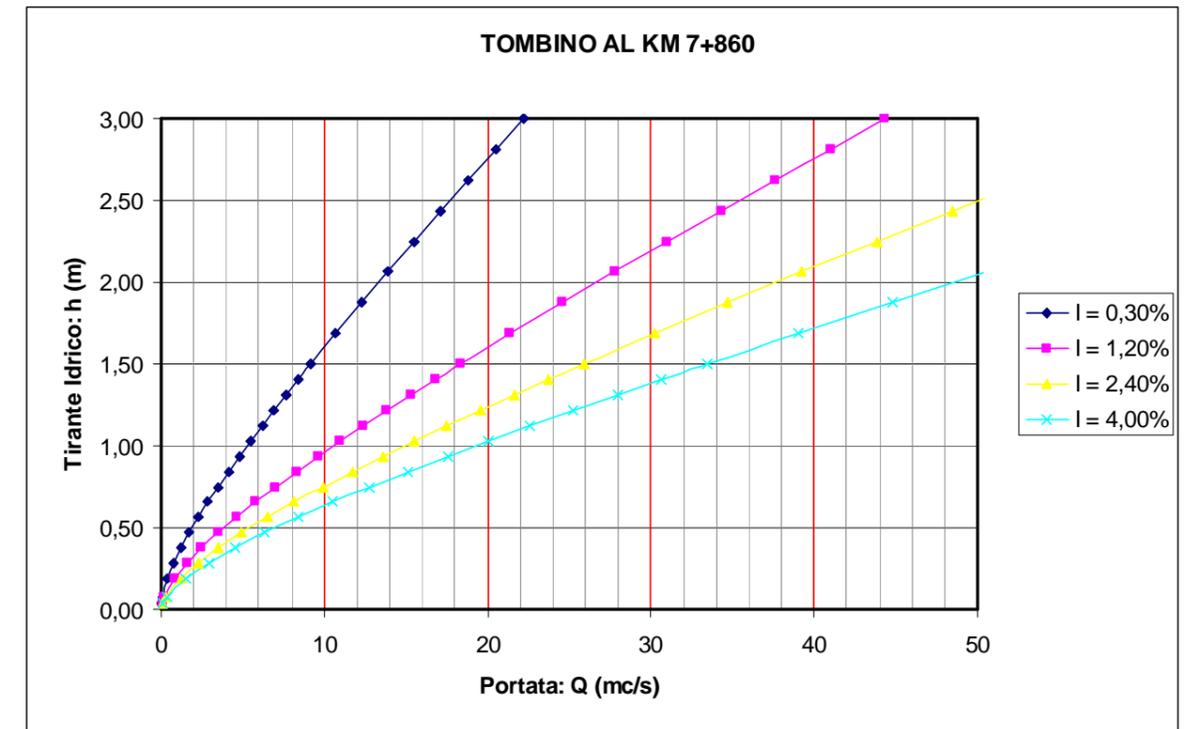
TOMBINO IDRAULICO AL KM 7+000 (Tratto N° 1)		
Fosso Lavinaio		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	49,64	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	5,00	
Altezza della struttura: H = m	4,00	
Materiale	Calcestruzzo	
Coeff. di scabrezza: c = m ^{1/3} *s ⁻¹	45	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
	Pendenza del fondo: I =	0,400% 1,500%
Tirante Idrico: h = m	2,87	1,76
Grado di Riempimento	71,86%	44,05%
Sezione bagnata: A = m ²	14,371	8,811
Contorno bagnato: Cb= m	10,748	8,524
Raggio idraulico: Ri = m	1,34	1,03
Velocità media: U = m/s	3,45	5,63
Carico cinetico: E = m	0,61	1,62
Franco residuo: ΔH = m	1,13	2,24



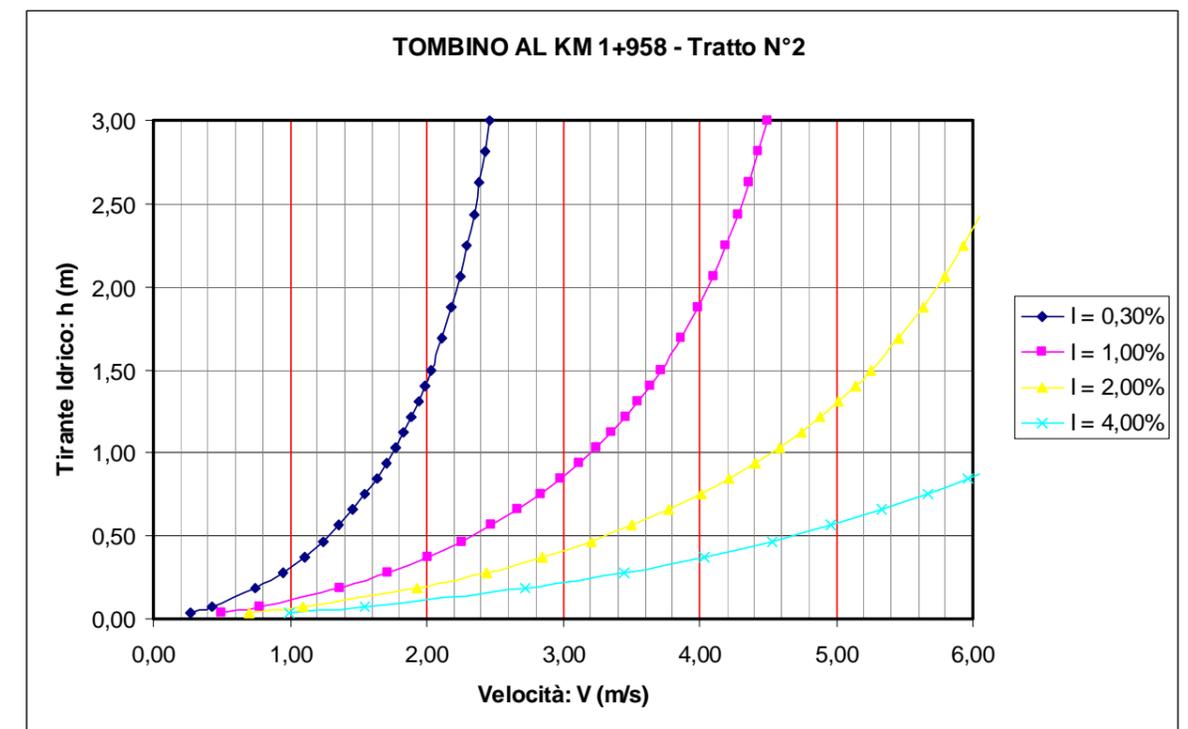
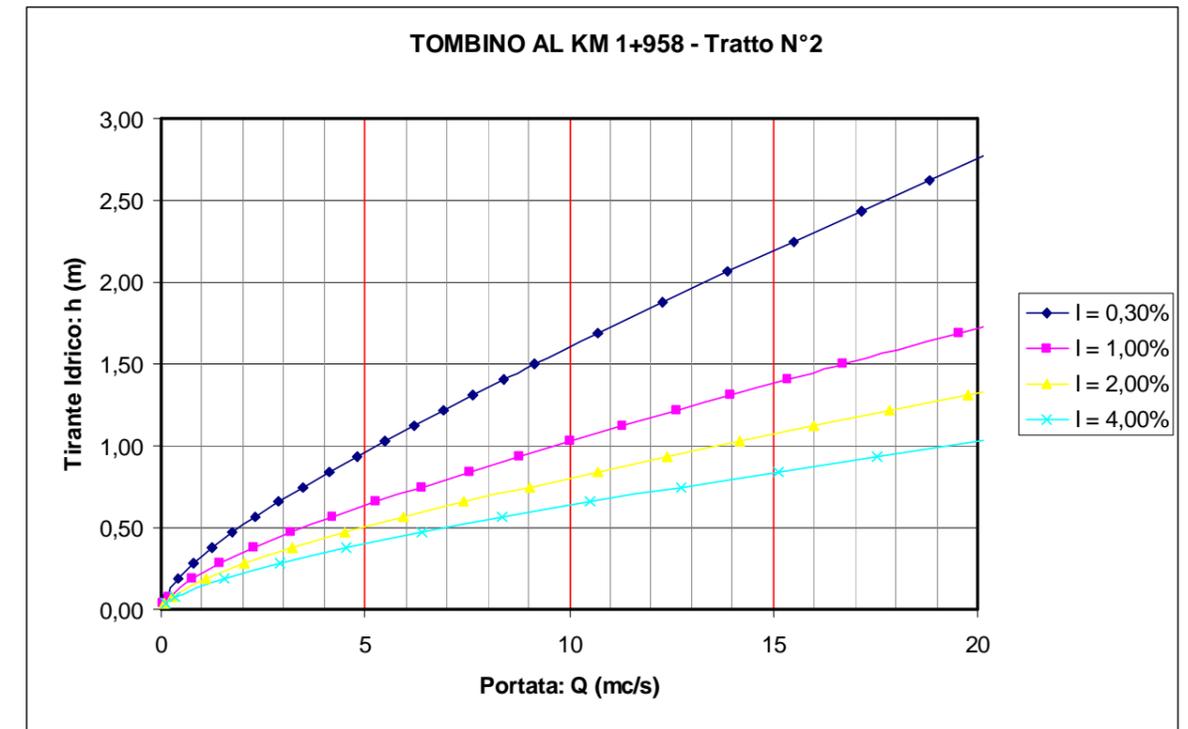
TOMBINO IDRAULICO AL KM 7+860 (Tratto N° 1)		
Fosso C.le Lenze		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	13,79	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	5,00	
Altezza della struttura: H = m	5,00	
Materiale	Calcestruzzo	
Coeff. di scabrezza: c = m ^{1/3} *s ⁻¹	45	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
Pendenza del fondo: I =	0,250%	4,000%
Tirante Idrico: h = m	1,34	0,53
Grado di Riempimento	26,84%	10,63%
Sezione bagnata: A = m ²	6,709	2,656
Contorno bagnato: Cb= m	7,684	6,063
Raggio idraulico: Ri = m	0,87	0,44
Velocità media: U = m/s	2,06	5,19
Carico cinetico: E = m	0,22	1,37
Franco residuo: ΔH = m	3,66	4,47



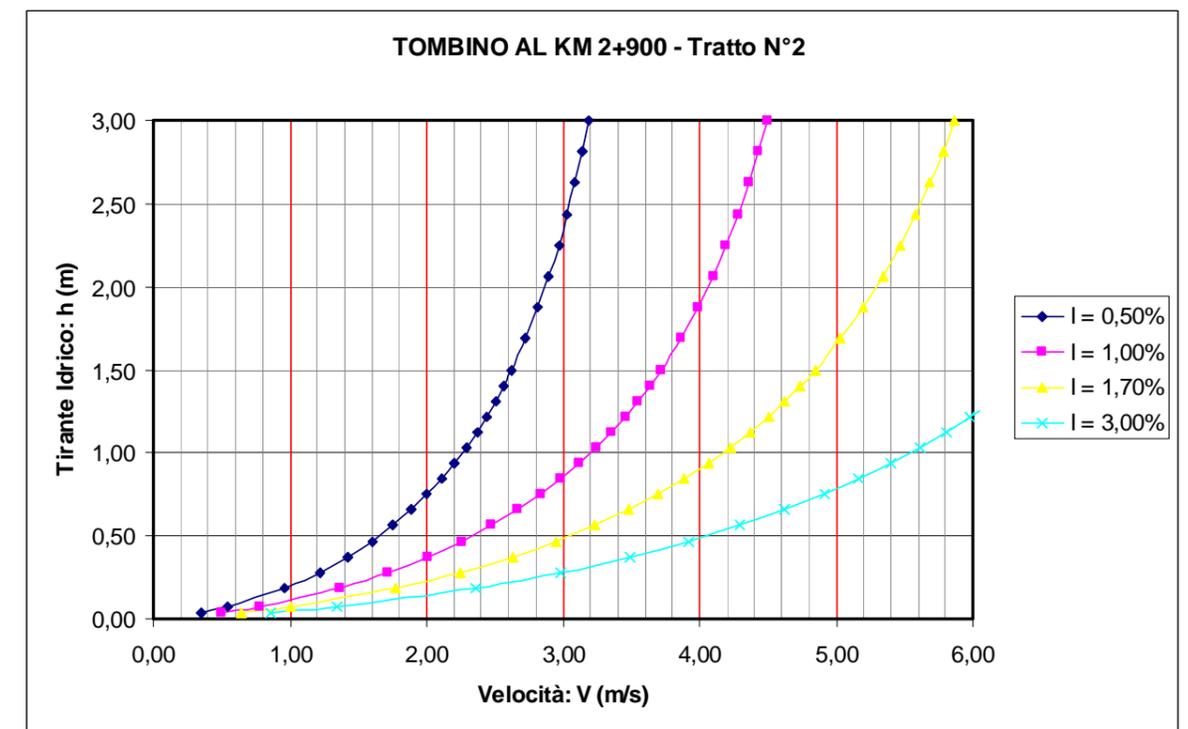
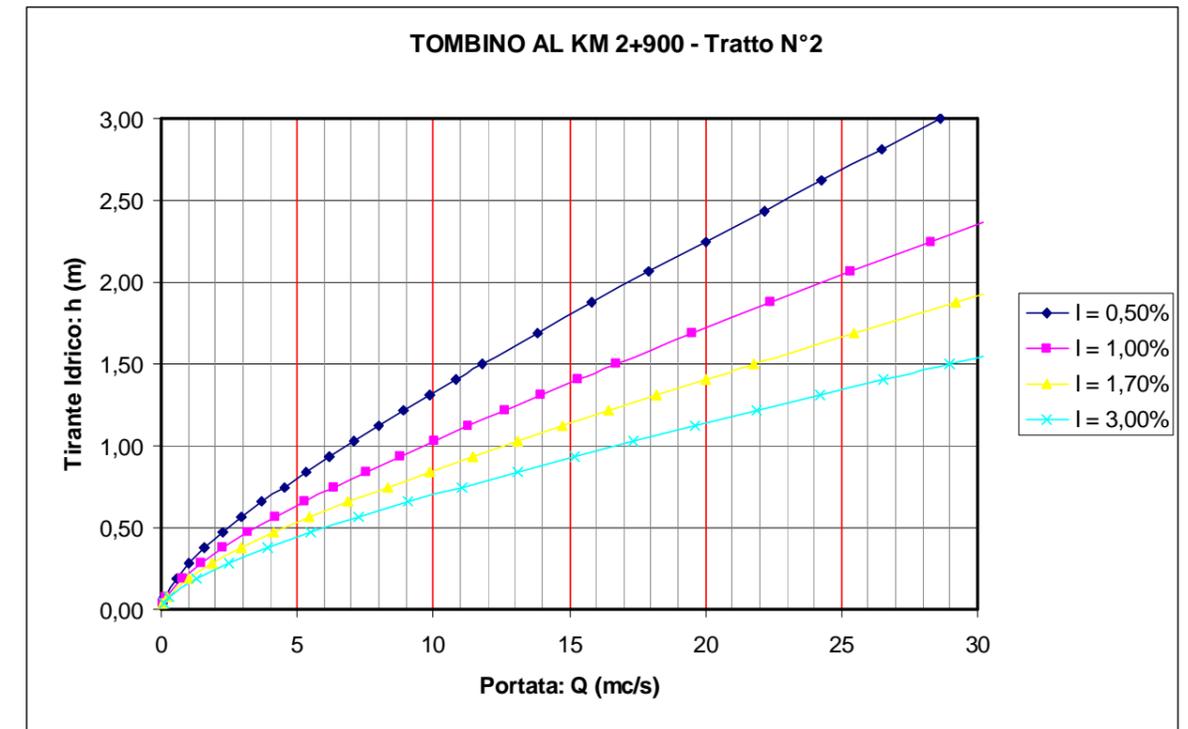
TOMBINO IDRAULICO AL KM 8+075 (Tratto N° 1)		
Fosso Loc. Cappuccini		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	9,52	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	3,00	
Altezza della struttura: H = m	3,00	
Materiale	Calcestruzzo	
Coeff. di scabrezza: c = m ^{1/3} *s ⁻¹	45	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
	Pendenza del fondo: I =	0,300% 4,000%
Tirante Idrico: h = m	1,54	0,61
Grado di Riempimento	51,49%	20,46%
Sezione bagnata: A = m ²	4,634	1,841
Contorno bagnato: Cb= m	6,089	4,227
Raggio idraulico: Ri = m	0,76	0,44
Velocità media: U = m/s	2,05	5,17
Carico cinetico: E = m	0,22	1,36
Franco residuo: ΔH = m	1,46	2,39



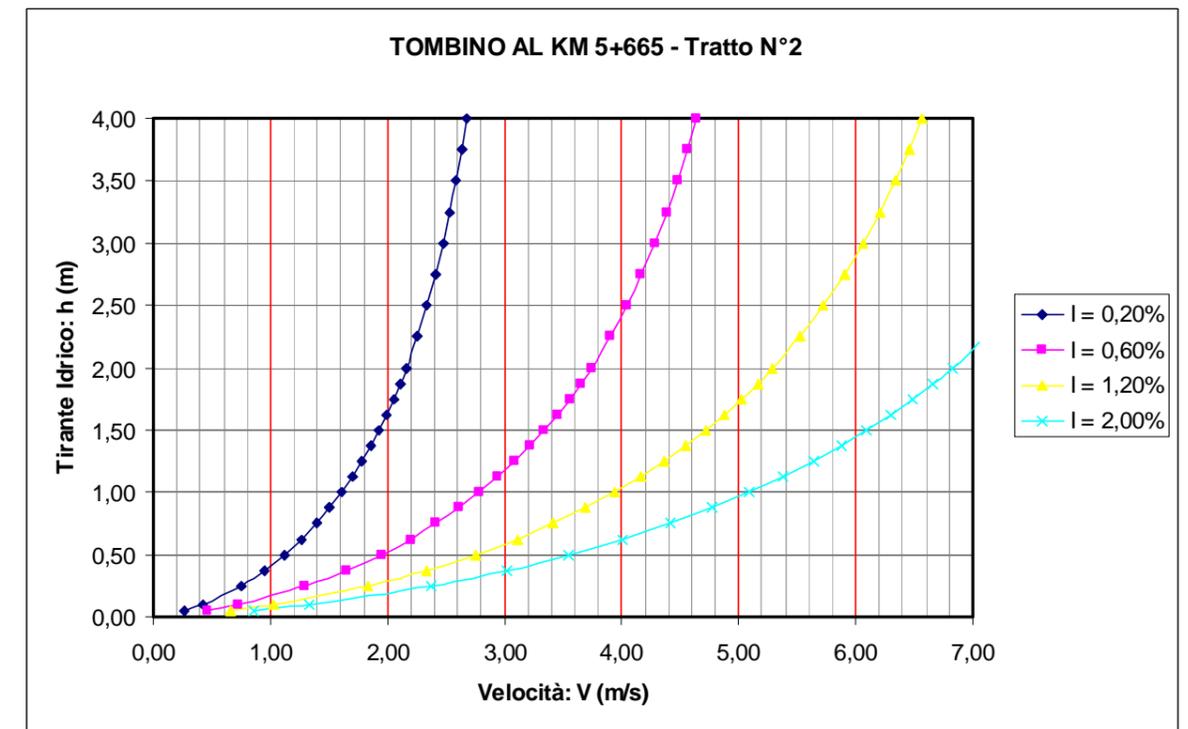
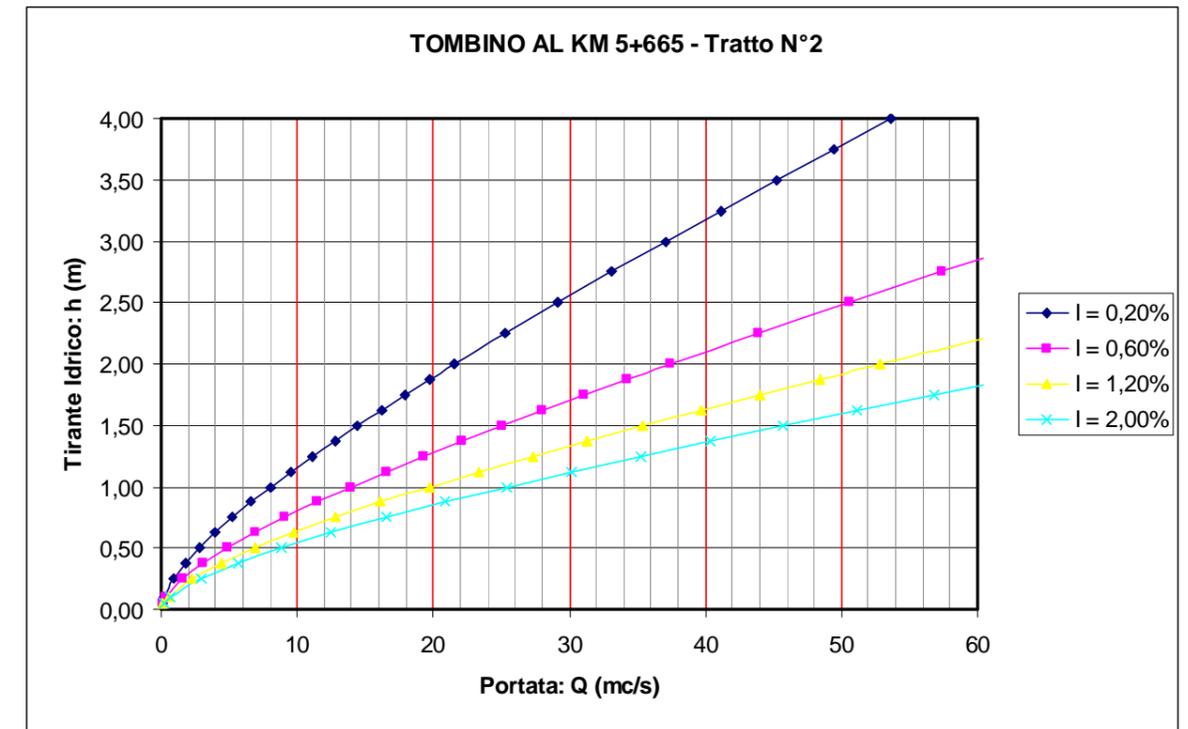
TOMBINO IDRAULICO AL KM 1+958 (Tratto N° 2)		
Fosso (senza nome)		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	9,01	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	3,00	
Altezza della struttura: H = m	3,00	
Materiale	Calcestruzzo	
Coeff. di scabrezza: c = m ^{1/3} *s ⁻¹	45	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
Pendenza del fondo: I =	0,300%	4,000%
Tirante Idrico: h = m	1,48	0,59
Grado di Riempimento	49,40%	19,71%
Sezione bagnata: A = m ²	4,446	1,774
Contorno bagnato: Cb= m	5,964	4,182
Raggio idraulico: Ri = m	0,75	0,42
Velocità media: U = m/s	2,03	5,08
Carico cinetico: E = m	0,21	1,32
Franco residuo: ΔH = m	1,52	2,41



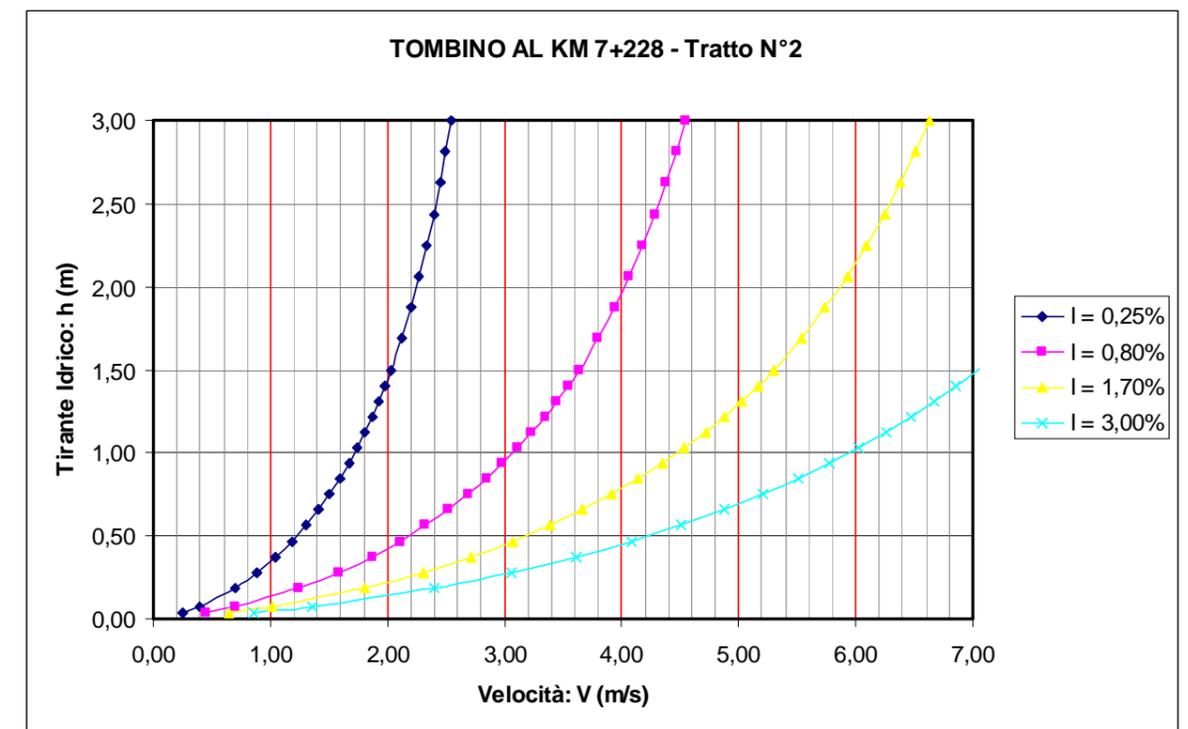
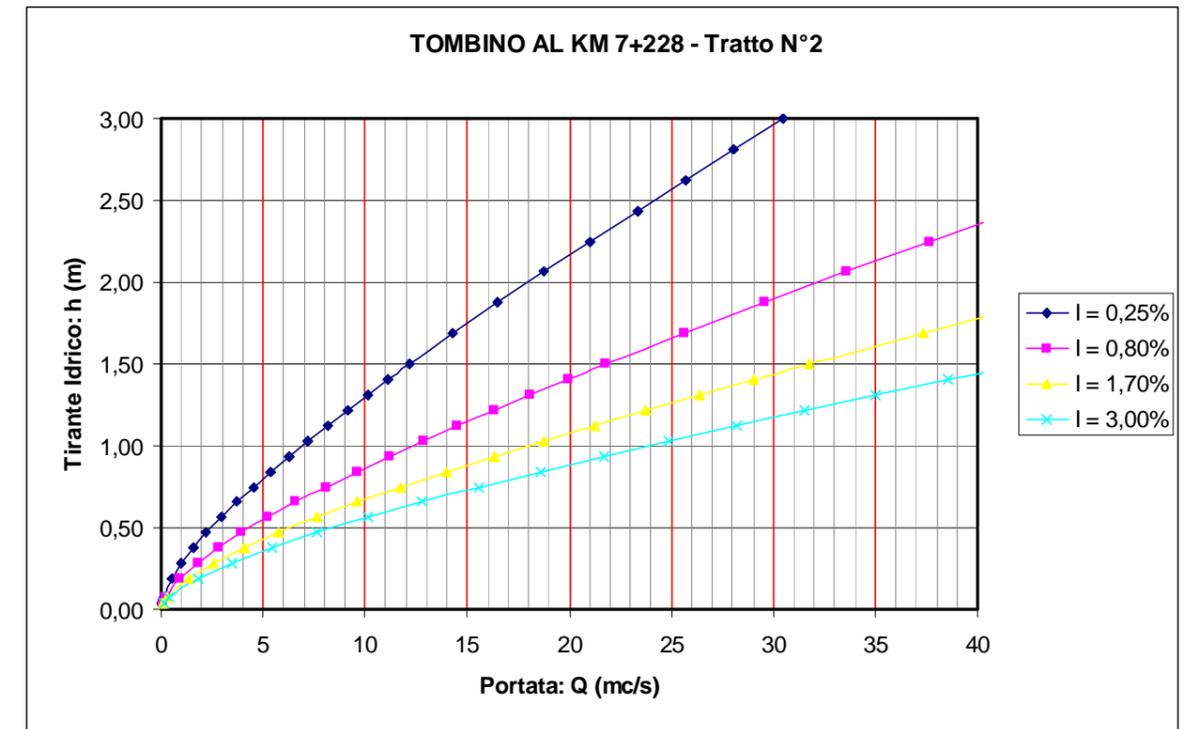
TOMBINO IDRAULICO AL KM 2+900 (Tratto N° 2)		
Fosso (senza nome)		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	15,76	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	3,00	
Altezza della struttura: H = m	3,00	
Materiale	Calcestruzzo	
Coeff. di scabrezza: c = m ^{1/3} *s ⁻¹	45	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
Pendenza del fondo: I =	0,500%	3,000%
Tirante Idrico: h = m	1,87	0,96
Grado di Riempimento	62,23%	32,08%
Sezione bagnata: A = m ²	5,600	2,887
Contorno bagnato: Cb= m	6,734	4,925
Raggio idraulico: Ri = m	0,83	0,59
Velocità media: U = m/s	2,81	5,46
Carico cinetico: E = m	0,40	1,52
Franco residuo: ΔH = m	1,13	2,04



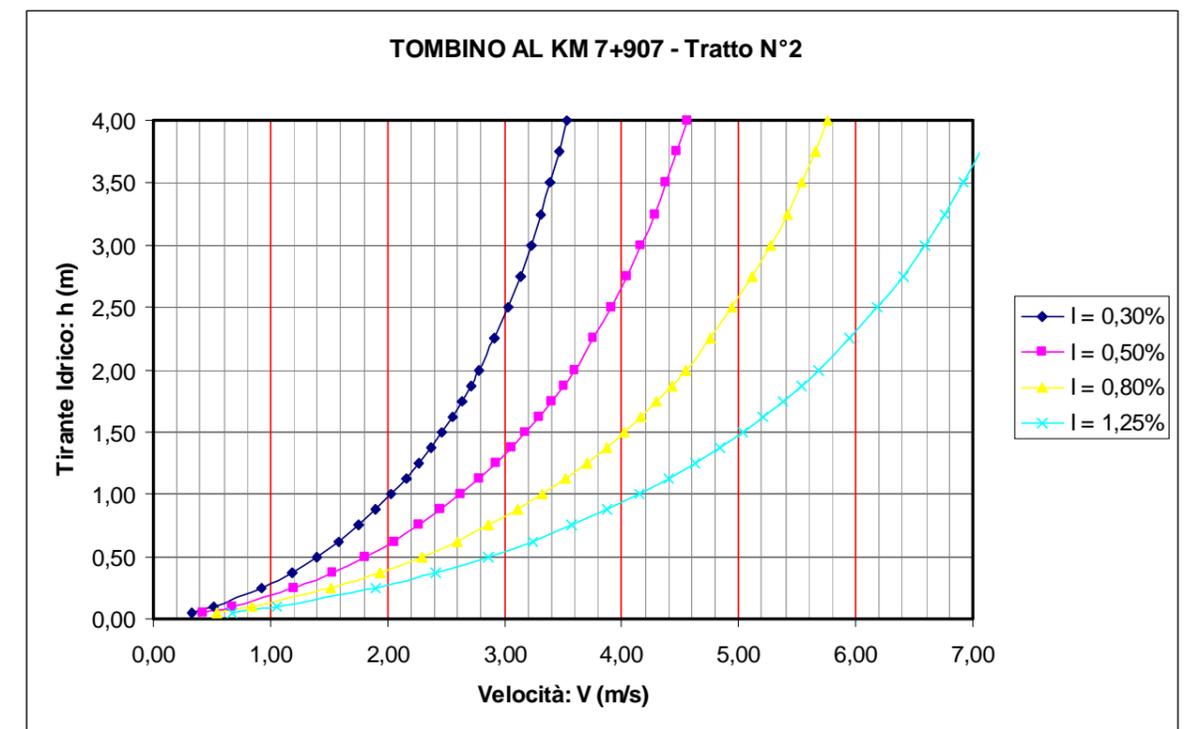
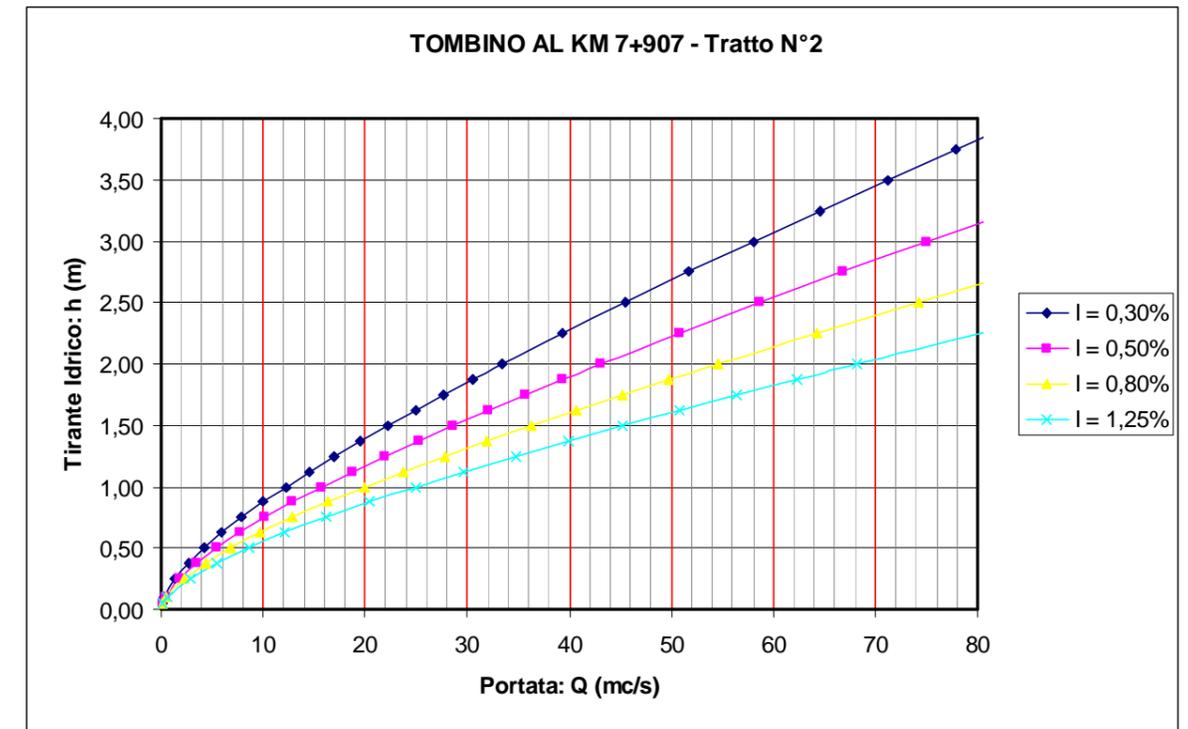
TOMBINO IDRAULICO AL KM 5+665 (Tratto N° 2)		
Fosso S. Stefano		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	33,97	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	5,00	
Altezza della struttura: H = m	4,00	
Materiale	Calcestruzzo	
Coeff. di scabrezza: c = m ^{1/3} *s ⁻¹	45	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
	Pendenza del fondo: I =	0,200% 2,000%
Tirante Idrico: h = m	2,80	1,22
Grado di Riempimento	70,08%	30,48%
Sezione bagnata: A = m ²	14,017	6,095
Contorno bagnato: Cb= m	10,607	7,438
Raggio idraulico: Ri = m	1,32	0,82
Velocità media: U = m/s	2,42	5,57
Carico cinetico: E = m	0,30	1,58
Franco residuo: ΔH = m	1,20	2,78



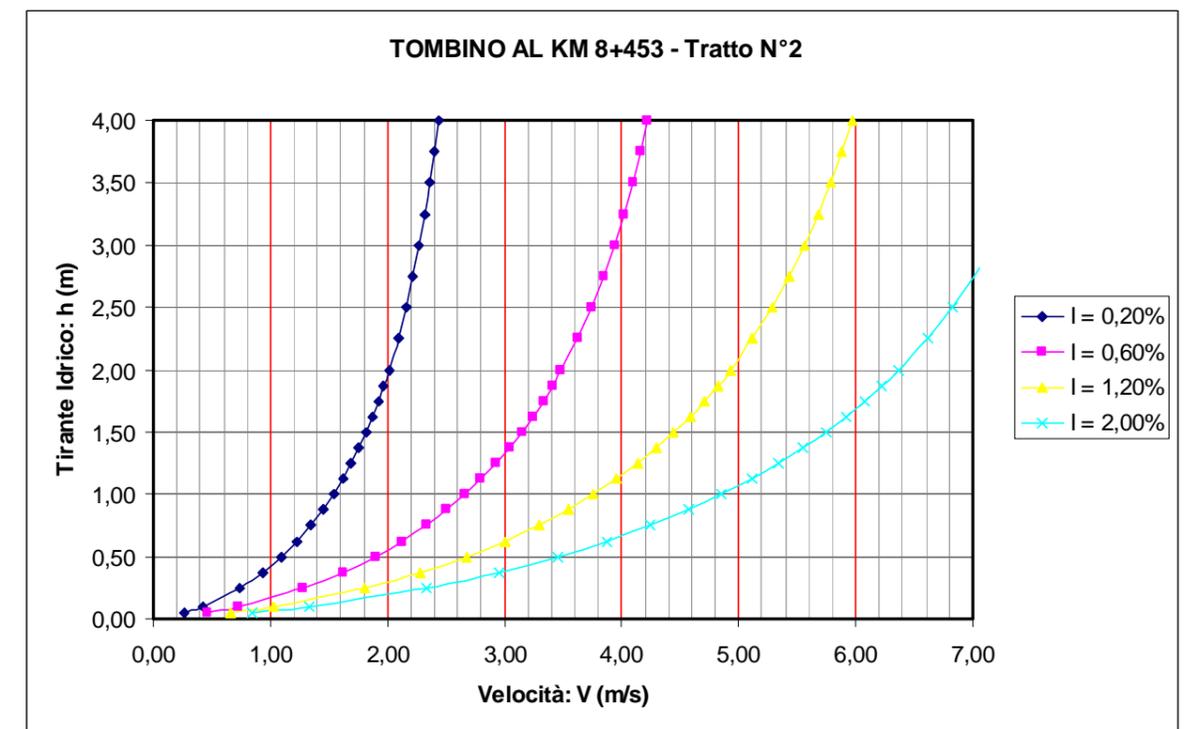
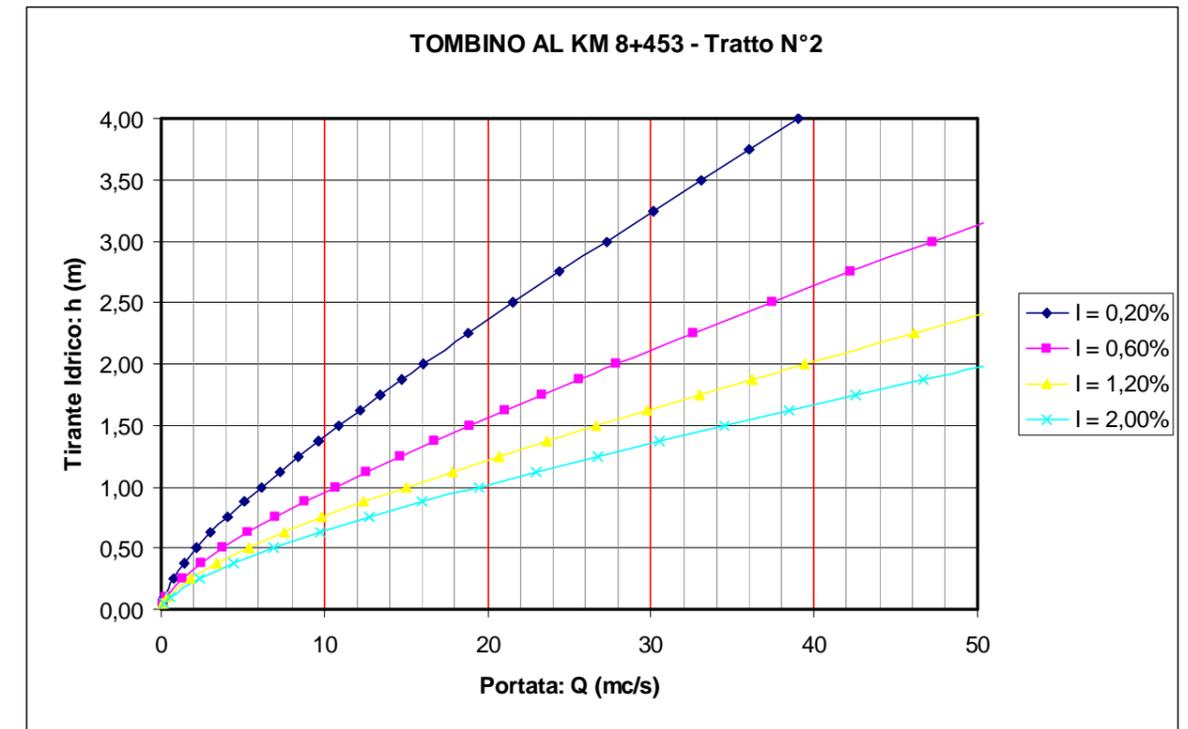
TOMBINO IDRAULICO AL KM 7+228 (Tratto N° 2)		
Fosso dell'Incoronata		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	16,22	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	4,00	
Altezza della struttura: H = m	3,00	
Materiale	Calcestruzzo	
Coeff. di scabrezza: c = m ^{1/3} *s ⁻¹	45	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
	Pendenza del fondo: I =	0,250% 3,000%
Tirante Idrico: h = m	1,85	0,77
Grado di Riempimento	61,68%	25,65%
Sezione bagnata: A = m ²	7,402	3,079
Contorno bagnato: Cb= m	7,701	5,539
Raggio idraulico: Ri = m	0,96	0,56
Velocità media: U = m/s	2,19	5,27
Carico cinetico: E = m	0,24	1,41
Franco residuo: ΔH = m	1,15	2,23



TOMBINO IDRAULICO AL KM 7+907 (Tratto N° 2)		
Fosso Candelitto (o Formicosa)		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	53,60	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	6,00	
Altezza della struttura: H = m	4,00	
Materiale	Calcestruzzo	
Coeff. di scabrezza: c = m ^{1/3} *s ⁻¹	45	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
Pendenza del fondo: I =	0,300%	1,250%
Tirante Idrico: h = m	2,82	1,69
Grado di Riempimento	70,58%	42,18%
Sezione bagnata: A = m ²	16,940	10,122
Contorno bagnato: Cb= m	11,647	9,374
Raggio idraulico: Ri = m	1,45	1,08
Velocità media: U = m/s	3,16	5,30
Carico cinetico: E = m	0,51	1,43
Franco residuo: ΔH = m	1,18	2,31



TOMBINO IDRAULICO AL KM 8+453 (Tratto N° 2)		
Fosso Acquella (o Fraccopaldo)		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	23,03	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	4,00	
Altezza della struttura: H = m	4,00	
Materiale	Calcestruzzo	
Coeff. di scabrezza: c = m ^{1/3} *s ⁻¹	45	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
Pendenza del fondo: I =	0,200%	2,000%
Tirante Idrico: h = m	2,63	1,13
Grado di Riempimento	65,70%	28,15%
Sezione bagnata: A = m ²	10,513	4,503
Contorno bagnato: Cb= m	9,256	6,252
Raggio idraulico: Ri = m	1,14	0,72
Velocità media: U = m/s	2,19	5,11
Carico cinetico: E = m	0,24	1,33
Franco residuo: ΔH = m	1,37	2,87



2.2.9 Opere idrauliche a corredo del corpo stradale

Opere di raccolta e scarico delle acque ricadenti sulla sede stradale

E' necessario adottare differenti soluzioni idrauliche per il corretto smaltimento delle acque meteoriche, in relazione alle situazioni che si riscontrano nelle varie parti del tracciato stradale.

L'asse principale presenta una sezione costituita da due carreggiate separate, una per ogni via di corsa, separate da uno spartitraffico centrale, non pavimentato, della larghezza lorda di 4,00 m. La larghezza prevista delle singole carreggiate è di 14,25 m (tre corsie da 3,75 m + una corsia da 3,00 m) per il tratto n° 1 "Salerno – Fisciano" e di 10,50 m (due corsie da 3,75 m + una corsia da 3,00 m) per il tratto n° 2 "Fisciano – Avellino".

La sagoma stradale corrente è del tipo "a tetto" a doppia falda, con pendenza trasversale pari al 2,50%.

Nei tratti in rettilineo, nel caso di corpo stradale in rilevato, per entrambe le vie di corsa, le acque meteoriche precipitate sulla piattaforma vengono raccolte dal cordolo in conglomerato bituminoso previsto a lato della piattaforma che le convoglia al primo embrice disponibile. Gli embrici scaricano quindi nei fossi di guardia, costituiti da canalette trapezoidali rivestite in calcestruzzo, previsti al piede del rilevato.

Parimenti, le acque meteoriche ricadenti sulla sede stradale in trincea sono recepite dalle cunette rivestite in calcestruzzo, posti ai bordi della piattaforma, da ambo i lati. Tali cunette "di piattaforma" presenta nella generalità dei casi pendenza longitudinale pari alla pendenza longitudinale della strada e convogliano le acque nel primo attraversamento disponibile o, altrimenti, nei fossi al piede del rilevato, non appena si ha il passaggio da sezione "in trincea" a sezione "in rilevato".

Nei tratti in curva, nel caso in cui il raggio di curvatura è inferiore a circa 4.000 m, si prevede la rotazione delle sagome stradali. Ne consegue che le acque meteoriche relative alla carreggiata interna continuano a scaricare (direttamente o tramite gli embrici) nella cunetta di piattaforma o nel fosso di guardia; le acque della carreggiata esterna, invece, vengono raccolte nel collettore di drenaggio centrale posto in asse strada, nello spartitraffico, e convogliate nel sottostante collettore Ø 500 mm, previsto per tutto lo sviluppo del tratto in curva e dei contigui tratti di raccordo. Tale collettore scarica nel fosso al piede del rilevato o nel primo attraversamento disponibile.

La sezione delle rampe degli svincoli, infine, è generalmente prevista a falda unica. Le acque meteoriche afferenti la sede stradale delle rampe, pertanto, scaricano sempre (direttamente o tramite gli embrici) nella canaletta, in destra o in sinistra, in funzione della rotazione della sagoma per effetto delle relative curve.

Opere di raccolta delle acque al piede del rilevato e sopra la sezione in trincea

La protezione del rilevato viene garantita da un fosso di guardia al piede, a sezione trapezoidale, rivestito in calcestruzzo, di larghezza ed altezza variabili in funzione della tipologia adottata e pendenza 1/1 delle pareti laterali, che ha la funzione sia di raccogliere ed allontanare le acque di drenaggio della piattaforma stradale e della scarpata, sia di intercettare le acque meteoriche dei bacini esterni impedendo che raggiungano il piede del rilevato con le prevedibili e gravi conseguenze di erosione.

Nel caso di sezione in scavo, oltre alla cunetta "di piattaforma" presente al piede della scarpata ed al bordo strada, dal lato di monte del pendio è stato previsto un fosso di guardia al di sopra della trincea, che ha la funzione di intercettare le acque ruscellanti dei bacini esterni impedendo che raggiungano le scarpate in scavo con le prevedibili e gravi conseguenze di erosione, evitando altresì l'inondazione della stessa sede stradale.

Portate afferenti la piattaforma stradale e i fossi di guardia

Al fine di valutare i quantitativi d'acqua di origine meteorica provenienti dal corpo stradale, dalle scarpate dei rilevati e/o delle trincee e dalle aree esterne gravanti direttamente nei fossi di guardia al piede dei rilevati o sopra le trincee, si considera l'efflusso meteorico relativo ad una precipitazione con tempo di ritorno di 30 anni.

Le portate di piena sono state calcolate con il metodo Razionale "del Turazza":

$$Q = \frac{C \times A \times I}{3600} \quad (27)$$

essendo:

- Q = Portata al colmo, per eventi di prefissata frequenza probabile (Tempo di ritorno = 30 anni) (l/s)
- C = Coefficiente di deflusso (rapporto tra l'afflusso e il deflusso), funzione dei diversi gradi di permeabilità delle aree interessate, assunto pari a:
 - Per le aree pavimentate della piattaforma stradale C = 0,90
 - per le scarpate inerbite e le sezioni in rilevato o in trincea C = 0,60

- Per le aree esterne prossime alla strada, mediamente $C = 0,45$
- $A =$ Superficie complessiva drenata (m^2)
- $I =$ Intensità di precipitazione, per Tempo di Ritorno di 30 anni, per una durata pari al tempo di corrivazione del bacino (mm/h).

La valutazione del tempo di corrivazione viene effettuata considerando sia il tempo di percorrenza nel moto per veli delle acque sulle superfici elementari drenate (assunto in prima approssimazione pari a 7 minuti), sia il tempo di percorrenza nel moto di avanzamento delle acque una volta inalveate nel fosso rivestito o nel collettore centrale: $T_C = T_{C,0} + T_{C,1}$

La valutazione del tempo di percorrenza del moto della corrente inalveata nel fosso rivestito o nel collettore può essere condotta con un procedimento passo per passo e considerando l'effettiva velocità media della corrente nei differenti tratti considerati: $T_{C,i} = L_i / V_i$, essendo L_i e V_i rispettivamente la lunghezza del tratto di canale e la velocità media della corrente.

Considerato che gli eventi meteorologici di brevissima durata non possono essere significativi per il calcolo delle portate di drenaggio, nei calcoli, si potrà assumere un tempo di corrivazione minimo pari a 10 minuti: $T_C \geq 10/60 = 0,167$ ore.

Per il tratto di strada ricadente nel territorio dell'Autorità dei Bacini in Destra Sele (dall'inizio intervento sino alla progressiva km 6+500 circa del Tratto n° 1 "Salerno – Fisciano"), si farà riferimento al regime delle precipitazioni intense analizzato a partire dai dati puntuali della stazione di Salerno la cui curva di possibilità pluviometrica, per un Tempo di Ritorno di 30 anni assume la seguente espressione: $h = 81,872 \times t^{0,296}$.

Per una durata di 10', l'intensità di precipitazione è pari a 289,27 mm/ora.

Per il tratto di strada ricadente nel territorio dell'Autorità di Bacino del Sarno, considerato che l'analisi puntuale delle piogge intense registrate alla stazione di Avellino conduce a dei valori di intensità di precipitazione sensibilmente inferiori a quelli ricavabili dalla regionalizzazione, si farà riferimento all'analisi delle precipitazioni intense ricavate applicando la regionalizzazione del VAPI Campania.

Per un Tempo di Ritorno di 30 anni, assumendo una altitudine media di 200 m slm, con il metodo VAPI Campania si ottengono i seguenti valori dell'intensità di precipitazione:

Durata minuti	Intensità di Precipitazione mm/ora
10'	142,88
15'	128,46
20'	117,15
30'	100,44
40'	88,58

Verifiche idrauliche dei canali e dei collettori

Il dimensionamento della rete di drenaggio superficiale per lo smaltimento delle acque meteoriche della piattaforma stradale e dei relativi fossi di guardia viene effettuato a partire dalla valutazione delle portate afferenti ai vari tratti della rete.

In base alle diverse superfici contribuenti (piattaforma stradale, aree non pavimentate, scarpate in rilevato e in trincea, bacini esterni versanti nei fossi di guardia), si valutano le portate meteoriche afferenti ai collettori centrali (nei tratti in curva con rotazione delle sagome), alle cunette di piattaforma al piede delle trincee ed ai fossi di guardia al piede dei rilevati o sulla sommità delle trincee.

Per le verifiche idrauliche si è ipotizzato che il deflusso avvenga in condizioni di moto uniforme. Le caratteristiche idrauliche delle sezioni di progetto sono determinate mediante l'applicazione della formula di Chezy, nell'espressione di Gauckler-Strickler:

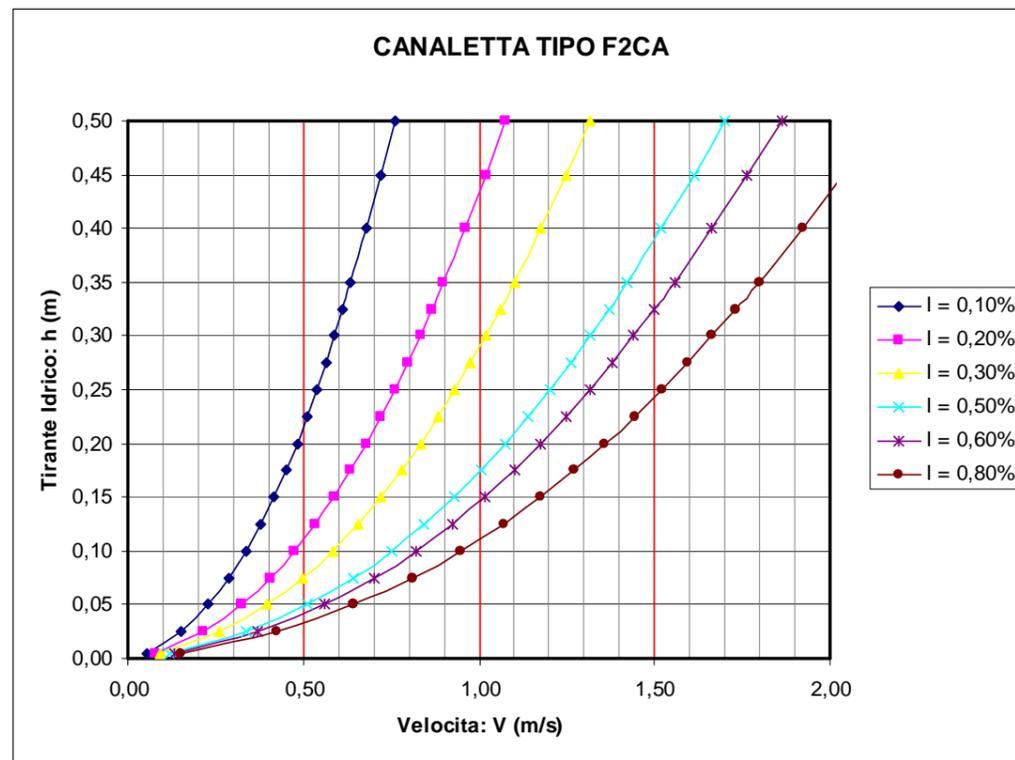
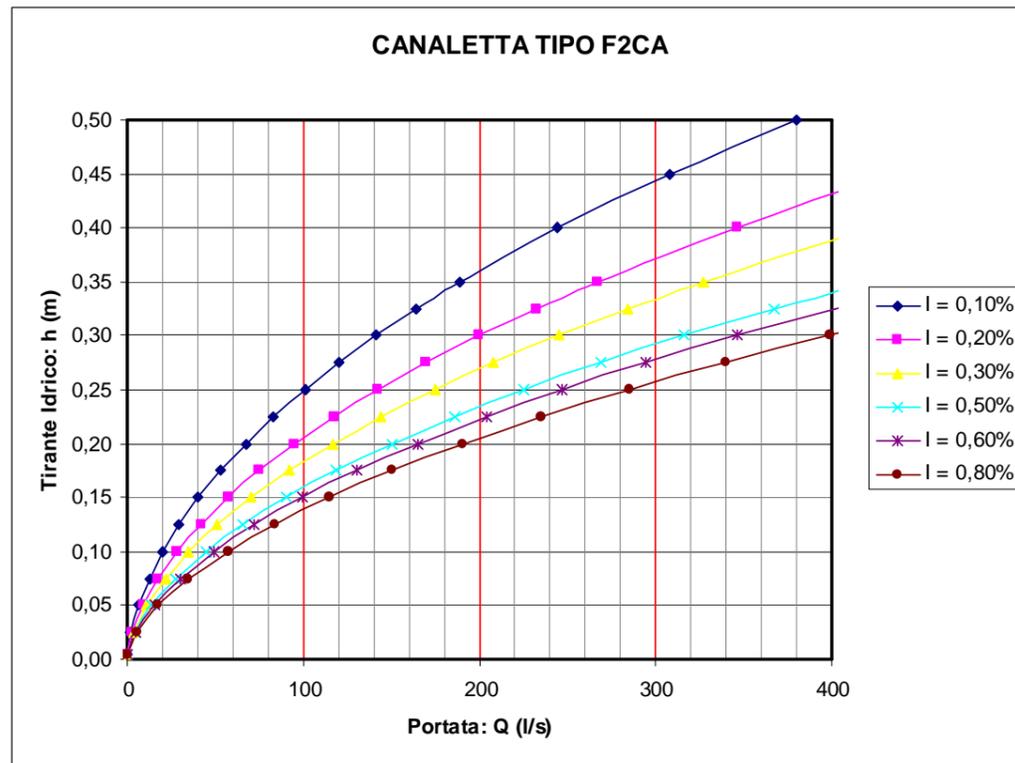
$$Q = c \times A \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (26)$$

dove:

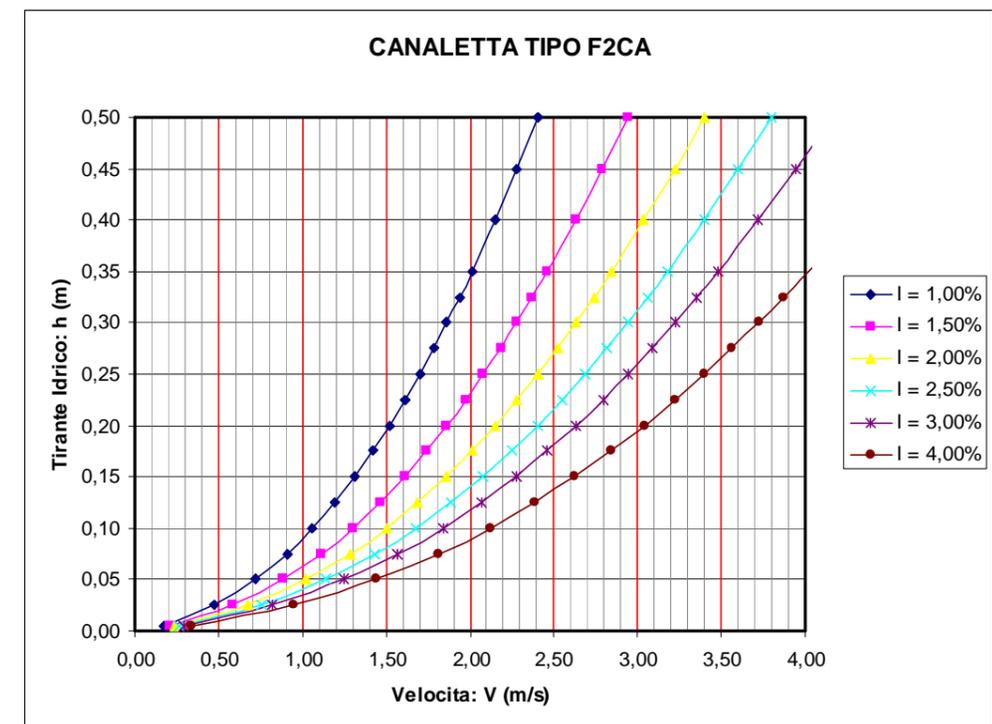
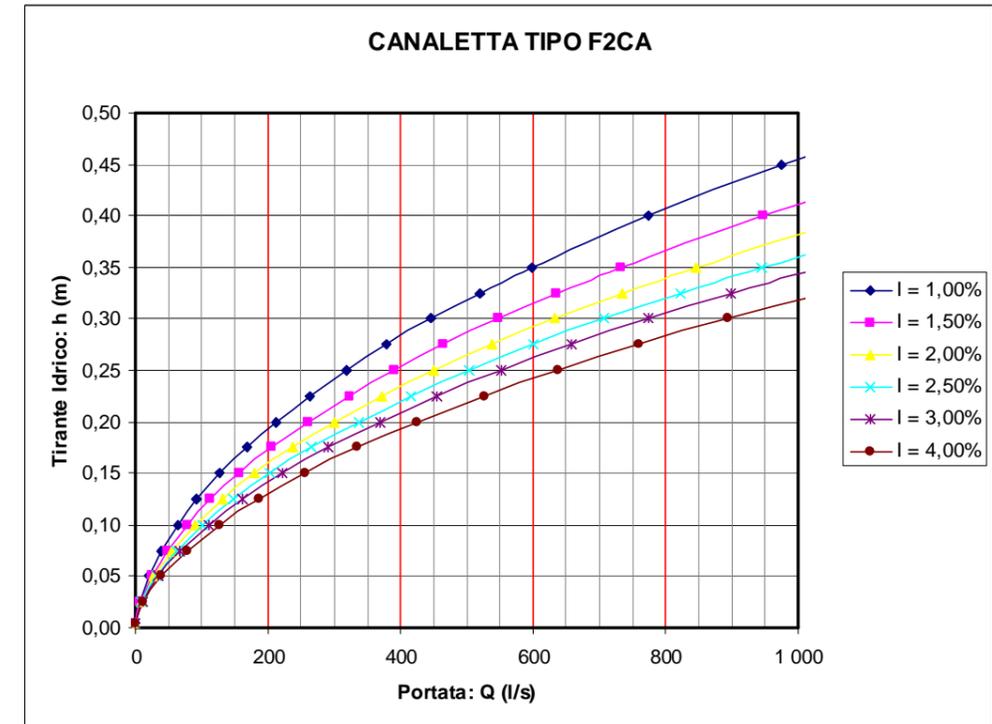
- "A" è l'area della sezione bagnata
- "R" è il raggio idraulico
- "I" è la pendenza di fondo
- "c" è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, assunto pari a:
 - $c = 60$ ($m^{1/3}/s$) per le strutture in calcestruzzo gettate in opera
 - $c = 70$ ($m^{1/3}/s$) per le strutture prefabbricate in c.a. e per i collettori circolari.

Nei grafici seguenti si riportano le scale di deflusso (Portata e velocità) delle principali sezioni utilizzate, in funzione della pendenza longitudinale.

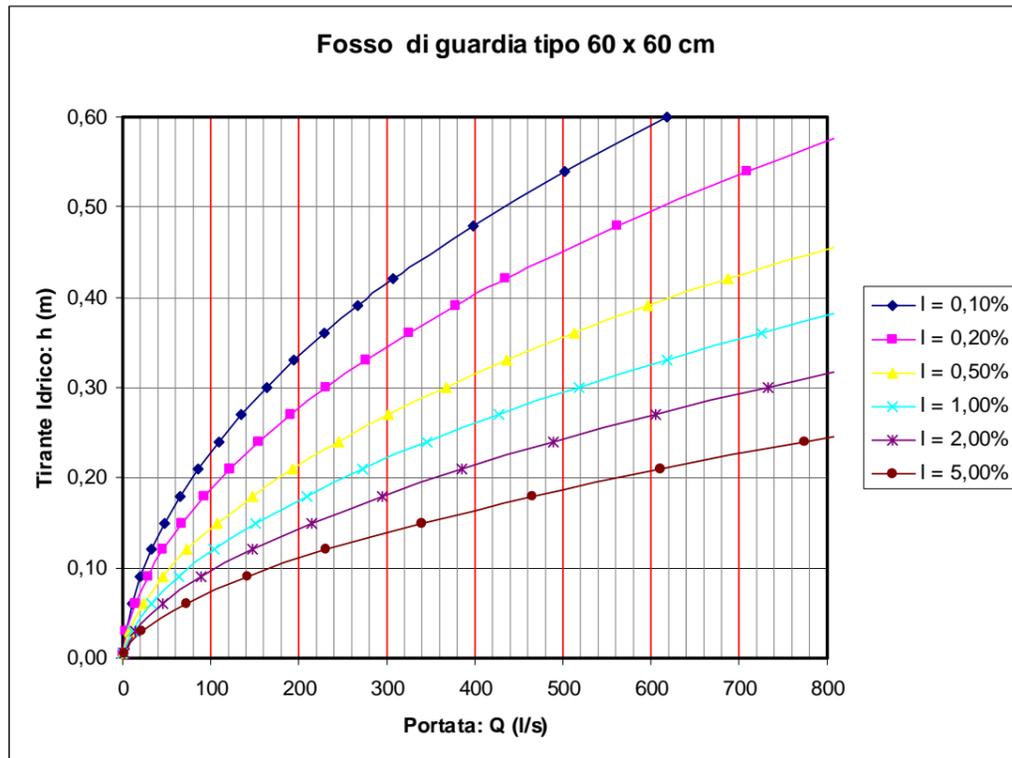
fossi di guardia rivestiti tipo 50 x 50 cm: pendenze inferiori all'1,00%



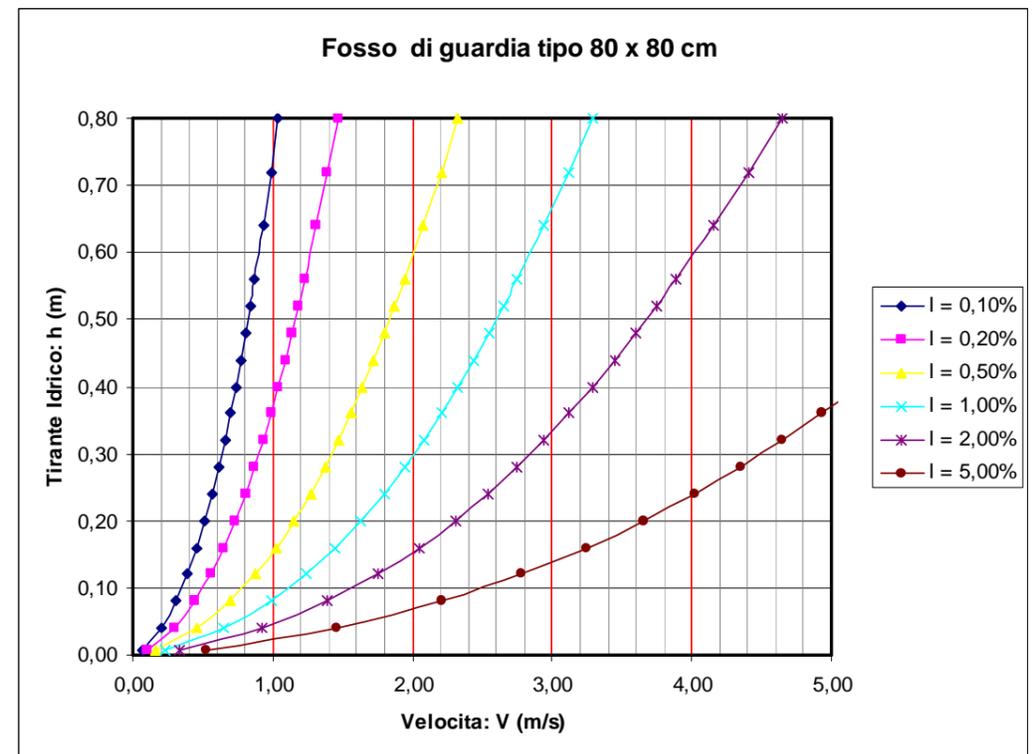
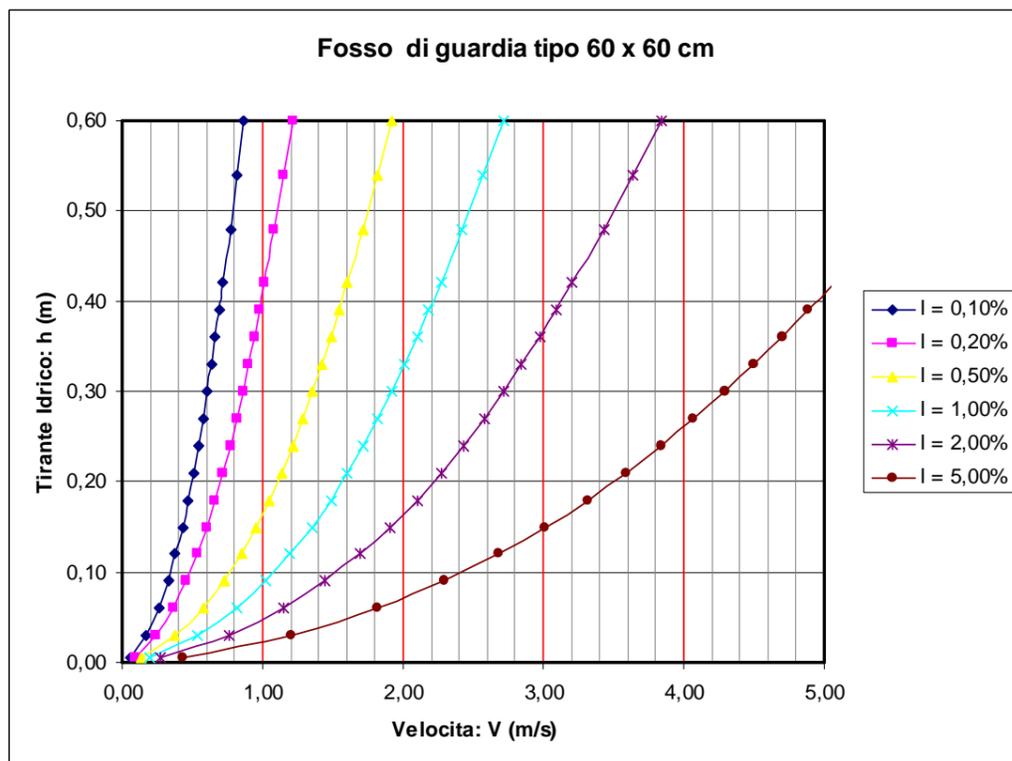
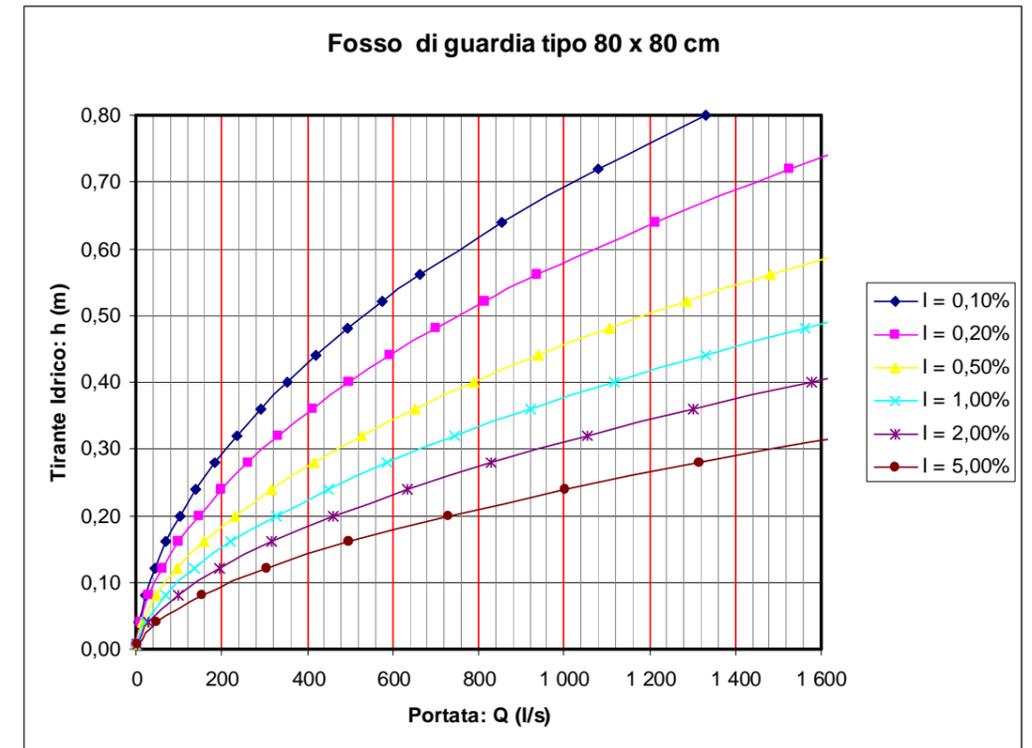
fossi di guardia rivestiti tipo 50 x 50 cm: pendenze dall'1,00% al 4,00%



fossi di guardia rivestiti tipo 60 x 60 cm: pendenze inferiori all'1,00%



fossi di guardia rivestiti tipo 80 x 80 cm: pendenze inferiori all'1,00%



ANNESSE 1 -Precipitazioni

***** STAZIONE DI SALERNO (Genio Civ.) *****

anno	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1976	44.00	62.40	71.00	87.60	92.20
1977	25.00	37.00	48.00	55.00	70.80
1978	23.00	41.60	43.80	52.00	92.60
1979	33.00	75.20	77.40	78.00	107.00
1980	28.00	39.00	72.00	96.20	126.00
1981	64.00	105.00	127.00	141.00	147.00
1982	67.00	79.00	80.40	83.80	120.00
1983	16.00	28.60	31.60	31.60	53.80
1984	35.00	36.00	46.00	46.00	72.00
1985	60.00	120.00	160.00	210.00	236.60
1986	38.60	45.60	46.40	53.00	81.00
1988	80.80	97.00	102.20	123.80	153.60
1990	37.40	59.60	60.40	79.60	89.40
1950	22.00	58.50	77.50	80.20	82.20
1951	19.30	29.00	34.50	48.00	50.00
1952	19.50	23.00	25.00	30.50	47.50
1953	30.00	90.00	185.00	207.00	207.50
1955	26.00	43.00	52.00	64.30	81.40
1956	19.30	20.00	26.60	44.00	45.50
1957	21.00	21.20	27.00	34.00	50.00
1958	34.00	40.00	45.00	48.00	50.00
1959	21.00	39.00	45.00	53.00	60.00
1960	50.20	64.20	108.00	108.20	108.20
1961	45.00	68.00	72.00	82.00	99.00
1962	23.00	25.00	52.00	62.00	64.80
1963	45.00	76.00	90.00	120.00	122.40
1965	50.00	53.00	61.00	62.00	93.80
1966	70.00	98.60	117.00	127.00	128.60
1969	77.00	117.00	122.60	125.60	125.60
1970	49.20	60.80	66.00	114.00	115.42
1971	40.00	77.00	100.80	107.00	120.00
1972	27.00	37.00	49.00	50.80	56.20
1973	21.40	28.80	41.40	52.60	76.00
1974	23.00	23.60	41.40	41.40	66.40
1975	29.60	46.20	46.20	52.20	57.20

***** STAZIONE DI SALERNO (Genio Civ.) *****

n° d'ord.	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
23	26.00	39.00	46.40	53.00	72.00
24	25.00	39.00	46.20	52.60	70.80
25	23.00	37.00	46.00	52.20	66.40
26	23.00	37.00	45.00	52.00	64.80
27	23.00	36.00	45.00	50.80	60.00
28	22.00	29.00	43.80	48.00	57.20
29	21.40	28.80	41.40	48.00	56.20
30	21.00	28.60	41.40	46.00	53.80
31	21.00	25.00	34.50	44.00	50.00
32	19.50	23.60	31.60	41.40	50.00
33	19.30	23.00	27.00	34.00	50.00
34	19.30	21.20	26.60	31.60	47.50
35	16.00	20.00	25.00	30.50	45.50
1	80.80	120.00	185.00	210.00	236.60
2	77.00	117.00	160.00	207.00	207.50
3	70.00	105.00	127.00	141.00	153.60
4	67.00	98.60	122.60	127.00	147.00
5	64.00	97.00	117.00	125.60	128.60
6	60.00	90.00	108.00	123.80	126.00
7	50.20	79.00	102.20	120.00	125.60
8	50.00	77.00	100.80	114.00	122.40
9	49.20	76.00	90.00	108.20	120.00
10	45.00	75.20	80.40	107.00	120.00
11	45.00	68.00	77.50	96.20	115.42
12	44.00	64.20	77.40	87.60	108.20
13	40.00	62.40	72.00	83.80	107.00
14	38.60	60.80	72.00	82.00	99.00
15	37.40	59.60	71.00	80.20	93.80
16	35.00	58.50	66.00	79.60	92.60
17	34.00	53.00	61.00	78.00	92.20
18	33.00	46.20	60.40	64.30	89.40
19	30.00	45.60	52.00	62.00	82.20
20	29.60	43.00	52.00	62.00	81.40
21	28.00	41.60	49.00	55.00	81.00
22	27.00	40.00	48.00	53.00	76.00

***** STAZIONE DI SALERNO (Genio Civ.) *****

Relativa altezza di pioggia (mm) = 48.211
 Relativa intensità di precipit. (mm/h) = 289.268

***** STAZIONE DI SALERNO (Genio Civ.) *****

CALCOLO PARAMETRI LEGGE ASINTOTICA DEL MASSIMO VALORE (Gumbel)

Fattore 'n' fascio di rette parallele = 0.296
 Media del coefficiente 'a' = 39.066
 Scarto quadratico medio dei coefficienti 'a' = 19.557
 Parametro 'alfa' (metodo dei momenti) = 0.066
 Parametro 'X0' (metodo dei momenti) = 30.265

CALCOLO ALTEZZA DI PIOGGIA PER UN DETERMINATO Tr

Tempo di ritorno considerato (anni)= 10
 Probabilità cumulata P(a)= 0.900
 Parametro 'a' per il Tr richiesto = 64.580

Durata di pioggia (ore)	Altezza di pioggia (mm)
1	64.580
3	89.354
6	109.669
12	134.603
24	165.206

CALCOLO ALTEZZA DI PIOGGIA PER UN DETERMINATO Tr

Tempo di ritorno considerato (anni)= 30
 Probabilità cumulata P(a)= 0.967
 Parametro 'a' per il Tr richiesto = 81.872

Durata di pioggia (ore)	Altezza di pioggia (mm)
1	81.872
3	113.278
6	139.033
12	170.642
24	209.439

Tempo di pioggia considerato (ore) 0.167

CALCOLO ALTEZZA DI PIOGGIA PER UN DETERMINATO Tr

Tempo di ritorno considerato (anni)= 50
 Probabilità cumulata P(a)= 0.980
 Parametro 'a' per il Tr richiesto = 89.765

Durata di pioggia (ore)	Altezza di pioggia (mm)
1	89.765
3	124.200
6	152.437
12	187.095
24	229.631

CALCOLO ALTEZZA DI PIOGGIA PER UN DETERMINATO Tr

Tempo di ritorno considerato (anni)= 100
 Probabilità cumulata P(a)= 0.990
 Parametro 'a' per il Tr richiesto = 100.412

Durata di pioggia (ore)	Altezza di pioggia (mm)
1	100.412
3	138.931
6	170.518
12	209.286
24	256.868

CALCOLO ALTEZZA DI PIOGGIA PER UN DETERMINATO Tr

Tempo di ritorno considerato (anni)= 200
 Probabilità cumulata P(a)= 0.995
 Parametro 'a' per il Tr richiesto = 111.020

Durata di pioggia (ore)	Altezza di pioggia (mm)
1	111.020

3	153.609
6	188.532
12	231.396
24	284.005

CALCOLO ALTEZZA DI PIOGGIA PER UN DETERMINATO Tr

Tempo di ritorno considerato (anni)= 500
 Probabilità cumulata P(a)= 0.998
 Parametro 'a' per il Tr richiesto = 125.016

Durata di pioggia (ore)	Altezza di pioggia (mm)
1	125.016
3	172.973
6	212.299
12	260.566
24	319.807

***** STAZIONE DI AVELLINO (Genio Civ.) *****

PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITA'

anno	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1949	37.20	70.80	83.00	125.80	170.70
1950	19.00	45.00	58.00	74.30	75.30
1951	44.00	57.20	59.00	73.70	86.40
1952	19.50	40.00	54.00	82.00	100.50
1953	20.00	34.50	55.00	75.80	78.00
1954	15.00	28.50	34.50	48.00	63.20
1955	21.40	39.00	59.20	64.00	74.20
1956	17.70	24.00	44.00	60.20	80.60
1957	21.00	32.80	37.60	49.00	72.00
1958	13.00	39.00	39.00	41.40	48.20
1959	20.00	22.00	37.20	38.00	55.00
1960	20.00	45.60	54.60	54.60	71.20
1961	35.00	70.00	96.60	90.00	135.00
1962	17.60	26.00	30.00	43.00	50.00
1965	35.00	52.00	53.00	52.00	77.00
1968	23.60	42.00	45.60	60.00	94.00
1969	25.00	36.00	43.60	45.40	52.40
1970	17.60	26.00	31.00	59.00	101.20
1971	14.80	25.00	57.00	58.00	69.20
1972	25.80	24.60	27.00	33.60	39.20
1973	18.60	27.60	39.20	59.20	77.40
1974	26.00	38.60	44.00	77.00	113.00
1975	28.00	49.00	57.00	64.00	68.40

1976	16.60	28.60	36.00	65.00	92.00
1977	18.40	21.00	29.00	37.00	53.00
1978	37.20	41.00	62.00	63.60	67.00
1979	35.60	40.60	40.60	43.00	54.20
1980	22.00	43.00	45.80	54.00	81.00
1981	16.40	39.00	49.00	63.00	72.00
1982	31.00	49.00	53.60	83.00	83.60
1983	25.40	25.40	34.60	34.60	61.60
1984	18.00	22.40	36.00	54.20	66.40
1985	36.00	50.00	75.00	107.80	138.80
1988	34.20	42.60	44.00	65.80	67.60
1990	14.60	30.20	45.00	71.00	98.60

***** STAZIONE DI AVELLINO (Genio Civ.) *****

SERIE ORDINATA DELLE MAX. ALTEZZE DI PIOGGIA

n° d'ord.	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	44.00	70.80	96.60	125.80	170.70
2	37.20	70.00	83.00	107.80	138.80
3	37.20	57.20	75.00	90.00	135.00
4	36.00	52.00	62.00	83.00	113.00
5	35.60	50.00	59.20	82.00	101.20
6	35.00	49.00	59.00	77.00	100.50
7	35.00	49.00	58.00	75.80	98.60
8	34.20	45.60	57.00	74.30	94.00
9	31.00	45.00	57.00	73.70	92.00
10	28.00	43.00	55.00	71.00	86.40
11	26.00	42.60	54.60	65.80	83.60
12	25.80	42.00	54.00	65.00	81.00
13	25.40	41.00	53.60	64.00	80.60
14	25.00	40.60	53.00	64.00	78.00
15	23.60	40.00	49.00	63.60	77.40
16	22.00	39.00	45.80	63.00	77.00
17	21.40	39.00	45.60	60.20	75.30
18	21.00	39.00	45.00	60.00	74.20
19	20.00	38.60	44.00	59.20	72.00
20	20.00	36.00	44.00	59.00	72.00
21	20.00	34.50	44.00	58.00	71.20
22	19.50	32.80	43.60	54.60	69.20
23	19.00	30.20	40.60	54.20	68.40

24	18.60	28.60	39.20	54.00	67.60
25	18.40	28.50	39.00	52.00	67.00
26	18.00	27.60	37.60	49.00	66.40
27	17.70	26.00	37.20	48.00	63.20
28	17.60	26.00	36.00	45.40	61.60
29	17.60	25.40	36.00	43.00	55.00
30	16.60	25.00	34.60	43.00	54.20
31	16.40	24.60	34.50	41.40	53.00
32	15.00	24.00	31.00	38.00	52.40
33	14.80	22.40	30.00	37.00	50.00
34	14.60	22.00	29.00	34.60	48.20
35	13.00	21.00	27.00	33.60	39.20

***** STAZIONE DI AVELLINO (Genio Civ.) *****

Tempo di ritorno considerato (anni)= 30
 Probabilita' cumulata P(a)= 0.967
 Parametro 'a' per il Tr richiesto = 41.773

***** STAZIONE DI AVELLINO (Genio Civ.) *****

***** STAZIONE DI AVELLINO (Genio Civ.) *****

CALCOLO PARAMETRI LEGGE ASINTOTICA DEL MASSIMO

VALORE (Gumbel)

Fattore 'n' fascio di rette parallele = 0.376

Media del coefficiente 'a' = 24.394

Scarto quadratico medio dei coefficienti 'a' = 7.940

Parametro 'alfa' (metodo dei momenti) = 0.162

Parametro 'X0' (metodo dei momenti) = 20.820

Durata di pioggia (ore) Altezza di pioggia (mm)

1 41.773

3 63.160

6 81.982

12 106.414

24 138.128

Tempo di pioggia considerato (ore) 0.167

Relativa altezza di pioggia (mm) = 21.285

Relativa intensità di precipit. (mm/h) = 127.709

CALCOLO ALTEZZA DI PIOGGIA PER UN

DETERMINATO Tr

Tempo di ritorno considerato (anni)= 100

Probabilita' cumulata P(a)= 0.990

Parametro 'a' per il Tr richiesto = 49.301

Durata di pioggia (ore) Altezza di pioggia (mm)

1 49.301

3 74.541

6 96.756

12 125.591

24 163.019

CALCOLO ALTEZZA DI PIOGGIA PER UN DETERMINATO

Tr

Tempo di ritorno considerato (anni)= 200

Probabilita' cumulata P(a)= 0.995

Parametro 'a' per il Tr richiesto = 53.608

Durata di pioggia (ore) Altezza di pioggia (mm)

1 53.608

3 81.053

6 105.209

12 136.562

24 177.260

CALCOLO ALTEZZA DI PIOGGIA PER UN DETERMINATO Tr

Tempo di ritorno considerato (anni)= 10

Probabilita' cumulata P(a)= 0.900

Parametro 'a' per il Tr richiesto = 34.753

Durata di pioggia (ore) Altezza di pioggia (mm)

1 34.753

3 52.545

6 68.204

12 88.530

24 114.914

CALCOLO ALTEZZA DI PIOGGIA PER UN

DETERMINATO Tr

Tempo di ritorno considerato (anni)= 50

Probabilita' cumulata P(a)= 0.980

Parametro 'a' per il Tr richiesto = 44.978

Durata di pioggia (ore) Altezza di pioggia (mm)

1 44.978

3 68.005

6 88.272

12 114.579

24 148.725

CALCOLO ALTEZZA DI PIOGGIA PER UN DETERMINATO

Tr

Tempo di ritorno considerato (anni)= 500

Probabilita' cumulata P(a)= 0.998

Parametro 'a' per il Tr richiesto = 59.290

Durata di pioggia (ore) Altezza di pioggia (mm)

1 59.290

3 89.645

6 116.361

12 151.038

24 196.050

CALCOLO ALTEZZA DI PIOGGIA PER UN DETERMINATO Tr

2.3 LO STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO DEL TRATTO 3

Il tracciato del tratto “3” si sviluppa nella galleria naturale –galleria Montepergola- tra il Comune di Serino e quello di Solofra fino alle rispettive aree di imbocco. Viste le caratteristiche del tratto non si andrà ad interferire con il reticolo idrografico superficiale mentre potenziali impatti possono riscontrarsi sull’eventuale falda acquifera attraversata. Tra le misure risolutive previste si evidenzia l’intervento di drenaggio ed impermeabilizzazione lungo l’intera tratta in galleria e gli ulteriori interventi puntuali e sistematici nel caso di attraversamenti di sacche acquifere, anche a carattere temporaneo.

Nell’ambito del progetto preliminare è stata inoltre prevista la messa in opera di un collettore al di sotto del piano stradale, per la raccolta ed il convogliamento delle acque, di cui è prevista la connessione con il sistema di drenaggio delle acque superficiali delle adiacenti tratte in progetto.

Ad un livello di progettazione più avanzata sarà valutato l’apporto idrico ed opportunamente dimensionate le opere idrauliche connesse, secondo i criteri di progettazione indicati nel presente capitolo in merito agli altri tratti in progetto.

2.4 LO STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO DEL TRATTO 4

La presente relazione ha come oggetto la valutazione delle portate di piena di tutti i corsi d’acqua interferenti con l’infrastruttura stradale nonché la indicazione delle opere idrauliche da realizzare per la regimazione delle acque che interesseranno complessivamente l’opera.

L’itinerario corre, per l’intero suo sviluppo, marginalmente al corso del Fiume Sabato, interessandone localmente le zone golenali ed attraversandone in più punti il talweg.

Il Fiume Sabato ricade nel bacino idrografico del Fiume Volturno.

Lungo l’asta principale ed in prossimità delle immissioni degli affluenti prossime al corpo stradale sono state selezionate sei sezioni particolarmente significative per la valutazione delle portate di piena. La corografia mostra i limiti di bacino sottesi dalle sei sezioni prescelte.

Per la valutazione delle massime portate di piena naturali è stata presa a riferimento la metodologia proposta nel Rapporto Valutazione delle Piene in Campania (VAPI), redatto a cura di Fabio Rossi e Paolo Villani dell’Unità Operativa 1.9 del C.N.R./G.N.D.C.I. – Dipartimento di Ingegneria Civile dell’Università di Salerno. Per adattare il modello VAPI, costruito per bacini di dimensioni variabili fra le decine e le centinaia di km², alla valutazione delle portate di piena in bacini di dimensioni dell’ordine del km² o meno, sono state apportate alcune piccole modifiche, spiegate di seguito.

Le caratteristiche geomorfologiche e litologiche del vallone Angri fanno ritenere che in occasioni di eventi estremi le onde di piena, pur caratterizzate da trasporto solido, non raggiungano condizioni di deflusso assimilabili a colate di detrito, anche per l’effetto della vasca di accumulo posta lungo il percorso.

Per questa ragione lo studio idrologico è finalizzato alla definizione delle portate al colmo delle piene di acqua chiara per assegnati tempi di ritorno alle sezioni di chiusura dei bacini idrografici interessati dalle opere in progetto.

2.4.1 Sezioni di calcolo e caratteristiche dei bacini

L'area oggetto di studio è costituita da parte dei territori comunali attraversati longitudinalmente, in direzione nord-sud, dal fiume Sabato.

Quest' ultimo è il ricettore di numerosi fossi minori, caratterizzati da pendenze molto elevate e lunghezze non eccessive (dell'ordine anche di pochi chilometri). Essi risultano usualmente asciutti, essendo solo di rado alimentati per brevi tratti da piccole sorgenti in quota, soprattutto in corrispondenza delle rotture di pendio e delle cosiddette "cornici morfologiche". Il deflusso è osservabile solo nel corso di eventi piovosi significativi e nei periodi immediatamente successivi.

Nella tavola allegata è rappresentato (in blu) il reticolo di drenaggio del Sabato e sono evidenziate e numerate le sei sezioni considerate per il calcoli idrologici. Le sezioni di calcolo sono state poste a monte di confluenze significative o in corrispondenza di manufatti quali ponti e tombini. Per ogni sezione è stata tracciata la linea spartiacque che ne delimita il bacino imbrifero. La parte alta del bacino in esame ricade su formazioni carbonatiche molto permeabili per fratturazione e carsismo, in un'area largamente ricoperta da boschi.

Per poter determinare i massimi valori delle portate in opportune sezioni dell' asta principale si è provveduto ad individuare 6 sezioni di chiusura.

Per ogni sezione sono state individuate le principali caratteristiche fisiografiche e, in particolare:

- A superficie (km²)
- Hmax quota massima (m s.l.m.)
- Hmin quota minima (m s.l.m.)
- Hm quota media (m s.l.m.)
- L lunghezza dell'asta principale (km)
- I pendenza media dell'asta principale (m/m)

La quota media del bacino è stata ricavata dalla curva ipsografica mediante la relazione:

$$Y_m = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n A_i \cdot z_i$$

dove A è l'area complessiva del bacino, A_i è l'area compresa tra due curve di livello, z_i è l'altitudine media dell'area A_i.

La pendenza media dell'asta principale è fornita dalla formula di Taylor & Schwartz, che prevede di suddividere il profilo del corso d'acqua in N tratti di lunghezza L_i e pendenza P_i:

$$\left(\frac{L}{P}\right) = \sum_{i=1}^N \frac{L_i}{\sqrt{P_i}}$$

Le caratteristiche di ogni bacino sono riassunte in Tab. 2.4.1. La curve ipsografica del fiume Sabato nella sezione di chiusura è riportato nelle figura allegata.

Nella tabella 1 sono riportate le caratteristiche principali dei bacini imbriferi sottesi dalle 8 sezioni di chiusura.

Tabella 2.4.1 - Caratteristiche dei bacini imbriferi

N. Sezione	Area bacino (km ²)	Area impermeabile (km ²)	Area permeabile (km ²)	Aperm senza bosco (km ²)	Aperm con bosco (km ²)	Area ridotta (km ²)
1	38,6647	11,5994	27,0653	11,5994	15,4659	23,1988
2	31,2010	9,3603	21,8407	9,3603	12,4804	18,7206
3	23,9549	7,1865	16,7684	7,1865	9,5820	14,3729
4	14,0230	4,2069	9,8161	4,2069	5,6092	8,4138
5	7,8863	2,3659	5,5204	2,3659	3,1545	4,7318
6	3,1407	0,9422	2,1985	0,9422	1,2563	1,8844
Totale	118,8706	35,6612	83,2094	35,6612	47,5482	71,3224

Secondo la definizione VAPI, le aree permeabili sono quelle giacenti su rocce carbonatiche e l'area ridotta è data dalla differenza fra l'area totale e l'area permeabile ricoperta da bosco.

La suddivisione in classi di permeabilità viene utilizzata nel modello VAPI per valutare il coefficiente di afflusso Cf, frazione delle piogge totali che produce deflusso per risposta rapida, e per valutare il tempo di ritardo tr del bacino, che si fa approssimativamente corrispondere con la durata critica, ossia la durata del pluviogramma rettangolare che massimizza la portata di picco.

Con un reticolo di drenaggio che si sviluppa su una lunghezza totale di circa 27,8 km, la densità di drenaggio D_d risulta:

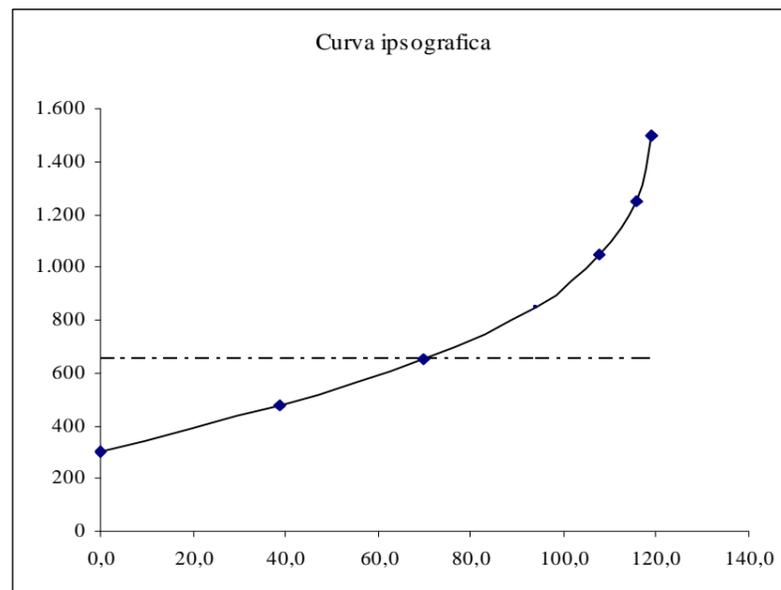
$$D_d = \frac{L_{ret}}{A} \cong 0,23 \text{ km} / \text{km}^2,$$

e quindi, il percorso medio di ruscellamento è pari a:

$$\bar{R} = \frac{1}{2 \cdot D_d} \cong 2.176 \text{ m}$$

Il percorso medio di ruscellamento rappresenta la distanza mediamente percorsa dall'acqua di pioggia efficace lungo i versanti prima di raggiungere i canali, e rappresenta un'informazione importante per una valutazione più realistica del tempo di ritardo del bacino.

BACINO FIUME SABATO			
Superficie Bacino S =	118,8706	Kmq	
L asta fluviale =	27,3	Km	
Hmax	1500	msm	
Hmin	300	msm	
Hmed sul bacino=	649,49	msm	
N°	da	a	Kmq
1	1500	1250	3,1407
2	1250	1050	7,8863
3	1050	850	14,023
4	850	650	23,9549
5	650	475	31,201
6	475	300	38,6647
	Totale		118,8706



2.4.2 Valutazione massime portate con il metodo VAPI

Il modello VAPI Campania

Il modello idrologico per i massimi annuali delle portate nei corsi d'acqua naturali introdotto del Rapporto VAPI Campania è basato su un modello probabilistico del valore estremo a doppia componente (TCEV – Two Component Extreme Value) abbinato a una procedura regionale di stima dei parametri di tipo gerarchico.

L'approccio seguito dal VAPI è del tipo con "piena indice", in cui il massimo annuale della portata al colmo di periodo di ritorno T, indicato con QT (T in anni), può essere valutato come:

$$Q_T = K_T * m(Q),$$

in cui:

m(Q) = media della distribuzione dei massimi annuali della portata di piena (piena indice).

KT = fattore probabilistico di crescita, pari al rapporto tra QT e la piena indice.

Per la valutazione di m(Q), vengono indicate quattro differenti metodologie. Due metodologie sono di tipo empiricoe sono basate su formule monomie in cui la portata dipende essenzialmente dall'area del bacino. Altre due metodologie sono invece di tipo concettuale (modello geomorfoclimatico ed il modello razionale) in cui la piena unitaria (periodo di ritorno pari ad un anno) viene valutata a partire dalle piogge e dipende in maniera più articolata dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino (superficie, percentuale impermeabile di superficie, copertura boschiva).

Valutazione del fattore probabilistico di crescita con il periodo di ritorno KT

La distribuzione di probabilità del fattore probabilistico di crescita, assunto un modello probabilistico di tipo TCEV, dipende da 3 parametri: i 2 parametri di forma θ^* e Λ^* e il parametro di scala Λ_1 . L'espressione che lega il periodo di ritorno al valore del fattore di crescita, con i valori dei parametri riportati nel rapporto VAPI Campania, è riportata di seguito, insieme ai valori calcolati per diversi periodi di ritorno :

$$T = \frac{1}{1 - F_K(k)} = \frac{1}{1 - \exp\left(-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda^* \Lambda_1^{1/\theta^*} e^{-\eta k / \theta^*}\right)}$$

in cui:

$$\theta^* = 2.634;$$

$$\Lambda^* = 0.350;$$

$$\Lambda_1 = 13;$$

$$\eta = 0.5772 + \ln(\Lambda_1) - T_0 = 3.901;$$

$$T_0 = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^{j-1} \Lambda_*^j \Gamma(j/\theta^*)}{j!}$$

I risultati di dette elaborazioni sono riportate nella tabella 2.4.2.

Tabella 2.4.2 - Valutazione di KT per diversi periodi di ritorno

T	20	50	100	200	300	500	1000
KT	2.03	2.61	3.07	3.53	3.81	4.15	4.62

Valutazione della piena media annua (piena indice)

La piena media annua $m(Q)$ è caratterizzata da una elevata variabilità spaziale che può essere spiegata, almeno in parte, ricorrendo a fattori climatici e geomorfologici. In mancanza di dati di portata direttamente misurati nelle sezioni di interesse, è necessario ricorrere a una stima indiretta, basata su modelli che consentano di mettere in relazione $m(Q)$ con i valori assunti da grandezze caratteristiche del bacino.

A tale scopo, si possono seguire due diverse metodologie:

approcci di tipo puramente empirico, del tipo $m(Q) = a A^b$ (con A = superficie del bacino);

approcci che si basano su modelli in cui la piena media annua viene valutata con parametri che tengano conto delle precipitazioni massime sul bacino e delle caratteristiche geomorfologiche (modelli geomorfoclimatici e modelli razionali).

Per un primo approccio, di tipo puramente empirico, si fa riferimento a diverse formulazioni di tipo regressivo fra la piena media annua ed alcune grandezze fisiche del bacino facilmente ottenibili.

Si considera un'espressione monomia del tipo:

$$m(Q) = a * A^b$$

dove a , b sono parametri da stimare attraverso un'analisi di regressione lineare.

Le analisi sono state condotte utilizzando relazioni monomie con l'area totale ($a = 1.192$, $b = 0.838$), con l'area ridotta del bacino ($a = 3.216$, $b = 0.715$), definita dalla differenza tra l'area totale del bacino e l'area permeabile con bosco e con l'area impermeabile del bacino ($a = 6.3511$, $b = 0.6387$).

I metodi a base concettuale, come il metodo razionale o il metodo geomorfoclimatico, sono basati su un bilancio idrologico di un bacino durante i fenomeni di piena. può pertanto essere schematizzato considerando che fra i volumi in ingresso e quelli in uscita si stabilisce una relazione per effetto di una concomitante trasformazione dei due sottosistemi da cui è costituito il bacino:

sui versanti, un'aliquota delle precipitazioni totali viene persa a causa del fenomeno dell'infiltrazione e quindi ai fini del bilancio di piena nella sezione finale contribuisce soltanto una parte delle precipitazioni totali, definita pioggia "efficace";

nella rete idrografica, l'aliquota delle piogge efficaci derivante dai versanti viene invasata e trasportata alla sezione di sbocco a costituire l'idrogramma di piena, che si manifesta con un certo ritardo nei confronti del pluviogramma che lo ha causato.

Per definire l'effetto dei versanti sulla determinazione della pioggia "efficace" si definisce il coefficiente di afflusso di piena C_f il rapporto tra i volumi di piena e le precipitazioni totali sul bacino in un prefissato intervallo di tempo.

Per tenere conto del ritardo con cui l'idrogramma di piena si manifesta nella sezione di chiusura di un bacino rispetto al pluviogramma che lo ha determinato, si considera il bacino idrografico come un sistema lineare stazionario, la cui risposta, quindi, è caratterizzata dalla funzione di risposta a un ingresso impulsivo unitario (idrogramma unitario istantaneo o IUH).

Con il modello geomorfoclimatico, la relazione per il calcolo della piena indice può essere scritta come:

$$m(Q) = \frac{C_f * q * m[I_A(t_r)] * A}{3.6}$$

in cui:

t_r = tempo di ritardo del bacino, in ore;

C_f = coefficiente di deflusso, caratteristico del bacino;

$m[IA(t_r)]$ = media del massimo annuale dell'intensità di pioggia areale di durata pari al tempo di ritardo t_r del bacino, in mm/ora;

A = area del bacino, in km²;

q = coefficiente di attenuazione del colmo di piena .

Il modello geomorfoclimatico prevede la suddivisione dei bacini imbriferi in tre classi di permeabilità.

Nel Rapporto VAPI Campania è stato mostrato che, dal punto di vista della permeabilità dei litotipi affioranti, durante i fenomeni di piena si possono essenzialmente individuare due complessi idrogeologici: il primo, ad alta permeabilità, comprende tutte le rocce carbonatiche intensamente fratturate; nel secondo vengono compresi tutti gli altri litotipi, a cui si attribuisce mediamente una permeabilità nettamente minore che per le rocce carbonatiche del primo tipo.

Sempre ai fini dei deflussi di piena, è stato mostrato inoltre che una certa influenza viene esercitata anche dalla presenza di copertura boschiva, essenzialmente in funzione del tipo di permeabilità del terreno interessato.

La metodologia proposta dal VAPI Campania per la valutazione dei parametri del modello geomorfoclimatico, e cioè del coefficiente di afflusso di piena Cf e del tempo di ritardo del bacino tr, assume dunque alla base la suddivisione di ogni bacino sia in due che in tre complessi omogenei dal punto di vista idrogeologico.

Nella suddivisione in due complessi non viene presa in considerazione la copertura boschiva e la distinzione viene fatta tra:

- le aree permeabili, indicate con A1;
- le aree a bassa permeabilità, indicate con A2;

mentre nella suddivisione in tre complessi, considerando anche la presenza della copertura boschiva, si prendono in considerazione:

- le aree permeabili con copertura boschiva, indicate con A3;
- le aree permeabili senza copertura boschiva, indicate con A1;
- le aree a bassa permeabilità, indicate con A2.

Dato il significato del coefficiente di deflusso, l'ipotesi più semplice per la sua stima consiste nell'assumere che esista un valore di Cf per ogni singolo complesso omogeneo e nel considerare il valore globale come la media pesata di tali valori caratteristici.

Con la suddivisione in tre complessi omogenei (con copertura boschiva), si ha:

$$C_f = C_{f1} \frac{A_1}{A} + C_{f2} \frac{A_2}{A} + C_{f3} \frac{A_3}{A}$$

dove:

Cf1 = coefficiente di afflusso dell'area permeabile senza bosco = 0,42;

Cf2 = coefficiente di afflusso dell'area impermeabile = 0,56;

Cf3 = coefficiente di afflusso dell'area permeabile con bosco = 0,00.

Nel caso di bacini eterogenei dal punto di vista idrogeologico, il tempo di ritardo può essere calcolato come media pesata del ritardo medio di ognuno dei complessi, ed in particolare, con la suddivisione in tre complessi omogenei (con copertura boschiva):

$$t_r = \frac{C_{f1} * A_1}{C_f * A} * \frac{1.25}{3.6 * c_1} * \sqrt{A_1} + \frac{C_{f2} * A_2}{C_f * A} * \frac{1.25}{3.6 * c_2} * \sqrt{A_2}$$

dove:

c1 = celerità media di propagazione dell'onda di piena nel reticolo idrografico relativa alle aree permeabili senza bosco = 0.23 m/s;

c2 = celerità media di propagazione dell'onda di piena nel reticolo idrografico relativa alle aree impermeabili = 1.87 m/s.

Il coefficiente di attenuazione del colmo di piena dipende in maniera complessa dalla forma della legge di probabilità pluviometrica e dalla risposta della rete idrografica e consente di tenere conto, tra l'altro, dell'errore che si commette nell'assumere che la durata critica del bacino, e cioè la durata della pioggia che causa il massimo annuale del colmo di piena, sia pari al tempo di ritardo tr del bacino stesso. Esso può essere valutato, in prima approssimazione, come:

$$q = \begin{cases} 0.60 & \text{se } 0,25 \leq n' = 1 + k_1 \cdot A - \frac{\beta t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} \leq 0,45 \\ 0.65 & \text{se } 0,45 \leq n' = 1 + k_1 \cdot A - \frac{\beta t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} \leq 0,65 \end{cases}$$

in cui:

$\beta = (C - D \cdot Z)$ e d_c sono i parametri della legge di probabilità pluviometrica;

k_1 è un coefficiente numerico pari a $1.44 \cdot 10^{-4}$ se l'area A è espressa in km² e il tempo di ritardo tr in ore.

Leggi di probabilità pluviometrica puntuali

Per la stima della legge di probabilità pluviometrica, che definisce appunto la variazione della media del massimo annuale dell'altezza di pioggia con la durata, il Rapporto VAPI Campania fa sostanzialmente riferimento a leggi a quattro parametri del tipo:

$$m[h(d)] = \frac{m[I_0] \cdot d}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{C-D \cdot z}}$$

in cui m[I0] rappresenta il limite dell'intensità di pioggia per d che tende a 0.

Nel Rapporto VAPI Campania i parametri della suddetta legge sono stati determinati attraverso una procedura di stima regionale, pervenendo a una divisione della Campania in 6 regioni omogenee. Il bacino del fiume Sabato ricade all'interno dell'area omogenea contrassegnata come A3, per la quale il rapporto VAPI Campania riporta i seguenti valori dei parametri della legge intensità-durata:

Tabella 2.4.3 - Parametri della legge di probabilità pluviometrica per la zona A3

m[I0]	dc	C	D
77.08 mm/h	0.0976 h	0.7360	8,73·10 ⁻⁵ m ⁻¹

Passaggio da piogge puntuali a piogge areali

Per esprimere come varia la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia $m[h_A(d)]$ in funzione della durata d e dell'area del bacino A occorre definire una legge di probabilità pluviometrica areale. Nota la legge $m[h_A(d)]$, è possibile definire la media dei massimi annuali dell'intensità di pioggia areale come:

$$m[I_A(d)] = m[h_A(d)] / d$$

La metodologia comunemente impiegata consiste nell'ottenere la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia areale $m[h_A(d)]$ dalla media del massimo annuale dell'altezza di pioggia puntuale $m[h(d)]$ attraverso un fattore di ragguaglio noto come coefficiente di riduzione areale $K_A(d)$ come:

$$m[h_A(d)] = K_A(d) \cdot m[h(d)]$$

Il rapporto VAPI Campania utilizza, per il fattore di riduzione areale, l'espressione del NERC, riportata di seguito:

$$K_A(d) = 1 - [(1 - \exp(-c_1 \cdot A)) * \exp(c_2 \cdot d^{c_3})]$$

con:

A = area del bacino, in km^2 ;

$c_1 = 0.0021$;

$c_2 = 0.53$;

$c_3 = 0.25$.

Il modello modificato per il fiume Sabato

Per il caso in esame, pur continuando ad adottare il modello idrologico geomorfoclimatico del VAPI Campania, sono state apportate poche, lievi modifiche per renderlo più accurato nella valutazione della portata di piena in un bacino di piccole dimensioni. I bacini considerati nell'analisi di regionalizzazione dei parametri del modello VAPI, infatti, vanno da alcune decine di km^2 a qualche migliaio di km^2 , quindi il modello risulta ben calibrato per bacini sufficientemente grandi. Per i bacini più piccoli, alcune ipotesi semplificative del modello VAPI possono introdurre errori di estrapolazione di difficile valutazione. Per far fronte a tale rischio, per i corsi d'acqua di piccola estensione (meno di 10 Kmq), nella elaborazione delle formule, si introducono alcune modifiche per rendere più realistico il modello di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi di piena. La legge di pioggia e la legge di crescita del rapporto VAPI invece si acquisiscono senza modifiche.

Le modifiche da introdurre nei calcoli interessano la valutazione sia del coefficiente di afflusso sia del tempo di ritardo.

Il modello VAPI considera valori del coefficiente di afflusso C_f molto bassi per complessi permeabili. Questa ipotesi è sicuramente valida macroscopicamente per bacini sufficientemente grandi, nei quali l'eterogeneità spaziale delle piogge si traduce in una relativa omogeneità della frazione di area satura. Per bacini molto piccoli, invece, l'effetto della saturazione del terreno è più marcato, in quanto può interessare simultaneamente una vasta porzione di bacino, introducendo una forte non-linearità nella trasformazione delle piogge in deflusso superficiale.

Anche i suoli a forte permeabilità, e quindi con un basso valore di C_f nell'ipotesi che si abbia un meccanismo hortoniano di formazione del deflusso, possono produrre un consistente ruscellamento, di tipo dunniano, per propagazione di onde di potenziale idraulico nella fascia satura.

Poiché gli eventi di massima piena sono in genere il risultato della combinazione di piogge molto intense con uno stato del bacino, in termini di umidità del suolo, già "sfavorevole", è lecito aspettarsi che il valore del C_f di piena, per un bacino piccolo, sia maggiore di quello valutato mediante il modello VAPI. Per questo motivo, in fase di valutazione del coefficiente di afflusso C_f viene dimezzata la frazione di area permeabile dei bacini, considerandola impermeabile.

Per la valutazione del tempo di ritardo è opportuno fare due considerazioni. Innanzitutto va detto che la modifica considerata nella valutazione del coefficiente di afflusso (ossia lo spostamento di metà area della classe più permeabile alla classe impermeabile) non viene adottata per la valutazione del tempo di ritardo. Questo è giustificato dal modello concettuale, di tipo cinematico, che è alla base della formula proposta nel VAPI. Il tempo di ritardo è stimato come rapporto fra la distanza mediamente percorsa dall'acqua e la

celerità, e quest'ultima dipende dal tipo di terreno attraversato. Il tempo di ritardo stimato con il modello VAPI Campania, però, corrisponde fondamentalmente al tempo di ritardo del reticolo idrografico, sempre perché il modello è stato calibrato per bacini dominati dalla risposta idraulica del reticolo. Per un bacino di piccole dimensioni il tempo di ritardo della rete idraulica è molto piccolo, e non può essere trascurato il tempo di ritardo dei versanti, ossia del fenomeno del ruscellamento. Questa considerazione è tanto più valida se si considera il meccanismo di formazione del ruscellamento, che è controllato dalla celerità di propagazione delle onde di potenziale idraulico del deflusso sub-superficiale, ancora più piccola della celerità del ruscellamento a superficie libera.

La modifica introdotta, per i piccoli corsi d'acqua, consiste nell'aggiungere al tempo di ritardo stimato con la legge VAPI un tempo di ritardo rappresentativo del ruscellamento sui versanti. Considerata una celerità tipica di 0,1 m/s, il tempo di ritardo aggiuntivo $t_{r,v}$ è valutato come:

$$t_{r,v} = \frac{\bar{R}}{c_v} * \frac{1}{3600} \quad [h]$$

in cui \bar{R} è il percorso medio di ruscellamento in metri, e $c_v = 0,1 \text{ m/s}$ è la celerità. Il divisore correttivo serve a riportare il tempo di ritardo in ore.

Partendo da tali considerazioni generali si è proceduto a valutare i valori di Cf e tr. I risultati di tali elaborazioni sono mostrate nelle tabelle 2.4.4 di seguito riportate. Con A1 e A2 sono riportate le aree ad alta permeabilità senza bosco e a bassa permeabilità. Con A1' e A2' sono riportate le stesse aree, modificate per la valutazione del coefficiente di afflusso Cf. Il valore del tempo di ritardo è quello che si ottiene aggiungendo, ai bacini con meno di 10 Km², al tempo stimato con le leggi VAPI il tempo di ruscellamento.

TABELLE 2.4.4

Bacino A				
Metodo VAPI - Rapporto Campania (Villani & Rossi, 1995)				
Area	m(ho) (mm/ora)	dc (ore)	C	D . 10 ⁵
1	77,0800	0,3661	0,7995	3,6077
2	83,7500	0,3312	0,7031	7,7381
3	116,7000	0,0976	0,7360	8,7300
4	78,6100	0,3846	0,8100	24,8740
5	231,8000	0,0508	0,8351	10,8000
6	87,8700	0,2205	0,7265	8,8476

AREA	1	2	3	Media
Superficie x AREA(%)	0%	0%	100%	
Quota media (slmm)	0,00	0,00	1375,00	
m(i)	77,0800	83,7500	116,7000	116,7000
dc	0,3661	0,3312	0,0976	0,0976
C	0,7995	0,7031	0,7360	0,7360
D	3,6077	7,7381	8,7300	8,7300
beta	0,7995	0,7031	0,8560	0,8560
Superficie totale	3,1407 km ²			
area permeabile (%)	30%			

modello geomorfoclimatico	Cf1	0,1300
	Cf2	0,6000
	c1	0,2500 m/s
	c2	1,8700 m/s
area permeabile senza bosco	A1	0,9422 Km ²
area impermeabile	A2	2,1985 Km ²
	A	3,1407 Km ²
	Cf	0,4590
	tr	0,3665 ore
	q	0,6500
	KA(tr)	0,9956
	m(I(tr))	30,7198 mm/ora
PORTATA DI PIENA	m(Q)	7,96 mc/s

metodo razionale	C*1	0,0900
	C*2	0,3800
	c1	0,2500 m/s
	c2	1,7000 m/s
area permeabile senza bosco	A1	0,9422 Km ²
area impermeabile	A2	2,1985 Km ²
	A	3,1407 Km ²
	C*	0,2930
	tr	0,3992 ore
	KA(tr)	0,9957
	m(I(tr))	28,9803 mm/ora
PORTATA DI PIENA	m(Q)	7,3759 mc/s

regressione empirica	m(Q)	7,29 mc/s
----------------------	------	-----------

T (anni)	m(Q)	5	50	100	300	500	1000
KT (portate)		1,04	2,60	3,07	3,82	4,17	4,64
modello geomorfoc.	7,96	8,26	20,73	24,48	30,43	33,19	36,94
metodo razionale	7,38	7,65	19,20	22,68	28,19	30,75	34,23
metodo empirico	7,29	7,57	18,99	22,42	27,87	30,40	33,84

Bacino B

Metodo VAPI - Rapporto Campania (Villani & Rossi, 1995)

Area	m(ho) (mm/ora)	dc (ore)	C	D . 10 ⁵
1	77,0800	0,3661	0,7995	3,6077
2	83,7500	0,3312	0,7031	7,7381
3	116,7000	0,0976	0,7360	8,7300
4	78,6100	0,3846	0,8100	24,8740
5	231,8000	0,0508	0,8351	10,8000
6	87,8700	0,2205	0,7265	8,8476

AREA	1	2	3	Media
Superficie x AREA(%)	0%	0%	100%	
Quota media (slmm)	0,00	0,00	1150,00	
m(i)	77,0800	83,7500	116,7000	116,7000
dc	0,3661	0,3312	0,0976	0,0976
C	0,7995	0,7031	0,7360	0,7360
D	3,6077	7,7381	8,7300	8,7300
beta	0,7995	0,7031	0,8364	0,8364

Superficie totale 7,8863 kmq
area permeabile (%) 30%

modello geomorfoclimatico		Cf1	0,1300
		Cf2	0,6000
		c1	0,2500 m/s
		c2	1,8700 m/s
area permeabile senza bosco	A1	2,3659 Kmq	
area impermeabile	A2	5,5204 Kmq	
	A	7,8863 Kmq	
	Cf	0,4590	
	tr	0,5807 ore	
	q	0,6500	
	KA(tr)	0,9897	
	m(I(tr))	23,0591 mm/ora	
PORTATA DI PIENA	m(Q)	14,92 mc/s	

metodo razionale		C*1	0,0900
		C*2	0,3800
		c1	0,2500 m/s
		c2	1,7000 m/s
area permeabile senza bosco	A1	2,3659 Kmq	
area impermeabile	A2	5,5204 Kmq	
	A	7,8863 Kmq	
	C*	0,2930	
	tr	0,6325 ore	
	KA(tr)	0,9898	
	m(I(tr))	21,6821 mm/ora	
PORTATA DI PIENA	m(Q)	13,7743 mc/s	

regressione empirica		m(Q)	14,09 mc/s
----------------------	--	------	------------

T (anni)	m(Q)	5	50	100	300	500	1000
KT (portate)		1,04	2,60	3,07	3,82	4,17	4,64
modello geomorfoc.	14,92	15,48	38,83	45,86	57,00	62,18	69,21
metodo razionale	13,77	14,29	35,86	42,35	52,64	57,43	63,92
metodo empirico	14,09	14,62	36,69	43,33	53,85	58,75	65,39

Bacino C

Metodo VAPI - Rapporto Campania (Villani & Rossi, 1995)

Area	m(ho) (mm/ora)	dc (ore)	C	D . 10 ⁵
1	77,0800	0,3661	0,7995	3,6077
2	83,7500	0,3312	0,7031	7,7381
3	116,7000	0,0976	0,7360	8,7300
4	78,6100	0,3846	0,8100	24,8740
5	231,8000	0,0508	0,8351	10,8000
6	87,8700	0,2205	0,7265	8,8476

AREA	1	2	3	Media
Superficie x AREA(%)	0%	0%	100%	
Quota media (slmm)	0,00	0,00	950,00	
m(i)	77,0800	83,7500	116,7000	116,7000
dc	0,3661	0,3312	0,0976	0,0976
C	0,7995	0,7031	0,7360	0,7360
D	3,6077	7,7381	8,7300	8,7300
beta	0,7995	0,7031	0,8189	0,8189

Superficie totale 14,0230 kmq
area permeabile (%) 30%

modello geomorfoclimatico	Cf1	0,1300
	Cf2	0,6000
	c1	0,2300 m/s
	c2	1,8700 m/s
area permeabile senza bosco	A1	4,2069 Kmq
area impermeabile	A2	9,8161 Kmq
	A	14,0230 Kmq
	Cf	0,4590
	tr	0,7954 ore
	q	0,6500
	KA(tr)	0,9824
PORTATA DI PIENA	m(I(tr))	19,0432 mm/ora
	m(Q)	21,74 mc/s

metodo razionale	C*1	0,0900
	C*2	0,3800
	c1	0,2300 m/s
	c2	1,8700 m/s
area permeabile senza bosco	A1	4,2069 Kmq
area impermeabile	A2	9,8161 Kmq
	A	14,0230 Kmq
	C*	0,2930
	tr	0,8135 ore
	KA(tr)	0,9825
PORTATA DI PIENA	m(I(tr))	18,7335 mm/ora
	m(Q)	21,0057 mc/s

regressione empirica	m(Q)	21,27 mc/s
-----------------------------	------	------------

T (anni)	m(Q)	5	50	100	300	500	1000
KT (portate)		1,04	2,60	3,07	3,82	4,17	4,64
modello geomorfoc.	21,74	22,56	56,60	66,85	83,09	90,65	100,89
metodo razionale	21,01	21,80	54,69	64,59	80,28	87,58	97,48
metodo empirico	21,27	22,07	55,38	65,40	81,29	88,68	98,70

Bacino D

Metodo VAPI - Rapporto Campania (Villani & Rossi, 1995)

Area	m(ho) (mm/ora)	dc (ore)	C	D . 10 ⁵
1	77,0800	0,3661	0,7995	3,6077
2	83,7500	0,3312	0,7031	7,7381
3	116,7000	0,0976	0,7360	8,7300
4	78,6100	0,3846	0,8100	24,8740
5	231,8000	0,0508	0,8351	10,8000
6	87,8700	0,2205	0,7265	8,8476

AREA	1	2	3	Media
Superficie x AREA(%)	0%	0%	100%	
Quota media (slmm)	0,00	0,00	750,00	
m(i)	77,0800	83,7500	116,7000	116,7000
dc	0,3661	0,3312	0,0976	0,0976
C	0,7995	0,7031	0,7360	0,7360
D	3,6077	7,7381	8,7300	8,7300
beta	0,7995	0,7031	0,8015	0,8015

Superficie totale 23,9549 kmq
area permeabile (%) 30%

modello geomorfoclimatico	Cf1	0,1300
	Cf2	0,6000
	c1	0,2300 m/s
	c2	1,8700 m/s
area permeabile senza bosco	A1	7,1865 Kmq
area impermeabile	A2	16,7684 Kmq
	A	23,9549 Kmq
	Cf	0,4590
	tr	1,0396 ore
	q	0,6500
	KA(tr)	0,9713
PORTATA DI PIENA	m(I(tr))	16,3074 mm/ora
	m(Q)	31,44 mc/s

metodo razionale	C*1	0,0900
	C*2	0,3800
	c1	0,2300 m/s
	c2	1,8700 m/s
area permeabile senza bosco	A1	7,1865 Kmq
area impermeabile	A2	16,7684 Kmq
	A	23,9549 Kmq
	C*	0,2930
	tr	1,0632 ore
	KA(tr)	0,9714
PORTATA DI PIENA	m(I(tr))	16,0411 mm/ora
	m(Q)	30,3789 mc/s

regressione empirica	m(Q)	31,20 mc/s
-----------------------------	------	------------

T (anni)	m(Q)	5	50	100	300	500	1000
KT (portate)		1,04	2,60	3,07	3,82	4,17	4,64
modello geomorfoc.	31,44	32,63	81,86	96,69	120,18	131,10	145,92
metodo razionale	30,38	31,52	79,09	93,41	116,10	126,66	140,98
metodo empirico	31,20	32,38	81,22	95,93	119,24	130,07	144,78

Bacino E

Metodo VAPI - Rapporto Campania (Villani & Rossi, 1995)

Area	m(ho) (mm/ora)	dc (ore)	C	D . 10 ⁵
1	77,0800	0,3661	0,7995	3,6077
2	83,7500	0,3312	0,7031	7,7381
3	116,7000	0,0976	0,7360	8,7300
4	78,6100	0,3846	0,8100	24,8740
5	231,8000	0,0508	0,8351	10,8000
6	87,8700	0,2205	0,7265	8,8476

AREA	1	2	3	Media
Superficie x AREA(%)	0%	0%	100%	
Quota media (slmm)	0,00	0,00	562,50	
m(i)	77,0800	83,7500	116,7000	116,7000
dc	0,3661	0,3312	0,0976	0,0976
C	0,7995	0,7031	0,7360	0,7360
D	3,6077	7,7381	8,7300	8,7300
beta	0,7995	0,7031	0,7851	0,7851

Superficie totale 31,2010 kmq
area permeabile (%) 30%

modello geomorfoclimatico	Cf1	0,1300
	Cf2	0,6000
	c1	0,2300 m/s
	c2	1,8700 m/s
area permeabile senza bosco	A1	9,3603 Kmq
area impermeabile	A2	21,8407 Kmq
	A	31,2010 Kmq
	Cf	0,4590
	tr	1,1865 ore
	q	0,6500
	KA(tr)	0,9635
PORTATA DI PIENA	m(I(tr))	15,4322 mm/ora
	m(Q)	38,45 mc/s

metodo razionale	C*1	0,0900
	C*2	0,3800
	c1	0,2300 m/s
	c2	1,8700 m/s
area permeabile senza bosco	A1	9,3603 Kmq
area impermeabile	A2	21,8407 Kmq
	A	31,2010 Kmq
	C*	0,2930
	tr	1,2134 ore
	KA(tr)	0,9636
PORTATA DI PIENA	m(I(tr))	15,1826 mm/ora
	m(Q)	37,1531 mc/s

regressione empirica	m(Q)	37,69 mc/s
----------------------	------	------------

T (anni)	m(Q)	5	50	100	300	500	1000
KT (portate)		1,04	2,60	3,07	3,82	4,17	4,64
modello geomorfoc.	38,45	39,90	100,10	118,22	146,95	160,30	178,42
metodo razionale	37,15	38,55	96,73	114,24	141,99	154,90	172,41
metodo empirico	37,69	39,11	98,13	115,89	144,05	157,14	174,91

Bacino F

Metodo VAPI - Rapporto Campania (Villani & Rossi, 1995)

Area	m(ho) (mm/ora)	dc (ore)	C	D . 10 ⁵
1	77,0800	0,3661	0,7995	3,6077
2	83,7500	0,3312	0,7031	7,7381
3	116,7000	0,0976	0,7360	8,7300
4	78,6100	0,3846	0,8100	24,8740
5	231,8000	0,0508	0,8351	10,8000
6	87,8700	0,2205	0,7265	8,8476

AREA	1	2	3	Media
Superficie x AREA(%)	0%	0%	100%	
Quota media (slmm)	0,00	0,00	387,50	
m(i)	77,0800	83,7500	116,7000	116,7000
dc	0,3661	0,3312	0,0976	0,0976
C	0,7995	0,7031	0,7360	0,7360
D	3,6077	7,7381	8,7300	8,7300
beta	0,7995	0,7031	0,7698	0,7698

Superficie totale 38,6647 kmq
area permeabile (%) 30%

modello geomorfoclimatico	Cf1	0,1300
	Cf2	0,6000
	c1	0,2300 m/s
	c2	1,8700 m/s
area permeabile senza bosco	A1	11,5994 Kmq
area impermeabile	A2	27,0653 Kmq
	A	38,6647 Kmq
	Cf	0,4590
	tr	1,3208 ore
	q	0,6500
	KA(tr)	0,9558
PORTATA DI PIENA	m(I(tr))	14,8685 mm/ora
	m(Q)	45,54 mc/s

metodo razionale	C*1	0,0900
	C*2	0,3800
	c1	0,2300 m/s
	c2	1,8700 m/s
area permeabile senza bosco	A1	11,5994 Kmq
area impermeabile	A2	27,0653 Kmq
	A	38,6647 Kmq
	C*	0,2930
	tr	1,3508 ore
	KA(tr)	0,9560
PORTATA DI PIENA	m(I(tr))	14,6309 mm/ora
	m(Q)	44,0137 mc/s

regressione empirica	m(Q)	43,94 mc/s
----------------------	------	------------

T (anni)	m(Q)	5	50	100	300	500	1000
KT (portate)		1,04	2,60	3,07	3,82	4,17	4,64
modello geomorfoc.	45,54	47,26	118,56	140,02	174,04	189,86	211,32
metodo razionale	44,01	45,67	114,59	135,33	168,21	183,50	204,25
metodo empirico	43,94	45,60	114,40	135,11	167,94	183,20	203,92

Bacino fiume Sabato

Metodo VAPI - Rapporto Campania (Villani & Rossi, 1995)

Area	m(ho) (mm/ora)	dc (ore)	C	D . 10 ⁵
1	77,0800	0,3661	0,7995	3,6077
2	83,7500	0,3312	0,7031	7,7381
3	116,7000	0,0976	0,7360	8,7300
4	78,6100	0,3846	0,8100	24,8740
5	231,8000	0,0508	0,8351	10,8000
6	87,8700	0,2205	0,7265	8,8476

AREA	1	2	3	Media
Superficie x AREA(%)	0%	0%	100%	
Quota media (slmm)	0,00	0,00	650,00	
m(i)	77,0800	83,7500	116,7000	116,7000
dc	0,3661	0,3312	0,0976	0,0976
C	0,7995	0,7031	0,7360	0,7360
D	3,6077	7,7381	8,7300	8,7300
beta	0,7995	0,7031	0,7927	0,7927

Superficie totale 118,8700 kmq
area permeabile (%) 30%

modello geomorfoclimatico		Cf1	0,1300
		Cf2	0,6000
		c1	0,2300 m/s
		c2	1,8700 m/s
area permeabile senza bosco	A1	35,6610 Kmq	
area impermeabile	A2	83,2090 Kmq	
	A	118,8700 Kmq	
	Cf	0,4590	
	tr	2,3158 ore	
	q	0,6500	
	KA(tr)	0,8851	
PORTATA DI PIENA	m(I(tr))	9,1755 mm/ora	
	m(Q)	80,01 mc/s	

metodo razionale		C*1	0,0900
		C*2	0,3800
		c1	0,2300 m/s
		c2	1,8700 m/s
area permeabile senza bosco	A1	35,6610 Kmq	
area impermeabile	A2	83,2090 Kmq	
	A	118,8700 Kmq	
	C*	0,2930	
	tr	2,3684 ore	
	KA(tr)	0,8855	
PORTATA DI PIENA	m(I(tr))	9,0200 mm/ora	
	m(Q)	77,2772 mc/s	

regressione empirica		m(Q)	98,13 mc/s
----------------------	--	------	------------

T (anni)	m(Q)	5	50	100	300	500	1000
KT (portate)		1,04	2,60	3,07	3,82	4,17	4,64
modello geomorfoc.	80,01	83,02	208,29	246,00	305,77	333,56	371,27
metodo razionale	77,28	80,19	201,19	237,61	295,34	322,19	358,61
metodo empirico	98,13	101,84	255,49	301,75	375,06	409,15	455,40

Risultati

In quanto segue sono descritti i risultati ottenuti applicando le metodologie descritte nel precedente capitolo ai diversi sottobacini del fiume Sabato.

Più in particolare:

è stata definita la legge di probabilità pluviometrica utilizzando i parametri stimati nell'ambito del Rapporto VAPI;

note le caratteristiche geomorfologiche del bacino, sono stati definiti i parametri del modello geomorfoclimatico Cf e tr;

sono state valutate la piena media annua m(Q) e le portate di piena con periodo di ritorno 20, 50, 100, 200, 300, 500 e 1000 anni.

I risultati sono riassunti nelle tabelle 2.4.5, 2.4.6 e 2.4.7. I simboli corrispondono a quelli definiti nel paragrafo precedente, a cui si rimanda.

Tabella 2.4.5 - Valutazione della piena media annua con il modello geomorfoclimatico

Sez,	Area (km ²)	C _f	t _r (h)	K _A (t _r)	m[h _A (t _r)] (mm)	β	q	m(Q) (m ³ /s)
1	38,6647	0,459	1,2858	0,9556	15,6800	0,770	0,65	46,41
2	31,201	0,459	1,2345	0,9637	14,9938	0,785	0,65	37,36
3	23,9549	0,459	1,0817	0,9714	15,8395	0,802	0,65	30,55
4	14,023	0,459	0,7744	0,9823	19,4188	0,819	0,65	22,17
5	7,8863	0,459	0,5807	0,9897	23,0591	0,836	0,65	14,92
6	3,1407	0,459	0,3655	0,9956	30,7198	0,856	0,65	7,96
Totale	118,8706	0,459	2,2546	0,8846	9,3645	0,793	0,65	81,61

Tabella 2.4.6 - Metodo geomorfoclimatico: portate di piena a diversi periodi di ritorno (m³/s)

Sez	Geomorfoclimatico m(Q)	Periodo di ritorno						
		5	50	100	200	300	500	1000
1	46,41	48,27	120,67	142,48	163,83	177,29	193,53	215,34
2	37,36	38,85	97,14	114,70	131,88	142,72	155,79	173,35
3	30,55	31,77	79,43	93,79	107,84	116,70	127,39	141,75
4	22,17	23,06	57,64	68,06	78,26	84,69	92,45	102,87
5	14,92	15,52	38,79	45,80	52,67	56,99	62,22	69,23
6	7,96	8,28	20,70	24,44	28,10	30,41	33,19	36,93
Totale	81,61	84,87	212,19	250,54	288,08	311,75	340,31	378,67

Tabella 2.4.7 - Metodo razionale: portate di piena a diversi periodi di ritorno (m³/s)

Razionale		Periodo di ritorno						
Sez	m(Q)	5	50	100	200	300	500	1000
1	42,89	44,61	111,51	131,67	151,40	163,84	178,85	199,01
2	37,92	39,44	98,59	116,41	133,86	144,85	158,13	175,95
3	31,02	32,26	80,65	95,23	109,50	118,50	129,35	143,93
4	20,46	21,28	53,20	62,81	72,22	78,16	85,32	94,93
5	13,77	14,32	35,80	42,27	48,61	52,60	57,42	63,89
6	7,38	7,68	19,19	22,66	26,05	28,19	30,77	34,24
Totale	75,23	78,24	195,60	230,96	265,56	287,38	313,71	349,07

2.4.3 Valutazione delle massime portate con il metodo della corrivazione

Prima di procedere alla valutazione delle massime portate di piena si è definita la legge di pioggia relativa all'area su cui si sta sviluppando il presente progetto.

La legge utilizzata è quella ricavata attraverso il modello regionale del VAPI ed individua la legge di pioggia attraverso la relazione definita dai seguenti parametri:

$$a=16,31 \quad n=0,2611.$$

Al fine di valutare le massime portate attraverso il metodo della corrivazione è opportuno esaminare i fenomeni che intercorrono tra l'afflusso meteorico e il deflusso fluviale, cioè la interdipendenza tra le cadute di pioggia e le portate dei corsi d'acqua. Il fenomeno è quanto mai complesso, quindi si ritiene opportuno nel seguito dare solo delle idee generali sull'insieme del suo andamento al fine di consentire a chi legge di meglio comprendere il procedimento applicato.

Definiamo come bacino imbrifero di un corso di acqua o di una rete di canali di fogna fluviali o di una rete di canali di scolo di una bonifica (cioè in generale di una rete idrografica), rispetto ad un determinato punto o sezione, attraverso cui dobbiamo considerare il deflusso, la superficie topografica dalla quale le acque di pioggia, defluendo naturalmente, vanno a finire nel punto considerato.

La delimitazione dei bacini imbriferi avviene attraverso lo studio delle curve di livello (isoipse), infatti la linea che limita un bacino imbrifero è linea di massima pendenza e quindi è sempre ortogonale alle isoipse.

Essa passa per i punti singolari di displuvio, quali le vette, le creste, le selle.

La rete idrografica segue le linee d'impluvio, le linee cioè secondo le quali defluiscono naturalmente le acque che si raccolgono dalle faide ed è costituita da tutti i recipienti in cui scorre l'acqua, cioè dai torrenti e fiumi e da tutti gli altri corsi a cominciare dai più piccoli canaletti che servono per lo scolo delle acque dei singoli comprensori del terreno. Le caratteristiche orografiche vengono sintetizzate a mezzo della curva ipsografica, che si ottiene riportando in un diagramma cartesiano la linea che unisce un numero adeguato di punti, ciascuno dei quali ha come ordinata la quota Z sul livello del mare, di una delle curve di livello riportate sul carta topografica, e come ascissa l'area della superficie compresa fra tale curva di livello, i limiti del bacino imbrifero e la sezione di chiusura del stesso, posta a quota Z₀.

La curva ipsografica consente di determinare l'altitudine media del bacino $Z = \frac{\int Z dS}{\Sigma S}$, tracciando la retta di compenso del diagramma.

Determinato il bacino imbrifero e misurata l'area si consideri l'acqua pioggia che vi cade. Essa affluisce in parte alla rete dei canali, mentre un'altra parte si disperde o si accumula.

In particolare l'acqua si disperde in parte per evaporazione, in parte è trattenuta dal fogliame degli alberi e delle piante ed in parte si infiltra nel terreno. Quest' ultima aliquota in parte va ad alimentare le radici delle piante ed in parte va a costituire la circolazione sotterranea.

Tutta l'acqua che non viene così dispersa per l'una o l'altra ragione scorre sul suolo e poi nella rete dei canali idrografici, costituendo la circolazione superficiale. Naturalmente anche durante il cammino nella rete vi sono ancora quantità di acque che si infiltrano nel sottosuolo o evaporano.

Sulla scorta di tale fenomeno, in occasione degli eventi di pioggia chiameremo coefficiente d'afflusso il rapporto fra l'aliquota della pioggia che affluisce rapidamente nei canali (esclusa quindi la circolazione sotterranea), e che si definisce pioggia efficace o netta, e quella totale caduta sul bacino imbrifero.

Inoltre se consideriamo ora il volume affluente in un determinato intervallo di tempo e in una determinata sezione di chiusura (ogni sezione di un corso d'acqua si può considerare sezione di chiusura di un certo bacino imbrifero) e paragoniamo questo volume con quello di pioggia caduto in un eguale intervallo di tempo, si verifica che fra il volume delle acque defluenti e il volume di acqua caduta c'è un rapporto generalmente diverso da quello precedente: questo rapporto prende il nome di coefficiente di deflusso. Particolare importanza hanno il fenomeno di pioggia ed il corrispondente coefficiente di deflusso che si riferiscono all'evento che provoca la massima portata di piena nella sezione considerata. Infatti il meccanismo da cui dipende il coefficiente di deflusso dipende principalmente da due fenomeni. Il primo è quello per cui una parte dell'acqua che giunge ai canali serve a riempire i canali stessi (fenomeno dell'invaso). Il secondo è quello per cui l'acqua caduta non giunge immediatamente al punto di confluenza, ma impiega un certo tempo maggiore o minore dipendente dalla varia lunghezza del tragitto che l'acqua deve percorrere e dalla velocità della corrente (tempo di corrivazione).

Per la concomitanza dei due fenomeni si ha che il diagramma della portata defluente in un punto di un alveo non risulta eguale al diagramma dell'afflusso sul bacino imbrifero corrispondente. Il primo diagramma si estende per un tempo più lungo e raggiunge valori massimi minori; si ha insomma un allungamento, una deformazione dei diagrammi della portata affluente.

Il complesso meccanismo, dovuto, come si è detto, all'azione concomitante della corrivazione e dell'invaso, prende il nome di fenomeno del ritardo.

Per la determinazione del tempo di corrivazione si è fatto ricorso alla ben nota formula di Giandotti

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{Z - Z_o}}$$

in cui t_c è espresso in ore, S (in kmq) è la superficie del bacino imbrifero, L (in km) è la lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua e $(Z - Z_o)$ (in m) è l'altitudine media del bacino riferita alla quota della sezione di chiusura.

Per la trasformazione degli afflussi efficaci in deflussi di piena con il metodo della corrivazione, valutata l'afflusso efficace alla rete idrografica, e in particolare la legge con cui l'intensità i varia nel tempo t (pluviogramma efficace), è possibile determinare la legge con cui la portata Q nella sezione di chiusura varia con t (idrogramma di piena) analizzando il complesso gioco dei fenomeni dell'invaso e della corrivazione.

In particolare, conoscendo il tempo che una particella di acqua impiega a giungere da ogni punto del bacino fino alla sezione di chiusura dello stesso. Unendo i punti che sono caratterizzati dallo stesso tempo di corrivazione si hanno delle linee dette isocorrive. Il ritardo massimo si definisce tempo di corrivazione del bacino.

Sarà agevole allora determinare lungo gli alvei principali e secondari i punti che corrispondono a dati tempi di corrivazione rispetto alla sezione di chiusura. Unendo tali punti si ottengono in posizione approssimativa le linee isocorrive.

Quando non si conoscono, neppure indirettamente, le velocità in alveo, per tracciare le isocorrive si ricorre a metodi basati su caratteristiche geometriche note della rete idrografica. I metodi più semplici ipotizzano che il tempo di corrivazione di un punto P della rete idrografica sia proporzionale alla distanza fra P e la sezione di chiusura o alla differenza di quota tra P e detta sezione.

In questa ultima ipotesi, si assume che la curva aree-tempi di corrivazione coincida con la curva ipsografica, a meno della sostituzione dell'asse delle quote con l'asse dei tempi (alla quota Z_m , della sezione di chiusura corrisponde tempo di corrivazione pari a zero e alla quota Z_n tempo di corrivazione pari a t_j). Tracciate le curve isocorrive caratterizzate da tempi di 1 ora, 2 ore, ecc. (per piccoli bacini occorrono le curve anche meno di ogni mezz'ora), indicando con S_1, S_2 , ecc. le aree comprese fra le varie curve isocorrive determinato, con i criteri prima enunciati, il coefficiente ϕ di afflusso, nella prima area, nel tempo di un'ora cadrà la pioggia iS_1 di cui affluirà ai canali la parte ϕiS_1 .

La portata corrispondente in m³/s, essendo i in mm/h ed S , in km² sarà

$$Q = \frac{\phi i S_1}{3,6} = c S_1$$

Alla fine della seconda ora comincia ad arrivare l'acqua della seconda linea isocorriva del comprensorio, e la portata assume il valore:

$$q_2 = c (S_1 + S_2)$$

Similmente alla fine della terza ora si avrà: $q_3 = c(S_1 + S_2 + S_3)$ e così di seguito finché non cessa la pioggia.

In realtà l'acqua si esaurisce più lentamente, sia per effetto della circolazione sotterranea, sia per effetto della capacità di attenuazione degli alvei, che abbiamo trascurato, sia per la diminuzione della velocità nella fase finale di svuotamento degli alvei stessi.

Il fenomeno della corrivazione crea una distribuzione delle portate nel tempo a forma di onda, distribuzione che propagandosi lungo l'alveo costituisce appunto l'onda di piena.

Utilizzando tale metodo si è proceduto ad eseguire una serie di verifiche per diversi periodi di ritorno i cui risultati sono riportati nei grafici allegati alla relazione.

2.4.4 Tabella di raffronto tra le portate calcolate con diverse metodologie

Come risulta dalla tabella 2.4.8 di seguito riportata, prendendo a riferimenti identici periodi di ritorno, si sono confrontati i valori dei diversi metodi utilizzati.

Sulla scorta di tale esame si è preferito adottare al fine di rendere più sicuro l'intervento i maggiori di detti valori.

Tabella 2.7.8 - QUADRO DI RAFFRONTO

	Periodo di ritorno	Portate in mc/sec				
		Corrivazione intensità variabile	Corrivazione intensità costante	Vapi raz	Vapi geom	Vapi empirico
Sezione finale	1	106,27	114,45	77,28	81,61	98,13
	5	123,28	132,76	80,19	84,87	101,84
	50	215,73	232,33	201,19	212,19	255,49
	100	250,80	270,10	237,61	250,54	301,75
	300	320,94	345,63	295,43	311,75	375,06
	1000	336,88	362,80	322,19	340,31	409,15
		375,14	404,00	358,61	378,67	455,40

2.4.5 Calcoli idraulici

Nel seguito del presente capitolo si illustrano i risultati delle verifiche idrauliche condotte con riferimento a condizioni ordinarie, per le quali si dispone di specifiche metodologie di calcolo.

Va innanzitutto premesso che la notevole luce dei ponti e dei viadotti non richiederebbe uno studio particolare di verifica. Se a tale considerazione si aggiunge il fatto che le massime portate raggiungono valori di poco superiore ai 270 mc/sec, con un tempo di ritorno superiore ai 100 anni, risulta del tutto giustificato che le verifiche idrauliche siano state effettuate unicamente alle opere di attraversamento minori. Approfondimenti relativi allo studio della corrente idrica in corrispondenza dei viadotti ed all'individuazione di eventuali opere di protezione e/o sistemazioni idrauliche dell'asta fluviale dovranno essere sviluppate nelle successive fasi progettuali.

Le verifiche idrauliche delle opere di attraversamento sono state finalizzate a verificare che:

il franco minimo, tra la quota del pelo libero che si stabilisce al passaggio della massima piena di progetto e la quota di intradosso dell'opera, risulti pari a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente e, comunque, non inferiore a 1,00 m; la velocità della corrente resti contenuta nel valore massimo di 6,00 metri al secondo in modo da rendere minimi i fenomeni di abrasione e conseguentemente un veloce deterioramento dell'opera.

La velocità della corrente all'interno del tombino sia sufficientemente elevata (mai minore di 1 metro al secondo) al fine di garantire l'autopulizia, di evitare il deposito del materiale solido e di favorire l'allontanamento dell'eventuale materiale depositato in fase di esaurimento delle piene.

Per la verifica delle opere interessate dalle acque dei corsi d'acqua si è utilizzata la più ricorrente formula di moto uniforme che la letteratura tecnica fornisce. Infatti si è adoperato la formula di Gaukler Strickler che definisce i valori delle perdite di carico in una condotta convogliante acqua. In particolare, si è utilizzato la seguente formula:

$$V = K \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove

V, espressa in m/s, rappresenta velocità media della corrente

K', coefficiente adimensionale, è la costante di Gaukler Strickler il cui valore è legato alla scabrezza della parete su cui scorre l'acqua;

R, espresso in metri, rappresenta il rapporto tra la sezione idrica e il contorno bagnato ed è noto come raggio idraulico;

i, la pendenza geometrica del tratto esaminato.

A tale formula si è associata l'equazione della continuità:

$$Q = V \cdot \sigma$$

che ci permette, una volta prefissate le caratteristiche geometriche del manufatto, di determinare le caratteristiche idrauliche della corrente che si instaurano al passaggio delle varie portate.

In particolare Q rappresenta la portata idrica confluyente nel manufatto, espressa in metri cubi al secondo.

Dalla combinazione delle due relazioni si ricava la ben nota formula

$$Q = K' \cdot \sigma \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

che è quella stata utilizzata per la verifica delle opere.

Per quanto concerne il valore del coefficiente K', questo dipende essenzialmente dalla natura delle pareti che costituiscono il manufatto

Data la natura delle pareti dei manufatti in oggetto, confortati dai dati rilevati dalla letteratura tecnica a disposizione, si è ritenuto opportuno adottare il classico valore $K' = 45$.

Dalla verifica al deflusso della portata con moto uniforme nelle sezioni considerate si ricavano le caratteristiche del moto. Di seguito, per i singoli tombini, si riportano le verifiche idrauliche effettuate per due differenti valori di pendenza longitudinale:

- a) La pendenza minima, in grado di consentire il deflusso della portata di progetto con il franco minimo prescritto e con una velocità tale da impedire la sedimentazione dell'eventuale materiale solido trasportato ed assicurare l'autopulizia e la rimozione di eventuale materiale accumulato sul fondo (velocità che dovrà risultare non inferiore a 2,00 m/s);
- b) La pendenza massima ammissibile, al di sopra della quale la velocità della corrente idrica risulterebbe eccessivamente elevata e tale da non garantire la durata dell'opera nel tempo.

VIADOTTO ALLA PROGRESSIVA 18080		
Fiume Sabato		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	270,10	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	30,00	
Altezza della struttura: H = m	8,30	
Materiale	naturale	
Coeff. di scabrezza: K'	35	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
Pendenza del fondo: I =	0,50%	1,00%
Tirante Idrico: h = m	2,03	1,84
Grado di Riempimento	24,46%	22,22%
Sezione bagnata: σ = mq	60,900	55,32
Contorno bagnato: C= m	34,060	33,688
Raggio idraulico: R = m	1,79	1,64
Velocità media: V = m/s	4,44	4,88
Carico totale= m	3,03	3,06
Franco: ΔH = m	6,27	6,46
VIADOTTO ALLA PROGRESSIVA 18797		
Fiume Sabato		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	270,10	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	30,00	
Altezza della struttura: H = m	7,40	
Materiale	naturale	
Coeff. di scabrezza: K'	35	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
Pendenza del fondo: I =	0,50%	1,00%
Tirante Idrico: h = m	2,03	1,84
Grado di Riempimento	27,43%	24,92%
Sezione bagnata: σ = mq	60,900	55,32
Contorno bagnato: C= m	34,060	33,688
Raggio idraulico: R = m	1,79	1,64
Velocità media: V = m/s	4,44	4,88
Carico totale= m	3,03	3,06
Franco: ΔH = m	5,37	5,56

VIADOTTO ALLA PROGRESSIVA 21080		
Fiume Sabato		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	270,10	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	30,00	
Altezza della struttura: H = m	7,60	
Materiale	naturale	
Coeff. di scabrezza: K'	35	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
Pendenza del fondo: I =	0,50%	1,00%
Tirante Idrico: h = m	2,03	1,84
Grado di Riempimento	26,71%	24,26%
Sezione bagnata: σ = mq	60,900	55,32
Contorno bagnato: C= m	34,060	33,688
Raggio idraulico: R = m	1,79	1,64
Velocità media: V = m/s	4,44	4,88
Carico totale= m	3,03	3,06
Franco: ΔH = m	5,57	5,76
VIADOTTO ALLA PROGRESSIVA 23958		
Fiume Sabato		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	270,10	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	30,00	
Altezza della struttura: H = m	6,10	
Materiale	naturale	
Coeff. di scabrezza: K'	35	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
Pendenza del fondo: I =	0,50%	1,00%
Tirante Idrico: h = m	2,03	1,84
Grado di Riempimento	33,28%	30,23%
Sezione bagnata: σ = mq	60,900	55,32
Contorno bagnato: C= m	34,060	33,688
Raggio idraulico: R = m	1,79	1,64
Velocità media: V = m/s	4,44	4,88
Carico totale= m	3,03	3,06
Franco: ΔH = m	4,07	4,26

VIADOTTO ALLA PROGRESSIVA 19087		
Fiume Sabato		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	270,10	
Sezione	Rettangolare	
Larghezza della Base: b = m	18,00	
Altezza della struttura: H = m	7,40	
Materiale	naturale	
Coeff. di scabrezza: K'	35	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
Pendenza del fondo: I =	0,50%	1,00%
Tirante Idrico: h = m	3,50	2,77
Grado di Riempimento	47,30%	37,43%
Sezione bagnata: $\sigma = m^2$	63,000	49,860
Contorno bagnato: C= m	25,000	23,540
Raggio idraulico: R = m	2,52	2,12
Velocità media: V = m/s	4,29	5,42
Carico totale= m	4,44	4,27
Franco: $\Delta H = m$	3,90	4,63

TOMBINO ALLA PROGRESSIVA 18462		
Fosso Cesinale		
Portata di Progetto: Q = m ³ /s	3,80	
Sezione	Circolare	
Diametro tubazione mt	1,50	
Materiale	calcestruzzo	
Coeff. di scabrezza: K'	70	
VERIFICA IDRAULICA A MOTO UNIFORME	Con pendenza minima	Con pendenza massima
Pendenza del fondo: I =	0,50%	1,00%
Tirante Idrico: h = m	1,07	0,55
Grado di Riempimento	71,10%	36,67%
Sezione bagnata: $\sigma = m^2$	1,344	1,003
Contorno bagnato: C= m	3,010	2,515
Raggio idraulico: R = m	0,45	0,40
Velocità media: V = m/s	2,83	3,79
Carico totale= m	1,47	1,28
Franco: $\Delta H = m$	0,43	0,95

2.5 DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA STRADALE

2.5.1 Premesse

Per quanto riguarda invece il sistema di drenaggio, cioè quel insieme di opere destinate sia a raccogliere, allontanare e convogliare a recapito le acque di pioggia ricadenti nell'ambito della piattaforma stradale si è proceduto a progettare due differenti reti di smaltimento.

Con la prima rete sono stati dimensionati i manufatti necessari per consentire la raccolta degli sversamenti accidentali ed il trattamento delle acque di prima pioggia (di lavaggio della sede stradale). Tali manufatti, necessari ai fini di ridurre eventuali impatti negativi ambientali, sono stati progettati e dimensionati in opere ben distinte e separate da quelle provenienti dalle acque o dei bacini esterni o delle scarpate dei rilevati.

La seconda rete è finalizzata ad intercettare le acque esterne che naturalmente scolano verso il corpo stradale ed a smaltire a gravità, con un margine di sicurezza adeguato, precipitazioni intense di preassegnata frequenza probabile.

2.5.2 Sezione in rilevato

Lo schema di smaltimento delle acque incidenti sulle superfici stradali prevede la raccolta e l'allontanamento delle acque di piattaforma mediante un sistema di caditoie che convogliano le acque nei collettori ϕ 500 mm o ϕ 600 mm previsti per tutto lo sviluppo dei tratti in rilevato, e le riversano nelle vasche adibite alla raccolta delle acque di piattaforma e per la trattenuta degli oli e delle schiume, distribuite lungo il tracciato.

Il sistema di drenaggio della piattaforma in progetto comprende anche un sistema di collettamento intubato in grado di recapitare le acque di piattaforma in punti di restituzione controllata, dove trovano collocazione opportuni sistemi di raccolta e di trattamento.

Tali sistemi, costituiti da vasche, si configurano al contempo come vasche di "prima pioggia" e di "tempo secco", in quanto provvedono al trattamento delle acque di prima pioggia, le più inquinanti, ed evitano la dispersione negli ecosistemi idrici delle sostanze inquinanti rovesciate accidentalmente. La dizione "tempo secco" deriva dal fatto che le vasche sono dimensionate per accumulare l'intero contenuto della maggiore autocisterna circolante, solo in condizione di assenza di precipitazione.

In caso contrario, cioè se l'incidente si verifica in tempo di pioggia, tale sistema può assicurare infatti l'intercettazione solo parziale degli inquinanti: in tal caso comunque si deve necessariamente ammettere la dispersione di una parte degli inquinanti, adeguatamente diluiti dalle acque di pioggia.

2.5.3 Sezioni in trincea

Nei tratti al piede delle trincee è prevista l'esecuzione, in fregio alla pavimentazione stradale, di cunette alla francese. Le acque raccolte dalla cunetta, che possono provenire dal solo versante o anche dalla pavimentazione, saranno trasferite per mezzo di caditoie, protette da griglie carrabili in ghisa sagomate come la stessa cunetta, ad un sottostante collettore circolare in calcestruzzo, che ha il compito di collettare la portata fino al recapito finale.

2.5.4 Portate afferenti la piattaforma stradale e i fossi di guardia

Al fine di valutare i quantitativi d'acqua di origine meteorica provenienti dal corpo stradale, dalle scarpate dei rilevati e/o delle trincee e dalle aree esterne gravanti direttamente nei fossi di guardia al piede dei rilevati o sopra le trincee, si è considerato, a differenza delle reti di fognatura urbane, al fine di aumentare il grado di sicurezza delle opere l'afflusso meteorico relativo ad una precipitazione con tempo di ritorno di 50 anni.

Per determinare le portate a cui dimensionare le opere si è fatto ricorso alla classica formula del metodo razionale:

$$Q = \frac{\phi i S_1}{3,6} = c S_1$$

essendo:

Q (m³/s) = portata al colmo, per prefissata frequenza probabile pari ad un tempo di ritorno di 50 anni;

ϕ = coefficiente di deflusso (rapporto tra l'afflusso e il deflusso), funzione dei diversi gradi di permeabilità delle aree interessate, assunto pari a:

Per le aree pavimentate della piattaforma stradale $C = 0,90$

per le scarpate inerbite e le sezioni in rilevato o in trincea $C = 0,60$

Per le aree esterne prossime alla strada, mediamente $C = 0,35$

S_1 = superficie complessiva drenata (Km²);

i (mm/h) = intensità di precipitazione, per Tempo di Ritorno di 50 anni, per una durata pari al tempo di corrivazione del bacino (mm/h).

La valutazione del tempo di corrivazione, necessario per valutare l'intensità di pioggia, è stata effettuata considerando sia il tempo di ruscellamento $T_{C,0}$ (non inferiore a 5 minuti), sia il tempo di percorrenza $T_{C,1}$ necessario alle acque per raggiungere il recapito finale una volta che queste sono state inalveate nel fosso

rivestito o nel collettore centrale. In definitiva si ottiene il tempo di corrivazione dalla seguente somma: $T_C = T_{C,0} + T_{C,1}$.

La valutazione del tempo di percorrenza del moto della corrente inalveata nel fosso rivestito o nel collettore, nelle fognature urbane, viene condotta, con un procedimento iterativo, considerando l'effettiva velocità media della corrente nei differenti tratti considerati. Nel nostro caso considerato che gli eventi meteorologici sono di brevissima durata, si è assunto un tempo di corrivazione minimo pari a 10 minuti (0,167 ore).

La legge di pioggia utilizzata per la determinazione delle intensità è quella delle analisi delle precipitazioni intense ricavate applicando la regionalizzazione del VAPI Campania, già richiamata in precedenza.

Per un tempo di ritorno di 50 anni con il metodo VAPI Campania si ottengono i seguenti valori dell'intensità di precipitazione:

Durata minuti	Intensità di Precipitazione mm/ora
10'	124,4302
15'	92,2172
20'	74,5581
30'	55,2562
45'	40,9513
60'	33,1093

2.5.5 Opere di raccolta delle acque ricadenti sulla sede stradale

E' necessario adottare differenti soluzioni idrauliche per il corretto smaltimento delle acque meteoriche, in relazione alle situazioni che si riscontrano nelle varie parti del tracciato stradale.

Il sistema di raccolta potrà essere costituito da una cunetta stradale (eventualmente del tipo "alla francese") ed una serie di caditoie opportunamente distanziate in funzione della locale pendenza longitudinale della strada o, in alternativa, da una griglia continua con sottostante canaletta. Quest'ultima, a sua volta, può essere di dimensioni tali da sostituire il collettore, oppure di dimensioni modeste, prevedendone l'affiancamento con un collettore.

Parimenti, le acque meteoriche ricadenti sulla sede stradale in trincea sono recepite dalle cunette stradali rivestite in calcestruzzo, poste ai bordi della piattaforma, da ambo i lati. Tali cunette “di piattaforma” presenta nella generalità dei casi pendenza longitudinale pari alla pendenza longitudinale della strada.

Vista la modesta capacità di trasporto delle cunette stradali, nel caso di trincee di lunghezza significativa sarà necessario prevedere un collettore al di sotto della cunetta, da ambo i lati della strada.

Nei tratti in curva, nel caso in cui il raggio di curvatura è inferiore a circa 4.000 m, si prevede la rotazione delle sagome stradali. Ne consegue che le acque meteoriche relative alla carreggiata interna continuano a scaricare nella cunetta di piattaforma o nella griglia continua; le acque della carreggiata esterna, invece, vengono raccolte nel collettore di drenaggio centrale posto in asse strada, nello spartitraffico, e convogliate nel sottostante collettore Ø 500 mm previsto per tutto lo sviluppo del tratto in curva e dei contigui tratti di raccordo. Tale collettore attraversa la sede stradale e confluisce nel collettore laterale.

Particolare attenzione sarà dedicata (in fase di redazione del progetto definitivo) allo sviluppo dei manufatti e delle opere d’arte quali i sottopassi ed i ponticelli stradali, studiando le soluzioni più opportune per garantire, localmente, la continuità dei collettori.

La sezione delle rampe degli svincoli, infine, è generalmente prevista a falda unica. Le acque meteoriche afferenti la sede stradale delle rampe, pertanto, scaricano sempre in destra o in sinistra, in funzione della rotazione della sagoma per effetto delle relative curve.

Nella tabella seguente si riportano le opere idrauliche in corrispondenza delle quali si ipotizza di ubicare le vasche per la raccolta delle acque di piattaforma e per la trattenuta degli olii e delle schiume.

In fase di progetto definitivo, congiuntamente al progetto dettagliato dello smaltimento delle acque di piattaforma, verrà prodotta la relazione di verifica e dimensionamento delle singole vasche di raccolta. Queste verranno ubicate in maniera ottimale dal punto di vista non solo idraulico, ma anche del locale livello di urbanizzazione e della effettiva disponibilità delle aree necessarie.

2.5.6 Raccolta al piede del rilevato e sopra la sezione in trincea

La protezione del rilevato viene garantita da un fosso di guardia al piede, a sezione trapezoidale, rivestito in calcestruzzo, di larghezza ed altezza variabili in funzione della tipologia adottata e pendenza 1/1 delle pareti laterali, che ha la funzione sia di raccogliere ed allontanare le acque di drenaggio della piattaforma stradale e della scarpata, sia di intercettare le acque meteoriche dei bacini esterni impedendo che raggiungano il piede del rilevato con le prevedibili e gravi conseguenze di erosione.

Nel caso di sezione in scavo, oltre alla cunetta “di piattaforma” presente al piede della scarpata ed al bordo strada, dal lato di monte del pendio è stato previsto un fosso di guardia al di sopra della trincea, che ha la

funzione di intercettare le acque ruscellanti dei bacini esterni impedendo che raggiungano le scarpate in scavo con le prevedibili e gravi conseguenze di erosione, evitando altresì l’inondazione della stessa sede stradale.

2.5.7 Verifiche idrauliche dei canali e dei collettori

Il dimensionamento della rete di drenaggio superficiale per lo smaltimento delle acque meteoriche della piattaforma stradale e dei fossi di guardia è stata effettuata a partire dalla valutazione delle portate afferenti ai vari tratti della rete.

In base alle diverse superfici contribuenti (piattaforma stradale, aree non pavimentate, scarpate in rilevato e in trincea, bacini esterni versanti nei fossi di guardia), si sono valutate le portate meteoriche afferenti ai collettori posti ai lati della carreggiata o centrali (nei tratti in curva con rotazione delle sagome), alle cunette di piattaforma al piede delle trincee ed ai fossi di guardia al piede dei rilevati o sulla sommità delle trincee.

Per la verifica delle opere interessate dalle acque dei corsi d’acqua si è utilizzata la più ricorrente formula di moto uniforme che la letteratura tecnica fornisce. In particolare si è adoperata la formula di Gaukler Strickler che definisce i valori delle perdite di carico in una condotta convogliante acqua.

In particolare, si è utilizzato la seguente formula:

$$V=K'R^{2/3}i^{1/2}$$

dove

V, espressa in m/s, rappresenta velocità media della corrente

K', coefficiente adimensionale, è la costante di GauklerStrickler il cui valore è legato alla scabrezza della parete su cui scorre l’acqua;

R, espresso in metri, rappresenta il rapporto tra la sezione idrica e il contorno bagnato ed è noto come raggio idraulico;

i, la pendenza geometrica del tratto esaminato.

A tale formula si è associata l’equazione della continuità:

$$Q= V * \sigma$$

che ci permette, una volta prefissate le caratteristiche geometriche del manufatto, di determinare le caratteristiche idrauliche della corrente che si instaurano al passaggio delle varie portate.

In particolare Q rappresenta la portata idrica confluyente nel manufatto, espressa in metri cubi al secondo.

Dalla combinazione delle due relazioni si ricava la ben nota formula

$$Q = K' * \sigma * R^{2/3} * i^{1/2}.$$

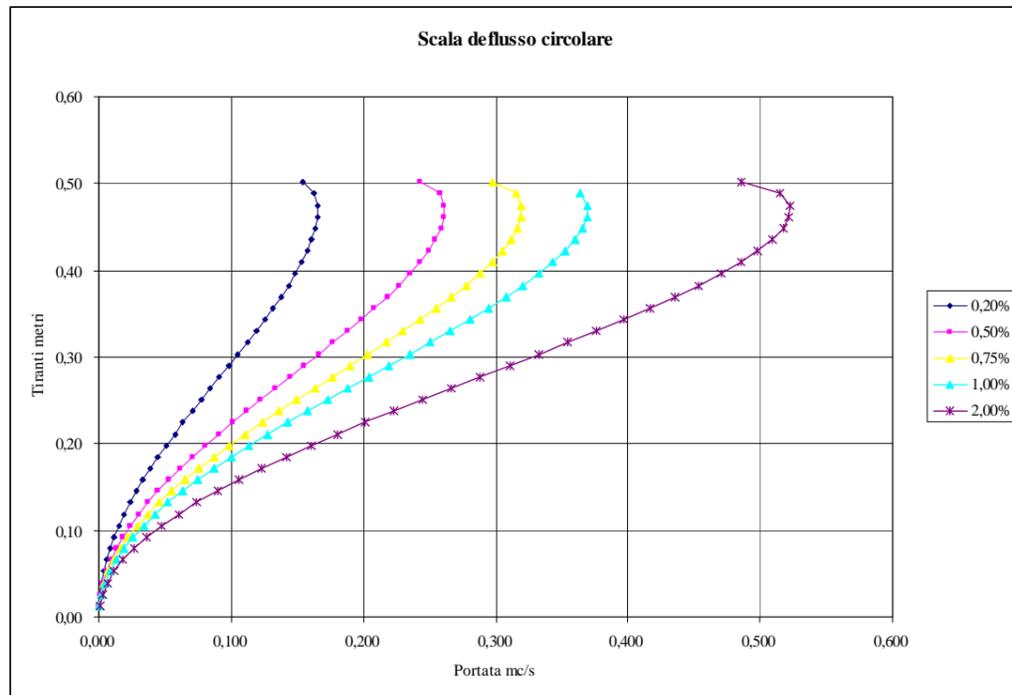
che è quella stata utilizzata per la verifica delle opere.

Per quanto concerne il valore del coefficiente K' , questo dipende essenzialmente dalla natura delle pareti che costituiscono il manufatto

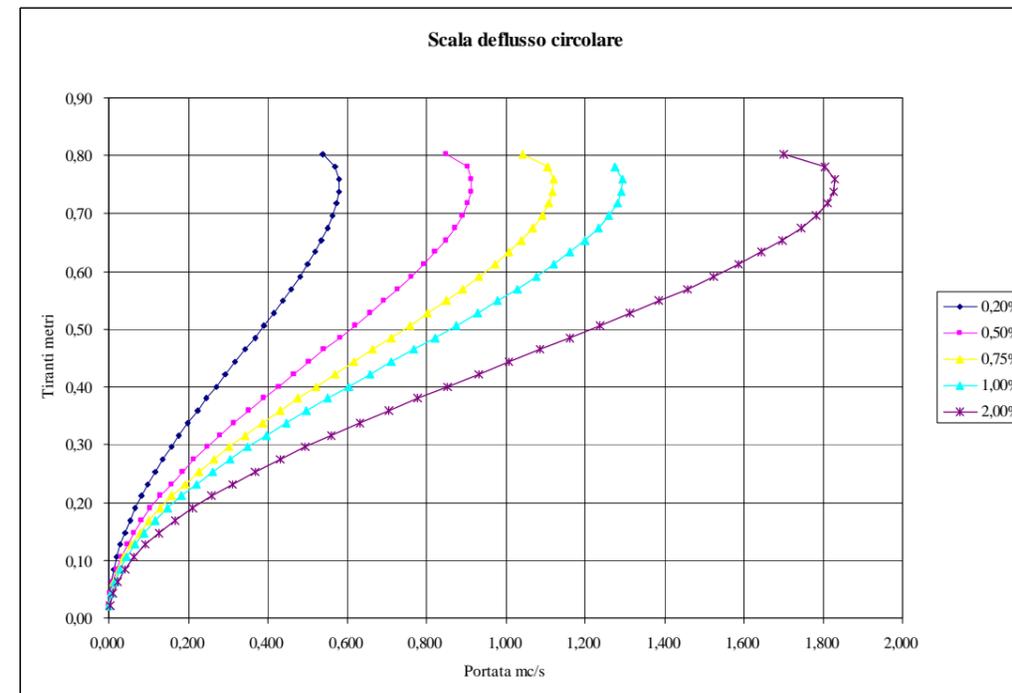
Data la natura delle pareti dei manufatti in oggetto, confortati dai dati rilevati dalla letteratura tecnica a disposizione, si è ritenuto opportuno adottare il classico valore $K' = 70$ per le strutture in calcestruzzo gettate in opera, per le strutture prefabbricate in cemento armato e per i collettori circolari.

Nelle tabelle allegate sono riportati i diagrammi di funzionamento per le varie sezioni.

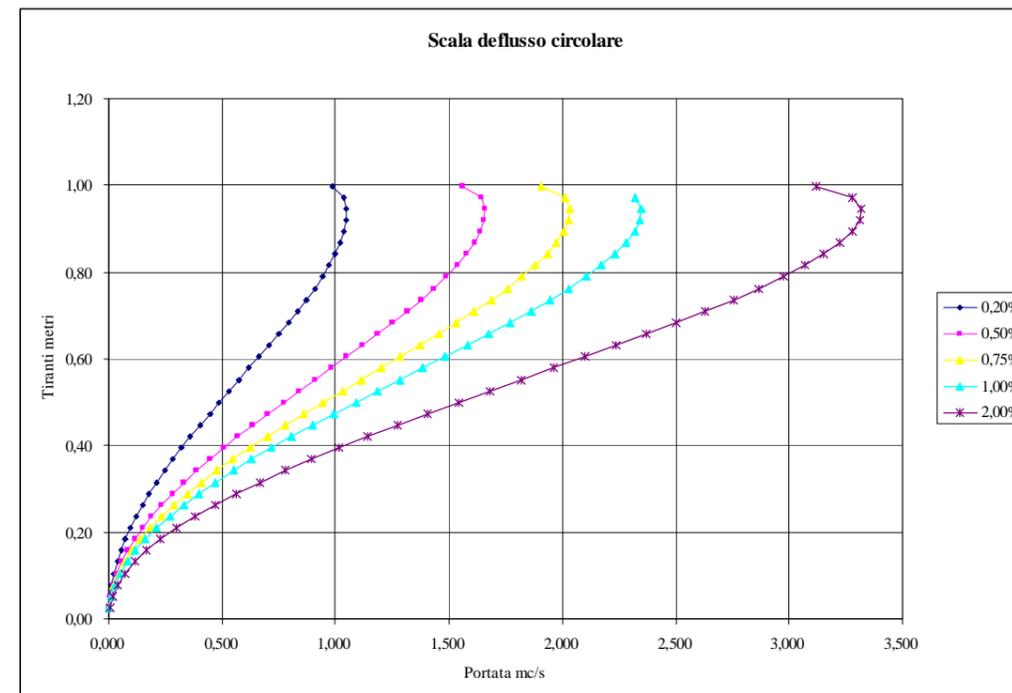
Sezione circolare Φ 500 mm



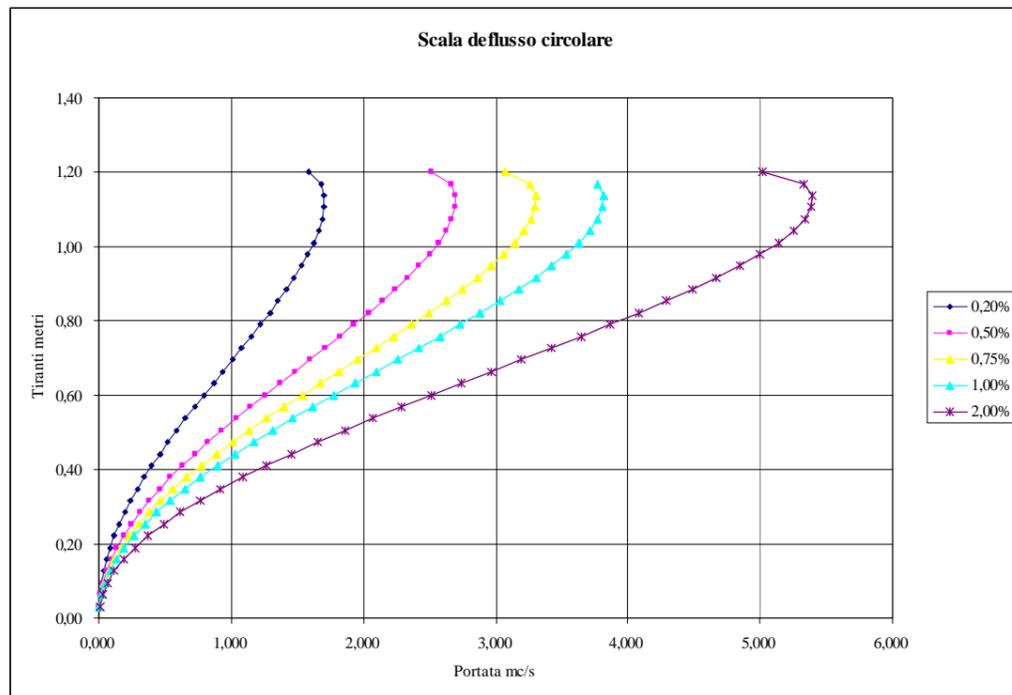
Sezione circolare Φ 800 mm



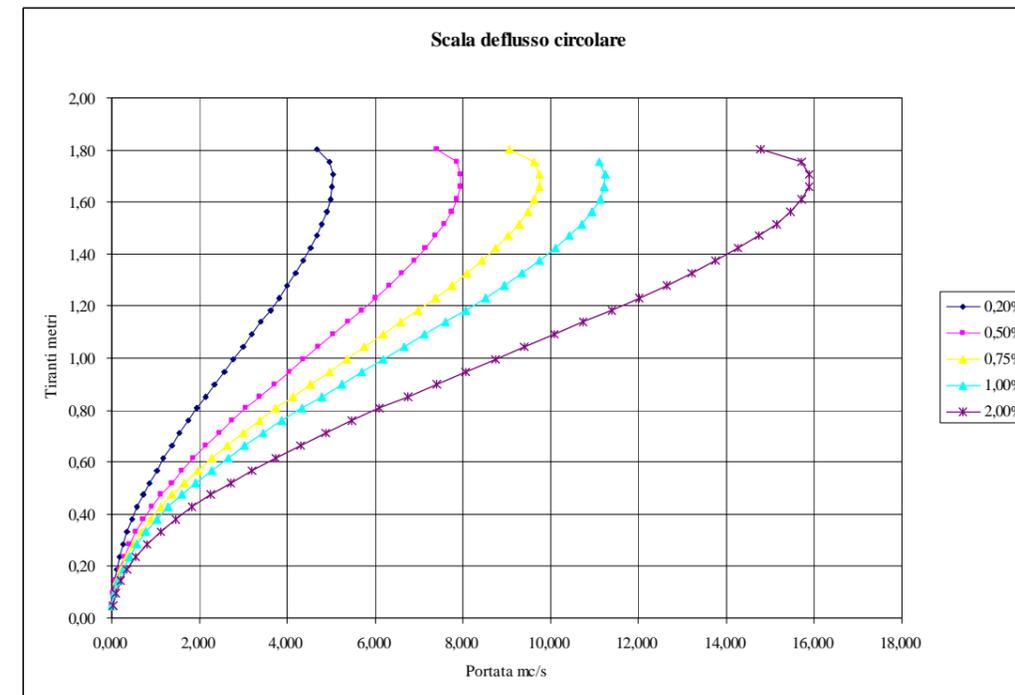
Sezione circolare Φ 1.000 mm



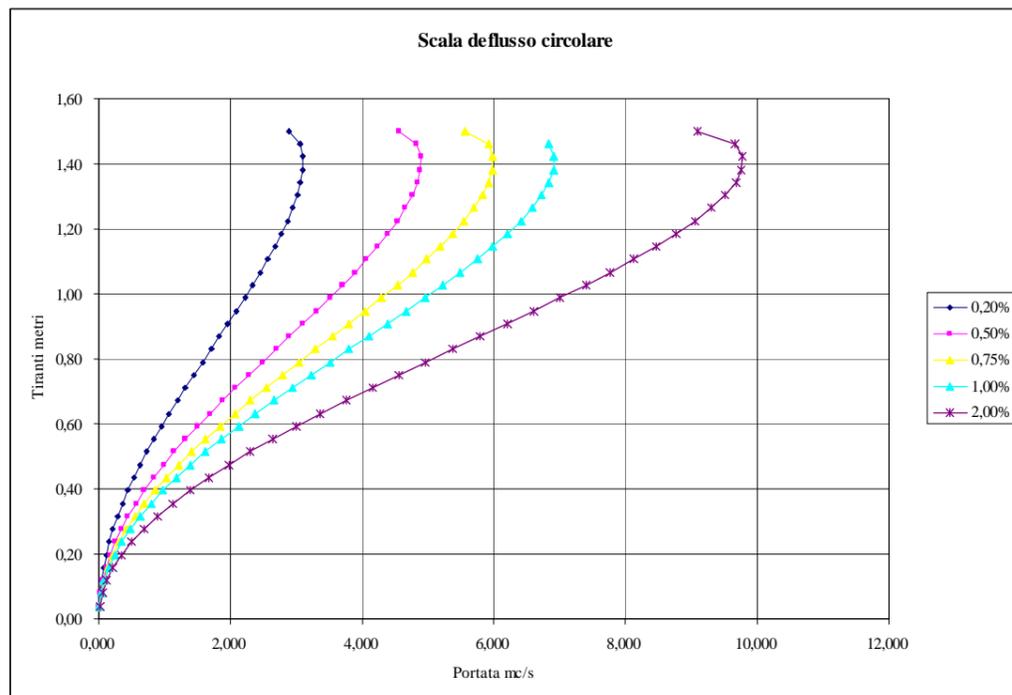
Sezione circolare Φ 1.200 mm



Sezione circolare Φ 1.800 mm



Sezione circolare Φ 1.500 mm



3 COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO

3.1 USO DEL SUOLO

Il raccordo autostradale interessato dal presente progetto ricade interamente nella Regione Campania e si estende dal comune di Salerno al comune di Avellino, entrambi capoluoghi di provincia.

In quest'ambito, il tracciato in progetto afferisce ai territori comunali di Salerno, Pellezzano, Baronissi, Fisciano, Montoro Superiore, Montoro Inferiore, Solofra, Serino, San Michele di Serino, Cesinali, Atripalda e Manocalzati.

La carta dell'uso del suolo è stata redatta attraverso la tecnica della fotointerpretazione e con l'ausilio di rilievi eseguiti sul posto. Vengono descritti di seguito gli usi delle zone ricadenti nei diversi comuni attraversati, facenti parte del corridoio in esame:

Comune di Salerno

Per le aree che risultano prossime su entrambi i lati al tracciato del raccordo autostradale in esame si individua un'area verde abbastanza estesa localizzata immediatamente sopra la zona di Fratte; il parco, denominato Parco Matierno, contribuisce all'identificazione della struttura formale della città e possiede per questo motivo una particolare valenza ambientale da salvaguardare in sede di progetto.

Lo studio di impatto ambientale si occuperà in modo particolare di quest'area sensibile ponendo attenzione alla scelta delle essenze e delle alberature adatte alla tipologia di mitigazione.

In prossimità del Parco Matierno è localizzata una vasta area incolta; questa si localizza immediatamente ai margini del raccordo autostradale Salerno – Avellino.

Il territorio sotto Cappelle, nei pressi di Fratte e nei pressi di Matierno, ha una destinazione prevalentemente residenziale.

Comune di Pellezzano

Le aree prossime al tracciato sono aree prevalentemente residenziali; rivestono particolare interesse due aree: la cava e il fiume Irno.

Comune di Baronissi

Dall'analisi delle carte e dal rilievo si evince una presenza elevata di aree localizzate a ridosso della strada. Nella parte a sud si localizzano, lungo il tracciato, delle aree residenziali che individuano un tipo di tessuto urbanizzato con presenza di servizi; questa porzione di territorio è caratterizzata dalla presenza di nuclei urbanizzati, a destra del tracciato troviamo la zona di Aiello e la zona del cimitero, a sinistra quella di Acquamela e di Vessinelli.

Nella parte più a nord si localizzano invece delle aree prevalentemente industriali, miste ad aree agricole. Lo spartiacque tra questi due paesaggi diversi è rappresentato dal fosso di Caprecano; questo passa sotto al tracciato individuando un'area con valenza ambientale da salvaguardare in sede di progetto.

Lo studio di impatto ambientale si occuperà in modo particolare di questa zona sensibile ponendo attenzione alla scelta delle essenze e delle alberature adatte alla tipologia di mitigazione.

Comune di Fisciano

E' possibile suddividere il territorio oggetto di esame in tre paesaggi; lo spartiacque di essi è rappresentato dai fossi, che attraversano il tracciato passandovi sotto, in più punti.

Il primo paesaggio è delimitato da due fossi e individua al suo interno le aree di Lancusi e Penta; questi due nuclei sono costituiti da un tessuto prevalentemente residenziale.

Il secondo paesaggio è compreso tra il fosso che parte dal cimitero e si biforca nei pressi del tracciato passandovi sotto in due punti e il fosso che si trova dopo lo svincolo; questa porzione di territorio è costituita da aree prevalentemente agricole con presenza di case sparse.

Il terzo ed ultimo paesaggio è compreso tra il fosso vicino allo svincolo e il confine comunale; questa vasta area, che comprende le località di Canfora e Pizzolano, è caratterizzata dalla presenza di terreni agricoli con case sparse.

Lo studio di impatto ambientale si occuperà in modo particolare della riqualificazione delle aree dei fossi, che, presenti in quantità così numerosa, rappresentano molto il territorio di Fisciano.

Comune di Montoro Inferiore

Dall'analisi delle carte e dal rilievo si evince una presenza elevata di aree agricole e di aree residenziali localizzate a ridosso della strada.

E' possibile suddividere il territorio oggetto di esame in due paesaggi: il primo, più a sud, arriva fino allo svincolo, il secondo, più a nord, si estende dallo svincolo al confine comunale.

Nel primo paesaggio, a destra rispetto al tracciato, si localizzano delle aree residenziali, a sinistra troviamo invece una vasta zona costituita da aree. Nel secondo paesaggio, a destra rispetto al tracciato, si localizzano delle zone industriali di insediamenti produttivi e di insediamenti artigianali commerciali, a sinistra troviamo invece una estesa area agricola con presenza di case sparse.

Un elemento di rilievo è il fosso che corre quasi parallelo alla strada affiancandosi ad essa nell'area dello svincolo.

Lo studio di impatto ambientale si occuperà in modo particolare di quest'area sensibile ponendo attenzione alla scelta delle essenze e delle alberature adatte alla tipologia di mitigazione.

Comune di Montoro Superiore

Dall'analisi delle carte e dal rilievo si evince una presenza elevata di aree agricole localizzate a ridosso della strada. Un'area verde abbastanza estesa lambisce il tracciato nella prima parte a sud.

Riveste particolare interesse l'area di vincolo idrogeologico posizionata parallelamente al tracciato; all'interno di questa si localizzano vaste aree agricole e zone boschive.

Lo studio di impatto ambientale si occuperà in modo particolare di quest'area sensibile ponendo attenzione alla scelta delle essenze e delle alberature adatte alla tipologia di mitigazione.

Comune di Solofra

Il territorio del Comune di Solofra è caratterizzato dalla considerevole presenza di aree produttive.

Dall'analisi delle carte e dal rilievo si evince una presenza elevata di aree industriali localizzate a ridosso del raccordo autostradale. Edifici residenziali sono localizzati a ridosso dell'area di imbocco in galleria (Tratto 3), a pochi metri dall'estradosso della stessa.

Comune di Serino

Dall'analisi delle carte e dal rilievo si evince una presenza elevata di aree agricole localizzate a ridosso della strada. Percorrendo il tracciato in direzione di Avellino troviamo una prima area agricola silvo - pastorale, localizzata sopra alla galleria di Solofra. Nei pressi dello svincolo troviamo alcune zone produttive. Oltrepassata l'area dello svincolo sulla destra si localizza un cimitero.

Comune di S. Michele di Serino

Il territorio in esame si caratterizza prevalentemente per la presenza, oltre alle aree agricole, del fiume Sabato e della ferrovia. Il fiume Sabato corre parallelo al confine comunale di S. Michele di Serino avvicinandosi molto al tracciato nei pressi del confine con il Comune di Cesinali.

Lo studio di impatto ambientale si occuperà in modo particolare di quest'area in cui il tracciato e il Fiume Sabato si avvicinano, ponendo attenzione alla scelta delle essenze e delle alberature adatte alla tipologia di mitigazione.

Percorrendo il tracciato da sud troviamo sulla destra diverse aree residenziali.

Nei pressi di Madonna delle Grazie il tracciato interferisce con l'area di rispetto del Cimitero. Proseguendo verso Avellino troviamo sulla sinistra una estesa area industriale.

Comune di Cesinali

Come per il Comune di San Michele di Serino, il territorio in esame si caratterizza prevalentemente per la presenza, oltre alle aree agricole, del fiume Sabato e della ferrovia.

Il fiume Sabato corre parallelo al tracciato e lo attraversa nei pressi della strada provinciale Turci, che passa sotto l'autostrada; dall'altro lato la ferrovia si mantiene parallela anch'essa al tracciato, aprendosi ad ovest verso il Comune di Atripalda.

Le aree intorno all'autostrada sono per la maggior parte agricole. Salendo verso il Comune di Atripalda troviamo, nei pressi del tracciato, un'area parzialmente edificata.

Lo studio di impatto ambientale porrà particolare attenzione alla scelta delle essenze e delle alberature adatte alla tipologia di mitigazione nei pressi del fiume Sabato; saranno previste opere di protezione spondale e di ingegneria naturalistica.

Comune di Atripalda

L'opera in questione attraversa una parte considerevole del territorio del Comune di Atripalda.

Partendo da sud il raccordo autostradale Salerno – Avellino si mantiene parallelo alla ferrovia Avellino – Mercato S. Severino attraversando alcune aree periferiche del Comune; in prossimità dello svincolo il raccordo si innesta con la S.S. 7 bis percorrendo, per un lungo tratto in viadotto, l'area residenziale ai margini del centro storico di Atripalda.

E' possibile suddividere il territorio in esame in tre paesaggi: il primo, che va dal confine con il Comune di Cesinali allo svincolo, il secondo che va dallo svincolo al Parco della Civita, il terzo che va dal parco della Civita al confine con il Comune di Manocalzati; si tratta di paesaggi completamente diversi, il primo prettamente agricolo – periferico, il secondo residenziale e il terzo industriale.

Nel primo paesaggio il tracciato è parallelo alla ferrovia, la quale corre alla sua destra; questo paesaggio è caratterizzato dalla presenza di aree agricole. Dopo circa un chilometro e cinquecento metri il tracciato forma una specie di esse e passa sopra alla ferrovia, la quale corre ora alla sua sinistra; in questa seconda parte troviamo ai lati della strada una estesa area verde.

Nel secondo paesaggio il tracciato attraversa un vero e proprio nucleo residenziale, abbastanza strutturato, con presenza di aree destinate a servizi ed aree commerciali; in particolare il tracciato attraversa alcune aree residenziali.

Nel terzo paesaggio il tracciato lambisce il Parco della Civita in una prima parte e poi lo attraversa in una seconda parte; nella prima parte il tracciato ha alla sua destra il parco e alla sinistra un'area industriale, nella seconda parte il tracciato è completamente dentro al parco.

Il Parco della Civita possiede una particolare valenza ambientale e storica da salvaguardare in sede di progetto, per questo motivo lo studio di impatto ambientale si occuperà in modo particolare di quest'area sensibile ponendo attenzione alla scelta delle essenze e delle alberature adatte alla tipologia di mitigazione. Passata l'area del parco il territorio è caratterizzato da una serie di aree industriali.

Comune di Manocalzati

L'opera in questione attraversa il Comune di Manocalzati fino allo svincolo dell' A16, dove termina il suo corso; percorre delle zone prevalentemente agricole alternate ad aree industriali.

Ad ovest del tracciato corre, quasi parallelo, il fiume Sabato; questo si mantiene sempre abbastanza distante dal tracciato (almeno 80 / 90 metri).

3.2 STUDIO GEOLOGICO-TECNICO DEI TRATTI 1° E 2°

Nel presente capitolo è illustrato lo studio geologico-tecnico eseguito sui terreni, ricadenti nelle Province di Avellino e Salerno, che saranno interessati dai lavori di cui al progetto preliminare “*Conferimento caratteristiche autostradali al raccordo Salerno-Avellino compreso l'adeguamento della S.S. 7 e 7bis fino allo svincolo di Avellino Est dell'A16, tra lo svincolo di Solofra (AV) e Fratte (SA)*”.

L'obiettivo primario dello studio è quello di verificare, sotto il profilo geologico tecnico, i siti che ospiteranno l'allargamento e l'adeguamento della carreggiata stradale: le indagini svolte sono state finalizzate alla valutazione dei problemi geologici connessi con le scelte progettuali eseguite.

Sotto l'aspetto geologico-strutturale l'area di progetto comprende la struttura geologica dell'Appennino Campano–Lucano ed il thalweg del Fiume Irno e del Torrente Solofrana. Lo studio è stato condotto sulla base delle risultanze dell'indagine di campagna, della bibliografia locale e del F. 185 - Salerno - della Carta Geologica d'Italia con le relative note illustrative.

La base cartografica utilizzata è in scala 1:25.000 per l'inquadramento globale dell'area, mentre per lo studio di alcune zone a maggiore criticità è stata utilizzata la scala 1:5.000.

Le carte tematiche prodotte consentono una lettura grafica delle valutazioni operate e degli scenari progettuali.

Lo studio ha carattere interdisciplinare in quanto è stato sviluppato in stretta collaborazione con le altre discipline professionali.

Detto studio, nel dettaglio, si è articolato nelle seguenti fasi:

- nella fase preliminare sono stati acquisiti presso vari Enti o Amministrazioni gli studi disponibili del territorio comunale e tutte le foto aeree riguardanti i terreni interessati. Nel corso delle attività iniziali di studio sono stati, inoltre, eseguiti dei sopralluoghi puntuali sul territorio finalizzati alla individuazione delle emergenze idrogeologiche o delle situazioni geomorfologiche che potessero rappresentare fonte di rischio per le infrastrutture ed il patrimonio ambientale presente;
- in una seconda fase sono stati eseguiti rilevamenti geologici di campagna e il relativo rilevamento geomorfologico, il tutto confortato dall'esame stereoscopico delle foto aeree del dicembre 2001 (*volo Avioriprese S.r.l. 12/10/2001*);
- in una terza fase sono state esaminate con attenzione le indagini disponibili lungo il tracciato, rappresentate principalmente da sondaggi geognostici e prove penetrometriche statiche CPT eseguite dalla *Geotecnosond s.r.l.* di Salerno, ed è stata programmata ed eseguita una campagna

geognostica integrativa, che si è sviluppata con l' esecuzione di una serie di ulteriori sondaggi a cura della *Albanese Perforazione* di Campobasso.

Le indagini disponibili risultano pertanto così articolate:

- *Campagna Geotecnosond s.r.l., nel tratto Solofra - Fisciano:*
 - n. 15 sondaggi a carotaggio continuo, sino alla profondità massima di 35 metri;
 - n. 81 prove penetrometriche dinamiche standard in corso di sondaggio, S.P.T.;
 - n. 6 prove penetrometriche statiche CPT, sino alla profondità massima di 32 m;
 - n. 31 prove di laboratorio sui campioni disturbati ed “indisturbati” prelevati nel corso dei sondaggi.
- *Campagna Albanese Perforazione, nel tratto Fisciano - Salerno:*
 - n. 5 sondaggi a carotaggio continuo, sino alla profondità massima di 30 metri;
 - n. 14 prove tipo S.P.T.;
 - n. 8 prove di laboratorio.

Lo studio effettuato, relativo – come specificato, ai tratti “1” e “2” sopra richiamati, si compone dei seguenti elaborati:

- relazione geologica
- carta geologico - strutturale (1:5.000)
- profili geologico – geotecnici in scala 1:5.000-1:5.000 e 1:5.000-1:500
- carta geomorfologica (1:5.000)
- carta idrogeologica (1:5.000)

Per i dettagli di esecuzione delle indagini di sito e laboratorio, e per i relativi certificati di prova, si rimanda alle apposite relazioni specialistiche allegate al progetto.

3.2.1 Inquadramento geomorfologico

L'area in esame fa parte di una porzione dell'Appennino campano che si configurò in una catena a falde di ricoprimento, con le varie unità stratigrafico – strutturali accavallate le une alle altre ed originatesi tra il Miocene ed il Pliocene, a partire dalla deformazione dei domini paleogeografici precedenti, articolati in piattaforme carbonatiche e bacini.

I terreni appartenenti originariamente alle suddette piattaforme carbonatiche sono i più antichi dell'area, ascrivibili al Trias, ed affiorano nella parte meridionale del tracciato, salvo quelli più recenti, del Cretacico superiore, che affiorano nelle dorsali presso Avellino (*tratto “2” del tracciato in esame*).

Le caratteristiche litostratigrafiche, la tettonica traslativa miocenica e quella distensiva plio – pleistocenica e di sollevamento, hanno condizionato l'attuale configurazione dei luoghi in studio.

Dopo la fase tettonica traslativa del Tortoniano inferiore – medio, che determina in maniera pressoché definitiva i reciproci rapporti geometrici tra le principali unità stratigrafico – strutturali dell'Appennino meridionale, nell'area della catena prendono origine alcuni bacini nei quali inizia una sedimentazione di ambiente marino neritico più o meno tranquillo (*S. Di Nocera e VV.AA.*).

Detta sedimentazione prosegue senza sensibili variazioni fino a sette milioni di anni fa, cioè fino a quando progressivamente si instaurano condizioni di circolazione ristrette, le quali danno luogo ad un completo isolamento dei bacini. C'è da rilevare, tuttavia, che la successione litostratigrafica pre-evaporitica e le associazioni di microfossili indicano che il processo di isolamento del bacino non è stato né rapido né continuo anzi, evidenziano che l'ambiente di sedimentazione ha oscillato più volte tra l'evaporitico ed il marino.

Tutto ciò si giustifica con probabili periodi alterni di chiusura e di ripristino dei collegamenti con ampi bacini limitrofi, caratterizzati da una salinità normale.

A questo punto, durante la deposizione dei prodotti evaporitici, è sopraggiunta una nuova fase tettonica a carattere regionale, che non solo ha interrotto la sedimentazione, ma ha anche provocato una rotazione dei depositi in parola. A tutto ciò, in alcune zone dell'Irpinia occidentale, si aggiunge il sovrascorrimento di terreni alloctoni, tra i quali i termini più alti dell'Unità di Lagonegro II.

In particolare, il territorio in studio è caratterizzato da terreni d'età compresa fra il Quaternario (*depositi continentali*) ed il Trias (*termini basali dolomitici di piattaforma*): si riconoscono formazioni di origine marina e formazioni di origine continentale.

Tali depositi sono sovrapposti per contatto tettonico e/o stratigrafico.

L'assetto geo - strutturale è confortato dalla bibliografia geologica della zona, dai rilevamenti svolti, dalle campagne di sondaggi geognostici eseguite, dalle osservazioni aereofotogrammetriche.

In particolare, il rilevamento svolto e le osservazioni aereofotogrammetriche, con il conforto e taratura locale delle indagini geognostiche effettuate, hanno permesso di accertare gli areali di affioramento ed i loro rapporti di distribuzione.

Si è rilevato, in particolare, che la strada si snoda, per quasi tutto il tracciato, nei soli terreni di origine continentale: essi sono abbastanza distinguibili per caratteristiche deposizionali, giaciture, morfologiche e geolitologiche. Sono stati individuati e cartografati sulla carta geologico - strutturale diversi litotipi (*Complesso dei depositi piroclastici indifferenziati, alluvioni antiche e attuali e depositi di conoide alluvionale*).

Lungo il letto del Fiume Irno e del Solofrana e lungo le aste dei valloni principali sono presenti i **depositi alluvionali**: trattasi sostanzialmente di sequenze detritiche sciolte costituite prevalentemente da clasti di natura calcarea, calcareo - marnosi e dolomitici in matrice limo-sabbiosa, frammisti, soprattutto negli orizzonti più superficiali, con prodotti di origine piroclastica. Gli elementi lapidei sono prevalentemente arrotondati; le intercalazioni limo sabbiose sono spesso frutto del trasporto e della fluitazione delle sequenze piroclastiche e dei detriti eluviali e/o colluviali.

Il **Complesso dei depositi piroclastici** è costituito da materiali sciolti di origine vulcanica, costituiti da un'alternanza irregolare di ceneri, lapilli e pomici, che assumono un ruolo importante poiché ricoprono in maniera continua il substrato. Sono riferibili, per la maggior parte, all'attività dei Campi Flegrei e del Somma Vesuvio, in particolare alle eruzioni avvenute secondo bibliografia tra 39.000 e 17.000 anni fa.

Le nubi eruttate, dalle stime eseguite da ricercatori italiani e stranieri, hanno raggiunto anche un'altezza di circa 17 km: conseguentemente hanno distribuito i prodotti piroclastici su di una superficie di diverse centinaia di chilometri quadrati.

In particolare, l'*ignimbrite campana*, nota anche col vecchio termine di "*tufo grigio campano*" o "*tufo pipernoide*", è stata rilevata lungo la S.S., in affioramento all'altezza dello svincolo di Fratte e lungo quasi tutto il tracciato ad una profondità media di metri 15 ÷ 20 metri dal p.c.: trattasi di una cinerite di colore grigio cenere, con fessure colonnari prismatiche, ascrivibile al primo periodo flegreo, con un'età assoluta di circa trentamila anni.

E' la formazione vulcanica di gran lunga più importante della Campania, rinvenendosi in tutte e cinque le province su un'area, di affioramento discontinuo, di circa 10.000 km².

Lo spessore è di circa 40 ÷ 60 metri nella pianura campana; essa si rinviene, nell'area in studio, con spessori che variano dai 3 ai 10 metri.

Litologicamente, è caratterizzata da pomici nere in una matrice grigiastria; la sua consistenza litoide diminuisce gradualmente verso l'alto, in dipendenza del diverso grado di metamorfismo della roccia, fino a dare alla vulcanite l'aspetto di un tufo pulverulento (*cinerazzo*).

Sul territorio in studio, inoltre, sono presenti prodotti correlabili all'eruzione di Avellino di circa 3700 anni fa, del 79 d.C., all'eruzione del 472 d.C. e a quella eruttiva del marzo 1944.

La deposizione delle piroclastiti quasi sempre è stata immediatamente incalzata da attività erosive, di dilavamento e di trasporto solido che hanno rimescolato e, quindi, ridepositato i prodotti piroclastici sciolti, fino al punto che verso le zone di valle questi risultano difficilmente distinguibili dal litotipo alluvionale.

Il prodotto di queste attività morfogenetiche corrisponde ovviamente ad un litotipo che presenta mediamente caratteristiche meccaniche più modeste ed erodibilità talora anche elevata rispetto alle piroclastiti in posto.

Gli spessori di questi prodotti piroclastici sono variabili da 1 a 6 metri.

Sintetizzando, come è riportato schematicamente nell'allegata sezione, i litotipi che costituiscono il riempimento della valle in cui si snoda il "Raccordo Avellino –Salerno" sono formati da:

depositi continentali quaternari

1. *detriti di versante*
2. *alluvioni antiche e attuali*
3. *depositi di conoide alluvionale*
4. *Complesso indifferenziato dei depositi piroclastici*

depositi marini miocenici

5. *Sabbie*
6. *Arenarie*

formazioni costituenti il substrato carbonatico

7. *Calcari grigi*
8. *Dolomie e calcari*
9. *Dolomie*

La successione dei litotipi sopra indicati è stata ricostruita sulla base dei dati disponibili e della correlazione con i sondaggi geognostici effettuati.

Il tracciato interessa direttamente essenzialmente i litotipi 2., 3., 4., 9.

Stratigrafia

Depositi continentali

Detriti di versante (dt)

Depositi detritici fortemente eterometrici con grado di cementazione variabile, generalmente da poco addensati a sciolti, localmente breccie di pendio pseudo-stratificate.

Questi materiali presentano in genere uno scarso grado di arrotondamento.

Affiorano ai bordi del tracciato, a ridosso delle dorsali carbonatiche, e non interessano direttamente il tracciato stesso.

L'età è l'Olocene.

Alluvioni antiche e attuali (a)

Si tratta prevalentemente di ghiaie sciolte, sabbie e limi argillosi in rapporto variabile, che costituiscono il *thalweg* del Torrente Solofrana ed interessano direttamente il tracciato; lo spessore di tali terreni riscontrati in sondaggio è variabile da pochi metri a circa 10÷15 m in corrispondenza dei principali alvei.

Queste alluvioni possono includere orizzonti piroclastici in posto o variamente rimaneggiati. L'età è l'Olocene.

Depositi di conoide (DT1)

Sono costituiti da conglomerati e terreni ghiaioso-sabbiosi, localmente pseudo-stratificati; rappresentano i depositi più antichi della successione quaternaria. Si individuano nell'area almeno due generazioni di conoidi generalmente sovrapposte (*vd. Carta Geomorfologica*), che interessano in più punti direttamente il tracciato autostradale. Lo spessore è variabile da pochi metri a circa 20÷30 metri nelle conoidi più estese, raggiungendo il massimo in prossimità dei rilievi, mentre tende a diminuire progressivamente verso il centro delle valli.

La diminuzione di spessore e la sua non continuità, nelle zone più lontane dai rilievi, è evidente e naturale sia per la valle Solofrana che per la valle dell'Irno.

L'età è l'Olocene.

Complesso indifferenziato dei depositi piroclastici (P)

Tale complesso è stratigraficamente posto alla base delle alluvioni antiche ed attuali.

Sono stati ascritti a questo complesso litotipi di genesi e natura alquanto diversa: piroclastiti in posto e/o più o meno rimaneggiate, piroclastiti argillificate in vario grado, lenti di pomici, lenti di lapilli, Tufo grigio Campano Auct..

La rappresentazione di un complesso "univoco", coerentemente con il modello geotecnico proposto per l'analisi e dimensionamento degli interventi, corrisponde al grado di approfondimento necessario in questa fase progettuale. Quanto sopra nella consapevolezza e riconoscimento di una relativa omogeneità del comportamento di "ammasso" di questi diversi materiali, frequentemente interdigitati da punto a punto con continue possibilità di eteropie di *facies* sia lateralmente che in profondità.

I dati di sondaggio disponibili consentono peraltro di individuare dette diverse possibili componenti e *facies*, ma non consentirebbero poi utilmente di correlarle stratigraficamente in misura più puntuale e dettagliata lungo il tracciato.

Ove necessario ai fini progettuali, tale differenziazione sarà eventualmente affinata nel corso delle fasi di indagine e studio successive, ove p.es. potrà risultare di interesse, almeno per ottimizzare il dimensionamento di alcune opere, discernere le componenti piroclastiche in posto da quelle più rimaneggiate, alterate o variamente argillificate.

Le *Piroclastiti rimaneggiate* sono rappresentate dal materiale prevalentemente limoso-sabbioso che riempie la piana con spessori variabili tra i 20 e 30 metri, fino a raggiungere anche i 50 metri, a seconda sia della distanza dei versanti (*presso i quali lo spessore delle brecce o altri depositi più antichi su cui poggiano è maggiore*), sia dell'andamento del substrato.

Questo litotipo di copertura è formato sia da depositi piroclastici variamente rimaneggiati, prevalenti, e/o da tufi incoerenti, che da materiali detritici ed eluviali- colluviali interdigitati ai precedenti in funzione della maggiore/minore prossimità ai versanti e/o alle aste fluviali principali. Come già accennato, la deposizione delle piroclastiti, articolata su più episodi discontinui, distribuiti in un ampio arco temporale, è stata infatti quasi sempre immediatamente incalzata e inframmezzata da attività erosive, di dilavamento e di trasporto solido che hanno rimaneggiato e rimescolato i prodotti piroclastici precedenti, fino al punto che verso le zone di fondovalle questi risultano difficilmente distinguibili dai litotipi alluvionali (a) già descritti.

Tufo grigio campano (TG): tale orizzonte è stato intercettato in numerosi sondaggi e, pur con alcune soluzioni di continuità e con talune variabilità di caratteristiche, costituisce un livello riscontrato in profondità in misura pressoché costante lungo il profilo ("*marker*" stratigrafico): in tal senso è stato funzionale alla correlabilità dei dati di sondaggio così come alla costruzione del modello geologico e di quello geotecnico degli interventi lungo il tracciato.

I materiali attribuibili a questo orizzonte sono stati riconosciuti solamente nei sondaggi, a profondità variabili (*tra 2,5 e 15 m circa*), con spessori dai 2 ai 10 metri circa.

In bibliografia, a scala regionale, detti materiali sono rappresentati anche con termini sino a piroclastiti da sciolte a debolmente cementate; nei sondaggi disponibili per il tracciato in esame, tali termini non sono stati riconosciuti in modo significativo, mentre sono stati riscontrati prevalentemente livelli di cineriti grigie e/o giallastre, lapilli ed un orizzonte pressoché continuo di *tufo grigio*, che rappresenta il prodotto omologo dell'*Ignimbrite campana* (*con età di circa 39.000 anni*). Quest'ultimo orizzonte è costituito da depositi piroclastici di colore complessivo da grigio chiaro a giallo, caratterizzati dalla presenza anche di pomici nere e scorie di varia colorazione .

La consistenza di tale materiale, a luoghi anche semilitoide o litoide, in genere diminuisce gradualmente verso l'alto, in relazione al diverso grado di autometamorfismo della roccia, fino a dare alla vulcanite l'aspetto di un tufo pulverulento (*cinerazzo*).

In questa fase, sono stati inclusi in questa formazione anche livelli e lenti di brecce antiche e/o di ghiaie, che non ne alterano le caratteristiche prevalenti in quanto rappresentano nel complesso episodi quantitativamente minori di genesi e sedimentazione alluvionale all'interno di una sequenza, come detto, prevalentemente vulcanica. Età: Olocene.

Successione marina miocenica (non interessata dal tracciato)

Sabbie (S)

Sono costituite da alternanze di livelli metrici di sabbie da fini a medie, localmente siltose o limose, con livelli e banchi di arenarie tenere a grana medio-fine; sia negli orizzonti sabbiosi, sia in quelli arenacei, a luoghi si rinvengono intercalati sottili livelli limoso-argillosi e, più raramente, livelli ghiaiosi ad elementi centimetrici, spesso arrotondati, di natura arenacea e calcarenitica.

Il colore varia in genere dal bruno chiaro, all'avana, al giallastro.

I livelli sabbiosi risultano da moderatamente addensati ad addensati, evidenziando un comportamento geotecnico-geomeccanico, nel complesso, di tipo attritivo.

I banchi arenacei mostrano in generale un grado di cementazione scarso, tale da non poter attribuire all'ammasso un comportamento pienamente litoide.

Età: Miocene (*Elveziano-Langhiano*)

Arenarie (A)

Si tratta di una associazione arenacea, costituita da arenarie quarzoso micacee giallastre, in cui il rapporto sabbia/argilla è superiore ad 1 e che affiora solamente al margine del tracciato stradale (*tratto "2"*).

Subordinatamente si rinvengono quarzareniti, con intercalazioni di marne e localmente brecciole calcaree con fauna a *nummuliti*.

Le arenarie presentano stratificazione con frequenti amalgamazioni e rade intercalazioni pelitico-arenacee di una certa entità.

Quelli di maggiori dimensioni sono in genere massivi. La formazione mostra in generale un grado di cementazione da medio a scarso. L'età è il Miocene (*Elveziano-Langhiano*).

Substrato carbonatico

Calcari grigi (C)

Calcari grigi calcari grigi a grana fine, calcari avana e calcari oolitici. Questi litotipi si presentano massicci in grandi bancate di spessore metrico, raramente stratificati. Calcari compatti coroidi grigio o bruno chiari, calcareniti cristalline, conglomerati intraformazionali. Fossiliferi, con fauna a rudiste. Età: Senomaniano÷Cenomaniano.

Dolomie e Calcari (DC)

Dolomie e calcari dolomitici da grigi a bianchi generalmente cristallini in strati e banchi privi di contenuto faunistico. Localmente si rinvengono lamine stromatolitiche. L'età è Lias inf. - Norico.

Dolomie (D)

Dolomie e dololutiti da grigie a nerastre cristalline stratificate e zonate, fetide alla percussione, a luoghi fossilifere, generalmente massive.

Presentano localmente intercalazioni di livelli argillosi grigi e verdastri.

L'età è Trias (Norico).

Le osservazioni **geomorfologiche** di dettaglio sono state condotte attraverso osservazioni di campagna e mediante interpretazione delle foto aeree (*volo Avioriprese S.r.l. 12/10/2001*).

Dalle analisi compiute è emerso che l'area è caratterizzata prevalentemente da forme e processi dovuti alle acque superficiali incanalate, ed in misura assai minore è interessata da forme e processi dovuti alla gravità.

I processi del primo tipo sono responsabili dello sviluppo di ampie conoidi pedemontane, con morfologia a ventaglio o a lobo, e di alcuni alvei in forte erosione impostati su depositi argillosi o piroclastici.

I fenomeni attribuiti alla gravità si esplicano invece con fenomeni franosi "classici" di scorrimento a scala locale; in alcuni tratti sussistono peraltro elementi di rischio anche rispetto a meccanismi tipici di aree consimili, riconducibili al determinarsi di condizioni di forte saturazione, allentamento ed, al limite, di "fluidificazione" delle coltri di versante, durante eventi di intensa e prolungata piovosità. Da simili condizioni, in funzione anche degli spessori e delle pendenze locali, consegue infatti talora un possibile scorrimento o colamento rapido delle coltri verso valle, soprattutto lungo le incisioni del reticolo idrografico, in forma di materiali a "consistenza" e di composizione ancora detritica o, al limite, quasi completamente fangosa (*debris flow o mud flow*), che acquistano volume e velocità nel loro moto verso valle. Tali fenomeni si innescano soprattutto in coltri con spessori superiori al metro circa.

Lo studio geomorfologico di dettaglio ha permesso inoltre di riconoscere una serie di crinali e di valli a chiaro controllo strutturale, che corrono generalmente paralleli e trasversali alla strada in studio. Gli stessi fiumi principali, Irno e Solofra, risultano presumibilmente impostati lungo faglie trascorrenti, attive durante il Miocene.

Forme e processi morfogenetici

Forme e processi dovuti alla gravità

L'area interessata dal tracciato è caratterizzata da rilievi carbonatici con assetto monoclinale immergente a N e a NE, a cui si sovrappongono coperture costituite da materiali incoerenti o semicoerenti (*prevalentemente, piroclastiti rimaneggiate*).

Tale assetto potrebbe favorire la propensione al dissesto delle coltri, soprattutto lungo i versanti a franapoggio (*condizioni più spesso riscontrabili lungo il tratto "2"*).

In singoli tratti non possono pertanto scongiurarsi, come detto, scorrimenti, *debris flow*, o colate rapide (*mud flow*) nei materiali di copertura posti sulle dorsali a quote più alte e con maggiori acclività (*piroclastiti, piroclastiti miste a detrito calcareo eterometrico*); detti materiali di copertura, anche se quasi sempre terrazzati e/o coperti da un manto vegetale, per effetto di condizioni climatiche eccezionali e/o interventi antropici sconsiderati, potrebbero infatti trasformarsi in colate di terriccio fangoso.

Infatti i terreni di copertura sono dotati di una discreta porosità e permeabilità, al contrario del substrato roccioso che talora presenta, invece, una minore permeabilità, per di più decrescente in profondità. Tale situazione idrogeologica potrebbe far sì che, in occasione di eventi meteorici copiosi e concentrati nel tempo, il substrato non riesca a smaltire rapidamente in profondità l'acqua piovana. Ne potrebbe conseguire un'eccessiva saturazione del terreno di copertura, la cui stabilità potrebbe essere quindi compromessa dalla riduzione dei vincoli di attrito e dalla perdita di addensamento e consistenza al crescere del contenuto d'acqua.

Allo stesso tempo, si osserva però anche come le coltri di pendici carbonatiche nei siti in esame si possano in genere ritenere stabili per la scabrosità tra substrato e copertura fino ad una pendenza dei versanti di $30^{\circ}\div 32^{\circ}$, *range* compatibile con i parametri emersi da uno studio geomorfologico e stratigrafico eseguito dai geologi G. Di Crescenzo e A. Santo sulle più importanti frane da scorrimento o colata rapida dei depositi piroclastici della penisola Sorrentina. I valori tipici di acclività emersi dallo studio delle sedici frane valutate dai due ricercatori sono infatti i seguenti:

- zone di nicchia $> 35^{\circ}$,
- zone di scorrimento $30^{\circ}\div 35^{\circ}$,
- zone di cumulo $< 25^{\circ}$.

Pertanto, nella fattispecie, il territorio in studio presenta un grado di stabilità da sufficiente a buono, ad eccezione di qualche singolo sito, così come si evince dalla Carta Geomorfologica e dal PAI (*vd. aree a rischio R3 ed R4*) di cui si parlerà più ampiamente in seguito; né, tanto meno, l'area in questione, pur con i profili di propensione al rischio sopra evidenziati, è stata effettivamente interessata da colate rapide di terra in concomitanza dei noti eventi calamitosi di Sarno e di Cervinara.

Sono altresì scarsi o assenti nell'area movimenti franosi più "classici". La tipologia di frana più frequente è lo scorrimento (*con cinematismi di tipo traslazionale o rotazionale*), ma di fatto i fenomeni di scorrimento riconoscibili sono prevalentemente piuttosto localizzati, per di più quiescenti o inattivi, e generalmente già stabilizzati artificialmente mediante gradinate o terrazzamenti.

Un movimento franoso di dimensioni alquanto maggiori, con tipologia di scorrimento rotazionale, interessa solo l'imbocco della galleria di Solofra; si tratta di una frana relativamente recente, con propensione all'estensione laterale mediante fusione di movimenti singoli e che coinvolge parte del centro abitato presente in quel tratto, ma risulta in parte già stabilizzata artificialmente (*vedi carta geomorfologica*).

Tale fenomeno è oggetto di studio anche nell'ambito del progetto del tratto "3" di adeguamento del raccordo autostradale in esame.

In ogni caso, ad eccezione dell'episodio presso Solofra, l'analisi storica e aerofotogrammetrica dei siti in esame evidenzia che l'area interessata dai due tratti "1" e "2" del raccordo autostradale Salerno – Avellino non è stata interessata, almeno negli ultimi decenni, da movimenti franosi importanti. In particolare, il forte sisma del novembre 1980, che pure mobilità grandi corpi di frana in tutta l'Irpinia, non produsse alcun effetto nell'area in oggetto.

Forme e processi dovuti alle acque superficiali incanalate

Come già accennato, la maggior parte delle acque pluviali sono smaltite per ruscellamento superficiale attraverso la rete idrografica, caratterizzata da una serie di valloni, rii e torrenti, i quali confluiscono nei due fiumi principali. Questi ultimi sono caratterizzati da un regime perenne, in quanto costantemente alimentati dal bacino idrografico a cui appartengono.

Tale situazione ha favorito lo sviluppo di conoidi alluvionali, con morfologia a ventaglio o allungate a lobo, che confluiscono dai valloni laterali verso la valle del T. Solofrana e nella valle del Fiume Irno. La maggior parte dei terreni costituenti le conoidi risultano sfruttati per le colture agricole e stabilizzati mediante terrazzamenti; gran parte del tracciato e i principali centri abitati si sviluppano su tali conoidi.

Il rilevamento geomorfologico inoltre ha permesso di distinguere due ordini di conoidi (*antiche e recenti*) che risultano generalmente sovrapposte (*vedasi carta geomorfologica*).

Forme e processi dovuti alle acque non incanalate

Nelle zone attraversate dal tracciato l'azione erosiva areale, attribuibile al ruscellamento diffuso, risulta essere trascurabile e/o di modesta entità, poiché si è in presenza di una morfologia dolce,

che imprime una bassa energia erosiva alle acque, mentre i corsi d'acqua principali hanno un deflusso controllato, poiché in un passato recente sono stati interessati da lavori di bonifica e regimazione idraulica, in parte ancora in corso.

Forme strutturali

Le valli del Fiume Irno e del Torrente Solofrana sono colmate da sedimenti quaternari, e circondate da versanti regolarizzati e da scarpate ripide; inoltre i versanti raccordano con i fondovalle mediante salti di pendenza.

La presenza di tali indizi evidenzia una influenza tettonica nella impostazione delle valli e nella morfologia dei versanti prospicienti .

I versanti a sviluppo rettilineo, le faccette triangolari e trapezoidali, le discontinuità dei crinali e altri indizi morfostrutturali hanno permesso di individuare, come già accennato, almeno due sistemi di faglie: meridiano, N-S, e trasversale, N80E.

Forme di genesi complessa

Sono presenti inoltre nell'area, al *top* dei rilievi carbonatici, alcuni lembi di superfici erosionali relitte: sono aree spianate o a debole energia di rilievo, presenti nel tratto "2", alle quote di m 600-700 s.l.m..

Queste superfici testimoniano dei momenti di stasi e di planazione laterale durante l'approfondimento erosionale dei due fiumi principali.

Esse, nell'ambito del quadro morfoevolutivo dell'Appennino Campano – Lucano, rappresentano il risultato della demolizione dei primi rilievi emersi nel Messiniano e/o nel Pliocene inferiore.

3.2.2 Idrogeologia

L'assetto idrogeologico dell'area in studio è caratterizzato da acquiferi con caratteristiche differenti:

- 1) *acquiferi profondi dei complessi carbonatici;*
- 2) *acquiferi superficiali dei detriti di falda, delle conoidi e dei terreni alluvionali;*
- 3) *complesso dei depositi piroclastici*
- 4) *complesso dei terreni arenaceo-sabbiosi*

In base a tale distinzione si possono individuare differenti complessi idrogeologici, descritti di seguito.

Il Complesso dei terreni carbonatici

Gli acquiferi carbonatici rappresentano i principali acquiferi: essi ospitano, infatti, falde idriche notevoli che alimentano alcune sorgenti ad interesse locale e regionale. Queste unità sono caratterizzate da ***un'elevata permeabilità per fessurazione e carsismo***, con assorbimento variabile a seconda della fratturazione e della copertura. La permeabilità relativa, nell'ambito dello stesso complesso, varia lievemente tra la parte superficiale, più carsificata e/o fratturata, e quella inferiore; le intercalazioni impermeabili presenti influiscono, talvolta, sulla circolazione idrica e danno luogo a modeste manifestazioni sorgive alimentate da falde sospese.

Le dolomie di base e/o i calcari meno fratturati rappresentano il substrato relativamente impermeabile che sostiene il flusso delle acque che circolano nei calcari sovrastanti. In tal modo, le acque di falda vengono a giorno lungo il contatto con i meno permeabili. Tali emergenze possono essere classificate come sorgenti di trabocco per soglia di permeabilità sovrapposta. Le più importanti si rinvencono lontano dai siti interessati dalla nuova viabilità: le portate complessive più significative sono stimate nell'ordine di 50 l/s, con ampie oscillazioni dipendenti dall'andamento stagionale della piovosità. Queste emergenze sembrano dovute al raggiungimento della superficie di falda di livelli idrici, a causa dei processi erosivi. Trattasi, pertanto, di sorgenti di emergenza e/o affioramento della piezometrica.

Il Complesso dei detriti di falda, dei depositi di conoide alluvionale e delle alluvioni antiche e recenti

Gli acquiferi contenuti nei depositi di conoide e nei terreni alluvionali si sovrappongono in larga parte al complesso dei depositi piroclastici, e solo localmente direttamente sul substrato calcareo-dolomitico. Il complesso è caratterizzato da una ***permeabilità relativa elevata per porosità***: recepisce, infatti, le acque sia per infiltrazione diretta sia per infiltrazione secondaria.

Le brecce, le alluvioni antiche e le fasce di detrito recente intercalate con materiali piroclastici rimaneggiati (*queste ultime presenti per lunghi tratti di tracciato*), sono caratterizzate da una **permeabilità alta ma molto eterogenea**, e ricevono acque dall'acquifero carbonatico sia per alimentazione diretta superficiale sia per travaso sotterraneo. L'acqua della falda profonda attraverso tali terreni detritici si infiltra nelle alluvioni, andando ad incrementare la falda di sub-alveo delle due aste fluviali principali.

Si ritiene infatti possibile, infatti, distinguere una circolazione idrica sotterranea profonda, che interessa i litotipi carbonatici, ed una circolazione superficiale che interessa le zone vallive, sebbene per la scarsità dei dati a disposizione (*con pochi piezometri e alcune letture del livello d'acqua in foro di sondaggio*) la ricostruzione attuale della piezometrica lungo il tracciato sia da considerarsi valida solo ai fini della presente fase progettuale: in tal senso si rende necessario un approfondimento delle tematiche di tipo idrogeologico mediante censimento pozzi e installazione di un numero significativo di piezometri nella successiva fase progettuale.

Il Complesso dei depositi piroclastici indifferenziato

Come per la caratterizzazione geologica, in questo complesso sono stati ascritti terreni di genesi diversa ma riconducibili in gran parte a piroclastiti, più o meno rimaneggiate e/o argillificate, pomici, lapilli, Tufo grigio Campano Auct.. Sebbene le diverse *facies* mostrino in dettaglio comportamenti idraulici diversi, a grande scala sono da considerarsi un complesso con scarsa attitudine a contenere falde di significativo interesse e con **bassa permeabilità media di insieme**, per la presenza di materiali argillosi che ne determinano il comportamento complessivo.

Detti terreni sono infatti poco idonei a favorire accumuli idrici di una certa importanza.

Generalmente sono in effetti impermeabili, o poco permeabili; a luoghi, la presenza di litotipi a permeabilità relativa più alta può creare situazioni di accumuli strettamente locali connesse a circolazioni in genere molto limitate e/o effimere.

Questi stessi terreni, laddove prevale la componente limoso-argillosa, possono costituire il limite di permeabilità anche per gli acquiferi circostanti, cioè il passaggio fra complessi permeabili e complessi dotati di una permeabilità relativa inferiore.

In corrispondenza di questi contatti sgorgano talora delle emergenze idriche di modesta entità.

Il Complesso dei terreni arenaceo-sabbiosi

Questo complesso può essere considerato omogeneo ed isotropo. La circolazione idrica sotterranea è concentrata di norma nella coltre alterata superficiale, caratterizzata da una porosità secondaria più elevata di quella primaria della roccia integra e da un grado di permeabilità relativa più alto; la roccia non alterata funge da impermeabile di fondo.

Vulnerabilità degli acquiferi

La vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento rappresenta la possibilità di penetrazione e di propagazione, in condizioni naturali, di inquinanti provenienti dalla superficie nei serbatoi naturali ospitanti la falda generalmente libera e da questa, quando possibile, nel sistema acquifero più profondo.

La vulnerabilità può essere definita sulla base di una ricostruzione litostratigrafica ed idrogeologica del sottosuolo e dipende perciò principalmente dalla permeabilità e dallo spessore dei materiali sovrastanti gli acquiferi, nonché dal tipo di circolazione idrica (*permeabilità per fessurazione, per carsismo, per porosità*) e dalle modalità della sua alimentazione.

In generale la possibilità che le acque sotterranee possano essere inquinate dipende dalla velocità con cui avviene il trasferimento della sostanza dal piano campagna alla superficie della falda, dall'entità dell'infiltrazione, dal percorso effettuato e dai meccanismi chimico-fisico-biologici che operano selettivamente in relazione al tipo di terreno e di sostanze.

I criteri necessari per valutare la vulnerabilità degli acquiferi si basano principalmente su:

- Tempo di transito dell'acqua e di un eventuale fluido da essa trasportato nel mezzo non saturo, fino a raggiungere la superficie piezometrica dell'acquifero soggiacente.
- Dinamica del deflusso idrico sotterraneo e di un eventuale inquinante fluido trasportato dall'acqua nel mezzo non saturo.
- Concentrazione residua di un inquinante fluido trasportato dall'acqua al suo arrivo nel mezzo saturo rispetto alla concentrazione iniziale (*capacità di attenuazione del mezzo non saturo*).

I parametri di base che vanno considerati per determinare il tempo di transito dell'acqua (*e di un eventuale inquinante*) nel Mezzo Non Saturo (MNS) sono:

- lo spessore del MNS (*ovvero la soggiacenza della falda*);
- se il MNS è un terreno: tessitura e granulometria, porosità totale ed efficace, ritenzione specifica, umidità e pressione capillare, permeabilità orizzontale e verticale;
- se il MNS è una roccia: litologia, indice di fratturazione, indice di carsificazione, struttura dell'ammasso roccioso, permeabilità verticale ed orizzontale (*è consigliabile sempre effettuare un accurato rilievo geologico tecnico dell'ammasso roccioso, ponendo particolare attenzione ai parametri riguardanti la caratterizzazione delle famiglie di discontinuità*);
- densità, viscosità e solubilità in acqua degli inquinanti;

- ricarica attiva media globale attraverso il calcolo di un bilancio idrico che tenga conto delle precipitazioni, dell'evapotraspirazione e del ruscellamento superficiale.

Il deflusso idrico sotterraneo è il risultato dell'interazione di numerosi fattori, che sarebbe opportuno investigare con il maggior dettaglio possibile, specie se si considera l'importanza di conoscere la direzione e la velocità di trasporto di un contaminante che abbia raggiunto la falda acquifera.

Per ricostruire le caratteristiche dinamiche del deflusso sono necessari:

- Caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero (*porosità cinematica, permeabilità orizzontale e verticale, dispersività longitudinale e trasversale, immagazzinamento, velocità effettiva di flusso...*);
- Struttura, geometria e gradiente idraulico dell'acquifero;
- Temperatura dell'acqua e dell'acquifero;
- Densità, viscosità e solubilità in acqua degli inquinanti

La capacità di attenuazione dell'impatto degli inquinanti sulla falda esercitata dal Mezzo Non Saturo dipende essenzialmente da:

- Soggiacenza della falda
- Ricarica attiva media globale
- Acclività e uso della superficie topografica
- Densità del reticolo drenante e rapporti con l'acquifero
- Spessore, tessitura, composizione mineralogica, ritenzione specifica, caratteri chimico-fisici, permeabilità del suolo e del mezzo non saturo in generale.

Nel caso in esame sulla base dei dati ad oggi noti è possibile effettuare delle considerazioni indicative sulla vulnerabilità degli acquiferi, con riferimento alle relative caratteristiche di permeabilità.

Indicativamente il grado di vulnerabilità può essere definito:

- *Estremamente Elevato*, nelle aree limitate agli alvei dei principali corsi d'acqua;
- *Elevato*, nelle aree ai margini degli alvei dei principali corsi d'acqua in corrispondenza delle relative fasce golenali;
- *Alto*, in corrispondenza di alluvioni grossolane e in presenza di soggiacenze ridotte e litologie superficiali sabbioso-limose;
- *Medio*, in corrispondenza di aree con coefficienti di permeabilità inferiori ai casi precedenti (*materiali fini*) e con elevate soggiacenze di falda;

- *Basso*, in presenza di potenti coperture di natura prevalentemente argillosa, a bassa permeabilità, che costituiscono importanti fattori di protezione, anche per gli acquiferi più superficiali.

ACQUIFERO	VULNERABILITA' INDICATIVA
acquiferi profondi dei complessi carbonatici	da MEDIA ad ELEVATA, nei punti in cui il fenomeno di fessurazione e carsismo è più accentuato e dove la soggiacenza della falda si riduce.
acquiferi superficiali dei detriti di falda, delle conoidi e dei terreni alluvionali	ELEVATA
complesso dei depositi piroclastici	MEDIA
complesso dei terreni arenaceo-sabbiosi	MEDIO - ALTA

In relazione alla vulnerabilità degli acquiferi in corrispondenza delle aree interessate dal progetto sarà necessario provvedere ad opportuni interventi di protezione/mitigazione ambientale, (*sistema di collettamento e trattamento acque di piattaforma*).

Qualità delle acque sotterranee

Per quanto riguarda la qualità della risorsa idrica nella Regione Campania di seguito è riportato uno stralcio tratto dal **Piano Operativo Regionale Regione Campania 2000-2006**, nel quale è evidenziata la criticità dello stato qualitativo delle acque superficiali, sotterranee e costiere e la carenza di un sistema di monitoraggio che ne controlli la qualità e la quantità. Proprio per migliorare lo stato dei fatti il P.O.R. 2000-2006 ha appunto previsto, tra gli altri interventi, anche la realizzazione di un sistema regionale di monitoraggio ambientale, con gli obiettivi e le finalità seguenti:

Obiettivi specifici di riferimento

- disporre di un'adeguata base informativa sullo stato dell'ambiente, sui fattori che esercitano pressione sulle risorse e sulla diffusione e funzionalità delle infrastrutture nei settori del ciclo integrato dell'acqua e dei rifiuti;
- Sviluppare sistemi di monitoraggio e prevenzione dell'inquinamento.

Finalità

- ampliare la conoscenza del sistema ambientale regionale;

- esercitare le funzioni di controllo ambientale, anche mediante il raccordo, il coordinamento e la centralizzazione dei sistemi informativi esistenti;
- sviluppare sistemi di prevenzione e di gestione delle emergenze.

Stralcio P.O.R. 2000-2006:

Il sistema delle conoscenze quantitative e qualitative delle acque superficiali e di falda è insufficiente. Nel territorio campano le *acque* sono interessate a tre tipologie di alterazioni:

- denaturalizzazione dei corsi d'acqua, degli argini, delle aree golenali;
- inquinamento dei corsi d'acqua;
- alterazione delle caratteristiche idrogeologiche.

Un esempio è rappresentato dalla piana del Sarno. La incompletezza della rete fognaria, la dotazione episodica di impianti di depurazione a livello comunale e la loro scarsa efficienza e infine, la esiguità delle industrie che applicano il pretrattamento delle acque reflue, hanno trasformato il reticolo idrografico in una fogna a cielo aperto con basse capacità dell'ecosistema fluviale di autodepurarsi vista la scarsa portata del fiume, il suo breve corso e la esiguità dei tratti di vegetazione naturale e perfluviale presenti lungo il percorso. ***L'agricoltura intensiva presente in tale area costituisce un'altra fonte inquinante: le acque di irrigazione trasportano direttamente verso la falda concimi chimici, diserbanti e pesticidi utilizzati per migliorare la produzione agricola.*** Nel complesso della regione una serie di osservazioni comparative segnalano perdite tra le risorse erogate all'origine e quelle distribuite agli utenti, oscillanti tra il 18-58% del volume immesso in rete.

Per quanto attiene al *sistema fognario e depurativo* il 72% della popolazione regionale è connesso ai sistemi depurativi. Nel complesso gli impianti esistenti ammontano a 229 unità, la percentuale di impianti in esercizio è elevata ma il livello di servizio è insufficiente a causa, anche, della obsolescenza degli impianti stessi. Nessuno degli impianti rispetta gli standard della Direttiva 91/271 CEE recepita dal D.Lgs 152/99.

L'inquinamento marino della Campania è imputabile principalmente alla cementificazione delle coste, al sistema di depurazione insufficiente ed all'inquinamento fluviale. I dati del 1997 segnalano circa il 20% di *costa* non balneabile, dato significativamente superiore alla media nazionale. Le zone più critiche sono le foci del Volturno e del Sarno e il porto di Napoli. Le coste campane mostrano una diffusa tendenza regressiva irreversibile. I pochi tratti di litorale non in erosione devono la propria condizione alla realizzazione di opere di difesa che spesso non sono state accompagnate da approfonditi studi preliminari e che hanno quindi provocato scompensi erosivi nelle zone costiere limitrofe.

Relativamente alla qualità delle acque sotterranee in Campania, nel 2002 in funzione della classificazione dello Stato Ambientale (SAAS) dei corpi idrici sotterranei, definito ai sensi della normativa vigente in base allo Stato Quantitativo (SQAS) e a quello Chimico (SCAS), è stata espletata la fase conoscitiva preliminare, come previsto dallo stesso D.Lgs. n. 152/99, attraverso l'analisi di serie storiche di dati, non antecedenti il 1996, rappresentativi di ben 422 punti d'acqua, risultanti da campagne mirate o raccolti, spesso anche con finalità diverse, presso i Dipartimenti Provinciali dell'ARPAC ed altri Enti. Tale ricognizione ha reso possibile una prima caratterizzazione delle acque di sorgenti e di pozzi, funzionale anche alla configurazione di una prima rete sperimentale per il monitoraggio ed all'ubicazione delle singole stazioni di campionamento.

Già dall'inverno 2002, infatti, in funzione propedeutica all'implementazione della rete di monitoraggio, costituita dalle 210 stazioni previste dal progetto elaborato per l'ammissibilità al cofinanziamento comunitario, nell'ambito del POR Campania 2000-2006 - Misura 1.1, l'ARPAC ha avviato il monitoraggio dello Stato Chimico presso circa 117 punti distribuiti sull'intero territorio regionale, portando a conclusione la prima campagna semestrale di monitoraggio in ottemperanza alla legge.

Un importante elemento di criticità è stato rappresentato però dalla mancanza di informazioni complete e dettagliate relative alla profondità dei punti di prelievo e più in generale di informazioni di tipo idrologico e stratigrafico e, dunque, dalla difficoltà di attribuzione dei campioni analizzati ai singoli acquiferi sotterranei. A ciò si è aggiunta la strutturale carenza di dati sistematici sullo Stato Quantitativo degli acquiferi.

I punti della rete, individuati anche di concerto con le Autorità di Bacino, consentono oggi il monitoraggio dei principali acquiferi carbonatici, vulcanici ed alluvionali della regione, che costituiscono i maggiori settori di approvvigionamento idropotabile, nonché le aree ad elevata criticità ambientale. I primi sono caratterizzati da fattori idrologici che mettono a rischio la disponibilità di risorse in periodi di magra, gli ultimi rappresentano situazioni particolarmente a rischio di inquinamento. Tutti i punti risultano di proprietà di enti gestori della risorsa idrica ovvero di amministrazioni pubbliche e, solo in assenza di altre possibilità, si è fatto ricorso al monitoraggio di punti d'acqua di privati.

3.2.3 Stabilità dei versanti

Le cause dei dissesti riscontrati, descritti nel paragrafo relativo agli aspetti geomorfologici, sono da ricercarsi, principalmente, nella morfologia, nella giacitura, nei fenomeni di erosione prodotti dalle acque, nella presenza delle falde idriche e nelle sollecitazioni prodotte dagli eventi sismici.

Il rilievo geologico e le indagini eseguite hanno permesso di inquadrare dal punto di vista della stabilità i versanti, che generalmente, quando sono costituiti da materiali granulari non litoidi, sono da ritenersi stabili fino a circa il 25 ÷ 30% di pendenza, in funzione delle caratteristiche meccaniche dei terreni stessi, della giacitura e della presenza d'acqua. Quando le coltri sono costituite da litotipi con granulometria fine prevalente, invece, il grado di stabilità dipende essenzialmente dal contenuto d'acqua e dallo stato di alterazione, da verificare di volta in volta (in presenza di materiale coesivo inalterato, il versante può essere considerato stabile anche con pendenze del 20%).

Lungo i versanti costituiti poi dal litotipo conglomeratico e/o da quello calcareo, in corrispondenza dei dossi collinari ove la tettonica surrettiva si è manifestata maggiormente, si sono registrati in passato rari e localizzati movimenti di massa per crollo, di modestissima entità. Dalle indagini eseguite si può affermare che gli ammassi rocciosi, nonostante il sistema fessurativo che li interessa (stratificazione, diaclasi e faglie), in genere non sono compromessi in termini di stabilità globale, a meno che non si faccia riferimento ad una scala di tempi geologici.

La restante parte del territorio in studio mostra alcuni segni di antiche dislocazioni franose e rarissimi segni di movimenti franosi alquanto recenti. Segnatamente lungo le aste dei valloni sono stati rilevati indizi d'attività erosiva e/o smottamenti delle sponde. Nelle zone antropizzate (aree industriali e zone residenziali) l'attività dell'uomo ha invece quasi del tutto occultato e/o rimosso le tracce dell'evoluzione morfologica.

Infatti, nelle zone interessate in passato da intensa erosione, e/o da fenomeni franosi, sono stati riscontrati terreni di riporto e rilevati anche di una certa rilevanza. Pertanto i versanti a rischio, di cui sopra, si presentano almeno apparentemente privi di fenomenologie erosive attive di una certa rilevanza; gli unici fenomeni di degrado sono rappresentati dai fenomeni di dilavamento e allagamento dei terreni pedemontani e delle strade comunali, che fungono spesso da canale di gronda, poiché i valloni perdono di continuità e si riducono a piccoli canali, per poi disperdersi lungo la viabilità comunale (trattasi di fenomeni legati esclusivamente a problemi di regimazione idraulica).

In questo assetto geomorfologico - strutturale, pur con scarsa presenza di copertura piroclastica, continuano dunque ad evolvere in misura potenzialmente significativa solo fenomeni di erosione causati dall'azione delle acque meteoriche in tutte le sue forme, con conseguente alterazione e degrado dei terreni superficiali e peggioramento delle loro caratteristiche meccaniche.

In queste zone, semmai, sono dunque localmente possibili i fenomeni di mobilitazione veloce delle coltri già descritti, segnatamente lungo i versanti nord – orientali e meridionali di Pizzo S. Michele, lungo i versanti nord – occidentali ed occidentali di M. Palazzolo e lungo i versanti settentrionali di M. Stella (le coltri piroclastiche ed i detriti di falda potrebbero qui alimentare scorrimenti e colate rapide).

Pertanto, in corrispondenza di alcune incisioni di detti versanti, si deve considerare a rischio la fascia pedemontana dei versanti stessi, per la possibilità di fenomeni improvvisi caratterizzati da velocità elevata di spostamento dei materiali mobilitati.

La larghezza della fascia di rispetto è peraltro funzione, caso per caso, della morfologia locale e della dimensione del bacino di possibile mobilitazione delle coltri.

In particolare, nella cartografia PAI vengono segnalate a rischio le aree di versante situate a monte del tronco stradale in località Aterrana - Torchiati, del tronco stradale di località Misciano, dello svincolo Baronissi, del tronco in località Penta. Questa zona nel suo insieme è delimitata ad est (probabile arrivo delle colate) da una serie di cortine di fabbricati e, quindi, da slarghi molto ampi, quasi sempre maggiori di 200 metri, praticamente pianeggianti. L'area che ospita la strada, quindi, nei tratti delle conoidi storiche ed attuali, ricade a circa 1÷2 km dalla zona di raccordo tra i versanti carbonatici, mentre la fascia a debole pendenza, del flysch e delle falde detritiche pedemontane, si presenta quasi sempre sotto forma di un terrazzo fluviale. Detti terreni, come più volte si è detto, sono molto urbanizzati e del tutto esenti da qualsiasi fenomenologia esogena: è presente una coltre limoso – sabbiosa di colore violaceo – nocciola, con spessore variabile dai 5 a 7 m, alquanto areata e drenata, inglobante rarissimi ciottoli di ghiaia calcarea con spessore massimo di 3÷5 centimetri, sovrapposta a ghiaia e ciottoli calcarei in abbondante matrice limosa giallastra (materiali messi in posto da fenomeni fluitativi e di trasporto solido).

Al disotto degli 8÷10 metri dal piano campagna sono state rilevate sempre sabbie limose piroclastiche con inclusi elementi carbonatici, che con la profondità fanno registrare un aumento delle dimensioni dei clasti.

Pertanto si può affermare che per gli ambiti geomorfologici in parola, così come riportato nella Carta Geomorfologica, le coltri piroclastiche su pendii anche relativamente acclivi ($\beta > 30^\circ$) rappresentano tuttalpiù un fattore di rischio medio nella progettazione complessiva del “ Raccordo Salerno - Avellino” .

Si ritiene, infatti, che l'entità degli eventuali fenomeni franosi sia di dimensioni modeste e/o con bassa capacità di propagazione; in particolare l'area di intervento è collocata nel fondovalle che

con la sua caratteristica forma funge da “piazzale di deposito” nei confronti di eventuali colate. Le eventuali frane che dovessero innescarsi sono, comunque, di modeste dimensioni.

Le indagini eseguite hanno infine rilevato, nella fascia pedemontana, elementi che testimoniano antiche conoidi alluvionali profonde, mentre i termini delle conoidi storiche ed attuali sono stati rilevati esclusivamente nelle zone medio-alte del versante, alquanto lontano dalla strada in studio ed a ridosso dei primi insediamenti abitativi.

Pertanto le conoidi sono state considerate, nella valutazione dei rischi di frana, come aree su cui si spanderà un eventuale corpo di frana futuro. In altri termini, si è ritenuto che nella parte montana i valloni siano sufficientemente incisi ed ampi da convogliare la portata fangosa delle colate rapide, mentre solo nella parte pedemontana, ove talora si riducono a modesti canali, le sezioni insufficienti ne determinano l'erosione e l'allargamento del fronte in scorrimento.

Detta situazione già si è verificata nel passato e rappresenta per taluni punti ben delimitati uno scenario futuro possibile.

3.3 STUDIO GEOLOGICO-TECNICO DEL TRATTO 3°

L'obiettivo primario dello studio geologico-tecnico eseguito (vd. relazione specialistica nell'ambito del progetto preliminare dell'opera), è quello di fornire un primo quadro conoscitivo della geologia della galleria Montepergola, di verificare sotto il profilo geologico tecnico il dimensionamento delle opere da realizzare e di fornire indicazioni sugli approfondimenti da fare in sede di redazione del progetto definitivo.

Nell'area della galleria Montepergola è stata condotta una *campagna di indagini preliminari* consistente in:

- n. 4 sondaggi a carotaggio continuo, con asse verticale, ubicati nell'intorno degli imbocchi della galleria, compatibilmente con la disponibilità delle aree da investigare;
- n. 4 sondaggi a carotaggio continuo, con asse sub-orizzontale, eseguiti dall'interno della galleria;
- prove penetrometriche dinamiche tipo SPT, eseguite nel corso dei sondaggi verticali e solo nell'ambito dei terreni sciolti di copertura;
- prove pressiometriche;
- prove di resistenza a carico puntuale (point load).

3.3.1 Inquadramento geomorfologico

Sotto l'aspetto geologico-strutturale l'area di progetto comprende la struttura geologica dell'Appennino Campano–Lucano e, nel dettaglio, vengono interessate le strutture geologiche di M. Pergola e del M. Vellizzano, che raggiungono rispettivamente le quote 835 m e 1.032 m.

Il rilievo del M.te Pergola è costituito essenzialmente da rocce calcaree con assetto monoclimatico immergente verso NE con inclinazioni variabili tra 10° e 20°. La monoclinale del M.te Pergola è attraversata da faglie dirette sia sul versante SW (lato Solofra) che sul versante NE (Lato Serino).

La monoclinale del M. Pergola è attraversata e delimitata da faglie dirette sia sul versante SW (lato Solofra) che sul versante NE (Lato Serino).

In corrispondenza del versante SW una importante faglia diretta che definisce l'ampia scarpata subverticale che delimita la cresta del M. Pergola sul lato SW ribassa la successione carbonatica sul lato SW e pone in contatto laterale, occultato in parte in affioramento da detriti di falda, le

rocce carbonatiche costituenti il rilievo e il flisch argilloso – marnoso e arenaceo, affiorante ampiamente nella valle di Solofra.

Sul lato opposto, una piccola struttura a graben ribassa il bordo nord-orientale del Monte Pergola portando in affioramento il flisch arenaceo – calcareo – argilloso.

Ambedue le strutture intersecano l'asse della galleria anche se il contatto tra i litotipi fliscioidi e l'ammasso calcareo in cui corre la galleria esistente avviene, con elevata probabilità, ad una quota superiore a quella della galleria.

A Nord e a Sud il rilievo carbonatico di Monte Pergola è delimitato dall'affioramento di successioni fliscioidi costituite prevalentemente da argilliti scagliose e marne varicolori e, subordinatamente da arenarie e arenarie quarzose micacee con intercalazioni marnose e argillose.

In corrispondenza del bordo sudoccidentale della morfostruttura del M. Pergola si individuano coperture detritiche di falda che nascondono in parte i materiali fliscioidi che vengono evidenziati soprattutto nelle perforazioni geognostiche.

Il versante sud-occidentale del rilievo è un versante di faglia e, alla base della porzione subverticale del pendio, corrispondente alla parte localizzata a quota più alta, si individua un'ampia coltre detritica originatasi a seguito dei processi di demolizione operata dagli agenti esogeni sulla parete calcarea e anche a seguito di crolli di blocchi e massi.

Tra località Madonna delle Grazie e S. Andrea Apostolo si individuano i morfolineamenti di un movimento franoso, innescatosi intorno alla seconda metà degli anni '70 e cartografato e segnalato come area a rischio R4 dall'Autorità di Bacino del F. Sarno. Si è trattato di un fenomeno innescatosi con modalità di scorrimento rotazionale e che è evoluto in maniera traslativa coinvolgendo i detriti calcarei e il loro substrato argilloso varicolore.

Dall'analisi dei risultati dei sondaggi ad asse verticale nella campagna di indagini preliminari, si evince la presenza, al disopra della formazione di base costituita da calcari dolomitici, di coperture di terreni sciolti, costituiti sia da detriti di falda, sia da materiali di presumibile natura alluvionale che flyschoidi, aventi spessori anche superiori ai 20 m. I sondaggi effettuati dall'interno della galleria, della lunghezza di circa 4.0 m, hanno invece confermato, secondo quanto noto dalla realizzazione della galleria stessa, come questa dovrebbe essere interamente realizzata all'interno di un ammasso di calcari dolomitici. Si presume altresì che il rivestimento della galleria esistente sia costituito unicamente da calcestruzzo, con spessore variabile fra 80 e 130 cm circa, mentre non è stato rinvenuto, alle sue spalle, lo spritz. Attraverso tali sondaggi si è inoltre evidenziato come il grado di fratturazione dell'ammasso appaia sempre molto elevato, con valori di RQD per lo più nell'intervallo 30÷35%, e che i clasti hanno forma angolare.

Per quanto riguarda la resistenza a compressione della roccia intatta, le prove effettuate hanno fatto registrare valori medi dell'indice di resistenza compresi fra 1.85 e 4.50 MPa, con media pari a circa 3.1 MPa

La caratterizzazione geomeccanica di massima dell'ammasso calcareo entro il quale si sviluppa la galleria in oggetto è stata effettuata in base ai risultati delle indagini disponibili, tenendo altresì conto –come termine di confronto- dei parametri ricavati in relazione ad altre gallerie in ammassi simili a quello in esame.

Più precisamente, si è determinato in primo luogo l'indice RMR89 (Rock Mass Rating; Beniaowski, 1989) dell'ammasso, e successivamente l'indice GSI (Geological Strength Index) del sistema di classificazione di Hoek et al.

Per quanto concerne la determinazione di RMR a breve termine, secondo quanto suggerito da Beniaowski, si è posto:

1) resistenza della roccia integra	:	7
2) RQD (30%)	:	7
3) spaziatura delle discontinuità	:	5
4) condizione delle discontinuità	:	13
5) presenza di acqua	:	10
		RMR89 = 42

valore pressoché pari a quello di passaggio fra le classi III e IV, ossia tra roccia scadente e discreta.

Per la roccia a lungo termine si può invece assumere un valore di RMR89 pari a 35.

L'indice GSI ed il parametro "mi" di Hoek e Brown sono rispettivamente pari a:

GSI = RMR89-5 = 37, a breve termine;

GSI = 30, a lungo termine;

mi = 9.

A partire da tali valori si ricavano, per le condizioni a breve (b. t.) ed a lungo termine (l. t.), i valori dei coefficienti che definiscono la superficie di rottura dell'ammasso secondo il criterio di rottura di Hoek e Brown, riportati in Tabella 3.3.1, e quelli delle coppie c e ϕ del criterio di Mohr-Coulomb (Tabella 3.3.2).

Nella successiva Tabella 3.3.3 sono poi riportati i valori della resistenza a compressione uniassiale dell'ammasso σ_c , della resistenza trazione σ_t e del modulo elastico E.

	b. t.	l. t.
mb	0.949	0.739
s	0.0009	0.0004
a	0.515	0.522

Tabella 3.3.1 - Coefficienti del criterio di rottura di Hoek-Brown

	copertura 200 m		copertura 400 m	
	b. t.	l. t.	b. t.	l. t.
φ (°)	40	37	5	32
c (MPa)	0.55	0.45	0.80	0.70

Tabella 3.3.2 - Parametri del criterio di rottura di Mohr-Coulomb

	b. t.	l. t.
σ_c (MPa)	1,37	0.86
σ_t (kPa)	48	30
E (MPa)	3000	2200

Tabella 3.3.3 - Parametri di resistenza e deformabilità dell'ammasso

Il tracciato della galleria dovrebbe interamente interessare i litotipi calcarei e calcareo – dolomitici costituenti il M. Pergola.

Il profilo evidenzia alcuni passaggi particolari che vanno indagati dal punto di vista geognostico al fine di confermare il modello interpretativo e di indagare lo stato di fratturazione della roccia.

In particolare in corrispondenza delle progressive 520,00 m e 1.770,00 m le gallerie intersecano lineazioni tettoniche che certamente hanno avuto un ruolo sullo stato di fratturazione della roccia e che, inoltre, determinano delle geometrie degli ammassi rocciosi che possono grandemente influenzare lo stato dell'ammasso e vanno, perciò, convenientemente indagate.

Si ribadisce, peraltro, che la caratterizzazione sopra riportata ha carattere preliminare e si riferisce a condizioni che, alla luce delle indagini sinora effettuate, possono ragionevolmente considerarsi come medie prevalenti lungo lo sviluppo della galleria.

3.3.2 Inquadramento idrogeologico

Circa i lineamenti idrogeologici dell'area di interesse, le indagini svolte hanno riscontrato la presenza di modeste falde sospese nell'ambito delle coperture detritiche e flyschoidi, mentre non è stata rinvenuta acqua nel corso dei sondaggi eseguiti dall'interno della galleria. Ciò in accordo con quanto è possibile desumere dall'osservazione della galleria stessa, all'interno della quale non si rilevano infiltrazioni di rilievo. Ciò nondimeno, va sottolineato come l'ammasso calcareo, a causa della sua elevata permeabilità per fratturazione, presenti caratteristiche favorevoli per la formazione di accumuli idrici anche di un certo rilievo. Non si può escludere, pertanto, che lungo lo sviluppo della galleria potranno essere rinvenuti corpi idrici o sacche d'acqua, anche se solo a carattere temporaneo. E' ben noto, tra l'altro, che nella zona di Serino sono presenti cospicue sorgenti idriche, da tempo sfruttate per l'alimentazione della città di Napoli.

Lo sbocco della galleria Montepergola sul lato Serino, infatti, si apre sulla alta valle del F. Sabato, in sinistra idrografica.

In destra, alla base del massiccio carbonatico del Monte Terminio – Tuoro, si individuano le scaturigini del gruppo sorgivo del Serino che alimentano l'acquedotto di Napoli e da cui defluiscono acque per una portata che assomma, nel complesso, ad alcune centinaia di litri al secondo.

Allo stato delle conoscenze disponibili appare poco probabile una connessione idrogeologica tra le acque sotterranee che circolano all'interno del massiccio attraversato dalla Galleria e defluiscono all'interno dei detriti alla base del versante sud-occidentale defluendo nella valle di Solofra, e le sorgenti del Serino anche se un approfondimento ulteriore alle caratteristiche idrogeologiche dell'area potrà venire dall'esecuzione di sondaggi profondi e dalla individuazione della profondità della zona satura nell'ambito del Monte Pergola.

3.3.3 Stabilità dei versanti

L'imbocco della galleria sul lato Solofra interessa marginalmente un versante suscettibile a fenomeni di dissesto nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino del Fiume Sarno. L'area risulta infatti classificata "R4" area a rischio molto elevato potenziale. Essa risulta localizzata sul versante sud-occidentale del rilievo M. Pergola e, alla base della porzione subverticale del pendio, corrispondente alla parte localizzata a quota più alta, si individua un'ampia coltre detritica originatasi a seguito dei processi di demolizione operata dagli agenti esogeni sulla parete calcarea e anche a seguito di crolli di blocchi e massi.

Si è trattato di un fenomeno, innescatosi intorno alla seconda metà degli anni '70, con modalità di scorrimento rotazionale e che è evoluto in maniera traslativa coinvolgendo i detriti calcarei e il loro substrato argilloso varicolore. Esso risulta allo stato attuale stabilizzato grazie ad interventi di consolidamento e stabilizzazione del pendio.

3.4 STUDIO GEOLOGICO-TECNICO DEL TRATTO 4°

L'obiettivo primario dello studio geologico-tecnico eseguito (vedi relazione geologica del progetto preliminare), è quello di verificare, sotto il profilo geologico tecnico, i siti che ospiteranno l'allargamento e l'adeguamento della carreggiata stradale: le indagini svolte sono state finalizzate alla valutazione dei problemi geologico-tecnici connessi con le scelte progettuali eseguite.

Sotto l'aspetto geologico-strutturale l'area di progetto comprende la struttura geologica dell'Appennino Campano-Lucano, in dettaglio vengono interessate le strutture geologiche di Monte S. Angelo, Monte Castello, Monte Uovolo, Monte Peluso e Monte Pergola ed il fondovalle del Fiume Sabato.

3.4.1 Inquadramento geomorfologico

Il territorio in esame si estende per circa 5.000 ÷ 5.500 ha e ricade lungo il margine occidentale della Provincia di Avellino, fra le quote 270 e 370 metri s.l.m..

La morfologia della zona risulta fortemente influenzata dalle risposte dei terreni agli eventi tettonici, che hanno determinato la depressione strutturale del corso del Fiume Sabato, e dalle successive fasi erosive dei rilievi, stabilitesi durante le fasi climatiche del Quaternario. Pertanto, il territorio interessato appare caratterizzato da tre "facies" morfologiche ben definite, con caratteristiche molto diverse, descritte dettagliatamente nella Relazione Geologica di progetto.

Inquadramento geologico

Nel tratto che va, tra lo svincolo di Manocalzati e quello di Serino, lungo lo sviluppo dell'attuale tracciato della S.S, che sarà interessato da significative variazioni funzionali, sono stati rilevati terreni d'età compresa fra il Quaternario ed il Cretacico, pertanto, tale area rientra nello schema appenninico che si configurò in una catena a falde di ricoprimento con le varie unità stratigrafico-strutturali accavallate le une alle altre ed originatesi tra il Miocene ed il Pliocene dalla deformazione dei domini paleogeografici precedenti articolati in piattaforme carbonatiche e bacini.

Le caratteristiche litostratigrafiche, la tettonica traslativa miocenica e quella distensiva e di sollevamento plio-pleistocene, hanno condizionato l'attuale configurazione del luoghi in studio.

Inquadramento strutturale

L'assetto strutturale che si rileva in questa area, ma che caratterizza anche tutta l'area circostante, è stato determinato dal susseguirsi di varie fasi tettoniche, le prime delle quali avvennero nel

Miocene, durante il quale vi furono ampi sollevamenti differenziali legati alla tettonica compressiva, con innesco di faglie trascorrenti.

In particolare, tra il Langhiano ed il Pliocene si ebbe la traslazione della piattaforma carbonatica verso l'Adriatico, che era un bacino ove si sedimentava una serie terrigena miocenica, che continuò a sedimentarsi anche dopo l'arrivo dei materiali della piattaforma.

L'assetto delle unità carbonatiche e dolomitiche affioranti ai lati del tracciato è costituito da una monoclinale immergente verso NW, in cui si assiste alla sovrapposizione per contatto stratigrafico delle differenti formazioni costituenti le successioni di piattaforma.

Pertanto nelle porzioni più meridionali del tracciato (Serino) affiorano i termini più antichi (Trias), mentre in quelle più settentrionali (Manocalzati) sono presenti i terreni terrigeni marini più recenti.

Inquadramento geomorfologico

Osservazioni geomorfologiche di dettaglio sono state condotte attraverso esami di campagna e mediante interpretazione delle foto aeree, sovrapponendo tali elementi di riconoscimento del territorio con le indicazioni delle carte tematiche del PAI per l'area in esame.

Dalle analisi compiute è emerso che l'area è caratterizzata prevalentemente da forme e processi dovuti alle acque superficiali incanalate, ed in misura assai minore è interessata da forme e processi dovuti alla gravità.

Lo studio geomorfologico di dettaglio (riportato nella relazione geologica di progetto), ha permesso inoltre di riconoscere una serie di crinali e di valli a chiaro controllo strutturale, che corrono generalmente paralleli e trasversali alla strada in studio.

Descrizione delle formazioni affioranti in carta lungo il tracciato

Con riferimento alla carta geologica, il tracciato stradale dalla progressiva km 14+107 alla progressiva 14+670 circa insiste sulla Formazione delle Piroclastiti (ti) poi, per il tratto, dalla progressiva km 14+670 alla progressiva 18+000 circa il tracciato insiste sui terreni alluvionali (a). Quest'ultimo tratto è caratterizzato dalla presenza, a vari livelli, di lembi di terreno piroclastico, di origine colluviale, frammisto alle piroclastiti. Alla progressiva km 17+300, nel sondaggio S38, alla profondità di circa 7m, è stato rinvenuto uno strato litoide, estremamente fratturato, di tufo grigio campano.

Il tracciato prosegue, per un breve tratto, fino alla progressiva 18+750 con l'affioramento di terreni piroclastici (ti). Al km 18+750 nel sondaggio S20 sono stati rinvenuti, a letto dei terreni piroclastici, lenti di depositi alluvionali alla profondità di circa 5m.

Da questo punto, sino alla progressiva km 21+380 il tracciato si snoda su depositi alluvionali del Fiume Sabato (a), fatta eccezione per un piccolo affioramento di piroclastici al km 19+400 intercettato nel sondaggio S18.

Dal km 21+380 al km 21+480 affiorano e sono stati rinvenuti nel sondaggio S32, conglomerati poligenici a matrice sabbiosa (cp).

Fino al km 23+000 il tracciato incontra di nuovo terreni piroclastici (ti) di natura sicuramente colluviale poggiati su depositi alluvionali. Al km 23+000 affioramento e nel sondaggio S56 sono stati rinvenuti depositi di tufo grigio campano (tc) per uno spessore di circa 28m, poggianti, direttamente, sui depositi argillosi del substrato locale.

Da questo punto, fino allo svincolo autostradale di Avellino est, il tracciato si snoda su di una continua alternanza tra terreni piroclastici (ti) e terreni alluvionali (a).

3.4.2 Inquadramento idrogeologico

L'assetto idrogeologico dell'area in studio è caratterizzato da acquiferi con caratteristiche differenti:

- 1) acquiferi profondi dei complessi carbonatici;
- 2) acquiferi superficiali dei detriti di falda, delle conoidi e dei terreni alluvionali;
- 3) complesso dei depositi piroclastici
- 4) complesso dei terreni flyschoidi.

In base a tale distinzione si possono individuare differenti complessi idrogeologici, descritti di seguito.

Il Complesso dei terreni carbonatici

Gli acquiferi carbonatici rappresentano i principali acquiferi: essi ospitano, infatti, falde idriche notevoli che alimentano alcune sorgenti ad interesse locale e regionale. Queste unità sono caratterizzate da un'elevata permeabilità per fessurazione e carsismo, con assorbimento variabile a seconda della fratturazione e della copertura. La permeabilità relativa, nell'ambito dello stesso complesso, varia lievemente tra la parte superficiale, più carsificata e/o fratturata, e quella inferiore; le intercalazioni impermeabili presenti influiscono, talvolta, sulla circolazione idrica e danno luogo a modeste manifestazioni sorgive alimentate da falde sospese.

Le dolomie di base e/o i calcari meno fratturati rappresentano il substrato relativamente impermeabile che sostiene il flusso delle acque che circolano nei calcari fratturati sovrastanti. In tal modo, le acque di falda vengono a giorno lungo il contatto con i livelli meno permeabili. Tali emergenze possono essere classificate come sorgenti di trabocco per soglia di permeabilità sovrimposta.

Le più importanti sono le sorgenti di Serino, costituite dalle polle di Acquaro - Pelosi ed Urciuoli, poste, rispettivamente, ad una quota di circa 380 e 330 ml. s.l.m., con portate medie di circa 2 mc/sec (Civita 1969, Celico 1978, Esposito 2001 ed altri). In particolare si ricorda che le Sorgenti di Serino sgorgano nella valle del Sabato, dai depositi alluvionali posti alla base del versante occidentale del massiccio carbonatico del Monte Terminio - Tuoro, uno dei più importanti acquiferi dell'Italia centro - meridionale. La principale fonte di alimentazione delle suddette sorgenti è rappresentata dall' aliquota di infiltrazione efficace sul serbatoio carbonatico, subordinatamente le scaturigini traggono alimentazione aggiuntiva della falda circolante nella coltre detritico - alluvionale della stessa valle del Sabato, usufruendo, quindi, di una doppia alimentazione naturale, amplificata dall'azione drenante esercitata dalle opere di captazione delle acque sorgive, che consistono in una serie di collettori drenanti.

Il Complesso dei detriti di falda, dei depositi di conoide alluvionale e delle alluvioni antiche e recenti

Gli acquiferi contenuti nei depositi di conoide e nei terreni alluvionali si sovrappongono in larga parte al complesso dei depositi piroclastici, e solo localmente direttamente sul substrato calcareo-dolomitico. Il complesso è caratterizzato da una permeabilità relativa elevata per porosità: recepisce, infatti, le acque sia per infiltrazione diretta sia per infiltrazione secondaria.

Le brecce, le alluvioni antiche e le fasce di detrito recente intercalate con materiali piroclastici rimaneggiati (queste ultime presenti per lunghi tratti di tracciato), sono caratterizzate da una permeabilità alta ma molto eterogenea, e ricevono acque dall'acquifero carbonatico sia per alimentazione diretta superficiale sia per travaso sotterraneo. L'acqua della falda profonda attraverso tali terreni detritici si infiltra nelle alluvioni, andando ad incrementare la falda di sub-alveo delle due aste fluviali principali.

Si ritiene infatti possibile, infatti, distinguere una circolazione idrica sotterranea profonda, che interessa i litotipi carbonatici, ed una circolazione superficiale che interessa le zone vallive, sebbene per la scarsità dei dati a disposizione (con pochi piezometri e alcune letture del livello d'acqua in foro di sondaggio) la ricostruzione attuale della piezometrica lungo il tracciato sia da considerarsi valida solo ai fini della presente fase progettuale: in tal senso si rende necessario un approfondimento delle tematiche di tipo idrogeologico mediante censimento pozzi e installazione di un numero significativo di piezometri nella successiva fase progettuale.

Il Complesso dei depositi piroclastici indifferenziato

Come per la caratterizzazione geologica, in questo complesso sono stati ascritti terreni di genesi diversa ma riconducibili in gran parte a piroclastiti, più o meno rimaneggiate e/o argillificate, pomici, lapilli, Tufo grigio Campano Auct.. Sebbene le diverse facies mostrino in dettaglio comportamenti idraulici diversi, a grande

scala sono da considerarsi un complesso con scarsa attitudine a contenere falde di significativo interesse e con bassa permeabilità media di insieme, per la presenza di materiali argillosi che ne determinano il comportamento complessivo.

Detti terreni sono infatti poco idonei a favorire accumuli idrici di una certa importanza.

Generalmente sono in effetti impermeabili, o poco permeabili; a luoghi, la presenza di litotipi a permeabilità relativa più alta può creare situazioni di accumuli strettamente locali connesse a circolazioni in genere molto limitate e/o effimere.

Questi stessi terreni, laddove prevale la componente limoso-argillosa, possono costituire il limite di permeabilità anche per gli acquiferi circostanti, cioè il passaggio fra complessi permeabili e complessi dotati di una permeabilità relativa inferiore.

In corrispondenza di questi contatti sgorgano talora delle emergenze idriche di modesta entità.

Il Complesso dei terreni flyschiodi

Questo complesso può essere considerato omogeneo ed isotropo.

La circolazione idrica sotterranea, nel loro interno, è molto scarsa e concentrata di norma nella coltre alterata superficiale, caratterizzata da una porosità secondaria più elevata di quella primaria della roccia integra e da un grado di permeabilità relativa più alto; la roccia non alterata funge da orizzonte impermeabile di fondo.

Modello geologico delle opere d'arte principali (Viadotti e Gallerie)

GALLERIA L=2247m Km 11+855-14+150

La galleria si sviluppa prevalentemente in un ammasso roccioso di calcari dolomitici con un grado di fatturazione molto elevato; possibile presenza di modeste falde sospese nell'ambito delle coperture flyschoidi e detritiche.

VIADOTTO ml 18 Km 14+895

Il viadotto insiste sulla Formazione alluvionale (a) poggiate sul substrato argilloso (M1), in questo tratto lo spessore delle alluvioni è stimabile in circa 8 m.

VIADOTTO ml 30 Km 16+805

Il viadotto insiste, ancora, sulla Formazione alluvionale (a) poggiate sul substrato argilloso (M1), in questo tratto lo spessore delle alluvioni è di circa 10 m come riscontrato nel sondaggio S25.

VIADOTTO ml 18 Km 18+080

Il viadotto insiste sui terreni piroclastici (ti) poggianti direttamente sul substrato argilloso (M1) come rinvenuto nel sondaggio S4. Lo spessore del deposito piroclastico è di circa 8m.

VIADOTTO ml 30 Km 18+797 e VIADOTTO ml 18 Km 19+087

Entrambe le strutture insistono su terreni alluvionali (a), che in questo tratto hanno spessori consistenti, superiori a 20m, come riscontrato nel sondaggio S6.

VIADOTTO ml 30 Km 21+080 e Sottovia ferroviario km 21+204

Le strutture insistono sulla Formazione alluvionale (a) poggiate sul substrato argilloso (M1), in questo tratto lo spessore delle alluvioni è stimabile in circa 10 m.

VIADOTTO ml 30 Km 22+287 e VIADOTTO ml 30 Km 22+495

Entrambe le strutture insistono su terreni piroclastici (ti), che in questo tratto hanno spessori di circa 11-14m (sondaggi S16, S17). In questo tratto, a letto dei terreni piroclastici, sono stati rinvenuti depositi alluvionali spessi circa 3-4m.

VIADOTTO ml 30 Km 23+330

Le strutture insistono sulla Formazione piroclastica (ti) che in questo tratto è spessa di circa 8 m (come da sondaggio S60). Al di sotto sono state rinvenute argille grigie, plastiche nei primi 2-3 m e compatte fino a fondo foro (16m).

VIADOTTO ml 30 Km 23+958

Siamo nell'alveo del Fiume Sabato, nei sondaggi S65 e S64 sono stati rinvenuti terreni vegetali frammentati a terreni di riporto per uno spessore rispettivamente di 6 e 7 m, poggianti su uno strato di depositi alluvionali (2m sondaggio S65). Al di sotto sono state rinvenute argille grigie compatte, sino alla profondità investigata (13m).

Galleria Artificiale “Svincolo Avellino Est” – ml 690: progressiva km 25+100 ÷ 25+790

Previsione litologica:	La scelta di una galleria artificiale in scavo, con abbassamento della quota del piano stradale rispetto a quello attuale, appare indispensabile ad evitare interferenze con il traffico di superficie, non diretto all'autostrada. In questo tratto, imbocco sud, ci troviamo in presenza di aree censite dal P.A.I. come R2 ed A2. Essendo il tipo di dissesto, fondamentalmente, un creep profondo, questo non potrà interferire con le basi della struttura; così da evitare pericolose interferenze. Osservando il profilo geologico del tracciato, ricostruito anche sui dati dei sondaggi S7, S12, S8, S9 e S11, si nota la presenza, per quasi tutta la sezione, di depositi piroclastici, passanti verso il basso a terreni fondamentalmente argillosi. Tra il sondaggio S8 ed S9 sono stati rinvenuti terreni alluvionali a profondità variabili tra 7 e 10 m.
Problematiche relative agli afflussi idrici:	La falda idrica, ricostruita tramite i sondaggi S7, S8 ed S9, si attesta tra 6 e 7.5 m all'interno dei terreni alluvionali. Si tratta di una falda di modesta entità confinata all'interno dei depositi alluvionali.
Caratteristiche e del materiale di smarino:	Per quanto riguarda i materiali di scavo, sarà direttamente riutilizzabile, quasi per intero, solo l'orizzonte alluvionale. Le piroclastiti rimaneggiate e/o argillificate sono di solito poco utilizzabili per l'impiego in rilevato, se non previa stabilizzazione ed additivazione mediante trattamenti con calce.

3.5 DISAMINA DEL TRACCIATO

In base all'insieme delle risultanze dello studio, il tracciato in esame corre principalmente su terreni continentali olocenici, alluvioni, o detriti di falda o conoide, o depositi piroclastici, terreni tutti mediamente di caratteristiche geotecniche da discrete a buone.

Solo in un tratto iniziale, presso Monte Croce, il tracciato attraversa in galleria un'emergenza del substrato litoide, costituito in tal punto da dolomie.

Alcuni attraversamenti di singoli elementi del reticolo idrografico particolarmente incisi sono risolti con viadotti o altre opere idonee, in analogia peraltro con le opere già realizzate lungo il tracciato esistente.

Le condizioni attuali delle aree attraversate sono valutabili in termini di stabilità complessiva, in considerazione anche dell'ubicazione prevalente di fondo valle del tracciato in esame (valli del F.me Irno e del T.nte Solofrana).

Appare qui utile richiamare le indicazioni di maggior rischio di frana fornite dal PAI lungo il tracciato, nel campo di progressive da km 7+738 al km 8+205 del tratto “2”, in corrispondenza dello svincolo di Montoro Superiore, ed al km 11+860 del tratto “3” in corrispondenza dell'imbocco in galleria Montepergola sul lato Solofra.

In merito al rischio di frana del tratto “2”, si evidenzia la possibilità di fenomeni localizzati di colate di tipo superficiale a carico delle coltri piroclastiche o detritiche.

A fronte di questa evenienza il tracciato, originariamente previsto in trincea, come già anticipato è stato oggetto di un'apposita modifica altimetrica della livelletta, consistente nell'abbassamento sino ad un massimo di circa 4.5 m lungo un tratto di lunghezza complessiva dell'ordine di 1200 m, al fine di realizzare in tale zona una galleria artificiale.

Questa scelta garantisce la “trasparenza” delle opere rispetto a modalità e possibili percorsi di deflusso delle eventuali colate, e non modifica le condizioni di rischio per le aree edificate a monte, tra le zone di eventuale “alimentazione” delle colate stesse e l'autostrada.

Dal punto di vista idrogeologico l'attuale stato di conoscenza non esclude la presenza di falde superficiali tale da poter interferire con lo scavo: in assenza di dati piezometrici certi si rende pertanto necessario un approfondimento nella successiva fase progettuale delle tematiche legate alla circolazione idrica nel sottosuolo per quest'area, presumibilmente schematizzabile, almeno in questa fase, come un acquifero di grande spessore, anastomizzato e con probabili fenomeni di interscambio verticale e laterale tra i corpi a maggiore permeabilità.

La stabilizzazione definitiva delle coltri va però risolta a monte, con appositi interventi lungo le pendici, interventi che non competono peraltro al progetto in esame.

Il movimento franoso più “classico”, con tipologia di scorrimento rotazionale, che interessa l’imbocco della galleria di Solofra (tratto 3) consiste in un frana con la propensione all’estensione laterale mediante la fusione di movimenti singoli, che coinvolge parte del centro abitato ma risulta in parte stabilizzata artificialmente. Il movimento franoso, innescatosi intorno alla seconda metà degli anni '70, è stato cartografato e segnalato come area a rischio R4 dall’Autorità di Bacino del F. Sarno. A questo riguardo, come nella zona interessata dalla galleria artificiale, si ritiene opportuno un approfondimento delle indagini, nelle successive fasi progettuali.

L’analisi storica dei siti evidenzia comunque che l’area interessata dal raccordo autostradale non è stata interessata da movimenti franosi importanti: il sisma del novembre 1980, che pure mobilità grandi corpi di frana in tutta l’Irpinia, non produsse in quest’area alcun effetto di rilievo, né tanto meno l’area in questione è stata interessata da colate rapide di terra in concomitanza dei pur noti eventi calamitosi di Sarno e di Cervinara.

Con riferimento alle **aree a rischio frana** individuate nell’ambito del **P.A.I. dell’Autorità di Bacino del F. Sarno**, l’area interessata dal raccordo autostradale in esame, tratti “1”, “2” e “3”(lato Solofra), è caratterizzata prevalentemente da un rischio moderato; essa è costituita da un’ampia valle alluvionale (*Valle alluvionale del F. Irno*), su cui si sviluppa il tracciato in oggetto; solo ai bordi della valle; taluni versanti di rilievi collinari sono localmente interessati da rischi di processi di scorrimento in massa o di flussi iperconcentrati che determinano la presenza di aree a rischio più elevato, che in quei punti si estendono fino al fondo valle sottostante.

Nel dettaglio si possono fare le seguenti considerazioni.

L’area interessata dal tracciato ricade nella prima classe, **area a rischio moderato R1, per quasi la totalità del tracciato.**

Fanno eccezione le seguenti aree, nelle quali aree a rischio elevato e molto elevato intercettano il tracciato:

- a. **Rispettina - Chiusa di Sopra:** area a rischio **R3÷R4**, per possibilità di *debris flow*;
- b. **Torchiatì:** area a rischio **R3÷R4**, per possibilità di *debris flow*;
- c. **Montoro Superiore - Vallone dell’Incoronata:** area a rischio **R3÷R4**, per possibilità di *debris flow*.

Inoltre, nelle seguenti aree sono presenti aree a rischio elevato e molto elevato a poca distanza dal tracciato:

- a. **Solofra - S. Andrea Apostolo:** area a rischio **R4** all’imbocco della galleria;

- b. **Misciano:** area a rischio **R4**, per possibilità di *debris flow* a 250 m dal tracciato;
- c. **Madonna del Soccorso:** area a rischio **R4**, per possibilità di *debris flow* (100 m dal tracciato);
- d. **Palmieri:** area a rischio **R4**, per possibilità di *debris flow* (100 m dal tracciato);
- e. **Pizzolano:** area a rischio **R4**, per possibilità di *debris flow* (confinante con il tracciato).

Le forme ed i processi che interessano direttamente il tracciato autostradale in esame possono riassumersi come descritto di seguito con riferimento ai quattro tratti di progetto.

Tratto “1” (dallo svincolo di Salerno a Baronissi)

Il tracciato è parallelo alla valle del Fiume Irno, con un andamento a direzione NS. In tutto il tratto affiorano prevalentemente depositi alluvionali recenti o terrazzati e conoidi alluvionali.

Progressive 0+000 ÷ 1+950

Sulla destra del tracciato, procedendo da sud verso nord, la dorsale, ad andamento NS, mostra chiari indizi di forme tettoniche e strutturali (*versanti di faglia, faccette triangolari*) originate da elementi tettonici.

Sul versante di sinistra è individuabile un vecchio movimento franoso (*distante comunque 400 m circa dal tracciato*) con tipologia di scorrimento, e con stato di attività quiescente; in ogni caso, tale movimento risulta oggi stabilizzato artificialmente mediante terrazzamento, e dunque non desta preoccupazione per il tracciato.

Progressive 1+950 ÷ 2+484

Il versante di destra è interessato da attività estrattive; alcune delle cave risultano dismesse e già ripristinate. Le rocce carbonatiche affioranti presentano faccette triangolari e versanti di faglia.

Il versante di sinistra è interessato da un antico fenomeno di scorrimento, la cui nicchia di distacco è distante circa 30 m dal tracciato. Il fenomeno è stato stabilizzato artificialmente con terrazzamenti e gradoni; la direzione di movimento del corpo di frana è verso sinistra rispetto al tracciato, pertanto, se non si ipotizzano fenomeni di retrogressione della testata, non dovrebbe destare pericolo per l’opera in oggetto.

Progressive 2+484 ÷ 4+424

Il versante di destra è interessato da ampie conoidi alluvionali, su cui sono stati effettuati interventi di stabilizzazione e terrazzamenti.

E’ presente inoltre un antico movimento franoso oggi inattivo, stabilizzato artificialmente.

Il versante di sinistra è caratterizzato da terrazzi alluvionali.

Progressive 4+424 ÷ 4+785

Entrambi i versanti sono caratterizzati da conoidi alluvionali, la terrazzamenti e da colture agricole.

Progressive 4+785 ÷ 5+848

Entrambi i versanti sono caratterizzati da conoidi alluvionali, interessati da terrazzamenti e da colture agricole.

Progressive 5+848 ÷ 7+000

Lungo il versante di destra è presente, ad una distanza di circa 200 m dal tracciato, un vecchio fenomeno franoso con tipologia di scorrimento, oggi comunque stabilizzato artificialmente.

Caratterizzano poi questo tratto conoidi alluvionali e coni di detrito.

Progressive 7+000 ÷ 8+703

Entrambi i versanti sono caratterizzati da conoidi alluvionali.

Tratto “2”*Progressive 0+000 ÷ 1+410*

Presenza di conoidi alluvionali su entrambi i versanti. Non si individuano altre forme di erosione e/o di deposito.

Progressive 1+410 ÷ 4+325

Il versante di destra è caratterizzato da un versante regolarizzato inciso sulle litologie carbonatiche. Lungo i fossi che tagliano trasversalmente la dorsale si sviluppano altre conoidi alluvionali.

Il versante di sinistra è caratterizzato da depositi alluvionali; sono evidenti anche terrazzamenti artificiali.

Progressive 4+325 ÷ 5+665

Il versante di destra è caratterizzato da versanti carbonatici, su cui sono presenti coperture piroclastiche di scarso spessore. Sono individuabili evidenti in quota rispetto al *thalweg* attuale (*alla distanza di 800 m ÷ 1 km dal tracciato*) canali di possibile scorrimento di *debris flow*.

Il tracciato potrebbe essere potenzialmente coinvolto da fenomeni di *debris flow* in località Ponticello del torrente Solofrana Rispettina, Chiusa di sopra, Torchiati, Montorio Superiore, Vallone dell’Incoronata.

Progressive 5+665 ÷ 8+985

Il versante di destra è caratterizzato da conoidi alluvionali di blanda pendenza.

Il versante di sinistra è caratterizzato da depositi alluvionali, soprastati da una parete ripida con faccette triangolari, determinata da un versante di faglia, alla cui sommità è presente una superficie di spianamento relitta.

Progressive 8+686 ÷ 10+551

Il versante di destra è caratterizzato da una parete corrispondente ad un versante di faglia e alla sommità da una superficie di spianamento relitta.

Il versante di sinistra è caratterizzato da morfologie più blande e arrotondate, scolpite nelle litologie arenacee e sabbiose. Sono individuabili due vecchi fenomeni franosi oggi inattivi, stabilizzati artificialmente, distanti 500 m circa dal tracciato e che non destano pericolo per l’opera in oggetto.

Progressive 10+551 ÷ 11+855

Il versante di destra è caratterizzato da depositi alluvionali; la possibilità di flussi detritici provenienti dalle dorsali a monte (*distanti circa 700÷800 m dal tracciato*) potrebbe mettere a rischio il centro abitato di Solofra.

Tratto “3”*Progressive 11+855 ÷ 14+150*

Lungo il versante di sinistra si rileva la frana quiescente all’imbocco della galleria “Solofra”: si tratta di un fenomeno di scorrimento rotazionale, in parte stabilizzato da terrazzamenti ma ancora potenzialmente pericoloso, perché su di esso sorge il centro abitato di Solofra. La frana è data dalla coalescenza di più fenomeni, con caratteristica tendenza all’estensione laterale.

La nicchia di distacco più orientale si rinviene a +463 m s.l.m. circa ed il piede della frana a +365 m, distante solo pochi metri dall’imbocco della galleria.

Tratto “4”*Progressive 14+150 ÷ 15+300*

Il versante nord - orientale di Monte San Marco si presenta privo di fenomenologie erosive attive: gli unici fenomeni di degrado sono rappresentati dai fenomeni di dilavamento e allargamento dei terreni pedemontani e delle strade comunali, che fungono spesso da canale di gronda, poichè i valloni, in corrispondenza di esse, perdono di continuità e si riducono a piccoli canali, per poi disperdersi lungo la viabilità comunale; si tratta in definitiva di fenomeni legati esclusivamente a problemi di ordine idraulico.

In particolare l’area in studio (svincolo di Serino, probabilmente zona di recapito di colate) è delimitata da ovest da cortine di fabbricati, e, quindi da uno slargo di circa 50 - 100 m praticamente pianeggiante. L’area occupata dal tracciato stradale, quindi, ricade a circa 2 km dalla zona di raccordo tra i versanti carbonatici e la fascia a debole pendenza, del flysch e delle falde

detritiche pedemontane, e si presenta sotto forma di un terrazzo fluviale. Detti terreni, come più volte si è detto, sono del tutto esenti da qualsiasi fenomenologia esogena: è presente una coltre di limo - sabbioso violaceo - nocciola di spessore variabile dai 5 ai 7 m. alquanto arcata e drenante, inglobante rarissimi ciottoli di ghiaia calcarea con spessore massimo di 3 cm, sovrapposta a ghiaia e ciottoli calcarei, di spessore massimo di 5 cm in abbondante matrice limosa giallastra, messi in posto da fenomeni fluitativi e di trasporto solido. Al di sotto dei 10 m dal piano campagna sono stati rilevati argilloscisti giallastri piu' o meno alterati, inglobanti clasti calcareo marnosi.

Le caratteristiche stratigrafiche sono quindi tipiche di prodotti piroclastici rimaneggiati ed argillificati accumulati alla base dei versanti soprattutto per ripetuti fenomeni di dilavamento dei rilievi carbonatici sovrastanti.

Progressive 15+300 ÷ 19+000

Il versante di destra, in questo tratto, non presenta indizi di dissesto.

Il versante di sinistra, alla prog. 15+700, è interessato da un fenomeno di scorrimento "R2" la cui nicchia di distacco dista circa 250 m dal tracciato.

Progressive 19+000 ÷ 21+800

Il versante di sinistra, in questo tratto, non presenta indizi di dissesto.

Il versante di destra è interessato, tra le progressive 19+700 e 21+000, da due movimenti quiescenti del tipo scorrimento rotazionale lento. Tali dissesti si arrestano a più di 100 m dall'asse viario in oggetto.

Progressive 21+800 ÷ 25+900

Il versante di sinistra, in questo tratto, non presenta indizi di dissesto.

Il versante di destra è interessato, tra le progressive 24+800 e 25+550, da alcuni dissesti che si originano lungo il versante occidentale di Monte S. Angelo, nel Comune di Manocalzati e si estendono sino a lambire il bordo dell'asse viario in progetto. I movimenti intercettano corpi di frana a tetto e/o sottoposti a coltri piroclastiche "recenti". I sondaggi eseguiti dall'Impresonda di Caserta in questo tratto (S7, S8, S9, S10) hanno evidenziato che l'argilla marnosa grigia passa verso l'alto per spessori di 12-15m a depositi destrutturati argillosi e/o piroclastici molto alterati e degradati, facilmente scompaginabili e riconducibili a vecchi cumuli di frana aggrediti da fenomeni superficiali di soliflusso.

3.6 ANALISI DEGLI IMPATTI

Per poter valutare l'impatto della struttura stradale sul sistema suolo/sottosuolo si è proceduto all'individuazione degli impatti significativi delle azioni di progetto (cioè le cause, in questo caso le opere) e dei settori dell'ambiente su cui ricadono i loro effetti (i ricettori).

Uno strumento che consente di affrontare in modo organico e completo l'individuazione delle cause e degli effetti del progetto è costituito dalle liste di controllo (check list), che permettono, nelle fasi iniziali dell'analisi, una prima generale selezione degli elementi che possono dare luogo ad impatti potenziali.

AZIONI DI PROGETTO Si intendono gli elementi di progetto che possono essere sorgenti dirette di modificazioni dell'ambiente	
Movimenti di terra:	<ul style="list-style-type: none"> - scavi di suolo e sottosuolo per la realizzazione della galleria naturale - scavi di suolo e sottosuolo per la realizzazione di trincee e gallerie artificiali - formazione di rilevati, - creazione di accumuli temporanei, - fondazioni profonde.
Opere per la discarica di materiali:	- Aree idonee per lo stoccaggio e messa a dimora di materiali.
Impermeabilizzazioni del fondo:	<ul style="list-style-type: none"> - Pavimentazioni, - Impermeabilizzazioni.

FATTORI DI INTERFERENZA SULL'AMBIENTE Si intendono le modalità attraverso le quali l'ambiente può venire modificato all'origine:	
Compattazione dei materiali naturali, cedimenti	
Modifiche nei flussi idrici sotterranei	- direzione dei flussi idrici - portate dei flussi idrici - regimi dei flussi idrici - velocità dei flussi idrici
Modifiche della qualità delle acque sotterranee o infiltrazioni di sostanze inquinanti nel sottosuolo	

FATTORI SINERGICI Si intendono gli elementi o le condizioni particolari dell'ambiente suscettibili di esaltare o di abbattere le perturbazioni indotte dalle interferenze iniziali dell'opera:	
1. Rischi fisici indipendenti	- terremoti
2. Condizioni del suolo e del sottosuolo	- elevata permeabilità del sottosuolo

Per gli elementi ambientali interessati, vengono indicati i ricettori ambientali che potrebbero subire delle modifiche in seguito alla realizzazione della variante di progetto e che risultano significativi ai fini delle analisi d'impatto:

Componenti ambientali / ricettori	
1. Sottosuolo	- strutture alluvionali e detritiche
2. Acque sotterranee	- sorgenti (<i>piccole sorgenti locali</i>) - falde (<i>in particolare la falda superficiale dipendenti dei detriti di falda e dei terreni alluvionali</i>)

In considerazione delle liste indicate, sono stati individuati gli elementi maggiormente significativi per l'intervento in progetto.

A partire dagli elementi costruttivi delle opere di progetto è possibile esaminare, in via teorica e previsionale, tutte le potenziali interferenze generate su un ricettore generico.

Di seguito sono elencati sinteticamente i principali potenziali scenari d'impatto prodotti dalle azioni elementari del progetto.

Tematica idrogeologica

- Rischio di modifica delle caratteristiche idrauliche delle acque di falda:
 - a) sottrazione di quantitativi d'acqua dall'acquifero;

- b) abbassamenti dei livelli piezometrici nell'intorno;
- Rischio di modifica delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque di falda:
 - a) possibile veicolazione di contaminanti nell'acquifero.

Tematica geotecnica (sottosuolo)

- Rischio di modifica dei parametri geotecnici del sottosuolo (*cedimenti, instabilità, impermeabilizzazioni*).

Tematica geomorfologica

- Rischio di modifica dell'assetto geomorfologico,
- Rischio di innesco di movimenti franosi.

Di seguito vengono ripresi gli scenari di impatto precedentemente individuati, evidenziando gli elementi naturali (ricettori) con i quali questi possono interferire. L'indicazione del grado di sensibilità dei ricettori consente di fornire gli elementi per una valutazione semiquantitativa degli impatti lungo le tratte considerate.

Rischio di modifica delle caratteristiche idrauliche e chimico-fisiche della falda

In considerazione delle condizioni idrogeologiche locali e delle caratteristiche plano-altimetriche del tracciato, è possibile individuare alcune criticità relativamente ai seguenti ricettori:

- acquiferi superficiali dipendenti dei detriti di falda e dei terreni alluvionali, maggiormente vulnerabili a possibili fenomeni di inquinamento. In particolare in corrispondenza della galleria artificiale tratto 2, è stata ipotizzata la presenza di una falda superficiale che potrebbe interferire in modo significativo con lo scavo.
- acquiferi profondi dei complessi carbonatici: acquiferi principali, che alimentano alcune sorgenti di interesse regionale e nazionale. In particolare in corrispondenza di entrambe le gallerie naturali, localizzate l'una tra le progr.ve km 2+825 ÷ 3+025 e l'altra tra le progr.ve km 11+855÷ 14+150, il tracciato interessa la formazione delle Dolomie, che, fratturata, è caratterizzata da una permeabilità secondaria che favorisce la circolazione profonda. In questo tratto è lecito attendersi venute d'acqua lungo le fratture e i piani di strato; le acque di infiltrazione alimentano direttamente l'acquifero profondo. Dovrà quindi essere prevista un'adeguata impermeabilizzazione, che verrà realizzata tra la roccia ed il rivestimento definitivo della galleria. Lo scavo della galleria rappresenta infatti un importante elemento drenante all'interno dell'ammasso

roccioso attraversato e, a tale proposito, la posa in opera dello strato impermeabilizzante previsto consente, di fatto, l'isolamento dal contesto idrogeologico ante-operam. La realizzazione di uno strato in PVC costituisce, pertanto, un intervento di mitigazione che consente di riportare la situazione post-operam del sottosuolo a quella attualmente esistente in corrispondenza degli ambiti interessati dalla realizzazione delle gallerie di progetto.

Gli impatti sui parametri qualitativi delle falde rappresentano rischi possibili e non azioni certe: i livelli di impatto possono essere variabili in funzione soprattutto della profondità della superficie freatica rispetto alla sede stradale. Il rischio presunto si riferisce ad eventuali incidenti di cantiere e ad incidenti durante l'esercizio del tracciato stradale (*che possono determinare lo sversamento al suolo di sostanze inquinanti*).

In relazione all'impatto sulla qualità delle acque di falda, il rischio di possibili contaminazioni derivanti da fatti accidentali durante le fasi di cantiere e durante l'esercizio dell'opera dovrà essere contrastato e mitigato con opere e interventi di progetto e da severe prescrizioni di cantiere per impedire che sostanze inquinanti possano riversarsi sul suolo e infiltrarsi nel sottosuolo.

Rischio di modifica dei parametri geotecnici (materiali del sottosuolo) e dell'assetto geomorfologico

In generale, le soluzioni progettuali progettate risolvono tutte le problematiche geotecniche derivanti dalla presenza di opere d'arte e dalla realizzazione di movimenti di terra (scavi e rilevati) senza comunque modificare, in modo significativo, le caratteristiche meccaniche del sottosuolo.

Pertanto, gli impatti che sono stati individuati devono essere considerati come "impatti progettuali", che rappresentano solamente delle tematiche di maggiore o minore difficoltà costruttiva.

In particolare sono stati individuati impatti più o meno significativi, relativi sia alla fase di cantiere che a quella di esercizio, riportati anche nelle *schede di sintesi degli impatti e delle mitigazioni*. Essi sono:

Lotto 1

- Occupazione temporanea di suolo per opere di adeguamento – è un impatto temporaneo, per il quale è previsto il ripristino della morfologia e della vegetazione attuale;
- Potenziale innesco di fenomeni di instabilità – impatto generalmente basso, mitigabile con particolari attenzioni alle scelte progettuali delle strutture di presidio del corpo stradale nei tratti in rilevato e alla modalità esecutiva dei lavori di realizzazione dell'opera nei tratti in viadotto. In

corrispondenza dei tratti in viadotto progr. km 1+936,75 ÷ 1+984,16, progr. km 2+620,20 ÷ 2+729,80, e dello Svincolo di Baronissi.

Lotto 2

- Occupazione temporanea di suolo per opere di adeguamento. È un impatto temporaneo, per il quale è previsto il ripristino della morfologia e della vegetazione attuale;
- Potenziale innesco di fenomeni di instabilità legati a possibili movimenti franosi e superficiali a carattere stagionale tipo creep. Impatto medio, per le opere di fondazione è necessario prendere in considerazione presidio idraulico e opere di sostegno e consolidamento per stabilizzare gli scavi e l'utilizzo di impalcati con massa ridotta a sezione mista in acciaio-cls. In corrispondenza dello Svincolo di Solofra (presenza di frana quiescente, fenomeno solo in parte stabilizzato);
- Il tracciato potrebbe essere potenzialmente coinvolto da fenomeni di *debris flow* in località Ponticello del torrente Solofrana, Rispettina, Chiusa di Sopra, Torchiati, Montorio Superiore, Vallone dell'Incoronata.

Si ritiene opportuno nelle aree a rischio, prima di dar luogo agli interventi costruttivi previsti dal progetto, realizzare *interventi di mitigazione del processo di erosione – accumulo*. Bisognerà, inoltre, procedere con estrema cautela nella realizzazione degli scavi, evitando di lasciare aperti fronti di dimensione o altezza rilevanti.

In particolare, nei tratti in cui il tracciato intercetta le zone di potenziale pericolo da debris flow, anche se di modesta entità, potrebbe essere opportuno rendere il corpo stradale trasparente, cioè trasformare gli attuali rilevati stradali in viadotti. Detto rischio può essere mitigato proteggendo l'area con barriere e/o con canali di deviazione del flusso.

Lotto 3

- Occupazione temporanea di suolo per opere di adeguamento – è un impatto temporaneo, per il quale è previsto il ripristino della morfologia e della vegetazione attuale;
- Potenziale innesco di fenomeni di instabilità legati a possibili movimenti franosi e superficiali a carattere stagionale tipo creep in corrispondenza dell'imbocco della galleria Solofra (presenza di frana quiescente, fenomeno solo in parte stabilizzato). Impatto medio-alto con particolare attenzione nella fase di realizzazione.
- Variazione dello stato tenso-deformativo riscontrato durante l'avanzamento in galleria con rischio di instabilità durante lo scavo; tra gli interventi di progetto si prevede un

intervento preventivo di rinforzo dell'ammasso nell'intorno della cavità con una serie di chiodature passive prima della demolizione del rivestimento esistente.

Lotto 4

- Occupazione temporanea di suolo per opere di adeguamento – è un impatto temporaneo, per il quale è previsto il ripristino della morfologia e della vegetazione attuale;
- Potenziale innesco di fenomeni di instabilità – impatto generalmente basso, mitigabile con particolari attenzioni alle scelte progettuali delle strutture di presidio del corpo stradale nei tratti in rilevato e alla modalità esecutiva dei lavori di realizzazione dell'opera nei tratti in viadotto. In corrispondenza del tratto in rilevato progr. km 19+550,00 ÷ 20+931,96, tratto in corrispondenza dello Svincolo di Avellino Sud, tratti in viadotto progr. km 22+269,51 ÷ 22+316,77, progr. km 22+482,55 ÷ 22+518,10;
- Potenziale innesco di fenomeni di instabilità legati a possibili movimenti franosi e superficiali a carattere stagionale tipo creep. Impatto medio, per le opere di fondazione è necessario prendere in considerazione presidio idraulico e opere di sostegno e consolidamento per stabilizzare gli scavi e l'utilizzo di impalcati con massa ridotta a sezione mista in acciaio-cl. In corrispondenza dello Svincolo di Manocalzati, della galleria artificiale alle progr. km 25+100,00 ÷ 25+790,00, e del tratto a raso progr. km 25+790,00 ÷ 25+900,00.

4 COMPONENTE VEGETAZIONE - FLORA – FAUNA ED ECOSISTEMI

4.1 SITUAZIONE ATTUALE

4.1.1 Inquadramento fitoclimatico

Il territorio oggetto dell'intervento può inquadrarsi nella Fascia Basale, ovvero nella fascia collinare e pianiziaria, corrispondente alla "zona del Castanetum". Questa fascia esprime la fisionomia del bosco di querce caducifoglie con le specie correlate e dei boschi di castagno. In particolare, la zona in esame ricade nella fascia sopra-mediterranea (Quezel), simile alla "sottozona calda del Castanetum", al cingolo *Quercus pubescens* e alla fascia sannita di Pignatti.

4.1.2 Inquadramento pedologico

Dal punto di vista pedologico si possono inquadrare due sistemi: la montagna calcarea e la pianura alluvionale. La montagna calcarea è caratterizzata da coperture piroclastiche ad elevata variabilità laterale e verticale, con sequenze di suoli con proprietà andiche fortemente espresse su depositi piroclastici ricoprenti il substrato calcareo, variamente troncate dai processi erosivi di versante. I versanti meridionali ed occidentali sono localmente interessati da intensi processi denudativi, con suoli andici sottili, rocciosi, su substrato calcareo. Localmente, suoli a profilo fortemente differenziato, ad alterazione geochimica, con orizzonti profondi ad accumulo di argilla illuviale.

La pianura alluvionale comprende suoli su sedimenti alluvionali antichi, a profilo molto differenziato, per formazione di orizzonti di superficie spessi, inscuriti dalla sostanza organica, decarbonatazione degli orizzonti superficiali, formazione di orizzonti profondi ad accumulo di argilla illuviale; sono anche presenti suoli andici su depositi di ceneri ricoprenti in profondità il tufo grigio campano, depositi alluvionali antichi o travertini; sulle superfici erose: suoli subordinati a profilo debolmente differenziato, scheletrici.

4.1.3 Fisionomia della vegetazione

L'area in oggetto è collocabile all'interno di una fascia altimetrica che va dai 180 m fino ai 400 m.s.l.m, le tipologie vegetazionali sono state prima individuate nell'analisi delle foto aeree, quindi ricondotte a formazioni note, per mezzo dell'analisi bibliografica, di verifiche sul campo ed infine riportate in cartografia.

Tali tipologie sono quelle di seguito riportate:

Boschi di castagno (*Castanea sativa*)

Si tratta di colture impiantate a sostituzione dei querceti di roverella, che nei versanti nord dei rilievi e negli impluvi sono pure, mentre nei versanti a sud si mescolano con la roverella e l'ontano napoletano (*Alnus cordata*). Nella maggior parte dei casi comprendono formazioni trattate a ceduo matricinato, con struttura monoplana e densità normale. Lo strato arbustivo non è molto ricco in quanto il grado di copertura che offre il ceduo si aggira intorno all'80%. Le specie che si trovano allo stato sporadico, sono la ginestra dei carbonai (*Cytisus scoparius*), l'emero (*Coronilla emerus*), il biancospino (*Crataegus monogyna*), la rosa canina (*Rosa canina*) e il rovo (*Rubus ulmifolius*). Queste specie assumono una maggiore importanza nelle chiarie, nelle zone di mantello e di transizione con il querceto a roverella. Lo strato erbaceo è costituito da edera (*Hedera elix*), pungitopo (*Ruscus aculeatus*), gigaro (*Arum italicum*) e ciclamino napoletano (*Cyclamen hederifolium*).

Si è riscontrata la presenza di una fustaia di castagno, nel tratto tra Avellino e Cesinali, che a parte la diversa forma di trattamento, rispetto al ceduo, presenta le stesse caratteristiche di struttura e composizione specifica. Nei pressi di Ferrari in vicinanza della galleria, è stato individuato anche un castagneto da frutto.

Il castagno è notoriamente una specie acidofila, ovvero che necessita di terreni a pH acido. E' stata però riscontrata la sua presenza su tutti i rilievi collinari tra Avellino e Salerno di origine calcarea, con diffusione fino alla pianura alluvionale. Questa diffusione così spinta del castagno a quote basse, in una fascia fitoclimatica propria dei querceti a roverella e più vicino al mare, della lecceta e della macchia mediterranea, è stata possibile grazie alle favorevoli condizioni pedologiche di sub-acidità del suolo, che derivano dalla presenza di coperture piroclastiche di pomice e ceneri vulcaniche.

Boschi a dominanza di roverella (*Quercus pubescens*)

Sono formazioni forestali a carattere sub-continentale che si sviluppano su terreni con substrato calcareo ed interessano in particolar modo i versanti ad esposizione sud. Per quanto riguarda la composizione specifica, queste formazioni presentano una dominanza di roverella che si mescola in diverso grado con il castagno a seconda del tipo di substrato geologico e delle condizioni microclimatiche ed in misura minore, con il cerro (*Quercus cerris*) e con il farnetto (*Quercus frainetto*). Queste formazioni presentano una certa potenzialità per i boschi di farnetto che però si rinviene solo in maniera sporadica perché ridotto a causa dell'indiscriminata ceduzione. Tra le specie minori si riscontra la presenza di carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), acero campestre (*Acer campestre*), acero trilobo (*Acer monspessulanum*), orniello (*Fraxinus ornus*) e ontano napoletano (*Alnus cordata*). Lo strato arbustivo è composto da ginestra comune (*Spartium junceum*), colutea (*Colutea arborescens*), emero (*Coronilla emerus*), prugnolo (*Prunus spinosa*), rovo (*Rubus sp.*), rosa canina (*Rosa canina*). Lo strato erbaceo è composto da graminacee tra le quali poa (*Poa sylvicola*) e brachipodio (*Brachypodium sp.*), cisti, asteracee (*Crepis bursifolia*), rubia (*Rubia peregrina*), smilace (*Smilax aspera*) e asparago (*Asparagus acutifolius*). Questa tipologia di formazione forestale a roverella presenta diversi gradi evolutivi con variazioni nella densità del piano arboreo e nella composizione specifica, a causa dell'azione di fattori degradativi quali il pascolo, gli incendi. Le aree che mostrano un maggiore grado di degradazione presentano una ridotta densità delle specie arboree favorendo lo sviluppo di specie arbustive ed erbacee, in particolare di Brachipodio (*Brachypodium sp.*), che conferisce alla cenosi forestale l'aspetto di gariga.

Vegetazione dei compluvi, dei corsi d'acqua e delle zone a ristagno idrico

Un tempo sicuramente molto diffuse in tutta la pianura alluvionale tra Salerno e Avellino, queste formazioni sono oggi ridotte a sottili cortine lungo le rive dei fossi e a piccoli nuclei sui terrazzi fluviali.

Nella maggior parte dei casi i corsi d'acqua sono a carattere torrentizio. Nel tratto Avellino-Solofra questi corsi d'acqua presentano una maggiore importanza per quanto riguarda soprattutto la portata ed anche la velocità della corrente, mentre andando man mano verso Salerno gli alvei

tendono ad assumere sempre più la conformazione di fossi e fossati con portata molto bassa o nulla.

Alle cenosi di ripa, con vario grado di pionierismo, partecipano diversi salici (*Salix alba*, *Salix triandra*), i pioppi (*Populus alba*, *Populus nigra*, *Populus x euroamericana*), l'ontano nero (*Alnus glutinosa*) e l'ontano napoletano (*Alnus cordata*), mentre le esigue formazioni dei terrazzi, meno igrofile, sono dominate dalla farnia (*Quercus robur*), dal carpino bianco (*Crapinus betulus*), dal nocciolo (*Corylus avellana*) e a volte dal castagno (*Castanea sativa*). Lo strato arbustivo è costituito dal sambuco comune (*Sambucus nigra*), dal rovo (*Rubus sp.*) e dall'ortica (*Urtica urens*).

Al piede delle scarpate stradali, sui suoli alluvionali più ricchi di nutrienti, la robinia diventa meno competitiva rispetto ad altre latifoglie pioniere, che favorite anche da condizioni microclimatiche, si mescolano in diverso grado, fino in alcuni casi ad escludere la presenza della leguminosa. Questa situazione si riscontra soprattutto nel tratto Avellino-Solofra.

Formazioni arbustive

Sono formazioni di transizione tra il bosco e la prateria che si sono originate principalmente a causa dell'abbandono di colture agricole permanenti (oliveti e vigneti). Generalmente si trovano sull'orlo o all'interno dei querceti a roverella. Le specie che partecipano a queste tipologie sono specie pioniere ed eliofile. Questi arbusteti sono in genere dominati dalla ginestra comune (*Spartium junceum*), a cui si associano in diverso grado altre specie come prugnolo (*Prunus spinosa*), biancospino (*Crataegus monogyna*), fillirea (*Phillyrea latifolia*), perastro (*Pyrus pyraeaster*), ginepro (*Juniperus communis*), caprifoglio (*Lonicera sp.*), cisto (*Cistus salvifolius*), l'emero (*Coronilla emerus*) e varie graminacee (*Avena sp.*, *Brachypodium sp.*, *Poa sp. ecc.*), sporadicamente si rinviene la roverella (*Quercus pubescens*). Gli arbusteti evolutisi in seguito al passaggio del fuoco, presentano una elevata diffusione di ampelodesmo (*Ampelodesma mauritanica*).

Prati seminaturali e vegetazione degli incolti

Costituiscono aree diffuse, soprattutto nei pressi delle aree più urbanizzate, si tratta di formazioni simili alle steppe, colonizzate da varie specie di stipe (*Stipa tortilis*, *Stipa juncea*, *Stipa mediterranea*) e da vegetazione erbacea ruderale a enula cappitoni (*Inula viscosa*), lattugaccio comune (*Chondrylla juncea*), carota selvatica (*Daucus carota*), varie graminacee tra cui bromo (*Bromus erectus*), brachipodio (*Brachypodium pinnatum*), avena selvatica (*Avena sp.*), rubia (*Rubia sp.*), poa (*Poa sp.*). Molte sono le specie annuali che si rinvergono anche nelle aree ancora coltivate, come euforbia calenzuola (*Euphorbia helioscopia*), mercorella comune (*Mercurialis annua*), morella comune (*Solanum nigrum*). La presenza di ortica (*Urtica dioica*), piantaggine maggiore e di altre specie nitrofile è indicativa di ambienti soggetti ad una forte pressione da pascolo. Si trovano anche arbusti sparsi come rovo (*Rubus sp.*) e rosa canina (*Rosa canian*). Se indisturbate queste formazioni prative evolvono verso formazioni più strutturate come i cespuglieti.

In alcuni casi sono presenti formazioni assimilabili ai pascoli arborati, con un grado di copertura forestale del 30-35% e da uno strato erbaceo con grado di copertura continua. La composizione delle specie arboree varia a seconda del substrato geologico, del suolo, dell'esposizione e delle condizioni microclimatiche. Le specie che costituiscono queste tipologie sono: roverella (*Quercus pubescens*), il castagno (*Castanea sativa*), il perastro (*Pyrus pyraster*), il pioppo (*Populus sp.*) e l'ontano nero (*Alnus glutinosa*).

Vegetazione delle scarpate stradali a Robinia (*Robinia pseudoacacia*)

Si tratta di piccoli nuclei arborei sparsi, o in formazione lineare lungo le scarpate stradali, costituiti da robinia (*Robinia pseudoacacia*), con presenza, sui suoli particolarmente ricchi e umidi, di specie igrofile come i salici e gli ontani.

La robinia, specie pioniera dalla spiccata capacità di propagazione, diventa particolarmente competitiva soprattutto nel salernitano dove sui suoli disturbati ai margini delle strade e lungo le scarpate stradali, tende a formare dense boscaglie, floristicamente povere e a struttura verticale molto semplificata.

Le specie arbustive che accompagnano i robinieti, sono il sambuco (*Sambucus nigra*) e il rovo (*Rubus sp.*), mentre lo strato erbaceo è caratterizzato dalla presenza di edera (*Edera helix*).

Gli svincoli dell'autostrada sono tutti caratterizzati dalla presenza di queste specie, tra cui anche il pino domestico (*Pinus pinea*), che come la robinia è di diffusione esclusivamente antropica.

Rimboschimenti

È un impianto di limitata estensione costituito da pino nero (*Pinus nigra*) e con presenza minore di pino strobo (*Pinus strobus*). Nonostante il pino nero è una specie molto plastica e frugale, in realtà si tratta di un rimboschimento fuori areale visto che interessa la pianura alluvionale ad un'altimetria di circa 300 m.s.l.m. Popolamenti naturali di pino nero si trovano sui monti Picentini, nella valle del Caccia a partire di 650 m.s.l.m. fino ai 1600 m. Probabilmente parte dei semi usati per questo rimboschimento derivano dalla pineta di pino nero della valle del Caccia, che costituisce un relitto sopravvissuto in un'area che si è rivelata interessante non solo per la sua fisionomia fitogeografia di impronta balcanica ma anche per la presenza di varie entità rare e significative quali *Stipa crassiculmis* ssp. *Picentina*, *Gallium paleoitalicum* ed altre.

Culture agrarie miste (colture legnose, frutteti, orti arborati, vigneti e seminativi)

La pianura alluvionale che unisce Salerno ad Avellino è caratterizzata da un uso prevalentemente agricolo. Le colture più diffuse sono nocciolieti, frutteti, orti arborati, vigneti e piccoli seminativi. Oltre il nocciolo (*Corylus avellana*), sono diffuse le specie quali il noce (*Juglans regia*), il melo, il ciliegio e il pero. Queste colture si inseriscono in un paesaggio urbanizzato-agricolo discontinuo, costituito da piccoli nuclei abitati e da singoli casali sparsi.

È un sistema complesso di terreni legati alla piccola proprietà contadina, quindi molto frammentato.

Le colture agricole arrivano fino a ridosso dell'autostrada e sono interrotte e sostituite, nei pressi delle aree a maggiore densità urbana da terreni incolti a prato seminaturale.

4.1.4 Habitat faunistici omogenei

Questa variabilità di ambienti diversi e così vicini tra loro offre un habitat a comunità di mammiferi e uccelli abituati comunque a vivere a stretto contatto con l'uomo. La qualità e la consistenza del popolamento zoologico sono condizionate da molti parametri ambientali. L'ambiente sarà diversamente ricettivo per la fauna a seconda della composizione specifica, dell'età e del portamento delle piante e delle specie vegetali, dall'essere limitrofo ad aree umide o agricole, dal comprendere o meno aree libere da vegetazione arborea, di incolto o prato, dalla quantità di acqua superficiale disponibile, dai tagli recenti del bosco e dalla pressione venatoria. La fauna dell'ecosistema agricolo trova principale rifugio nei boschi e negli arbusteti si muove anche nell'agroecosistema che offre cibo abbondante, durante tutto l'anno.

Habitat faunistico forestale

Comprende i boschi di castagno, i querceti a roverella e gli arbusteti, caratterizzati dalla presenza potenziale dei seguenti animali, si tratta dell'habitat che conserva il maggior grado di naturalità. Le specie più sensibili e rare, come la salamandrina dagli occhiali (*Salamandrina terdigitata*), l'ululone a ventre giallo (*Bombina variegata*) e il tritone cristato (*Triturus italicus*):

Mammiferi: tra i mammiferi che vivono nel bosco ma che gravitano anche negli altri ecosistemi, sulla base di indagini bibliografiche effettuate per zone limitrofe, troviamo il tasso (*Meles meles*), l'istrice (*Hystricx cristata*), il riccio (*Erinaceus europaeus*), il cinghiale (*Sus scrofa*), alcuni carnivori quali la donnola (*Mustela nivalis*), la volpe (*Vulpes vulpes*) e la faina (*Martes foina*). Numerosi piccoli roditori quali topolini (*Apodemus flavicollis*) e arvicole (*Microtus sp.pl.*) e di insettivori come i toporagno (*Sorex* e *Crocidura sp. pl.*) e il ratto comune (*Rattus rattus*).

Uccelli: questo habitat rappresenta un ideale rifugio per molte specie di uccelli quali l'upupa (*Upupa epops*), il picchio muratore (*Sitta europea*), il picchio verde (*Picus viridis*) spesso presente nei castagneti, l'usignolo (*Luscinia megarhynchos*) e la ghiandaia (*Garrulus glandarius*). Tra i rapaci diurni oltre alla poiana (*Buteo buteo*) e al gheppio (*Falco tinnunculus*) è presente il nibbio reale (*Milvus milvus*), tutti cacciano in prossimità dei boschi e delle macchie. I rapaci notturni sono invece rappresentati dalla civetta (*Athene noctua*), il barbagianni (*Tyto alba*), il gufo comune (*Asio atus*) e l'assiolo (*Otus scops*).

Rettili: la vipera comune (*Vipera aspis*), il saettone (*Elaphe longissima*) e il biacco (*Coluber viridiflavus viridiflavus*), la lucertola campestre (*Podarcis sicula*) prediligono le zone di transizione tra il bosco e le radure.

Anfibi: Il rospo comune (*Bufo bufo*) diffuso un po' in tutti gli ambienti, la salamandra pezzata che vive generalmente in zone montane boscate, in prossimità di ruscelli. La salamandrina dagli occhiali (*Salamandrina terdigitata*) propria di vallette ombrose solcate da piccoli torrenti a corso lento. L'ululone a ventre giallo (*Bombina variegata*) e la raganella (*Hyla italica*), potenzialmente presenti nel territorio.

Habitat faunistico dei compluvi, dei corsi d'acqua e delle zone a ristagno idrico

Mammiferi: diverse specie di mammiferi vivono in prossimità dei corsi d'acqua e sono capaci di nuotare, tra essi si riportano, il toporagno di palude (*Neomys anomalus*), l'arvicola terrestre o ratto d'acqua (*Arvicola terrestris*).

Uccelli: la fascia caratterizzata dagli ambienti ripariali, rappresenta un complesso idoneo alla frequentazione di numerosi uccelli comuni tra i quali il verdone (*Carduelis chloris*), il cardellino (*Carduelis carduelis*), il fringuello (*Fringilla coelebs*), la cinciallegra (*Parus major*), la cinciarella (*Parus coeruleus*).

Maggiormente legati agli ambienti umidi rispetto alle specie sopraccitate, sono il merlo acquaiolo (*Cinclus cinclus*), la ballerina bianca (*Motacilla alba*), la ballerina gialla (*Motacilla cinerea*) e l'usignolo di fiume (*Cettia cettii*).

Rettili: ramarro (*Lacerta viridis*), biscia o natrice dal collare (*Natrix natrix helvetica*) predatrice di rane.

Anfibi: la rana verde (*Rana esculenta*), la rana bruna italiana (*Rana italica*), la raganella (*Hyla arborea*), il rospo smeraldino (*Bufo viridis*), il tritone crestato (*Triturus cristatus*), il più piccolo e più comune tritone italiano (*Triturus italicus*).

Habitat faunistico dei prati seminaturali e della vegetazione degli incolti

È un ambiente estremamente eterogeneo, derivato in gran parte dalle profonde trasformazioni operate dall'uomo sull'ambiente naturale o dall'abbandono di colture agricole preesistenti. Si tratta in generale di formazioni simili alle steppe con presenza sporadica di specie arboree, caratterizzate dalla presenza diffusa dello stipe (*Stipa tortilis*, *Stipa juncea*, *Stipa mediterranea*).

Mammiferi: riccio (*Erinaceus europaeus*), lepore comune (*Lepus europaeus*), toporagno comune (*Sorex araneus*), topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*).

Uccelli: allodola (*Alauda arvensis*) uccello tipico degli spazi aperti, pettirosso (*Erithacus rubecula*), cinciallegra (*Parus major*), cinciarella (*Parus coeruleus*), codibugnolo (*Aegithalos caudatus*), cardellino (*Carduelis carduelis*), gazza (*Pica pica*), cornacchia grigia (*Corvus corone cornis*).

Rettili: biscia (*Natrix natrix helvetica*), vipera comune (*Vipera aspis*), biacco (*Coluber viridiflavus*), luscengola (*Chalcides chalcides*).

Anfibi: tritone crestato italiano (*Triturus cristatus*) che predilige ambienti umidi con presenza di acqua (fontanili, fossi, pozze), vulnerabile alle trasformazioni ambientali dei sistemi idrici come la rettificazione dei corsi d'acqua. La rana agile (*Rana dalmatina*), la salamandra pezzata (*Salamandra atra*) che vivono in ambienti umidi e boscati dove prediligono pozze sorgive e i ruscelli a corso lento.

Habitat faunistico di dominanza antropica

Dal punto di vista faunistico l'area è interessata da popolamenti animali tipici dell'agro-ecosistema, in cui è possibile riscontrare un depauperamento del numero e della densità delle specie ed un corrispondente addensamento intorno alle comunità vegetali, che conservano un maggior grado di naturalità, come il bosco, i cespuglieti e gli incolti.

Mammiferi: topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*), talpa (*Talpa sp.*), arvicole (*Microtus sp. pl.*), faina (*Martes foina*), donnola (*Mustela nivalis*), volpe (*Vulpes vulpes*).

Uccelli: Legati agli ambienti più aperti come coltivi, seminativi, orti arborati, frutteti, vigneti, aree verdi stradali e strade, sono la gazza (*Pica pica*), la cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*), la taccola (*Corvus monedula*), il piccione selvatico (*Columba livia*), rondone (*Apus apus*), balestruccio (*Delichon urbica*), capinera (*Sylvia atricapilla*), passera d'Italia (*Passer italiae*), il fringuello (*Fringilla coelebs*), le quali sono anche facilmente osservabili.

Rettili: il ramarro (*Lacerta viridis*) frequente nelle zone a bassa quota e in prossimità dei corsi d'acqua, la lucertola campestre (*Podarcis sicula campestris*) e la lucertola muraiola (*Podarcis muralis*).

Anfibi: la rana verde (*Rana esculenta*), la rana bruna italiana (*Rana italica*), la raganella (*Hyla arborea*).

4.1.5 Valore naturalistico delle unità ecosistemiche

Il territorio comprende ecosistemi fortemente condizionati dalla presenza dell'uomo e dalle attività umane. La densità urbana ed infrastrutturale è moderata, localmente elevata, con le aree urbane accentrate e quelle discontinue che si distribuiscono nel paesaggio agricolo che prevale, come estensione, sul paesaggio naturale.

Il presente studio ha come obiettivi, in base all'analisi delle componenti biotiche, l'identificazione delle "unità ecosistemiche" presenti nella zona in esame e l'individuazione dei sistemi caratterizzati dai più elevati livelli di vulnerabilità nei confronti del seguente progetto.

Il valore naturalistico delle fitocenosi, il grado di evoluzione e di stabilità dell'ecosistema insieme al grado di densità e di biodiversità della fauna selvatica, sono stati valutati tenendo conto della struttura verticale delle comunità, della composizione specifica e del grado di diffusione nel territorio.

Le unità ecosistemiche presenti nel territorio che sono state identificate sono le seguenti:

Ecosistema forestale

Interessa tutta l'area collinare dove raggiunge la sua massima estensione e continuità. È sicuramente l'ecosistema che presenta il più alto grado di naturalità. Esso risulta articolato in due diverse tipologie, il castagneto e il querceto a roverella, con le sue diverse forme di degradazione. Il passaggio da una tipologia all'altra dipende dalle diverse caratteristiche microclimatiche, dall'esposizione dei versanti e dal tipo di substrato.

I castagneti sono stati diffusi in tutta la fascia fitoclimatica dell'alleanza *Quercion pubescentis petraeae* tipica della roverella, particolarmente nei siti a suoli decalcificati o ricchi di detriti piroclastici, sui versanti con esposizione nord e negli impluvi. Questa diffusione così spinta è stata favorita soprattutto da motivi economici, non solo per il legno o per i frutti ma anche per la produzione di tannino, un tempo usato nella pratica della concia delle pelli. La zona industriale di Solofra, infatti ospita importanti ed antiche concerie che un tempo si potevano facilmente approvvigionare di questa sostanza. La maggior parte dei castagneti sono governati a ceduo e rappresentano una forma di ecosistema piuttosto semplificato, sia per quanto riguarda la biodiversità che la struttura. Nel ceduo di castagno la composizione specifica e il grado di

mescolanza delle specie sono piuttosto bassi, gli arbusti sono rappresentati da poche specie con scarsa densità, proprio perché se il castagneto si trova in buono stato di vegetazione e in buone condizioni fisiologiche e fitosanitarie, assicura un grado di copertura elevato. La struttura verticale dei castagneti è semplificata in uno strato arboreo, monopiano, ed in uno erbaceo. Le tagliate possono rappresentare un elemento di discontinuità per l'ecosistema in grado di offrire cibo alla fauna erbivora.

I querceti di roverella, che occupano i versanti sud dei rilievi collinari, offrono una maggiore ricchezza di specie e si presentano in una vasta gamma di stati evolutivi, che vanno dall'arbusteto a ginestra comune, al pascolo arborato, al bosco misto. Queste diverse tipologie come già detto sono spesso il frutto di azioni di disturbo, o di abbandono di colture agricole, ma in realtà dal punto di vista ecologico garantiscono, entro certi limiti, un maggior grado di biodiversità ed una maggiore eterogeneità di ambienti e di habitat. Dal punto di vista faunistico questo ecosistema offre il maggior grado di densità e di biodiversità di specie rappresentando delle aree di rifugio anche per quegli animali che traggono nutrimento all'interno del vicino sistema agricolo, più ricco di cibo ma più "pericoloso" per la costante presenza dell'uomo.

Gli arbusteti assumono invece un ruolo ecologico fondamentale nelle zone ecotonali, cenosi di transizione tra due ecosistemi, come può essere il passaggio dal castagneto al prato, al seminativo o al pascolo arborato. Queste zone di mantello rappresentano un'importantissima risorsa di biodiversità e un habitat ideale per molte specie della fauna, ma soprattutto permettono l'evoluzione, la diffusione e la colonizzazione da parte del bosco, di pascoli e campi abbandonati o di zone percorse da incendio.

La variabilità nelle dimensioni, localizzazione e nella forma delle comunità forestali presenti all'interno dell'area, conferisce a questo ecosistema un buon valore naturalistico che rimane fortemente condizionato dalla gestione antropica e lontano dalla forma climatica.

Ecosistema ripariale e delle zone umide

Lo sviluppo del complesso dei corsi d'acqua assume una certa rilevanza dal punto di vista del sistema delle acque solo nel tratto Avellino-Solofra per i motivi precedentemente esposti.

Nella pianura alluvionale, interessata da questo tratto di autostrada, la vegetazione ripariale, di salici, ontani e pioppi, non è legata esclusivamente alla aste torrentizie, ma si diffonde, anche se in maniera molto frammentaria, costituendo piccoli nuclei più o meno isolati, confinanti con le colture agricole e ai margini dell'autostrada. Questa diffusione sui terrazzi fluviali è probabilmente favorita dall'innalzamento della falda freatica e da condizioni di fertilità del suolo particolarmente favorevoli.

La struttura verticale si presenta semplificata a causa della vicinanza con le colture agricole e con l'autostrada. Non si è riscontrata la forma climacica della foresta a galleria, tipica di cenosi ripariali indisturbate, piuttosto si tratta di forme semplificate di boscaglia che degrada talvolta in arbusteto arborato, costituendo zone di "mantello" al confine con i campi coltivati, con l'autostrada e con la ferrovia Salerno-Avellino. Queste zone ecotonali e queste boscaglie ripariali di specie igrofile, sono importanti corridoi biologici per molte specie animali e rappresentano, all'interno del sistema agricolo, un habitat per la fauna dell'agro-ecosistema, costituendo inoltre per l'autostrada un elemento naturale mitigatore degli impatti esistenti.

Faunisticamente questo ecosistema rappresenta un habitat ideale per molti rettili ed anfibi ed un corridoio di passaggio per i mammiferi predatori che si nutrono anche nell'agroecosistema.

Il valore naturalistico, pertanto, si può considerare medio-alto.

Ecosistema delle formazioni erbacee

Per la formazione ed il mantenimento di queste tipologie vegetali l'azione dell'uomo è stata senza dubbio determinante. Dal punto di vista vegetazionale queste formazioni sono molto importanti, perché rappresentano delle aree di potenziale evoluzione verso il bosco attraverso una progressiva rinaturalizzazione. Dal punto di vista faunistico, costituiscono degli elementi di discontinuità molto importanti all'interno del sistema agricolo. Queste formazioni garantiscono riparo e nutrimento ad un gran numero di piccoli mammiferi ed uccelli che in questo modo riescono a vivere anche nelle aree più urbanizzate.

Queste sono anche le formazioni più "delicate" dal punto di vista ecologico per l'ampia diffusione nel tessuto urbano e lungo il tracciato stradale e per la loro esposizione al rischio di

incendio e di abbandono di rifiuti solidi urbani. Il valore naturalistico può, pertanto, considerarsi medio.

Ecosistema agrario e di derivazione antropica

Si tratta del sistema più diffuso, che occupa insieme agli insediamenti urbani, localizzati e diffusi, la maggior parte della pianura alluvionale interessata dal passaggio dell'autostrada.

L'intenso grado di urbanizzazione che lo caratterizza in maniera più o meno continua lungo tutto il tratto dell'autostrada, ha portato ad una frammentazione dello spazio rurale in isole e chiazze che a volte assumono nei pressi dei centri abitati, un aspetto piuttosto degradato.

L'agro-ecosistema è rappresentato da piccoli appezzamenti coltivati a colture legnose permanenti, quali nocioleti, frutteti e vigneti che si alternano con piccoli orti arborati e superfici incolte a prato naturale, localizzate nei pressi delle aree urbanizzate.

La variazione spaziale e l'eterogeneità dei diversi ambienti presenti in questo territorio, costituisce, laddove il grado di urbanizzazione si mantiene basso o comunque puntuale, un paesaggio agricolo a misura d'uomo, determinato da una struttura fondiaria legata alla piccola proprietà contadina.

Questo sistema comporta, per il suo mantenimento, la costante attività dell'uomo e si basa su equilibri completamente diversi rispetto a quelli naturali.

Anche se per l'agro-ecosistema in oggetto, non si può parlare propriamente di biodiversità, esso, dal punto di vista faunistico garantisce un habitat importante per molte specie di uccelli, mammiferi e roditori, rappresentando una fonte di nutrimento per alcune specie. Sotto il profilo floristico, invece, consente il mantenimento di diverse specie autoctone. Un fattore importante dal punto di vista ecologico, in particolar modo per la fauna terrestre, è rappresentato dalla scarsa presenza di recinzioni di confine tra i terreni coltivati, che permette una maggiore continuità degli spostamenti della fauna selvatica.

Nel complesso, il valore naturalistico è da considerarsi basso, nonostante l'elevata pressione antropica.

In sintesi si può dire che in base all'analisi della vegetazione, della fauna e degli ecosistemi, l'area interessata ai lavori di adeguamento del tratto autostradale riguarda essenzialmente il tessuto agricolo, con piccole influenze sull'ecosistema forestale e ripariale. Da tale analisi non emergono ecosistemi di particolare pregio naturalistico, motivo che ha indotto a ritenere superfluo redigere la carta delle aree di interesse naturalistico.

4.2 ANALISI DELLE INTERAZIONI OPERA-AMBIENTE

Le opere di adeguamento del tratto autostradale consisteranno per il primo terzo della sua lunghezza, nell'ampliamento con la terza corsia e la corsia di emergenza mentre nei restanti due terzi del tracciato unicamente con la corsia di emergenza.

Viene di seguito riportata l'analisi delle interazioni opera-ambiente indotte dall'ampliamento previsto nel progetto, distinte per la vegetazione, per la fauna e per le unità ecosistemiche, i cui risultati puntuali sono riportati nella scheda relativa agli impatti, per la quale si rimanda alla fine del presente capitolo.

La valutazione degli impatti derivanti dalla realizzazione delle opere in progetto è stata effettuata con l'individuazione preliminare degli impatti potenziali. Essi sono riconducibili ai seguenti elementi:

- A. sottrazione di vegetazione
- B. Alterazione composizione e struttura delle fitocenosi
- C. Possibilità di recupero della vegetazione esistente

La scala di intensità degli impatti è stata definita secondo tre classi:

- 1. impatto *basso* (primo livello)
- 2. impatto *medio* (secondo livello)
- 3. impatto *alto* (terzo livello)

Questa distinzione è stata effettuata tenendo conto del grado di complessità e di naturalità del sistema oggetto dell'impatto. La naturalità è un parametro che tiene conto della "distanza" che c'è fra la tipologia di vegetazione analizzata e la vegetazione potenziale. Il valore di naturalità elevata è attribuito a cenosi forestali che conservano complessa struttura, composizione ed estensione.

La naturalità media, indica una consistente alterazione strutturale e viene attribuita generalmente ai cespuglietti di ricostituzione e alle praterie secondarie; la naturalità debole include i tipi vegetazionali fortemente alterati non solo nella struttura ma anche nella composizione floristica .

Sono state inoltre considerate la resilienza e la resistenza dei sistemi vegetali, la dove la prima è la capacità di recupero di una comunità in seguito ad un intervento di disturbo e la seconda esprime la capacità di una cenosi di "ammortizzare" gli impatti. Le due hanno in genere un andamento inverso. Le cenosi forestali sono resistenti alle perturbazioni ma una volta alterate tornano con difficoltà e comunque molto lentamente, verso la condizione di equilibrio precedente il disturbo. Viceversa comunità di stadi successionali precoci risentono immediatamente di qualsiasi intervento, ma hanno una capacità di recupero molto più veloce.

La valutazione della *naturalità* è la seguente:

- 1. Naturalità medio-alta:
 - Vegetazione ripariale dei torrenti e delle aree a ristagno idrico
 - Bosco ceduo di castagno
 - Formazioni forestali decidue a roverella
- 2. Naturalità media:
 - Formazioni arbustive
 - Formazioni a prato seminaturale
- 3. Naturalità bassa:
 - Vegetazione delle scarpate stradali a dominanza di robinia
 - Aree coltivate
- 4. Naturalità nulla:
 - Agglomerati urbani, aree industriali e cave

VEGETAZIONE

Il tracciato si snoda attraverso le precedenti fitocenosi descritte in precedenza. L'impatto delle opere di ampliamento dell'autostrada incide, rispetto alla lunghezza del tracciato, per il 50% sulle colture agricole, per il 15% sulle formazioni a prato seminaturale, per il 13% sulle formazioni forestali igrofile e riparali, per il 3% sulle formazioni forestali caducifoglie, per il 4% sulla vegetazione delle scarpate stradali a prevalenza di Robinia e per il 15% sulle aree urbanizzate ed industriali,.

Le formazioni forestali interessate dalle opere in progetto sono un bosco ceduo di castagno nei pressi del centro abitato di Cologna, all'imbocco del tratto in galleria nei pressi di Serino e in vicinanza del centro abitato di Atripalda. Sono interessati due formazioni a roverella nei pressi di Monitoro e all'imbocco del tratto in galleria, presso il centro abitato di Solofra.

Le opere in progetto interessano le formazioni forestali igrofile che si sviluppano in prossimità del corso dei torrenti che intersecano l'autostrada all'altezza di Materno, Aiello, Intessano, Lancusi, Pizzolano, Solofra, Solofra, S. Michele di Serino, Toppolo e Atripalda. Sono inoltre interessate delle aree a ristagno idrico adiacenti al tracciato all'altezza di Atripalda e lungo il tratto Atripalda S. Michele di Serino.

Sono inoltre interessati, in maniera discontinua, alcuni nuclei di vegetazione a dominanza di Robinia lungo le scarpate stradali nel tratto Salerno-Solofra.

Le colture agricole sono quelle maggiormente interessate dall'impatto delle opere in progetto occupando la maggiore estensione di superficie lungo il tracciato che collega Salerno ad Avellino.

A. Sottrazione di vegetazione

Al primo livello di impatto sono le aree coltivate e gli aggruppamenti di robinia per i quali l'impatto subito è basso, qualsiasi sia la tipologia di opere che li attraversa. A questo livello di impatto appartengono anche le formazioni forestali che nonostante abbiano un grado di naturalità

medio-alto, l'impatto si trasmette su zone di limitata estensione, ai confini di dette formazioni con l'agroecosistema o direttamente con l'autostrada.

Al secondo livello di impatto sono i prati seminaturali che hanno un grado di naturalità medio ed un livello di resilienza maggiore, inoltre costituiscono all'interno dell'agroecosistema il maggiore elemento di naturalità presente.

Al terzo livello di impatto è la vegetazione ripariale localizzata lungo i corsi dei torrenti e nelle aree a ristagno idrico i quali presentano un grado di naturalità medio-alta ed una resilienza più bassa, avendo invece una più alta resistenza. L'impatto ambientale subito da queste formazioni può considerarsi alto in quanto si tratta di sistemi frammentati che si sviluppano parallelamente rispetto all'autostrada e quindi sono maggiormente interessati dalle opere in progetto.

B. Alterazione di composizione e struttura

Al primo livello di impatto sono le aree coltivate e gli aggruppamenti di Robinia per i quali l'impatto subito è basso, qualsiasi sia la tipologia di opere che li attraversa.

Al secondo livello si collocano le formazioni erbacee a prato seminaturale che presentano una più bassa capacità di resistere ed "ammortizzare" un fattore di disturbo rispetto alle cenosi forestali.

L'impatto subito è basso.

Al terzo livello si collocano le formazioni forestali che presentano una maggiore resistenza ma un minore grado di resilienza. L'impatto subito è medio.

FAUNA

I rischi ambientali delle opere di adeguamento dell'autostrada in relazione alla tutela delle specie animali, riguardano, soprattutto i vertebrati terrestri, in particolare anfibi, rettili e mammiferi e gli effetti potenziali sono:

1. sottrazione e/o alterazione di habitat faunistici;
2. interferenza con gli spostamenti della fauna;
3. mortalità da investimenti.

L'impatto ambientale rispetto alla sottrazione e/o alterazione di habitat faunistici riguarda i seguenti sistemi:

- Habitat faunistico dei compluvi, dei corsi d'acqua e delle zone a ristagno idrico
- Habitat forestale
- Habitat faunistico dei prati seminaturali e della vegetazione degli incolti

L'impatto rispetto al primo ed al secondo punto sull'habitat faunistico dei compluvi, dei corsi d'acqua e delle zone a ristagno idrico può considerarsi medio per i motivi già spiegati in precedenza in quanto queste formazioni hanno un sviluppo in senso longitudinale ed un'estensione limitata ad una sottile fascia adiacente l'autostrada. La sottrazione della vegetazione igrofila corrisponde alla quasi completa distruzione degli habitat faunistici che tali sistemi, già frammentati, rappresentano.

L'impatto rispetto al primo punto sugli habitat faunistici forestale e dei prati seminaturali può considerarsi basso in quanto la sottrazione della vegetazione interessa solo porzioni limitate e marginali di queste formazioni.

Rispetto agli spostamenti della fauna e alla mortalità da investimenti, trattandosi di un progetto di ampliamento di carreggiata, non c'è un incremento dell'effetto barriera già prodotto dal tracciato esistente, si ritiene inoltre improbabile un incremento della mortalità da investimenti in quanto questa è intensa solo nel caso di una nuova infrastruttura viaria.

I tratti in rilevato del tracciato, sono dotati inoltre di sottopassaggi carreggiabili.

L'impatto sui tre habitat può considerarsi basso.

ECOSISTEMI

Per i motivi già spiegati in precedenza l'impatto sull'ecosistema ripariale e delle zone umide può considerarsi medio.

Le opere in progetto non creano nessuna alterazione sostanziale delle altre unità ecosistemiche presenti, l'impatto perciò è da ritenersi basso.

4.3 INTERVENTI DI MITIGAZIONE

VEGETAZIONE

Nell'ambito del presente S.I.A. si sono riscontrati valori di impatto significativi delle opere in progetto, soprattutto sulla componente vegetazionale rappresentata dalle formazioni dei compluvi, dei corsi d'acqua e delle zone a ristagno idrico, indirettamente gli effetti si ripercuotono anche sulla componente faunistica ed ecosistemica che questa componente forma.

Le tipologie degli interventi di mitigazione per la componente in esame vengono espresse principalmente attraverso il ripristino di consorzi vegetazionali autoctoni.

Le misure di mitigazione previste da realizzare lungo il tracciato riguardano:

- le scarpate stradali
- i corsi d'acqua a ridosso dell'autostrada
- imbocchi in galleria
- le aree di cantiere allestite per la realizzazione delle opere

Tali tipologie di intervento si basano sulle indagini vegetazionali eseguite per la caratterizzazione ante-operam dell'area in esame descritte nei paragrafi precedenti.

Nel presente S.I.A è prevista l'utilizzazione di specie autoctone quindi ecologicamente adattate all'ambiente, anche con il duplice scopo di realizzare nuclei di vegetazione che non richiedano onerosi interventi di manutenzione e che nel contempo si inseriscano naturalmente nel paesaggio.

Scarpate stradali

I casi che si possono presentare sono i seguenti:

- 1 trincea con scarpate con pendice inferiore ai 3 m
- 2 trincea con scarpate con pendice superiore ai 3 m
- 3 rilevato con scarpate con pendice inferiore ai 3 m
- 4 rilevato con scarpate con pendice superiore ai 3 m

Gli interventi da realizzare nelle scarpate varieranno a seconda della zona fitoclimatica, delle condizioni ecologiche e stagionali. Nel primo e nel terzo caso gli interventi consistranno in un inerbimento delle scarpate, mediante idrosemina. Il miscuglio delle specie erbacee da utilizzare in consociazione deve essere composto almeno da 10 specie diverse tra leguminose, graminacee ed altre specie le cui percentuali andranno determinate nell'ambito del progetto esecutivo. In linea generale il 60% del miscuglio dovrà essere composto prevalentemente da specie autoctone con preminenti capacità biotecniche e il restante 40% dalle principali specie erbacee rilevate nei prati seminaturali.

Nel secondo caso gli interventi consistranno in un inerbimento mediante idrosemina e nella piantagione di arbusti con densità variabile da 0,5 a 1 pianta per mq.

Nelle condizioni di maggiore umidità del suolo le specie arbustive da usare possono essere quelle a temperamento mesofilo come il corniolo (*Cornus mas*), il sanguinello (*Cornus sanguinea*), il ligustro (*Ligustrum vulgare*), il salice rosso (*Salix purpurea*), il biancospino (*Crataegus monogyna*), la berretta del prete (*Evonimus europeus*).

Nelle condizioni di maggiore xericità le specie da usare sono quelle a temperamento più mesoxerofilo come il prugnolo (*Prunus spinosa*), la ginestra (*Spartium junceum*), la fillirea (*Phyllirea latifolia*), il viburno (*Viburnum tinus*) e la rosa canina (*Rosa canina*).

Nel quarto caso oltre all'inerbimento ed alla piantagione delle già citate specie arbustive, si potrà effettuare al piede delle scarpate la piantagione di specie arboree con densità variabile da 0,06 a 0,04 piante per mq.

Nelle condizioni di maggiore umidità e ristagno idrico si potranno utilizzare specie a temperamento igrofilo come il pioppo bianco (*Populus alba*), il salice bianco (*Salix alba*), l'ontano nero (*Alnus glutinosa*) e la farnia (*Quercus robur*). Nelle condizioni di maggiore xericità le specie da utilizzare potranno essere l'ontano napoletno (*Alnus cordata*), l'orniello (*Fraxinus ornus*) e il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*).

Il materiale vivaistico dovrà essere di ridotte dimensioni ed età, per agevolare l'attecchimento (arbusti con pane di terra in vaso con circonferenza massima da 1 l, alberi con pane di terra in vaso con circonferenza massima di 8-10 cm).

Corsi d'acqua

Gli interventi relativi alle fitocenosi ripariali consisteranno nel ripopolamento e nella piantagione delle specie igrofile presenti, come il pioppo bianco (*Populus alba*), il salice bianco (*Salix alba*), l'ontano nero (*Alnus glutinosa*), la farnia (*Quercus robur*), il sambuco nero (*Sambucus nigrum*) e specie arbustive come il sanguinello (*Cornus sanguinea*) e il salice rosso (*Salix purpurea*). In questo caso si andrà a condizionare la morfologia delle scarpate attraverso la creazione di accumulo temporaneo dell'acqua.

Nel caso i lavori di adeguamento dell'autostrada interessino o modifichino il corso dei torrenti e dei fossi, il rivestimento delle sponde dovrà essere effettuato in senso tangenziale e perpendicolare ai corsi d'acqua con tecniche di ingegneria naturalistica che a seconda delle caratteristiche idrauliche del corso traversato, potranno andare dalle fascinate di sponde, alla copertura diffusa, alle gabbionate con salici o alla scogliera con talee.

Come interventi di compensazione nei riguardi degli ecosistemi ripariali e delle zone umide dovranno essere realizzati interventi di recupero nelle zone degradate del corso d'acqua per una fascia di circa 100 m lungo lo stesso corso.

Aree degli imbocchi in galleria

Con gli interventi in corrispondenza delle aree di imbocco delle gallerie, si andrà a ricostruire l'andamento morfologico e il raccordo con la vegetazione circostante, ed a mascherare le opere fuori terra.

In corrispondenza delle aree di imbocco della Galleria Montepergola (3° lotto tra Solofra e Serino), in particolare, è stata ipotizzata una sistemazione ambientale nell'area che si estende anche alle aree intercluse tra le carreggiate, a ridosso degli imbocchi. Essa prevede l'installazione di un impianto di vegetazione arborea ed arbustiva: si prevede l'utilizzo di **specie arbustive**, in corrispondenza delle scarpate intorno agli imbocchi, quali *spartium junceum* e *cornus sanguinea*, e nell'area interclusa tra le carreggiate in cui, oltre alle essenze citate, si provvederà alla piantumazione del *rhamnus alaternus*. In merito alle **specie arboree**, piantumate in corrispondenza delle aree intercluse tra le carreggiate, il criterio di scelta adottato si prefigge come obiettivo il ripristino di elementi di continuità con la vegetazione circostante, con la piantumazione delle specie autoctone di roverella (*Quercus Pubescens*).

In proposito sono state redatte apposite tavole "CVQ – Quaderno delle opere a verde stralci planimetrici imbocchi in galleria".

Ripristino delle aree di cantiere

I suoli occupati temporaneamente in fase di cantiere possono essere restituiti all'utilizzo agricolo o essere utilizzati per una compensazione delle opere mediante piantagione di specie arboree ed arbustive come quelle già citate in precedenza, tenendo conto delle caratteristiche stazionali ed ecologiche dei luoghi.

Durante le operazioni di scotico per la preparazione dei differenti siti di intervento (cantiere, piste di servizio) si dovrà avere cura di evitare il mescolamento degli strati del suolo per non impoverirne la fertilità.

Gli strati superficiali del suolo, più fertili, dovranno essere raccolti, conservati e protetti con teli di tessuto-non tessuto o in alternativa dovranno essere inerbite con leguminose da foraggio, durante tutta la durata dei lavori, si dovrà inoltre evitare la contaminazione con rifiuti ed inquinanti come materiali plastici, olii minerali, carburanti, ecc..

Al termine dei lavori di cantiere, le superfici temporaneamente occupate dovranno essere ripulite da ogni tipologia di rifiuto o materiale inerte.

Nei terreni da restituire all'uso agricolo è preferibile che prima di effettuare la ristратificazione venga praticata una ripuntatura od una erpicatura del terreno, successivamente, dopo la diffusione dello strato fertile sarà effettuata una fresatura leggera, in seguito una semina con leguminose da sovescio (erba medica, trifoglio, lupino, favino). Queste lavorazioni servono a migliorare le caratteristiche fisiche del terreno ed arricchendolo in sostanza organica e migliorandone la fertilità.

5 COMPONENTE RUMORE

5.1 INTRODUZIONE

Il rumore esercita la sua azione negativa nell'ambiente in cui l'uomo vive e svolge le sue attività. Nei soggetti esposti al rumore l'insorgenza di effetti negativi quali danni fisici e disturbi alle attività, fino semplicemente alla annoyance (fastidio generico), dipende dalle caratteristiche fisiche del rumore prodotto (livello di rumore, tipo di sorgente, periodo di funzionamento della sorgente, caratteristiche qualitative del rumore emesso), dalle condizioni di esposizione al rumore (tempo di esposizione, distanza dalla sorgente disturbante) e dalle caratteristiche psicofisiche della persona esposta (abitudine e sensibilità al rumore, attività eseguita dall'individuo esposto, etc...).

Tra le principali cause di rumore c'è sicuramente il traffico stradale, che rappresenta una delle maggiori fonti di disagio per il cittadino, che non riesce più a disporre di un ambiente urbano vivibile e a misura d'uomo. Il rumore complessivamente prodotto dal traffico veicolare è dovuto principalmente al rotolamento dei pneumatici sull'asfalto, ma anche ai motori, allo scarico dei gas combusti e alle mutue azioni dinamiche tra carrozzeria ed aria circostante.

Proprio per il peso che riveste il traffico veicolare sul benessere e la salute dell'uomo, notevole importanza assumono in uno studio di impatto ambientale relativo a infrastrutture stradali, l'analisi del clima acustico dell'area territoriale oggetto di intervento, la previsione dell'inquinamento acustico indotto dal nuovo intervento, l'individuazione delle opere di bonifica, la previsione degli scenari acustici generati dalla loro realizzazione e la conseguente scelta della soluzione progettuale ritenuta più idonea a limitare l'impatto da rumore che l'infrastruttura produce.

Obiettivo del presente studio è caratterizzare l'attuale clima acustico presente nelle aree situate nelle vicinanze dell'attuale raccordo autostradale Salerno-Avellino e valutare l'impatto acustico futuro indotto dall'ampliamento dell'infrastruttura in oggetto sui centri abitati potenzialmente più esposti, verificandone la compatibilità con gli standard noti e la normativa vigente in materia, nel rispetto della salute pubblica e del normale svolgimento delle attività antropiche.

Nell'ambito del presente studio, dopo una sintesi del quadro normativo di settore che delinea gli standard di riferimento in campo acustico, si è proceduto nel seguente modo:

- descrizione della campagna di monitoraggio effettuata in prossimità dell'attuale infrastruttura viaria su ricettori rappresentativi di edifici abitati potenzialmente più esposti al rumore prodotto dai flussi veicolari ivi transitanti; il monitoraggio del clima acustico attuale è stato eseguito facendo particolare attenzione alla presenza di siti sensibili ubicati in prossimità del tratto stradale.

- validazione del modello di calcolo per gli studi previsionali, effettuata utilizzando i risultati della campagna di monitoraggio, introdotti quali dati di input nel territorio indagato, implementato e ricostruito con l'obiettivo di fornire un'adeguata e fedele rappresentazione degli scenari oggetto di studio;
- studio previsionale postoperam effettuato lungo il percorso del futuro progetto che prevede l'ampliamento dell'esistente raccordo autostradale, con l'obiettivo di stimare l'impatto acustico prodotto dai futuri traffici veicolari ivi transitanti, calcolarne i livelli di pressione sonora ed effettuare un confronto con la normativa, fornendo uno strumento ad "hoc" per la valutazione del clima acustico futuro;
- analisi degli interventi di mitigazione necessari laddove e qualora i livelli di pressione sonora calcolati sui ricettori potenzialmente più esposti all'impatto indotto dal futuro progetto siano superiori ai limiti di immissione previsti dalla normativa di settore.

5.2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La legislazione italiana sull'inquinamento acustico nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo prende le mosse dalla legge 23 dicembre 1978, n.833, che include fra le varie forme di inquinamento, (di natura chimica, fisica e biologica) quella dovuta alle emissioni sonore.

Attualmente il quadro normativo nazionale si basa su due fonti principali, il D.P.C.M. del 1 Marzo 1991 e la Legge quadro n. 447 del 26 Ottobre 1995, che rappresentano gli strumenti legislativi che hanno consentito di realizzare una disciplina organica e sistematica dell'inquinamento acustico in ambienti abitativi ed esterni. Di recente pubblicazione, è il DPR n.142 del 30/04/2004 recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'art.11 della legge 26 ottobre 1995, n.447; il regolamento definisce nuove fasce di pertinenza acustica, per le quali sono stabiliti i limiti di immissione del rumore in funzione della tipologia di strada (autostrade, strade extraurbane principali, secondarie, strade urbane di scorrimento, etc..) e in funzione della nuova realizzazione dell'infrastruttura ovvero dell'ampliamento in sede, della realizzazione di varianti in affiancamento alla strada già esistente.

Il D.P.C.M. 01 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" pur con caratteristiche di transitorietà in attesa dell'approvazione di una legge quadro in materia, stabilisce i limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e esterni, differenziandoli a seconda della destinazione d'uso e della fascia oraria interessata (periodo diurno e periodo notturno). Tale decreto è stato recentemente integrato dal DPCM 14 novembre 1997 che riporta i nuovi e vigenti valori dei limiti di rumore in base alle definizioni stabilite dalla L.447/95. Ai fini dell'applicazione del presente decreto sono dettate in allegato A apposite definizioni tecniche e sono altresì determinate in allegato B le tecniche di rilevamento e di misura dell'inquinamento acustico.

Tra le definizioni in allegato A (riprese all'art. 2 della L.26 ottobre 1995, n.447) riportiamo le seguenti (necessarie al lettore per comprendere le tabelle del presente decreto che verranno inserite di seguito):

- rumore: "qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente";
- livello di rumore residuo Lr: "livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" che si rileva quando si escludono le specifiche sorgenti disturbanti (...);

- livello di rumore ambientale La: "livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti";
- sorgente sonora: "qualsiasi oggetto, dispositivo o macchina o impianto o essere vivente idoneo a produrre emissione sonora";
- livello di pressione sonora: "esprime il valore della pressione acustica di un fenomeno sonoro mediante la scala logaritmica dei decibel (dB) (...)"
- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" Leq(A): "è il parametro fisico adottato per la misura del rumore (...);
- livello differenziale di rumore: "differenza tra il livello Leq(A) di rumore ambientale e quello del rumore residuo";
- tempo di riferimento Tr: "parametro che rappresenta la collocazione del fenomeno acustico nell'arco delle 24 ore: si individuano il periodo diurno e il periodo notturno. Il periodo diurno è quello relativo all'intervallo di tempo compreso tra le h 6.00 e le h. 22.00. il periodo notturno è quello relativo all'intervallo di tempo compreso tra le h. 22.00 e le h. 6.00".

Ai fini della determinazione dei limiti massimi dei livelli sonori equivalenti, i Comuni adottano la classificazione in zone (poi ripresa dal DPCM del 14 novembre 1997) riportata nella tabella 1 del presente decreto (Tab 5.1).

Tab 5.1 - Suddivisione in classi acustiche

<p><u>CLASSE I</u></p> <p>Aree particolarmente protette</p> <p>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.</p>
<p><u>CLASSE II</u></p> <p>Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale</p> <p>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.</p>

<p><u>CLASSE III</u></p> <p>Aree di tipo misto</p> <p>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.</p>
<p><u>CLASSE IV</u></p> <p><u>Aree di intensa attività umana</u></p> <p>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.</p>
<p><u>CLASSE V</u></p> <p>Aree prevalentemente industriali</p> <p>Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.</p>
<p><u>CLASSE VI</u></p> <p>Aree esclusivamente industriali</p> <p>Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi</p>

I limiti massimi dei livelli sonori equivalenti, fissati in relazione alla diversa destinazione d'uso del territorio, sono indicati nella tabella 2 del decreto (tab. 5.2).

Tab 5.2 Valori limite massimi del livello sonoro equivalente (Leq (A)) relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio di riferimento (DPCM 01-03-1991 tabella 2, ripresi dal DPCM 14-11-1997 tabella. c, “valori limite assoluti di immissione”)

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06:00 – 22:00)	Notturno (22:00 – 06:00)
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

Per le zone non esclusivamente industriali, un altro criterio di valutazione indicato dal D.P.C.M. 01/03/91 è quello contenuto nell'Art.6 comma 2, vale a dire il “Criterio differenziale”, basato sul limite di tollerabilità della differenza tra rumore ambientale (in presenza della sorgente disturbante) e rumore residuo (in assenza della sorgente disturbante), che valuta il disturbo rispetto all'incremento che genera la fonte di rumore sul rumore di fondo e non sulla sua intensità assoluta. Per tali zone, oltre ai limiti massimi in assoluto per il rumore, sono stabilite anche le seguenti differenze da non superare tra il livello equivalente del rumore residuo (criterio differenziale): 5 dB(A) durante il periodo diurno; 3dB(A) durante il periodo notturno. La misura deve essere effettuata nel tempo di osservazione del fenomeno acustico negli ambienti abitativi.

Tale criterio come stabilirà il DPCM del 14 novembre 1997, non si applica però alle infrastrutture stradali.

Il decreto prevede, inoltre, che per i Comuni che non abbiano provveduto ad una classificazione acustica del territorio siano applicati i seguenti limiti di accettabilità (Tab. 5.3).

Tab 5.3

Zona	Limite diurno	Limite notturno
Tutto il territorio nazionale	70 dB(A)	60 dB(A)
Zona A (DM n.1444/68)	65 dB(A)	55 dB(A)
Zona B (DM n.1444/68)	60 dB(A)	50 dB(A)
Zona esclus. Industriale	70 dB(A)	70 dB(A)

Zona A - Comprende le parti del territorio interessate da agglomerati urbani che rivestono carattere storico, artistico o di particolare pregio ambientale, o di porzioni di essi, comprese le aree circostanti, che possono considerarsi, per tali caratteristiche, parte integrante degli agglomerati stessi;

Zona B - Comprende le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate, ma diverse da A; si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 12 % della superficie fondiaria della zona, e nelle quali la densità territoriale sia superiore ad 1,25 mc/mq.

Il Decreto quindi, anche se in maniera non del tutto esaustiva, fissa dei valori numerici fornendo un criterio oggettivo per determinare l'accettabilità o meno di una sorgente sonora fissa, stabilendo anche le caratteristiche tecniche della strumentazione da impiegare per la misura dei parametri dei fenomeni sonori e indicando le modalità per l'effettuazione delle misure sia in esterno che in interno. Il Decreto però non specifica in alcun modo il rumore prodotto dal traffico veicolare, né chiarisce se le strade e quindi il traffico debbano essere considerati sorgenti sonore fisse e quindi soggetti al rispetto dei limiti di accettabilità stabiliti in Tab.2.

La Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico.

Ai fini della presente legge si intende per:

a) inquinamento acustico: l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo o alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi;

(...)

e) valori limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora misurato in prossimità della sorgente sonora stessa;

f) valori limite di immissione: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori;

g) valori di attenzione: il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente ;

h) valori di qualità: i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le metodologie e le metodiche di risanamento disponibili (...).

I valori limite delle lettere e), f), g) e h) sono determinati in funzione della tipologia della sorgente, del periodo della giornata e della destinazione d'uso della zona da proteggere.

I valori limite di immissione sono distinti inoltre in valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale e in valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.

La legge Quadro stabilisce anche quali sono le competenze delle Regioni, delle Province e dei Comuni in materia di tutela dall'inquinamento acustico. A questi ultimi spetta la classificazione acustica del territorio comunale, l'adozione di eventuali piani di risanamento e di regolamenti per l'attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dall'inquinamento acustico, la rilevazione e il controllo delle emissioni sonore prodotte dai veicoli (...).

La legge definisce altresì la figura di tecnico competente in acustica, quale persona idonea ad effettuare le misurazioni, verificandone il rispetto dei limiti, redigere piani di risanamento, svolgere le relative attività di controllo.

Relativamente alle infrastrutture stradali e al rumore da traffico veicolare, la legge quadro, rispetto al precedente decreto, introduce alcune novità:

· le infrastrutture stradali vengono inserite fra le sorgenti sonore fisse, assoggettandole al rispetto dei limiti di accettabilità di cui alla tabella precedentemente illustrata relativamente al DPCM 01 marzo 1991;

- la pianificazione e la gestione del traffico stradale vengono annoverati fra i provvedimenti da adottare per la limitazione delle immissioni sonore;
- allo Stato viene assegnata la competenza rispetto all'adozione di piani pluriennali per il contenimento delle emissioni sonore prodotte da autostrade e strade statali;
- la produzione della documentazione di impatto acustico viene prescritta per la realizzazione, la modifica o il potenziamento delle strade, inserendo tale documentazione fra gli elementi costituenti la valutazione di impatto ambientale ai sensi dell'art.6 della Legge 8 luglio 1986 n.349;
- gli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto e delle relative infrastrutture, comprese quelle stradali, hanno l'obbligo di predisporre ed attuare i piani di risanamento ed abbattimento del rumore nei casi di superamento dei limiti di legge;
- viene preannunciata l'emanazione di uno specifico regolamento di esecuzione (che alla data attuale non è stato ancora pubblicato);
- viene sancita l'inapplicabilità alle infrastrutture stradali (almeno fino all'adozione del regolamento di esecuzione di cui sopra) del criterio del valore limite differenziale tra il livello di rumore ambientale ed il livello di rumore residuo.

Il D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" determina i valori limite di emissione delle singole sorgenti, i valori limite di immissione nell'ambiente esterno dall'insieme delle sorgenti presenti nell'area in esame, i valori di attenzione ed i valori di qualità le cui definizioni sono state date nella legge quadro n. 447/95. Tali valori sono riferibili alle classi di destinazione d'uso del territorio riportate nella tabella A allegata al presente decreto e adottate dai Comuni ai sensi e per gli effetti della legge n. 447/95.

Le classi di zonizzazione del territorio e i valori limite di immissione (tabella C del presente decreto) coincidono con quelle determinati dal DPCM del 1/03/1991 riportati in Tab. 2. Mentre i valori limite di emissione, più restrittivi rispetto ai precedenti dovendo considerare la presenza di più sorgenti di rumore, sono indicati nella tabella B allegata al decreto stesso. I rilevamenti e le verifiche di tali valori limite di emissione devono essere effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

Per quanto concerne i valori limite differenziali di immissione, il decreto suddetto stabilisce che tali valori, definiti dalla legge quadro 26 ottobre 1997, n.447, non sono applicabili nelle aree classificate come classe VI della Tab A e se la rumorosità è prodotta da infrastrutture stradali, ferroviarie e aeroportuali (...).

L'art.5 fa riferimento chiaramente alle infrastrutture dei trasporti per le quali "I valori limite assoluti di immissione e di emissione relativi alle singole infrastrutture dei trasporti, all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, nonché la relativa estensione, saranno fissati con i rispettivi decreti attuativi, sentita la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome."

Con l'entrata in vigore del D.P.C.M. 14/11/97 vengono quindi determinate una situazione transitoria ed una situazione a regime:

- Situazione transitoria: nell'attesa che i Comuni provvedano alla classificazione acustica del territorio comunale secondo quanto specificato negli artt. 4 e 6 della Legge Quadro 447/95, si continueranno ad applicare i valori limite dei livelli sonori di immissione, così come indicato nell'art.8 del D.P.C.M. 14/11/97 e previsti dal decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri DPCM 1°marzo 1991;
- Situazione a regime: il livello di immissione dovrà rispettare i limiti assoluti di immissione di cui alla tabella C del D.P.C.M. 14/11/97. Per stabilire i limiti assoluti bisogna attribuire alla zona in esame una classe acustica;

Per quanto concerne il rumore prodotto dal traffico veicolare e le infrastrutture stradali, il presente decreto fornisce in sintesi le seguenti indicazioni:

- viene introdotto il concetto di fascia di pertinenza, consistente in una striscia di terreno di opportuna estensione disposta ai lati della strada, entro la quale si prescindono dai limiti relativi alla classificazione acustica riportati in Tab.2;
- la determinazione dell'estensione di tale fascia di pertinenza e dei valori assoluti da rispettare nel suo ambito viene rimandata all'emanazione dello specifico regolamento di esecuzione che, già preannunciato dalla legge quadro, non è stato ancora pubblicato;
- viene ribadita l'inapplicabilità del criterio del valore limite differenziale alle infrastrutture stradali.

Il DM Ambiente 16.03.98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", emanato in ottemperanza al disposto dell'art. 3 comma 1, lettera c) della L.447/95, individua le specifiche che devono essere soddisfatte dalla strumentazione di misura, i criteri e le modalità di esecuzione delle misure (indicate nell'allegato B al presente decreto).

I criteri e le modalità di misura del rumore stradale e ferroviario sono invece indicati nell'allegato C al presente Decreto, mentre le modalità di presentazione dei risultati delle misure lo sono in allegato D al Decreto di cui costituisce parte integrante.

Il Decreto inoltre dedica uno specifico allegato al rumore ferroviario e al rumore stradale.

Relativamente al rumore stradale viene stabilito che:

- le misure in esterno devono essere eseguite ad 1 m dalla facciata degli edifici esposti ai livelli di rumore più elevati e ad una quota da terra pari a 4m (in assenza di edifici la misura va eseguita in corrispondenza della posizione occupata dai ricettori sensibili;
- le misure vanno effettuate in assenza di precipitazioni atmosferiche, nebbia e neve, con vento di velocità inferiore a 5 m/s;
- dai dati raccolti vanno desunti i valori del livello equivalente continuo ponderato “A” di ogni ora di ciascun giorno, calcolando da essi il livello equivalente diurno e notturno di ogni giorno e i valori medi settimanali diurni e notturni. Tali ultimi valori vanno confrontati con i limiti di immissione che saranno stabiliti dal regolamento di esecuzione preannunciato dalla legge Quadro 447/95 e dal DPCM 14/11/1997, ma non ancora emanato;
- non sono applicabili i fattori correttivi che penalizzano la presenza nelle immissioni sonore di componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza.

Il DM Ambiente 29 novembre 2000 “ Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”. Il decreto esplicita l’obbligo, già attribuito ai gestori dei servizi pubblici di trasporto e delle relative infrastrutture dalla legge Quadro n.447, di predisporre ed attuare i piani di contenimento ed abbattimento del rumore nei casi di superamento dei limiti di legge, stabilendo i seguenti precisi termini di scadenza:

- individuazione delle aree ove sia stimato o rilevato il superamento dei limiti di immissione previsti, e trasmissione dei dati relativi ai comuni e regioni competenti entro il 04 agosto 2002;
- predisposizione dei piani di contenimento ed abbattimento e la loro presentazione a Comuni e Regioni competenti entro il 04 febbraio 2004;
- conseguimento degli obiettivi dei piani di cui sopra entro 15 anni dalla data di espressione della regione, o in caso di silenzio, dalla data di presentazione dei piani.

L’esecuzione degli interventi per il contenimento e l’abbattimento delle immissioni va programmata negli anni dall’ente gestore secondo un criterio di priorità definito allo stesso decreto sulla base di:livello di immissione sonore; numero dei soggetti esposti; tipologia del ricettore.

Il Decreto fornisce anche indicazioni sui criteri e sui contenuti minimi della progettazione degli interventi, nonché sulle caratteristiche delle barriere acustiche, delle pavimentazioni antirumore e delle finestre fonoisolanti, ed elenca i costi unitari per le varie tipologie di bonifica.

5.2.1 Criteri metodologici ANAS

Per quanto riguarda il presente studio l’ANAS ha fornito i seguenti criteri metodologici:

Limiti di rumore:

- Per la fascia di 250 m a fianco dell’infrastruttura in progetto (fascia di pertinenza stradale) applicazione del decreto strade (di seguito riportato).
- Fuori dalla fascia di pertinenza di 250 m, applicazione dei limiti di zonizzazione acustica comunali approvate o comunque redatte. In assenza dei piani di zonizzazione acustica, definizione delle destinazione d’uso dei ricettori presenti in base al PRG comunale.
- Il rispetto dei limiti di rumore viene garantito per tutti i ricettori posti all’interno delle fasce di pertinenza di 250 m, quelli sensibili posti all’interno del corridoio acustico di 500 m, quelli presenti al di fuori delle fasce di pertinenza che si ritiene (anche in base alle condizioni propagative) possano essere influenzati acusticamente dalla realizzazione della nuova opera.

Livelli di rumore ante-operam:

I livelli di rumore ante operam vengono determinati per i ricettori individuati con rilievi acustici in situ “ad hoc” e uso di modello di calcolo revisionale, previa taratura del modello con tali rilievi.

I rilievi acustici in situ sono eseguiti secondo le modalità del DM 16/3/98. In particolare il periodo di misura viene definito in base alle caratteristiche delle sorgenti di rumore presenti vicino il ricettore individuato.

Criteri per gli interventi di mitigazione acustica

- Per i ricettori in cui non risultano rispettati i limiti di rumore, devono essere individuate ed adottate opportune opere di mitigazione sulla sorgente, lungo la via di propagazione del

rumore ed eventualmente direttamente sul ricettore, tenuto conto delle implicazioni di carattere tecnico-economico. Tali scelte devono essere condivise da ANAS D.G.

5.2.2 Direttive regionali

La Regione Campania, in attuazione dell'art. 2 del DPCM 1.3.91, con delibera n.6131 del 20/10/95 e successiva delibera n.8758 del 29/12/95 ha approvato le "Linee Guida" per la zonizzazione acustica del territorio da parte delle Amministrazioni Comunali, pubblicate su BURC n.11 del 22.2.96.

Allo scopo di uniformare le metodologie per la elaborazione della zonizzazione acustica la Regione Campania, con i suddetti atti deliberativi, ha fornito i criteri generali a cui i comuni devono far riferimento nella predisposizione del piano di zonizzazione allegato:

- la redazione tecnica della zonizzazione acustica deve essere il risultato di un lavoro di tipo interdisciplinare per cui deve essere affidata ad un gruppo nel quale siano presenti tecnici competenti in urbanistica, acustica, igiene e diritto amministrativo;
- la zonizzazione deve essere riportata su cartografia di scala non superiore a 1:10000, preferendo per le aree urbane una scala 1:5000,
- i comuni procedono alla suddivisione del territorio entro un tempo massimo di un anno dalla data di pubblicazione delle "Linee Guida"; dopo tale data (22.2.97) le amministrazioni comunali devono includere il piano di zonizzazione tra gli elaborati tecnici necessari per l'approvazione di strumenti urbanistici o loro varianti. Ciò in quanto gli stessi strumenti urbanistici comunali, compreso il regolamento edilizio, dovranno definire scelte compatibili con la suddivisione acustica del territorio comunale;
- il piano di zonizzazione è approvato dal consiglio comunale e viene inviato entro 30 giorni, alla regione Campania, Settore Tutela Ambiente, per la necessaria verifica. La Regione, entro il termine di tre mesi, comunica al comune interessato l'esito della verifica effettuata.

Dopo la redazione e l'approvazione del Consiglio comunale del piano di zonizzazione acustica sarà necessario procedere a verifiche strumentali con metodologie di rilevamento ed apparecchiature conformi a quanto previsto dall'allegato B del DPCM 1/3/91, avranno quale

obiettivo principale, quello di normalizzare o almeno migliorare le emissioni delle sorgenti fisse e mobili.

5.2.3 D.P.R. 142/2004 recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante da traffico veicolare

Il recentissimo D.P.R. n.142 del 30/04/2004 recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico prodotto dal traffico veicolare, a norma dell'art. 11 della legge quadro 447/95, definisce all'art. 2 il suo campo di applicazione classificando (nell'Allegato 1) le infrastrutture stradali (già definite all'art. 2 del D.L. del 30 aprile 1992, n.285) nel seguente modo:

- A. autostrade;
- B. strade extraurbane principali;
- C. strade extraurbane secondarie;
- D. strade urbane di scorrimento;
- E. strade urbane di quartiere;
- F. strade locali.

Le disposizioni di cui al presente decreto si applicano sia alle infrastrutture di nuova realizzazione che a quelle esistenti, al loro ampliamento in sede, alle nuove infrastrutture in affiancamento a quelle esistenti e alle loro varianti; in funzione di tali caratterizzazioni il decreto prevede nuove fasce di pertinenza acustica definite come strisce di terreno misurate in proiezione orizzontale, per ciascun lato dell'infrastruttura, a partire dal confine stradale, per le quali sono stabiliti i limiti di immissione del rumore. Nelle tabelle seguenti (Tab. 5.4a - Tab. 5.4b) si riporta quanto descritto nell'Allegato 1.

Tab. 5.4a
(strade di nuova realizzazione)

TIPO DI STRADA (secondo Codice della Strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo D.M. 5.11.01- Norme funz. e geom. per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole , ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada		250	50	40	65	55
B - extraurbana principale		250	50	40	65	55
C - extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D - urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
			50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995.			
F - locale		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995.			

* per le scuole vale il solo limite diurno

Tab. 5.4b
(STRADE ESISTENTI E ASSIMILABILI)
(ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)

TIPO DI STRADA (secondo Codice della Strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole , ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100			65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995.			
F - locale		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995.			

* per le scuole vale il solo limite diurno

Per le infrastrutture di nuova realizzazione viene definito un corridoio acustico di 500 metri di larghezza, a fianco dell'infrastruttura, all'interno del quale devono essere individuati eventuali ricettori sensibili quali scuole, ospedali, case di cura o di riposo.

Per tutte le infrastrutture definite all'art.2 del comma 3 del decreto, il rispetto dei limiti di immissione del rumore riportati nell'allegato 1 e, al di fuori delle fasce di pertinenza acustica, il rispetto dei valori stabiliti nella tabella C del decreto del DPCM 14 novembre 1997, è verificato in facciata degli edifici ad 1 metro dalla stessa e in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione nonché dei ricettori.

Qualora i valori limite per le infrastrutture, ed i valori limite al di fuori della fascia 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 evidenzia l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

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

Per i ricettori inclusi nelle fasce di pertinenza acustica, devono essere individuate e 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.

Per lo studio dell'ampliamento del raccordo autostradale Salerno-Avellino verranno quindi considerate, secondo la tabella 4b due fasce di pertinenza:

- una prima fascia di ampiezza pari a 100 m per ciascun lato dell'infrastruttura, a partire dal confine stradale, per la quale valgono i limiti di immissione di 70 dB(A) nel periodo diurno e 60 dB(A) nel periodo notturno;
- una seconda fascia di pertinenza acustica dell'ampiezza di 150 m, a partire dal confine della prima fascia, con limiti di legge pari a 65 dB(A) nel periodo diurno e 55 dB(A) nel periodo notturno.

5.3 CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

5.3.1 Premessa metodologica

La prima fase della verifica della compatibilità acustica dell'opera in progetto con i limiti di legge consiste nella determinazione dello stato di fatto acustico (configurazione ante-operam). La situazione acustica postoperam, delineabile con l'entrata in esercizio dell'opera, è ottenibile stimando l'incremento di immissione sonora causato dal traffico stradale aggiuntivo che l'ampliamento della sede stradale inevitabilmente produrrà.

È possibile ottenere una "fotografia" del clima acustico attuale dell'area di intervento elaborando i dati rilevati da un'opportuna campagna di monitoraggio, precedentemente organizzata attraverso un sopralluogo, necessario all'individuazione dei siti sensibili presenti in prossimità della sede stradale.

Per la valutazione ante-operam si è quindi proceduto a:

- definire attraverso un sopralluogo l'area di impatto dell'opera e l'ubicazione dei siti più sensibili allo scopo di impostare la campagna di misure;
- eseguire un'accurata campagna di misure;
 - realizzare una carta descrittiva che esprima i valori di rumore rilevati con la campagna di monitoraggio.

Per i comuni di Montoro Inferiore, Montoro Superiore, Fisciano, Baronissi, Pellezzano e Salerno, dove è già presente una classificazione acustica secondo quanto previsto dalla L.447/95, tali limiti sono determinati in base al DPCM del 14 novembre 1997, mentre per i comuni di S. Michele di Serino, Atripalda, Serino, Manocalzati, Cesinali e Solofra, che non hanno ancora provveduto a tale adempimento (nel comune di Solofra, S. Michele di Serino, Serino e Atripalda il piano di zonizzazione acustica è in via di adozione), la suddivisione in classi acustiche è stata effettuata secondo le direttive del DPCM del 01 marzo 1991, considerando la pianificazione territoriale vigente e principalmente le destinazioni d'uso definite dai vari PRG comunali.

I documenti a cui si è fatto riferimento per la classificazione acustica dell'area di interesse sono i seguenti:

- Zonizzazione acustica del comune di Montoro Superiore;
- Zonizzazione acustica del comune di Montoro Inferiore;
- Zonizzazione acustica del comune di Fisciano;

- Zonizzazione acustica del comune di Pellezzano;
- Zonizzazione acustica del comune di Baronissi;
- Zonizzazione acustica del comune di Salerno;
- PRG del comune di Solofra;
- PRG del comune di S. Michele di Serino;
- PRG del comune di Atripalda;
- PRG del comune di Manocalzati;
- PRG del comune di Cesinali;
- PRG del comune di Serino;
- Delibere della giunta regionale relativamente alle Linee Guida per la redazione dei piani di zonizzazione acustica.

Le misure sono state eseguite con la seguente strumentazione:

§ Sistema integratore Symphonie della 01dB;

§ Calibratore 01 dB – CAL 01;

Il sistema di misura soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994, i filtri le norme EN 61260/1995 (IEC 1260), il microfono le norme EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/1995 e EN 61094-4/1995, il calibratore le norme CEI 29-4. (come specificato all'allegato B nei punti 1 e 2 del DPCM 1 marzo 1991 e all'art.2 del DPCM 16 marzo 1998).

La catena del sistema di misura ed il calibratore sono stati sottoposti a taratura da un centro SIT autorizzato, il quale ha rilasciato un regolare certificato.

La calibrazione acustica è stata eseguita prima, durante e dopo le misurazioni fonometriche, secondo quanto disposto dalla norma IEC 942/1998, non evidenziando scostamenti del valore di riferimento superiori a 0,5 dB(A).

Le misure del livello di rumore sono avvenute nelle postazioni ritenute più rappresentative per la valutazione del clima sonoro dell'area e sono state eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve, con una velocità del vento non superiore a 5 m/s (secondo quanto previsto dal DPCM 16 marzo 1998 all'allegato B).

I siti scelti per il monitoraggio ben rappresentano in senso acustico le aree di interesse, oggetto dell'intervento di ampliamento della sede stradale del raccordo Salerno-Avellino: sono porzioni

di territorio fruibili dall'uomo e sono risultati privi di contaminazioni di rumore di sorgenti diverse da quelle derivanti dal traffico veicolare transitante, come cani, condizionatori d'aria, macchine agricole, aeromobili etc.

In totale sono state scelte n.10 postazioni di monitoraggio, che per ubicazione ben rappresentano sia le principali aree abitate presenti lungo tutto il raccordo autostradale oggetto di indagine sia le caratteristiche della stessa infrastruttura, in quanto identificano e descrivono il rumore generato da tronchi autostradali considerabili omogenei per flusso veicolare, tipologia di veicoli, velocità di percorrenza, andamento del traffico, caratteristiche del manto stradale e pendenza del tracciato.

Il tempo di misura è stato scelto di 1 ora, sia per i rilievi fonometrici diurni che per quelli notturni, considerati soddisfacenti a descrivere l'andamento medio del rumore prodotto dal traffico veicolare transitante e quindi a rendere significativa l'intera campagna di monitoraggio.

Nella campagna di misure sono stati eseguiti:

- 10 rilievi fonometrici diurni della durata di 1 ora;
- 10 rilievi fonometrici notturni della durata di 1 ora.

Per ogni singolo rilievo le informazioni ricavate sono le seguenti:

Time history (in continuo)

Leq (Livello equivalente continuo)

L95 (Livello sonoro che viene superato per il 95% del tempo di misura)

L90 (Livello sonoro che viene superato per il 90% del tempo di misura)

L50 (Livello sonoro che viene superato per il 50% del tempo di misura)

L10 (Livello sonoro che viene superato per il 10% del tempo di misura)

L5 (Livello sonoro che viene superato per il 5% del tempo di misura)

I risultati della campagna di misure, il cui dettaglio è riportato nell'Appendice A del presente studio, sono riassunti nella seguente tabella (Tab. 5.5). Nelle tavole di localizzazione dei ricettori sono indicati i punti, in corrispondenza dei quali, è stata effettuata la misura.

Tab 5.5 Rilievi sperimentali

Comune	Siti monitorato	Leq dB(A)		Note– caratteristiche ricettore (*)
		Diurno	Notturmo	Distanza dalla strada (m)
Salerno – Fratte (SA)	Via dei Greci , G - in prossimità di una palazzina di 4 piani	67,7	56,7	35,00
Baronissi (SA)	Via S. Andrea, n.47 - in prossimità di una palazzina di 4 piani	65,9	56,6	40,70
Fisciano (SA)	Via Fratelli Napoli, n.75 - in prossimità di una palazzina di 2 piani	59,9	55,1	70,00
Fisciano (SA)	Via Ponte Don Melillo, n.67 - in prossimità di una palazzina di 1 piano	62,2	56,4	73,20
Montoro inferiore –Piazza di Pandola (AV)	Via Turci, n-43 - in prossimità di una palazzina di 4 piani	65,6	55,7	28,30
Montoro superiore –Torchiati (AV)	Via Sabbia , n.16 - in prossimità di una palazzina di 1 piano	57,8	49,8	92,50
Solofra (AV)	In prossimità dell' Ospedale Andolfi (ricettore sensibile – classe I)	58,0	47,0	140,0
Serino (AV)	Via Pesarole, n.3 - in prossimità di una palazzina di 2 piani -	65,9	55,1	66,00
San Michele di Serino (AV)	Via Taverna Ferriera, n.36 - in prossimità di una palazzina di 1 piano	69,1	59,1	35,60
Atripalda (AV)	Contrada Civica, n. 16 - in prossimità di una palazzina di 2 piani - presenza di un ricettore sensibile di classe I – Scuola in contrada Civica, n.14	73,9	58,7	27,5

(*) caratteristiche determinate dal file 3D in formato .dwg ;

(**) dislivello + : posizione casa a livello del terreno superiore alla posizione della strada; dislivello – : posizione strada superiore alla posizione della casa, a livello del terreno.

5.3.2 Analisi dei risultati della campagna di monitoraggio

La campagna di monitoraggio permette di definire in modo generale il clima acustico dell'area interessata dal raccordo autostradale che coinvolge, partendo da Salerno e proseguendo verso Avellino, i comuni di Salerno, Baronissi, Pellezzano, Fisciano, Montoro Inferiore, Montoro Superiore, Solofra, Serino, S. Michele di Serino, Cesinali, S.Stefano, Atripalda e Manocalzati; essa permette, inoltre, di delineare le criticità acustiche attualmente esistenti determinando e descrivendo le principali sorgenti di rumore presenti, ma anche e soprattutto di caratterizzare in modo puntuale la fascia di territorio che sarà sede del futuro collegamento autostradale attraverso i livelli di pressione sonora attualmente presenti e monitorati da nord a sud lungo tutto il progettato sviluppo longitudinale dell'infrastruttura.

Per analizzare i risultati della campagna di monitoraggio sono stati utilizzati, come limiti massimi di riferimento, i limiti acustici relativi alle fasce di pertinenza stradale della viabilità esistente interessata dalla campagna di monitoraggio, secondo quanto previsto per le strade esistenti dal recente regolamento per l'inquinamento acustico indotto dal traffico veicolare.

La descrizione del clima acustico ante-operam viene condotta analizzando, comune per comune, il territorio compreso tra le due arterie autostradali che da nord a sud delimitano l'area interessata dal raccordo autostradale A3-A30 Salerno-Avellino, attraverso un confronto puntuale tra i livelli di pressione sonora rilevati e i livelli di immissione definiti dalle classificazioni acustiche comunali vigenti. Questo modo di procedere permette inoltre di dare una caratterizzazione acustica di quelle aree di particolare pregio naturalistico presenti nel territorio che devono essere necessariamente salvaguardate dal degrado ambientale e di fornire una localizzazione delle criticità acustiche nelle aree più densamente abitate.

Comune di Salerno: l'area considerata è nel quartiere di Fratte, in una zona a carattere misto (residenziale e commerciale) nei pressi del raccordo autostradale, ricadente nella classe III della zonizzazione acustica del territorio comunale (limiti acustici di 60 dB diurni e 50 dB notturni). Per le abitazioni situate in prossimità del raccordo ed influenzate dal flusso veicolare su di esso transitante è stata considerata la fascia di pertinenza stradale di 250 m, in base all'ultimo regolamento sul rumore stradale, con limiti acustici più elevati: 70 dB diurni e 60 dB notturni nei primi cento metri, a partire dal confine stradale, e di 65 dB diurni e 55 dB notturni nei successivi 150 metri. Sono presenti sul ciglio della sede stradale e in corrispondenza dello svincolo per la città delle barriere acustiche, costituite da pannelli fonoassorbenti con base in calcestruzzo per un'altezza complessiva che varia dai 5 ai 7 m; tali barriere evidenziano l'esistenza di un clima acustico già attualmente sostenuto.

Comune	Siti monitorato	Leq dB(A)		Note- aratteristiche ricettore
		diurno	notturno	distanza dalla strada (m)
Salerno – Fratte (SA)	Via dei Greci , G - in prossimità di una palazzina di 4 piani	67,7	56,7	35,0

Comune di Baronissi: E' una zona ad elevata densità abitativa, a carattere prevalentemente misto, residenziale e commerciale; le abitazioni ricadono in gran parte nella classe III della zonizzazione acustica del territorio comunale, con limiti acustici di 60 dB diurni e 50 dB notturni; per le abitazioni situate a ridosso della sede stradale è stata considerata la fascia di pertinenza stradale di 250 m (ultimo regolamento sul rumore stradale) con limiti acustici di 70 dB diurni e 60 dB notturni nei primi cento metri, a partire dal confine stradale, e di 65 dB diurni e 55 dB notturni nei successivi 150 metri. Per la campagna di monitoraggio è stato scelto un edificio di 4 piani in prossimità dello svincolo per Baronissi. Il livello di pressione sonora riscontrato in tale punto è ritenuto rappresentativo del clima acustico della zona, che risulta abbastanza sostenuto.

Comune	Siti monitorato	Leq dB(A)		Note- aratteristiche ricettore
		diurno	notturno	distanza dalla strada (m)
Baronissi (SA)	Via S. Andrea, n.47 - in prossimità di una palazzina di 4 piani	65,9	56,6	93,4

Comune di Fisciano: l'area indagata è costituita in gran parte da aree residenziali a carattere misto, ricadenti nella classe III della zonizzazione acustica del territorio comunale; per i recettori oggetto dello studio e situati in prossimità della sede stradale è stata considerata la fascia di pertinenza stradale di 250 m (ultimo regolamento sul rumore stradale), con limiti acustici pari a 70 dB diurni e 60 dB notturni nei primi cento metri, a partire dal confine stradale, e di 65 dB diurni e 55 dB notturni nei successivi 150 metri; durante la campagna di monitoraggio sono state effettuate due misure in corrispondenza di due punti situati prima e dopo lo svincolo per la città.

Comune	Siti monitorato	Leq dB(A)		Note- caratteristiche ricettore
		diurno	notturno	distanza dalla strada (m)

Comune	Siti monitorato	Leq dB(A)		Note- caratteristiche ricettore
		diurno	notturno	distanza dalla strada (m)
Fisciano (SA)	1) Via Ponte Don Melillo, n.67 - in prossimità di una palazzina di 1 piano	62,2	56,4	58,00
Fisciano (SA)	2) Via Fratelli Napoli, n.75 - in prossimità di una palazzina di 2 piani	59,9	55,1	70,00

Comune di Montoro Inferiore: Località Piazza di Pandola – E' una zona ad elevata densità abitativa, con edifici situati a ridosso della sede stradale. Per tali recettori il clima acustico è fortemente influenzato dal flusso di traffico circolante sul raccordo; per essi infatti si considerano validi i limiti acustici della fascia di pertinenza stradale di 250 m (valida per infrastrutture esistenti) con limiti di legge di 70 dB diurni e 60 dB notturni nei primi cento metri, a partire dal confine stradale, e di 65 dB diurni e 55 dB notturni nei successivi 150 metri; per i recettori più lontani, situati a distanze superiori ai 60 m dal ciglio stradale, il rumore è anche dovuto alla presenza della strada provinciale che collega Piazza di Pandola a Fisciano. Il recettore monitorato durante la campagna di misura è un edificio di 4 piani situato nei pressi dello svincolo autostradale di Montoro Inferiore, distante meno di 30 m dall'asse stradale e per tale motivo fortemente influenzato dal rumore stradale del raccordo.

Comune	Siti monitorato	Leq dB(A)		Note- aratteristiche ricettore
		diurno	notturno	distanza dalla strada (m)
Montoro inferiore - Piazza di Pandola (AV)	Via Turci, n-43 - in prossimità di un edificio di 4 piani	65,6	55,7	28,30

Comune di Montoro Superiore: Località Torchiati – E' una zona a bassa densità abitativa, influenzata prevalentemente dal flusso veicolare transitante sul raccordo; dalla zonizzazione acustica del territorio comunale sono state rilevate prevalentemente zone appartenenti alla classe III (con limiti acustici di 60 dB diurni e 50 dB notturni); il ricettore monitorato, distante circa 90,00m dall'asse stradale, rientra nella fascia prima acustica di 100 m stabilita dal nuovo decreto per le strade esistenti; per i quali restano validi limiti acustici di 70 dB diurni e 60 dB notturni.

Comune	Siti monitorato	Leq dB(A)		Note- aratteristiche ricettore
		diurno	notturno	distanza dalla strada (m)
Montoro superiore – Torchiati (AV)	Via Sabbia , n.16 - in prossimità di una palazzina di 1 piano	57,8	49,8	92,5

Comune di Solofra: l'area oggetto di indagine è caratterizzata in gran parte da edifici a destinazione industriale, ricadenti nella zona definita come “tutto il territorio nazionale” secondo il D.P.C.M. del 1° marzo 1991 (con limiti acustici di 70 dB diurni e 60 dB notturni); è stata individuata, ad una distanza di circa 140 m dall'asse stradale, in corrispondenza dello svincolo per la città di Solofra, una struttura ospedaliera considerata ricettore sensibile (limiti di legge 50 dB(A) diurni e 40 dB(A) notturni), in prossimità della quale è stata effettuata la misura. Il clima acustico, in tale punto, supera i limiti di legge a causa del traffico sostenuto sul raccordo esistente nonostante la maggiore distanza tra il ricettore e l'asse stradale.

Comune	Siti monitorato	Leq dB(A)		Note- aratteristiche ricettore
		diurno	notturno	distanza dalla strada (m)
Solofra (AV)	In prossimità dell' Ospedale Andolfi (ricettore sensibile – classe I)	58,0	47,0	140,00

Comune di Serino: la zona oggetto di indagine è di tipo misto: abitativa e commerciale. Percorrendo il raccordo da Avellino a Salerno, i ricettori situati sul lato destro della strada sono stati considerati da un punto di vista acustico appartenenti alla zona A, secondo il D.P.C.M. del 1° marzo 1991 per i comuni che non hanno provveduto alla zonizzazione acustica (con limiti diurni di 65 dB e 55 dB notturni) mentre i ricettori situati sul lato sinistro sono stati considerati appartenenti alla zona B (con limiti di 60 dB diurni e 50 dB notturni). Nella campagna di monitoraggio del rumore indotto dal raccordo autostradale esistente è stata considerata come ricettore un'abitazione di un piano per la quale si considera l'esistenza di una fascia di pertinenza acustica di 250 m dal confine stradale (in base all'ultimo regolamento sulle strade) con limiti acustici di 70 dB diurni e 60 dB notturni nei primi cento metri, a partire dal confine stradale, e di 65 dB diurni e 55 dB notturni nei successivi 150 metri; i livelli di pressione sonora misurati durante la campagna di monitoraggio si mantengono sostenuti a causa dell'influenza del traffico autostradale.

Comune	Siti monitorato	Leq dB(A)		Note- aratteristiche ricettore
		diurno	notturno	distanza dalla strada (m)
Serino (AV)	Via Pesarole, n.3 - in prossimità di una palazzina di 2 piani -	65,9	55,1	66,00

Comune di San Michele di Serino: l'area oggetto di indagine è di tipo abitativo, ricadente in gran parte nella zona B del PRG del comune, alla quale è stato attribuito, in base al D.P.C.M. del 1° marzo 1991 e non essendo ancora stata approvata la zonizzazione acustica del territorio, i limiti di legge di 60 dB diurni e 50 dB notturni. Nella campagna di monitoraggio del rumore indotto dal raccordo autostradale esistente è stata considerata come ricettore una villetta di due piani per la quale si considera l'esistenza di una fascia di pertinenza acustica di 250 m dal confine stradale (in base all'ultimo regolamento sulle strade) con limiti acustici più elevati (70 dB diurni e 60 dB notturni nei primi cento metri, a partire dal confine stradale, e di 65 dB diurni e 55 dB notturni nei successivi 150 metri) rispetto a quelli stabiliti dal DPCM 1 marzo 1991.

Comune	Siti monitorato	Leq dB(A)		Note- aratteristiche ricettore
		diurno	notturno	distanza dalla strada (m)
San Michele di Serino (AV)	Via Taverna Ferriera, n.36 - in prossimità di una palazzina di 1 piano –	69,1	59,1	35,60

Comune di Atripalda: è una zona densamente abitata, attraversata dal raccordo autostradale nella direzione che da Avellino conduce a Salerno. La zona di interesse è costituita in gran parte da abitazioni e industrie che ricadono nella zona definita B1 (residenziale saturata) del PRG, alla quale è stato attribuito, in base al D.P.C.M. del 1° marzo 1991, i limiti di legge di 60 dB diurni e 50 dB notturni. Nella campagna di monitoraggio del rumore indotto dal raccordo autostradale esistente è stata considerata come ricettore una villetta di due piani, distante circa 15,00 m dall'asse stradale, per la quale si considera l'esistenza di una fascia di pertinenza acustica di 250 m dal confine stradale (in base all'ultimo regolamento sulle strade) con limiti acustici più elevati (70 dB diurni e 60 dB notturni nei primi cento metri, a partire dal confine stradale, e di 65 dB diurni e 55 dB notturni nei successivi 150 metri) rispetto a quelli stabiliti dal DPCM 1 marzo 1991. Dai rilievi fonometrici effettuati è risultato un valore del livello di pressione sonora abbastanza elevato: ciò indica un clima acustico sostenuto già nella situazione attuale. Ad una

distanza maggiore dalla villetta oggetto del monitoraggio è stato individuato un edificio scolastico, classificato come ricettore sensibile, che risente (anche se in forma minore della villetta) dell'elevato clima acustico presente in zona.

Comune	Sito monitorato	Leq dB(A)		Note- caratteristiche ricettore
		diurno	notturno	Distanza dalla strada (m)
Atripalda (AV)	Contrada Civica, n. 16 - in prossimità di una palazzina di 2 piani - presenza di un ricettore sensibile di classe I – Scuola in contrada Civica, n.14	73,9	58,7	15.00

5.4 VALIDAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Lo studio di impatto acustico del raccordo autostradale Salerno-Avellino, nella previsione dell'ampliamento dell'opera in progetto, viene realizzato attraverso un software previsionale in grado di modellizzare la futura configurazione di esercizio e delineare, al completamento dell'opera, quale sarà lo scenario acustico futuro.

Per verificare la capacità del software di rappresentare in modo soddisfacente lo scenario acustico futuro, in funzione delle caratteristiche geomorfologiche del territorio interessato e delle caratteristiche tecniche dell'opera in questione, è stato effettuato un confronto tra i valori ottenuti dalla campagna di monitoraggio, desunti da rilievi fonometrici eseguiti lungo la strada esistente e utilizzati al presente fine di validazione del modello di calcolo, e i risultati che si ottengono implementando il modello previsionale con i flussi di traffico lungo la strada in oggetto. Per una buona approssimazione dello scenario acustico futuro la differenza tra i livelli equivalenti di pressione sonora monitorati e i livelli equivalenti di pressione sonora calcolati dal modello non devono essere superiori a 1,5-2 dB(A), ovvero alla tolleranza del modello stesso. Questo significa una buona digitalizzazione dei dati topografici caratterizzanti l'area di indagine, con particolare attenzione ai profili altimetrici e a tutti i possibili ostacoli alla propagazione del rumore (come la presenza di eventuali barriere acustiche lungo il tratto stradale), una buona rappresentazione delle caratteristiche tecniche del manto stradale e del coefficiente acustico di

assorbimento o riflessione del terreno, ma soprattutto una buona riproduzione del tipo di traffico transigente e quindi delle velocità di flusso che caratterizzano a regime l'opera in questione.

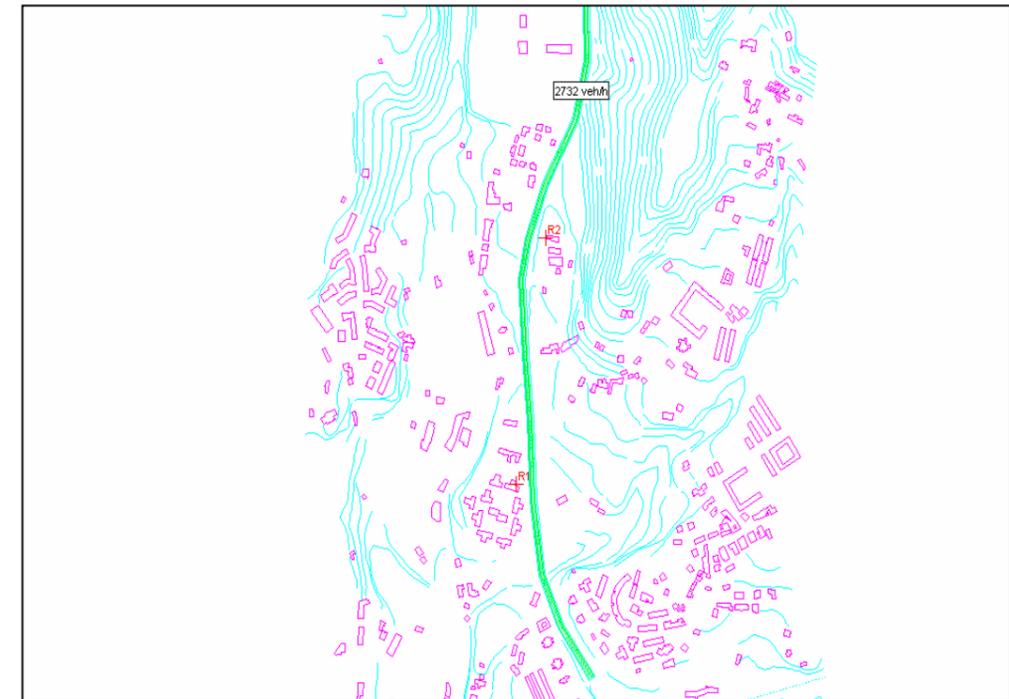


Fig 5.1 Schema di calcolo per la validazione del modello (p.to di misura in località Fratte-Salerno)

Tab 5.6 Risultati della validazione del modello

CALCOL N° 1				
Comment : calculation n°1 (Receiver)				
Creation date : 13-JUN-2004				
Position : from (2501120.8m, 4505466.0m) to (2501546.3m, 4505686.0m)				
Calculation parameters : mode ISO.9613, 100 rays, 5 reflections, 2000.00 m, Leq +				
Type of ground : 600.0 (sigma)				
Printed result : Leq variant 1				
Receiver	Information	Lp dB(A) calcolato	Lp dB(A) misurato	Lp dB(A) differenza
1	Ground floor (1.8 m)	66.8	67.7	-0.9

In sintesi, impostando i parametri di calcolo su valori ottimizzati dal confronto tra i Leq(A) monitorati e i Leq(A) calcolati, insieme ad una precisa digitalizzazione del sito considerato, è possibile, conoscendo i flussi di traffico postoperam e le caratteristiche tecniche dell'opera in progetto, riprodurre con buona approssimazione lo scenario acustico futuro, quindi avere una previsione attendibile dei livelli di rumore (diurni e notturni) futuri da confrontare con i limiti di immissione vigenti.

Questo permette anche di progettare in maniera efficiente posizione e caratteristiche di barriere acustiche fonoassorbenti laddove e qualora i valori di Leq(A) calcolati siano superiori ai limiti imposti dalla legge, prevedendo, sempre con il codice di calcolo, l'abbattimento del livello equivalente di pressione sonora Leq(A), e quindi di definire gli interventi mitigativi necessari al contenimento dell'impatto acustico e al rispetto della normativa vigente.

Per operare questo confronto (Leq(A) calcolati e Leq(A) monitorati), al fine di ottimizzare il modello di calcolo per la rappresentazione dello scenario acustico futuro, sono stati introdotti nel software di simulazione i dati di traffico veicolare (TGM) destagionalizzati, attualmente presenti nell'area.

5.4 STUDIO PREVISIONALE

5.4.1 Premessa metodologica

Il modello previsionale acustico è uno strumento matematico/informatico che cerca di ricostruire, il più fedelmente possibile, il clima acustico in un dominio di calcolo spazio-temporale di interesse; di per sé non ha limitazioni nel fornire indicazioni in ogni punto del territorio, tuttavia il problema è stabilire quanto la previsione sia realistica: il modello, infatti, in quanto tale, sarà sempre un'approssimazione della realtà e dunque potenzialmente in disaccordo con quanto misurato; tale disaccordo può essere quantificato in termini statistici e tali indicatori possono essere utili per confrontare la performance del modello applicato alla realtà che si vuole studiare. Nel nostro caso, dall'analisi della taratura del modello effettuata confrontando i valori dei livelli di pressione sonora calcolati con quelli misurati, si evince un grado cosiddetto di calibrabilità (tuning) che gli consente di adattarsi in maniera soddisfacente alle misure effettuate.

Sulla base di questa premessa, scopo dello studio previsionale è caratterizzare la situazione acustica futura valutando il clima acustico prodotto dal traffico che transiterà sul futuro raccordo, calcolando i livelli di pressione prodotti sui ricettori potenzialmente più disturbati, effettuandone un confronto con i livelli definiti dalla normativa di settore, in particolare secondo il regolamento sull'inquinamento acustico indotto dal traffico veicolare. Obiettivo dello studio previsionale è anche quello di stabilire in funzione dei dati di traffico sulla viabilità futura, la misura dell'eventuale miglioramento del clima acustico attuale a seguito dell'entrata in esercizio del nuovo progetto stradale.

A tali fini lo studio previsionale è stato diviso nelle parti seguenti:

- Futura viabilità sul collegamento autostradale Salerno - Avellino – caso diurno;
- Futura viabilità sul collegamento autostradale Salerno - Avellino – caso notturno;
- Futura viabilità sul collegamento autostradale Salerno - Avellino – caso diurno con interventi mitigativi;
- Futura viabilità sul collegamento autostradale Salerno - Avellino – caso notturno con interventi mitigativi.

5.4.2 Il software previsionale

Il software previsionale in grado di modellizzare la futura configurazione di esercizio è il software MITHRA. Tale software è basato sul principio del ray-tracing inverso: l'area sottoposta ad analisi viene suddivisa in una serie di superfici di piccola entità e ognuna di queste viene collegata ad un punto detto ricettore; da ogni singolo ricettore partono omnidirezionalmente i raggi che, dopo eventuali molteplici riflessioni e diffrazioni, intercettano la sorgente rumorosa; il percorso di ogni singolo raggio descrive di quanto viene attenuata l'onda incidente a partire da una determinata sorgente di rumore.

Il livello di pressione sonora nella sezione trasversale posta lungo la traiettoria sorgente-ricettore è calcolato mediante il seguente algoritmo:

$$L_p = L_w - A_{div} - A_{atm} - A_{ground} - A_{screen} - A_{ref}$$

in cui :

- L_w = potenza acustica associata alla sezione;
- A_{div} = divergenza geometrica;
- A_{atm} = assorbimento dell'aria;
- A_{ground} = attenuazione legata all'effetto del terreno in condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del rumore;
- A_{screen} = attenuazione dovuta alla diffrazione in condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del rumore;
- A_{ref} = assorbimento da parte di superfici verticali;

Il livello di rumore a lungo termine (LLT) si ottiene applicando al calcolo dell'algoritmo precedente un fattore di correzione meteorologico che dipende dall'altezza della sorgente (hs) e del recettore (hr), dalla distanza sorgente-recettore (dp), e dalla percentuale (p) di tempo durante il quale le condizioni meteorologiche sono favorevoli alla propagazione del rumore nella sezione considerata.

$$L_{LT} = L_p - C_{meteo}$$

se $dp > 10 (hs+hr)$

$C_{meteo} = C_0 [1 - 10(hs+hr)/dp]$ con $C_0 = 10 \log(p)$ e $C_0 > -5 \text{dB}$

se $dp < 10 (hs+hr)$

$C_{meteo} = 0$

La tolleranza di questo programma previsionale si può stimare nell'ordine di 1,5-2 dB(A), ritenuta allo stato attuale soddisfacente. Questo errore è dovuto alla tolleranza propria della fase di digitalizzazione delle variabili topografiche, ma soprattutto all'incompletezza delle informazioni che vengono fornite in ingresso; per una previsione il più possibile vicina alla realtà i parametri da introdurre sarebbero in realtà un numero maggiore di quelli che vengono normalmente richiesti. L'umidità, la direzione prevalente del vento o la presenza di siti che innescano particolari fenomeni acustici provocano, per esempio, proporzionalmente alla distanza del ricettore dalla sorgente, una deviazione della traiettoria dell'onda sonora.

Tra le variabili di input che il software MITHRA richiede, le principali e più importanti risultano le seguenti:

- orografia del terreno: descrive il territorio con curve di isolivello, dossi e avvallamenti;
- unità abitative: solidi poligonali descrivono i volumi degli edifici;
- rete viaria : polilinee e punti tridimensionali simulano le sorgenti di rumore fisse e mobili (strade urbane ed extraurbane, ferrovia, attività rumorose...) e contengono tutti i parametri legati alle loro specifiche caratteristiche, come i dati dei volumi di traffico, la composizione del traffico, la velocità, il manto stradale, la discontinuità del flusso veicolare. Per ogni singola corsia viene calcolata la potenza sonora della sorgente;
- ricettori discreti: l'ubicazione dei singoli ricettori risulta utile nell'analisi puntuale del territorio, soprattutto se la strada interessa territori con presenza di ricettori considerati sensibili dalla normativa. L'ubicazione dei ricettori si rivela importante per un confronto tra i dati calcolati e quelli ottenuti nelle campagne di monitoraggio, necessari alla taratura del modello e alla verifica dell'attendibilità della rappresentazione virtuale per la riproduzione dello scenario reale;
- barriere protettive e materiali fonoassorbenti: sono introdotti nelle successive fasi di progetto, qualora si intenda procedere alla realizzazione di interventi di risanamento;
- caratteristiche del suolo: ogni tipo di terreno possiede un particolare coefficiente di assorbimento e di riflessione del terreno, che altera la traiettoria e l'intensità del raggio incidente.

La versione del software MITHRA utilizzata è la v.5.0. L'algoritmo di propagazione è quello di riferimento internazionale descritto nella normativa ISO9613, metodo ISO 9613-2.

I principali input inseriti nel modello di calcolo sono i seguenti:

- flussi veicolari (leggeri e pesanti);
- velocità;
- tipo dei veicoli;
- caratteristiche del flusso;
- tipo di terreno (hard ground o soft ground – coefficiente di assorbimento);
- posizione e altezza del recettore;
- posizione e altezza della strada (distanza del recettore dalla strada e dislivello tra le due posizioni);
- posizione e altezza di eventuali barriere, presenti attualmente.

Per ciò che concerne la rappresentazione della posizione reciproca strada e ricettori (distanza e dislivello tra le posizioni dei ricettori e la posizione della strada), nel modello di calcolo è stato importato direttamente il file grafico in 3D rappresentante il territorio, la strada e i ricettori (abitazioni) presenti (formato dxf); in questo modo è stata minimizzata l'approssimazione legata alla modellizzazione del territorio, inevitabile quando la rappresentazione grafica viene effettuata direttamente nel modello di simulazione (Fig 5.2).

Le strade sono state riprodotte considerandone le caratteristiche strutturali: numero di corsie, larghezza delle corsie, larghezza dello spartitraffico, esistenza e dimensioni delle banchine; le velocità e le caratteristiche del traffico veicolare introdotte come dati di input sono quelle che rappresentano le condizioni standard di percorrenza di un'infrastruttura stradale considerata quale strada extraurbana principale; mentre le caratteristiche del terreno implementate nel modello di calcolo ne descrivono al meglio le caratteristiche acustiche, quali capacità di assorbimento, riflessione e diffrazione delle onde sonore. Nelle simulazioni è stato inoltre considerato un asfalto di tipo poroso.

Le simulazioni sono state inoltre realizzate utilizzando condizioni meteo standard, che rappresentano le condizioni riscontrabili nell'area di interesse:

Pressione	1 atm;
Temperatura	15 °C;
Umidità	70 %;
Assenza di precipitazioni;	
Velocità del vento inferiore a 2 m/s.	

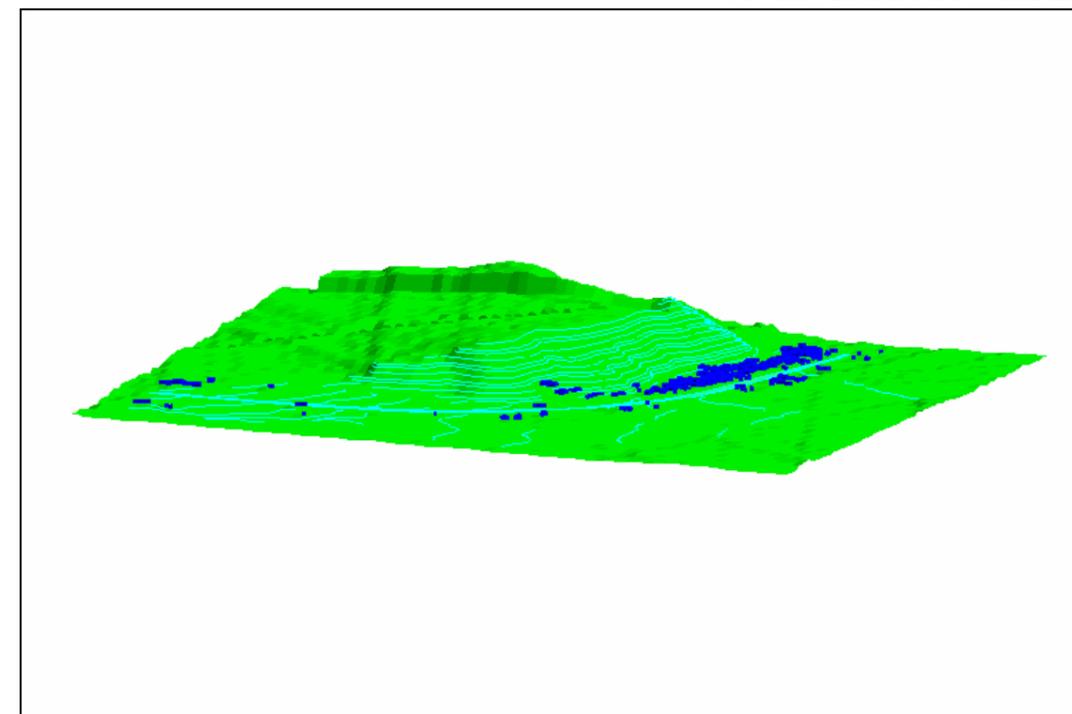


Fig 5.2 Modellizzazione 3D del territorio (file di input del modello di simulazione: località Serino)

5.4.3 Il progetto

Il nuovo tracciato del raccordo autostradale A3-A30 Salerno-Avellino, che prevede il potenziamento dell'infrastruttura in esercizio con la costruzione di una terza corsia per entrambi i sensi di marcia, è caratterizzato dall'alternanza di tratti in rilevato e in trincea, accuratamente ricostruiti sul modello di calcolo, soprattutto nelle zone di attraversamento dei comuni di Atripalda-Manocalzati, in prossimità dello svincolo sud per Avellino, dei comuni Serino e Fisciano prima dell'ingresso in galleria, di Montoro Superiore e Inferiore, di Lancusi, Baronissi e Salerno, caratterizzati da una elevata densità abitativa a ridosso della strada di interesse. In gran parte del tracciato si segnala la presenza di una folta vegetazione (soprattutto nelle zone di attraversamento dei comuni di S. Michele di Serino e Serino) che, a vantaggio di un'analisi cautelativa, non è stata considerata ai fini del presente studio, ma che sicuramente ha degli effetti positivi sul clima acustico della zona, riducendo anche di 1 dB il livello di pressione sonora prodotto dal traffico veicolare transigente sul raccordo in oggetto.

Nel primo tratto, in prossimità dello svincolo per la città di Salerno, si segnala la presenza di barriere acustiche, caratterizzate da pannelli fonoassorbenti su supporto in cemento armato, con altezza variabile dai 3 a i 5 metri, che limitano notevolmente i livelli di pressione sonora dovuti

al traffico circolante sul raccordo, garantendo attualmente un clima acustico della zona accettabile.

5.4.4 Descrizione dei ricettori interessati dalla simulazione previsionale

La simulazione postoperam è stata effettuata prendendo in considerazione un adeguato numero di ricettori (in numero pari a 110) considerati maggiormente esposti all'inquinamento acustico e localizzati nelle aree a maggiore densità abitativa nelle vicinanze del futuro raccordo autostradale. Nella scelta di tali ricettori (vedi Tab. 5.7), quasi tutti appartenenti alla fascia di pertinenza acustica di 100 m dal confine stradale, secondo le disposizioni dell'ultimo regolamento sul rumore stradale, è stato considerato l'elenco delle demolizioni previste (per lo più baracche situate in prossimità del ciglio stradale), per cui nelle simulazioni non sono stati considerati quei ricettori per i quali sarà previsto l'abbattimento da parte dell'ente di competenza. Nelle tavole, in allegato alla relazione si riportano i ricettori abitativi scelti per le simulazioni; dalle tavole, che rappresentano in scala 1:10.000 il territorio interessato dall'attraversamento delle strade oggetto di studio, è possibile risalire alla località di appartenenza dei ricettori, alle distanze dei medesimi rispetto all'asse stradale, nonché alla quota di ciascuno di essi ovvero al dislivello rispetto al piano stradale.

Tab 5.7 Descrizione dei ricettori utilizzati nelle simulazioni

Comune	Ricettori	Descrizione
Salerno	R1	Abitazione, 2 piani (loc. Salerno)
	R2	Abitazione, 2 piani (loc. Salerno)
	R3	Industria con abitazione (loc. Salerno)
	R4	Industria con abitazione (loc. Salerno)
	R5	Abitazione, 1 piano (loc. Salerno)
	R6	Abitazione, 2 piani (loc. Salerno)
Baronissi	R7	Abitazione, 1 piano (loc. Baronissi)
	R8	Abitazione, 2 piani (loc. Baronissi)
	R9	Abitazione, 2 piani (loc. Baronissi)
	R10	Abitazione, 2 piani (loc. Baronissi)
	R11	Abitazione, 3 piani (loc. Baronissi)
	R12	Abitazione, 2 piani (loc. Baronissi)
	R13	Abitazione, 4 piani (loc. Baronissi)

Comune	Ricettori	Descrizione
	R14	Abitazione, 4 piani (loc. Baronissi)
	R15	Abitazione, 4 piani (loc. Baronissi)
	R16	Abitazione, 2 piani (loc. Baronissi)
	R17	Abitazione, 2 piani (loc. Baronissi)
	R18	Abitazione, 2 piani (loc. Baronissi)
	R19	Abitazione, 2 piani (loc. Baronissi)
	R20	Casolare (loc. Baronissi)
	R21	Abitazione, 1 piano (loc. Baronissi)
Fisciano	R22	Abitazione, 2 piani (loc. Fisciano)
	R23	Abitazione, 1 piano (loc. Fisciano)
	R24	Casolare (loc. Fisciano)
	R25	Abitazione, 2 piani (loc. Fisciano)
	R26	Abitazione, 2 piani (loc. Fisciano)
	R27	Abitazione, 1 piano (loc. Fisciano)
	R28	Abitazione, 2 piani (loc. Fisciano)
	R29	Abitazione, 2 piani (loc. Fisciano)
	R30	Abitazione, 1 piano (loc. Fisciano)
	R31	Abitazione, 1 piano (loc. Fisciano)
	R32	Abitazione, 1 piano (loc. Fisciano)
	R33	Abitazione, 1 piano (loc. Fisciano)
	R34	Abitazione, 1 piano (loc. Fisciano)
	R35	Abitazione, 1 piano (loc. Fisciano)
R36	Abitazione, 2 piani (loc. Fisciano)	
R37	Abitazione, 2 piani (loc. Fisciano)	
R38	Abitazione, 2 piani (loc. Fisciano)	
R39	Capannone industriale (loc. Fisciano)	
R40	Abitazione, 2 piani (loc. Fisciano)	
R41	Abitazione, 2 piani (loc. Fisciano)	
R42	Abitazione, 2 piani (loc. Fisciano)	
R43	Abitazione, 1 piano (loc. Fisciano)	
R44	Abitazione, 1 piano (loc. Fisciano)	
R45	Abitazione, 2 piani (loc. Fisciano)	
Montoro Inferiore	R46	Abitazione, 2 piani (loc. P.zza di Pandola)
	R47	Abitazione, 4 piani (loc. P.zza di Pandola)

Comune	Ricettori	Descrizione
	R48	Abitazione, 4 piani (loc. P.zza di Pandola)
	R49	Abitazione, 4 piani (loc. P.zza di Pandola)
	R50	Abitazione, 4 piani (loc. P.zza di Pandola)
	R51	Abitazione, 2 piani (loc. P.zza di Pandola)
Montoro Superiore	R52	Abitazione, 1 piano (loc. Montoro Superiore)
	R53	Abitazione, 1 piano (loc. Montoro Superiore)
	R54	Abitazione, 1 piano (loc. Montoro Superiore)
	R55	Abitazione, 2 piani (loc. Montoro Superiore)
	R56	Abitazione, 2 piani (loc. Montoro Superiore)
	R57	Abitazione, 2 piani (loc. Montoro Superiore)
	R58	Abitazione, 2 piani (loc. Montoro Superiore)
	R59	Abitazione, 2 piani (loc. Montoro Superiore)
	R60	Abitazione, 2 piani (loc. Montoro Superiore)
	R61	Abitazione, 2 piani (loc. Montoro Superiore)
	R62	Abitazione, 2 piani (loc. Montoro Superiore)
	R63	Abitazione, 2 piani (loc. Montoro Superiore)
	R64	Abitazione, 2 piani (loc. Montoro Superiore)
	R65	Abitazione, 2 piani (loc. Montoro Superiore)
Solofra	R66	Abitazione, 2 piani (loc. Montoro Superiore)
	R67	Abitazione (loc. Solofra)
	R68	Abitazione (loc. Solofra)
	R69	Abitazione (loc. Solofra)
	R70	Abitazione, 3 piani (loc. Solofra)
	R71	Ospedale (loc. Solofra)
Serino	R72	Abitazione, 2 piani (loc. Serino)
	R73	Abitazione, 2 piani (loc. Serino)
	R74	Abitazione, 2 piani (loc. Serino)
	R75	Abitazione, 2 piani (loc. Serino)
	R76	Abitazione, 2 piani (loc. Serino)
	R77	Abitazione, 2 piani (loc. Serino)
	R78	Abitazione, 2 piani (loc. Serino)
S.Michele di Serino	R79	Abitazione, 2 piani (loc. S. Michele di Serino)
	R80	Abitazione, 2 piani (loc. S. Michele di Serino)
	R81	Abitazione, 2 piani (loc. S. Michele di Serino)

Comune	Ricettori	Descrizione
	R82	Abitazione, 2 piani (loc. S. Michele di Serino)
	R83	Abitazione, 2 piani (loc. S. Michele di Serino)
	R84	Abitazione, 1 piano (loc. S. Michele di Serino)
	R85	Abitazione, 1 piano (loc. S. Michele di Serino)
	R86	Abitazione, 1 piano (loc. S. Michele di Serino)
Cesinali	R87	Abitazione, 1 piano (loc. Cesinali)
	R88	Abitazione, 1 piano (loc. Cesinali)
	R89	Casolare
	R90	Abitazione, 1 piano (loc. Cesinali)
	R91	Abitazione, 2 piani (loc. Cesinali)
	R92	Abitazione, 2 piani (loc. Cesinali)
	R93	Abitazione, 2 piani (loc. Cesinali)
Atripalda	R94	Abitazione, 1 piano (loc. Atripalda)
	R95	Abitazione, 2 piani (loc. Atripalda)
	R96	Abitazione, 2 piani (loc. Atripalda)
	R97	Abitazione, 2 piani (loc. Atripalda)
	R98	Abitazione, 2 piani (loc. Atripalda)
	R99	Abitazione, 2 piani (loc. Atripalda)
	R100	Abitazione, 2 piani (loc. Atripalda)
	R101	Abitazione, 2 piani (loc. Atripalda)
	R102	Abitazione, 2 piani (loc. Atripalda)
	R103	Abitazione, 2 piani (loc. Atripalda)
	R104	Abitazione, 2 piani (loc. Atripalda)
	R105	Abitazione, 2 piani (loc. Atripalda)
Manocalzati	R106	Abitazione, 2 piani (loc. Manocalzati)
	R107	Abitazione, 2 piani (loc. Manocalzati)
	R108	Abitazione, 2 piani (loc. Manocalzati)
	R109	Abitazione, 2 piani (loc. Manocalzati)
	R110	Abitazione, 2 piani (loc. Manocalzati)

5.4.5 Studio dei flussi di traffico post operam

I flussi stradali che transiteranno sulle nuove alternative di tracciato sono stati valutati in funzione di una normale crescita di traffico prevista per l'anno 2022 ed una omogenea redistribuzione dei flussi già esistenti che dalle strade esistenti confluiranno nella nuova strada di progetto, opportunamente potenziata per soddisfare i futuri aumenti dei flussi di traffico, giustificabili in funzione della crescita prevista dei principali indicatori macroeconomici nazionali e regionali, tra cui il P.I.L., i vari settori industriali, reddito medio pro capite e popolazione, e far fronte a situazioni di emergenza caratterizzate da picchi di traffico nelle ore di punta. Lo studio previsionale postoperam valuterà gli incrementi di rumore sui ricettori abitati situati in vicinanza del nuovo asse stradale verificandone la congruità con i limiti massimi imposti dalla normativa e valutandone gli effetti dovuti ad un nuovo tracciato di progetto, opportunamente caratterizzato da tratti in rilevato e in trincea, appositamente studiati per far fronte ad eventuali situazioni di criticità in parte già esistenti ovvero prodotti dal funzionamento a regime dell'infrastruttura futura.

Nella tabella seguente (Tab. 5.8) si riporta il dettaglio del traffico giornaliero medio (TGM) al 2022 (scenario postoperam più critico in cui si prevede il funzionamento a regime dell'opera in oggetto) per ciascuna tratta funzionale e per entrambe le direzioni di marcia, distinto in veicoli leggeri e pesanti; i dati di traffico sono tratti da un'analisi della domanda di trasporto realizzata per lo studio dello sviluppo del traffico nella area di indagine.

A partire dai dati sul TGM riferito ai veicoli leggeri e pesanti, sono state effettuate le ipotesi seguenti al fine di ricavare i veicoli orari transitanti nelle ore diurne e notturne; tali ipotesi sono state effettuate per i periodi diurno e notturno rispettivamente della durata di 14 e 10 ore; è stato necessario trasferire il 20% dei veicoli notturni ai veicoli transitanti nel periodo diurno, al fine di ottenere i veicoli/ora nei periodi diurno e notturno rispettivamente di 16 e 8 ore, utilizzabili per un confronto con la normativa di settore.

- l'83,80% dei veicoli leggeri (calcolato sul traffico giornaliero medio totale) transita nelle ore diurne;
- il restante 16,20% dei veicoli leggeri transita nelle ore notturne;
- l'86,90% dei veicoli pesanti (calcolato sul traffico giornaliero medio totale) transita nelle ore diurne;
- il restante 13,10% dei veicoli pesanti transita nelle ore notturne.

I risultati dei flussi di traffico orari diurni e notturni distinti per categoria di veicoli pesanti e leggeri, nei tronchi stradali considerati, sono riportati nelle tabelle successive (Tabb.5.8-9-10).

Tab 5.8 Ipotesi di traffico giornaliero medio sul raccordo A3-A30 al 2022

Tratti del raccordo autostradale	Direzione uno		Direzione contraria		Totale	
	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti
Salerno-Baronissi (Tot. Giornaliero)	40 836	6 988	40 058	6 969	80 894	13 957
<i>Max orario</i>	3 186	579	3 343	463	6 529	1 042
	4 235	106	3 975	130	8 209	236
	394	17	468	19	862	35
	36 601	6 882	36 083	6 840	72 685	13 721
	2 793	562	2 875	445	5 668	1 007
	4 857	255	3 697	184	8 554	439
	579	31	341	22	920	53
Baronissi-Lancusi (Tot. Gior.)	41 459	7 137	39 780	7 024	81 239	14 161
<i>Max orario</i>	3 372	594	3 216	467	6 588	1 061
	8 796	364	8 474	488	17 270	851
	703	42	795	48	1 497	90
	32 663	6 773	31 306	6 536	63 969	13 309
	2 669	552	2 422	419	5 091	971
	6 672	662	7 187	712	13 859	1 373
	576	114	629	78	1 206	192
Lancusi-Raccordo A30 (Tot. Gior.)	39 335	7 435	38 493	7 248	77 828	14 682
<i>Max orario</i>	3 245	666	3 051	497	6 296	1 163
	18 978	5 064	14 972	4 581	33 950	9 645
	1 631	429	1 337	390	2 967	819
	20 357	2 371	23 521	2 667	43 878	5 038
	1 615	237	1 714	107	3 329	344
	9 044	1 100	9 365	1 339	18 409	2 439
	1 181	108	989	147	2 171	255
Raccordo A30-Fisciano (Tot. Gior.)	29 401	3 471	32 886	4 006	62 287	7 476
<i>Max orario</i>	2 796	345	2 704	254	5 500	600
	14 655	1 428	17 057	2 230	31 712	3 658
	1 474	208	1 739	191	3 213	398
	14 746	2 043	15 829	1 776	30 575	3 819
	1 323	138	965	64	2 287	201
	5 332	264	6 021	499	11 353	764
	480	40	634	150	1 113	190
Fisciano-Montoro Inf. (Tot. Gior.)	20 078	2 307	21 851	2 275	41 928	4 582

Tratti del raccordo autostradale	Direzione uno		Direzione contraria		Totale	
	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti
<i>Max orario</i>	1 802	178	1 598	213	3 401	391
	4 141	182	4 410	356	8 551	538
	362	21	362	62	724	84
	15 937	2 125	17 441	1 920	33 378	4 045
	1 441	157	1 236	151	2 677	308
	5 562	159	5 201	299	10 764	459
	681	24	623	58	1 304	82
Montoro Inf.-Montoro Sup. (Tot. Gior.)	21 499	2 284	22 642	2 219	44 141	4 503
<i>Max orario</i>	2 122	181	1 859	209	3 981	389
	2 662	39	2 811	46	5 474	85
	286	6	398	9	684	15
	18 837	2 246	19 831	2 173	38 668	4 419
	1 836	174	1 461	200	3 297	374
	1 717	34	1 420	111	3 136	145
	172	12	120	19	292	30
Montoro Sup.-Solofra (Tot. Gior.)	20 554	2 279	21 250	2 284	41 804	4 563
<i>Max orario</i>	2 008	186	1 581	218	3 589	405
	5 438	163	5 412	144	10 850	307
	529	21	685	15	1 214	37
	15 116	2 117	15 838	2 140	30 954	4 256
	1 479	165	895	203	2 375	368
	7 488	243	7 802	219	15 290	462
	1 016	22	872	28	1 888	50
Solofra-Serino (Tot. Giornaliero)	22 604	2 360	23 640	2 359	46 244	4 718
<i>Max orario</i>	2 495	187	1 767	231	4 262	418
	5 328	206	5 228	257	10 556	463
	593	24	451	33	1 044	57
	17 276	2 154	18 412	2 101	35 688	4 255
	1 903	163	1 316	198	3 218	361
	4 470	152	4 316	88	8 786	241
	466	23	397	20	862	42
Serino-Avellino (Tot. Giornaliero)	21 746	2 306	22 728	2 190	44 474	4 495
<i>Max orario</i>	2 368	186	1 713	218	4 081	403

Tab 5.9 Flussi di traffico diurno

FLUSSI DIURNI	Tratti	TGML diurni	TGMP diurni	TGMT diurno (6-20)	TGMT diurno (6-22)	% pesanti	v/h diurni
ipotesi 83.80% leggeri (su TGM L)	1) Salerno-Baronissi	67789	12129	79918	82904	15.18	4995
ipotesi 86.90% pesanti (su TGM P)	2) Baronissi-Lancusi	68078	12306	80384	83387	15.31	5024
	3) Lancusi-Raccordo A30	65220	12759	77979	80885	16.36	4874
	4) Raccordo A30-Fisciano	52196	6497	58693	60907	11.07	3668
	5) Fisciano-Montoro Inferiore	35136	3982	39118	40597	10.18	2445
	6) Montoro Inferiore-Montoro Superiore	36990	3913	40904	42452	9.57	2556
	7) Montoro superiore-Solofra	35032	3965	38997	40471	10.17	2437
	8) Solofra- Serino	38752	4100	42852	44474	9.57	2678
	9) Serino-Avellino	37269	3907	41176	42734	9.49	2573

Tab 5.10 Flussi di traffico notturno

FLUSSI NOTTURNI	Tratti	TGML notturni	TGMP notturni	TGMT notturno (20-6)	TGMT notturno (22-6)	% pesanti	v/h notturni
ipotesi 16.2% leggeri (su TGM L)	1) Salerno-Baronissi	13105	1828	14933	11947	12.24	1493
ipotesi 13.1% pesanti (su TGM P)	2) Baronissi-Lancusi	13161	1855	15016	12013	12.35	1502
	3) Lancusi-Raccordo A30	12608	1923	14532	11625	13.24	1453
	4) Raccordo A30-Fisciano	10090	979	11070	8856	8.85	1107
	5) Fisciano-Montoro Inferiore	6792	600	7393	5914	8.12	739
	6) Montoro Inferiore-Montoro Superiore	7151	590	7741	6193	7.62	774
	7) Montoro superiore-Solofra	6772	598	7370	5896	8.11	737

FLUSSI NOTTURNI	Tratti	TGML notturni	TGMP notturni	TGMT notturno (20-6)	TGMT notturno (22-6)	% pesanti	v/h notturni
	8) Solofra- Serino	7491	618	8110	6488	7.62	811
	9) Serino-Avellino	7205	589	7794	6235	7.56	779

Gli schemi di calcolo, desunti dal modello di simulazione, riproducono il teatro operativo interessato dal rumore prodotto dalla futura viabilità sul raccordo autostradale Salerno-Avellino e sono utilizzati per le simulazioni relative al periodo diurno e notturno.

In Appendice B alla relazione si riportano gli schemi di calcolo relativi al periodo diurno, per ciascun comune interessato dall'attraversamento del raccordo autostradale oggetto della presente trattazione. Nelle figure successive si riportano delle immagini di modellizzazione 3D utilizzate nel modello di simulazione caratterizzanti il teatro operativo dal punto di vista morfologico.

5.4.6 Risultati e analisi delle simulazioni post operam

Nelle tabelle presentate in Appendice C alla relazione specifica per la “componente rumore”, si riportano i risultati delle simulazioni post operam nel periodo diurno e notturno; dall'analisi dei risultati si evincono alcune importanti considerazioni:

- la variabile discriminante per la percezione del disturbo da parte degli utenti degli edifici situati lungo il percorso del futuro raccordo autostradale, è costituita dalla distanza dall'asse stradale, più o meno aggravata dalle caratteristiche del tracciato di progetto (raso, presenza di viadotti, rilevati e trincee); in base a questo aspetto risulta che i ricettori situati a poche decine di metri dal confine stradale (appartenenti alla fascia di pertinenza acustica di 100 m dal confine stradale) e alla stessa quota rispetto al tracciato di progetto (nei casi in cui quest'ultimo è a raso rispetto al terreno e soprattutto interessi dei domini spaziali caratterizzati da curve isolivello abbastanza rade e dunque rappresentative di un territorio piuttosto pianeggiante) non sono conformi agli standard normativi, in misura maggiore per il periodo notturno, discostandosi dai limiti massimi ammissibili in media di 5-6 dB per il piano terra delle abitazioni e raggiungendo finanche i 10 dB(A) per i piani superiori: nella tabella in Appendice C in cui si riportano i valori di Leq(A) rilevati nel periodo notturno si riporta anche una spiegazione della non conformità ai limiti di immissione; per gli stessi ricettori si riscontrano molte meno criticità nel periodo diurno, sia in termini di numero di ricettori che superano i limiti di legge che in termini di differenze fra i Leq(A) calcolati e gli standard normativi: in quest'ultimo caso le differenze si attestano in media intorno ai 2-3 dB(A) per il piano terra delle abitazione raggiungendo i 4-5 dB(A) per i piani superiori;
- valori dei livelli di pressione sonora conformi ai limiti di immissione, per entrambi i periodi diurno e notturno, si segnalano per i ricettori situati anch'essi alla stessa quota del piano stradale ma a distanze maggiori, dell'ordine di qualche decina di metri: è il caso dei ricettori R23 (in località di Montoro Inferiore), R30, R31 ed R32 (in prossimità dello svincolo per il raccordo A30);
- in conformità a quanto appena detto risulta che i ricettori vicinissimi al confine stradale, nei tratti in cui la strada è in trincea, risultano non conformi anch'essi ai limiti di legge, discostandosene in misura più o meno maggiore in funzione del dislivello (in questo caso positivo) rispetto al piano stradale: è il caso dei ricettori R47, R48, R50 ed R51 in prossimità di Montoro Inferiore ed R58 in località Montoro Superiore, in cui le differenze tra i Leq(A) calcolati e i limiti di legge si attestano intorno ai 2-3 dB(A); nei tratti in cui la strada è in

rilevato (soluzione di progetto molto frequente in tutto il percorso del raccordo) le differenze tra i livelli di pressione sonora calcolati con il modello e i limiti di legge si riscontrano in misura maggiore per i piani superiori delle abitazioni, spesso situati a quote più prossime a quelle del piano stradale;

- i ricettori che superano i livelli massimi ammissibili per il periodo notturno sono in numero maggiore rispetto al caso diurno; i risultati sono facilmente spiegabili in considerazione dell'elevato flusso di traffico circolante nel periodo notturno (nel tratto che attraversa il comune di Baronissi e Salerno si raggiungono anche i 1500 veicoli/ora) e in considerazione dell'elevata percentuale di mezzi pesanti (pari a circa il 13%).

Nelle tavole in allegato alla relazione si riportano le planimetrie di inquinamento acustico relative alle simulazioni postoperam per i periodi diurno e notturno.

5.5 GLI INTERVENTI MITIGATIVI

Dallo studio di impatto acustico effettuato per l'ampliamento del raccordo autostradale A3-A30 Salerno-Avellino sia nel caso diurno che in quello notturno, sono stati identificati quei ricettori i cui valori dei livelli di pressione sonora calcolati dal modello risultano superiori ai limiti di legge; tali ricettori necessitano di protezione o di interventi mitigativi in grado di abbattere i livelli sonori percepibili dall'utente e garantire un clima acustico accettabile nell'intera zona oggetto di indagine.

Tra gli interventi ipotizzabili e progettabili, considerando le caratteristiche di progetto dell'opera in oggetto, le barriere antirumore sono sicuramente tra le scelte più efficaci e realizzabili, sia per costi che per tempi di messa in opera.

Nelle strade a grande percorrenza, dove si raggiungono velocità sostenute, una grande componente del rumore prodotto dal flusso veicolare è dovuto al rotolamento dei pneumatici sull'asfalto. Risulta quindi importante per abbattere globalmente i livelli di rumore generati dal flusso veicolare transitante su strade di elevata percorrenza e soprattutto nel cui traffico la percentuale dei mezzi pesanti riveste un contributo non trascurabile, progettare strade il cui asfalto garantisca le migliori prestazioni acustiche possibili. Ricerche di settore hanno indicato il ruolo favorevole della porosità di un conglomerato bituminoso sulla generazione e l'assorbimento del rumore, che consente inoltre, drenando le acque di pioggia, di ridurre drasticamente gli effetti del ristagno dell'acqua e al contempo di mantenere una eccellente aderenza. Questi conglomerati sono generalmente costituiti da una miscela di bitume (anche modificato con l'aggiunta di polimeri o polverino di gomma e l'eventuale arricchimento di fibre), di inerti (ghiaietto) ad alta resistenza, con pezzature (granulometria) comprese mediamente tra 6–12 mm. Questa amalgama determina, all'interno della struttura, una presenza di vuoti, di norma non inferiore al 20%, grazie ai quali avviene il fenomeno dissipativo del rumore. In linea di massima si può ritenere che un asfalto drenante dimezzi l'energia acustica globalmente emessa, favorendo una riduzione in termini assoluti di 3 dB(A) alla sorgente.

In ogni caso occorre tener presente che l'efficacia di una barriera è limitata ai soli edifici in ombra rispetto alla sorgente: ciò significa in pratica che l'efficacia delle barriere è limitata a quelle abitazioni alle quali lo schermo toglie la vista degli autoveicoli in transito. Di norma, l'altezza di un'opera di questo tipo è dell'ordine dei 2-5 m, fino a raggiungere i 5-7 m nelle realizzazioni più estreme, progettabili qualora i livelli di pressione sonora da abbattere lo richiedessero. Le barriere antirumore rappresentano una soluzione di mitigazione degli impatti acustici ottimale in quei casi in cui la morfologia del terreno e l'altezza degli edifici consentono un buon mascheramento del tratto stradale.

I risultati ottenibili con le barriere hanno un limite pratico di attenuazione di circa 15-20 dB(A) oltre il quale difficilmente ci si può spingere; nelle situazioni concrete spesso i ricettori guadagnano dai 3-4 dB(A) fino ai 7-10 dB(A) a seconda della posizione e dell'altezza del ricettore rispetto all'infrastruttura. Ulteriori elementi che possono interferire con l'efficacia della barriera sono gli effetti prodotti dall'onda riflessa sulla barriera stessa. Nella progettazione di un corretto intervento di mitigazione acustica si deve inoltre tener conto che l'onda riflessa dalla barriera posta su di un lato di una strada generalmente incrementa il livello sonoro in ricettori posti dalla parte opposta della barriera e che il posizionamento di barriere contrapposte, su entrambi i lati di una strada, può creare delle riflessioni multiple che riducono di alcuni dB l'efficacia del provvedimento mitigativo.

Altro intervento di abbattimento del rumore proponibile, soprattutto per i ricettori singoli e isolati, è un intervento diretto strutturale sul ricettore stesso, dotando le finestre, ovvero le aperture verso l'esterno, di opportuni sistemi di infissi, che hanno la capacità di abbattere dai 5 fino ai 6-7 dB(A) il livello di rumore misurabile in facciata (finestra aperta- finestra chiusa).

Spesso è proprio l'utilizzo contemporaneo di più interventi mitigativi ad assicurare in modo sinergico l'abbattimento del livello di pressione sonora desiderato, garantendo un clima acustico accettabile e il raggiungimento dei livelli di immissione compatibili con la normativa vigente.

Per i ricettori di tipo abitativo per i quali nello studio in oggetto sono state riscontrate criticità acustiche, sono stati previsti interventi con barriere acustiche.

Per i ricettori protetti con barriere acustiche si è proceduto introducendo nel modello di simulazione delle barriere antirumore eseguendo più simulazioni con due tipologie di pannello fonoassorbente, ad alte e medie prestazioni, aventi le caratteristiche riportate nella seguente tabella. Nel caso in esame, in funzione dei risultati ottenuti dalle simulazioni postoperam, in particolare nel periodo notturno ritenuto più critico, sono state scelte entrambe le tipologie di pannello ad alte e medie prestazioni: pannelli con caratteristiche spettrali di medie prestazioni sono stati scelti laddove i livelli di pressione sonora da abbattere erano all'incirca pari a 2-3 dB(A); l'uso di queste barriere è stato privilegiato in particolare nell'ultimo tratto, in gran parte caratterizzato da un percorso in rilevato, per l'abbattimento dei disturbi da rumore potenzialmente percepibili in misura maggiore dagli utenti dei piani superiori delle abitazioni situate a ridosso della strada.

Tab 5.11 Caratteristiche spettrali delle barriere utilizzate nella simulazione

Barriera di tipo fonoassorbente con elevate prestazioni								
Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ass. Acustico	0.30	0.30	0.60	0.80	0.85	0.85	0.70	0.70
Barriera di tipo fonoassorbente con medie prestazioni								
Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ass. Acustico	0.10	0.10	0.35	0.50	0.65	0.65	0.45	0.45

Per verificare l'efficacia delle barriere su alcuni ricettori si è provveduto a realizzare anche delle sezioni acustiche che forniscono l'andamento verticale delle curve isofoniche in corrispondenza di un eventuale ostacolo. I risultati delle simulazioni post-mitigazioni e il confronto per la quantificazione dell'abbattimento di rumore sono riportati, per entrambi i periodi diurno e notturno, in Appendice C alla presente relazione per la "componente rumore". Nelle tavole in allegato alla relazione si riportano le mappe isofoniche orizzontali calcolate dal modello lungo tutto il tracciato a seguito degli ipotizzati interventi di mitigazione, in entrambi i periodi diurno e notturno.

In merito alla *fase di cantiere* si deve tener presente il carattere transitorio dell'intervento, in particolare per i cantieri di linea che si spostano con l'avanzamento ed il completamento delle lavorazioni su ciascuna tratta. I cantieri base ed i cantieri con lavorazioni particolarmente rumorose distribuiti lungo l'intera tratta di intervento rappresentano gli elementi a potenziale criticità. Un'analisi dei livelli acustici sui ricettori richiede un conoscenza approfondita della dislocazione degli impianti, delle attività nell'area di cantiere e della tipologia di macchinari e lavorazioni svolte in ciascun sito. Si rimanda pertanto ad una fase successiva di progettazione in cui saranno sviluppate opportune valutazioni, volte a stimare le potenziali ricadute determinate dalle lavorazioni e dal passaggio dei mezzi pesanti ed a quantificare l'entità dell'impatto indotto sugli elementi a maggior sensibilità (ricettori abitativi, scuole, ospedali, etc..).

Nella relazione del quadro progettuale sono descritte le ipotesi di cantierizzazione ed individuate le azioni di salvaguardia e di tutela per ciascuna componente ambientale.

5.5.1 Localizzazione e dimensionamento degli interventi mitigativi

Nelle tabelle seguenti (Tabb. 5.12- 5.13) si riportano la localizzazione degli interventi mitigativi (progressiva corrispondente sul tracciato di progetto), con l'indicazione del codice identificativo della barriera, del codice identificativo del ricettore direttamente interessato dall'intervento, posizionamento della barriera sul tracciato di progetto rispetto al verso stabilito dalla progressiva e caratteristiche fisiche delle barriere (lunghezza e altezza). Nelle tavole in allegato alla relazione si riportano le curve isofoniche orizzontali a seguito degli interventi mitigativi, nei periodi diurno e notturno con l'ubicazione delle soluzioni mitigative scelte.

Tab 5.12 Riepilogo degli interventi mitigativi nel tratto da Salerno allo svincolo A30

Codice barriera	Lato rispetto al verso di percorrenza del tracciato stabilito dalla progressiva	Progressiva km 0+000	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Prestazioni	Mq di superficie
1	sinistro	0+500	140	5	Elevate	700
2	destro	0+900	150	5	Elevate	750
3	sinistro	2+000	220	5	Elevate	1100
4	destro	2+080	135	5	Elevate	675
5	sinistro	2+440	110	5	Elevate	550
6	destro	2+540	100	5	Elevate	500
7	destro	3+480	365	5	Elevate	1825
8	sinistro	3+600	270	5	Elevate	1350
9	sinistro	4+300	300	5	Elevate	1500
10	destro	4+400	160	5	Elevate	800
11	destro	4+660	130	5	Elevate	650
12	sinistro	4+740	185	5	Elevate	925
13	destro	4+900	160	5	Elevate	800
14	sinistro	5+000	160	5	Elevate	800
15	destro	5+470	155	5	Elevate	775
16	sinistro	5+810	100	5	Elevate	500
17	destro	5+850	120	5	Elevate	600
18	sinistro	6+800	100	5	Elevate	500

Codice barriera	Lato rispetto al verso di percorrenza del tracciato stabilito dalla progressiva	Progressiva km 0+000	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Prestazioni	Mq di superficie
19	sinistro	7+120	440	5	Elevate	2200
20	sinistro	7+620	220	5	Elevate	1100
21	destro	7+900	60	5	Elevate	300
22	sinistro	8+100	110	5	Elevate	550

Tab 5.13 Riepilogo degli interventi mitigativi per il tracciato di progetto nel tratto dallo svincolo A30 allo svincolo per Avellino

Codice barriera	Lato rispetto al verso di percorrenza del tracciato stabilito dalla progressiva	Progressiva km 0+000	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Prestazioni	Mq di superficie
23	destro	0+700	100	5	Elevate	500
24	destro	1+550	200	5	Elevate	1000
25	destro	4+100	1050	5	Elevate	5250
26	destro	5+410	80	5	Elevate	400
27	sinistro	6+000	140	5	Elevate	700
28	destro	7+120	140	5	Elevate	700
29	destro	7+390	100	5	Elevate	500
30	destro	8+930	90	5	Elevate	450
31	destro	9+120	130	5	Elevate	650
32	destro	9+450	140	5	Elevate	700
33	sinistro	9+460	120	5	Elevate	600
34	destro	10+230	105	5	Elevate	525
35	sinistro	10+380	90	5	Elevate	450
36	destro	10+510	90	5	Elevate	450
37	destro	11+030	85	5	Elevate	425
38	sinistro	11+440	200	5	Elevate	1000
39	sinistro	11+540	240	5	Elevate	1200
40	sinistro	14+420	90	5	Elevate	450
41	destro	14+650	70	5	Elevate	350
42	sinistro	14+810	80	5	Elevate	400
43	sinistro	15+000	130	5	Elevate	650
44	destro	15+070	90	5	Elevate	450
45	destro	16+120	110	3	Medie	330
46	destro	16+400	90	3	Medie	270
47	destro	16+540	90	3	Medie	270
48	sinistro	21+900	300	3	Medie	900
49	destro	21+900	190	3	Medie	570
50	sinistro	22+220	130	3	Medie	390
51	destro	22+250	130	3	Medie	390
52	sinistro	22+420	200	3	Medie	600
53	sinistro	23+150	140	3	Medie	420
54	destro	24+000	90	3	Medie	270
55	destro	24+110	60	3	Medie	180
56	sinistro	24+160	140	3	Medie	420
57	sinistro	25+050	170	3	Medie	510
58	sinistro	25+510	80	3	Medie	240
59	destro	25+700	135	3	Medie	405
60	sinistro	25+800	130	3	Medie	390

Nello studio in oggetto sono state riscontrate criticità acustiche variabili in funzione della distanza dall'asse stradale e soprattutto delle caratteristiche di progetto della strada; per questi ricettori si è proceduto introducendo nel modello di simulazione quella tipologia di barriera antirumore in grado di eliminare le problematiche acustiche emerse soprattutto nel periodo notturno. Di seguito si descrivono sinteticamente le varie tipologie di pannello frequentemente utilizzate per l'abbattimento e il contenimento dell'inquinamento acustico:

- **pannelli in lamiera metallica in acciaio:** queste strutture sono fonoisolanti e fonoassorbenti, a bassa riflessione luminosa ed acustica sulla faccia anteriore (lato sorgente acustica) e idonee ad essere montate su cordolo o muri in calcestruzzo. Generalmente sono composte da: pannelli orizzontali aventi interasse massimo di m. 3,00-4,00 del tipo a sandwich, realizzati con involucri esterni in lamiera di acciaio opportunamente collegati tra loro (i pannelli sono sostenuti alle estremità da elementi montanti e realizzano una barriera continua), dei quali il pannello anteriore forato per una superficie complessiva dei fori non inferiore al 35%, con all'interno interposto uno strato di materiale fonoassorbente e fonoisolante di spessore minimo di 60 mm; montanti in acciaio del tipo scatolato, idonei a fornire la massima sicurezza per il fissaggio dei pannelli e la possibilità di facile sostituzione dei pannelli stessi deteriorati, collegati al cordolo di fondazione o alla sommità di muri mediante piastre di base complete di tirafondi di ancoraggio e con tiranti in acciaio, il tutto idoneo a resistere all'azione del vento; questo tipo di pannello presenta buone caratteristiche per quanto riguarda la leggerezza, le proprietà fonoassorbenti e il costo;
- **pannelli in legno,** trattati con procedimenti speciali di impregnazione con sali organici; il materiale fonoassorbente interno al pannello è protetto da un telo siliconico a grossa trama verso la sorgente di rumore; le caratteristiche di questo pannello consentono un ottimo inserimento ambientale in particolari contesti paesaggistici, fermo restando qualche inconveniente per quanto riguarda la componente di rumore riflessa e la curabilità degli elementi in ambiente stradale particolarmente aggressivo;
- **pannelli in struttura portante in calcestruzzo armato e parte fonoassorbente in materiale alleggerito o poroso,** realizzati abbinando uno strato portante in calcestruzzo armato ad uno strato rivolto verso la sorgente di rumore con caratteristiche fonoassorbenti garantite dalla forma e dalla natura dei materiali impiegati (argilla espansa, pomice, cemento legno).

L'analisi delle criticità acustiche riscontrate ha portato a scegliere la tipologia di pannello in lamiera metallica, che ben si presta per l'abbattimento completo del disturbo da rumore derivante dal traffico veicolare sul raccordo autostradale in oggetto, ottimizzando il risultato costituito da un livello di pressione sonora accettabile, scegliendo fra le soluzioni proposte quella con le migliori caratteristiche tecniche, con la migliori capacità di assorbimento e riflessione in funzione dello spettro acustico, di altezza e lunghezza tali da garantire sia di giorno che di notte il raggiungimento dei limiti di pressione sonora imposti dalla normativa: inoltre, le caratteristiche di questo pannello consentono un ottimo inserimento ambientale in particolari contesti paesaggistici quali quelli attraversati dal collegamento in esame.

L'efficacia di tali interventi mitigativi è evidenziabile non solo attraverso mappe acustiche orizzontali (vedi nelle Figg. 5.3-5.4 i formati immagine direttamente esportati dal modello di simulazione), accuratamente ricostruite in formato .dwg nelle tavole allegate alla relazione ma anche attraverso mappe acustiche verticali (Figg. 5.5-5.6), in cui è ben rappresentata, attraverso curve isofoniche, la capacità di schermatura operata dalla barriera artificiale antifonica del rumore prodotto dal traffico veicolare.

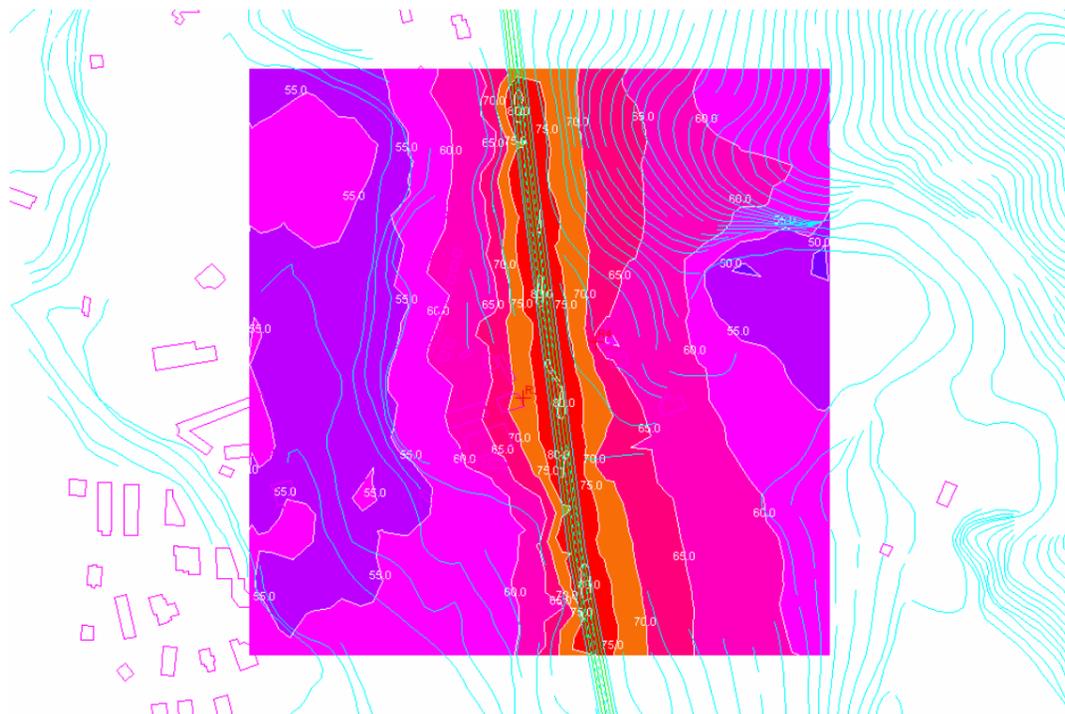


Fig 5.3 Mappa acustica orizzontale (località Salerno)

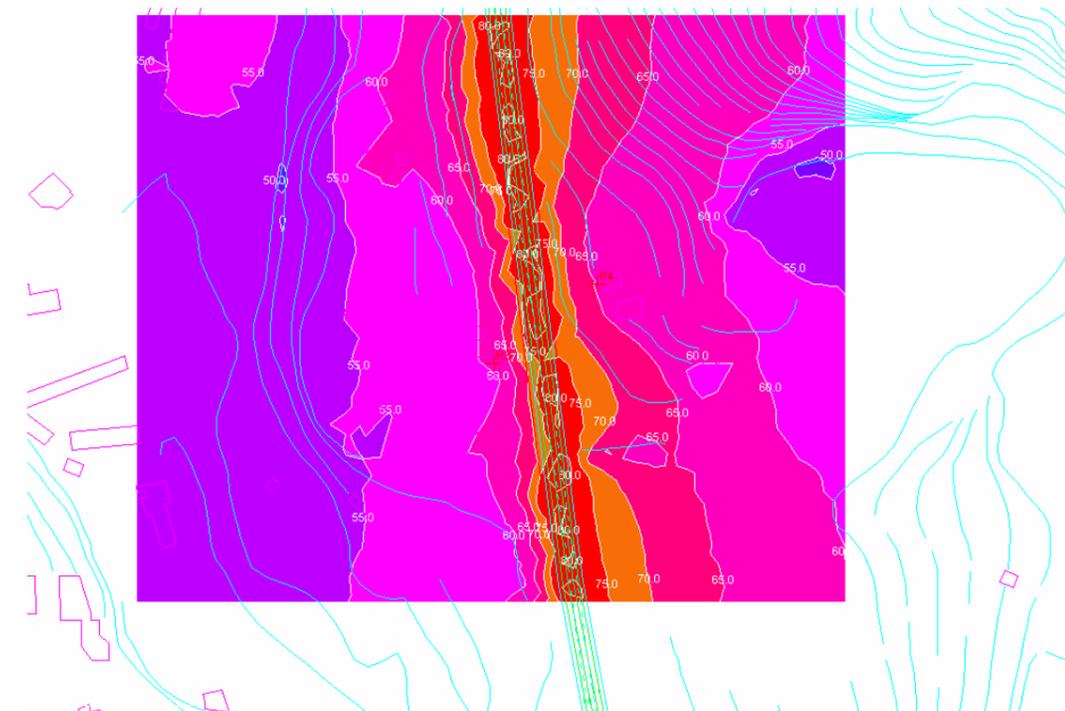


Fig 5.4 Mappa acustica orizzontale con barriera in corrispondenza del ricevitore R3 (località Salerno)

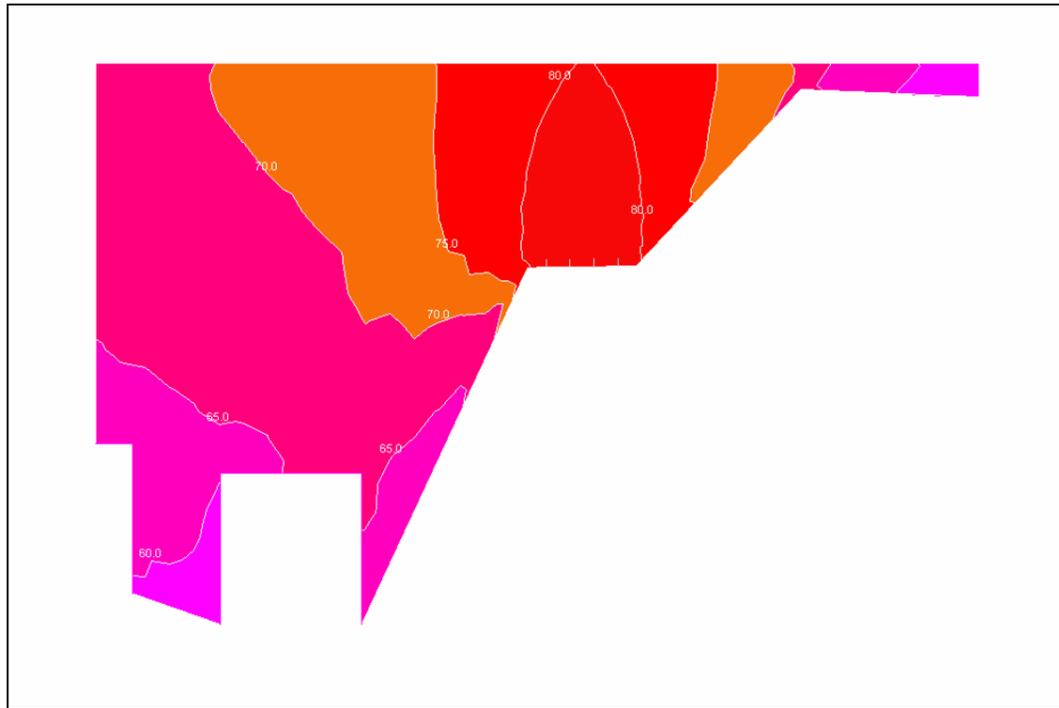


Fig 5.5 Mappa acustica verticale (località Salerno)

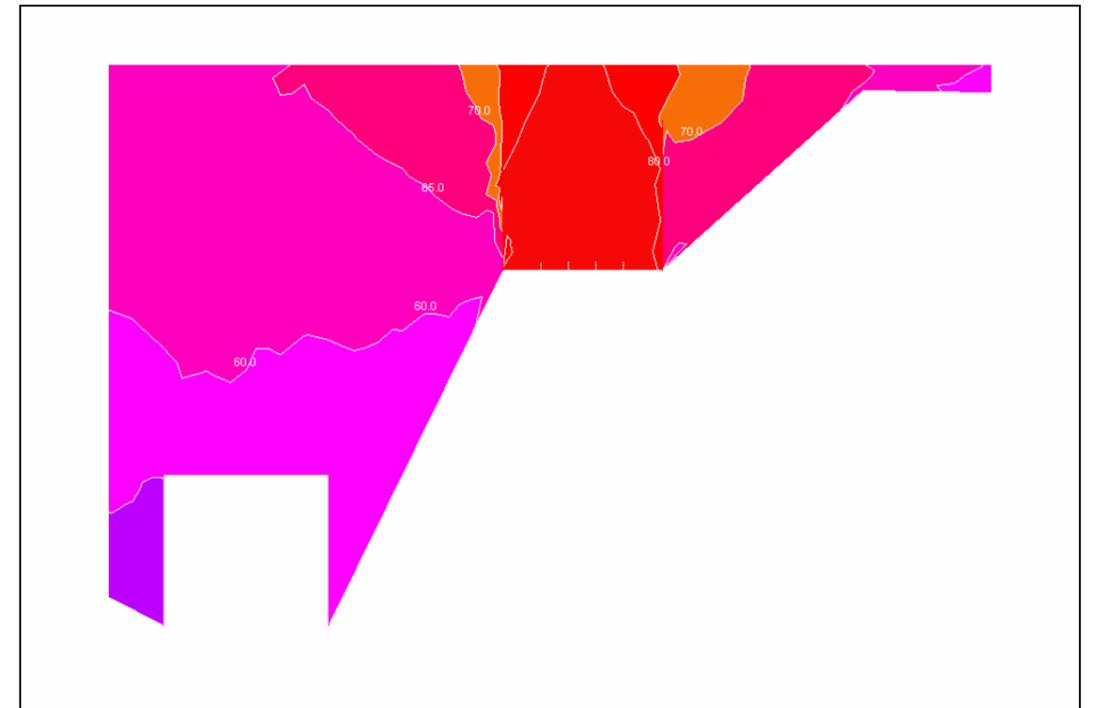


Fig 5.6 Mappa acustica verticale con barriera (località Salerno)

5.6 CONFRONTO TRA CLIMA ACUSTICO ANTE E POST MITIGAZIONE

Come ulteriore verifica dei valori di pressione sonora esistenti attualmente, viene ora realizzato, attraverso il software previsionale, uno studio in grado di delineare quale è lo scenario acustico per la fase ante-operam del progetto in due tratte particolarmente critiche; i risultati ottenuti saranno poi confrontati con quelli delle simulazioni post mitigazione per valutarne gli eventuali benefici.

Il software previsionale utilizzato per modellizzare la configurazione attuale è il software MITHRA, lo stesso modello è stato utilizzato per gli studi postoperam. La versione del software MITHRA utilizzata è la 5.0

L'algoritmo di propagazione è quello di riferimento internazionale descritto nella normativa ISO9613, metodo ISO 9613-2.

Le simulazioni sono state inoltre realizzate utilizzando condizioni meteo standard, che rappresentano le condizioni riscontrabili nell'area di interesse:

- Pressione 1 atm;
- Temperatura 15 °C;
- Umidità 70 %;
- Assenza di precipitazioni;
- Velocità del vento inferiore a 2 m/s.

L'input del codice di calcolo relativo al traffico veicolare è stato ricavato dalla relazione trasportistica sui flussi di traffico attualmente presenti sull'infrastruttura viaria.

Per tale fase dello studio, sono state prese in esame due delle quattro tratte complessive (di circa 2 km), particolarmente critiche relativamente ai livelli acustici dovuti al traffico veicolare dell'infrastruttura:

- Tratta 1 - dal km 2 al km 4 del tratto Salerno-A30 - località Salerno e Baronissi
- Tratta 2 - dal km 4 al km 6 del tratto A30-Avellino - località Montoro inf. e Montoro sup.

5.6.1 Descrizione dei ricettori interessati

La simulazione è stata effettuata prendendo in considerazione 16 ricettori, localizzati in aree a rilevante densità abitativa presenti nelle vicinanze del raccordo autostradale. Nella tabella seguente (Tab. 5.6.1) si riporta:

- la descrizione del ricettore;
- la località di appartenenza;

Tab. 5.6.1 Descrizione dei ricettori

Comune	Ricettori	Descrizione
Tratta 1		dal km 2 al km 4 del tratto Salerno-A30
Salerno	R3	Industria con abitazione (loc. Salerno)
	R4	Industria con abitazione (loc. Salerno)
	R5	Abitazione, 1 piano (loc. Salerno)
	R6	Abitazione, 2 piani (loc. Salerno)
Baronissi	R7	Abitazione, 1 piano (loc. Baronissi)
	R8	Abitazione, 2 piani (loc. Baronissi)
	R9	Abitazione, 2 piani (loc. Baronissi)
	R10	Abitazione, 2 piani (loc. Baronissi)
	R11	Abitazione, 3 piani (loc. Baronissi)
	R12	Abitazione, 2 piani (loc. Baronissi)
Tratta 2		dal km 4 al km 6 del tratto A30-Avellino
Montoro Inferiore	R48	Abitazione, 4 piani (loc. P.zza di Pandola)
	R49	Abitazione, 4 piani (loc. P.zza di Pandola)
	R50	Abitazione, 4 piani (loc. P.zza di Pandola)
	R51	Abitazione, 2 piani (loc. P.zza di Pandola)
Montoro Superiore	R52	Abitazione, 1 piano (loc. Montoro Superiore)
	R53	Abitazione, 1 piano (loc. Montoro Superiore)

Tutti i recettori interessati risultano appartenenti alla fascia di pertinenza acustica di 100m dal confine stradale, secondo le disposizioni del regolamento sul rumore stradale (DPR 30/03/2004 n. 142).

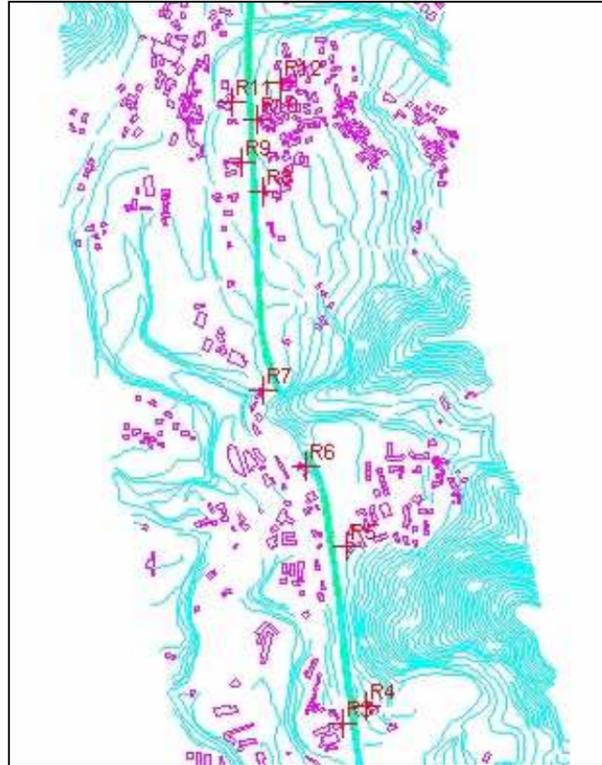


Fig. 5.6.1 Schema di calcolo - tratta 1

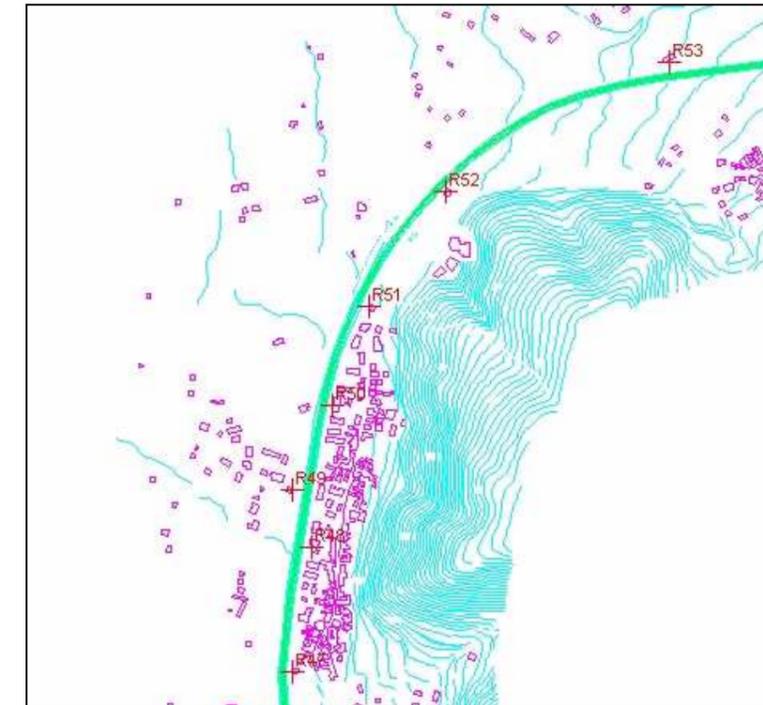


Fig. 5.6.2 Schema di calcolo - tratta 2

5.6.2 Studio dei flussi di traffico *Ante operam*

I flussi stradali che transitano sul tracciato attuale sono stati valutati in funzione dello studio di traffico.

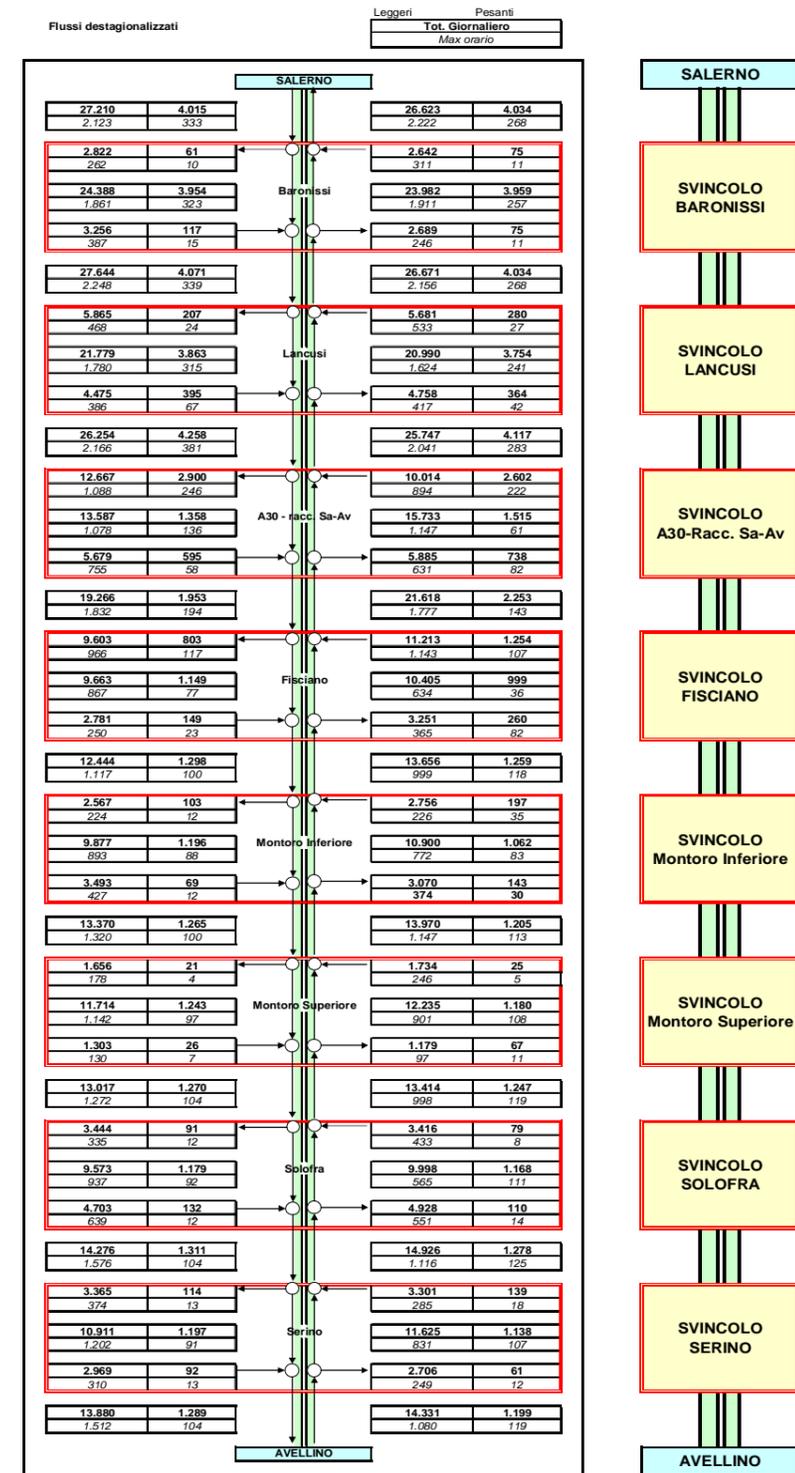
Di seguito (Tab. 5.6.2) si riporta una tabella dello studio trasportistico con i flussi destagionalizzati al 2002.

A partire da questi dati sul TGM, riferito ai veicoli leggeri e pesanti, sono state effettuate le stesse ipotesi utilizzate per il postoperam (l'83,80% dei veicoli leggeri transita nelle ore diurne, il restante 16,20% dei veicoli leggeri transita nelle ore notturne; l'86,90% dei veicoli pesanti transita nelle ore diurne, il restante 13,10% dei veicoli pesanti transita nelle ore notturne) al fine di ricavare i veicoli orari transitanti nelle ore diurne (06.00 – 22.00) e notturne (22.00 - 06.00).

Di seguito si riportano i risultati finali di tale studio, tali dati sono stati inseriti nel modello di calcolo.

Tabella 5.6.2 Flussi stradali Ante operam considerati per il modello

Strade	Periodo diurno			Periodo notturno		
	Velocità km/h	Veic./h	% pesanti	Velocità km/h	Veic./h	% pesanti
Tratta 1 - dal km 2 al km 4 del tratto Salerno-A30						
Salerno - Baronissi	90	3379	13	80	978	11
Baronissi - Lancusi	90	3408	13	90	986	11
Tratta 2 - dal km 4 al km 6 del tratto A30-Avellino						
Montoro inferiore - Montoro sup	90	1625	9	80	475	7
Montoro superiore - Solofra	90	1579	9	80	461	7



5.6.4 Risultati Ante operam - confronto con la normativa

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i risultati delle simulazioni ante operam, nelle due tratte considerate, nei periodi diurno (06.00 – 22.00) e notturno (22.00 – 06.00).

I valori ottenuti dalle simulazioni sono confrontati con i limiti di legge.

Tabella 5.6.3 Risultati tratta 1 - periodo diurno - confronto con la normativa

	salerno-baronissi	da km 2	a km 4		tratto Salerno-A30
CALCUL N°1					
Comment : calculation n°1 (Receiver)				diurno	
Creation date : 18-MAR-2005					
Position : from (2500442.0m, 4506841.5m) to (2502150.8m, 4509353.0m)					
Calculation parameters : mode ISO.9613, 100 rays, 5 reflections, 2000.00 m, Leq					
Type of ground : 600.0 (sigma)					
		ante	Limiti legge	delta	
Receiver	Information	Lp dB(A)	Lp dB(A)	Lp dB(A)	
3	Ground floor (1.8 m)	72	70	2	
	First floor (4.0 m)	74.1	70	4.1	
4	Ground floor (1.8 m)	60	70	-10	
	First floor (4.0 m)	61.7	70	-8.3	
5	Ground floor (1.8 m)	68.4	70	-1.6	
	First floor (4.0 m)	72.7	70	2.7	
6	Ground floor (1.8 m)	56.6	70	-13.4	
	First floor (4.0 m)	58.4	70	-11.6	
7	Ground floor (1.8 m)	66.1	70	-3.9	
	First floor (4.0 m)	69	70	-1	
8	Ground floor (1.8 m)	74.8	70	4.8	
	First floor (4.0 m)	74.9	70	4.9	
9	Ground floor (1.8 m)	72.7	70	2.7	
	First floor (4.0 m)	73.3	70	3.3	
10	Ground floor (1.8 m)	75.2	70	5.2	
	First floor (4.0 m)	75.3	70	5.3	
11	Ground floor (1.8 m)	69.7	70	-0.3	
	First floor (4.0 m)	71.3	70	1.3	

	Second floor (6.5 m)	71.8	70	1.8	
12	Ground floor (1.8 m)	65	70	-5	
	First floor (4.0 m)	66.3	70	-3.7	

Tabella 5.6.4 Risultati tratta 1 - periodo notturno - confronto con la normativa

	salerno-baronissi	da km 2	a km 4		tratto Salerno-A30
CALCUL N°1					
Comment : calculation n°1 (Receiver)				notte	
Creation date : 18-MAR-2005					
Position : from (2500515.0m, 4507026.0m) to (2502146.5m, 4509357.5m)					
Calculation parameters : mode ISO.9613, 100 rays, 5 reflections, 2000.00 m, Leq					
Type of ground : 600.0 (sigma)					
		ante	Limiti legge	delta	
Receiver	Information	Lp dB(A)	Lp dB(A)	Lp dB(A)	
3	Ground floor (1.8 m)	65.8	60	5.8	
	First floor (4.0 m)	67.9	60	7.9	
4	Ground floor (1.8 m)	53.7	60	-6.3	
	First floor (4.0 m)	55.5	60	-4.5	
5	Ground floor (1.8 m)	62.1	60	2.1	
	First floor (4.0 m)	66.3	60	6.3	
6	Ground floor (1.8 m)	50.4	60	-9.6	
	First floor (4.0 m)	52.1	60	-7.9	
7	Ground floor (1.8 m)	59.7	60	-0.3	
	First floor (4.0 m)	62.7	60	2.7	
8	Ground floor (1.8 m)	68.5	60	8.5	
	First floor (4.0 m)	68.6	60	8.6	
9	Ground floor (1.8 m)	66.3	60	6.3	
	First floor (4.0 m)	67	60	7	
10	Ground floor (1.8 m)	68.8	60	8.8	
	First floor (4.0 m)	68.9	60	8.9	
11	Ground floor (1.8 m)	63.3	60	3.3	
	First floor (4.0 m)	64.9	60	4.9	
	Second floor (6.5 m)	65.4	60	5.4	
12	Ground floor (1.8 m)	58.6	60	-1.4	
	First floor (4.0 m)	59.9	60	-0.1	

Tabella 5.6.5 Risultati tratta 2 - periodo diurno - confronto con la normativa

montoro inf - montoro sup		da km 4	a km 6	tratto A30-Avellino	
CALCUL N°1					
Comment : calculation n°1 (Receiver)				diurno	
Creation date : 18-MAR-2005					
Position : from (2500271.5m, 4516836.0m) to (2501655.8m, 4518689.0m)					
Calculation parameters : mode ISO.9613, 100 rays, 5 reflections, 2000.00 m, Leq					
Type of ground : 600.0 (sigma)					
		ante	Limiti legge	delta	
Receiver	Information	Lp dB(A)	Lp dB(A)	Lp dB(A)	
48	Ground floor (1.8 m)	63.8	70	-6.2	
	First floor (4.0 m)	65.7	70	-4.3	
49	Ground floor (1.8 m)	59.8	70	-10.2	
	First floor (4.0 m)	61	70	-9	
50	Ground floor (1.8 m)	65.4	70	-4.6	
	First floor (4.0 m)	68.3	70	-1.7	
51	Ground floor (1.8 m)	69	70	-1	
	First floor (4.0 m)	71.1	70	1.1	
52	Ground floor (1.8 m)	71.5	70	1.5	
	First floor (4.0 m)	72.7	70	2.7	
53	Ground floor (1.8 m)	69	70	-1	
	First floor (4.0 m)	68.8	70	-1.2	

Tabella 5.6.6 Risultati tratta 2 - periodo notturno - confronto con la normativa

montoro inf - montoro sup		da km 4	a km 6	tratto A30-Avellino	
CALCUL N°1					
Comment : calculation n°1 (Receiver)				notte	
Creation date : 18-MAR-2005					
Position : from (2500271.5m, 4516836.0m) to (2501655.8m, 4518689.0m)					
Calculation parameters : mode ISO.9613, 100 rays, 5 reflections, 2000.00 m, Leq					
Type of ground : 600.0 (sigma)					
		ante	Limiti legge	delta	
Receiver	Information	Lp dB(A)	Lp dB(A)	Lp dB(A)	

	48	Ground floor (1.8 m)	49.7	60	-10.3	
		First floor (4.0 m)	50.9	60	-9.1	
	49	Ground floor (1.8 m)	57.3	60	-2.7	
		First floor (4.0 m)	59.3	60	-0.7	
	50	Ground floor (1.8 m)	53.3	60	-6.7	
		First floor (4.0 m)	54.6	60	-5.4	
	51	Ground floor (1.8 m)	59	60	-1	
		First floor (4.0 m)	61.8	60	1.8	
	52	Ground floor (1.8 m)	62.6	60	2.6	
		First floor (4.0 m)	64.6	60	4.6	
	53	Ground floor (1.8 m)	65	60	5	
		First floor (4.0 m)	66.3	60	6.3	

Il confronto con la normativa mostra un clima acustico elevato, che per alcuni recettori è particolarmente critico:

- Tratta 1 - dal km 2 al km 4 del tratto Salerno-A30 - località Salerno e Baronissi- i recettori R3, R5, R8, R9, R10, R11, R12 hanno valori superiori ai valori limite indicati dalla normativa sia nel periodo diurno che in quello notturno; il recettore R7 risulta avere valori superiori ai limiti solo nel periodo notturno.
- Tratta 2 - dal km 4 al km 6 del tratto A30-Avellino - località Monitoro inf. e Monitoro sup.- i recettori R51, R52, hanno valori superiori ai valori limite indicati dalla normativa sia nel periodo diurno che in quello notturno; il recettore R53 risulta avere valori superiori ai limiti solo nel periodo notturno.

5.6.5 Risultati Ante operam - confronto con la post mitigazione

Per valutare quali saranno gli effetti, rispetto alla situazione ante operam, delle mitigazioni prescritte nello studio post operam, si sono confrontati i livelli sonori ottenuti dalla simulazione anteoperam con i livelli sonori riscontrati dalla simulazione con l’attuazione del progetto e delle opere mitigative previste.

Tabella 5.6.7 Risultati tratta 1 - periodo diurno - confronto con il post mitigazione

	salerno-baronissi	da km 2	a km 4		tratto Salerno-A30
CALCUL N°1					
Comment : calculation n°1 (Receiver)				diurno	
Creation date : 18-MAR-2005					
Position : from (2500442.0m, 4506841.5m) to (2502150.8m, 4509353.0m)					
Calculation parameters : mode ISO.9613, 100 rays, 5 reflections, 2000.00 m, Leq					
Type of ground : 600.0 (sigma)					
		ante	postmitig	delta	
Receiver	Information	Lp dB(A)	Lp dB(A)	Lp dB(A)	
3	Ground floor (1.8 m)	72	57.7	-14.3	
	First floor (4.0 m)	74.1	58.4	-15.7	
4	Ground floor (1.8 m)	60	61	1	
	First floor (4.0 m)	61.7	63.7	2	
5	Ground floor (1.8 m)	68.4	58.9	-9.5	
	First floor (4.0 m)	72.7	60	-12.7	
6	Ground floor (1.8 m)	56.6	54.5	-2.1	
	First floor (4.0 m)	58.4	55.5	-2.9	
7	Ground floor (1.8 m)	66.1	62.3	-3.8	
	First floor (4.0 m)	69	64.8	-4.2	
8	Ground floor (1.8 m)	74.8	64.8	-10	
	First floor (4.0 m)	74.9	66.8	-8.1	
9	Ground floor (1.8 m)	72.7	63.6	-9.1	
	First floor (4.0 m)	73.3	65.6	-7.7	
10	Ground floor (1.8 m)	75.2	66.3	-8.9	
	First floor (4.0 m)	75.3	68.6	-6.7	
11	Ground floor (1.8 m)	69.7	62	-7.7	
	First floor (4.0 m)	71.3	63.8	-7.5	
	Second floor (6.5 m)	71.8	65	-6.8	

12	Ground floor (1.8 m)	65	65.3	0.3	
	First floor (4.0 m)	66.3	66.4	0.1	

Tabella 5.6.8 Risultati tratta 1 - periodo notturno - confronto con il post mitigazione

	salerno-baronissi	da km 2	a km 4		tratto Salerno-A30
CALCUL N°1					
Comment : calculation n°1 (Receiver)				notte	
Creation date : 18-MAR-2005					
Position : from (2500515.0m, 4507026.0m) to (2502146.5m, 4509357.5m)					
Calculation parameters : mode ISO.9613, 100 rays, 5 reflections, 2000.00 m, Leq					
Type of ground : 600.0 (sigma)					
		ante	postmitig	delta	
Receiver	Information	Lp dB(A)	Lp dB(A)	Lp dB(A)	
3	Ground floor (1.8 m)	65.8	55.4	-10.4	
	First floor (4.0 m)	67.9	56	-11.9	
4	Ground floor (1.8 m)	53.7	59	5.3	
	First floor (4.0 m)	55.5	60	4.5	
5	Ground floor (1.8 m)	62.1	56.8	-5.3	
	First floor (4.0 m)	66.3	57.9	-8.4	
6	Ground floor (1.8 m)	50.4	52	1.6	
	First floor (4.0 m)	52.1	52.8	0.7	
7	Ground floor (1.8 m)	59.7	56.6	-3.1	
	First floor (4.0 m)	62.7	59.1	-3.6	
8	Ground floor (1.8 m)	68.5	59.1	-9.4	
	First floor (4.0 m)	68.6	60	-8.6	
9	Ground floor (1.8 m)	66.3	57.9	-8.4	
	First floor (4.0 m)	67	59.9	-7.1	
10	Ground floor (1.8 m)	68.8	59.9	-8.9	
	First floor (4.0 m)	68.9	60	-8.9	
11	Ground floor (1.8 m)	63.3	56.3	-7	
	First floor (4.0 m)	64.9	58.1	-6.8	
	Second floor (6.5 m)	65.4	59.3	-6.1	
12	Ground floor (1.8 m)	58.6	59.6	1	
	First floor (4.0 m)	59.9	60	0.1	

Tabella 5.6.9 Risultati tratta 2 - periodo diurno - confronto con il post mitigazione

montoro inf - montoro sup		da km 4	a km 6	tratto A30-Avellino	
CALCUL N°1					
Comment : calculation n°1 (Receiver)				diurno	
Creation date : 18-MAR-2005					
Position : from (2500271.5m, 4516836.0m) to (2501655.8m, 4518689.0m)					
Calculation parameters : mode ISO.9613, 100 rays, 5 reflections, 2000.00 m, Leq					
Type of ground : 600.0 (sigma)					
		ante	postmitig	delta	
Receiver	Information	Lp dB(A)	Lp dB(A)	Lp dB(A)	
48	Ground floor (1.8 m)	63.8	63.5	-0.3	
	First floor (4.0 m)	65.7	66.4	0.7	
49	Ground floor (1.8 m)	59.8	63.9	4.1	
	First floor (4.0 m)	61	65.4	4.4	
50	Ground floor (1.8 m)	65.4	62.8	-2.6	
	First floor (4.0 m)	68.3	65.2	-3.1	
51	Ground floor (1.8 m)	69	60.6	-8.4	
	First floor (4.0 m)	71.1	63.2	-7.9	
52	Ground floor (1.8 m)	71.5	57.9	-13.6	
	First floor (4.0 m)	72.7	60.7	-12	
53	Ground floor (1.8 m)	69	60.9	-8.1	
	First floor (4.0 m)	68.8	61.9	-6.9	

Tabella 5.6.10 Risultati tratta 2 - periodo notturno - confronto con il post mitigazione

montoro inf - montoro sup		da km 4	a km 6	tratto A30-Avellino	
CALCUL N°1					
Comment : calculation n°1 (Receiver)				notte	
Creation date : 18-MAR-2005					
Position : from (2500271.5m, 4516836.0m) to (2501655.8m, 4518689.0m)					
Calculation parameters : mode ISO.9613, 100 rays, 5 reflections, 2000.00 m, Leq					
Type of ground : 600.0 (sigma)					
		ante	postmitig	delta	
Receiver	Information	Lp dB(A)	Lp dB(A)	Lp dB(A)	
48	Ground floor (1.8 m)	49.7	55.9	6.2	
	First floor (4.0 m)	50.9	58.5	7.6	

	49	Ground floor (1.8 m)	57.3	57.9	0.6		
		First floor (4.0 m)	59.3	59.8	0.5		
	50	Ground floor (1.8 m)	53.3	58.3	5		
		First floor (4.0 m)	54.6	59.8	5.2		
	51	Ground floor (1.8 m)	59	57.1	-1.9		
		First floor (4.0 m)	61.8	59.6	-2.2		
	52	Ground floor (1.8 m)	62.6	55	-7.6		
		First floor (4.0 m)	64.6	57.6	-7		
	53	Ground floor (1.8 m)	65	52.3	-12.7		
		First floor (4.0 m)	66.3	55.1	-11.2		

Il confronto tra la situazione attuale e la situazione futura di postmitigazione, ovvero con l'attuazione del progetto e la realizzazione delle opere mitigative previste, mostra che tutti i recettori considerati che nella fase anteoperam presentavano dei superamenti dei limiti di legge rientrano nei livelli previsti dalla normativa.

Il clima acustico post-mitigativo risulta senz'altro migliore di quello attualmente indotto dall'infrastruttura stradale in molte situazioni, gli interventi mitigativi sono infatti mirati ad assicurare un clima acustico accettabile negli ambienti abitativi più impattati dal rumore prodotto dalla sorgente stradale in esame.

5.7 CONCLUSIONI

Dallo studio di impatto acustico relativo al progetto di ampliamento del raccordo autostradale A3-A30 Salerno-Avellino emerge quanto segue:

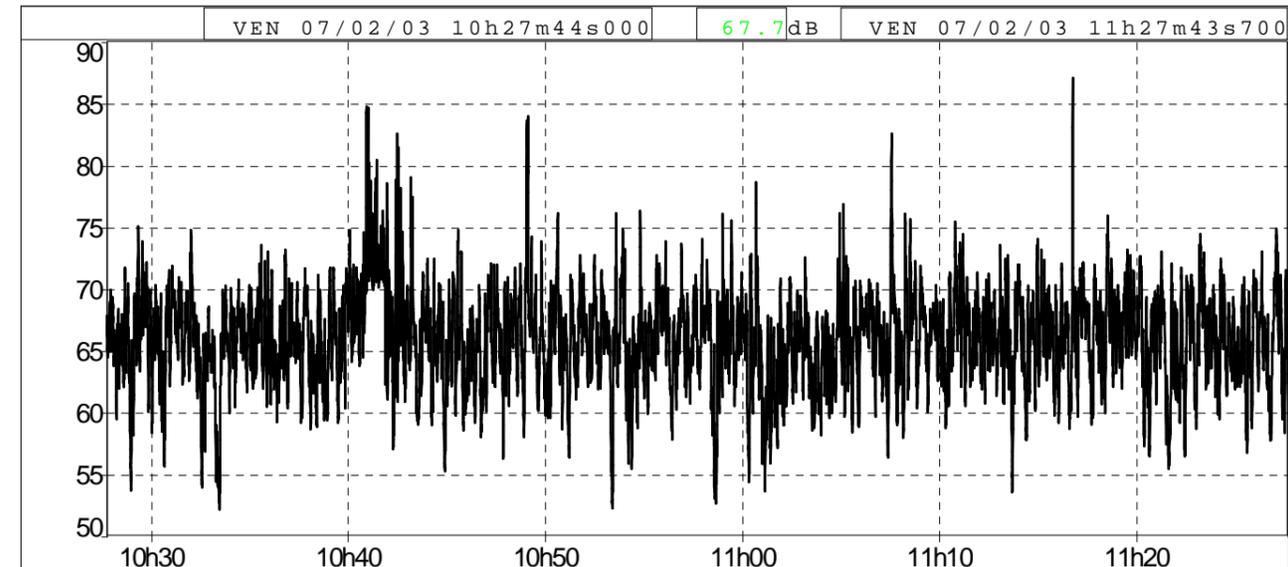
- la situazione attuale, desumibile dalla campagna di monitoraggio è di fatto caratterizzata da un clima acustico sostenuto sui ricettori potenzialmente più esposti alla sorgente di rumore, dovuto alle caratteristiche del tracciato di progetto (strada a doppia corsia per senso di marcia e caratterizzata da tratti con quote prossime a quelle degli edifici situati in prossimità del confine stradale) che non riesce a soddisfare la domanda sempre crescente di traffico; la campagna di monitoraggio, effettuata attraverso rilievi fonometrici scelti ad hoc nei punti in cui l'unica sorgente di rumore si ipotizzi sia quella dovuta al traffico stradale, conferma la presenza di un pesante disturbo agli utenti degli edifici situati a bordo strada;
- la situazione post operam è caratterizzata da un'alternanza piuttosto frequente di tratti in rilevato, in trincea e a raso; in tutti i casi la variabile discriminante per il percepimento del rumore indotto da traffico stradale è costituita dalla distanza degli edifici abitati rispetto al confine stradale e la soluzione progettuale di innalzare o abbassare il piano stradale rispetto alle curve isolivello, influisce in maniera significativa sui livelli di pressione sonora percepibili dagli utenti degli edifici situati in prossimità della strada: è questo il caso delle abitazioni in località di Montoro Inferiore ovvero del rilevato nell'ultimo tratto verso lo svincolo per Avellino sud, dove la scelta rispettivamente della trincea e del rilevato apportano sicuramente benefici acustici agli edifici vicini in misura maggiore o minore in funzione del dislivello degli stessi rispetto al piano stradale; per questi ricettori le differenze tra i $Leq(A)$ calcolati e i limiti di legge, si attestano intorno a valori in media dell'ordine di 4-5 dB(A), in misura tanto minore per il piano terra dei ricettori interessati dai tratti in rilevato quanto maggiore (intorno ai 5-6 dB(A)) nei piani alti delle abitazioni. Per i ricettori interessati dai tratti a raso si raggiungono criticità acustiche piuttosto elevate per quelli situati in prossimità del confine stradale, finanche dell'ordine di 10-11 dB(A); per i ricettori più distanti il superamento del limite di legge è più contenuto, all'incirca dell'ordine di 2 dB(A);
- per tutti i ricettori acustici con superamenti dei limiti di legge sono state predisposte soluzioni mitigative (barriere acustiche) diverse in funzione delle criticità acustiche rilevate, in grado di abbattere ed eliminare completamente il cosiddetto “fastidio da rumore” imputabile alla sola sorgente di traffico stradale e garantire in corrispondenza di ogni ricettore interessato dall'attraversamento del tracciato un clima acustico accettabile; fra le

tipologie di barriere è stata scelta la barriera in lamiera metallica, con caratteristiche spettrali di fonoassorbimento dei pannelli ad elevata e media prestazione e caratteristiche costruttive (altezza, lunghezza) variabili in rapporto alle criticità acustiche evidenziate; nella localizzazione degli interventi mitigativi c'è da segnalare la presenza di una duplice barriera in corrispondenza dell' Ospedale Landolfi in località Fisciano, prima dell'imbocco della galleria, considerato ricettore sensibili di classe I, con limiti di legge pari a 50 dB(A) nel periodo diurno e 40 dB(A) nel periodo notturno: sono state, infatti posizionate, come desumibile dalla tavola della localizzazione degli interventi mitigativi in allegato alla relazione, due barriere, una lungo il percorso di progetto in prossimità della sorgente di rumore, l'altra invece segue lo svincolo e la rampa di egresso dal raccordo autostradale verso la città di Fisciano.

APPENDICE A CAMPAGNA DI MONITORAGGIO – SALERNO – AVELLINO

<ul style="list-style-type: none"> Raccordo autostradale Salerno - Avellino 	
<ul style="list-style-type: none"> PUNTO DI MISURA M1 	<ul style="list-style-type: none"> Fratte (SA) – Via dei Greci, G
<ul style="list-style-type: none"> LOCALIZZAZIONE DEL RICETTORE 	
<ul style="list-style-type: none"> RISPETTO AL TERRITORIO 	
<ul style="list-style-type: none"> Comune..... 	<ul style="list-style-type: none"> Salerno
<ul style="list-style-type: none"> Provincia..... 	<ul style="list-style-type: none"> Salerno
<ul style="list-style-type: none"> Regione..... 	<ul style="list-style-type: none"> Campania
<ul style="list-style-type: none"> RISPETTO ALLA STRADA 	
<ul style="list-style-type: none"> Progressiva km..... 	<ul style="list-style-type: none"> Tratto 1 – 0+480
<ul style="list-style-type: none"> Lato..... 	<ul style="list-style-type: none"> sinistro
<ul style="list-style-type: none"> Distanza (m)..... 	<ul style="list-style-type: none"> 12 metri
<ul style="list-style-type: none"> CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO 	
<ul style="list-style-type: none"> TIPOLOGIA 	
<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Residenza <input type="checkbox"/> Scuola/Istruzione <input type="checkbox"/> Ospedale, casa di cura o riposo <input type="checkbox"/> Attività industriale <input type="checkbox"/> Attività commerciale <input type="checkbox"/> Pertinenza agricola (stalla, depositi) <input type="checkbox"/> Servizi per lo sport e il tempo libero <input type="checkbox"/> Altro: casa cantoniera 	<ul style="list-style-type: none"> STATO DI CONSERVAZIONE <input checked="" type="checkbox"/> Ottimo/Buono <input type="checkbox"/> Mediocre <input type="checkbox"/> Cattivo <input type="checkbox"/> Rudere o assimilabile
<ul style="list-style-type: none"> N° di piani fuori terra: 5 	
<ul style="list-style-type: none"> TIPOLOGIA DELL'AREA SITA TRA STRADA E RICETTORE 	
<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Pertinenza dell'edificio <input type="checkbox"/> Area edificata <input checked="" type="checkbox"/> Infrastruttura stradale <input type="checkbox"/> Infrastruttura ferroviaria <input type="checkbox"/> Parcheggio/Giardino/Piazzale 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Area residuale <input type="checkbox"/> Agricolo seminativo/incolto <input type="checkbox"/> Agricolo piante <input type="checkbox"/> Area boscata <input type="checkbox"/> Altro:
<ul style="list-style-type: none"> NOTE: • • • 	

Misura diurna

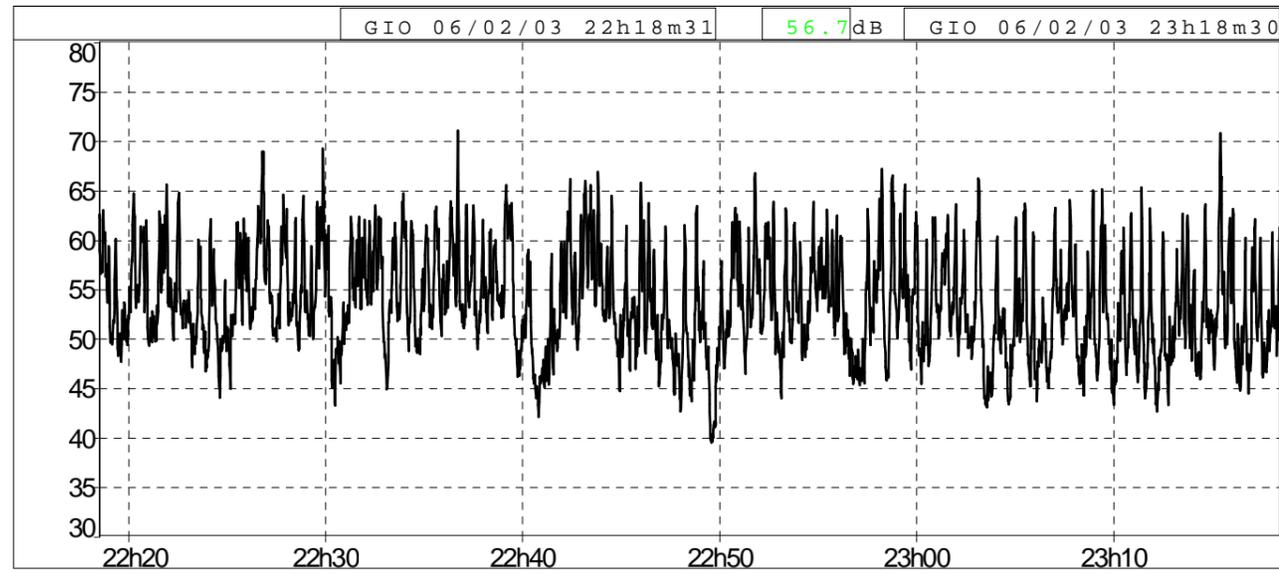


File	fratte diurna_030207_102744.cmg			
Commenti				
Inizio	10:27:44:000 venerdì 7 febbraio 2003			
Fine	11:27:44:000 venerdì 7 febbraio 2003			
Base tempi	100ms			
Nr. totale di periodi	36000			
Canale	Tipo	Wgt	Min.	Max.
Can. 1	Leq	A	50	90

File	fratte diurna_030207_102744.cmg										
Inizio	07/02/03 10.27.44.000										
Fine	07/02/03 11.27.44.000										
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	dB	67.7	52.0	89.0	59.3	60.9	66.0	70.3	71.5



Misura notturna



File	Fratte noct_032124_221831.cmg
Commenti	
Inizio	22:18:31 giovedì 6 febbraio 2003
Fine	23:18:31 giovedì 6 febbraio 2003
Base tempi	100ms

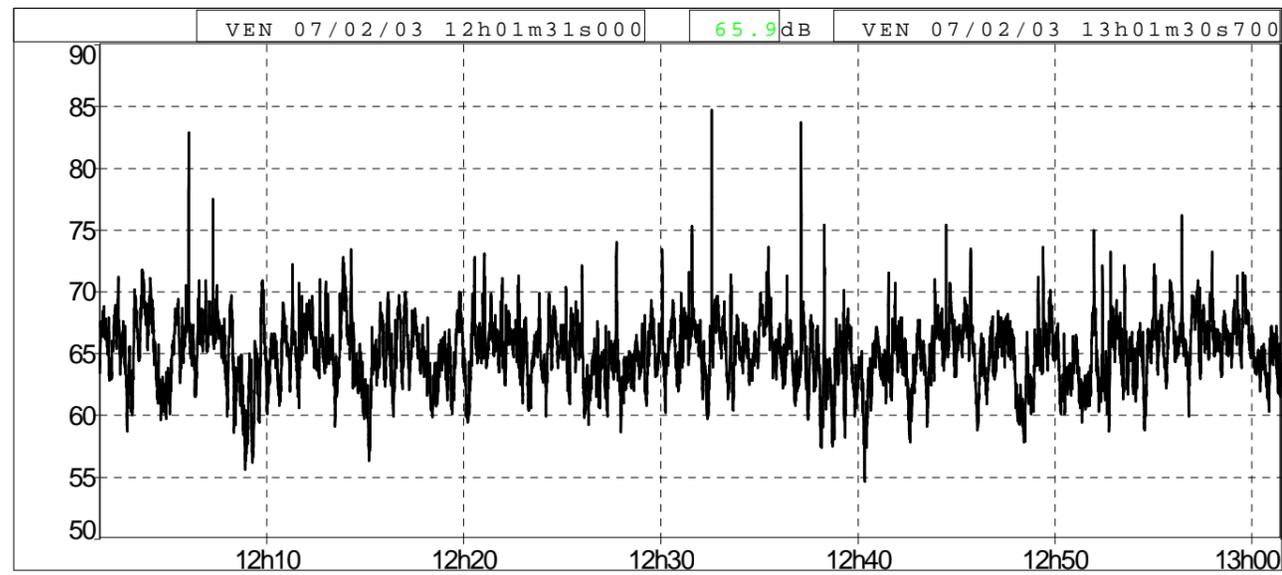
Nr. totale di periodi	36000			
Canale	Tipo	Wgt	Min.	Max.
Can. 1	Leq	A	30	90

File	Fratte noct_032124_221831.cmg										
Inizio	06/02/03 22:18:31										
Fine	06/02/03 22:18:31										
Canale	Tip	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	dB	56.7	39.5	71.1	45.7	47.0	52.9	60.9	62.4



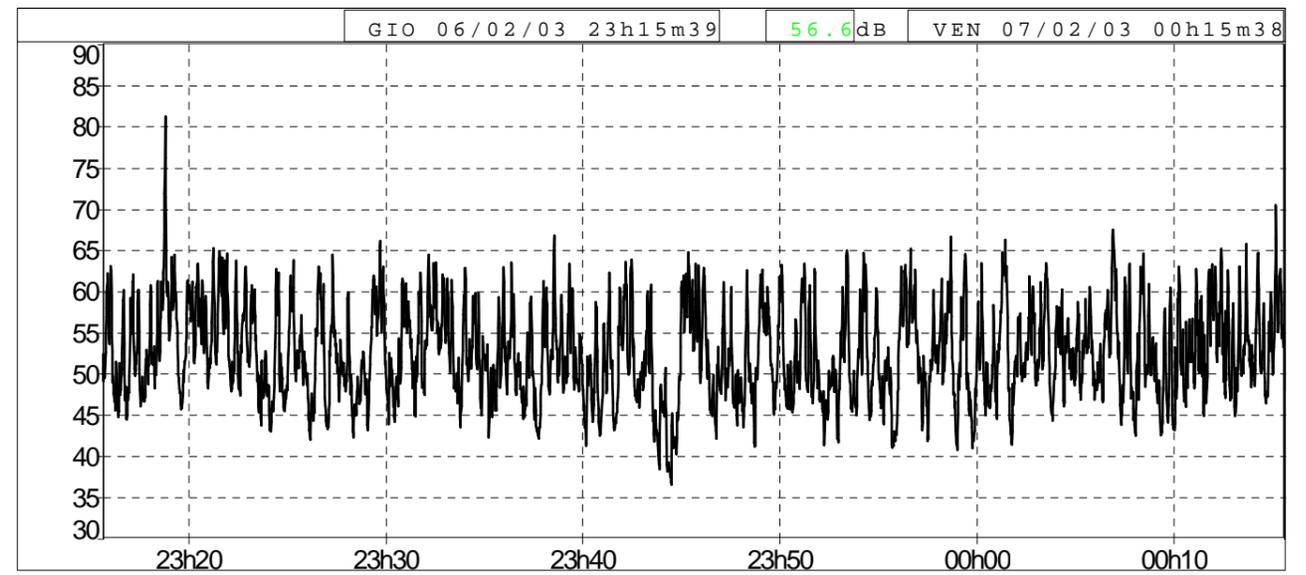
<ul style="list-style-type: none"> • Raccordo autostradale Salerno - Avellino 	
•	
<ul style="list-style-type: none"> • PUNTO DI MISURA M2 	<ul style="list-style-type: none"> • Baronissi (SA) –Via S. Andrea, 47
<ul style="list-style-type: none"> • LOCALIZZAZIONE DEL RICETTORE 	
<ul style="list-style-type: none"> • RISPETTO AL TERRITORIO 	<ul style="list-style-type: none"> • RISPETTO ALLA STRADA
<ul style="list-style-type: none"> • Comune..... • Baronissi • Provincia..... • Salerno • Regione..... • Campania 	<ul style="list-style-type: none"> • Progressiva • Tratto 1 – km..... 4+530 • Lato..... • destro • Distanza • 50 metri (m).....
<ul style="list-style-type: none"> • CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO 	
<ul style="list-style-type: none"> • TIPOLOGIA 	<ul style="list-style-type: none"> • STATO DI CONSERVAZIONE
<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Residenza • <input type="checkbox"/> Scuola/Istruzione • <input type="checkbox"/> Ospedale, casa di cura o riposo • <input type="checkbox"/> Attività industriale • <input type="checkbox"/> Attività commerciale • <input type="checkbox"/> Pertinenza agricola (stalla, depositi) • <input type="checkbox"/> Servizi per lo sport e il tempo libero • <input type="checkbox"/> Altro: casa cantoniera 	<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Ottimo/Buono • <input type="checkbox"/> Mediocre • <input type="checkbox"/> Cattivo • <input type="checkbox"/> Rudere o assimilabile
<ul style="list-style-type: none"> • ORIENTAMENTO RISPETTO STRADA 	
<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Parallelo • <input type="checkbox"/> Perpendicolare • <input type="checkbox"/> Obliquo 	
<ul style="list-style-type: none"> • N° di piani fuori terra: 5 	
<ul style="list-style-type: none"> • TIPOLOGIA DELL'AREA SITA TRA STRADA E RICETTORE 	
<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Pertinenza dell'edificio • <input type="checkbox"/> Area edificata • <input type="checkbox"/> Infrastruttura stradale • <input type="checkbox"/> Infrastruttura ferroviaria • <input type="checkbox"/> Parcheggio/Giardino/Piazzale 	<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Area residuale • <input type="checkbox"/> Agricolo seminativo/incolto • <input type="checkbox"/> Agricolo piante • <input type="checkbox"/> Area boscata • <input type="checkbox"/> Altro:
<ul style="list-style-type: none"> • NOTE: • • • • 	

Misura diurna



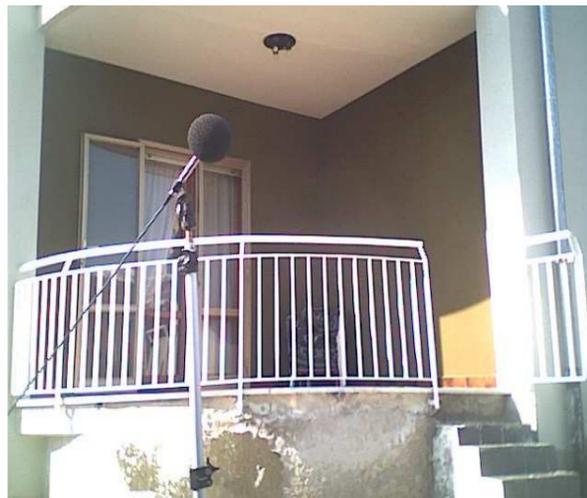
File	baronissi_030207_120131.cmg										
Inizio	07/02/03 12.01.31.000										
Fine	07/02/03 13.01.31.000										
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	dB	65.9	54.3	85.7	60.5	61.5	65.0	68.0	68.9

Misura notturna



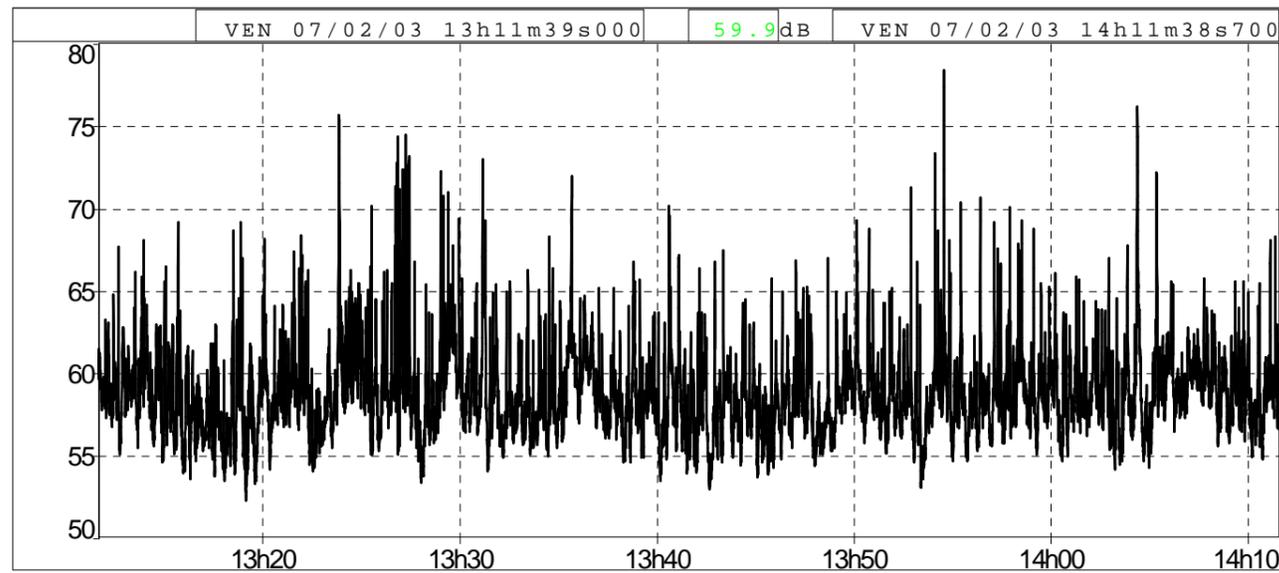
File	Baronissi nott_032124_231539.cmg			
Commenti				
Inizio	23:15:39 giovedì 6 febbraio 2003			
Fine	00:15:39 venerdì 7 febbraio 2003			
Base tempi	100ms			
Nr. totale di periodi	36000			
Canale	Tipo	Wgt	Min.	Max.
Can. 1	Leq	A	30	90

File	Baronissi nott_032124_231539.cmg										
Inizio	06/02/03 23:15:39										
Fine	07/02/03 00:15:39										
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	dB	56.6	36.6	81.3	43.9	45.6	51.6	60.3	62.0



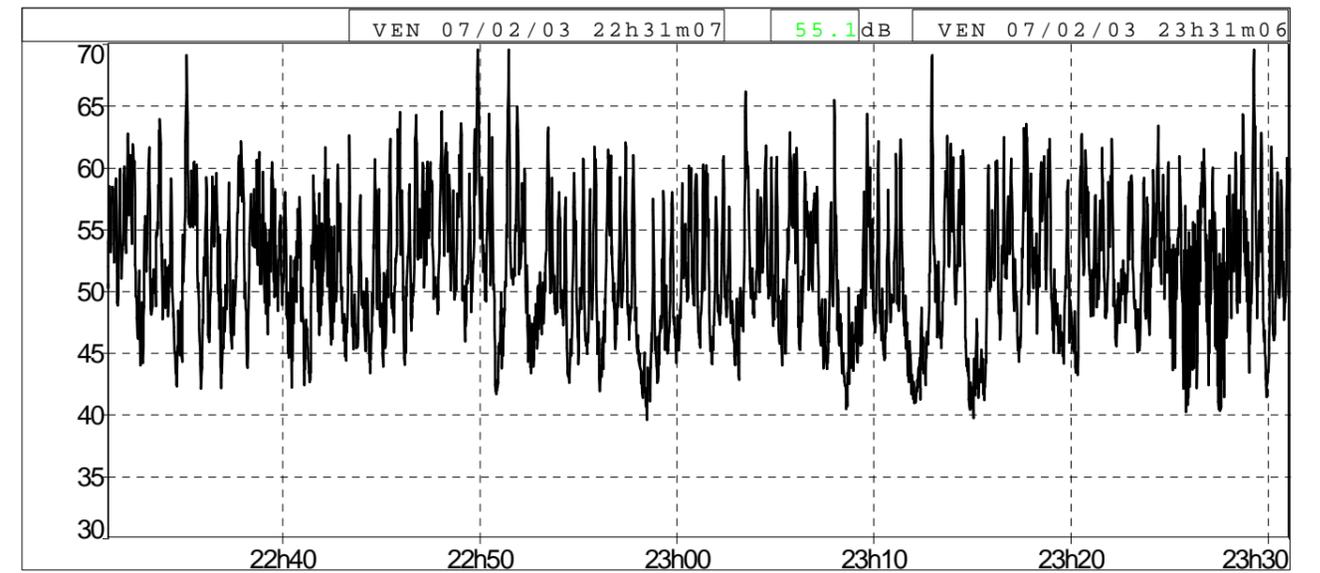
<ul style="list-style-type: none"> • Raccordo autostradale Salerno - Avellino 	
•	
<ul style="list-style-type: none"> • PUNTO DI MISURA M3 	<ul style="list-style-type: none"> • Lancusi(SA)–V. Fratelli Napoli, 75
<ul style="list-style-type: none"> • LOCALIZZAZIONE DEL RICETTORE 	
<ul style="list-style-type: none"> • RISPETTO AL TERRITORIO 	<ul style="list-style-type: none"> • RISPETTO ALLA STRADA
<ul style="list-style-type: none"> • Comune..... Lancusi • Provincia..... Salerno • Regione..... Campania 	<ul style="list-style-type: none"> • Progressiva • Tratto 1 – km..... 7+400 • Lato..... • sinistro • Distanza • 57 metri (m).....
<ul style="list-style-type: none"> • CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO 	
<ul style="list-style-type: none"> • TIPOLOGIA 	<ul style="list-style-type: none"> • STATO DI CONSERVAZIONE
<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Residenza • <input type="checkbox"/> Scuola/Istruzione • <input type="checkbox"/> Ospedale, casa di cura o riposo • <input type="checkbox"/> Attività industriale • <input type="checkbox"/> Attività commerciale • <input type="checkbox"/> Pertinenza agricola (stalla, depositi) • <input type="checkbox"/> Servizi per lo sport e il tempo libero • <input type="checkbox"/> Altro: casa cantoniera 	<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Ottimo/Buono • <input type="checkbox"/> Mediocre • <input type="checkbox"/> Cattivo • <input type="checkbox"/> Rudere o assimilabile
<ul style="list-style-type: none"> • ORIENTAMENTO RISPETTO STRADA 	
<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Parallelo • <input type="checkbox"/> Perpendicolare • <input type="checkbox"/> Obliquo 	
<ul style="list-style-type: none"> • N° di piani fuori terra: 3 	
<ul style="list-style-type: none"> • TIPOLOGIA DELL'AREA SITA TRA STRADA E RICETTORE 	
<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Pertinenza dell'edificio • <input type="checkbox"/> Area edificata • <input type="checkbox"/> Infrastruttura stradale • <input type="checkbox"/> Infrastruttura ferroviaria • <input type="checkbox"/> Parcheggio/Giardino/Piazzale 	<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Area residuale • <input checked="" type="checkbox"/> Agricolo seminativo/incolto • <input type="checkbox"/> Agricolo piante • <input type="checkbox"/> Area boscata • <input type="checkbox"/> Altro:
<ul style="list-style-type: none"> • NOTE: • • • • 	

Misura diurna



File	lancusi diurna_030207_131139.cmg										
Inizio	07/02/03 13.11.39.000										
Fine	07/02/03 14.11.39.000										
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	dB	59.9	51.8	79.4	55.1	55.7	58.3	61.6	63.1

Misura notturna



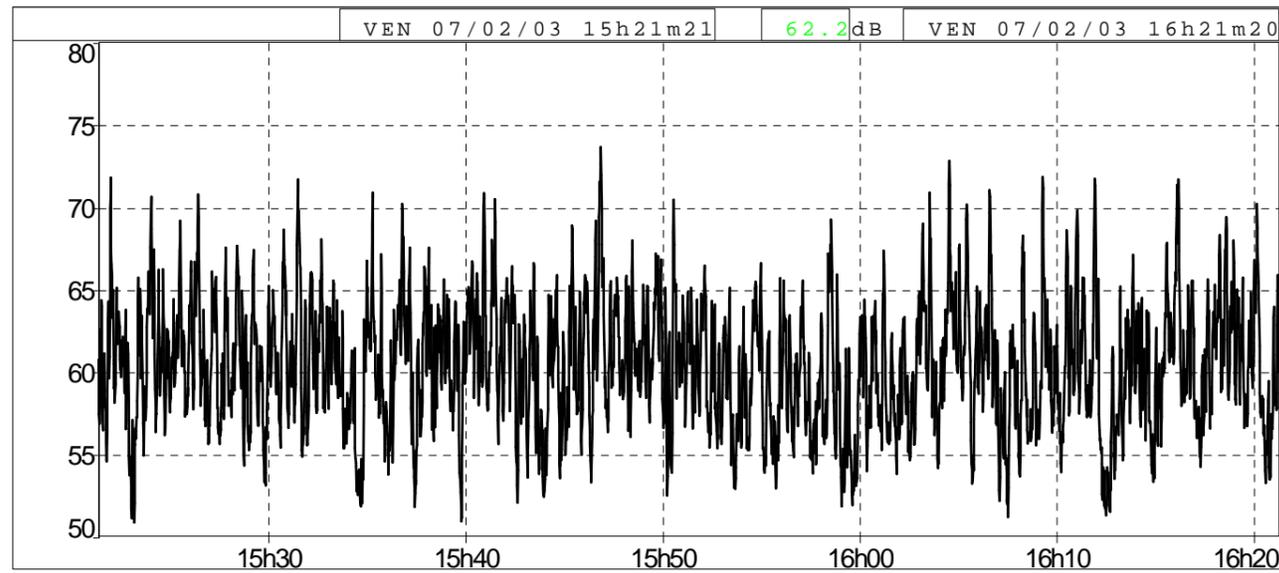
File	Lancusi nott_032124_223107.cmg			
Commenti				
Inizio	22:31:07 venerdì 7 febbraio 2003			
Fine	23:31:07 venerdì 7 febbraio 2003			
Base tempi	100ms			
Nr. totale di periodi	36000			
Canale	Tipo	Wgt	Min.	Max.
Can. 1	Leq	A	30	90

File	Lancusi nott_032124_223107.cmg										
Inizio	07/02/03 22:31:07										
Fine	07/02/03 23:31:07										
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	dB	55.1	39.6	69.5	43.3	44.8	51.0	59.0	60.5



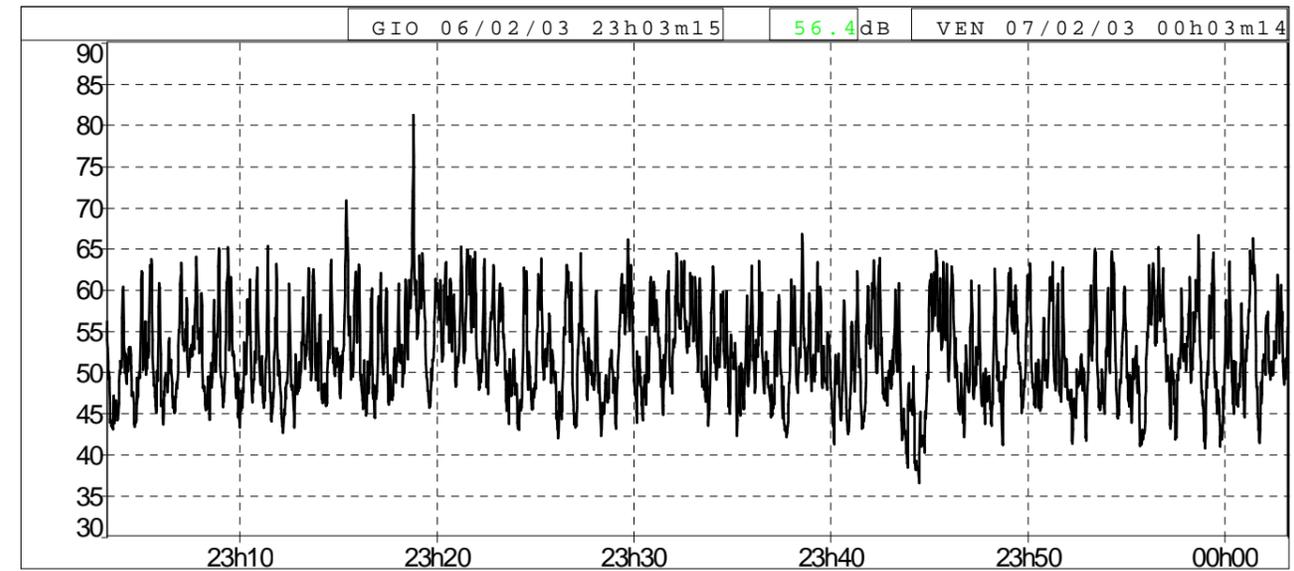
• Raccordo autostradale Salerno - Avellino •	
• PUNTO DI MISURA M4	• Fisciano (SA) – Via Ponte Don Melillo, 67
• LOCALIZZAZIONE DEL RICETTORE	
• RISPETTO AL TERRITORIO	• RISPETTO ALLA STRADA
• Comune..... • Fisciano	• Progressiva • Tratto 2 – km..... 1+420
• Provincia..... • Salerno	• Lato..... • sinistro
• Regione..... • Campania	• Distanza • 74 metri (m).....
• CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO	
• TIPOLOGIA	• STATO DI CONSERVAZIONE
• <input checked="" type="checkbox"/> Residenza • <input type="checkbox"/> Scuola/Istruzione • <input type="checkbox"/> Ospedale, casa di cura o riposo • <input type="checkbox"/> Attività industriale • <input type="checkbox"/> Attività commerciale • <input type="checkbox"/> Pertinenza agricola (stalla, depositi) • <input type="checkbox"/> Servizi per lo sport e il tempo libero • <input type="checkbox"/> Altro: casa cantoniera	• <input checked="" type="checkbox"/> Ottimo/Buono • <input type="checkbox"/> Mediocre • <input type="checkbox"/> Cattivo • <input type="checkbox"/> Rudere o assimilabile
• ORIENTAMENTO RISPETTO STRADA	
• <input checked="" type="checkbox"/> Parallelo • <input type="checkbox"/> Perpendicolare • <input type="checkbox"/> Obliquo	
• N° di piani fuori terra: 2	
• TIPOLOGIA DELL'AREA SITA TRA STRADA E RICETTORE	
• <input checked="" type="checkbox"/> Pertinenza dell'edificio • <input type="checkbox"/> Area edificata • <input type="checkbox"/> Infrastruttura stradale • <input type="checkbox"/> Infrastruttura ferroviaria • <input type="checkbox"/> Parcheggio/Giardino/Piazzale	• <input checked="" type="checkbox"/> Area residuale • <input checked="" type="checkbox"/> Agricolo seminativo/incolto • <input type="checkbox"/> Agricolo piante • <input type="checkbox"/> Area boscata • <input type="checkbox"/> Altro:
• NOTE: • • •	

Misura diurna



File	Fisciano _032118_152121.cmg										
Inizio	07/02/03 15:21:21										
Fine	07/02/03 16:21:21										
Canale	Tip	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
1	Leq	A	dB	62.2	50.9	73.7	54.2	55.6	60.3	65.2	66.6

Misura notturna



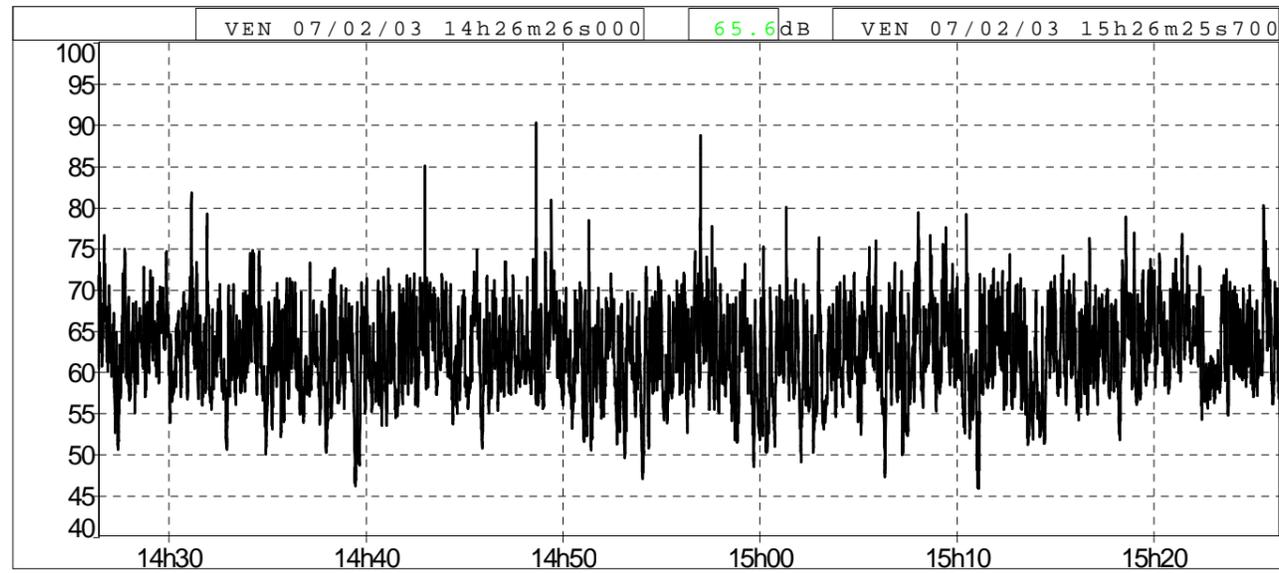
File	Fisciano nott _032118_230315.cmg			
Commenti				
Inizio	23:03:15 giovedì 6 febbraio 2003			
Fine	00:03:15 venerdì 7 febbraio 2003			
Base tempi	100ms			
Nr. totale di periodi	36000			
Canale	Tip	Wgt	Min.	Max.
1	Leq	A	30	90

File	Fisciano _032118_230315.cmg										
Inizio	06/02/03 23:03:15										
Fine	07/02/03 00:03:15										
Canale	Tip	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
1	Leq	A	dB	56.4	36.6	81.3	43.8	45.5	51.3	60.1	61.8



<ul style="list-style-type: none"> • Raccordo autostradale Salerno - Avellino 	
<ul style="list-style-type: none"> • PUNTO DI MISURA M5 	<ul style="list-style-type: none"> • Piazza di Pandola (AV) – Via Turci, 43
<ul style="list-style-type: none"> • LOCALIZZAZIONE DEL RICETTORE 	
<ul style="list-style-type: none"> • RISPETTO AL TERRITORIO 	<ul style="list-style-type: none"> • RISPETTO ALLA STRADA
<ul style="list-style-type: none"> • Comune..... Montoro Inferiore • Provincia..... Avellino • Regione..... Campania 	<ul style="list-style-type: none"> • Progressiva km..... 5+040 • Tratto 2 - • Lato..... destro • Distanza (m)..... 16 metri
<ul style="list-style-type: none"> • CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO 	
<ul style="list-style-type: none"> • TIPOLOGIA 	<ul style="list-style-type: none"> • STATO DI CONSERVAZIONE
<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Residenza • <input type="checkbox"/> Scuola/Istruzione • <input type="checkbox"/> Ospedale, casa di cura o riposo • <input type="checkbox"/> Attività industriale • <input type="checkbox"/> Attività commerciale • <input type="checkbox"/> Pertinenza agricola (stalla, depositi) • <input type="checkbox"/> Servizi per lo sport e il tempo libero • <input type="checkbox"/> Altro: casa cantoniera 	<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Ottimo/Buono • <input type="checkbox"/> Mediocre • <input type="checkbox"/> Cattivo • <input type="checkbox"/> Rudere o assimilabile
<ul style="list-style-type: none"> • ORIENTAMENTO RISPETTO STRADA 	
<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Parallelo • <input type="checkbox"/> Perpendicolare • <input type="checkbox"/> Obliquo 	
<ul style="list-style-type: none"> • N° di piani fuori terra: 5 	
<ul style="list-style-type: none"> • TIPOLOGIA DELL'AREA SITA TRA STRADA E RICETTORE 	
<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Pertinenza dell'edificio • <input type="checkbox"/> Area edificata • <input type="checkbox"/> Infrastruttura stradale • <input type="checkbox"/> Infrastruttura ferroviaria • <input type="checkbox"/> Parcheggio/Giardino/Piazzale 	<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Area residuale • <input type="checkbox"/> Agricolo seminativo/incolto • <input type="checkbox"/> Agricolo piante • <input type="checkbox"/> Area boscata • <input type="checkbox"/> Altro:
<ul style="list-style-type: none"> • NOTE: • • • • 	

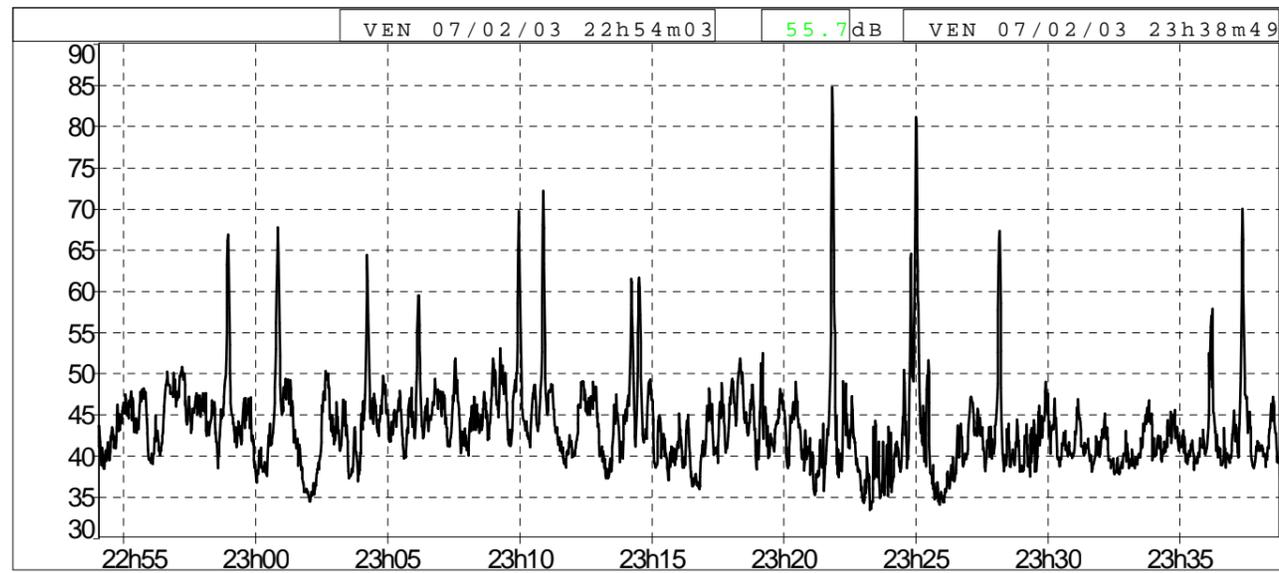
Misura diurna



File	piazza di pandola montoro inf_030207_142626.cmg			
Commenti				
Inizio	14:26:26:000 venerdì 7 febbraio 2003			
Fine	15:26:26:000 venerdì 7 febbraio 2003			
Base tempi	100ms			
Nr. totale di periodi	36000			
Canale	Tipo	Wgt	Min.	Max.
Can. 1	Leq	A	40	100

File	piazza di pandola montoro inf_030207_142626.cmg										
Inizio	07/02/03 14.26.26.000										
Fine	07/02/03 15.26.26.000										
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	dB	65.6	45.4	91.6	53.9	56.0	61.9	68.6	70.3

Misura notturna



Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	dB	55.7	31.6	86.0	38.9	41.1	46.6	55.9	61.7

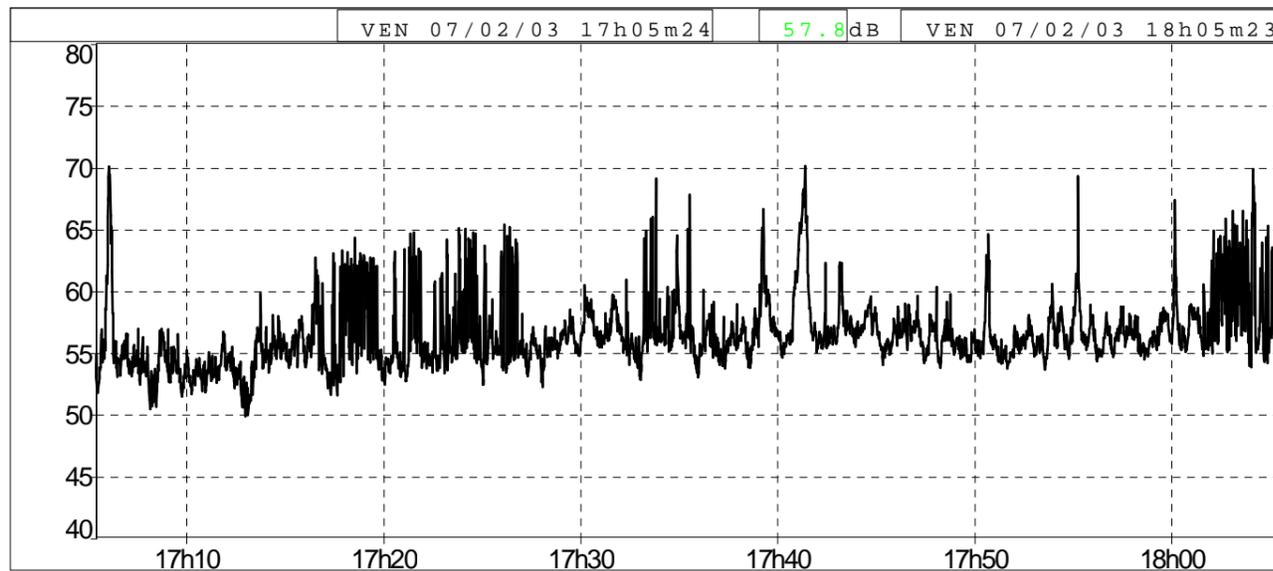
File	Piazza di pandola nott_032118_224508.cmg			
Commenti				
Inizio	22:45:08 venerdì 7 febbraio 2003			
Fine	23:45:08 venerdì 7 febbraio 2003			
Base tempi	100ms			
Nr. totale di periodi	36000			
Canale	Tipo	Wgt	Min.	Max.
Can. 1	Leq	A	30	90

File	Piazza di pandola nott_032118_224508.cmg
Inizio	07/02/03 22:45:08
Fine	07/02/03 23:45:08



• Raccordo autostradale Salerno - Avellino •	
• PUNTO DI MISURA M6	• Torchiatì (AV) – Via Sabbia, 16
• LOCALIZZAZIONE DEL RICETTORE	
• RISPETTO AL TERRITORIO	• RISPETTO ALLA STRADA
• Comune..... • Montoro Superiore	• Progressiva • Tratto 2 – km..... 7+990
• Provincia..... • Avellino	• Lato..... • sinistro
• Regione..... • Campania	• Distanza • 75 metri (m).....
• CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO	
• TIPOLOGIA	• STATO DI CONSERVAZIONE
• <input checked="" type="checkbox"/> Residenza • <input type="checkbox"/> Scuola/Istruzione • <input type="checkbox"/> Ospedale, casa di cura o riposo • <input type="checkbox"/> Attività industriale • <input type="checkbox"/> Attività commerciale • <input type="checkbox"/> Pertinenza agricola (stalla, depositi) • <input type="checkbox"/> Servizi per lo sport e il tempo libero • <input type="checkbox"/> Altro: casa cantoniera	• <input checked="" type="checkbox"/> Ottimo/Buono • <input type="checkbox"/> Mediocre • <input type="checkbox"/> Cattivo • <input type="checkbox"/> Rudere o assimilabile
• N° di piani fuori terra: 3	
• TIPOLOGIA DELL'AREA SITA TRA STRADA E RICETTORE	
• <input checked="" type="checkbox"/> Pertinenza dell'edificio • <input type="checkbox"/> Area edificata • <input type="checkbox"/> Infrastruttura stradale • <input type="checkbox"/> Infrastruttura ferroviaria • <input type="checkbox"/> Parcheggio/Giardino/Piazzale	• <input checked="" type="checkbox"/> Area residuale • <input type="checkbox"/> Agricolo seminativo/incolto • <input type="checkbox"/> Agricolo piante • <input type="checkbox"/> Area boscata • <input type="checkbox"/> Altro:
• NOTE: • • •	

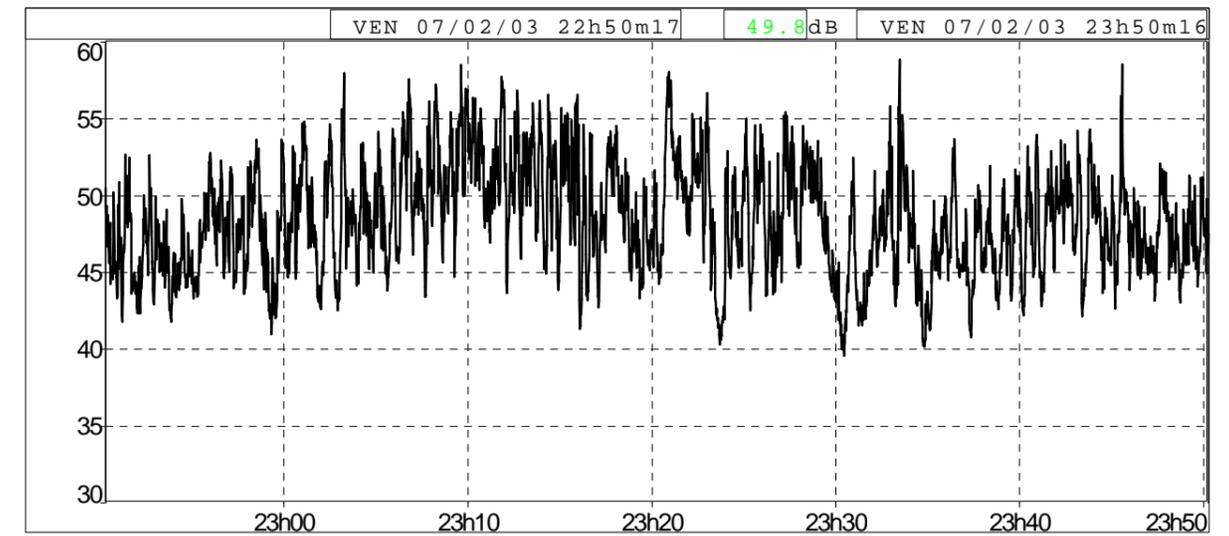
Misura diurna



File	torchiati_032118_170524.cmg			
Commenti				
Inizio	17:05:24 venerdì 7 febbraio 2003			
Fine	18:05:24 venerdì 7 febbraio 2003			
Base tempi	100ms			
Nr. totale di periodi	36000			
Canale	Tipo	Wgt	Min.	Max.
Can. 1	Leq	A	40	100

File	torchiati_032118_170524.cmg										
Inizio	07/02/03 17.05.24										
Fine	07/02/03 18.05.24										
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	d B	57.8	49.9	70.1	53.0	53.7	55.9	60.2	62.4

Misura notturna



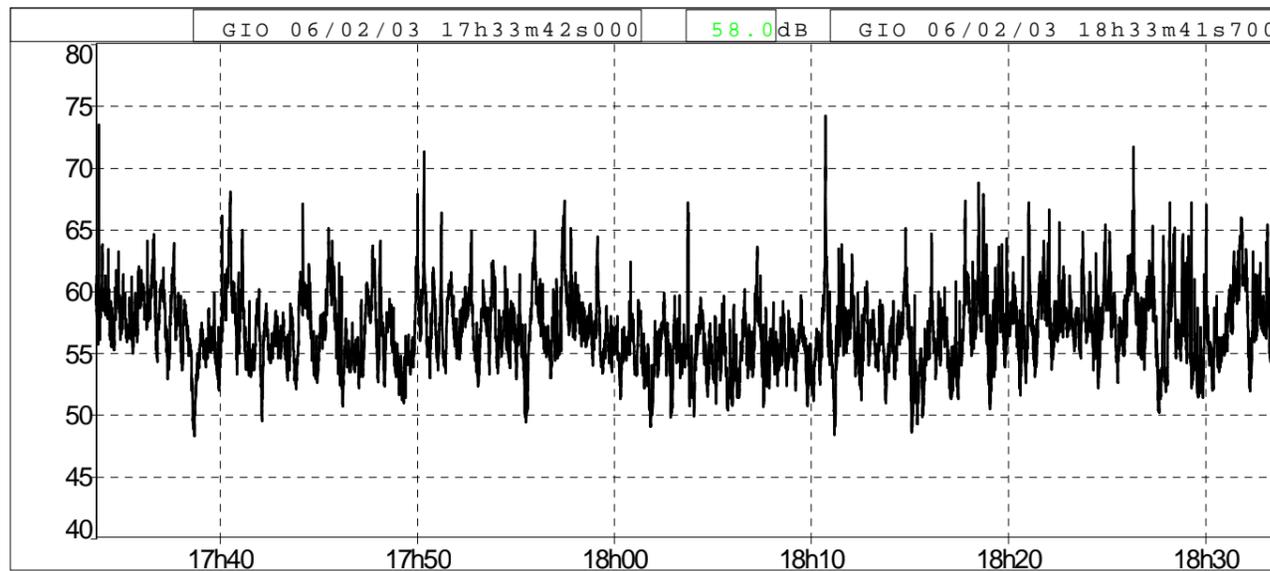
File	torchiati_nott_032118_225017.cmg			
Commenti				
Inizio	22:50:17 venerdì 7 febbraio 2003			
Fine	23:50:17 venerdì 7 febbraio 2003			
Base tempi	100ms			
Nr. totale di periodi	36000			
Canale	Tipo	Wgt	Min.	Max.
Can. 1	Leq	A	30	90

File	torchiati_nott_032118_225017.cmg										
Inizio	07/02/03 22:50:17										
Fine	07/02/03 23:50:17										
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	d B	49.8	39.6	58.9	42.9	43.9	48.1	53.0	54.1



<ul style="list-style-type: none"> • Raccordo autostradale Salerno - Avellino 	
•	
<ul style="list-style-type: none"> • PUNTO DI MISURA M7 (recettore sensibile di classe I) 	<ul style="list-style-type: none"> • Solofra (AV) – Ospedale Andolfi
<ul style="list-style-type: none"> • LOCALIZZAZIONE DEL RICETTORE 	
<ul style="list-style-type: none"> • RISPETTO AL TERRITORIO 	<ul style="list-style-type: none"> • RISPETTO ALLA STRADA
<ul style="list-style-type: none"> • Comune..... • Solofra • Provincia..... • Avellino • Regione..... • Campania 	<ul style="list-style-type: none"> • Progressiva • Tratto 2 - km..... 11+750 • Lato..... • sinistro • Distanza • 20 metri (m).....
<ul style="list-style-type: none"> • CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO 	
<ul style="list-style-type: none"> • TIPOLOGIA 	<ul style="list-style-type: none"> • STATO DI CONSERVAZIONE
<ul style="list-style-type: none"> • <input type="checkbox"/> Residenza • <input type="checkbox"/> Scuola/Istruzione • <input checked="" type="checkbox"/> Ospedale, casa di cura o riposo • <input type="checkbox"/> Attività industriale • <input type="checkbox"/> Attività commerciale • <input type="checkbox"/> Pertinenza agricola (stalla, depositi) • <input type="checkbox"/> Servizi per lo sport e il tempo libero • <input type="checkbox"/> Altro: casa cantoniera 	<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Ottimo/Buono • <input type="checkbox"/> Mediocre • <input type="checkbox"/> Cattivo • <input type="checkbox"/> Rudere o assimilabile
<ul style="list-style-type: none"> • ORIENTAMENTO RISPETTO STRADA 	
<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Parallelo • <input type="checkbox"/> Perpendicolare • <input type="checkbox"/> Obliquo 	
<ul style="list-style-type: none"> • N° di piani fuori terra: 2 	
<ul style="list-style-type: none"> • TIPOLOGIA DELL'AREA SITA TRA STRADA E RICETTORE 	
<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Pertinenza dell'edificio • <input type="checkbox"/> Area edificata • <input type="checkbox"/> Infrastruttura stradale • <input type="checkbox"/> Infrastruttura ferroviaria • <input type="checkbox"/> Parcheggio/Giardino/Piazzale 	<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Area residuale • <input type="checkbox"/> Agricolo seminativo/incolto • <input type="checkbox"/> Agricolo piante • <input type="checkbox"/> Area boscata • <input type="checkbox"/> Altro:
<ul style="list-style-type: none"> • NOTE: • • • • 	

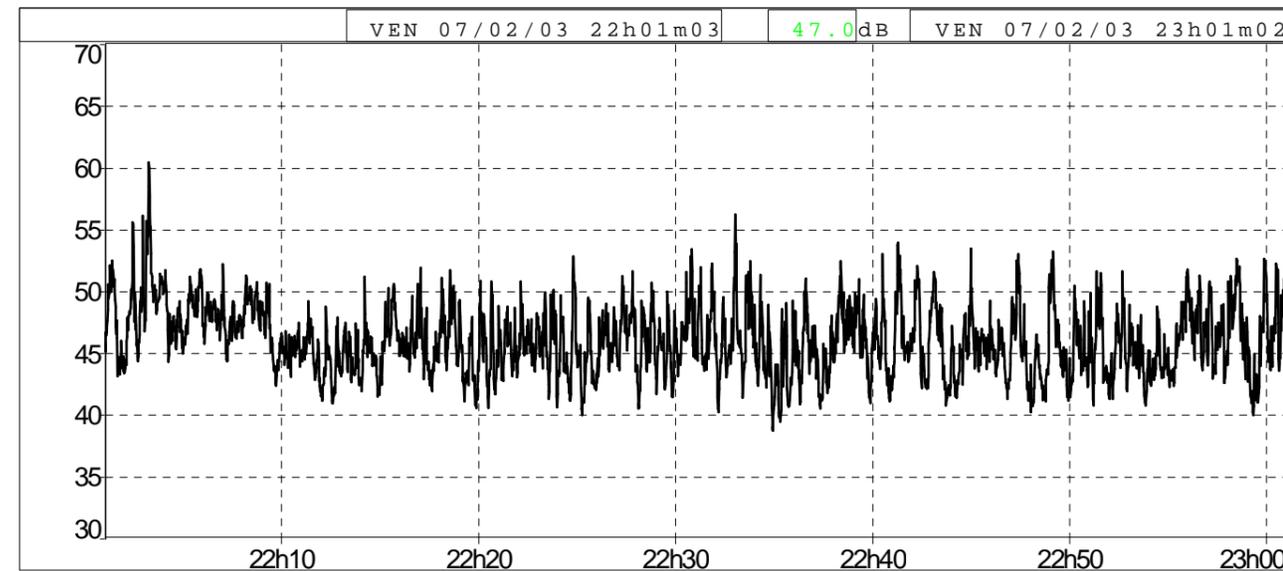
Misura diurna



File	osp solofra_030206_173342.cmg			
Commenti				
Inizio	17:33:42:000 giovedì 6 febbraio 2003			
Fine	18:33:42:000 giovedì 6 febbraio 2003			
Base tempi	100ms			
Nr. totale di periodi	36000			
Canale	Tipo	Wgt	Min.	Max.
Can. 1	Leq	A	40	80

File	osp solofra_030206_173342.cmg										
Inizio	06/02/03 17.33.42.000										
Fine	06/02/03 18.33.42.000										
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	dB	58.0	47.9	77.4	52.2	53.2	56.5	60.4	61.7

Misura notturna



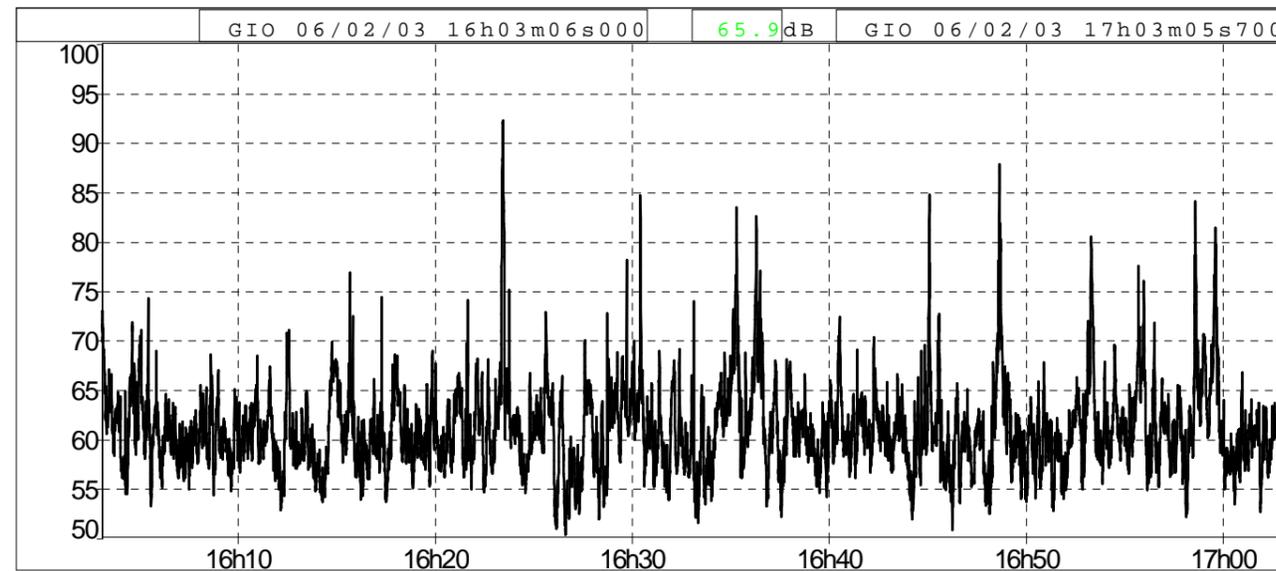
File	solofra nott _032104_230103.cmg			
Commenti				
Inizio	22:01:03 venerdì 7 febbraio 2003			
Fine	23:01:03 venerdì 7 febbraio 2003			
Base tempi	100ms			
Nr. totale di periodi	36000			
Canale	Tipo	Wgt	Min.	Max.
Can. 1	Leq	A	30	90

File	solofra nott _032104_230103.cmg										
Inizio	07/02/03 22.01.03										
Fine	07/02/03 23.01.03										
Canale	Tip	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	dB	47.0	38.7	60.5	41.7	42.5	45.8	49.6	50.6



<ul style="list-style-type: none"> • Raccordo autostradale Salerno - Avellino 	
<ul style="list-style-type: none"> • PUNTO DI MISURA M8 	<ul style="list-style-type: none"> • Serino (AV) – Via Pescarole, 3
<ul style="list-style-type: none"> • LOCALIZZAZIONE DEL RICETTORE 	
<ul style="list-style-type: none"> • RISPETTO AL TERRITORIO 	<ul style="list-style-type: none"> • RISPETTO ALLA STRADA
<ul style="list-style-type: none"> • Comune..... • Serino • Provincia..... • Avellino • Regione..... • Campania 	<ul style="list-style-type: none"> • Progressiva • Tratto 2 – km..... 14+900 • Lato..... • sinistro • Distanza • 54 metri (m).....
<ul style="list-style-type: none"> • CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO 	
<ul style="list-style-type: none"> • TIPOLOGIA 	<ul style="list-style-type: none"> • STATO DI CONSERVAZIONE
<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Residenza • <input type="checkbox"/> Scuola/Istruzione • <input type="checkbox"/> Ospedale, casa di cura o riposo • <input type="checkbox"/> Attività industriale • <input type="checkbox"/> Attività commerciale • <input type="checkbox"/> Pertinenza agricola (stalla, depositi) • <input type="checkbox"/> Servizi per lo sport e il tempo libero • <input type="checkbox"/> Altro: casa cantoniera 	<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Ottimo/Buono • <input type="checkbox"/> Mediocre • <input type="checkbox"/> Cattivo • <input type="checkbox"/> Rudere o assimilabile
<ul style="list-style-type: none"> • ORIENTAMENTO RISPETTO STRADA 	
<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Parallelo • <input type="checkbox"/> Perpendicolare • <input type="checkbox"/> Obliquo 	
<ul style="list-style-type: none"> • N° di piani fuori terra: 2 	
<ul style="list-style-type: none"> • TIPOLOGIA DELL'AREA SITA TRA STRADA E RICETTORE 	
<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Pertinenza dell'edificio • <input type="checkbox"/> Area edificata • <input checked="" type="checkbox"/> Infrastruttura stradale • <input type="checkbox"/> Infrastruttura ferroviaria • <input type="checkbox"/> Parcheggio/Giardino/Piazzale 	<ul style="list-style-type: none"> • <input checked="" type="checkbox"/> Area residuale • <input type="checkbox"/> Agricolo seminativo/incolto • <input type="checkbox"/> Agricolo piante • <input type="checkbox"/> Area boscata • <input type="checkbox"/> Altro:
<ul style="list-style-type: none"> • NOTE: • • • • 	

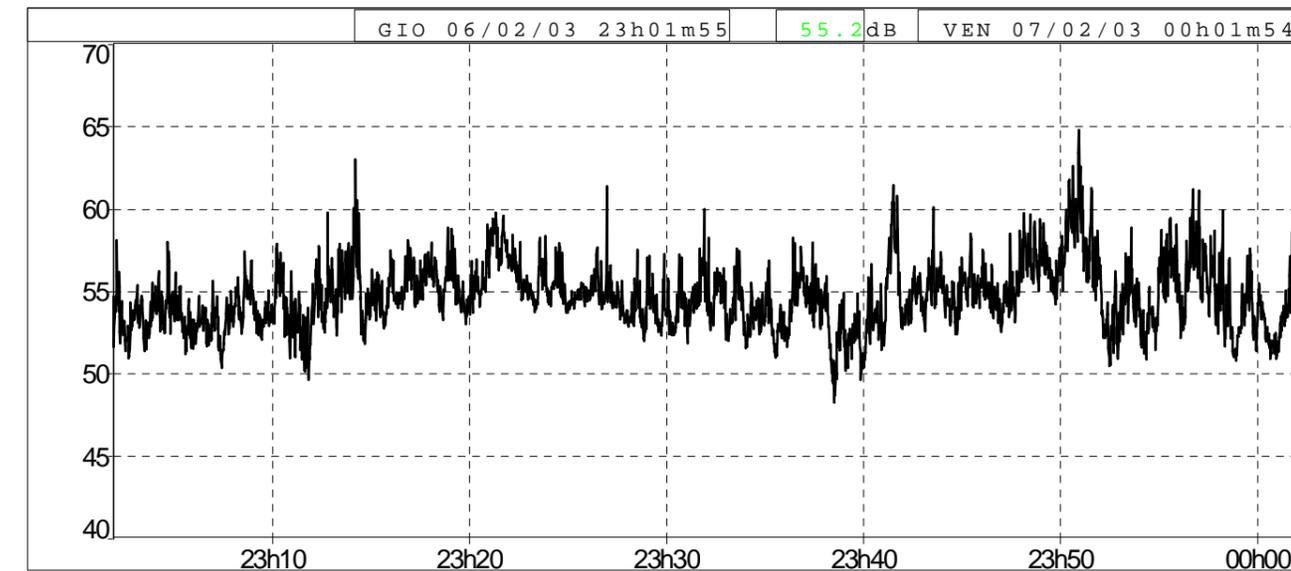
Misura diurna



File	mis diurna_030206_160306.cmg			
Commenti				
Inizio	16:03:06:000 giovedì 6 febbraio 2003			
Fine	17:03:06:000 giovedì 6 febbraio 2003			
Base tempi	100ms			
Nr. totale di periodi	36000			
Canale	Tipo	Wgt	Min.	Max.
Can. 1	Leq	A	50	100

File	mis diurna_030206_160306.cmg										
Inizio	06/02/03 16.03.06.000										
Fine	06/02/03 17.03.06.000										
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	dB	65.9	50.0	92.8	55.0	56.2	60.4	65.8	68.0

Misura notturna



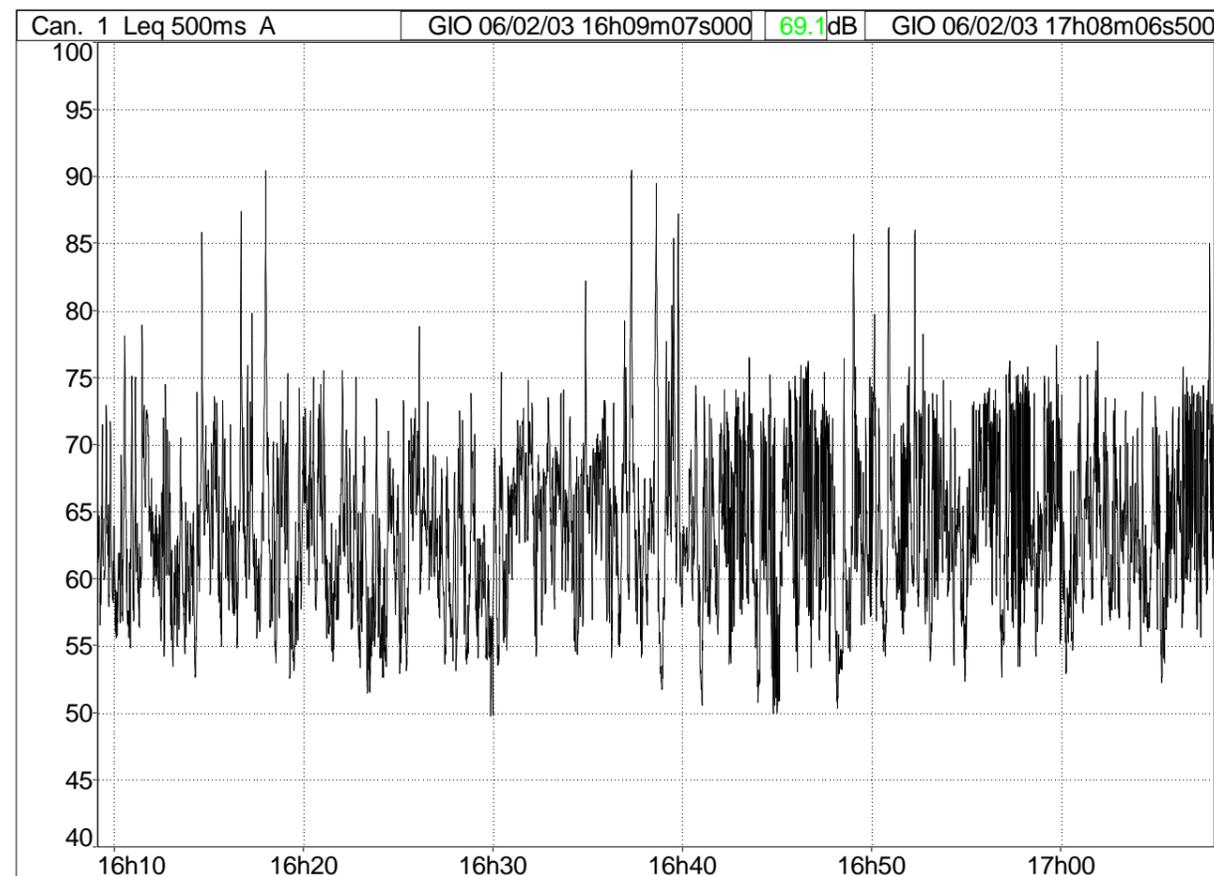
File	serino noct_021134_230155.cmg			
Commenti				
Inizio	23:01:55 giovedì 6 febbraio 2003			
Fine	00:01:54 venerdì 7 febbraio 2003			
Base tempi	100ms			
Nr. totale di periodi	36000			
Canale	Tipo	Wgt	Min.	Max.
Can. 1	Leq	A	40	100

File	serino noct_021134_230154.cmg										
Inizio	06/02/03 23.01.55										
Fine	07/02/03 00.01.54										
Canale	Tip	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	dB	55.1	48.3	64.8	51.7	52.3	54.4	57.0	58.0



• Raccordo autostradale Salerno - Avellino •	
• PUNTO DI MISURA M9	• S. Michele di Serino (AV) – Via Taverna Ferriera, 36
• LOCALIZZAZIONE DEL RICETTORE	
• RISPETTO AL TERRITORIO	• RISPETTO ALLA STRADA
• Comune..... • S. Michele di Serino	• Progressiva • Tratto 2 - km..... 16+100
• Provincia..... • Avellino	• Lato..... • destro
• Regione..... • Campania	• Distanza • 30 metri (m).....
• CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO	
• TIPOLOGIA	• STATO DI CONSERVAZIONE
• <input checked="" type="checkbox"/> Residenza • <input type="checkbox"/> Scuola/Istruzione • <input type="checkbox"/> Ospedale, casa di cura o riposo • <input type="checkbox"/> Attività industriale • <input type="checkbox"/> Attività commerciale • <input type="checkbox"/> Pertinenza agricola (stalla, depositi) • <input type="checkbox"/> Servizi per lo sport e il tempo libero • <input type="checkbox"/> Altro: casa cantoniera	• <input checked="" type="checkbox"/> Ottimo/Buono • <input type="checkbox"/> Mediocre • <input type="checkbox"/> Cattivo • <input type="checkbox"/> Rudere o assimilabile
	• ORIENTAMENTO RISPETTO STRADA
	• <input checked="" type="checkbox"/> Parallelo • <input type="checkbox"/> Perpendicolare • <input type="checkbox"/> Obliquo
• N° di piani fuori terra: 2	
• TIPOLOGIA DELL'AREA SITA TRA STRADA E RICETTORE	
• <input checked="" type="checkbox"/> Pertinenza dell'edificio • <input type="checkbox"/> Area edificata • <input type="checkbox"/> Infrastruttura stradale • <input type="checkbox"/> Infrastruttura ferroviaria • <input type="checkbox"/> Parcheggio/Giardino/Piazzale	• <input checked="" type="checkbox"/> Area residuale • <input type="checkbox"/> Agricolo seminativo/incolto • <input type="checkbox"/> Agricolo piante • <input type="checkbox"/> Area boscata • <input type="checkbox"/> Altro:
• NOTE: • • •	

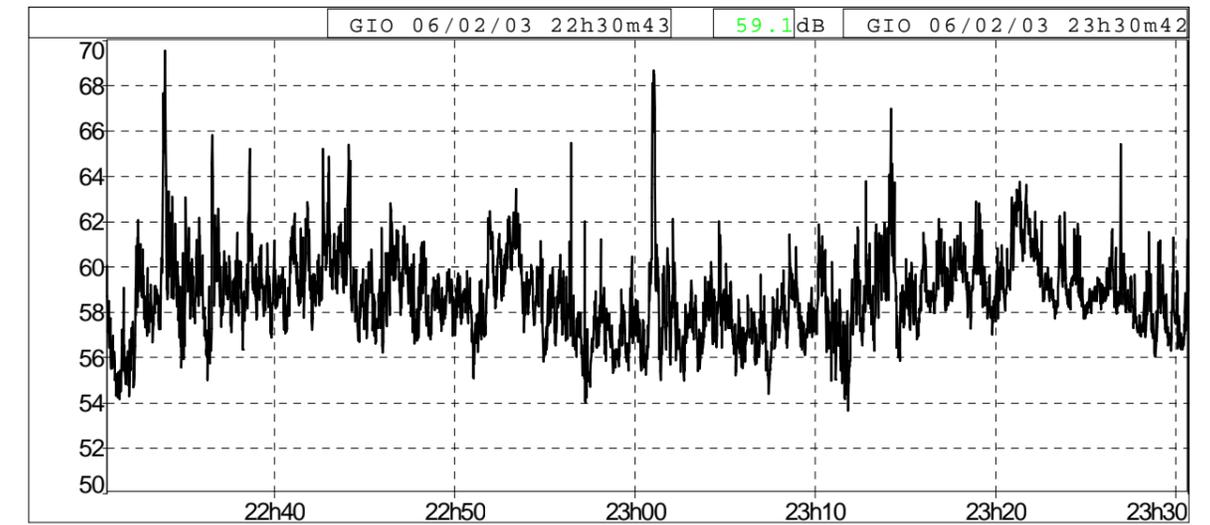
Misura diurna



File	SMICHELEINSERINODIURNA_030206_160907.CMG			
Commenti				
Inizio	16:09:07:000 giovedì 6 febbraio 2003			
Fine	17:08:07:000 giovedì 6 febbraio 2003			
Base tempi	500ms			
Nr. totale di periodi	7080			
Canale	Tipo	Wgt	Min.	Max.
Can. 1	Leq	A	40	100
Can. 1	Slow	A	50	90
Can. 1	Fast	A	40	100
Can. 1	Impuls	A	50	100

File	SMICHELEINSERINODIURNA_030206_160907.CMG									
Inizio	06/02/03 16.09.07.000									
Fine	06/02/03 17.08.07.000									
Canale	Tipo	dB	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	69.1	49.7	90.5	54.7	56.2	63.2	71.6	73.2

Misura notturna



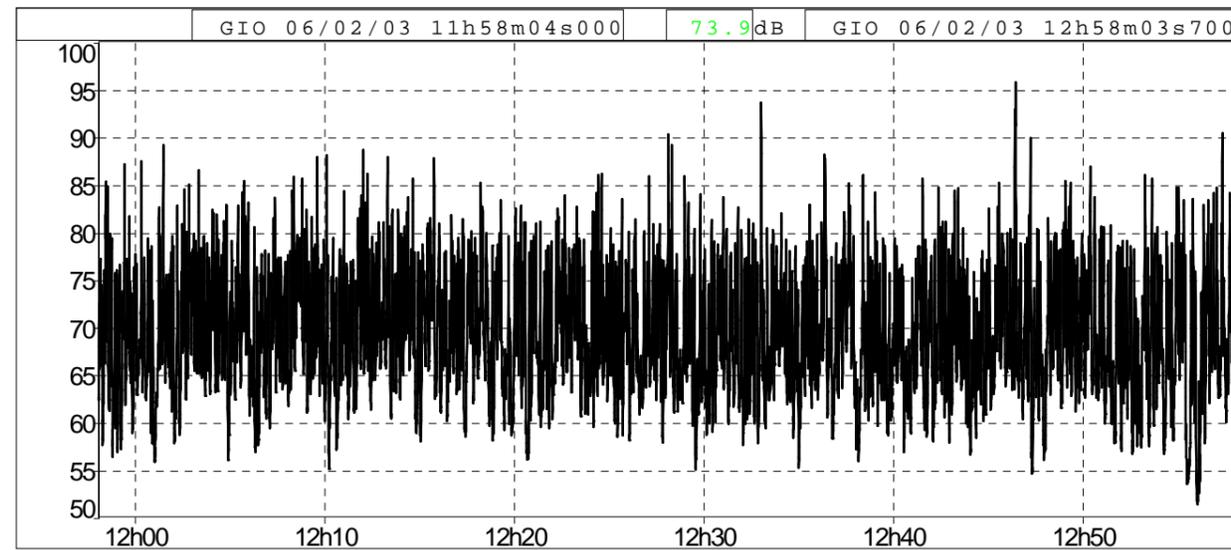
File	s.michelenott_021021_223043.cmg			
Commenti				
Inizio	22:30:43 giovedì 6 febbraio 2003			
Fine	23:30:43 giovedì 6 febbraio 2003			
Base tempi	100ms			
Nr. totale di periodi	36000			
Canale	Tipo	Wgt	Min.	Max.
Can. 1	Leq	A	40	100

File	s.michelenott_021021_223043.cmg										
Inizio	06/02/03 22.30.43										
Fine	06/02/03 23.30.43										
Canale	Tip o	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	dB	59.1	53.6	69.6	55.8	56.4	58.5	60.8	61.5



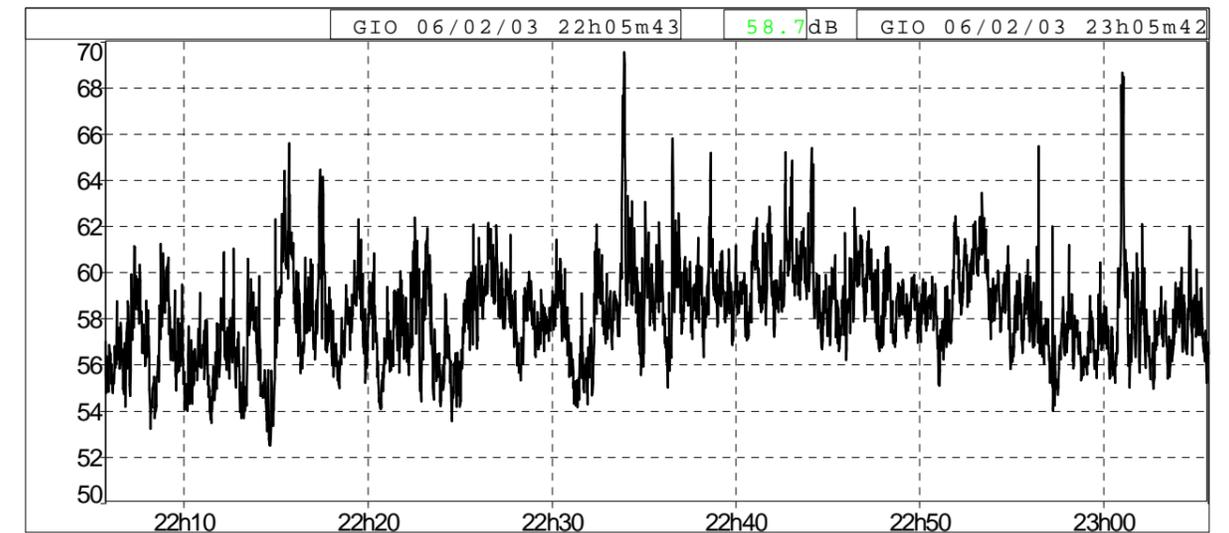
• Raccordo autostradale Salerno - Avellino •	
• PUNTO DI MISURA M10	• Atripalda (AV) – Contrada Civita, 16
• LOCALIZZAZIONE DEL RICETTORE	
• RISPETTO AL TERRITORIO	• RISPETTO ALLA STRADA
• Comune..... • Atripalda	• Progressiva • Tratto 2 – km..... 23+200
• Provincia..... • Avellino	• Lato..... • sinistro
• Regione..... • Campania	• Distanza • 15 metri (m).....
• CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO	
• TIPOLOGIA	• STATO DI CONSERVAZIONE
• <input checked="" type="checkbox"/> Residenza • <input type="checkbox"/> Scuola/Istruzione • <input type="checkbox"/> Ospedale, casa di cura o riposo • <input type="checkbox"/> Attività industriale • <input type="checkbox"/> Attività commerciale • <input type="checkbox"/> Pertinenza agricola (stalla, depositi) • <input type="checkbox"/> Servizi per lo sport e il tempo libero • <input type="checkbox"/> Altro: casa cantoniera	• <input checked="" type="checkbox"/> Ottimo/Buono • <input type="checkbox"/> Mediocre • <input type="checkbox"/> Cattivo • <input type="checkbox"/> Rudere o assimilabile
• ORIENTAMENTO RISPETTO STRADA	
• <input checked="" type="checkbox"/> Parallelo • <input type="checkbox"/> Perpendicolare • <input type="checkbox"/> Obliquo	
• N° di piani fuori terra: 2	
• TIPOLOGIA DELL'AREA SITA TRA STRADA E RICETTORE	
• <input checked="" type="checkbox"/> Pertinenza dell'edificio • <input type="checkbox"/> Area edificata • <input type="checkbox"/> Infrastruttura stradale • <input type="checkbox"/> Infrastruttura ferroviaria • <input type="checkbox"/> Parcheggio/Giardino/Piazzale	• <input checked="" type="checkbox"/> Area residuale • <input type="checkbox"/> Agricolo seminativo/incolto • <input type="checkbox"/> Agricolo piante • <input type="checkbox"/> Area boscata • <input type="checkbox"/> Altro:
• NOTE: • • •	

Misura diurna



File	atripalda_030206_130204.cmg			
Commenti				
Inizio	11:58:04:000 giovedì 6 febbraio 2003			
Fine	12:58:04:000 giovedì 6 febbraio 2003			
Base tempi	100ms			
Nr. totale di periodi	36000			
Canale	Tipo	Wgt	Min.	Max.
Can. 1	Leq	A	50	100

Misura notturna



File	atripalda nott_021021_220543.cmg			
Commenti				
Inizio	22:05:43 giovedì 6 febbraio 2003			
Fine	23:05:42 giovedì 6 febbraio 2003			
Base tempi	100ms			
Nr. totale di periodi	36000			
Canale	Tipo	Wgt	Min.	Max.
Can. 1	Leq	A	40	100

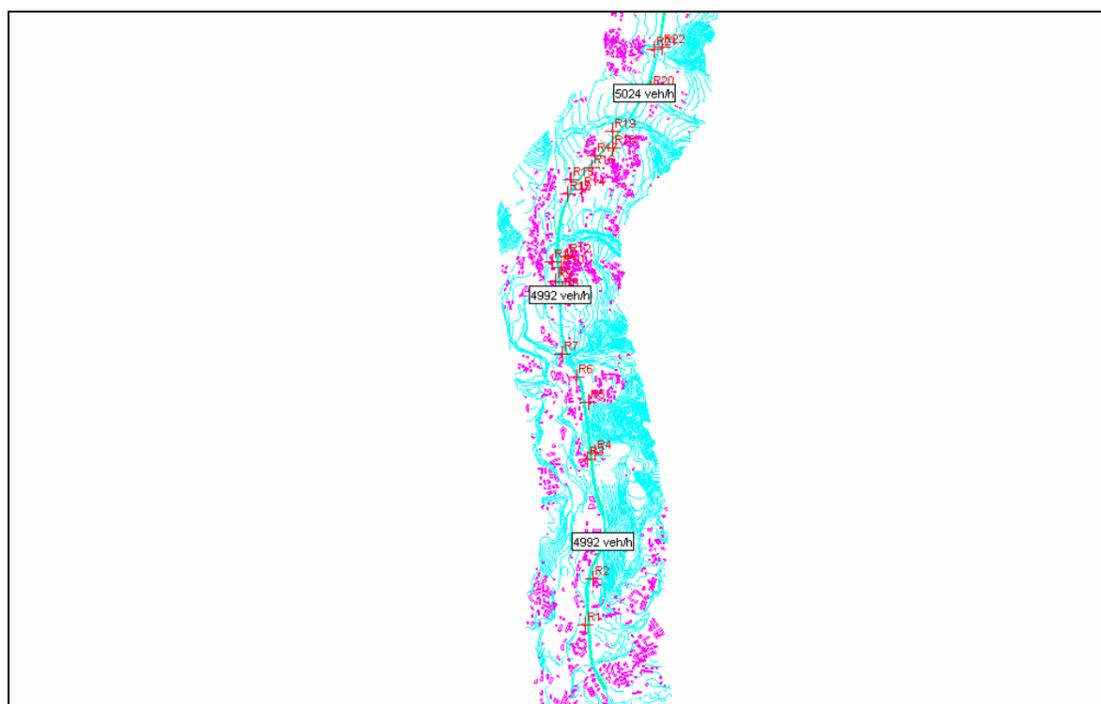
File	atripaldanott_021021_220543.cmg										
Inizio	Inizio 06/02/03 22.05.43										
Fine	Fine 06/02/03 23.05.43										
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
Can. 1	Leq	A	d B	58.7	52.5	69.6	54.9	55.6	58.1	60.5	61.3

APPENDICI B E C

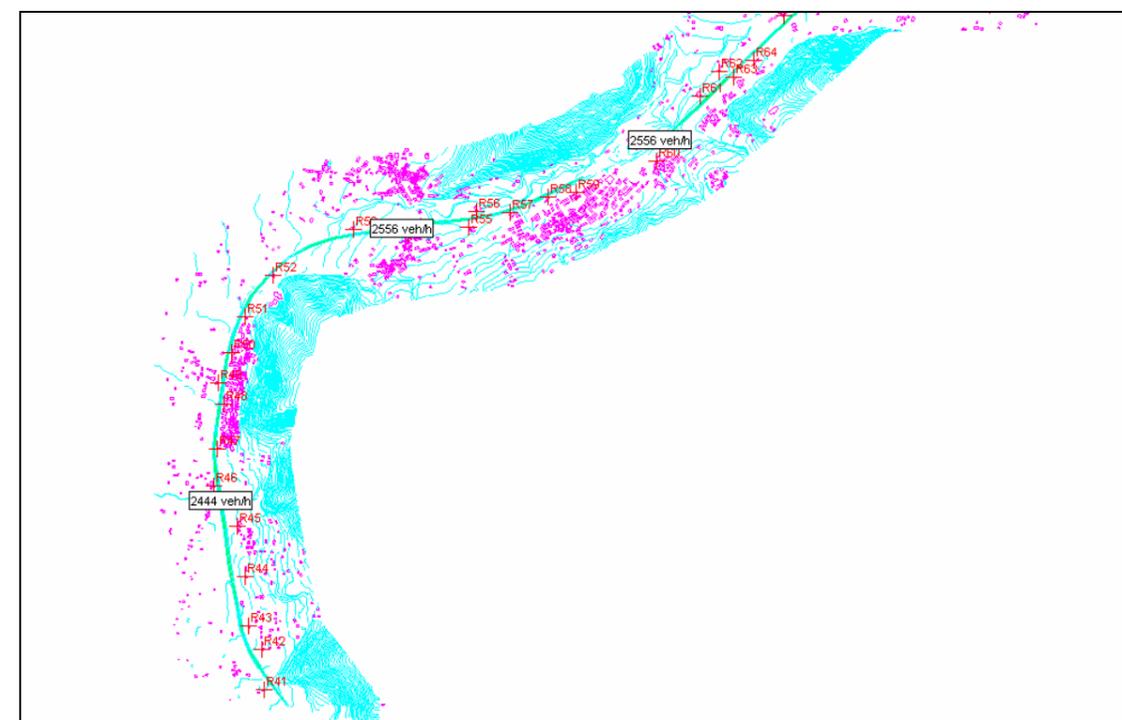
B – Schemi di calcolo delle simulazioni previsionali e visualizzazioni 3D del territorio ricostruito sul modello di calcolo

C – Risultati delle simulazioni previsionali

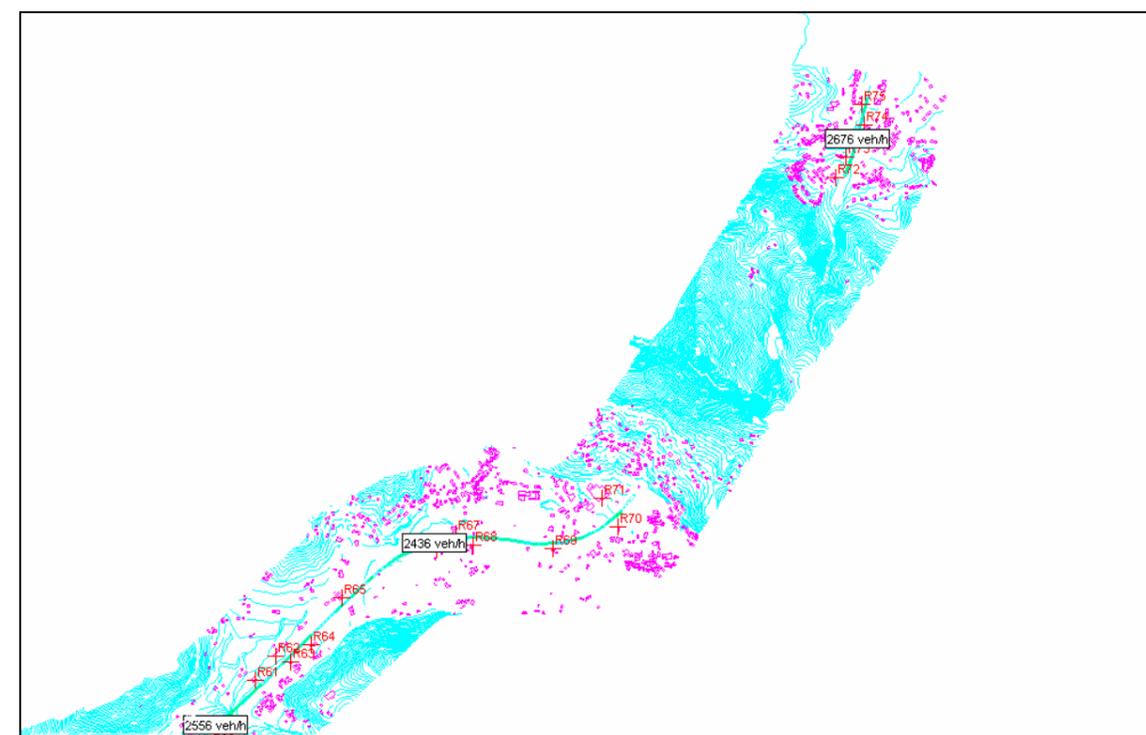
APPENDICE B



Schema di calcolo (periodo diurno) nella tratta Salerno_Baronissi_Lancusi



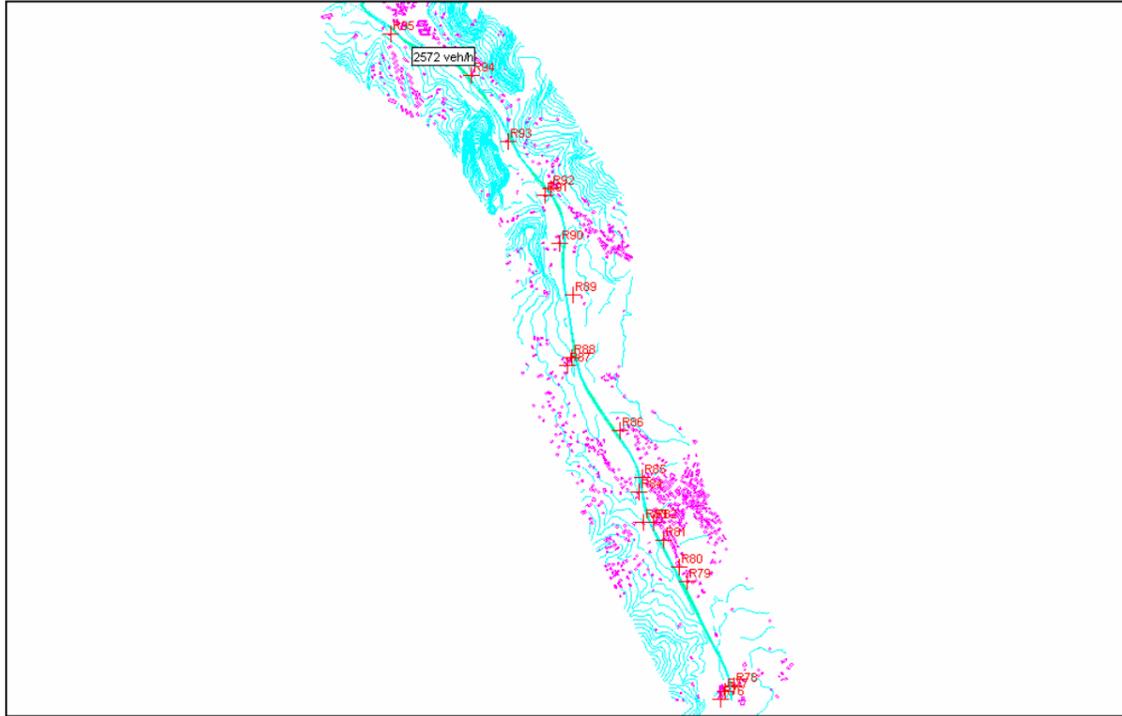
Schema di calcolo (periodo diurno) nella tratta Fisciano_Montoro Inferiore



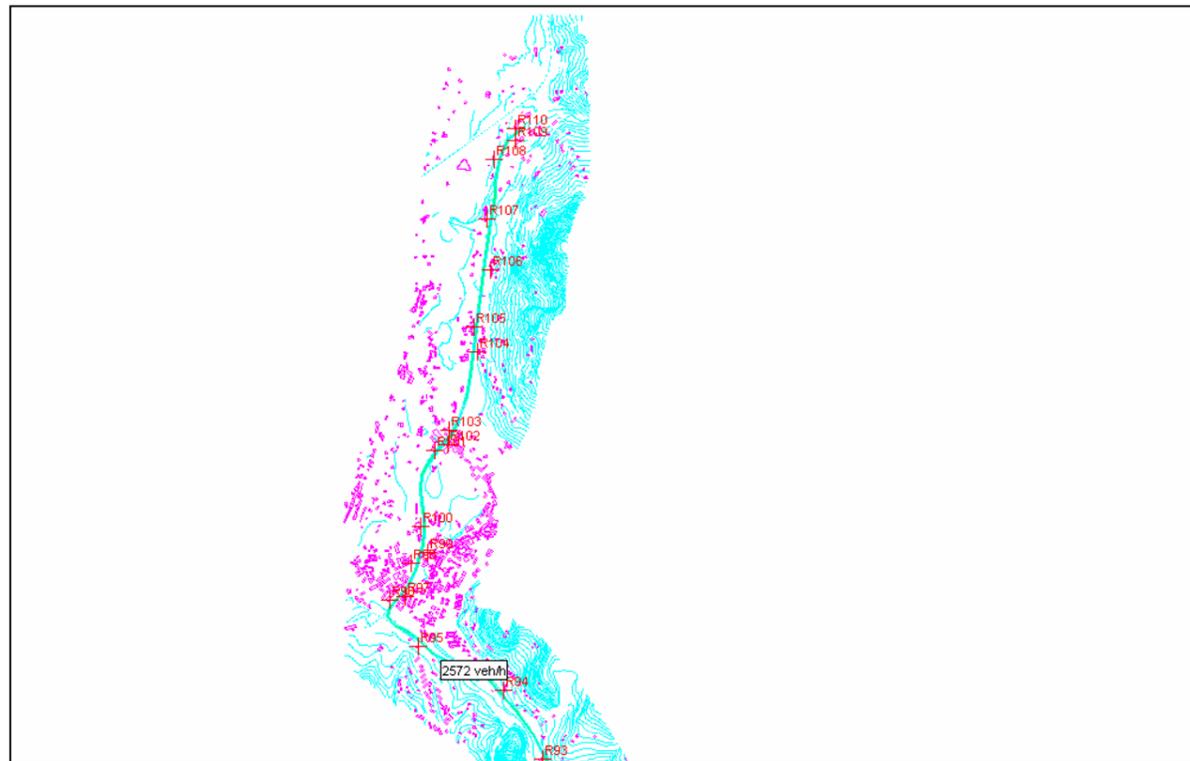
Schema di calcolo (periodo diurno) nella tratta Montoro Superiore_Solofra



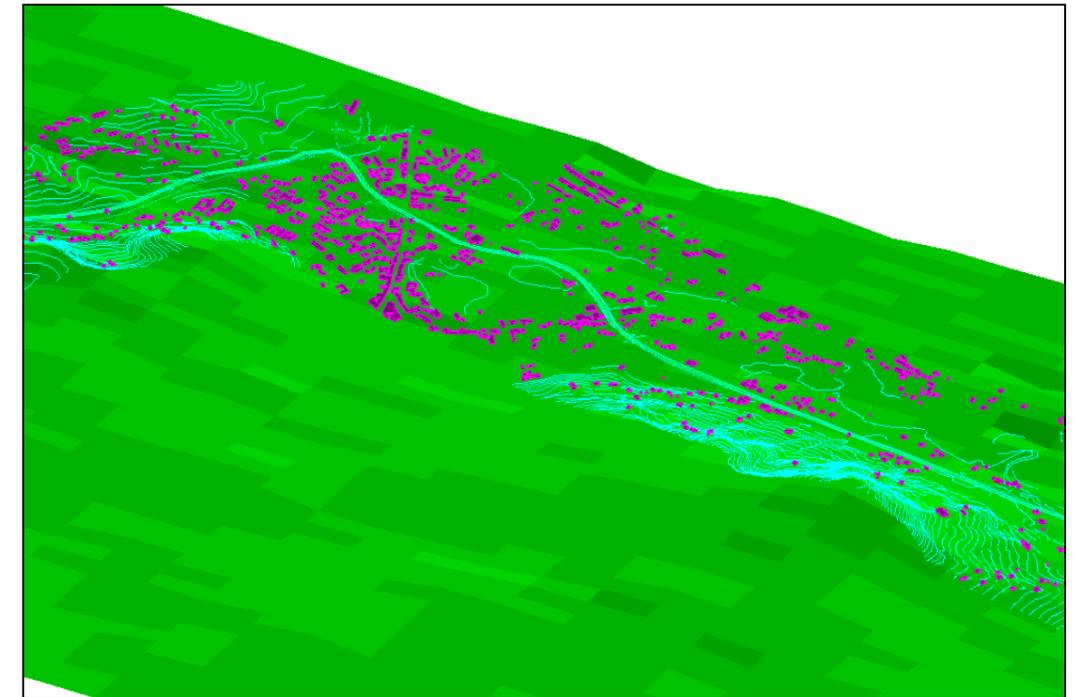
Schema di calcolo (periodo diurno) nella tratta Lancusi_Fisciano



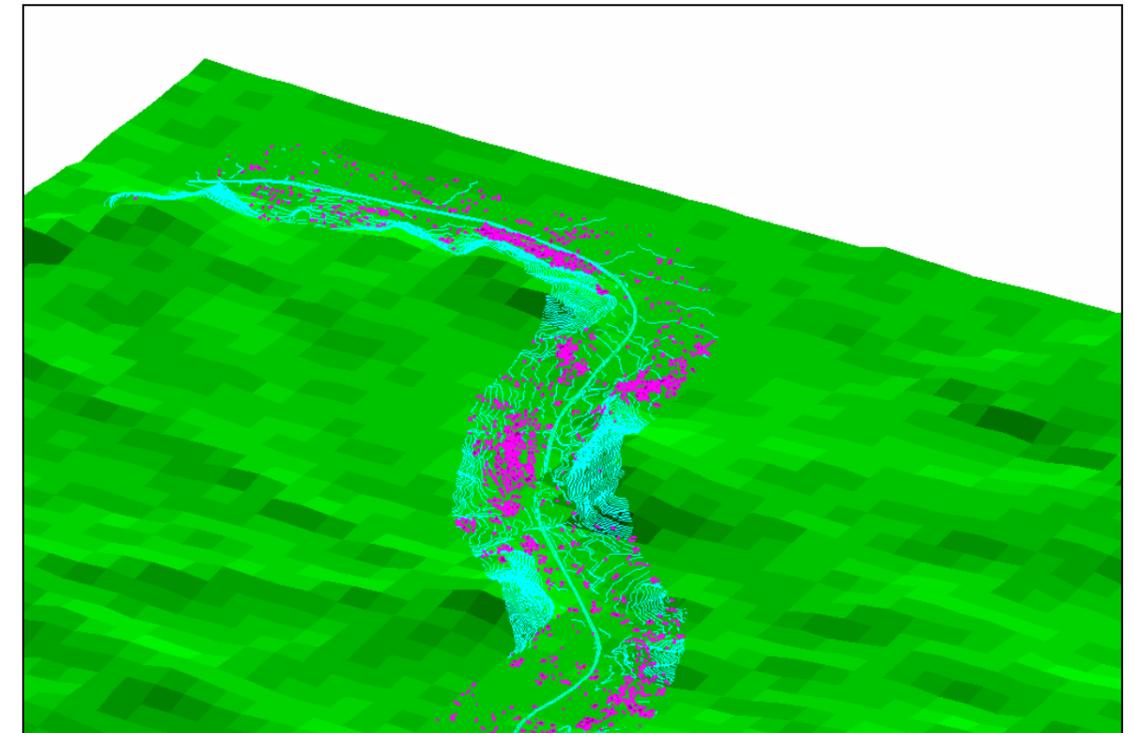
Schema di calcolo (periodo diurno) nella tratta Serino_S.Michele di Serino_Cesinali



Schema di calcolo (periodo diurno) nella tratta Avellino sud_Manocalzati



Esempio di modellizzazione 3D del territorio (Svincolo Avellino sud)



Esempio di modellizzazione 3D del territorio (Montoro Inferiore)

APPENDICE C

Risultati simulazioni ante operam e confronti con i limiti di legge - periodo diurno

CALCUL N°4				
Comment : calculation n°4 (Receiver)				
Creation date : 16-JUN-2004				
Position : from (2498397.3m, 4504651.5m) to (2504391.0m, 4516166.5m)				
Calculation parameters : mode ISO.9613, 100 rays, 5 reflections, 2000.00 m, Leq +				
Type of ground : 600.0 (sigma)				
Printed result : Leq variant 1				
Receiver	Information	Lp dB(A) calcolato	Limite di legge Lp dB(A)	Diff. Tra il valore calcolato e il limite di legge Lp dB(A) e
1	Ground floor (1.8 m)	66.2	70	-3.8
	First floor (4.0 m)	71	70	1
2	Ground floor (1.8 m)	68	70	-2
	First floor (4.0 m)	71.5	70	1.5
3	Ground floor (1.8 m)	63.1	70	-6.9
	First floor (4.0 m)	65.3	70	-4.7
4	Ground floor (1.8 m)	62.5	70	-7.5
	First floor (4.0 m)	65.5	70	-4.5
5	Ground floor (1.8 m)	63	70	-7
	First floor (4.0 m)	65.4	70	-4.6
6	Ground floor (1.8 m)	54.5	70	-15.5
	First floor (4.0 m)	55.6	70	-14.4
7	Ground floor (1.8 m)	62.3	70	-7.7
	First floor (4.0 m)	64.8	70	-5.2
8	Ground floor (1.8 m)	74.4	70	4.4
	First floor (4.0 m)	75.9	70	5.9
9	Ground floor (1.8 m)	72.3	70	2.3
	First floor (4.0 m)	74.3	70	4.3
10	Ground floor (1.8 m)	76	70	6
	First floor (4.0 m)	76.4	70	6.4
11	Ground floor (1.8 m)	68	70	-2
	First floor (4.0 m)	70.7	70	0.7

	Second floor (6.5 m)	71.7	70	1.7
12	Ground floor (1.8 m)	66.7	70	-3.3
	First floor (4.0 m)	67.7	70	-2.3
13	Ground floor (1.8 m)	66.3	70	-3.7
	First floor (4.0 m)	70.1	70	0.1
	Second floor (6.5 m)	77	70	7
	3th floor (9.0 m)	77.2	70	7.2
14	Ground floor (1.8 m)	63.9	70	-6.1
	First floor (4.0 m)	66.5	70	-3.5
	Second floor (6.5 m)	67.9	70	-2.1
	3th floor (9.0 m)	68.9	70	-1.1
15	Ground floor (1.8 m)	67.5	70	-2.5
	First floor (4.0 m)	69.8	70	-0.2
16	Ground floor (1.8 m)	74.1	70	4.1
	First floor (4.0 m)	74.4	70	4.4
17	Ground floor (1.8 m)	75	70	5
	First floor (4.0 m)	75.1	70	5.1
18	Ground floor (1.8 m)	68.1	70	-1.9
	First floor (4.0 m)	70.6	70	0.6
19	Ground floor (1.8 m)	70.8	70	0.8
	First floor (4.0 m)	71.8	70	1.8
20	Ground floor (1.8 m)	72.2	70	2.2
	First floor (4.0 m)	74.4	70	4.4
21	Ground floor (1.8 m)	70.8	70	0.8
	First floor (4.0 m)	71.8	70	1.8
22	Ground floor (1.8 m)	71.8	70	1.8
	First floor (4.0 m)	73	70	3
23	Ground floor (1.8 m)	64.5	70	-5.5
	First floor (4.0 m)	64.8	70	-5.2
24	Ground floor (1.8 m)	70.5	70	0.5
	First floor (4.0 m)	73	70	3
25	Ground floor (1.8 m)	66.3	70	-3.7
	First floor (4.0 m)	69.3	70	-0.7
26	Ground floor (1.8 m)	66.2	70	-3.8
	First floor (4.0 m)	68.6	70	-1.4
27	Ground floor (1.8 m)	70.1	70	0.1
	First floor (4.0 m)	71.1	70	1.1

28	Ground floor (1.8 m)	69.2	70	-0.8
	First floor (4.0 m)	71.5	70	1.5
29	Ground floor (1.8 m)	67.4	70	-2.6
	First floor (4.0 m)	69.7	70	-0.3
30	Ground floor (1.8 m)	65.5	70	-4.5
	First floor (4.0 m)	65.9	70	-4.1
31	Ground floor (1.8 m)	65.9	70	-4.1
	First floor (4.0 m)	65.5	70	-4.5
32	Ground floor (1.8 m)	64.3	70	-5.7
	First floor (4.0 m)	64.4	70	-5.6
33	Ground floor (1.8 m)	72.3	70	2.3
34	Ground floor (1.8 m)	63.5	70	-6.5
35	Ground floor (1.8 m)	62.9	70	-7.1
	First floor (4.0 m)	63.5	70	-6.5
36	Ground floor (1.8 m)	59.8	70	-10.2
	First floor (4.0 m)	61.8	70	-8.2
37	Ground floor (1.8 m)	66.1	70	-3.9
	First floor (4.0 m)	67.2	70	-2.8
38	Ground floor (1.8 m)	61.7	70	-8.3
	First floor (4.0 m)	64.8	70	-5.2
39	Ground floor (1.8 m)	60.1	70	-9.9
	First floor (4.0 m)	62.3	70	-7.7
40	Ground floor (1.8 m)	62.3	70	-7.7
	First floor (4.0 m)	64	70	-6
41	Ground floor (1.8 m)	61.3	70	-8.7
	First floor (4.0 m)	63.5	70	-6.5
42	Ground floor (1.8 m)	63.7	70	-6.3
	First floor (4.0 m)	64.9	70	-5.1
43	Ground floor (1.8 m)	64.3	70	-5.7
	First floor (4.0 m)	65.2	70	-4.8
44	Ground floor (1.8 m)	64.6	70	-5.4
	First floor (4.0 m)	63.3	70	-6.7
45	Ground floor (1.8 m)	61.1	70	-8.9
	First floor (4.0 m)	62.8	70	-7.2
46	Ground floor (1.8 m)	62.5	70	-7.5
	First floor (4.0 m)	66.5	70	-3.5

47	Ground floor (1.8 m)	68.8	70	-1.2
	First floor (4.0 m)	70.8	70	0.8
48	Ground floor (1.8 m)	68.4	70	-1.6
	First floor (4.0 m)	69.6	70	-0.4
49	Ground floor (1.8 m)	63.7	70	-6.3
	First floor (4.0 m)	65.1	70	-4.9
50	Ground floor (1.8 m)	69.5	70	-0.5
	First floor (4.0 m)	71.4	70	1.4
51	Ground floor (1.8 m)	62.7	70	-7.3
	First floor (4.0 m)	65.8	70	-4.2
52	Ground floor (1.8 m)	64.4	70	-5.6
	First floor (4.0 m)	69.7	70	-0.3
53	Ground floor (1.8 m)	66.2	70	-3.8
	First floor (4.0 m)	67.4	70	-2.6
54	Ground floor (1.8 m)	64.6	70	-5.4
	First floor (4.0 m)	64.7	70	-5.3
55	Ground floor (1.8 m)	59.7	70	-10.3
	First floor (4.0 m)	63.2	70	-6.8
56	Ground floor (1.8 m)	62	70	-8
	First floor (4.0 m)	63	70	-7
57	Ground floor (1.8 m)	68.6	70	-1.4
	First floor (4.0 m)	72.1	70	2.1
58	Ground floor (1.8 m)	72.3	70	2.3
	First floor (4.0 m)	72.2	70	2.2
59	Ground floor (1.8 m)	62.2	70	-7.8
	First floor (4.0 m)	63.9	70	-6.1
60	Ground floor (1.8 m)	58.3	65	-6.7
	First floor (4.0 m)	59.1	65	-5.9
61	Ground floor (1.8 m)	60.1	70	-9.9
	First floor (4.0 m)	63.2	70	-6.8
62	Ground floor (1.8 m)	60.1	70	-9.9
	First floor (4.0 m)	61.4	70	-8.6
63	Ground floor (1.8 m)	68.7	70	-1.3
	First floor (4.0 m)	70.6	70	0.6
64	Ground floor (1.8 m)	65.3	70	-4.7
	First floor (4.0 m)	67.9	70	-2.1

65	Ground floor (1.8 m)	62.2	70	-7.8
	First floor (4.0 m)	66.5	70	-3.5
66	Ground floor (1.8 m)	64.7	70	-5.3
	First floor (4.0 m)	67.4	70	-2.6
67	Ground floor (1.8 m)	69.5	70	-0.5
	First floor (4.0 m)	70.4	70	0.4
68	Ground floor (1.8 m)	64.6	70	-5.4
	First floor (4.0 m)	67.4	70	-2.6
69	Ground floor (1.8 m)	65.9	70	-4.1
	First floor (4.0 m)	68.3	70	-1.7
70	Ground floor (1.8 m)	60.8	70	-9.2
	First floor (4.0 m)	62.8	70	-7.2
71	Ground floor (1.8 m)	56.1	50	6.1
	First floor (4.0 m)	57.4	50	7.4
72	Ground floor (1.8 m)	61.4	70	-8.6
	First floor (4.0 m)	62.7	70	-7.3
73	Ground floor (1.8 m)	69	70	-1
	First floor (4.0 m)	69.5	70	-0.5
74	Ground floor (1.8 m)	62.8	70	-7.2
	First floor (4.0 m)	67.3	70	-2.7
75	Ground floor (1.8 m)	63	70	-7
	First floor (4.0 m)	68.9	70	-1.1
76	Ground floor (1.8 m)	59.9	70	-10.1
	First floor (4.0 m)	61.4	70	-8.6
77	Ground floor (1.8 m)	63	70	-7
	First floor (4.0 m)	65.6	70	-4.4
78	Ground floor (1.8 m)	68.4	70	-1.6
	First floor (4.0 m)	69.7	70	-0.3
79	Ground floor (1.8 m)	59.8	70	-10.2
	First floor (4.0 m)	63.8	70	-6.2
80	Ground floor (1.8 m)	61.4	70	-8.6
	First floor (4.0 m)	66.1	70	-3.9
81	Ground floor (1.8 m)	61.9	70	-8.1
	First floor (4.0 m)	64.8	70	-5.2
82	Ground floor (1.8 m)	62.2	70	-7.8
	First floor (4.0 m)	66.9	70	-3.1

83	Ground floor (1.8 m)	57.8	70	-12.2
	First floor (4.0 m)	59.8	70	-10.2
84	Ground floor (1.8 m)	59.4	70	-10.6
	First floor (4.0 m)	61.9	70	-8.1
85	Ground floor (1.8 m)	61.2	70	-8.8
	First floor (4.0 m)	63.3	70	-6.7
86	Ground floor (1.8 m)	57	70	-13
	First floor (4.0 m)	59.4	70	-10.6
87	Ground floor (1.8 m)	59.9	70	-10.1
	First floor (4.0 m)	59.4	70	-10.6
88	Ground floor (1.8 m)	60.2	70	-9.8
	First floor (4.0 m)	61.3	70	-8.7
89	Ground floor (1.8 m)	55	70	-15
	First floor (4.0 m)	56.5	70	-13.5
90	Ground floor (1.8 m)	56.8	70	-13.2
	First floor (4.0 m)	58	70	-12
91	Ground floor (1.8 m)	62.5	70	-7.5
	First floor (4.0 m)	65.5	70	-4.5
92	Ground floor (1.8 m)	63.4	70	-6.6
	First floor (4.0 m)	64.8	70	-5.2
93	Ground floor (1.8 m)	54.7	70	-15.3
	First floor (4.0 m)	55.2	70	-14.8
94	Ground floor (1.8 m)	55.3	70	-14.7
	First floor (4.0 m)	57.7	70	-12.3
95	Ground floor (1.8 m)	60.8	70	-9.2
	First floor (4.0 m)	63.9	70	-6.1
96	Ground floor (1.8 m)	65.7	70	-4.3
	First floor (4.0 m)	68.4	70	-1.6
97	Ground floor (1.8 m)	68.8	70	-1.2
	First floor (4.0 m)	70.6	70	0.6
98	Ground floor (1.8 m)	63.6	70	-6.4
	First floor (4.0 m)	66.6	70	-3.4
99	Ground floor (1.8 m)	56.8	70	-13.2
	First floor (4.0 m)	59.1	70	-10.9
100	Ground floor (1.8 m)	65.9	70	-4.1
	First floor (4.0 m)	72	70	2

101	Ground floor (1.8 m)	71.7	70	1.7
	First floor (4.0 m)	72.2	70	2.2
102	Ground floor (1.8 m)	60.6	70	-9.4
	First floor (4.0 m)	63.9	70	-6.1
103	Ground floor (1.8 m)	60.6	70	-9.4
	First floor (4.0 m)	63.5	70	-6.5
104	Ground floor (1.8 m)	70.1	70	0.1
	First floor (4.0 m)	71.5	70	1.5
105	Ground floor (1.8 m)	69.9	70	-0.1
	First floor (4.0 m)	70.7	70	0.7
106	Ground floor (1.8 m)	63.4	70	-6.6
	First floor (4.0 m)	65.1	70	-4.9
107	Ground floor (1.8 m)	67.5	70	-2.5
	First floor (4.0 m)	68	70	-2
108	Ground floor (1.8 m)	63.7	70	-6.3
	First floor (4.0 m)	67.1	70	-2.9
109	Ground floor (1.8 m)	65.9	70	-4.1
	First floor (4.0 m)	67.1	70	-2.9
110	Ground floor (1.8 m)	66.5	70	-3.5
	First floor (4.0 m)	68	70	-2

In rosso sono indicati i superamenti del limite di legge

Risultati simulazioni post operam e confronti con i limiti di legge – periodo notturno

CALCUL N°4					
Comment : calculation n°4 (Receiver)					
Creation date : 16-JUN-2004					
Position : from (2498397.3m, 4504651.5m) to (2504391.0m, 4516166.5m)					
Calculation parameters : mode ISO.9613, 100 rays, 5 reflections, 2000.00 m, Leq +					
Type of ground : 600.0 (sigma)					
Printed result : Leq variant 3					
Receiver	Information	Lp dB(A) calcolato	Limite di legge Lp dB(A)	Diff. tra il valore calcolato e il limite di legge Lp dB(A) e	Spiegazione del livello misurato in funzione della soluzione di progetto della strada
1	Ground floor (1.8 m)	64.4	60	4.4	strada a raso
	First floor (4.0 m)	69.4	60	9.4	
2	Ground floor (1.8 m)	66.4	60	6.4	
	First floor (4.0 m)	69.9	60	9.9	
3	Ground floor (1.8 m)	60.9	60	0.9	
	First floor (4.0 m)	63.2	60	3.2	
4	Ground floor (1.8 m)	60.7	60	0.7	
	First floor (4.0 m)	63.6	60	3.6	
5	Ground floor (1.8 m)	60.9	60	0.9	
	First floor (4.0 m)	63.3	60	3.3	
6	Ground floor (1.8 m)	52	60	-8	ricettore a quota più bassa rispetto al piano strada
	First floor (4.0 m)	53	60	-7	
7	Ground floor (1.8 m)	56.6	60	-3.4	ricettore a quota più bassa rispetto al piano strada
	First floor (4.0 m)	59.1	60	-0.9	
8	Ground floor (1.8 m)	68.6	60	8.6	strada a raso
	First floor (4.0 m)	70.2	60	10.2	
9	Ground floor (1.8 m)	66.6	60	6.6	
	First floor (4.0 m)	68.6	60	8.6	
10	Ground floor (1.8 m)	70.3	60	10.3	

	First floor (4.0 m)	70.7	60	10.7	
11	Ground floor (1.8 m)	62.3	60	2.3	
	First floor (4.0 m)	65	60	5	
	Second floor (6.5 m)	66	60	6	
12	Ground floor (1.8 m)	61	60	1	
	First floor (4.0 m)	62	60	2	
13	Ground floor (1.8 m)	60.6	60	0.6	
	First floor (4.0 m)	64.4	60	4.4	
	Second floor (6.5 m)	71.3	60	11.3	
	3th floor (9.0 m)	71.5	60	11.5	
14	Ground floor (1.8 m)	58.2	60	-1.8	strada a raso (valore più basso perché ricettore più distante)
	First floor (4.0 m)	60.8	60	0.8	
	Second floor (6.5 m)	62.2	60	2.2	
	3th floor (9.0 m)	63.2	60	3.2	
15	Ground floor (1.8 m)	61.8	60	1.8	
	First floor (4.0 m)	64.1	60	4.1	
16	Ground floor (1.8 m)	68.3	60	8.3	
	First floor (4.0 m)	68.6	60	8.6	
17	Ground floor (1.8 m)	69.2	60	9.2	
	First floor (4.0 m)	69.3	60	9.3	
18	Ground floor (1.8 m)	62.3	60	2.3	
	First floor (4.0 m)	64.8	60	4.8	
19	Ground floor (1.8 m)	65.1	60	5.1	
	First floor (4.0 m)	66.1	60	6.1	
20	Ground floor (1.8 m)	66.5	60	6.5	
	First floor (4.0 m)	68.7	60	8.7	
21	Ground floor (1.8 m)	65.1	60	5.1	
22	Ground floor (1.8 m)	66.2	60	6.2	
	First floor (4.0 m)	67.3	60	7.3	
23	Ground floor (1.8 m)	58.8	60	-1.2	strada a raso ma ricettore più distante
	First floor (4.0 m)	59.1	60	-0.9	
24	Ground floor (1.8 m)	64.8	60	4.8	strada a raso
	First floor (4.0 m)	67.3	60	7.3	
25	Ground floor (1.8 m)	60.6	60	0.6	
	First floor (4.0 m)	63.7	60	3.7	

26	Ground floor (1.8 m)	60.5	60	0.5	
	First floor (4.0 m)	62.9	60	2.9	
27	Ground floor (1.8 m)	64.4	60	4.4	
	First floor (4.0 m)	65.4	60	5.4	
28	Ground floor (1.8 m)	63.5	60	3.5	
	First floor (4.0 m)	65.8	60	5.8	
29	Ground floor (1.8 m)	61.7	60	1.7	
	First floor (4.0 m)	64	60	4	
30	Ground floor (1.8 m)	59.8	60	-0.2	ricettore a raso ma distante
	First floor (4.0 m)	60.2	60	0.2	
31	Ground floor (1.8 m)	60.2	60	0.2	ricettore a raso ma distante
	First floor (4.0 m)	59.8	60	-0.2	
32	Ground floor (1.8 m)	58.6	60	-1.4	ricettore a raso ma distante
	First floor (4.0 m)	58.7	60	-1.3	
33	Ground floor (1.8 m)	66.6	60	6.6	strada a raso
34	Ground floor (1.8 m)	57.7	60	-2.3	strada costruita in rilevato
35	Ground floor (1.8 m)	57.3	60	-2.7	
	First floor (4.0 m)	57.9	60	-2.1	
36	Ground floor (1.8 m)	54.2	60	-5.8	
	First floor (4.0 m)	56.2	60	-3.8	
37	Ground floor (1.8 m)	60.5	60	0.5	strada in rilevato
	First floor (4.0 m)	61.6	60	1.6	
38	Ground floor (1.8 m)	56.1	60	-3.9	strada costruita in rilevato ma ricettori più distanti
	First floor (4.0 m)	59.2	60	-0.8	
39	Ground floor (1.8 m)	54.5	60	-5.5	
	First floor (4.0 m)	56.7	60	-3.3	
40	Ground floor (1.8 m)	56.7	60	-3.3	
	First floor (4.0 m)	58.4	60	-1.6	
41	Ground floor (1.8 m)	55.6	60	-4.4	
	First floor (4.0 m)	57.9	60	-2.1	
42	Ground floor (1.8 m)	58.2	60	-1.8	
	First floor (4.0 m)	59.3	60	-0.7	
43	Ground floor (1.8 m)	58.7	60	-1.3	
	First floor (4.0 m)	59.6	60	-0.4	
44	Ground floor (1.8 m)	59.1	60	-0.9	
	First floor (4.0 m)	57.8	60	-2.2	

					strada costruita in trincea ma
45	Ground floor (1.8 m)	55.5	60	-4.5	ricettori più distanti
	First floor (4.0 m)	57.2	60	-2.8	
46	Ground floor (1.8 m)	57	60	-3	
	First floor (4.0 m)	60.9	60	0.9	
47	Ground floor (1.8 m)	63.2	60	3.2	strada in trincea ma ricettore troppo vicino alla strada
	First floor (4.0 m)	65.2	60	5.2	
48	Ground floor (1.8 m)	62.8	60	2.8	
	First floor (4.0 m)	64	60	4	
49	Ground floor (1.8 m)	58.1	60	-1.9	
	First floor (4.0 m)	59.5	60	-0.5	
50	Ground floor (1.8 m)	63.9	60	3.9	trincea ma ricettore troppo vicino alla strada
	First floor (4.0 m)	65.7	60	5.7	
51	Ground floor (1.8 m)	57.1	60	-2.9	
	First floor (4.0 m)	60.2	60	0.2	
52	Ground floor (1.8 m)	58.8	60	-1.2	strada in rilevato ma ricettore vicino alla strada
	First floor (4.0 m)	64.1	60	4.1	
53	Ground floor (1.8 m)	60.6	60	0.6	strada a raso ma ricettore vicino alla strada
	First floor (4.0 m)	61.8	60	1.8	
54	Ground floor (1.8 m)	59	60	-1	
	First floor (4.0 m)	59.1	60	-0.9	
55	Ground floor (1.8 m)	54.1	60	-5.9	
	First floor (4.0 m)	57.6	60	-2.4	
56	Ground floor (1.8 m)	56.4	60	-3.6	
	First floor (4.0 m)	57.4	60	-2.6	
57	Ground floor (1.8 m)	63	60	3	strada a raso con ricettore un po' più distante dalla strada
	First floor (4.0 m)	66.5	60	6.5	
58	Ground floor (1.8 m)	66.8	60	6.8	strada in trincea ma ricettore troppo vicino alla strada
	First floor (4.0 m)	66.6	60	6.6	
59	Ground floor (1.8 m)	56.6	60	-3.4	
	First floor (4.0 m)	58.3	60	-1.7	

60	Ground floor (1.8 m)	52.7	55	-2.3	
	First floor (4.0 m)	53.6	55	-1.4	
61	Ground floor (1.8 m)	54.6	60	-5.4	
	First floor (4.0 m)	57.6	60	-2.4	
62	Ground floor (1.8 m)	54.6	60	-5.4	
	First floor (4.0 m)	55.9	60	-4.1	
63	Ground floor (1.8 m)	63.1	60	3.1	strada in rilevato con ricettore vicino alla strada
	First floor (4.0 m)	65.1	60	5.1	
64	Ground floor (1.8 m)	59.7	60	-0.3	
	First floor (4.0 m)	62.3	60	2.3	
65	Ground floor (1.8 m)	56.6	60	-3.4	
	First floor (4.0 m)	60.9	60	0.9	
66	Ground floor (1.8 m)	59.1	60	-0.9	
	First floor (4.0 m)	61.8	60	1.8	
67	Ground floor (1.8 m)	63.9	60	3.9	
	First floor (4.0 m)	64.8	60	4.8	
68	Ground floor (1.8 m)	59	60	-1	
	First floor (4.0 m)	61.8	60	1.8	
69	Ground floor (1.8 m)	60.3	60	0.3	
	First floor (4.0 m)	62.7	60	2.7	
70	Ground floor (1.8 m)	55.2	60	-4.8	
	First floor (4.0 m)	57.3	60	-2.7	
71	Ground floor (1.8 m)	50.6	40	10.6	Ospedale (ricettore classe I)
	First floor (4.0 m)	51.8	40	11.8	
72	Ground floor (1.8 m)	55.8	60	-4.2	
	First floor (4.0 m)	57.1	60	-2.9	
73	Ground floor (1.8 m)	63.5	60	3.5	strada in rilevato con ricettore vicino alla strada
	First floor (4.0 m)	63.9	60	3.9	
74	Ground floor (1.8 m)	57.2	60	-2.8	
	First floor (4.0 m)	61.7	60	1.7	
75	Ground floor (1.8 m)	57.3	60	-2.7	
	First floor (4.0 m)	63.2	60	3.2	
76	Ground floor (1.8 m)	55.7	60	-4.3	
	First floor (4.0 m)	57.1	60	-2.9	
77	Ground floor (1.8 m)	58.7	60	-1.3	strada in rilevato con ricettore vicino

					alla strada
	First floor (4.0 m)	61.4	60	1.4	
78	Ground floor (1.8 m)	64.2	60	4.2	
	First floor (4.0 m)	65.5	60	5.5	
79	Ground floor (1.8 m)	55.5	60	-4.5	
	First floor (4.0 m)	59.5	60	-0.5	
80	Ground floor (1.8 m)	57.1	60	-2.9	strada a raso con ricettore un po' più lontano
	First floor (4.0 m)	61.9	60	1.9	
81	Ground floor (1.8 m)	57.6	60	-2.4	
	First floor (4.0 m)	60.5	60	0.5	
82	Ground floor (1.8 m)	58	60	-2	
	First floor (4.0 m)	62.6	60	2.6	
83	Ground floor (1.8 m)	53.6	60	-6.4	
	First floor (4.0 m)	55.5	60	-4.5	
84	Ground floor (1.8 m)	55.1	60	-4.9	
	First floor (4.0 m)	57.6	60	-2.4	
85	Ground floor (1.8 m)	57	60	-3	
	First floor (4.0 m)	59	60	-1	
86	Ground floor (1.8 m)	52.7	60	-7.3	
	First floor (4.0 m)	55.1	60	-4.9	
87	Ground floor (1.8 m)	55.6	60	-4.4	
	First floor (4.0 m)	55.2	60	-4.8	
88	Ground floor (1.8 m)	55.9	60	-4.1	
	First floor (4.0 m)	57	60	-3	
89	Ground floor (1.8 m)	50.8	60	-9.2	
	First floor (4.0 m)	52.3	60	-7.7	
90	Ground floor (1.8 m)	52.5	60	-7.5	
	First floor (4.0 m)	53.7	60	-6.3	
91	Ground floor (1.8 m)	58.3	60	-1.7	
	First floor (4.0 m)	61.3	60	1.3	
92	Ground floor (1.8 m)	59.1	60	-0.9	
	First floor (4.0 m)	60.5	60	0.5	
93	Ground floor (1.8 m)	50.4	60	-9.6	
	First floor (4.0 m)	51	60	-9	
94	Ground floor (1.8 m)	51.1	60	-8.9	
	First floor (4.0 m)	53.4	60	-6.6	

95	Ground floor (1.8 m)	56.5	60	-3.5	
	First floor (4.0 m)	59.6	60	-0.4	
96	Ground floor (1.8 m)	61.5	60	1.5	strada in rilevato con ricettore vicino alla strada
	First floor (4.0 m)	64.2	60	4.2	
97	Ground floor (1.8 m)	64.6	60	4.6	
	First floor (4.0 m)	66.5	60	6.5	
98	Ground floor (1.8 m)	59.4	60	-0.6	
	First floor (4.0 m)	62.3	60	2.3	
99	Ground floor (1.8 m)	52.6	60	-7.4	
	First floor (4.0 m)	54.8	60	-5.2	
100	Ground floor (1.8 m)	61.8	60	1.8	strada in rilevato con ricettore vicino alla strada
	First floor (4.0 m)	67.9	60	7.9	
101	Ground floor (1.8 m)	67.6	60	7.6	
	First floor (4.0 m)	68.1	60	8.1	
102	Ground floor (1.8 m)	56.5	60	-3.5	
	First floor (4.0 m)	59.8	60	-0.2	
103	Ground floor (1.8 m)	56.5	60	-3.5	
	First floor (4.0 m)	59.4	60	-0.6	
104	Ground floor (1.8 m)	65.8	60	5.8	strada in rilevato con ricettore vicino alla strada
	First floor (4.0 m)	67.2	60	7.2	
105	Ground floor (1.8 m)	65.7	60	5.7	
	First floor (4.0 m)	66.5	60	6.5	
106	Ground floor (1.8 m)	59.2	60	-0.8	
	First floor (4.0 m)	60.8	60	0.8	
107	Ground floor (1.8 m)	63.2	60	3.2	
	First floor (4.0 m)	63.7	60	3.7	
108	Ground floor (1.8 m)	59.5	60	-0.5	
	First floor (4.0 m)	62.9	60	2.9	
109	Ground floor (1.8 m)	61.6	60	1.6	
	First floor (4.0 m)	62.9	60	2.9	
110	Ground floor (1.8 m)	62.2	60	2.2	
	First floor (4.0 m)	63.7	60	3.7	

In arancione sono indicati i superamenti del limite di legge

Risultati della simulazione post operam, confronto con i limiti di legge a seguito degli interventi mitigativi– periodo diurno

CALCUL N°1				
Comment : calculation n°1 (Receiver)				
Creation date : 16-JUN-2004				
Position : from (2498643.0m, 4504576.0m) to (2504466.8m, 4515883.0m)				
Calculation parameters : mode ISO.9613, 100 rays, 5 reflections, 2000.00 m, Leq +				
Type of ground : 600.0 (sigma)				
Printed result : Leq variant 1				
Receiver	Information	Lp dB(A) calcolato	Limite di legge Lp dB(A)	Diff. tra il valore calcolato e il limite di legge Lp dB(A) e
1	Ground floor (1.8 m)	59.8	70	-10.2
	First floor (4.0 m)	61.6	70	-8.4
2	Ground floor (1.8 m)	61.3	70	-8.7
	First floor (4.0 m)	63.3	70	-6.7
3	Ground floor (1.8 m)	57.7	70	-12.3
	First floor (4.0 m)	58.4	70	-11.6
4	Ground floor (1.8 m)	61	70	-9
	First floor (4.0 m)	63.7	70	-6.3
5	Ground floor (1.8 m)	58.9	70	-11.1
	First floor (4.0 m)	60	70	-10
6	Ground floor (1.8 m)	54.5	70	-15.5
	First floor (4.0 m)	55.5	70	-14.5
7	Ground floor (1.8 m)	62.3	70	-7.7
	First floor (4.0 m)	64.8	70	-5.2
8	Ground floor (1.8 m)	64.8	70	-5.2
	First floor (4.0 m)	66.8	70	-3.2
9	Ground floor (1.8 m)	63.6	70	-6.4
	First floor (4.0 m)	65.6	70	-4.4
10	Ground floor (1.8 m)	66.3	70	-3.7
	First floor (4.0 m)	68.6	70	-1.4
11	Ground floor (1.8 m)	62	70	-8
	First floor (4.0 m)	63.8	70	-6.2

	Second floor (6.5 m)	65	70	-5
12	Ground floor (1.8 m)	65.3	70	-4.7
	First floor (4.0 m)	66.4	70	-3.6
13	Ground floor (1.8 m)	60.1	70	-9.9
	First floor (4.0 m)	62.6	70	-7.4
	Second floor (6.5 m)	66.1	70	-3.9
	3th floor (9.0 m)	68.8	70	-1.2
14	Ground floor (1.8 m)	59.5	70	-10.5
	First floor (4.0 m)	61.5	70	-8.5
	Second floor (6.5 m)	62.8	70	-7.2
	3th floor (9.0 m)	64	70	-6
15	Ground floor (1.8 m)	62.7	70	-7.3
	First floor (4.0 m)	64.4	70	-5.6
16	Ground floor (1.8 m)	60.3	70	-9.7
	First floor (4.0 m)	61.7	70	-8.3
17	Ground floor (1.8 m)	58.1	70	-11.9
	First floor (4.0 m)	59.5	70	-10.5
18	Ground floor (1.8 m)	61.5	70	-8.5
	First floor (4.0 m)	63.8	70	-6.2
19	Ground floor (1.8 m)	70.5	70	0.5
	First floor (4.0 m)	71.2	70	1.2
20	Ground floor (1.8 m)	64.6	70	-5.4
	First floor (4.0 m)	67.1	70	-2.9
21	Ground floor (1.8 m)	63.8	70	-6.2
	First floor (4.0 m)	64.4	70	-5.6
22	Ground floor (1.8 m)	61.8	70	-8.2
	First floor (4.0 m)	64.4	70	-5.6
23	Ground floor (1.8 m)	64.6	70	-5.4
	First floor (4.0 m)	64.9	70	-5.1
24	Ground floor (1.8 m)	62.9	70	-7.1
	First floor (4.0 m)	64.4	70	-5.6
25	Ground floor (1.8 m)	60.1	70	-9.9
	First floor (4.0 m)	63	70	-7
26	Ground floor (1.8 m)	59.1	70	-10.9
	First floor (4.0 m)	60.6	70	-9.4
27	Ground floor (1.8 m)	62.2	70	-7.8
	First floor (4.0 m)	62.6	70	-7.4

28	Ground floor (1.8 m)	65.6	70	-4.4
	First floor (4.0 m)	67.6	70	-2.4
29	Ground floor (1.8 m)	62.3	70	-7.7
	First floor (4.0 m)	64.2	70	-5.8
30	Ground floor (1.8 m)	65.5	70	-4.5
	First floor (4.0 m)	66	70	-4
31	Ground floor (1.8 m)	65.8	70	-4.2
	First floor (4.0 m)	65.5	70	-4.5
32	Ground floor (1.8 m)	64.3	70	-5.7
	First floor (4.0 m)	64.4	70	-5.6
33	Ground floor (1.8 m)	63.2	70	-6.8
34	Ground floor (1.8 m)	63.5	70	-6.5
35	Ground floor (1.8 m)	62.9	70	-7.1
	First floor (4.0 m)	63.5	70	-6.5
36	Ground floor (1.8 m)	59.8	70	-10.2
	First floor (4.0 m)	61.8	70	-8.2
37	Ground floor (1.8 m)	60.9	70	-9.1
	First floor (4.0 m)	62.6	70	-7.4
38	Ground floor (1.8 m)	61.8	70	-8.2
	First floor (4.0 m)	65	70	-5
39	Ground floor (1.8 m)	60.1	70	-9.9
	First floor (4.0 m)	62.3	70	-7.7
40	Ground floor (1.8 m)	62.3	70	-7.7
	First floor (4.0 m)	64	70	-6
41	Ground floor (1.8 m)	61.3	70	-8.7
	First floor (4.0 m)	63.5	70	-6.5
42	Ground floor (1.8 m)	63.7	70	-6.3
	First floor (4.0 m)	64.9	70	-5.1
43	Ground floor (1.8 m)	64.3	70	-5.7
	First floor (4.0 m)	65.2	70	-4.8
44	Ground floor (1.8 m)	64.6	70	-5.4
	First floor (4.0 m)	63.3	70	-6.7
45	Ground floor (1.8 m)	61.1	70	-8.9
	First floor (4.0 m)	62.8	70	-7.2
46	Ground floor (1.8 m)	62.5	70	-7.5
	First floor (4.0 m)	66.5	70	-3.5

47	Ground floor (1.8 m)	61.5	70	-8.5
	First floor (4.0 m)	64.1	70	-5.9
48	Ground floor (1.8 m)	63.5	70	-6.5
	First floor (4.0 m)	66.4	70	-3.6
49	Ground floor (1.8 m)	63.9	70	-6.1
	First floor (4.0 m)	65.4	70	-4.6
50	Ground floor (1.8 m)	62.8	70	-7.2
	First floor (4.0 m)	65.2	70	-4.8
51	Ground floor (1.8 m)	60.6	70	-9.4
	First floor (4.0 m)	63.2	70	-6.8
52	Ground floor (1.8 m)	57.9	70	-12.1
	First floor (4.0 m)	60.7	70	-9.3
53	Ground floor (1.8 m)	60.9	70	-9.1
	First floor (4.0 m)	61.9	70	-8.1
54	Ground floor (1.8 m)	64.6	70	-5.4
	First floor (4.0 m)	64.7	70	-5.3
55	Ground floor (1.8 m)	59.7	70	-10.3
	First floor (4.0 m)	63.1	70	-6.9
56	Ground floor (1.8 m)	62	70	-8
	First floor (4.0 m)	63	70	-7
57	Ground floor (1.8 m)	58.7	70	-11.3
	First floor (4.0 m)	62.8	70	-7.2
58	Ground floor (1.8 m)	72.2	70	2.2
	First floor (4.0 m)	72.1	70	2.1
59	Ground floor (1.8 m)	62	70	-8
	First floor (4.0 m)	63.7	70	-6.3
60	Ground floor (1.8 m)	58.3	65	-6.7
	First floor (4.0 m)	59.1	65	-5.9
61	Ground floor (1.8 m)	60.1	70	-9.9
	First floor (4.0 m)	63.2	70	-6.8
62	Ground floor (1.8 m)	60.3	70	-9.7
	First floor (4.0 m)	61.5	70	-8.5
63	Ground floor (1.8 m)	61.8	70	-8.2
	First floor (4.0 m)	64.1	70	-5.9
64	Ground floor (1.8 m)	59.9	70	-10.1
	First floor (4.0 m)	62	70	-8

65	Ground floor (1.8 m)	59	70	-11
	First floor (4.0 m)	61	70	-9
66	Ground floor (1.8 m)	60.3	70	-9.7
	First floor (4.0 m)	62.9	70	-7.1
67	Ground floor (1.8 m)	65.7	70	-4.3
	First floor (4.0 m)	67.8	70	-2.2
68	Ground floor (1.8 m)	61.4	70	-8.6
	First floor (4.0 m)	63.7	70	-6.3
69	Ground floor (1.8 m)	61.3	70	-8.7
	First floor (4.0 m)	63.4	70	-6.6
70	Ground floor (1.8 m)	60.8	70	-9.2
	First floor (4.0 m)	62.8	70	-7.2
71	Ground floor (1.8 m)	49	50	-1
	First floor (4.0 m)	50	50	0
72	Ground floor (1.8 m)	61	70	-9
	First floor (4.0 m)	62.4	70	-7.6
73	Ground floor (1.8 m)	65	70	-5
	First floor (4.0 m)	66.8	70	-3.2
74	Ground floor (1.8 m)	57.6	70	-12.4
	First floor (4.0 m)	59.9	70	-10.1
75	Ground floor (1.8 m)	57.4	70	-12.6
	First floor (4.0 m)	60.2	70	-9.8
76	Ground floor (1.8 m)	52.9	70	-17.1
	First floor (4.0 m)	55	70	-15
77	Ground floor (1.8 m)	55.5	70	-14.5
	First floor (4.0 m)	57.6	70	-12.4
78	Ground floor (1.8 m)	60.4	70	-9.6
	First floor (4.0 m)	62.6	70	-7.4
79	Ground floor (1.8 m)	59.7	70	-10.3
	First floor (4.0 m)	63.7	70	-6.3
80	Ground floor (1.8 m)	57.5	70	-12.5
	First floor (4.0 m)	61.5	70	-8.5
81	Ground floor (1.8 m)	57.4	70	-12.6
	First floor (4.0 m)	58.8	70	-11.2
82	Ground floor (1.8 m)	58.1	70	-11.9
	First floor (4.0 m)	60.7	70	-9.3

83	Ground floor (1.8 m)	57.9	70	-12.1
	First floor (4.0 m)	59.9	70	-10.1
84	Ground floor (1.8 m)	59.4	70	-10.6
	First floor (4.0 m)	61.9	70	-8.1
85	Ground floor (1.8 m)	61.2	70	-8.8
	First floor (4.0 m)	63.3	70	-6.7
86	Ground floor (1.8 m)	56.9	70	-13.1
	First floor (4.0 m)	59.4	70	-10.6
87	Ground floor (1.8 m)	59.9	70	-10.1
	First floor (4.0 m)	59.4	70	-10.6
88	Ground floor (1.8 m)	60.2	70	-9.8
	First floor (4.0 m)	61.3	70	-8.7
89	Ground floor (1.8 m)	55	70	-15
	First floor (4.0 m)	56.5	70	-13.5
90	Ground floor (1.8 m)	56.8	70	-13.2
	First floor (4.0 m)	58	70	-12
91	Ground floor (1.8 m)	62.5	70	-7.5
	First floor (4.0 m)	65.5	70	-4.5
92	Ground floor (1.8 m)	63.4	70	-6.6
	First floor (4.0 m)	64.8	70	-5.2
93	Ground floor (1.8 m)	54.7	70	-15.3
	First floor (4.0 m)	55.2	70	-14.8
94	Ground floor (1.8 m)	55.3	70	-14.7
	First floor (4.0 m)	57.7	70	-12.3
95	Ground floor (1.8 m)	60.7	70	-9.3
	First floor (4.0 m)	63.9	70	-6.1
96	Ground floor (1.8 m)	61.1	70	-8.9
	First floor (4.0 m)	63.6	70	-6.4
97	Ground floor (1.8 m)	61.4	70	-8.6
	First floor (4.0 m)	63.6	70	-6.4
98	Ground floor (1.8 m)	58.3	70	-11.7
	First floor (4.0 m)	60.7	70	-9.3
99	Ground floor (1.8 m)	53	70	-17
	First floor (4.0 m)	54.5	70	-15.5
100	Ground floor (1.8 m)	59.6	70	-10.4
	First floor (4.0 m)	63.1	70	-6.9

101	Ground floor (1.8 m)	63.6	70	-6.4
	First floor (4.0 m)	65.9	70	-4.1
102	Ground floor (1.8 m)	60.8	70	-9.2
	First floor (4.0 m)	64.1	70	-5.9
103	Ground floor (1.8 m)	60.7	70	-9.3
	First floor (4.0 m)	63.8	70	-6.2
104	Ground floor (1.8 m)	64.1	70	-5.9
	First floor (4.0 m)	66.5	70	-3.5
105	Ground floor (1.8 m)	63.9	70	-6.1
	First floor (4.0 m)	66.3	70	-3.7
106	Ground floor (1.8 m)	63.4	70	-6.6
	First floor (4.0 m)	65.1	70	-4.9
107	Ground floor (1.8 m)	64.7	70	-5.3
	First floor (4.0 m)	66.1	70	-3.9
108	Ground floor (1.8 m)	59.7	70	-10.3
	First floor (4.0 m)	62.6	70	-7.4
109	Ground floor (1.8 m)	63.7	70	-6.3
	First floor (4.0 m)	65.3	70	-4.7
110	Ground floor (1.8 m)	61.4	70	-8.6
	First floor (4.0 m)	63.5	70	-6.5

Risultati della simulazione post operam, confronto con i limiti di legge a seguito degli interventi mitigativi – periodo notturno e indicazione di barriere in corrispondenza dei ricettori

CALCUL N°4							
Comment : calculation n°4 (Receiver)							
Creation date : 16-JUN-2004							
Position : from (2498397.3m, 4504651.5m) to (2504391.0m, 4516166.5m)							
Calculation parameters : mode ISO.9613, 100 rays, 5 reflections, 2000.00 m, Leq +							
Type of ground : 600.0 (sigma)							
Printed result : Leq variant 3							
Ric.	Information	Lp dB(A) calcolato	Limite di legge Lp dB(A)	Diff. tra il valore calcolato e il limite di legge Lp dB(A)	Barriere Lunghezza [m]	Note	Altezza
1	Ground floor (1.8 m)	57.7	60	-2.3	140		5m
	First floor (4.0 m)	59.6	60	-0.4			
2	Ground floor (1.8 m)	59.5	60	-0.5	150		5m
	First floor (4.0 m)	61.2	60	1.2			
3	Ground floor (1.8 m)	55.4	60	-4.6	220		5m
	First floor (4.0 m)	56	60	-4			
4	Ground floor (1.8 m)	59	60	-1	135		5m
	First floor (4.0 m)	60	60	0			
5	Ground floor (1.8 m)	56.8	60	-3.2	110 in corrispondenza di R5 e 100 sul lato opposto		5m
	First floor (4.0 m)	57.9	60	-2.1			
6	Ground floor (1.8 m)	52	60	-8			
	First floor (4.0 m)	52.8	60	-7.2			
7	Ground floor (1.8 m)	56.6	60	-3.4			

	First floor (4.0 m)	59.1	60	-0.9			
8	Ground floor (1.8 m)	59.1	60	-0.9	365	da R8 a R10	5m
	First floor (4.0 m)	60	60	0			
9	Ground floor (1.8 m)	57.9	60	-2.1	270	da R9 ad R11	5m
	First floor (4.0 m)	59.9	60	-0.1			
10	Ground floor (1.8 m)	59.9	60	-0.1	365		5m
	First floor (4.0 m)	60	60	0			
11	Ground floor (1.8 m)	56.3	60	-3.7	270		5m
	First floor (4.0 m)	58.1	60	-1.9			
	Second floor (6.5 m)	59.3	60	-0.7			
12	Ground floor (1.8 m)	59.6	60	-0.4			
	First floor (4.0 m)	60	60	0			
13	Ground floor (1.8 m)	54.4	60	-5.6	300	da R13 ad R15	5m
	First floor (4.0 m)	56.9	60	-3.1			
	Second floor (6.5 m)	60	60	0			
	3th floor (9.0 m)	60.1	60	0.1			
14	Ground floor (1.8 m)	53.8	60	-6.2	160		5m
	First floor (4.0 m)	55.8	60	-4.2			
	Second floor (6.5 m)	57.1	60	-2.9			
	3th floor (9.0 m)	58.3	60	-1.7			
15	Ground floor (1.8 m)	57	60	-3	300	da R13 ad R15	5m
	First floor (4.0 m)	58.6	60	-1.4			
16	Ground floor (1.8 m)	54.6	60	-5.4	130		5m
	First floor (4.0 m)	55.9	60	-4.1			
17	Ground floor (1.8 m)	52.3	60	-7.7	185		5m
	First floor (4.0 m)	53.8	60	-6.2			
18	Ground floor (1.8 m)	55.7	60	-4.3	160		5m
	First floor (4.0 m)	58	60	-2			
19	Ground floor (1.8 m)	64.7	60	4.7	160		5m
	First floor (4.0 m)	65.4	60	5.4			
20	Ground floor (1.8 m)	58.9	60	-1.1	155		5m
	First floor (4.0 m)	61.4	60	1.4			
21	Ground floor (1.8 m)	58.1	60	-1.9	100		5m

22	Ground floor (1.8 m)	56.1	60	-3.9	120		5m
	First floor (4.0 m)	58.8	60	-1.2			
23	Ground floor (1.8 m)	58.9	60	-1.1			
	First floor (4.0 m)	59.2	60	-0.8			
24	Ground floor (1.8 m)	57.2	60	-2.8	100		5m
	First floor (4.0 m)	58.7	60	-1.3			
25	Ground floor (1.8 m)	54.4	60	-5.6	440	da R25 ad R26	5m
	First floor (4.0 m)	57.3	60	-2.7			
26	Ground floor (1.8 m)	53.4	60	-6.6	440		5m
	First floor (4.0 m)	54.9	60	-5.1			
27	Ground floor (1.8 m)	56.5	60	-3.5	220		5m
	First floor (4.0 m)	56.9	60	-3.1			
28	Ground floor (1.8 m)	59.9	60	-0.1	60		5m
	First floor (4.0 m)	61.9	60	1.9			
29	Ground floor (1.8 m)	56.6	60	-3.4	110		
	First floor (4.0 m)	58.5	60	-1.5			
30	Ground floor (1.8 m)	59.8	60	-0.2			
	First floor (4.0 m)	59.8	60	-0.2			
31	Ground floor (1.8 m)	60.1	60	0.1			
	First floor (4.0 m)	59.8	60	-0.2			
32	Ground floor (1.8 m)	58.6	60	-1.4			
	First floor (4.0 m)	58.7	60	-1.3			
33	Ground floor (1.8 m)	57.5	60	-2.5	100		5m
34	Ground floor (1.8 m)	57.8	60	-2.2			
35	Ground floor (1.8 m)	57.3	60	-2.7			
	First floor (4.0 m)	57.9	60	-2.1			
36	Ground floor (1.8 m)	54.2	60	-5.8			
	First floor (4.0 m)	56.3	60	-3.7			
37	Ground floor (1.8 m)	55.4	60	-4.6	200		5m
	First floor (4.0 m)	57	60	-3			
38	Ground floor (1.8 m)	56.3	60	-3.7			
	First floor (4.0 m)	59.4	60	-0.6			
39	Ground floor (1.8 m)	54.5	60	-5.5			
	First floor (4.0 m)	56.7	60	-3.3			
40	Ground floor (1.8 m)	56.7	60	-3.3			
	First floor (4.0 m)	58.4	60	-1.6			

41	Ground floor (1.8 m)	55.6	60	-4.4			
	First floor (4.0 m)	57.9	60	-2.1			
42	Ground floor (1.8 m)	58.2	60	-1.8			
	First floor (4.0 m)	59.3	60	-0.7			
43	Ground floor (1.8 m)	58.7	60	-1.3			
	First floor (4.0 m)	59.6	60	-0.4			
44	Ground floor (1.8 m)	59.1	60	-0.9			
	First floor (4.0 m)	57.8	60	-2.2			
45	Ground floor (1.8 m)	55.5	60	-4.5			
	First floor (4.0 m)	57.2	60	-2.8			
46	Ground floor (1.8 m)	57	60	-3			
	First floor (4.0 m)	60.9	60	0.9			
47	Ground floor (1.8 m)	55.9	60	-4.1	1050	da R47 ad R51	5m
	First floor (4.0 m)	58.5	60	-1.5			
48	Ground floor (1.8 m)	57.9	60	-2.1	1050	da R47 ad R51	5m
	First floor (4.0 m)	59.8	60	-0.2			
49	Ground floor (1.8 m)	58.3	60	-1.7			
	First floor (4.0 m)	59.8	60	-0.2			
50	Ground floor (1.8 m)	57.1	60	-2.9	1050	da R47 ad R51	5m
	First floor (4.0 m)	59.6	60	-0.4			
51	Ground floor (1.8 m)	55	60	-5	1050	da R47 ad R51	5m
	First floor (4.0 m)	57.6	60	-2.4			
52	Ground floor (1.8 m)	52.3	60	-7.7	80		5m
	First floor (4.0 m)	55.1	60	-4.9			
53	Ground floor (1.8 m)	55.4	60	-4.6	140		5m
	First floor (4.0 m)	56.3	60	-3.7			
54	Ground floor (1.8 m)	59	60	-1			
	First floor (4.0 m)	59.1	60	-0.9			
55	Ground floor (1.8 m)	54.1	60	-5.9			
	First floor (4.0 m)	57.6	60	-2.4			
56	Ground floor (1.8 m)	56.4	60	-3.6			
	First floor (4.0 m)	57.4	60	-2.6			
57	Ground floor (1.8 m)	53.1	60	-6.9	140		5m

	First floor (4.0 m)	57.2	60	-2.8		
58	Ground floor (1.8 m)	58.6	60	-1.4	100	5m
	First floor (4.0 m)	60	60	0		
59	Ground floor (1.8 m)	56.4	60	-3.6		
	First floor (4.0 m)	58.1	60	-1.9		
60	Ground floor (1.8 m)	52.7	55	-2.3		
	First floor (4.0 m)	53.6	55	-1.4		
61	Ground floor (1.8 m)	54.6	60	-5.4		
	First floor (4.0 m)	57.6	60	-2.4		
62	Ground floor (1.8 m)	54.7	60	-5.3		
	First floor (4.0 m)	56	60	-4		
63	Ground floor (1.8 m)	56.3	60	-3.7	90	5m
	First floor (4.0 m)	58.5	60	-1.5		
64	Ground floor (1.8 m)	54.3	60	-5.7	130	5m
	First floor (4.0 m)	56.5	60	-3.5		
65	Ground floor (1.8 m)	53.5	60	-6.5	120 in corrispondenza di R65 e 140 sul lato opposto	
	First floor (4.0 m)	55.4	60	-4.6		
66	Ground floor (1.8 m)	54.7	60	-5.3	105	5m
	First floor (4.0 m)	57.3	60	-2.7		
67	Ground floor (1.8 m)	60.1	60	0.1	90	5m
	First floor (4.0 m)	59.8	60	-0.2		
68	Ground floor (1.8 m)	55.8	60	-4.2	90	5m
	First floor (4.0 m)	58.1	60	-1.9		
69	Ground floor (1.8 m)	55.7	60	-4.3	85	5m
	First floor (4.0 m)	57.8	60	-2.2		
70	Ground floor (1.8 m)	55.2	60	-4.8		
	First floor (4.0 m)	57.3	60	-2.7		
71	Ground floor (1.8 m)	39.5	40	-0.5	200 m di barriera lungo la strada e 240 m di barriera lungo lo svincolo	
	First floor (4.0 m)	40.0	40	0		
72	Ground floor (1.8 m)	55.5	60	-4.5		

	First floor (4.0 m)	56.9	60	-3.1		
73	Ground floor (1.8 m)	59.4	60	-0.6	90	5m
	First floor (4.0 m)	60.0	60	0		
74	Ground floor (1.8 m)	52	60	-8	70	5m
	First floor (4.0 m)	54.3	60	-5.7		
75	Ground floor (1.8 m)	51.7	60	-8.3	80	5m
	First floor (4.0 m)	54.5	60	-5.5		
76	Ground floor (1.8 m)	48.6	60	-11.4		
	First floor (4.0 m)	50.7	60	-9.3		
77	Ground floor (1.8 m)	51.2	60	-8.8	130	5m
	First floor (4.0 m)	53.3	60	-6.7		
78	Ground floor (1.8 m)	56.1	60	-3.9	90	5m
	First floor (4.0 m)	58.4	60	-1.6		
79	Ground floor (1.8 m)	55.5	60	-4.5		
	First floor (4.0 m)	59.5	60	-0.5		
80	Ground floor (1.8 m)	53.2	60	-6.8	110	3m
	First floor (4.0 m)	57.2	60	-2.8		
81	Ground floor (1.8 m)	53.1	60	-6.9	90	3m
	First floor (4.0 m)	54.5	60	-5.5		
82	Ground floor (1.8 m)	53.9	60	-6.1	90	3m
	First floor (4.0 m)	56.4	60	-3.6		
83	Ground floor (1.8 m)	53.7	60	-6.3		
	First floor (4.0 m)	55.6	60	-4.4		
84	Ground floor (1.8 m)	55.1	60	-4.9		
	First floor (4.0 m)	57.6	60	-2.4		
85	Ground floor (1.8 m)	56.9	60	-3.1		
	First floor (4.0 m)	59	60	-1		
86	Ground floor (1.8 m)	52.7	60	-7.3		
	First floor (4.0 m)	55.1	60	-4.9		
87	Ground floor (1.8 m)	55.6	60	-4.4		
	First floor (4.0 m)	55.2	60	-4.8		
88	Ground floor (1.8 m)	55.9	60	-4.1		
	First floor (4.0 m)	57	60	-3		
89	Ground floor (1.8 m)	50.8	60	-9.2		
	First floor (4.0 m)	52.3	60	-7.7		
90	Ground floor (1.8 m)	52.5	60	-7.5		

	First floor (4.0 m)	53.7	60	-6.3		
91	Ground floor (1.8 m)	58.3	60	-1.7		
	First floor (4.0 m)	61.3	60	1.3		
92	Ground floor (1.8 m)	59.1	60	-0.9		
	First floor (4.0 m)	60.5	60	0.5		
93	Ground floor (1.8 m)	50.4	60	-9.6		
	First floor (4.0 m)	50.9	60	-9.1		
94	Ground floor (1.8 m)	51.1	60	-8.9		
	First floor (4.0 m)	53.4	60	-6.6		
95	Ground floor (1.8 m)	56.5	60	-3.5		
	First floor (4.0 m)	59.6	60	-0.4		
96	Ground floor (1.8 m)	56.9	60	-3.1	300	3m
	First floor (4.0 m)	59.3	60	-0.7		
97	Ground floor (1.8 m)	57.2	60	-2.8	190	3m
	First floor (4.0 m)	59.5	60	-0.5		
98	Ground floor (1.8 m)	54	60	-6	130 in corrispondenza di R98 e 130 m sul lato opposto	3m
	First floor (4.0 m)	56.5	60	-3.5		
99	Ground floor (1.8 m)	48.8	60	-11.2		
	First floor (4.0 m)	50.3	60	-9.7		
100	Ground floor (1.8 m)	55.5	60	-4.5	200	3m
	First floor (4.0 m)	59	60	-1		
101	Ground floor (1.8 m)	59.4	60	-0.6	140	3m
	First floor (4.0 m)	60.0	60	0		
102	Ground floor (1.8 m)	56.6	60	-3.4		
	First floor (4.0 m)	59.9	60	-0.1		
103	Ground floor (1.8 m)	56.4	60	-3.6		
	First floor (4.0 m)	59.3	60	-0.7		
104	Ground floor (1.8 m)	59.9	60	-0.1	90 in corrispondenza di R104 e 60 m poco più avanti sullo stesso lato strada	3m
	First floor (4.0 m)	62.2	60	2.2		

105	Ground floor (1.8 m)	59.6	60	-0.4	140	3m
	First floor (4.0 m)	60	60	0		
106	Ground floor (1.8 m)	59.2	60	-0.8		
	First floor (4.0 m)	60.8	60	0.8		
107	Ground floor (1.8 m)	60.4	60	0.4	170	3m
	First floor (4.0 m)	61.8	60	1.8		
108	Ground floor (1.8 m)	55.5	60	-4.5	80	3m
	First floor (4.0 m)	58.4	60	-1.6		
109	Ground floor (1.8 m)	59.4	60	-0.6	135	3m
	First floor (4.0 m)	60	60	0		
110	Ground floor (1.8 m)	57.1	60	-2.9	130	3m
	First floor (4.0 m)	59.2	60	-0.8		

6 COMPONENTE VIBRAZIONI

6.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

Il transito di mezzi pesanti e di autovetture può dare luogo ad effetti di vibrazioni indotte sugli edifici posti in prossimità delle grandi arterie stradali con conseguente disturbo per le persone che abitano negli stessi.

Le vibrazioni e il rumore a bassa frequenza causate dal transito di mezzi pesanti e di autovetture sono in grado infatti di determinare effetti indesiderati sulla popolazione esposta. Il disturbo sulle persone, classificato come "annoyance", dipende in misura variabile dall'intensità e frequenza dell'evento disturbante e dal tipo di attività svolta. L'annoyance deriva dalla combinazione di effetti che coinvolgono la percezione uditiva e la percezione tattile delle vibrazioni.

Le vibrazioni possono in alcune situazioni, o in presenza di caratteristiche di estrema suscettività strutturale o di elevati/prolungati livelli di sollecitazione dinamica, causare danni agli edifici.

È comunque generalmente riconosciuto che i livelli di vibrazioni in grado di determinare danni alle strutture degli edifici sono più alti di quelli normalmente tollerati dalle persone. Questo implica che una volta soddisfatto l'obiettivo prioritario di garantire alle comunità dei livelli vibrometrici accettabili, risulta automaticamente soddisfatto l'obiettivo di salvaguardare il patrimonio architettonico, inoltre vi sono molti casi documentati in cui si rileva che le vibrazioni indotte dal traffico di superficie, pur risultando causa di disturbo per le persone, sono tali da non poter dare luogo, anche considerandole come sollecitazioni a fatica, ad alcun danno alle strutture del fabbricato.

A seconda dell'obiettivo cui è finalizzata la valutazione delle vibrazioni i metodi di misura ed i criteri di valutazione sono diversi.

Per quanto riguarda le vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti interne od esterne che possano costituire una fonte di disturbo per le persone esposte e di conseguenza ridurre il loro benessere e che costituiscono il tipo di vibrazioni qui preso in considerazione, vi sono metodi di misura e criteri di valutazione appropriati, trattati in normative nazionali ed internazionali.

Per disturbo da vibrazione all'interno di edifici nelle normative sull'argomento si intende solo quello conseguente alle sollecitazioni generate nel corpo umano nelle tre principali direzioni dalle vibrazioni delle strutture sulle quali il corpo poggia; non viene considerato pertanto disturbo da vibrazione il rumore acustico che generalmente viene prodotto dalle vibrazioni delle strutture dell'edificio all'interno degli ambienti dello stesso; ciò perché la valutazione del disturbo

rumore acustico avviene con metodi di misura e criteri diversi da quelli adottati per la valutazione del disturbo da vibrazioni e quindi trattati da altre normative. Per quanto riguarda le grandezze da utilizzare per esprimere l'intensità delle vibrazioni e di conseguenza la valutazione quantitativa del disturbo l'accelerazione efficace a del fenomeno vibratorio è quella che appare la più idonea (anziché la velocità efficace o lo spostamento efficace) sia perché direttamente misurabile con un accelerometro sia perché la sensibilità del corpo umano è correlata alle accelerazioni; nota l'accelerazione, velocità e spostamento si ottengono peraltro con immediatezza integrando il segnale rispettivamente una o due volte.

Inoltre sia dai dati reperibili in letteratura, sia dall'esame delle varie normative e progetti di normativa, l'accelerazione efficace misurata in m/s^2 è il parametro più estesamente impiegato; esso, che rappresenta il valore RMS dei valori assunti dalla accelerazione durante il tempo di una oscillazione, si ottiene numericamente dividendo l'ampiezza della accelerazione per la radice quadrata di 2. L'importanza di tale grandezza è anche dovuta al fatto che essa è proporzionale al contenuto energetico della vibrazione.

L'accelerazione efficace viene espressa anche mediante il suo Livello di accelerazione L_a in dB derivato dalla $L_a = 20 \log (a/a_0)$ dove $a_0 = 10^{-6} m/s^2$.

Ai fini della valutazione del disturbo in un ambiente abitativo di un edificio è opportuno che le vibrazioni siano distinte in vibrazioni di tipo continuo (quando si manifestano senza interruzioni nel periodo diurno, dalle 07.00 alle 23.00, o nel periodo notturno, dalle 23.00 alle 07.00), di tipo intermittente (con intervalli in cui il fenomeno vibratorio non si manifesta o presenta un'ampiezza molto limitata) ed in vibrazioni di carattere impulsivo (quando sono originate da eventi di breve durata costituiti da una rapida crescita fino ad un picco seguito da un decadimento che può o meno comportare svariati cicli di oscillazioni).

6.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Il criterio di valutazione della tollerabilità delle vibrazioni prodotte sugli edifici dal traffico stradale ha come riferimento alcune normative internazionali e nazionali.

Gli standard vibrometrici per il controllo dell'esposizione della popolazione sono contenuti nella norma ISO 2631-1 (International Standards Organization), per quanto riguarda le vibrazioni negli ambienti di lavoro, e nella ISO 2631-2, per quanto attiene la valutazione dell'esposizione umana alle vibrazioni degli edifici.

La ISO 2631-2, alla quale si fa riferimento nel DPCM 27.12.1988 "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità ...", è stata ripresa dalla UNI 9614 del Marzo 1990. La UNI 9614 concorda però solo parzialmente con la ISO 2631-2.

Recentemente l'“American National Standard Institution” con la norma ANSI S3.29/1983 ha fornito degli standard che sono sostanzialmente in sintonia con quanto indicato dalla norma ISO 2631-2 come pure le norme inglesi (BS 6472/1984), tedesche (DIN 4150/2/1986) e la norma italiana (UNI 9614).

Per quanto riguarda i criteri di misura e di valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici il riferimento nazionale è la norma UNI 9916.

La presente relazione, essendo finalizzata alla valutazione dell'esposizione alle vibrazioni negli edifici, è stata redatta in conformità alle norme ISO 2631 ed UNI 9614.

2.1 Norma ISO 2631-2

La ISO 2631-2 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Il campo di frequenze considerato è 1 – 80 Hz e il parametro di valutazione è il valore efficace dell'accelerazione a_{rms} definito come:

$$a_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

dove $a(t)$ è l'accelerazione in funzione del tempo, T è la durata dell'integrazione nel tempo dell'accelerazione.

La norma definisce tre curve base per le accelerazioni e tre curve base per le velocità (in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava) che rappresentano le curve approssimate di eguale risposta in termini di disturbo rispettivamente per le accelerazioni riferite all'asse Z, agli assi X,Y e alla combinazione dei tre assi (i valori numerici delle curve base sono riportati in Tabella 6.2.1).

L'Annesso A della ISO 2631-2 (che non rappresenta peraltro parte integrale della norma) fornisce informazioni sui criteri di valutazione della risposta soggettiva alle vibrazioni, in pratica sono riportati fattori di moltiplicazione da applicare alle curve base delle accelerazioni e delle velocità al variare del periodo di riferimento (giorno e notte), del tipo di vibrazione (continue o intermittenti, vibrazioni transitorie) e del tipo di insediamento (ospedali, laboratori di precisione, residenze, uffici, industrie); i fattori di moltiplicazione sono indicati in Tabella 6.2.2.

Tab. 6.2.1 Valori numerici per le curve base delle accelerazioni (ISO 2631-2)

Frequenza		Accelerazione in m/s^2	
Hz	Asse Z	Assi X,Y	Assi combinati
1.00	10.00	3.60	3.60
1.25	8.90	3.60	3.60
1.60	8.00	3.60	3.60
2.00	7.00	3.60	3.60
2.50	6.30	4.51	3.72
3.15	5.70	5.68	3.87
4.00	5.00	7.21	4.07
5.00	5.00	9.02	4.30
6.30	5.00	11.40	4.60
8.00	5.00	14.40	5.00
10.00	6.30	18.00	6.30
12.50	7.81	22.50	7.80
16.00	10.00	28.90	10.00
20.00	12.50	36.10	12.50
25.00	15.60	45.10	15.60
31.50	19.70	56.80	19.70
40.00	25.00	72.10	25.00
50.00	31.30	90.20	31.30
63.00	39.40	114.00	39.40
80.00	50.00	144.00	50.00

Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione r.m.s. perpendicolarmente alla superficie vibrante. Nel caso di

edifici residenziali, in cui non è facilmente definibile un asse specifico di vibrazione in quanto lo stesso edificio può essere usato da persone in piedi o coricate in diverse ore del giorno, la norma presenta una curva limite che tiene conto delle condizioni più sfavorevoli combinate in tre assi.

Tab. 6.2.2 Fattori di moltiplicazione delle curve base (ISS 2631-2 Annex A)

Destinazione d'uso	Periodo	Vibrazioni continue	Vibrazioni transitorie
Luoghi di lavoro critici (cantine operatorie, teatri...)	Giorno	1	1
	Notte	1	1
Edifici residenziali	Giorno	2-4	30-90
	Notte	1.4	1.4-20
Uffici	Giorno	4	60-128
	Notte	4	60-128
Luoghi di lavoro	Giorno	8	90-128
	Notte	8	90-128

2.2 Norma UNI 9614

Ancora oggi non esiste, sia a livello nazionale sia a livello europeo, una normativa esaustiva con valore legislativo che stabilisca i valori limite di vibrazione a cui fare riferimento. Infatti lo studio delle vibrazioni è una disciplina complessa che richiede lo studio della caratterizzazione del fenomeno meccanico e della sua propagazione; a questa caratterizzazione si aggiungono problematiche strutturali non ancora completamente definite.

Dal punto di vista sanitario la comunità scientifica non ha ancora completato gli studi sugli effetti prodotti da fenomeni vibratorii.

Le norme tecniche di riferimento sono le DIN 4150 (tedesca) e la UNI 9614 che definiscono

- i tipi di vibrazioni,
- i tipi di locali o edifici,
- i periodi di riferimento,
- i limiti che costituiscono il disturbo,
- il metodo di misura delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi.

a) Tipi di vibrazioni

Le vibrazioni immesse in un edificio si considerano:

- di livello costante: quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB,
- di livello non costante: quando il livello suddetto varia in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB,
- impulsive: quando sono originate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

La direzione lungo le quali si propagano le vibrazioni sono riferite alla postura assunta dal soggetto esposto. Gli assi vengono così definiti :

- asse z passante per il coccige e la testa,
- asse x passante per la schiena ed il petto,
- asse y passante per le due spalle.

La direzione della verticale coincide con l'asse z per un soggetto in piedi o seduto con l'asse x per un soggetto disteso.

b) Tipi di locali o edifici

I locali o gli edifici in cui sono immesse le vibrazioni sono classificati a seconda della loro destinazione d'uso in:

- aree critiche,
- abitazioni,
- uffici,
- fabbriche.

c) Periodi di riferimento

La giornata è suddivisa in due periodi di tempo:

- diurno, dalle ore 7.00 alle ore 22.00

- notturno, dalle ore 22.00 alle ore 7.00.

d) Limiti che costituiscono il disturbo

Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante, i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, corrispondenti ai più elevati riscontrati sui tre assi, possono essere confrontati con i limiti riportati nelle tabelle 6.2.3 e 6.2.4; tali limiti sono espressi mediante l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza $a(w)$ e del suo corrispondente livello $L(w)$.

Tab. 6.2.3 Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per l'asse z

	a (m/s²)	L (dB)
aree critiche	5.0 10⁻³	74
abitazioni (notte)	7.0 10⁻³	77
abitazioni (giorno)	10.0 10⁻³	80
uffici	20.0 10⁻³	86
fabbriche	40.0 10⁻³	92

Tab. 6.2.4 Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per l'asse x e y

	a (m/s²)	Lw (dB)
aree critiche	3.6 10 ⁻³	71
abitazioni (notte)	5.0 10 ⁻³	74

abitazioni (giorno)	7.2 10 ⁻³	77
uffici	14.4 10 ⁻³	83
fabbriche	28.8 10 ⁻³	89

Quando i valori dei livelli delle vibrazioni in esame superino i limiti le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto. Il giudizio sull'accettabilità (tollerabilità) del disturbo oggettivamente riscontrata dovrà ovviamente tenere conto di fattori quali la frequenza con cui si verifica il fenomeno vibratorio, la sua durata, ecc..

e)Le misure

Le vibrazioni di livello costante vanno caratterizzate misurando il valore efficace (r.m.s.) dell'accelerazione o il corrispondente livello; il valore dell'accelerazione è espresso in m/s² ed il livello dell'accelerazione in dB. Il livello dell'accelerazione (L) è definito dalla relazione:

$$L = 20\log(a/a(o))$$

dove:

- a è il valore efficace dell'accelerazione,
- a(o) è il valore efficace dell'accelerazione di riferimento.

Gli effetti delle vibrazioni ponderate in frequenza sono cumulativi pur cui va impiegato un metodo di misura basato sulla valutazione complessiva delle accelerazioni nell'intervallo 1-80 Hz. Dato che gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda della frequenza delle accelerazioni, vanno impiegati dei filtri che ponderano le accelerazioni a seconda dei loro effetti sul soggetto esposto. Tali filtri rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo. Il filtro per le accelerazioni che si trasmettono secondo l'asse z prevede una attenuazione di 3 dB per ottava tra 1 e 4 Hz, una attenuazione nulla tra 4 e 8 Hz ed un'attenuazione di 6 dB per ottava tra 8 e 80 Hz.

2.3 Norma UNI 9916

I danni agli edifici determinati dalle vibrazioni vengono trattati dalla UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti, delle vibrazioni sugli edifici", norma in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866 e in cui viene richiamata, sebbene non faccia parte integrante della norma, la DIN 4150 - parte 3.

La norma UNI 9916 fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

Altro scopo della norma è di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime.

La norma considera per semplicità gamme di frequenza variabili da 0.1 a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale (vento, terremoti, ecc.) nonché ad eccitazioni causate dall'uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.). in alcuni casi l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio ma tuttavia le eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio.

L'Appendice della UNI 9916 contiene una guida per la classificazione degli edifici secondo la loro probabile relazione alle vibrazioni meccaniche trasmesse attraverso il terreno. Nell'ambito di questa classificazione, un sistema dinamico è costituito dal terreno e dallo strato di base (magrone) sul quale si trovano le fondazioni oltre che la struttura medesima dell'edificio.

Le strutture comprese nella classificazione riguardano:

- tutti gli edifici residenziali e gli edifici utilizzati per le attività professionali (case, uffici, ospedali, case di cura...)
- gli edifici pubblici (municipi, chiese...),
- edifici vecchi ed antichi chi con un valore architettonico, archeologico e storico,
- le strutture industriali più leggere spesso concepite secondo le modalità costruttive in uso per gli edifici abitativi.

La classificazione degli edifici è basata sulla loro resistenza strutturale alle vibrazioni, oltre che sulla tolleranza agli effetti vibratorii sugli edifici anche in ragione del loro valore architettonico archeologico e storico. I fattori dai quali dipende la reazione di una struttura agli effetti delle vibrazioni sono:

- la categoria della struttura
- le fondazioni
- la natura del terreno.

La categoria di struttura è classificata in una scala da 1 a 8 (a numero crescente di categoria corrisponde una minore resistenza alle vibrazioni) in base ad una ripartizione in due gruppi di edifici, edifici vecchi e antichi o strutture costruite con criteri tradizionali (Gruppo 1) e edifici e strutture moderne (Gruppo 2). L'associazione della categoria viene fatta risalire alle caratteristiche tipologiche e costruttive della costruzione e al numero di piani.

Le fondazioni sono classificate in tre classi. La Classe A comprende fondazioni su pali legati in calcestruzzo armato e acciaio, platee rigide in calcestruzzo armato, pali di legno legati tra loro e muri di sostegno a gravità; la Classe B comprende pali non legati in calcestruzzo armato, fondazioni continue, pali e platee in legno; la Classe O infine comprende i muri di sostegno leggeri, le fondazioni massicce in pietra e la condizione di assenza di fondazioni, con muri appoggiati direttamente sul terreno.

Il terreno viene classificato in sei classi: rocce non fessurate o rocce molto solide, leggermente fessurate o sabbie cementate (Tipo a); terreni compattati a stratificazione orizzontale (Tipo b); terreni poco compattati a stratificazione orizzontale (Tipo c); piani inclinati, con superficie di scorrimento potenziale (Tipo d); terreni granulari, sabbie, ghiaie (senza coesione) e argille coesive sature (Tipo e) e materiale di riporto (Tipo f).

L'Appendice B della UNI 9916 contiene i criteri di accettabilità dei livelli delle vibrazioni con riferimento alla DIN 4150 e al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 24 gennaio 1986 "Norme tecniche relative alle costruzioni in zona sismica".

La parte 3 della DIN 4150 indica le velocità massime ammissibili per vibrazioni transitorie:

- sull'edificio (nel suo complesso);
- sui pavimenti: $v < 20$ mm/s in direzione verticale nel punto di massima vibrazione;

e le velocità massime ammissibili per vibrazioni stazionarie:

- sull'edificio (nei suo complesso): $v < 5$ mm/s in direzione orizzontale sull'ultimo piano;
- sui pavimenti: $v < 10$ mm/s in direzione verticale nel punto di massima vibrazione.

La ISO-4866, fornisce infine una classificazione degli effetti di danno a carico delle strutture secondo livelli riportati di seguito.

Danno di soglia

Formazione di fessure filiformi sulle superfici dei muri a secco o accrescimento di fessure già esistenti sulle superfici in gesso o sulle superfici di muri a secco; inoltre formazioni di fessure filiformi nei giunti di malta delle costruzioni in muratura di mattoni. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata con frequenze maggiori di 4 Hz e velocità di vibrazione di 4-50 mm/s, e per vibrazioni continue, con velocità 2-5 mm/s.

Danno minore

Formazione di fessure più aperte, distacco e caduta di gesso o di pezzi di intonaco dai muri; formazione di fessure in murature di mattoni. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata con frequenze superiori a 4 Hz nel campo di velocità vibrazionale compreso tra 20-100 mm/s oppure per vibrazioni continue associate a velocità di 3-10 mm/s.

Danno maggiore

Danneggiamento di elementi strutturali; fessure nei pilastri; aperture di giunti; serie di fessure nei blocchi di muratura. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata con frequenze superiori a 4 Hz e velocità vibrazionale compresa tra 20-200 mm/s oppure per vibrazioni continue.

6.3 PROPAGAZIONE DELLE VIBRAZIONI NEL TERRENO

Le modalità di propagazione delle vibrazioni emesse da una sorgente posta in superficie o all'interno di un semispazio, presentano una certa dipendenza dalle caratteristiche di deformabilità, dissipative e di stratificazione del mezzo attraverso cui le vibrazioni si trasmettono. Le ampiezze vibrazionali considerate in questo studio sono ridotte e generalmente inferiori alla cosiddetta soglia di deformazione lineare ciclica. Pertanto ai fini della modellazione teorica del problema di propagazione delle vibrazioni si ritiene giustificata l'assunzione di un

modello costitutivo del terreno di tipo viscoelastico lineare. I parametri che definiscono tale modello e che sono necessari a caratterizzare i diversi strati del deposito di terreno interessato dai fenomeni vibratorii sono:

- - modulo di rigidezza a taglio (G)
- - coefficiente di Poisson (ν)
- - fattore di smorzamento a taglio (DS)

Ai fini della determinazione delle velocità di propagazione delle vibrazioni e della loro attenuazione spaziale è anche necessaria la definizione della densità del materiale in ogni strato.

6.4 IDENTIFICAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEL TERRENO

Il territorio in esame si estende per circa 7.000 – 8.000 ha e ricade lungo il meridiano che corre fra la città di Avellino e la città di Salerno, fra le quote 350 e 60 metri s.l.m. Trattasi di un'area di media collina le cui quote più alte sono riscontrabili lungo il margine settentrionale, e lungo i monticelli che circondano il fondovalle del T. Solofrana e del F. Irno, dove i dossi collinari si presentano sopraelevati di circa 300 - 350 metri. La restante parte dell'area è costituita, per la massima parte, da litotipi sciolti (in assenza di substrato litoide o comunque consistente): è perciò priva di vette, con un paesaggio che si modella dolcemente, con morbide forme caratterizzate da ampie convessità sommitali che sfumano in dolci pendii lievemente concavi, percorsi da alvei di modesta entità.

La morfologia della zona in esame risulta fortemente influenzata dalle risposte dei terreni agli eventi tettonici che hanno determinato le depressioni strutturali della Solofrana e dell' Irno ed alle successive fasi erosive dei rilievi, stabilitesi durante le fasi climatiche del Quaternario. Pertanto, il territorio in studio appare caratterizzato da tre "facies" morfologiche ben definite, con caratteristiche molto diverse.

La prima facies morfologica, condizionata da una successione di eventi orogenetici e climatici, è caratterizzata da una notevole pendenza con tratti anche subverticali, dirupi, pareti a strapiombo e incisioni alquanto profonde. Trattasi di classiche strutture a monoclinale, orientate in direzione appenninica, in strati e banchi con inclinazione e giacitura variabili, separate da numerosi valloni i quali corrono spesso lungo linee di faglia e rappresentano uno stato di evoluzione morfologica

alquanto avanzato, con profonde incisioni scarsamente suscettibili di ringiovanimento: i blocchi monoclinali complessi sono immergenti verso le due piane alluvionali. C'è da rilevare, tuttavia, che nell'ambito di queste strutture ci sono delle sub-unità morfologiche ben definite: Monte S. Marco, Monte Pergola, Monte Romola, Monte Garofano, M. Fagiostello, M. Leggio, M. Monna, Monte Stella, Monte Salto. Nel complesso i versanti ove affiorano i calcari superano la pendenza del 60-70%.

La seconda "facies morfologica" interessa i terreni flyschoidi che, comunque, non interferiscono mai con il corpo stradale in studio: essi ospitano, tuttavia, le frazioni di Solofra, i terreni di Banzano ed il margine nord – orientale della città di Salerno. Tali terreni presentano una morfologia più dolce ed alquanto regolare (< 15°).

I terreni alluvionali del fondovalle costituiscono la terza "facies morfologica": essi si innalzano fino a circa 70-80 metri rispetto al thalweg della Solofrana e del Fiume Irno ed hanno dato luogo ad una morfologia tabulare piuttosto regolare.

La strada in studio percorre la "Valle del T. Solofrana" e la "Valle del Fiume Irno" che si estendono con direzione Nord - Sud e sono circondate da tre lati dai massicci carbonatici della Piattaforma Campana-Lucana: a nord dai monti S. Marco, Pergola (858 mt. s.l.m.), Romola (778 mt. s.l.m.), ad est dal Monte Garofano (1517 mt. s.l.m.), Pizzo San Michele (1567 mt. s.l.m.), M. Fagiostello (1468 mt. s.l.m.), M. Leggio (1.086 mt. s.l.m.), M. Monna (1.196 mt. s.l.m.) e Monte Stella (951 mt. s.l.m.) e ad ovest dal Monte Salto (958 mt. s.l.m.), Pizzo Coculo e Pizzo Frenello (652 mt. s.l.m.).

Si è rilevato, in particolare, che la strada per l'intero tracciato si snoda nei terreni di origine continentale, essi sono abbastanza distinguibili per caratteristiche deposizionali, giaciture, morfologiche e geolitologiche, tant'è che sono stati individuati e cartografati sulla carta geolitologica diversi litotipi: piroclastiti, terreni alluvionali e detriti di falda.

Lungo il letto del Fiume Sabato e lungo le aste dei valloni principali sono presenti i depositi alluvionali, trattasi sostanzialmente di sequenze detritiche sciolte costituite sempre da pezzame lapideo di natura calcarea, calcareo - marnosi e arenitici in matrice limo-sabbiosa. Così gli elementi lapidei sono arrotondati, presentano una pezzatura alquanto omogenea e delle intercalazioni limo sabbiose, frutto del trasporto e della fluitazione delle sequenze piroclastiche e dei detriti eluviali e/o colluviali.

I depositi piroclastici sono costituiti da materiali sciolti di origine vulcanica costituiti da un'alternanza irregolare di ceneri, lapilli e pomici, che assumono un ruolo importante poiché ricoprono in maniera continua il substrato. In particolare l'ignimbrite campana, nota col vecchio termine di "tufo grigio campano" o "tufo pipernoide", è stata rilevata lungo la S.S. 7 bis, a ridosso del Campus Scolastico del Comune di Atripalda. Litologicamente è caratterizzata da pomici nere in una matrice grigiastra; la sua consistenza litoide diminuisce gradualmente verso l'alto, in dipendenza del diverso grado di autometamorfismo della roccia, fino a dare alla vulcanite l'aspetto di un tufo pulverulento (cinerazzo). Lo spessore rinvenuto nell'area in studio è di circa 25 - 30 metri.

La deposizione delle piroclastiti quasi sempre è stata immediatamente incalzata da attività erosiva, di dilavamento e di trasporto solido che ha rimescolato e quindi ridepositato i prodotti piroclastici sciolti, fino al punto che verso le zone di valle risultano difficilmente distinguibili dal litotipo alluvionale. Questo litotipo ha caratteristiche meccaniche alquanto scadenti ed erodibilità elevata; gli spessori dei prodotti piroclastici sono variabili da 1 a 12 metri.

L'assetto idrogeologico dell'area in studio è caratterizzato da tre unità idrogeologiche principali: gli acquiferi profondi dei complessi carbonatici, gli acquiferi superficiali dipendenti dei detriti di falda e dei terreni alluvionali e gli acquicludi delle successioni pelitico - flyschoidi.

I primi rappresentano i principali acquiferi, con una elevatissima permeabilità per fessurazione e carsismo essi, infatti, ospitano falde idriche notevoli.

L'acquifero contenuto nei detriti di falda e nei terreni alluvionali, caratterizzato da una permeabilità relativa elevatissima per porosità, è collocato sopra i terreni carbonatici ed i terreni pelitico- flyschoidi, e ne maschera quasi sempre il contatto.

I terreni pelitico - flyschoidi sono da considerare acquicludi saturi, dotati di scarsissima permeabilità per la presenza di materiali argillosi ed arenitici, che ne determinano il comportamento complessivo.

Per gli acquiferi circostanti questi terreni rappresentano il limite di permeabilità, cioè il passaggio fra complessi permeabili e i complessi dotati di una permeabilità relativa inferiore.

Delle precipitazioni una discreta percentuale è assorbita dalle piroclastiti, dalle alluvioni, dai detriti di falda e dal litotipo di base dando luogo a riserve di acqua che alimentano le piccole sorgenti locali, caratterizzate da un regime stagionale e la falda profonda dei calcari, che quasi sempre è separata dalla coltre alluvionale da discreti spessori di terreni flyschoidi impermeabili.

L'area in esame, quindi, rientra nello schema appenninico che si configurò in una catena a falde di ricoprimento con le varie unità stratigrafico – strutturali accavallate le une alle altre ed originatesi tra il Miocene ed il Pliocene dalla deformazione dei domini paleogeografici precedenti articolati in piattaforme carbonatiche e bacini. Le caratteristiche litostratigrafiche, la tettonica traslativa miocenica e quella distensiva e di sollevamento plio – pleistocene, hanno contribuito alla determinazione dell'attuale configurazione dei luoghi in studio.

6.5 L'IMPATTO VIBRAZIONALE DELLA NUOVA INFRASTRUTTURA STRADALE

In base alle considerazioni sinora svolte si può affermare che, in condizioni di esercizio, l'impatto vibrazionale dell'infrastruttura risulta di modesta entità e non produce criticità sui ricettori abitati ubicati a ridosso dell'arteria. L'ampliamento della tratto stradale di collegamento Salerno-Avellino insiste in massima parte sulla fascia di territorio adiacente il tracciato autostradale già esistente, andando ad interessare un'area in cui caratteristiche geodinamiche del terreno non sono critiche, a causa della bassa trasmissività dello strato sottostante e della conseguente alta attenuazione delle onde legate ai fenomeni vibratorii. Inoltre, le distanze fra i ricettori potenzialmente impattati dalle vibrazioni e l'infrastruttura stessa sono tali da ipotizzare valori di accelerazione medi molto bassi ed inferiori ai limiti massimi imposti dalle normative.

Solo in alcuni punti in cui la nuova sede stradale si trova praticamente a ridosso delle abitazioni, si possono riscontrare fenomeni vibratorii non trascurabili. Alcuni calcoli effettuati nei punti più critici, producono livelli di accelerazione attorno ai 55-60 Lw, mentre il valore limite per le accelerazioni verticali sul corpo umano è fissato in 77 Lw. Quindi tali vibrazioni, pur essendo riscontrabili all'interno delle abitazioni, non inducono danni alle persone in modo particolare per quello che concerne il comfort e la qualità della vita delle persone stesse. Nelle zone non critiche i valori di accelerazione verticale si attestano attorno ai 35-40 Lw e quindi possono ritenersi del tutto trascurabili.

Si consiglia, comunque, un monitoraggio postoperam delle vibrazione per rilevare eventuali criticità non individuate in questa fase e prodotte in massima parte da difetti costruttivi o da una cattiva manutenzione degli edifici.

6.6 L'IMPATTO VIBRAZIONALE IN FASE DI CANTIERE

Durante la fase di realizzazione dell'opera le vibrazioni sono tra le componenti ambientali di maggior interesse in riferimento ai possibili disturbi -“annoyance”- indotti sulla popolazione esposta.

Il fenomeno vibratorio, che si può innescare durante le lavorazioni di cantiere e per il passaggio dei mezzi, dipende da una serie di fattori legati sia alle condizioni al contorno (tipologia di terreni attraversati, localizzazione dell'intervento rispetto agli elementi di vulnerabilità, etc.) sia alla tipologia di macchinari, alla durata ed alla ripetitività delle lavorazioni impattanti.

In generale, le attività più critiche dal punto di vista delle vibrazioni sono localizzate in prossimità degli svincoli e dei viadotti, nel caso in cui siano presenti attività di percussione e/o perforazione (ad es: infissione di pali), e della costruzione o allargamento di gallerie in cui gli effetti delle attività di scavo vanno a combinarsi con la variazione dello stato tensionale dell'ammasso roccioso.

Si evidenzia la presenza di un'area a particolare sensibilità nel tratto della galleria naturale “Montepergola” (3° lotto) per la quale, vista la presenza di un'area ad elevato rischio frana (classificata zona a rischio “R4” nel rispettivo Piano di Assetto Idrogeologico) e di edifici residenziali marginalmente all'imbocco sul lato Solofra, si dovrà valutare la necessità di adottare accorgimenti in fase realizzativa per ridurre la produzione e diffusione del fenomeno vibratorio.

Tenuto conto dello stato attuale di progettazione preliminare, si rimanda ad una fase di studio successiva per un'analisi più specifica del fenomeno vibratorio in fase di cantiere, in funzione anche dei risultati di appositi necessari studi sullo stato tensionale strutturale dei suddetti edifici.

Si ritiene necessario svolgere in fase realizzativa uno specifico monitoraggio delle vibrazioni in corrispondenza degli edifici a ridosso dell'area di imbocco, secondo modalità e tempistiche che saranno stabilite in base alla precisa definizione della tipologia ed del cronoprogramma delle singole attività del cantiere.

6.7 CONCLUSIONI

Si conclude quindi che:

- i livelli di vibrazione sui ricettori potenzialmente impattati dal fenomeno vibratorio indotto dal passaggio dei autoveicoli, si mantengono moderatamente bassi e ben al di sotto dei limiti massimi previsti dalle normative di riferimento (norma UNI 9614 e ISO 9916). Ciò è dovuto in parte al tipo di sorgente vibrazionale
- in condizioni di funzionamento a regime, a seguito dell'intervento di potenziamento del tratto stradale in studio, non si evidenziano particolari condizioni critiche per quello che concerne le vibrazioni all'interno delle abitazioni. Il progetto di potenziamento del Raccordo Autostradale Salerno-Avellino quindi non presenta criticità dal punto di vista delle vibrazioni
- in fase di cantiere si evidenzia la presenza di un'area a rischio frana elevato in corrispondenza dell'imbocco in galleria del 3° lotto sul lato Solofra, per la quale si dovrà valutare la necessità di adottare, in una fase di progettazione più dettagliata, degli accorgimenti preventivi e di mitigazione per ridurre i potenziali impatti indotti sull'abitato sovrastante, ed azioni di monitoraggio e controllo sugli edifici nell'intorno dell'area.

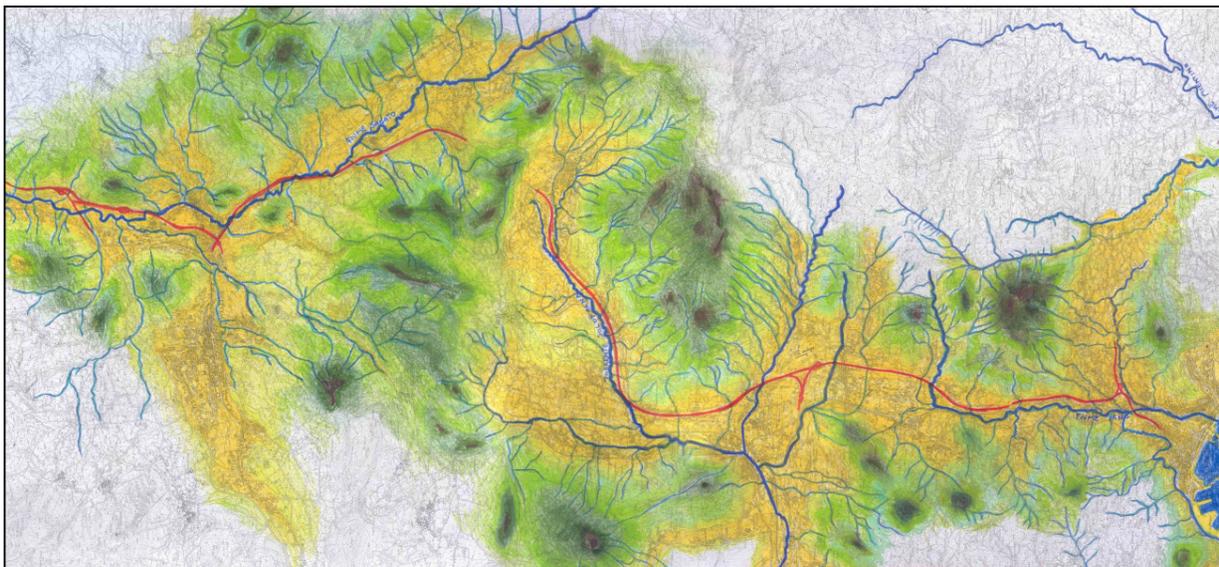
7 COMPONENTE PAESAGGIO

7.1 AREA DI STUDIO E METODOLOGIA DI LAVORO

7.1.1. Caratteri generali dell'area di studio

La strada interessata dal presente progetto, si sviluppa dallo svincolo di Monocalzati allo svincolo di Salerno.

Essa, pertanto, ricade interamente in territorio campano, attraversando dodici comuni delle province di Avellino e Salerno.



Il paesaggio dell'area vasta, nel tratto in esame, si presenta complesso, costituito da una certa commistione morfologica che vede la compresenza di pianura, collina e montagna.

Clima, idrografia, distribuzione dei suoli diversamente propizi alle colture, tutti fatti che hanno condizionato l'insediamento umano nel territorio, e in qualche modo ne definiscono più precisamente il paesaggio.

7.1.2. Aspetti metodologici

Nella valutazione degli aspetti relativi agli effetti, in termini di impatto sul paesaggio, che l'infrastruttura autostradale determina occorre precisare che per paesaggio si intende quella complessa combinazione di elementi antropici (insediamenti: centri, nuclei, case sparse; usi agricoli del suolo; ecc.), elementi naturali (morfologia, altimetria, sistema delle acque interne - specchi d'acqua e reticolo idrografico-, copertura vegetale dei suoli, ecc.) ed elementi culturali. In particolare per questi ultimi si intende il rilievo che alcuni degli elementi assumono nel determinare i valori di identità dell'ambito territoriale vasto che qui si prende in considerazione. Pertanto di tali elementi, ancor prima degli indispensabili cenni di carattere 'tipologico' sul paesaggio, si daranno alcune descrizioni, puntuali ed individuali. Infine, si danno alcuni cenni di valutazione 'dinamica' delle principali visuali che è possibile fruire durante la percorrenza del tratto autostradale oggetto di valutazione, in relazione ai rapporti che esso stabilisce con gli elementi del paesaggio così individuati; infatti, il paesaggio è certamente la componente ambientale che meno si presta a letture statiche. Inoltre se l'autostrada è certamente un elemento visibile nel territorio, essa offre invece alla fruizione di chi la percorra la possibilità di godere di viste e panorami altrimenti impossibili da esperire.

L'indagine condotta sullo 'stato attuale' del paesaggio, pertanto, è volta a comprendere tutti gli aspetti paesaggistici del territorio, a partire dalla presenza di unicità e pregio elevato, ovvero è volta a determinare la presenza di ambiti paesaggistici 'sensibili', in via preliminare alla successiva determinazione degli impatti ed alla successiva proposta di interventi di mitigazione specifici per la componente oggetto della presente trattazione.

La "componente paesaggio" risulta da una stratificazione di fenomeni legati ad una serie complessa di indicatori ambientali: le configurazioni fisico-naturalistico-vegetazionali, le configurazioni insediative, i caratteri di visualità, e il complesso del patrimonio storico-artistico-archeologico.

Nell'ambito dell'area di studio vengono pertanto individuate le peculiarità di ciascuna porzione dell'ambito territoriale considerato, con lo scopo di verificare quanto l'adeguamento del tracciato autostradale vada ad alterare la situazione preesistente.

In particolare, l'indagine è finalizzata ad individuare proposte di minimizzazione di impatto quando il tracciato in esame entri, secondo differenti gradi di importanza, comunque in conflitto con presenze paesaggistiche di pregio.

Lo studio degli indicatori che caratterizzano il paesaggio è effettuato sulla base di ripetuti sopralluoghi, volti a conoscere le qualità del territorio, combinando ciò con notizie desumibili da fonti bibliografiche accreditate.

In linea generale possono essere definiti elementi caratteristici del paesaggio i seguenti:

Morfologici - rilievi isolati, aree rocciose, ecc.;

Altimetrici - quote altimetriche;

Idrologici – acque interne, reticolo idrografico, sorgenti, ecc.;

Vegetazionali – copertura vegetazionale (boschi, pascoli, aree coltivate, ecc.);

Antropici – centri abitati, nuclei, case sparse

In particolare, nell'ambito preso in considerazione, gli elementi distintivi e maggiormente significativi che connotano il paesaggio sono certamente individuabili: nei centri abitati attraversati dall'infrastruttura.

7.2 CARATTERIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI DELLA PERCEZIONE VISIVA ALLO STATO ATTUALE

L'analisi condotta sull'ambito di area vasta ha consentito di suddividere il territorio attraversato dall'infrastruttura lungo il percorso fra i comuni e i centri abitati delle province di Avellino e Salerno.

Il paesaggio in esame è collinare e si estende fra la città di Avellino e la città di Salerno. Le quote più alte sono riscontrabili lungo il margine settentrionale e lungo le alture che circondano il fondovalle del Torrente Solofrana e del Fiume Irno, dove i dossi collinari si presentano sopraelevati di circa 300 - 350 metri s.l.m.. La restante parte è priva di vette, con un paesaggio che si modella dolcemente, con morbide forme che sfumano in dolci pendii. La vegetazione è abbondante. Vi sono vaste aree agricole e produttive, anche se la maggior parte del territorio risulta essere sfruttato da piccoli centri urbani delle due province.

7.2.1 Avellino e provincia, i comuni attraversati dall'infrastruttura

Il montuoso percorso della catena dell'Appennino campano, giunto nella provincia di Avellino, si apre al centro di un'ampia conca formata dalle giogaie dei massicci del Partenio e dai monti Picentini. In questo suggestivo scenario si stende la Valle del Sabato nella quale sorge la città di Avellino, capoluogo dell'Irpinia. La città resta circondata a nord-est dalla cima del Montevergine (m.1493) che, pur non essendo il più alto, è certamente il più noto dei monti del Partenio, caratterizzato com'è dall'omonimo santuario benedettino del XII secolo, posto a 1270 m., meta ininterrotta di pellegrinaggio di gran parte della popolazione meridionale che ivi si porta per venerare la Madonna di Montevergine. I principali corsi d'acqua che attraversano la città, oggi in verità estremamente impoveriti, sono il S. Francesco, ormai quasi del tutto coperto nel suo percorso urbano, e il Rigatore. Il fondovalle Fenestrelle, percorso da quest'ultimo, ricco di verdeggianti vegetazione, è stato sede naturale di numerose industrie: grazie allo sfruttamento dell'energia idrica del fiume, lungo il suo cammino nei secoli passati erano fiorenti e attivissimi i processi della lavorazione dei panni e delle lane, delle ferriere, dei mulini e delle cartiere.



La città di Avellino è posta in una posizione eccentrica rispetto all'intero territorio provinciale, ma nello stesso tempo si trova ad essere un punto centrale nell'incrocio di importanti vie di comunicazione congiungono l'Adriatico al Tirreno, oltre a collegare l'area beneventana e quella salernitana, quest'ultima attraverso le valli del Sarno e dell'Irno. E evidente che il territorio gode di una naturale risorsa idrica grazie anche alla presenza prossima del fiume Calore, che, alimentando l'acquedotto dell'Alto Calore, fornisce acqua non solo alla città ma anche a numerosissimi comuni della provincia ed extraprovinciali.

La campagna circostante, notevolmente ridimensionata dall'avanzata delle costruzioni di questi ultimi decenni, è ricca di vegetazione con prevalenza di nocelleti che producono le pregiate nocciuole 'avellane'. La fertilità della terra, ricca soprattutto di ortaggi e frutta, si deve alla salubrità del clima e all'abbondanza delle precipitazioni che avvengono nel corso dell'anno.

Storia antichissima e tormentata ha la città di Avellino, capoluogo dell'Irpinia, che sorge ad oltre 300 m.s.m. al centro di una conca molto rigogliosa, cinta in gran parte da imponenti massicci calcarei del Partenio e dei Piacentini e, sul lato orientale, da minori dorsali terziarie, che si ricollegano per costituzione e morfologia alla catena spartiacque dell'Appennino.

La valle del Sabato attraversa questa conca con direzione meridiana e costituisce una naturale via di comunicazione per i collegamenti tra la conca di Benevento e la valle del Sarno e dell'Irno. Essa si presenta a tratti molto stretta, mentre si amplia di tanto in tanto in bacini, in

corrispondenza di antichi laghetti pleistocenici, colmati poi con terreni alluvionali e vulcanici e successivamente incisi dai corsi d'acqua, dalla cui azione erosiva sono derivate terrazze fluviali e speroni. Il principale di questi bacini che si trova in corrispondenza del comune di Atripalda e di Avellino, in quanto all'incrocio di un'altra direttrice naturale per i collegamenti est-ovest, attraverso agevoli valichi, che permettono di passare nell'alta valle del Calore e nella pianura nolana.

In quella conca dove convergevano tante importanti vie naturali, percorsa dall'uomo fin da età assai remote, si venne a formare un centro abitato, il quale aveva funzione rurale e commerciale e occupava un luogo piuttosto stabile e adatto alla difesa, cioè un banco di tufo vulcanico cementato, inciso su più lati da solchi vallivi profondi.

Il nucleo originario della città degli Abellinati, come erano chiamati dai romani gli Irpini della valle del Sabato, sorse appunto su una terrazza fluviale tufacea, nel triangolo di confluenza del Sabato e del Rigatore, suo affluente di sinistra, presso l'odierna Atripalda. Centro fortificato sulle grandi arterie del traffico, che si svolgeva tra la Campania, il Sannio e la Puglia, e in particolare sulla via Appia.

A partire dagli anni 50 Avellino ha avuto un graduale, costante sviluppo edilizio. Negli ultimi tempi sono sorti nuovi quartieri, piazze e spazi residenziali per cui la città si proietta nel futuro come centro non solo di servizi ma anche di importanti attività economiche e di vitali collegamenti con il sud d'Italia.

L'autostrada per Salerno apre nuove prospettive ad Avellino e alla sua provincia Irpina, dove le strade hanno percorsi tortuosi e presentano grandi pendenze, sono danneggiate di frequente da frane e smottamenti e non sono adatte al traffico veloce, ma dove non mancano aree suscettibili ad essere industrializzate.

Avellino, centro di una conca rivestita di lussureggiante vegetazione, è capoluogo di una provincia povera, che è alla ricerca di un equilibrio tra risorse e popolazione. È una città che si è allungata per un paio di chilometri da est ad ovest, ha conosciuto nel nostro secolo uno sviluppo urbano e un rinnovamento edilizio considerevoli e si sta sforzando di creare basi più solide alla sua economia, favorendo l'impianto di parecchi stabilimenti industriali alla sua periferia e nel suo territorio provinciale.

L'infrastruttura presa in esame attraversa sostanzialmente aree agricole e produttive delle province di Avellino, nei comuni di Monocalzati, Atripalda, Cesinali, S. Michele di Serino, il paesaggio è pressoché omogeneo, ed il territorio risulta fortemente sfruttato..

7.2.2. I comuni di Solofra, Serino, Montoro Superiore e Inferiore attraversati dall'infrastruttura

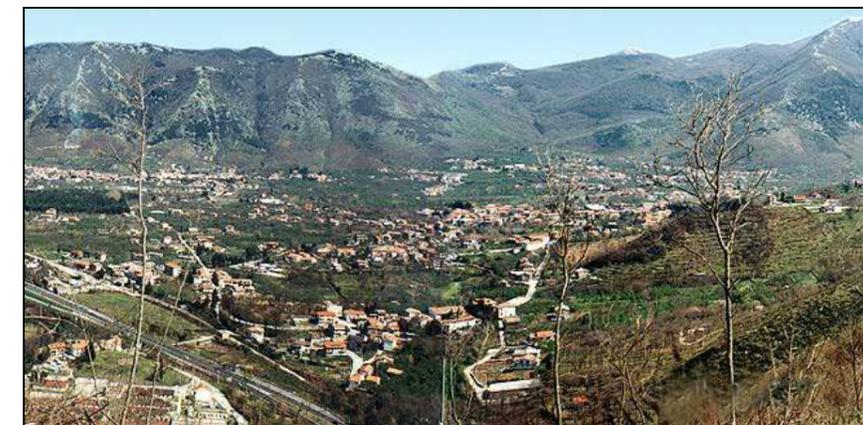
Il territorio comprende paesaggi fortemente condizionati dalla presenza dell'uomo e dalle attività umane. La densità urbana ed infrastrutturale è moderata, localmente elevata, con le aree urbane accentrate e quelle discontinue che si distribuiscono nel paesaggio agricolo che prevale, come estensione, sul paesaggio naturale.



Si tratta del paesaggio più diffuso, che occupa insieme agli insediamenti urbani, localizzati e diffusi, la maggior parte della pianura interessata dal passaggio dell'autostrada.



Solofra e Serino. Centri agricoli e produttivi contornati da rilievi più o meno dolci, la vegetazione è varia e abbondante là dove il territorio non è compromesso.

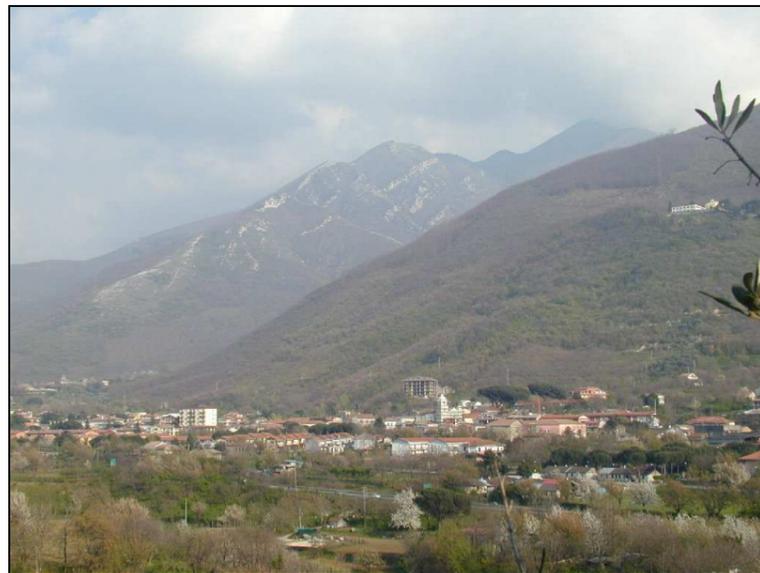


Montoro, da mons aureus, monte d'oro, per la fertilità del suolo e per la ricchezza delle sorgive, o da mons taurus perché sorto a piè del monte, anticamente chiamato dal Tarì, cioè del toro. In varie pergamene antiche si legge anche Montaureo, Montoro, qualche volta Montorio e raramente Mondoro.

Il Monte del Toro della catena sub-appennina, detto anche Monte Taurino o S. Michele o Angelo, è posto fra Mercato S. Severino e Solofra, estendendosi fino a Calvanico. Sull'alta vetta, metri 1563, è elevata una Cappella votiva a S. Michele Arcangelo.

Le origini di Montoro sono antichissime: secondo molte probabilità deve l'esistenza ad un'emigrazione di Picentini, che disfatti dai Romani nel 485 di Roma, e raminghi, si fermarono in queste contrade.

Aterrana, dal greco a privativa che significa non, e terra cioè senza terreni; infatti tale contrada è quasi priva di territori coltivabili. Abbonda il silvano ceduo, il silvano selvaggio ed a frutto, l'olivo.



E' alle pendici della catena Taurina, che fa da sgabello immediato al monte San Michele, detto anche Angelo di cima; ha una popolazione di circa 830 abitanti. Chi si reca in questo villaggio, ha l'impressione più che mai di sentirsi isolato, come capitato in una colonia estera, per quanto la cortesia di ospitalità sia pari al pensiero spiccato di quegli uomini appartati ed avvolti nella solitudine.



Caliano, piccolo villaggio, con 417 abitanti. Un diploma angioino del 27 dicembre 1300, tra vari homines et vassalli di Montoro, fa menzione degli heredes Bartholomei de Caliano e di quelli Vassalli de Caliano.

S. Eustachio, dal nome del suo protettore. Campestre, bene esposto ed arieggiato, con una popolazione di 533 abitanti. Il vasto tempio a croce latina in una sola nave, dedicato a S. Eustachio, è una delle più belle chiese del montorese.

S. Pietro, grazioso villaggio al centro del mandamento, in cui né l'orecchio è turbato quasi da altro rumore se non dal mormorare del Resicco, che scorre, non visto, poco discosto, né l'occhio mira altro spettacolo se non quello, così riposante, di magnifici prati, interrotti qua e là dai pini e castagni e circondati dalle nivee giogai e del monte Tauro.



Montoro Inferiore. Pianura, con una campagna serena e fertile, che si estende dal monte Scampata al territorio Macchioni.

Misciano, da miscere, miscuglio di case, o da mi sano, per le acque limpidissime e salubri di una sorgiva, sita nei pressi di detto villaggio. In vari incarti antichi vien detto anche Bisciano, dalle bisce che si annidano alle falde della vicina montagna Acquilla, ove avvenne lo storico scontro tra le truppe rivoluzionarie e le truppe borboniche.

Piazza di Pandola, cioè gran piazza, platea pendula, così chiamata dai Greci, fieri avversari dei Goti. Questo luogo fu teatro delle lotte fra i due feroci contendenti: l'uno era accampato verso S. Severino e l'altro nel territorio, detto tuttora, Campo dei Greci.



6.2.3. Salerno e provincia, i comuni attraversati dall'infrastruttura

L'intenso grado di urbanizzazione che caratterizza in maniera più o meno continua lungo tutto il tratto dell'autostrada, ha portato ad una frammentazione dello spazio rurale in isole e chiazze che a volte assumono nei pressi dei centri abitati, un aspetto piuttosto degradato.

Il paesaggio agricolo è formato qui da piccoli appezzamenti coltivati, che si alternano con piccoli orti e superfici incolte a prato naturale, localizzate nei pressi delle aree urbanizzate.

La variazione spaziale e l'eterogeneità dei diversi ambienti presenti in questo territorio, costituisce, là dove il grado di urbanizzazione si mantiene basso o comunque puntuale, un paesaggio agricolo a misura d'uomo, determinato da una struttura fondiaria legata alla piccola proprietà contadina.

Questo sistema comporta, per il suo mantenimento, la costante attività dell'uomo e si basa su equilibri completamente diversi rispetto a quelli naturali.

Comune di **Fisciano** l'origine del nome da un prediale gentilizio romano appartenente alla famiglia Fiscina.

Le caratteristiche del territorio sono prevalentemente: collinare e montano l'altitudine: del centro abitato è di 300m sul livello del mare. Tipi di abitazione prevalente sono case a corte e recenti insediamenti.

L'impianto insediativo è quattro cinquecentesco. La "Via Dei Casali" costruita nel 1809 segna il punto di inizio del Comune di **Pellezzano**. Comincia con i resti di un acquedotto Romano e deve il suo nome ai cinque Casali, Capezzano, Coperchia, Pellezzano, Capriglia e Cologna che oggi formano le cinque frazioni del Comune di Pellezzano che è situato al centro della Valle dell'Irno che prende appunto il nome dal fiume che la attraversa tutta. Con una superficie di 3000 ettari, un'altitudine che va dai 200 ai 450 m. sul livello del mare e circa 10.000 abitanti, Pellezzano, che divenne ufficialmente Comune a sé nel 1819, confina con i Picentini ed i Comuni di Salerno, Baronissi e Cava Dei Tirreni.

Pellezzano è aggrappata ad una propaggine rocciosa e superato il palazzo del Municipio, si arriva a Capriglia. Dall'altra parte della statale e del raccordo autostradale **Salerno S. Severino**.



Baronissi l'origine del nome è bizantino terra assegnata a Bara. Il paesaggio è collinare e montano

L'altitudine del centro abitato è di 240m sul livello del mare.

Ritrovamenti di tombe etrusche, villa romana a Sava.

I tipi di abitazione prevalente sono antiche case a corte, recenti insediamenti sistemazione a terrazzo delle colline.

L'insediamento originario è del 700.



Salerno

E' la seconda città della Campania, vanta origini antiche e fama medievale, ed ha conosciuto negli ultimi decenni uno straordinario sviluppo demografico, topografico e culturale. Si allunga per alcuni chilometri sulle sponde settentrionali del suo golfo, su un'esile zona tra il mare e le montagne o le colline prossime alla costa; gode di una posizione molto favorevole e si inserisce magnificamente in un paesaggio che le componenti naturali rendono già da sole di eccezionale bellezza.

Da un lato il blocco calcareo-dolomitico, che si incunea tra i Lattari e i Piacentini e precipita direttamente al mare col monte San Liberatore, dall'altro le appendici terziarie dei Piacentini si approssimano alla costa lasciando spazio sufficiente all'espansione urbana. Al centro tra la montagna dolomitica e le colline argillose, si apre il solco vallivo dell'Irno, importantissima via naturale di penetrazione dal mare verso l'interno, per dove passavano dai tempi antichi fino a non molti decenni fa le principali vie di comunicazione. La valle dell'Irno è molto stretta, ma ha una notevole asimmetria tra i due versanti; essa si allarga un po' di più verso il mare e presenta ai lati lembi di terrazze su banchi di agglomerati, che interrompono la regolarità del pendio ed hanno agevolato l'allargamento dell'area urbana.

La montagna di San Liberatore che si innalza tra Vietri e Salerno continua verso oriente con rilievi più bassi e meno acclivi, uno dei quali è particolarmente importante per i resti del castello e per le mura che lo collegavano alla città medievale.

Il sito topografico non è tra i più favorevoli per la creazione di una grande città essendo troppo ristretto lo spazio disponibile tra le montagne e il mare ed essendo soggetta la zona ad alluvioni per le precipitazioni che cadono sulla cerchia dei monti Lattari e Piacentini



Salerno è lo sbocco naturale di una regione interna, vasta ma poco sviluppata economicamente ed è sulla grande direttrice tirrenica del traffico che si svolge tra l'Italia meridionale e quella centro-settentrionale. Importanti strade rotabili e ferrate ne attraversano l'area urbana.

7.3 EFFETTI PREVISTI IN FASE DI COSTRUZIONE

Gli interventi di mitigazione paesaggistica che vengono proposti riguardano tutti i ricettori individuati nell'analisi degli elementi interessati dall'impatto con il tracciato autostradale.

Per tutto il tracciato l'intervento di mitigazione, tranne puntuali azioni di ingegneria naturalistica, riguarderà il recupero ed il ripristino dei caratteri paesaggistici del luogo persi o compromessi. Si limiteranno le interferenze visive attraverso il rimodellamento del terreno in modo tale da consentire un più naturale inserimento dell'infrastruttura nella morfologia del sito.

Il manufatto verrà schermato con adeguate essenze arboree per limitare le alterazioni del valore paesaggistico.

7.4 EFFETTI PREVISTI IN FASE DI ESERCIZIO

Per quanto riguarda la componente paesaggio, gli impatti risultano molto ridotti date sia le caratteristiche del tracciato e sia gli interventi di inserimento con il verde previsti dal progetto.

Quanto agli impatti visuali percepibili dal tracciato, il progetto di inserimento assicura l'adozione di soluzioni destinate a garantire la massima integrazione con il contesto locale.

Nel complesso quindi, l'impatto sul carattere paesaggistico-percettivo può essere definito basso, ed in gran parte mitigabile mediante adeguati interventi d'inserimento (rimodellamento morfologico ed impianto del verde).

Nello specifico, le SCHEDE DI IMPATTO riassumono, per progressive omogenee, le indicazioni sulle caratteristiche del tracciato, sulle caratteristiche dei valori dello stato attuale e sugli impatti attesi, con un'indicazione degli interventi di mitigazione previsti.

|

8 COMPONENTE SALUTE PUBBLICA

8.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

L'intervento di ammodernamento e di adeguamento dell'autostrada è finalizzato ad un generale e sostanziale miglioramento delle condizioni di esercizio dell'infrastruttura e, pertanto, rispetto alla situazione attuale, che è caratterizzata da standard funzionali e di sicurezza stradale non idonei non solo rispetto alle norme tecniche vigenti ma anche in considerazione dell'effettiva domanda di mobilità comporta un sostanziale beneficio in termini di riduzione dell'incidentalità della tratta e, per quanto attiene gli altri impatti sulla salute pubblica, variazioni dei livelli di disturbo estremamente contenute.

Più specificamente gli aspetti relativi alla componente salute pubblica possono essere ricondotti alle seguenti categorie di impatto:

- funzionalità dell'autostrada,
- livelli di sicurezza dell'infrastruttura,
- gestione degli incidenti con sversamento di materiali infiammabili,
- impatti acustici,
- impatti atmosferici.

Ciascuno dei punti sopra riportati è stato dettagliato ampiamente nell'ambito della rispettiva sezione del presente Studio di Impatto Ambientale, si riassumono in questa sede le considerazioni di maggior rilievo al proposito.

Con riferimento al primo dei punti citati, al di là dei problemi strutturali connessi all'ammaloramento dei calcestruzzi, all'usura delle piattaforme e all'inevchiamento delle opere d'arte, esiste un problema geometrico di tracciamento dell'infrastruttura che presenta raggi di curvatura planimetrici troppo stretti, singolarità geometriche critiche per le attuali condizioni di traffico, e privo delle adeguate curve di transizione tra i tratti rettilinei e le curve. Tutto ciò configura un'offerta assolutamente inadeguata in relazione all'attuale domanda, sia in termini di flussi, sia in termini di modi d'esercizio, fatto questo che rappresenta nella sostanza un considerevole impatto sulle attese dell'utente.

I lavori proposti consentono invece di migliorare in misura determinante gli standard funzionali dell'infrastruttura rimodulando in tal modo un'offerta di mobilità sino a livelli compatibili con le attese dell'utenza stessa ed in linea con i livelli della moderna progettazione.

Un ulteriore significativo aspetto è quello della sicurezza dell'esercizio viario e delle conseguenti condizioni di incidentalità.

A tal proposito è opportuno riportare due considerazioni di rilievo:

- l'intervento in oggetto consente la sostanziale rimozione delle cause di incidente individuate nel tratto in esame in anomalie geometriche del tracciato;
- la sezione stradale attuale, priva di corsia di emergenza, provoca la parzializzazione della sezione ad un'unica corsia in occasione di tutti gli eventi incidentali, ivi compresi lo stallo di un veicolo, cui è associata una probabilità di accadimento estremamente elevata. Tale fatto assume caratteri di particolare gravità in corrispondenza di gallerie e viadotti ove lo stallo di un veicolo comporta l'effettiva parzializzazione della sezione stradale con seri problemi per l'eventuale evacuazione ovvero per l'accesso dei soccorsi. Inoltre può non essere infrequente il totale blocco della carreggiata laddove i veicoli coinvolti fossero più d'uno; ciò causerebbe ovviamente il formarsi rapido di lunghe code e l'impossibilità di accesso dei mezzi di soccorso se non attraverso l'utilizzo della carreggiata in direzione di marcia opposta o per elicottero.

L'adeguamento della piattaforma in progetto consente invece una migliore gestione della sicurezza in caso di incidente, poiché è possibile utilizzare la corsia di emergenza, che ha una larghezza di 3m, in caso di emergenza, per il transito dei veicoli o lo stallo temporaneo dei mezzi incidentati. L'introduzione del sistema di protezione del suolo e degli acquiferi dall'eventuale sversamento di liquidi pericolosi, attraverso vasche di sicurezza idraulica per tempo asciutto, incrementa il livello di tutela dei sistemi ambientali e conseguentemente fornisce un'ulteriore garanzia rispetto alla componente salute pubblica.

- l'intervento in oggetto prevede la realizzazione della terza corsia di marcia, con relativa corsia di emergenza, da Salerno fino allo svincolo di Fisciano; dopo lo svincolo di Fisciano è previsto l'adeguamento della strada con la realizzazione della corsia di emergenza, lasciando invariata l'attuale sezione stradale di due carreggiate.

Per quanto attiene gli impatti acustici ed atmosferici c'è da sottolineare che l'intervento di adeguamento e ammodernamento consente anche di bonificare alcune situazioni che si presentano maggiormente critiche, attraverso l'introduzione di adeguate barriere di protezione. Inoltre la realizzazione di una piattaforma più ampia comporta la riduzione dei congestionamenti del traffico, sia per effetto di una migliore gestione dei casi incidentali, sia in ragione di un migliore livello di sicurezza, aumentando le visuali libere e riducendosi la pressione psicofisica sull'utente. Si pensi ad esempio che, nella letteratura internazionale in materia di sicurezza in galleria, è ormai assodato che la presenza della corsia di emergenza riduce l'incidentalità attesa in misura anche superiore al 20%.

In definitiva l'intervento proposto, per quanto attiene la componente salute pubblica, comporta oggettivamente un sensibile miglioramento dell'attuale condizione d'esercizio e una riduzione degli impatti.

Rischio Tecnologico

Nel territorio italiano vi sono alcune aree produttive particolarmente critiche sia da un punto di vista ambientale che da un punto di vista sanitario per la concomitanza di una serie di fattori di origine antropica, produttiva e ambientale.

Il legislatore italiano ha definito e regolamentato le aree a rischio attraverso una duplice normativa: quella delle **aree a rischio di crisi ambientale** (con l'articolo 7 della Legge n. 349 del 08/07/86⁽¹⁾) e quella delle **aree a rischio di incidente rilevante** (con il D.Lgs. n. 334 del 17/08/99⁽²⁾ di recepimento della Direttiva 96/82/CE, *Seveso II*). La prima identifica puntualmente sul territorio alcune zone di particolare criticità che necessitano di opportuni piani di risanamento; la seconda stabilisce, invece, i criteri per individuare sul territorio tutta una serie di altre attività a rischio di incidente rilevante, allo scopo di attuare una migliore politica di prevenzione e gestione del rischio.

Nonostante funzioni e compiti amministrativi siano stati trasferiti dallo Stato a Regioni ed Enti Locali la competenza sulla disciplina in materia è ancora transitoriamente esercitata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, in attesa del verificarsi delle condizioni poste dall'articolo 72, D.Lgs. n.112 del 31/03/98.

La definizione di "stabilimento a rischio" riguarda aziende e depositi industriali, private o pubbliche, operanti in tutti quei settori merceologici caratterizzati dalla presenza di sostanze pericolose in quantità tali da superare i limiti normativi. Tali stabilimenti vengono suddivisi in classi di rischio potenziale, in funzione della quantità e pericolosità delle sostanze o preparati detenuti e della tipologia di processo. Il D.Lgs. n. 334 del 17/08/99 stabilisce tutta una serie di obblighi a carico dei gestori tanto più stringenti quanto maggiore risulta essere il rischio potenziale.

(1) Legge n. 349 del 08/07/86 "Istituzione del ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale".

(2) D.Lgs n. 334 del 17/08/99 "Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose";

(3) La notifica va presentata al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, alla Regione competente, alla Provincia, al Comune, al Prefetto, ai Vigili del fuoco.

Le quattro distinte situazioni individuate dal legislatore sono:

- stabilimenti in esenzione parziale (*articolo 5 comma 2*), con obbligo di individuare i rischi potenziali ed adottare le opportune misure di sicurezza, oltre che di formazione, informazione ed equipaggiamento del personale;
- stabilimenti con obbligo di relazione, da presentare alla Regione (*articolo 5 comma 3*) e piano di emergenza interno;
- stabilimenti con obbligo di notifica⁽³⁾ (*articoli 6 e 7*) e piano di emergenza interno;
- stabilimenti con obbligo di notifica e rapporto di sicurezza (*articolo 8*), soggetto ad istruttoria da parte dell'organo competente, piano di emergenza interno (*articolo 11*) nonché piano di emergenza esterno (a carico della Prefettura).

La stessa normativa stabilisce infine che venga informata la popolazione interessata e che vengano definiti a livello locale i requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate al fine di controllare l'urbanizzazione e contenere la vulnerabilità del territorio.

L'informazione disponibile

Per quanto riguarda le aree a *rischio di crisi ambientale*, i dati utilizzati in questa sede sono quelli risalenti al 1999, pubblicati nella "Relazione sullo Stato dell'Ambiente, 2001". Le informazioni di maggior dettaglio attualmente disponibili sono quelle delle Regioni per le cui aree a rischio di crisi ambientale sono stati redatti ed approvati i Piani di Risanamento ed attivate le rispettive misure di monitoraggio.

Attualmente mancano invece le informazioni relative allo stato di attuazione dei Piani di Risanamento.

Per quanto riguarda invece le aree a *rischio di incidente rilevante*, le informazioni disponibili sono quelle dell'inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti (*ai sensi dell'articolo 15, comma 4 del D.Lgs. n.334 del 17/08/99*), predisposto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, in collaborazione con l'APAT – Dipartimento rischio tecnologico e naturale. Per alcune Regioni mancano però i dati relativi agli stabilimenti con obbligo di relazione in quanto di pertinenza delle sole Regioni.

Aree a rischio di crisi ambientale

Le aree a rischio di crisi ambientale generalmente sono caratterizzate da situazioni di stoccaggio di sostanze pericolose, emungimento e possibile contaminazione della falda, degrado della qualità dell'aria, elevata presenza di discariche, rilasci tossici, problemi di salute per la popolazione. Infatti, come riportato dallo studio "Ambiente e Salute in Italia", del 1997, coordinato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, nelle

aree ad elevato rischio di crisi ambientale si rileva un generale aumento della mortalità e del rischio di insorgenza di alcune specifiche patologie tumorali dovuto alle particolari condizioni ambientali e lavorative. In Italia sono state individuate dal legislatore 14 aree a rischio di crisi ambientale; le uniche Regioni non interessate dal fenomeno sono Molise, Basilicata e Calabria. Per le restanti Regioni la situazione è la seguente:

- Puglia: polo chimico e petrolifero brindisino, polo siderurgico ed energetico tarantino e polo chimico di Manfredonia;
- Sicilia: i due poli petrolchimici e le raffinerie di Gela e Priolo;
- Campania: industrie chimiche e petrolifere di Napoli e attività produttive di Sarno;
- Sardegna: industria metallurgica di Portoscuso.

Tali aree occupano una superficie pari al 37% del totale del territorio nazionale compromesso; i Comuni coinvolti sono 138 per una popolazione complessiva di 4.356.299 abitanti, pari all'8% della popolazione italiana residente in aree a rischio.

Per quanto riguarda la **Campania**, essa è la Regione maggiormente interessata dalla presenza di aree a rischio di crisi ambientale; infatti, anche se l'estensione superficiale poco si scosta da quella della Puglia, data l'elevata densità abitativa dell'area metropolitana di Napoli, sono coinvolti ben 3.510.550 abitanti.

La Campania, al 1999, non aveva adottato ancora alcun Piano di Risanamento.

Aree a rischio di incidente rilevante

Secondo i dati del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, aggiornati al 31 Dicembre 2001 e sulla base delle indicazioni presenti nel D.Lgs. n. 334 del 17/08/99, nelle successive tabelle sono riportati per la Regione Campania:

- la distribuzione provinciale degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante (Tabella 8.1);
- la distribuzione provinciale degli stabilimenti con obbligo di relazione e piano di emergenza interno (Tabella 8.2);
- i Comuni in cui ricadono 4 o più stabilimenti a rischio di incidente rilevante (Tabella 8.3);
- la distribuzione regionale degli stabilimenti a rischio suddivisi per tipologia di attività (Tabella 8.4).

Tabella 8.1 – Distribuzione provinciale degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante, anno 2001

Provincia	Articolo 6/7	Articolo 8	TOTALE
Avellino	4	0	4
Benevento	1	0	1
Caserta	9	5	14
Napoli	18	19	37
Salerno	10	5	15

Tabella 8.2 – Distribuzione provinciale degli stabilimenti con obbligo di relazione e piano di emergenza interno, anno 2001

Provincia	TOTALE
Avellino	0
Benevento	2
Caserta	0
Napoli	2
Salerno	0

Tabella 8.3 – Comuni in cui ricadono 4 o più stabilimenti a rischio di incidente rilevante, anno 2001

Provincia	Comune	TOTALE
Caserta	Marcianise	5
Napoli	Napoli	14

Tabella 8.4 – Distribuzione regionale degli stabilimenti a rischio suddivisi per tipologia di attività, anno 2001

Regione	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	TOT
Campania	8	4	32	-	14	-	1	-	5	2	1	4	-	71

LEGENDA:

01: Stabilimento chimico o petrolchimico
 02: Altro
 03: Deposito di Gas liquefatti
 04: Raffinazione petrolio
 05: Deposito di oli minerali
 06: Deposito di fitofarmaci
 07: Deposito di tossici

08: Distillazione
 09: Produzione e/o deposito di esplosivi
 10: Centrale termoelettrica
 11: Galvanotecnica
 12: Produzione e/o deposito di gas tecnici
 13: Acciaierie e impianti metallurgici

Fonte: APAT

Attualmente sono in fase di elaborazione, da parte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, il provvedimento riguardante l'individuazione degli stabilimenti a rischio di "Effetto Domino", per i quali possono esservi maggiori probabilità di incidente, e danni più consistenti data la collocazione e la vicinanza degli stessi e la tipologia di sostanze presenti (articolo 12 del D.Lgs. n. 334 del 17/08/99), nonché quello per l'individuazione delle aree ad elevata concentrazione di stabilimenti a rischio di incidente rilevante (articolo 13 del D.Lgs. n. 334 del 17/07/99).

Principali riferimenti Bibliografici:

Ministero dell'Ambiente, 2001, *Relazione sullo Stato dell'Ambiente, Roma;*
Quadro Comunitario di Sostegno per le Regioni Italiane dell'Obiettivo1 2000-2006.

Aziende a rischio di incidente rilevante: interferenze con il tracciato

Dalla verifica effettuata sulla base delle informazioni tratte dall'Inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti ai sensi dell'art. 15 del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334, redatto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio in collaborazione con APAT – Servizio Rischio Industriale, non sono presenti aziende a rischio incidente rilevante a ridosso del corridoio di interesse dell'intervento in progetto.

In particolare:

- per quanto riguarda la provincia di Avellino, tra gli stabilimenti a rischio di incidente rilevante presenti (in totale sono in numero di 3), il più vicino al tracciato dista circa 0,9 km dall'attuale S.S. 7 bis (lotto IV), in corrispondenza dello Svincolo di Manocalzati;
- per quanto riguarda la provincia di Salerno, tra gli stabilimenti a rischio di incidente rilevante presenti (in totale sono in numero di 7), il più vicino al tracciato dista circa 7 km dall'attuale E841 (lotti I-2), nel tratto compreso tra lo Svincolo di Fisciano e quello di Montoro Inferiore.

9 CONCLUSIONI: RAPPORTI TRA L'OPERA ED IL SISTEMA AMBIENTALE - DEFINIZIONE DELLE INTERFERENZE E DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

9.1 TIPOLOGIA DELLE INTERFERENZE INDIVIDUATE

Lungo il tracciato autostradale oggetto di studio, non esistono situazioni di notevole interferenza dell'opera con l'ambiente.

Sono di seguito riportate le considerazioni conclusive in merito ad ogni componente dello studio di impatto.

COMPONENTE ATMOSFERA:

Dallo studio effettuato nelle configurazioni operative ante operam e post operam, con il calcolo dei livelli di concentrazione oraria media e massima (riscontrabile nelle condizioni critiche descritte) degli inquinanti CO, NO₂ e PM10, sui ricettori puntuali identificati si evince che:

- i valori di concentrazione degli inquinanti su tutti i ricettori puntuali nelle configurazioni operative anteoperam e postoperam, nelle condizioni medie di traffico e dei parametri meteorologici rappresentativi del territorio di indagine, sono ben al di sotto dei limiti di immissione previsti dalla normativa; l'impatto sulla componente atmosfera nelle condizioni medie è dunque basso nello scenario di fatto esistente e comunque accettabile nella configurazione futura;
- nel passaggio dallo scenario operativo attuale allo scenario al 2022, a seguito dell'entrata a regime dell'opera in progetto, le variazioni dei flussi di traffico dovute all'aumento della domanda comportano aumenti generalizzati dei livelli di concentrazione degli inquinanti in tutti i ricettori, pur rispettando, sempre ed abbondantemente, i limiti di legge nelle condizioni operative medie;
- nelle condizioni operative critiche dello scenario attuale non si registrano superamenti dei limiti di legge, ma esclusivamente degli aumenti, rispetto alle concentrazioni medie orarie, conformi comunque ai limiti di legge e localizzati soprattutto sui ricettori situati in prossimità di quei tratti dell'infrastruttura viaria oggetto di studio in cui sono mediamente più elevati i flussi di traffico;
- i valori di concentrazione oraria (concentrazioni massime orarie) calcolati nelle condizioni operative critiche postoperam, benché più elevate rispetto alle concentrazioni orarie medie calcolate, risultano tuttavia conformi ai limiti di legge;
- nel passaggio dalla configurazione operativa anteoperam alla configurazione operativa postoperam, nonostante quindi un aumento generalizzato delle concentrazioni di tutti gli inquinanti indagati, l'infrastruttura di progetto non aggraverà in maniera particolare lo stato della qualità dell'aria presente attualmente sul territorio di indagine.

COMPONENTE AMBIENTE IDRICO:

Per quanto riguarda la componente Ambiente Idrico non si sono riscontrate forti interferenze in relazione ai corpi idrici superficiali e nel sottosuolo, anche e soprattutto per le caratteristiche intrinseche al progetto, che prevede un adeguamento in sede con la realizzazione della corsia di emergenza e di una terza corsia nel tratto da Salerno a Fisciano.

Pertanto la principale interferenza sull'ambiente sembra essere quella riferibile agli agenti inquinanti che, dalla piattaforma stradale, possono confluire nei corpi idrici; relativamente a ciò, si è studiato il sistema di drenaggio e di raccolta delle acque di piattaforma di seguito descritto.

Per quanto riguarda il **sistema di drenaggio**, cioè quell'insieme di opere destinate sia a raccogliere, allontanare e convogliare a recapito le acque di pioggia ricadenti nell'ambito della piattaforma stradale, si è proceduto a progettare due differenti reti di smaltimento.

Con la prima rete sono stati dimensionati i manufatti necessari per consentire la raccolta degli sversamenti accidentali ed il trattamento delle acque di prima pioggia (di lavaggio della sede stradale). Tali manufatti, necessari ai fini di ridurre eventuali impatti negativi ambientali, sono stati progettati e dimensionati in opere ben distinte e separate da quelle provenienti dalle acque o dei bacini esterni o delle scarpate dei rilevati.

La seconda rete è finalizzata ad intercettare le acque esterne che naturalmente scolano verso il corpo stradale ed a smaltire a gravità, con un margine di sicurezza adeguato, precipitazioni intense di preassegnata frequenza probabile.

Lo schema di **smaltimento delle acque** incidenti sulle superfici stradali prevede la raccolta e l'allontanamento delle acque di piattaforma mediante un sistema di caditoie che convogliano le acque nei collettori ϕ 500 mm o ϕ 600 mm previsti per tutto lo sviluppo dei tratti in rilevato, e le riversano nelle vasche adibite alla raccolta delle acque di piattaforma e per la trattenuta degli olii e delle schiume, distribuite lungo il tracciato.

Il sistema di drenaggio della piattaforma in progetto comprende anche un **sistema di collettamento intubato** in grado di recapitare le acque di piattaforma in punti di restituzione controllata, dove trovano collocazione opportuni sistemi di raccolta e di trattamento.

Tali sistemi, costituiti da vasche, si configurano al contempo come *vasche di "prima pioggia"* e di *"tempo secco"*, in quanto provvedono al trattamento delle acque di prima pioggia, le più inquinanti, ed evitano la dispersione negli ecosistemi idrici delle sostanze inquinanti rovesciate accidentalmente. La dizione "tempo secco" deriva dal fatto che le vasche sono dimensionate per

accumulare l'intero contenuto della maggiore autocisterna circolante, solo in condizioni di assenza di precipitazione.

In caso contrario, cioè se l'incidente si verifica in tempo di pioggia, tale sistema può assicurare infatti l'intercettazione solo parziale degli inquinanti: in tal caso comunque si deve necessariamente ammettere la dispersione di una parte degli inquinanti, adeguatamente diluiti dalle acque di pioggia.

Nei tratti al piede delle trincee è prevista l'esecuzione, in fregio alla pavimentazione stradale, di cunette alla francese. Le acque raccolte dalla cunetta, che possono provenire dal solo versante o anche dalla pavimentazione, saranno trasferite per mezzo di caditoie, protette da griglie carrabili in ghisa sagomate come la stessa cunetta, ad un sottostante collettore circolare in calcestruzzo, che ha il compito di collettare la portata fino al recapito finale.

E' necessario adottare differenti soluzioni idrauliche per il corretto smaltimento delle acque meteoriche, in relazione alle situazioni che si riscontrano nelle varie parti del tracciato stradale.

Il sistema di raccolta potrà essere costituito da una cunetta stradale (eventualmente del tipo "alla francese") ed una serie di caditoie opportunamente distanziate in funzione della locale pendenza longitudinale della strada o, in alternativa, da una griglia continua con sottostante canaletta. Quest'ultima, a sua volta, può essere di dimensioni tali da sostituire il collettore, oppure di dimensioni modeste, prevedendone l'affiancamento con un collettore.

Parimenti, le acque meteoriche ricadenti sulla sede stradale in trincea sono recepite dalle cunette stradali rivestite in calcestruzzo, poste ai bordi della piattaforma, da ambo i lati. Tali cunette "di piattaforma" presenta nella generalità dei casi pendenza longitudinale pari alla pendenza longitudinale della strada.

Vista la modesta capacità di trasporto delle cunette stradali, nel caso di trincee di lunghezza significativa sarà necessario prevedere un collettore al di sotto della cunetta, da ambo i lati della strada.

Nei tratti in curva, nel caso in cui il raggio di curvatura è inferiore a circa 4.000 m, si prevede la rotazione delle sagome stradali. Ne consegue che le acque meteoriche relative alla carreggiata interna continuano a scaricare nella cunetta di piattaforma o nella griglia continua; le acque della carreggiata esterna, invece, vengono raccolte nel collettore di drenaggio centrale posto in asse strada, nello spartitraffico, e convogliate nel sottostante collettore Ø 500 mm previsto per tutto lo sviluppo del tratto in curva e dei contigui tratti di raccordo. Tale collettore attraversa la sede stradale e confluisce nel collettore laterale.

Nel **tratto 3**, galleria Montepergola, il collettore risulta localizzato al di sotto del piano stradale e raccordato al sistema di collettamento intubato dell'infrastruttura stradale, per il convogliamento ed il trasporto verso punti di restituzione controllata.

Particolare attenzione sarà dedicata (in fase di redazione del progetto definitivo) allo sviluppo dei manufatti e delle opere d'arte quali i sottopassi ed i ponticelli stradali, studiando le soluzioni più opportune per garantire, localmente, la continuità dei collettori.

La sezione delle rampe degli svincoli, infine, è generalmente prevista a falda unica. Le acque meteoriche afferenti la sede stradale delle rampe, pertanto, scaricano sempre in destra o in sinistra, in funzione della rotazione della sagoma per effetto delle relative curve.

In fase di progetto definitivo, congiuntamente al progetto dettagliato dello smaltimento delle acque di piattaforma, verrà prodotta la relazione di verifica e dimensionamento delle singole vasche di raccolta. Queste verranno ubicate in maniera ottimale dal punto di vista non solo idraulico, ma anche del locale livello di urbanizzazione e della effettiva disponibilità delle aree necessarie. Nella tabella seguente si riportano le opere idrauliche in corrispondenza delle quali si ipotizza di ubicare le vasche per la raccolta delle acque di piattaforma e per la trattenuta degli olii e delle schiume.

Tratto	Vasca N°	Recapito	Opera di attraversamento	Progressiva dell'attraversamento
1	1	Torrente Pastorano		Svincolo Salerno
	2	Fosso	Viadotto L= 45 m	1+950
	3	Fosso	Tombino 4,00 x 3,00	3+190
	4	Fosso Spinacavallo	Viadotto L = 106 m	4+000
	5	Fosso	Tombino 4,00 x 4,00	6+010
	6	Fosso C.le Lenze	Tombino 5,00 x 5,00	7+860
2	7	Torrente La Calvagnola	Viadotto Calvagnola L= 210 m	1+620
	8	Nuovo Canale	Tombino 2,00 x 2,00	3+500
	9	Fosso S. Stefano	Tombino 5,00 x 4,00	5+665,18
	10	V.ne dell'Incoronata	Tombino 4,00 x 4,00	7+228,54
	11	V.ne Fraccopaldo	Tombino 4,00 x 4,00	8+453,92
	12	Torrente Solofrana	Ponte	9+897,94
3	-	-	Tratta in galleria	-
4	13	Fosso Ferrari	-	15+380
	14	Fosso Madonna delle Grazie	Viadotto	16+680
	15	Fiume Sabato	Viadotto	18+110
	16	Fiume Sabato		18+800
	17	Fiume Sabato		20+290
	18	Fiume Sabato	Viadotto	21+040
	19	Rio S.Oronzo		22+670
	20	Fiume Sabato		23+900
	21	Fiume Sabato	Galleria artificiale	25+510

In merito ai tratti in galleria si evidenziano gli interventi previsti per la **galleria Montepergola** al fine di limitare le eventuali interferenze con la falda acquifera attraversata; la galleria attraversa infatti dei calcari con elevato grado di fatturazione e possibile presenza di sacche acquifere. A tale scopo sarà realizzato un sistema di drenaggio e di **impermeabilizzazione** con il rifacimento degli elementi strutturali e rivestimento con telo in PVC; per risolvere problemi puntuali connessi alla possibile presenza di “sacche acquifere”, l’intervento specifico e sistematico consiste nel trattamento di due anelli concentrici a tergo del telo in PVC. Il primo anello (anello interno) è drenante, mentre il secondo esercita la funzione di isolamento idraulico del sistema all’interno.

COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO:

Nel tratto che va da Salerno alla galleria di Solofra (**tratti 1 e 2**), la strada in studio interessa terreni di natura ed età molto variabili, con un regime delle acque alquanto semplice, che è stato controllato mediante una serie di letture piezometriche nei pozzi esistenti.

Le caratteristiche fisico – meccaniche dei terreni attraversati dalla strada, insieme ai dati raccolti dalla letteratura hanno consentito, così come riportato nella relazione geotecnica, di ottenere un’adeguata caratterizzazione dei terreni affioranti. E’ stato rilevato, che solo le argilliti, la parte pelitica, delle Unità pelitico flyscioide, sono interessate da movimenti franosi e da movimenti superficiali a carattere stagionale tipo creep. In particolare, la strada statale intercetta detti fenomeni, solo nel tratto a ridosso dello svincolo di Solofra, in una zona ove non verranno eseguiti lavori di adeguamento del corpo stradale.

Quindi, la S.S. corre, per tutto il tracciato, dallo svincolo di Solofra, fino a quello di Fratte, quasi sempre nelle alluvioni recenti del T. Solofrana e del Fiume Irno, entro cui circola una modesta falda idrica, le cui oscillazioni sono strettamente collegate alle piogge. I maggiori problemi di adeguamento del tracciato sono stati riscontrati nelle aree altamente urbanizzate, in prossimità degli svincoli e delle località abitate; tuttavia dai dati emersi dal presente studio si evince che ***l’ampliamento della strada in parola non darà luogo a disequilibri nell’assetto statico dei terreni***. Per le opere strutturali e per i rilevati di un certo impegno, sono stati individuati ed esaminati i relativi problemi di ordine geologico e geotecnico.

L’interazione delle opere da realizzarsi con i litotipi piroclastici “molto soffici”, impongono l’esecuzione di ulteriori indagini geognostiche, accurate e attente valutazioni sulle modalità esecutive dei tratti in viadotto in affiancamento e sulle scelte progettuali di strutture di presidio del corpo stradale nei tratti in rilevato.

Lo studio eseguito ha evidenziato la generale buona vocazione del territorio ad ospitare la sede stradale, anche perché le odierne condizioni climatiche non possono provocare la riattivazione dei conii di deiezione antichi, i quali, in numerosi casi, risultano sovraincisi dai corsi d’acqua che li hanno originati. La sola effettiva pregiudiziale è rappresentata dalla circolazione idrica superficiale e dalla falda superficiale presente nelle alluvioni.

E’ necessario inoltre osservare che in nessun caso la realizzazione dell’intervento accentua o amplifica situazioni di rischio potenziale di instabilità. In alcuni casi la soluzione scelta è persino migliorativa rispetto alla situazione preesistente, ad esempio in corrispondenza dello svincolo di Montorio Superiore, tra le progressive dal km 7+737.6 al km 8+204.94 del tratto “2”, dove, con particolare riferimento alle carte di rischio frana prodotte dal PAI, si riscontra la presenza fra una zona nella quale si evidenzia un rischio frana elevato per fenomeni di colata di tipo superficiale. A fronte di questa evenienza il tracciato previsto nel progetto originale in trincea ha subito la modifica altimetrica della livelletta consistita nell’abbassamento al massimo pari a circa 4.5 m per un tratto di circa 1200 m, con la realizzazione nella zona compresa tra le progressive sopra indicate di una galleria artificiale. *Questa scelta garantisce la trasparenza delle opere rispetto a modalità e possibili percorsi di deflusso delle possibili colate che però vanno risolte a monte con interventi di stabilizzazione sulle pendici che non competono al progetto in esame.*

La tecnica “cut and cover” scelta per la realizzazione della galleria artificiale, consente inoltre di minimizzare gli effetti di disturbo indotti nelle aree adiacenti durante le fasi realizzative (edifici vicini), anche in considerazione della collocazione di fondovalle dell’opera; ubicazione questa, tale da rendere poco probabile l’insorgere di movimenti franosi coinvolgenti grossi volumi di terreno fasi costruttive).

Relativamente al **tratto 3**, Galleria Montepergola, dall’analisi dei risultati dei sondaggi ad asse verticale effettuati nell’ambito dello sviluppo della progettazione preliminare, si evince la presenza, al di sopra della formazione di base, costituita da calcari dolomitici, di coperture di terreni sciolti, costituiti sia da detriti di falda, sia da materiali di presumibile natura alluvionale che flyschoidi, aventi spessori anche superiori ai 20 m. I sondaggi effettuati dall’interno della galleria, della lunghezza di circa 4.0 m, hanno invece confermato, secondo quanto noto dalla realizzazione della galleria stessa, come questa dovrebbe essere interamente realizzata all’interno di un ammasso di calcari dolomitici. Attraverso tali sondaggi si è inoltre evidenziato come il grado di fratturazione dell’ammasso appaia sempre molto elevato, con valori di RQD per lo più nell’intervallo 30÷35%, e che i clasti hanno forma angolare.

Un *movimento franoso* di dimensioni elevate, con tipologia di scorrimento rotazionale, interessa inoltre l'imbocco della galleria di Solofra (tratto 3); si tratta di un frana, con la propensione all'estensione laterale mediante la fusione di movimenti singoli, che coinvolge parte del centro abitato, ma risulta in parte stabilizzata artificialmente; a questo riguardo, come nella zona interessata dalla galleria artificiale, si ritiene opportuno un approfondimento delle indagini nelle successive fasi progettuali.

Anche l'analisi storica dei siti evidenzia che l'area interessata dal raccordo autostradale non è stata interessata da movimenti franosi importanti: il sisma del novembre 1980 che pure mobilità grandi corpi di frana in tutta l'Irpinia, non produsse alcun effetto né tanto meno l'area in questione è stata interessata da colate rapide di terra in concomitanza dei noti eventi calamitosi di Sarno e di Cervinara.

L'ampliamento della tratta autostradale in galleria - galleria Montepergola- tra gli abitati di Solofra e di Serino, ha comportato la progettazione di interventi che riducessero l'entità e l'estensione della perturbazione indotta dallo scavo, con minore variazione possibile dello stato tenso-deformativo del ammasso roccioso interessato. Le soluzioni previste, che rimandano comunque ad una fase di indagine successive e più approfondite, riguardano l'utilizzo di chiodature passive ad andamento radiale, da mettere in opera prima di operare la demolizione del rivestimento del cls della galleria esistente. A seguito del raggiungimento del nuovo profilo di scavo verranno realizzati dei sostegni, per procedere infine all'esecuzione del rivestimento definitivo.

Dal punto di vista idrogeologico si può affermare che l'attuale stato di conoscenza non esclude la presenza di falde superficiali tale da poter interferire con lo scavo: in assenza di dati piezometrici certi. Si rende pertanto necessario un approfondimento nella successiva fase progettuale delle tematiche legate alla circolazione idrica nel sottosuolo per quest'area, presumibilmente schematizzabile, almeno in questa fase, come un acquifero di grande spessore, anastomizzato e con probabili fenomeni di interscambio verticale e laterale tra i corpi a maggiore permeabilità.

Nel tratto dopo la galleria di Solofra (**tratto 4**) i versanti che verranno interessati dalla sede stradale, degradano con un profilo caratterizzato da una pendenza variabile fra il 10 e il 15% ($\beta = 6^\circ - 9^\circ$), con punte anche del 20%, mentre, ove affiorano i termini di origine continentale, come

si evince dalle allegare carte tematiche, non viene superata la pendenza del 10% ($\beta = 6^\circ$). L'azione erosiva areale attribuibile al ruscellamento diffuso, risulta essere trascurabile e/o di modesta entità dove si è in presenza di una morfologia dolce che imprime una bassa "energia erosiva" alle acque, mentre i corsi d'acqua principali hanno un deflusso controllato poiché in passato sono stati interessati da lavori di bonifica idraulica (*costruzione di opere longitudinali e trasversali*). Solo ove sono presenti i terreni argillosi, sempre lontano dall'asse stradale, sono stati riscontrati fenomeni morfoevolutivi e/o frane, oppure significativi processi di erosione diffusa. In questi terreni le forme sono tondeggianti ed i pendii poco acclivi, tuttavia in alcuni punti, specialmente dove affiora la formazione flyscioide costituita dalla parte lapidea, non è rara una morfologia accidentata. L'impermeabilità dei terreni, infatti, determina un notevole ruscellamento durante i periodi di pioggia intensa, i torrenti diventano impetuosi ed alta la loro forza di scalzamento. Inoltre l'appesantimento delle coltri in seguito a lenta imbibizione, determina lenti movimenti che possono evolvere anche in veri e propri movimenti franosi. Allo stato attuale i terreni che verranno interessati dalla Strada Statale in studio, grazie alla favorevole combinazione di fattori morfologici e litologici, non presentano in genere condizioni di instabilità. Solo il tratto di strada che corre lungo il versante occidentale di Monte S. Angelo, nel Comune di Manocalzati, intercetta corpi di frana a tetto e/o sottoposti a coltri piroclastiche "recenti". I sondaggi eseguiti dall'Impresonda di Caserta hanno evidenziato che, in questo tratto, l'argilla marnosa grigia passa verso l'alto, per spessori di 12 ÷ 15 metri, a depositi destrutturati argillosi e/o piroclastici molto alterati e degradati, facilmente scomponibili, riconducibili, chiaramente, a macereti di frana* aggrediti da fenomeno superficiale di soliflusso.

Di seguito sono sinteticamente riportati gli impatti connessi con il progetto in esame, relativi sia alla fase di cantiere che a quella di esercizio, riportati anche nelle *schede di sintesi degli impatti e delle mitigazioni*. Essi sono:

Lotto 1

- Occupazione temporanea di suolo per opere di adeguamento – è un impatto temporaneo, per il quale è previsto il ripristino della morfologia e della vegetazione attuale;

* Trattasi di frane di tipo roto – traslazionali che in epoche passate, in condizioni climatiche diverse, hanno aggredito in più fasi il versante, fino a deviare anche il fiume Sabato.

- Potenziale innesco di fenomeni di instabilità – impatto generalmente basso, mitigabile con particolari attenzioni alle scelte progettuali delle strutture di presidio del corpo stradale nei tratti in rilevato e alla modalità esecutiva dei lavori di realizzazione dell'opera nei tratti in viadotto. In corrispondenza dei tratti in viadotto progr. km 1+936,75 ÷ 1+984,16, progr. km 2+620,20 ÷ 2+729,80, e dello Svincolo di Baronissi.

Lotto 2

- Occupazione temporanea di suolo per opere di adeguamento. È un impatto temporaneo, per il quale è previsto il ripristino della morfologia e della vegetazione attuale;
- Potenziale innesco di fenomeni di instabilità legati a possibili movimenti franosi e superficiali a carattere stagionale tipo creep. Impatto medio, per le opere di fondazione è necessario prendere in considerazione presidio idraulico e opere di sostegno e consolidamento per stabilizzare gli scavi e l'utilizzo di impalcati con massa ridotta a sezione mista in acciaio-cl. In corrispondenza dello Svincolo di Solofra (presenza di frana quiescente, fenomeno solo in parte stabilizzato);
- Il tracciato potrebbe essere potenzialmente coinvolto da fenomeni di *debris flow* in località Ponticello del torrente Solofrana, Rispettina, Chiusa di Sopra, Torchiati, Montorio Superiore, Vallone dell'Incoronata.

Si ritiene opportuno nelle aree a rischio, prima di dar luogo agli interventi costruttivi previsti dal progetto, realizzare *interventi di mitigazione del processo di erosione* – accumulo. Bisognerà, inoltre, procedere con estrema cautela nella realizzazione degli scavi, evitando di lasciare aperti fronti di dimensione o altezza rilevanti.

In particolare, nei tratti in cui il tracciato intercetta le zone di potenziale pericolo da *debris flow*, anche se di modesta entità, potrebbe essere opportuno rendere il corpo stradale trasparente, cioè trasformare gli attuali rilevati stradali in viadotti. Detto rischio può essere mitigato proteggendo l'area con barriere e/o con canali di deviazione del flusso.

Lotto 3

- Occupazione temporanea di suolo per opere di adeguamento – è un impatto temporaneo, per il quale è previsto il ripristino della morfologia e della vegetazione attuale;
- Potenziale innesco di fenomeni di instabilità legati a possibili movimenti franosi e superficiali a carattere stagionale tipo creep in corrispondenza dell'imbocco della galleria

Solofra (presenza di frana quiescente, fenomeno solo in parte stabilizzato). Impatto medio-alto con particolare attenzione nella fase di realizzazione.

- Variazione dello stato tenso-deformativo riscontrato durante l'avanzamento in galleria con rischio di instabilità durante lo scavo; tra gli interventi di progetto si prevede un intervento preventivo di rinforzo dell'ammasso nell'intorno della cavità con una serie di chiodature passive prima della demolizione del rivestimento esistente.

Lotto 4

- Occupazione temporanea di suolo per opere di adeguamento – è un impatto temporaneo, per il quale è previsto il ripristino della morfologia e della vegetazione attuale;
- Potenziale innesco di fenomeni di instabilità – impatto generalmente basso, mitigabile con particolari attenzioni alle scelte progettuali delle strutture di presidio del corpo stradale nei tratti in rilevato e alla modalità esecutiva dei lavori di realizzazione dell'opera nei tratti in viadotto. In corrispondenza del tratto in rilevato progr. km 19+550,00 ÷ 20+931,96, tratto in corrispondenza dello Svincolo di Avellino Sud, tratti in viadotto progr. km 22+269,51 ÷ 22+316,77, progr. km 22+482,55 ÷ 22+518,10;
- Potenziale innesco di fenomeni di instabilità legati a possibili movimenti franosi e superficiali a carattere stagionale tipo creep. Impatto medio, per le opere di fondazione è necessario prendere in considerazione presidio idraulico e opere di sostegno e consolidamento per stabilizzare gli scavi e l'utilizzo di impalcati con massa ridotta a sezione mista in acciaio-cl. In corrispondenza dello Svincolo di Manocalzati, della galleria artificiale alle progr. km 25+100,00 ÷ 25+790,00, e del tratto a raso progr. km 25+790,00 ÷ 25+900,00.

COMPONENTE VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI:

Nell'ambito del presente S.I.A. si sono riscontrati valori di impatto significativi delle opere in progetto, soprattutto sulla componente vegetazionale rappresentata dalle formazioni dei compluvi, dei corsi d'acqua e delle zone a ristagno idrico, indirettamente gli effetti si ripercuotono anche sulla componente faunistica ed ecosistemica che questa componente forma.

Le tipologie degli interventi di mitigazione per la componente in esame vengono espresse principalmente attraverso il ripristino di consorzi vegetazionali autoctoni.

Le misure di mitigazione previste da realizzare lungo il tracciato riguardano:

- le scarpate stradali
- gli imbocchi in galleria
- i corsi d'acqua a ridosso dell'autostrada
- le aree di cantiere allestite per la realizzazione delle opere

Tali tipologie di intervento si basano sulle indagini vegetazionali eseguite per la caratterizzazione ante-operam dell'area in esame descritte nei paragrafi precedenti.

Nel presente S.I.A è prevista l'utilizzazione di specie autoctone quindi ecologicamente adattate all'ambiente, anche con il duplice scopo di realizzare nuclei di vegetazione che non richiedano onerosi interventi di manutenzione e che nel contempo si inseriscano naturalmente nel paesaggio.

Scarpate stradali

I casi che si possono presentare sono i seguenti:

- 1- trincea con scarpate con pendice inferiore ai 3 m
- 2- trincea con scarpate con pendice superiore ai 3 m
- 3- rilevato con scarpate con pendice inferiore ai 3 m
- 4- rilevato con scarpate con pendice superiore ai 3 m

Gli interventi da realizzare nelle scarpate varieranno a seconda della zona fitoclimatica, delle condizioni ecologiche e stagionali. Nel primo e nel terzo caso gli interventi consistono in un inerbimento delle scarpate, mediante idrosemina. Il miscuglio delle specie erbacee da utilizzare in consociazione deve essere composto almeno da 10 specie diverse tra leguminose, graminacee ed altre specie le cui percentuali andranno determinate nell'ambito del progetto esecutivo. In linea generale il 60% del miscuglio dovrà essere composto prevalentemente da specie autoctone con preminenti capacità biotecniche e il restante 40% dalle principali specie erbacee rilevate nei prati seminaturali.

Nel secondo caso gli interventi consistono in un inerbimento mediante idrosemina e nella piantagione di arbusti con densità variabile da 0,5 a 1 pianta per mq.

Nelle condizioni di maggiore umidità del suolo le specie arbustive da usare possono essere quelle a temperamento mesofilo come il corniolo (*Cornus mas*), il sanguinello (*Cornus sanguinea*), il ligustro (*Ligustrum vulgare*), il salice rosso (*Salix purpurea*), il biancospino (*Crataegus monogyna*), la berretta del prete (*Evonymus europaeus*).

Nelle condizioni di maggiore xericità le specie da usare sono quelle a temperamento più mesoxerofilo come il prugnolo (*Prunus spinosa*), la ginestra (*Spartium junceum*), la fillirea (*Phyllirea latifolia*), il viburno (*Viburnum tinus*) e la rosa canina (*Rosa canina*).

Nel quarto caso oltre all'inerbimento ed alla piantagione delle già citate specie arbustive, si potrà effettuare al piede delle scarpate la piantagione di specie arboree con densità variabile da 0,06 a 0,04 piante per mq.

Nelle condizioni di maggiore umidità e ristagno idrico si potranno utilizzare specie a temperamento igrofilo come il pioppo bianco (*Populus alba*), il salice bianco (*Salix alba*), l'ontano nero (*Alnus glutinosa*) e la farnia (*Quercus robur*). Nelle condizioni di maggiore xericità le specie da utilizzare potranno essere l'ontano napoletano (*Alnus cordata*), l'orniello (*Fraxinus ornus*) e il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*).

Il materiale vivaistico dovrà essere di ridotte dimensioni ed età, per agevolare l'attecchimento (arbusti con pane di terra in vaso con circonferenza massima da 1 l, alberi con pane di terra in vaso con circonferenza massima di 8-10 cm).

Imbocchi in galleria

In merito agli imbocchi in galleria, si prevedono interventi di rivegetazione attraverso l'installazione di un impianto di vegetazione arborea ed arbustiva.

Si prevede l'utilizzo di **specie arbustive**, in corrispondenza delle scarpate intorno agli imbocchi, quali *spartium junceum* e *cornus sanguinea*, e, nel caso della Galleria Montepergola, nell'area interclusa tra le carreggiate, oltre alle essenze citate, è prevista la piantumazione del *rhamnus alaternus*. In merito alle **specie arboree**, piantumate in corrispondenza delle aree intercluse tra le carreggiate, il criterio di scelta adottato si prefigge come obiettivo il ripristino di elementi di continuità con la vegetazione circostante, con la piantumazione delle specie autoctone di roverella (*Quercus Pubescens*).

In proposito sono state redatte apposite tavole "CVQ – Quaderno delle opere a verde stralci planimetrici imbocchi in galleria".

Corsi d'acqua

Gli interventi relativi alle fitocenosi ripariali consistono nel ripopolamento e nella piantagione delle specie igrofile presenti, come il pioppo bianco (*Populus alba*), il salice bianco (*Salix alba*), l'ontano nero (*Alnus glutinosa*), la farnia (*Quercus robur*), il sambuco nero (*Sambucus nigrum*) e specie arbustive come il sanguinello (*Cornus sanguinea*) e il salice rosso (*Salix purpurea*). In

questo caso si andrà a condizionare la morfologia delle scarpate attraverso la creazione di accumulo temporaneo dell'acqua.

Nel caso i lavori di adeguamento dell'autostrada interessino o modifichino il corso dei torrenti e dei fossi, il rivestimento delle sponde dovrà essere effettuato in senso tangenziale e perpendicolare ai corsi d'acqua con tecniche di ingegneria naturalistica che a seconda delle caratteristiche idrauliche del corso traversato, potranno andare dalle fascinate di sponde, alla copertura diffusa, alle gabbionate con salici o alla scogliera con talee.

Come interventi di compensazione nei riguardi degli ecosistemi riparali e delle zone umide dovranno essere realizzati interventi di recupero nelle zone degradate del corso d'acqua per una fascia di circa 100 m lungo lo stesso corso.

Ripristino delle aree di cantiere

I suoli occupati temporaneamente in fase di cantiere possono essere restituiti all'utilizzo agricolo o essere utilizzati per una compensazione delle opere mediante piantagione di specie arboree ed arbustive come quelle già citate in precedenza, tenendo conto delle caratteristiche stazionali ed ecologiche dei luoghi.

Durante le operazioni di scotico per la preparazione dei differenti siti di intervento (cantiere, piste di servizio) si dovrà avere cura di evitare il mescolamento degli strati del suolo per non impoverirne la fertilità.

Gli strati superficiali del suolo, più fertili, dovranno essere raccolti, conservati e protetti con teli di tessuto-non tessuto o in alternativa dovranno essere inerbite con leguminose da foraggio, durante tutta la durata dei lavori, si dovrà inoltre evitare la contaminazione con rifiuti ed inquinanti come materiali plastici, olii minerali, carburanti ecc..

Al termine dei lavori di cantiere, le superfici temporaneamente occupate dovranno essere ripulite da ogni tipologia di rifiuto o materiale inerte.

Nei terreni da restituire all'uso agricolo è preferibile che prima di effettuare la ristratificazione venga praticata una ripuntatura od una erpicatura del terreno, successivamente, dopo la diffusione dello strato fertile sarà effettuata una fresatura leggera, in seguito una semina con leguminose da sovescio (*erba medica, trifoglio, lupino, favino*). Queste lavorazioni servono a migliorare le caratteristiche fisiche del terreno ed arricchendolo in sostanza organica e migliorandone la fertilità.

COMPONENTE RUMORE E VIBRAZIONI:

Dallo studio di impatto acustico relativo al progetto di ampliamento del raccordo autostradale A3-A30 Salerno-Avellino emerge quanto segue:

- la situazione attuale, desumibile dalla campagna di monitoraggio è di fatto caratterizzata da un clima acustico sostenuto sui ricettori potenzialmente più esposti alla sorgente di rumore, dovuto alle caratteristiche del tracciato di progetto (strada a doppia corsia per senso di marcia e caratterizzata da tratti con quote prossime a quelle degli edifici situati in prossimità del confine stradale) che non riesce a soddisfare la domanda sempre crescente di traffico; la campagna di monitoraggio, effettuata attraverso rilievi fonometrici scelti ad hoc nei punti in cui l'unica sorgente di rumore si ipotizzi sia quella dovuta al traffico stradale, conferma la presenza di un pesante disturbo agli utenti degli edifici situati a bordo strada;
- la situazione post operam è caratterizzata da un'alternanza piuttosto frequente di tratti in rilevato, in trincea e a raso; in tutti i casi la variabile discriminante per il percepimento del rumore indotto da traffico stradale è costituita dalla distanza degli edifici abitati rispetto al confine stradale e la soluzione progettuale di innalzare o abbassare il piano stradale rispetto alle curve isolivello, influisce in maniera significativa sui livelli di pressione sonora percepibili dagli utenti degli edifici situati in prossimità della strada: è questo il caso delle abitazioni in località di Montoro Inferiore ovvero del rilevato nell'ultimo tratto verso lo svincolo per Avellino sud, dove la scelta rispettivamente della trincea e del rilevato apportano sicuramente benefici acustici agli edifici vicini in misura maggiore o minore in funzione del dislivello degli stessi rispetto al piano stradale; per questi ricettori le differenze tra i $Leq(A)$ calcolati e i limiti di legge, si attestano intorno a valori in media dell'ordine di 4-5 dB(A), in misura tanto minore per il piano terra dei ricettori interessati dai tratti in rilevato quanto maggiore (*intorno ai 5-6 dB(A)*) nei piani alti delle abitazioni. Per i ricettori interessati dai tratti a raso si raggiungono criticità acustiche piuttosto elevate per quelli situati in prossimità del confine stradale, finanche dell'ordine di 10-11 dB(A); per i ricettori più distanti il superamento del limite di legge è più contenuto, all'incirca dell'ordine di 2 dB(A);
- per tutti i ricettori acustici con superamenti dei limiti di legge sono state predisposte soluzioni mitigative (*barriere acustiche*) diverse in funzione delle criticità acustiche rilevate, in grado di abbattere ed eliminare completamente il cosiddetto "fastidio da rumore" imputabile alla sola sorgente di traffico stradale e garantire in corrispondenza di ogni ricettore interessato dall'attraversamento del tracciato un clima acustico accettabile; fra le tipologie di barriere è stata scelta la barriera in lamiera metallica, con caratteristiche spettrali di fonoassorbimento dei pannelli ad elevata e media prestazione e caratteristiche costruttive (*altezza, lunghezza*) variabili

in rapporto alle criticità acustiche evidenziate; nella localizzazione degli interventi mitigativi c'è da segnalare la presenza di una duplice barriera in corrispondenza dell' Ospedale Andolfi in località Fisciano, prima dell'imbocco della galleria, considerato ricettore sensibili di classe I, con limiti di legge pari a 50 dB(A) nel periodo diurno e 40 dB(A) nel periodo notturno: sono state, infatti posizionate, come desumibile dalla tavola della localizzazione degli interventi mitigativi in allegato alla relazione, due barriere, una lungo il percorso di progetto in prossimità della sorgente di rumore, l'altra invece segue lo svincolo e la rampa di ingresso dal raccordo autostradale verso la città di Fisciano.

COMPONENTE VIBRAZIONI:

Dall'analisi dell'impatto delle vibrazioni si evince che:

- i livelli di vibrazione sui ricettori potenzialmente impattati dal fenomeno vibratorio indotto dal passaggio dei autoveicoli, si mantengono moderatamente bassi e ben al di sotto dei limiti massimi previsti dalle normative di riferimento (*norma UNI 9614 e ISO 9916*). Ciò è dovuto in parte al tipo di sorgente vibratoria
- in condizioni di funzionamento a regime, a seguito dell'intervento di potenziamento del tratto stradale in studio, non si evidenziano particolari condizioni critiche per quello che concerne le vibrazioni all'interno delle abitazioni. Il progetto di potenziamento del Raccordo Autostradale Salerno-Avellino quindi non presenta criticità dal punto di vista delle vibrazioni;
- in fase di cantiere si evidenzia la presenza di un'area a rischio frana elevato in corrispondenza dell'imbocco in galleria del 3° lotto sul lato Solofra, per la quale si dovrà valutare la necessità di adottare degli accorgimenti preventivi e di mitigazione per ridurre i potenziali impatti indotti sull'area limitrofa, ed azioni di monitoraggio e controllo sugli edifici localizzati nell'intorno dell'imbocco.

COMPONENTE PAESAGGIO:

Gli interventi di mitigazione paesaggistica che vengono proposti riguardano tutti i ricettori individuati nell'analisi degli elementi interessati dall'impatto con il tracciato autostradale. Per tutto il tracciato l'intervento di mitigazione, tranne puntuali azioni di ingegneria naturalistica, riguarderà il recupero ed il ripristino dei caratteri paesaggistici del luogo persi o compromessi, si

limiteranno le interferenze visive attraverso il rimodellamento del terreno in modo tale da consentire un più naturale inserimento nella morfologia del sito.

Il manufatto verrà schermato con adeguate essenze arboree per limitare le alterazioni del valore paesaggistico.

Gli impatti risultano molto ridotti date sia le caratteristiche del tracciato e sia gli interventi di inserimento con il verde previsti dal progetto.

Quanto agli impatti visuali percepibili dal tracciato, il progetto di inserimento assicura l'adozione di soluzioni destinate a garantire la massima integrazione con il contesto.

Nel complesso quindi, l'impatto sul carattere paesaggistico-percettivo può essere definito basso, ed in gran parte mitigabile mediante adeguati interventi d'inserimento (*rimodellamento morfologico ed impianto del verde*).

Un'analisi più dettagliata delle interferenze e delle opere mitigative conseguenti, è riportata nelle schede di sintesi degli impatti e delle mitigazioni: queste illustrano progressiva per progressiva e, componente per componente, sia la tipologia delle interferenze individuate, sia le modalità d'intervento di mitigazione previste.

I riferimenti su base cartografica e aerofotografica della qualità e quantità degli impatti prodotti dall'opera sull'ambiente, così come la tipologia delle opere mitigative previste, sono illustrati nelle tavole allegate: *Tav. BMP – "Planimetrie con indicazione degli interventi di ripristino ambientale e delle opere di mitigazione"*. Relativamente agli interventi tipologici di mitigazione si faccia riferimento alla *Tav. BMA - "Abaco delle schede tipologiche degli interventi di ripristino ambientale e delle opere di mitigazione"*, nelle tavole del quadro di riferimento progettuale.

9.2 DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI

In estrema sintesi si riporta la descrizione qualitativa degli impatti attesi lungo il tracciato oggetto di studio, partendo dalle schede di sintesi degli impatti di ogni componente:

- ✓ contributo all'inquinamento atmosferico da parte di mezzi d'opera;
- ✓ produzione significativa di polveri per il movimento terre;
- ✓ trasporto di sostanze attraverso il vento, la pioggia o per convezione;
- ✓ ricadute secche al suolo per gravità;
- ✓ aumento dei livelli di pressione sonora stimati nella fase di esercizio dell'infrastruttura
- ✓ trasmissione di vibrazioni dovute alle attività di scavo in galleria (Monteoergola)
- ✓ alterazione dell'assetto idrico;
- ✓ inquinamento delle acque superficiali da dilavamento meteorico;
- ✓ sversamenti accidentali;
- ✓ inquinamento sistematico ad opera dei residui di carburante e di usura pneumatici;
- ✓ percolazione di sostanze inquinanti nel sottosuolo;
- ✓ trasporto di sostanze in forma libera o legata al particolato;
- ✓ sottrazione di suolo fertile;
- ✓ frammentazione dell'ambiente con potenziale pregiudizio degli assetti ecosistemici, idrogeologici e territoriali;
- ✓ alterazione dei flussi sotterranei (prime falde, complesso roccioso attraversato dalle gallerie);
- ✓ stoccaggio dei materiali pulverulenti;
- ✓ aumento della compattazione del suolo nei cantieri con conseguente riduzione della permeabilità;
- ✓ potenziali fenomeni di instabilità legati agli scavi;
- ✓ potenziali fenomeni di decompressione del fronte di scavo stabile a medio termine;
- ✓ produzione di smarino;
- ✓ produzione materiale da demolizione;
- ✓ occupazione temporanea suolo per opere di adeguamento e/o realizzazione;
- ✓ alterazione di composizione e struttura delle fitocenosi;
- ✓ sottrazione di vegetazione;
- ✓ interferenza con gli spostamenti della fauna;
- ✓ alterazione della struttura di unità ecosistemiche;
- ✓ alterazione del valore paesaggistico di elementi insediativi;

- ✓ alterazione della percezione del paesaggio.

Le **opere di mitigazione**, descritte nelle tavole allegate, sono state rappresentate, sia in modo tipologico, sia come intervento puntuale, nelle tavole BMP *“Planimetrie con indicazione degli interventi di ripristino ambientale e delle opere di mitigazione”* e BMS – *“Sezioni tipo con interventi di mitigazioneE”*.

